ហាមថតចម្លង ឬ លក់

Hanoi University of Science & Technology

http://symonpum.wordpress.com

លំហាត់រូបវិទ្យាសំរាប់សិស្សពូកែ ១០ ១១ ១២

២០១៥

លំហាត់រូបវិទ្យាពិសេស

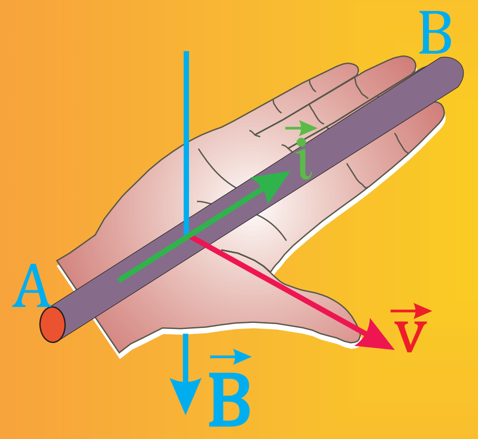
អគ្គិសនី និង ម៉ាញេទិច

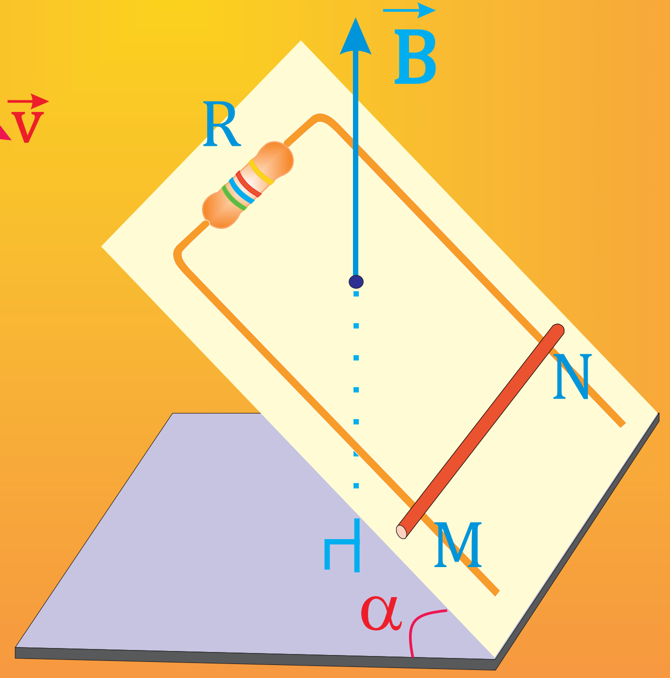
សំរាប់សិស្សពូកែថ្នាក់ទី ១០ ១១ ១២

ប្រលងអាហារូបករណ៍

និងប្រលងចូលមហាវិទ្យាល័យបច្ចេកទេសផ្សេងៗ

ភាគ ២





បកប្រែ និងរចនាដោយ ពុំ ស៊ីមន

ហាមយកធ្វើអាជីវកម្ម

អារម្ភកថា

ក្រោយពីបានបកប្រែសៀវភៅរូបវិទ្យាផ្នែកមេកានិច(ភាគទី១) មួយក្បាលបានចប់សព្វគ្រប់ និងបានចែកចាយដល់មិត្តភក្តិមួយ និងសិស្សានុសិស្សចំនួន (តាមអ៊ីមែល និង ហ្វេសបុក) ខ្ញុំបាទក៏មិនបោះបង់ការងារនេះចោលដែរ ឆ្លៀតពេលទំនេរពីរការសិក្សា ខ្ញុំបាទបានប្រមែប្រមូលលំហាត់ពីសៀវភៅផ្សេងៗ ព្រមជាមួយលំហាត់ដែលខ្ញុំបានរៀនទៅឆ្នាំមូលដ្ឋានដើម្បី បកប្រែ និងរៀបចំចងក្រងធ្វើជាសៀវភៅលំហាត់អគ្គិសនី និងម៉ាញេទិចមួយនេះឡើង។ ថ្វីត្បិតតែសៀវភៅនេះ មិនអាចប្រមូលផ្តុំនូវគ្រប់ទម្រង់លំហាត់ និងដំណោះស្រាយសំបូរណ៍បែប តែយ៉ាងហោចណាស់ សៀវភៅនេះនឹងណែនាំពីគន្លឹះ និងទម្រង់នៃការដោះស្រាយលំហាត់អគ្គិសនី និងម៉ាញេទិចទម្រង់ទូទៅ និងទម្រង់ពិសេសៗ ដែលគេនិយមចេញវិញ្ញាសាប្រលងបានមួយចំនួនធំផងដែរ។

សង្ឃឹមថាស្នាដៃមួយនេះនឹងមានប្រយោជន៍ចំពោះលោកគ្រូអ្នកគ្រូ និងសិស្សានុសិស្សកម្ពុជាទាំងអស់ ហើយសូមអ្នកដែលទទួលបានសៀវភៅមួយនេះ សូមមេត្តាកុំយកទៅធ្វើអាជីវកម្មបន្ត ព្រោះវាជាញើសឈាមដែលខ្ញុំបាទខំឆ្លៀតពេលទំនេរពីការសិក្សាដើម្បីបកប្រែចងក្រងឡើង និងដោះស្រាយយ៉ាងលំបាក។ *អ្នកដែលធ្វើអាជីវកម្មលើស្នាដៃ(កម្មសិទ្ធបញ្ញា)អ្នកដទៃ គឺជាសត្វអសប្បជញ្ញៈ...!!!*

ជាចុងក្រោយ ខ្ញុំបាទសូមអភ័យទោសនូវរាល់កំហុសឆ្គងទាំងឡាយដែលបានកើតមានឡើងដោយអចេតនានៅក្នុងសៀវភៅមួយនេះ ហេតុនេះខ្ញុំបាទមានតែរងចាំនូវការរិះគន់ដើម្បីស្តាបនាពីសំណាក់មិត្តអ្នកអានទាំងអស់ ដើម្បីកែលំអសៀវភៅមួយនេះឲ្យបានប្រសើរ និងមានប្រយោជន៍ចំពោះសិស្សានុសិស្ស និងលោកគ្រូអ្នកគ្រូកម្ពុជាយើង។

សូមជូនពរមិត្តអ្នកអានទាំងអស់ ឲ្យបានសំរេចជោគជ័យគ្រប់ភារកិច្ច...!!!

ហាណូយ ថ្ងៃទី០១ ខែមករា ឆ្នាំ២០១៤

អ្នករៀបរៀង

ពុំ ស៊ីមន

និស្សិតស្រុកស្រែ...!!!

មាតិកា

អារម្ភកថា

ផ្នែកទី១ អគ្គិសនី

មេរៀនទី១ បន្ទុកអគ្គិសនី និងដែនអគ្គិសនី 1

មេរៀនទី២ ចរន្តជាប់ 107

មេរៀនទី៣ ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងមជ្ឈដ្ឋានផ្សេងៗ 169

ផ្នែកទី២ ម៉ាញេទិច

មេរៀនទី៤ ដែនម៉ាញេទិច 185

មេរៀនទី៥ បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច 269

ឯកសារយោង 327

រៀបរៀង និងរចនាដោយ **ពុំ ស៊ីមន**

វិស្វករ អេឡិចត្រូនិច និងទូរគមនាគន៍

Electronic & Telecommunication Engineer

សកលវិទ្យាល័យវិទ្យាពហុបច្ចេកទេស ក្រុងហាណូយ

Hanoi University of Science and Technology (HUST)

E-mail: symonpum@yahoo.com

symonpum@gmail.com

Web Site: http://teleinfo-kh.com

http://symonkh.blogspot.com

Phone : (+855) 11 76 55 86

(+855) 87 76 55 86

វាយអត្ថបទដោយ:

១. **ពុំ ស៊ីមន**

២. **ក. អ៊ាង ពេជ្រសោភា**

បរិញ្ញាប័ត្រ + ១ ផ្នែករូបវិទ្យា-គណិតវិទ្យា

សាលកវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ-វិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

គ្មានអ្វីដែលមិនអាចទៅរួចនោះទេ!!!

Nothing Impossible...!!!

ផ្នែកទី១ អគ្គិសនី

មេរៀនទី១ បន្ទុកអគ្គិសនី និង ដែនអគ្គិសនី

I. សង្ខេបទ្រឹស្តី

1. បន្ទុកអគ្គិសនី

បន្ទុកអគ្គិសនីមានពីរប្រភេទ គឺបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន (+) និងបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន (-)។ គេសន្មត់ថា បន្ទុកអគ្គិសនីដែលកើតឡើងលើចង្កឹះកែវ ដែលខាត់ជាមួយសំពត់សូត្រ ជាបន្ទុកវិជ្ជមាន ចំណែកឯបន្ទុកអគ្គិសនីដែលកើតឡើងលើចង្កឹះអេបូនីត និងចង្កឹះជ័រ ដែលខាត់ជាមួយរោមសត្វជាបន្ទុកអវិជ្ជមាន។

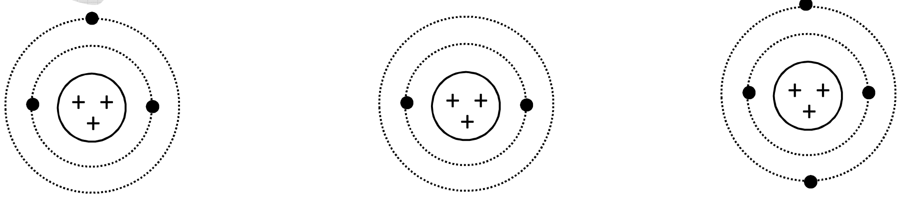
<u>អន្តរកម្មរវាងបន្ទុកអគ្គិសនី</u> : បន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានសញ្ញាដូចគ្នាច្រានគ្នាចេញ ចំនែកឯបន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា (ប្រភេទខុសគ្នា) ទាញគ្នាចូល។

2. ទ្រឹស្តីអេឡិចត្រុង

គ្រប់អង្គធាតុទាំងអស់ត្រូវបានផ្គុំឡើងពីម៉ូលេគុល ហើយម៉ូលេគុលនីមួយៗត្រូវបានផ្សំឡើងពីអាតូម។ អាតូមនីមួយៗរួមមានណ្វៃយ៉ូមួយផ្ទុកបន្ទុកវិជ្ជមាន និងអេឡិចត្រុងមួយចំនួនផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមាន ដែលវិលជុំវិញណ្វៃយ៉ូនោះឥតឈប់ឈរ។

ជាទូទៅ បើផលបូកតម្លៃពីជគណិតនៃបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងអស់នៅក្នុងអាតូមមួយស្មើសូន្យ គេនិយាយថា អាតូមនោះ ជាអាតូមណឺត(ដូចរូប ១-ក)

ប្រសិនបើអាតូមនោះបាត់បង់អេឡិចត្រុងមួយចំនួន (ដោយសារប្រការណាមួយ) ធ្វើឲ្យផលបូកតម្លៃពីជគណិតនៃបន្ទុកអគ្គិសនីក្នុងអាតូមមានតម្លៃវិជ្ជមាន នោះអាតូមនោះក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន។ ផ្ទុយមកវិញ បើអាតូមទទួលបានអេឡិចត្រុងមួយចំនួនវិញនោះអាតូមក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន (ដូចរូប ១-ខ និង ១-គ)។



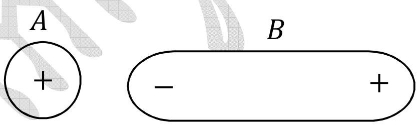
១-ក ១-ខ ១-គ

អេឡិចត្រុងជាបន្ទុកគ្រឹះ (បន្ទុកមូលដ្ឋាន)*ផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមាន* តាងដោយ $-e = -1.6\times10^{-19}$ C និងមានម៉ាស $m_e = 9.1\times10^{-31}$ Kg ។ បន្ទុកអគ្គិសនី q នៃអង្គធាតុមួយ ស្មើផលគុណនៃចំនួនគត់វិជ្ជមាន នឹងបន្ទុកគ្រឹះ : $|q| = n.e$ ។

ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី គឺជាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃអង្គធាតុមួយ ដែលមានវិមាត្រតូចណាស់ធៀបនឹងចម្ងាយដែលយើងកំពុងសិក្សា ។

3. **អគ្គិសនីកម្ម** (មានបីប្រភេទ)

- អគ្គិសនីកម្មដោយកកិត រវាងអង្គធាតុពីរធ្វើឲ្យអង្គធាតុទាំងពីរកើតមានបន្ទុកអគ្គិសនីផ្ទុយគ្នា។
- អគ្គិសនីកម្មដោយប៉ះ: ករណីនេះបន្ទុកអគ្គិសនីនៃអង្គធាតុពីរដែលប៉ះគ្នា មានប្រភេទដូចគ្នា។
- អគ្គិសនីកម្មដោយឥទ្ធិពល: ឧបមាថាគេដាក់អង្គធាតុចម្លង B មួយដែលមិនទាន់ផ្ទុកអគ្គិសនីនៅក្បែរអង្គធាតុ A ដែលផ្ទុកអគ្គិសនី។ នោះគេឃើញថា ផ្នែកម្ខាងនៃអង្គធាតុ *B* ដែលស្ថិតនៅជិត *A* មានបន្ទុកអគ្គិសនីសញ្ញាផ្ទុយពី *A* ចំនែកផ្នែកម្ខាងទៀត មានបន្ទុកអគ្គិសនីសញ្ញាដូច *A* (មើលរូប ១-ឃ)។



១-ឃ

4. **ប្រព័ន្ធបន្ទុកអគ្គិសនីត្រមោច**

ប្រព័ន្ធបន្ទុកអគ្គិសនីត្រមោច គឺជាប្រពន្ធ័នៃបន្ទុកអគ្គិសនីដែលមិនមានអន្តរកម្មអគ្គិសនីជាមួយនឹងប្រពន្ធ័បន្ទុកអគ្គិសនី ឬបន្ទុកអគ្គិសនីខាងក្រៅ។

ចំពោះប្រព័ន្ធបន្ទុកអគ្គិសនីត្រមោច ផលបូកតម្លៃពីជគណិតបន្ទុកអគ្គិសនីក្រុងប្រព័ន្ធមានតម្លៃថេរ គឺមានន័យថា បន្ទុកអគ្គិសនីត្រូវបានរក្សា: $q_1 + q_2 + \cdots =$ ថេរ (ច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គិសនី)

5. ច្បាប់គូឡំ

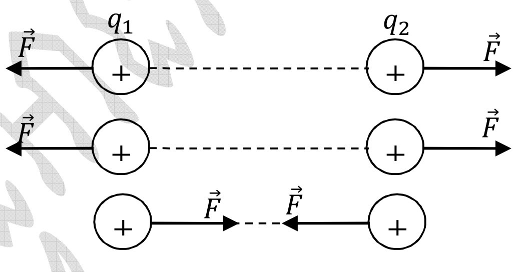
កម្លាំងអន្តរកម្មរវាងបន្ទុកអគ្គិសនីនឹងពីរ មានអាំងតង់ស៊ីតេសមាមាត្រនឹងផលគុណនៃម៉ូឌុលបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងពីរ និងច្រាសសមាមាត្រនឹងការេនៃចម្ងាយរវាងបន្ទុកទាំងពីរ និងអាស្រ័យនឹងលក្ខណៈនៃមជ្ឈដ្ឋានដែលបន្ទុកទាំងពីរស្ថិតនៅផងដែរ។

កម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនី $\vec{F}$ មានៈ

- ទិសៈ ស្ថិតលើទំរនៃចម្ងាយរវាងបន្ទុកទាំងពីរ
- ទិសដៅៈ ចាកផ្ចិត បើបន្ទុកទាំងពីរដូចគ្នា និង ចូលផ្ចិត ពេលបន្ទុកពីរផ្ទុយគ្នា
- អាំងតង់ស៊ីតេៈ $\boxed{F = k\dfrac{|q_1.q_2|}{\varepsilon r^2}}$ (1)

ដែលៈ ε ជាថេរឌីអេឡិចទ្រិចនៃមជ្ឈដ្ឋាន (ចំពោះសុញ្ញកាសគឺ $\varepsilon = 1$)

- r ចម្ងាយរវាងបន្ទុកទាំងពីរ (m)
- F កម្លាំង (N)
- q_1 , q_2 បន្ទុកអគ្គិសនី (C)
- $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 9.10^9 \left(\dfrac{N.m^2}{C^2}\right)$ ថេរអគ្គិសនី
- $\varepsilon_o = 8.86\times10^{-12}\ C^2/N.m^2$



១-ង

ដូចនេះ នាំឲ្យ $\boxed{F = 9.10^9\dfrac{|q_1q_2|}{\varepsilon r^2}}$ (2)

រូបមន្ត (1) និង (2) ខាងលើ ក៏អាចយកមកអនុវត្តន៍បានចំពោះករណីស្វ៊ែរពីរ (តូចៗ) ផ្ទុកអគ្គិសនី ហើយក្នុងករណីនេះ r គឺជាចម្ងាយរវាងផ្ចិតនៃស្វ៊ែរទាំងពីរ។ គួរចងចាំដែរថា រូបមន្តទាំងពីរខាងលើអាចយកមកអនុវត្តន៍បានកាលណា មជ្ឈដ្ឋានជាមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងពីរជាមជ្ឈដ្ឋានស្មើសាច់។

ក្នុងការគណនា និងជំនួសលេខចូលរូបមន្តខាងលើត្រូវៈ

- យកតម្លៃដាច់ខាតនៃបន្ទុកទាំងពីរ
- បំបែកខ្នាតតាមប្រព័ន្ធ SI

ក្នុងករណីបន្ទុកអគ្គិសនីមួយ(អង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនី) រងអំពើនៃកម្លាំងអគ្គិសនីច្រើន $\vec{F_1}, \vec{F_2} \ldots$ ដែលបង្កើតឡើងដោយបន្ទុកអគ្គិសនីផ្សេងៗទៀត $\Rightarrow$ កម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើបន្ទុកនោះត្រូវបាន គណនាតាមវិធានផ្គួបកម្លាំង (បូកវ៉ិចទ័រ): $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \ldots$

ក្រៅពីកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនី និងទម្ងន់ $\vec{P}$ អង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនី (ឬស្វ៊ែរផ្ទុកអគ្គិសនី) ក៏អាចរងនៅកម្លាំងផ្សេងទៀតដូចជា:

- កម្លាំងតំណឹងខ្សែព្យួរអង្គធាតុ: $\vec{T}$
- កម្លាំងដំណោលអាស៊ីម៉ែត្រ: $F_A = V\rho g$ ដែល V ជាមាឌនៃអង្គធាតុរាវដែលហៀរចេញពីផុងពេលដាក់អង្គធាតុចូល, ρ ម៉ាសមាឌនៃអង្គធាតុរាវ, g ជាសំទុះទំនាញដី និងកម្លាំង $\vec{F_A}$ មានទិសឈរ និងទិសដៅឡើងលើ ។

អង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនីមួយស្ថិតនៅមានលំនឹងកាលណា ផលបូកកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើអង្គធាតុនោះស្មើសូន្យ: $\sum \vec{F_i} = \vec{0}$ ។

6. ដែនអគ្គិសនី

ដែនអគ្គិសនី គឺជាមជ្ឈដ្ឋានពិសេសមួយស្ថិតនៅជុំវិញបន្ទុកអគ្គិសនី ហើយមជ្ឈដ្ឋាននេះបង្កើតឲ្យមានកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីលើបន្ទុកអគ្គិសនីដែលដាក់ក្នុងវា (បន្ទុកសាក)។

ដែនអគ្គិសនី $\vec{E}$ ដែលបង្កើតឡើងដោយបន្ទុកអគ្គិសនី Q នៅត្រង់ចំណុច M ដែលស្ថិតនៅចម្ងាយ r ពីបន្ទុក Q ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមួយដែលមានថេរឌីអេឡិចទ្រិច ε គឺជាទំហំវ៉ិចទ័រដែលមាន៖

- ចំណុចចាប់ត្រង់ចំណុច M
- ទិស: ស្ថិតលើបន្ទាត់ភ្ជាប់ពីចំណុចបន្ទុក Q ទៅចំណុច M
- មានទិសដៅចាកផ្ចិតបន្ទុក Q បើ $Q > 0$ និងមានទិសដៅចូលផ្ចិត បើ $Q < 0$ (រូប ១-ច)
- អាំងតង់ស៊ីតេ: $$E = 9.10^9 \frac{|Q|}{\varepsilon r^2} \quad [V/m] \qquad (3)$$

១-ច

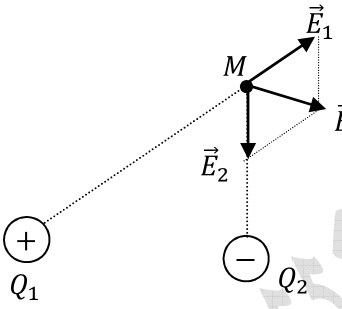
ដែនអគ្គិសនីផ្គួប $\vec{E}$ ដែលបង្កើតឡើងនៅត្រង់ចំណុច M មួយ ដោយចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $Q_1, Q_2, \ldots$ ស្មើនឹងផលបូកវ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនី ដែលបង្កើតឡើងដោយបន្ទុកនីមួយៗនៅត្រង់ចំណុច M នោះ (រូប ១-ឆ) :

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \cdots$$

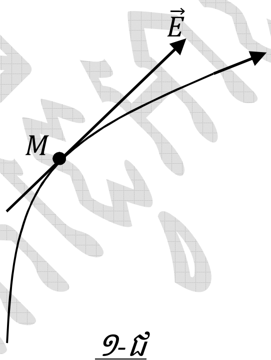
កម្លាំងដែលមានអំពើលើបន្ទុកសាក q ដាក់ក្នុងដែនអគ្គិសនី $\vec{E}$: $\vec{F} = q.\vec{E}$

- បើ $q > 0$ នោះ $\vec{F}$ និង $\vec{E}$ មានទិសដៅដូចគ្នា $\left(\vec{F} \nearrow \nearrow \vec{E}\right)$
- បើ $q < 0$ នោះ $\vec{F}$ និង $\vec{E}$ មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា $\left(\vec{F} \nearrow \swarrow \vec{E}\right)$

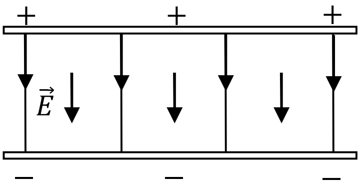
ខ្សែដែនអគ្គិសនី គឺជាខ្សែកោងមានទិសដៅ ដែលយ៉ាងណាឲ្យវ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនីត្រង់ចំណុចណាមួយលើ ខ្សែដែន ប៉ះនឹងខ្សែដែន ហើយមានទិសដៅដូចខ្សែដែន។ (រូប ១-ជ)



១-ឆ



១-ជ



១-ឈ

<u>លក្ខណៈខ្សែដែនអគ្គីសនី:</u> ក្នុងដែនអគ្គិសនីមួយៗ មានខ្សែដែនតែមួយគត់កាត់តាមគ្រប់ចំណុចក្នុងដែន ហើយខ្សែដែនអគ្គិសនីជាខ្សែកោងបើក។ *ចំនួនខ្សែដែនអគ្គិសនីកាត់តាមចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីដាក់ត្រង់ចំណុចមួយ សមាមាត្រនឹងអាំងតង់ស៊ីតដែនអគ្គិសនីត្រង់ចំណុចនោះ។*

<u>ដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន:</u> គឺជាដែនអគ្គិសនីដែលវ៉ិចទ័រ $\vec{E}$ មានម៉ូឌុល និងទិសដៅដូចគ្នាទាំងអស់នៅគ្រប់ចំណុចក្នុងដែន។ ឧទាហរណ៍ដែនអគ្គិសនីនៅចន្លោះបន្ទះលោហៈពីរដាក់ស្របគ្នាផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីស្មើគ្នាតែសញ្ញាផ្ទុយគ្នា $\Rightarrow$ ខ្សែដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋានជាបន្ទាត់ស្របៗគ្នា និងមានគំលាតស្មើៗគ្នា (រូប ១-ឈ)។

7. កម្មន្តនៃកម្លាំងអគ្គិសនី

កម្មន្តនៃកម្លាំងអគ្គិសនី គឺជាកម្មន្តចាំបាច់ដើម្បីផ្លាស់ទីបន្ទុកសាក q ពីចំណុច B ដល់ C ស្ថិតនៅក្នុងដែនអគ្គិសនី : $A = q(V_B - V_C) = q.U_{BC}$ (4)

ដែល V_B ,V_C: ជាប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុច B និង C ក្នុងដែនអគ្គិសនី គិតជាវ៉ុល [V]

U_{BC}: ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងពីរចំណុច B និង C គិតជា វ៉ុល [V]

A: កម្មន្ត មានខ្នាតគិតជា ស៊ូល [J]

ប្រសិនបើបន្ទុក q ផ្លាស់ទីក្នុងដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន នោះយើងបានកម្មន្ត A=qEd ដែលក្នុងនោះ E ជាអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន, d ជាចំនោលកែងនៃបំលាស់ទីលើខ្សែដែនអគ្គិសនី។

ទំនាក់ទំនងរវាង E និង U រវាងពីរចំណុច B និង C : $E = \dfrac{U}{d}$ (5)

ដែល d គឺជាចំនោលកែងនៃ BC លើទិសនៃខ្សែដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន។

8. ប៉ូតង់ស្យែលអគ្គិសនី

ប៉ូតង់ស្យែលនៃដែនអគ្គិសនីដែលបង្កើតឡើងដោយបន្ទុក Q នៅត្រង់ចំណុច M ក្នុងដែនអគ្គិសនីស្មើ:

$$V = 9.10^9 \frac{Q}{\varepsilon r} \qquad (6)$$

ដែល r ចម្ងាយពីចំណុច M ដល់បន្ទុក Q ហើយគេសន្មត់ថា $V_\infty = 0$ ។

ប៉ូតង់ស្យែល V អាចមានតម្លៃវិជ្ជមាន ឬ អវិជ្ជមានអាស្រ័យលើសញ្ញារបស់ Q ។ ក្នុងករណីមានបន្ទុកច្រើន $Q_1, Q_2,\ldots$ បង្កើតប៉ូតង់ស្យែល $V_1, V_2,\ldots$ នៅត្រង់ចំណុច M តែមួយ នោះគេបានបានប៉ូតង់ស្យែលផ្គួបដែលបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធបន្ទុអគ្គិសនីខាងលើ ស្មើនឹងផលបូកតម្លៃពីជគណិតនៃប៉ូតង់ស្យែលនីមួយៗ ៖

$$V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n = \sum_{i=1}^{n} V_i \qquad (7)$$

9. ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលអគ្គិសនី (ប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិច)

ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃបន្ទុកអគ្គិសនីសាក q ដាក់ត្រង់ចំណុច M មួយនៅក្នុងដែនអគ្គិសនីដែលមានប៉ូតង់ស្យែល V ត្រូវបានគណនាដោយរូបមន្ត :

$$W_P = qV \qquad (8)$$

ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃបន្ទុកសាក q ដាក់ត្រង់ចំណុច M ស្ថិតក្នុងដែនអគ្គិសនីដែលបង្កើតឡើងដោយ បន្ទុក Q ត្រូវបានគណនាតាមរូបមន្ត:

$$W_M = k\frac{Qq}{\varepsilon r} \qquad (9)$$

រូបមន្ត (9) ជារូបមន្តសំរាប់គណនារកថាមពលប៉ូតង់ស្យែលអន្តរកម្ម (ប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិច) រវាងបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ q និង Q ។

10. ដែនអគ្គិសនីក្នុងមជ្ឈដ្ឋាន (ឌីអេឡិចទ្រិច)

ផ្អែកតាមទ្រឹស្តីអាតូមបានឲ្យដឹងថា នៅក្នុងអង្គធាតុចម្លងនីមួយៗមានបន្ទុកអគ្គិសនី ដែលអាចផ្លាស់ទីដោយសេរី ដែលគេហៅថា *បន្ទុកអគ្គិសនីសេរី* (ឬបន្ទុកសេរី)។ នៅក្នុងអង្គធាតុចម្លងលោហៈ បន្ទុកសេរីគឺជាបណ្តាអេឡិចត្រុងសេរីដែលផ្លាស់ទី ក្នុងលោហៈនោះ។ នៅក្នុងអង្គធាតុអ៊ីសូឡង់ គ្មានបន្ទុកសេរីទេ។

លក្ខណៈនៃអង្គធាតុចម្លងនៅលក្ខខណ្ឌលំនឹងអគ្គិសនី (អេឡិចត្រូស្តាទិច)៖

- អាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីក្នុងអង្គធាតុស្មើសូន្យ
- វ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនីស្ថិតនៅលើផ្ទៃអង្គធាតុ ហើយកែងនឹងផ្ទៃអង្គធាតុចម្លងនោះ
- អង្គធាតុចម្លងជាផ្ទៃអេគីប៉ូតង់ស្យែល (គ្រប់ចំណុចនៅលើអង្គធាតុមានប៉ូតង់ស្យែលថេរ)
- បន្ទុកនៃអង្គធាតុចម្លង រាយលើផ្ទៃខាងក្រៅរបស់វា ហើយបន្ទុកប្រមូលផ្តុំច្រើននៅត្រង់ផ្ទៃប៉ោង (ស្រួច) ចំនែកត្រង់ផ្ទៃផត (ខួង) គឺមានបន្ទុកតិច។

ពេលគេដាក់អង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិចចូលក្នុងដែនអគ្គិសនីដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេ E_o នោះគេថាអង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិចរងបូលកម្ម គឺមានន័យថានៅលើផ្ទៃទាំងពីរនៃអង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិចមានខ្សែដែនអគ្គិសនីចូល និងចេញ ធ្វើឲ្យកើតមានបន្ទុកអគ្គិសនីផ្ទុយសញ្ញាគ្នា ដែលគេហៅថា *បន្ទុកអគ្គិសនីប៉ូលកម្ម* ឬ *បន្ទុកប៉ូលកម្ម* ។ បន្ទុកវិជ្ជមានកើតឡើងនៅលើផ្ទៃ ដែលខ្សែដែនមានទិសដៅចេញក្រៅ ចំនែកនៅលើផ្ទៃដែលខ្សែដែនមានទិសដៅចូល គឺកើតមានបន្ទុកអវិជ្ជមាន។

ហេតុនេះ ផ្ទៃអង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិចរងអគ្គិសនីកម្ម និងបង្កើតឲ្យមានដែនអគ្គិសនីរង E មួយទៀត ដែលមានទិសដៅផ្ទុយពី E_o (ដែនក្រៅ) ដែលជាមូលហេតុធ្វើឲ្យដែនអគ្គិសនីក្នុងឌីអេឡិចទ្រិចថយចុះ (តូចជាងដែនអគ្គិសនីក្រៅ)។

គេបាន អាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនី E ត្រង់ចំណុច M មួយក្នុងឌីអេឡិចទ្រិច តូចជាងដែនអគ្គិសនី E_o ត្រង់ចំណុច M ដែលគ្មានឌីអេឡិចទ្រិច (សុញ្ញកាស) ចំនួន ε ដង :

$$E=\frac{E_o}{\varepsilon} \qquad (10)$$

11. កុងដង់សាទ័រប្លង់

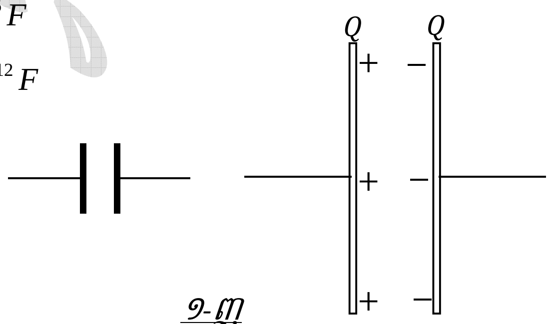
កុងដង់សាទ័រ គឺជាប្រព័ន្ធនៃអង្គធាតុចម្លងពីរ (អាម៉ាតួ) ដាក់ស្របគ្នា មិនប៉ះគ្នា (រូប ១-ញ)។

❖ ពេលកុងដង់សាទ័រផ្ទុកអគ្គីសនីៈ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរតាងដោយ U ហើយបន្ទុកនៃអាម៉ាតួទាំងពីរគឺ $+Q$ និង $-Q$ ដែល Q ជាបន្ទុកនៃកុងដង់សារទ័រ ។

❖ កាប៉ាស៊ីតេកុងដង់សាទ័រៈ $C=\frac{Q}{U} \Rightarrow Q=CU$ (11)

ដែល C គិតជា ហ្វារ៉ាត់ [F] និងខ្នាតស្រឡាយមួយចំនួនរបស់វាដូចជាៈ

- មីក្រូហ្វារ៉ាត់ (μF) ដែល $1\mu F=10^{-6}F$
- ពីកូហ្វារ៉ាត់ (pF) ដែល $1pF=10^{-12}F$



១-ញ

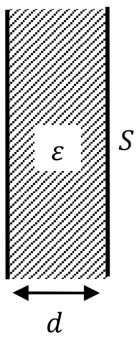
❖ កាប៉ាស៊ីតេកុងដង់សាទ័រប្លង់ៈ (រូប ១-ដ)

$$C=\frac{\varepsilon S}{9.10^9\times 4\pi d} \qquad (12)$$

ដែល S ជាផ្ទៃអាម៉ាតួនីមួយៗ $[m^2]$

d ចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរ $[m]$

ε ជាថេរឌីអេឡិចទ្រិចដែលបំពេញក្នុងចន្លោះកុងដង់សាទ័រប្លង់



១-ដ

❖ ដែនអគ្គិសនីក្នុងកុងដង់សាទ័រប្លង់

ដែនអគ្គិសនីក្នុងកុងដង់សាទ័រប្លង់ ផ្ទុកអគ្គិសនី ជាដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន ខ្សែដែនកែង នឹងអាម៉ាតួ ទាំងពីរ មានទិសដៅពីអាម៉ាតួវិជ្ជមាន ទៅអាម៉ាតួអវិជ្ជមាន និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ :

$$E = \frac{U}{d} \qquad (13)$$

❖ បង្គុំកុងដង់សាទ័រ:

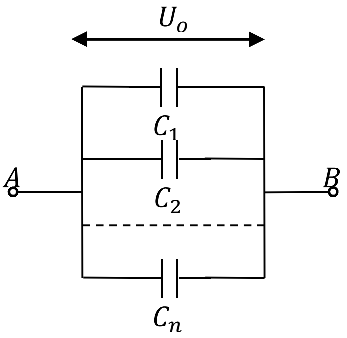
ដើម្បីផ្គុំកុងដង់សារទ័រចាប់ពីពីរឡើងទៅ ដើម្បីបានកុងដង់សាទ័រសមមូលមួយ យើងផ្គុំដូច ខាងក្រោម:

- បង្គុំជាខ្នែង

ពេលផ្គុំកុងដង់សាទ័រ $C_1, C_2, \ldots$ ជាខ្នែងនឹងគ្នា គេបានកុងដង់សាទ័រសមមូល(ផ្ទួប) មួយដែលមានកាប៉ាស៊ីតេផ្ទួប ធំជាងកាប៉ាស៊ីតេផ្គុំ ។

តាង Q_o ជាបន្ទុកសម្ងូល, C_o ជាកាប៉ាស៊ីតេសមមូល, U_o ជាតង់ស្យុងសមូល

$$\left.\begin{aligned} U_o &= U_1 = U_2 = \cdots = U_n \\ Q_o &= Q_1 = Q_2 = \cdots = Q_n \\ C_o &= C_1 + C + 2 + \cdots + C_n \end{aligned}\right\} \qquad (14)$$

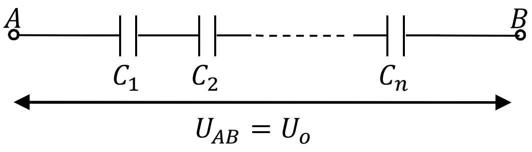


- បង្គុំជាស៊េរី

ពេលផ្គុំកុងដង់សាទ័រ $C_1, C_2, \ldots$ ជាស៊េរីនឹងគ្នា គេបានកុងដង់សាទ័រសមមូល(ផ្ទួប) មួយដែល មានកាប៉ាស៊ីតេផ្ទួប តូចជាងកាប៉ាស៊ីតេផ្គុំ ។

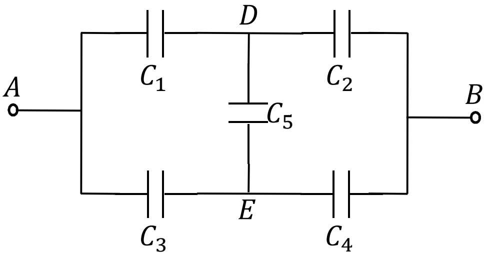
តាង Q_o ជាបន្ទុកសម្ងូល, C_o ជាកាប៉ាស៊ីតេសមមូល, U_o ជាតង់ស្យុងសមូល

$$\left.\begin{aligned} U_o &= U_1 + U_2 + \cdots + U_n \\ Q_o &= Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n \\ \frac{1}{C_o} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$



ក្នុងករណីបង្គុំកុងដង់សាទ័រពីរជាខ្សែនឹងគ្នាយើងបាន កាប៉ាស៊ីតេសមមូល ៖

$$C_o = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$



- បង្គុំកុងដង់សាទ័រស្ពាន:

គេបាន $\frac{C_1}{C_2} = \frac{C_3}{C_4} \Rightarrow Q_5 = 0$

ឬ $U_5 = 0 \Leftrightarrow V_D = V_E$

❖ ថាមពលកុងដង់សាទ័រៈ

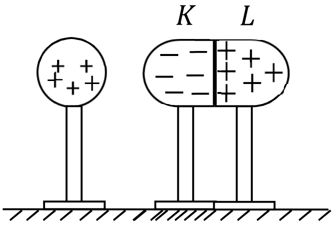
$$W_C = \frac{QU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} \qquad [J] \qquad (16)$$

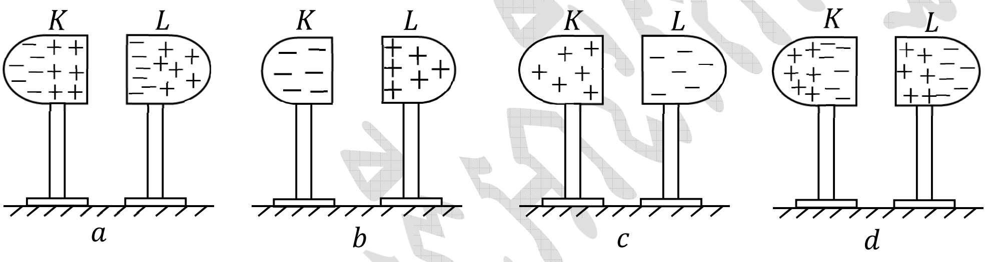
❖ ដង់ស៊ីតេថាមពលអគ្គីសនីៈ

$$\omega_E = \frac{\varepsilon E^2}{8\pi 9.10^9} \qquad \left[J/m^3\right] \qquad (17)$$

II. លំហាត់ចំរច់មិន (QCM)

1. នៅលើរូបភាពខាងក្រោមនេះ ៖ មានស្វ៊ែរផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានមួយ និងអង្គធាតុពីរ K និង L មិនទាន់ផ្ទុកអគ្គិសនី ហើយត្រូវបានគេដាក់ឲ្យប៉ះគ្នា និងដាក់ជិតស្វ៊ែរ។បើ គេផ្តាច់អង្គធាតុ L ចេញពី K ហើយបន្ទាប់មកគេទាញស្វ៊ែរនោះឲ្យផ្លាស់ទីចេញឆ្ងាយពីអង្គធាតុទាំងពីរ នោះគេបានបន្ទុកអគ្គិសនីនៅលើអង្គធាតុ K និង L ត្រូវបានសម្តែងដោយរូបភាព ណាមួយខាងក្រោមនេះ? ចូរជ្រើសរើសចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវៈ

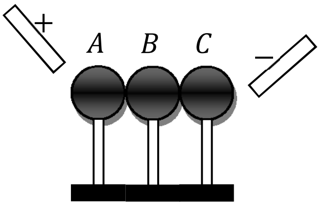




2. អង្គធាតុមួយដុំផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីមិនស្គាល់សញ្ញា (វិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមាន) បានស្រូបទាញកូនបាល់តូចមួយ ធ្វើពីផ្លាស្ទិច ។ តើចម្លើយណាមួយខាងក្រោមដែលពណ៌នាត្រឹមត្រូវពីបាតុភូតខាងលើ ?

- **a.** អង្គធាតុនោះផ្ទុកបន្ទុកវិជ្ជមានស្រូបទាញកូនបាល់ផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមាន ។
- **b.** អង្គធាតុនោះផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមានស្រូបទាញកូនបាល់ផ្ទុកបន្ទុកវិជ្ជមាន។
- **c.** អង្គធាតុនោះផ្ទុកបន្ទុកវិជ្ជមានស្រូបទាញកូនបាល់ដែលមិនផ្ទុកអគ្គិសនី។
- **d.** អង្គធាតុនោះផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមានស្រូបទាញកូនបាល់ដែលមិនផ្ទុកអគ្គិសនី។

3. ស្វ៊ែរលោហៈបីឯកលក្ខណ៍ A, B, C ដាក់លើទំរអ៊ីសូឡង់ និងប៉ះគ្នាដូចរូប។ គេបានរុញរបាមួយផ្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានមកដាក់ជិតស្វ៊ែរ A និងរុញរបាផ្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានមួយទៀតមកដាក់ជិតស្វ៊ែរ C ។ គេរក្សាទីតាំងនៃរបាទាំងពីរឲ្យនៅនឹង បន្ទាប់មកគេទាញស្វ៊ែរ B ឲ្យឃ្លាតចេញពីស្វ៊ែរពីរទៀត (តាមរយៈ ការទាញទំរអ៊ីសូឡង់)។ ក្រោយមកគេដក



របាទាំងពីរនោះចេញ ហើយដាក់ឲ្យស្វ៊ែរ B ប៉ះនឹងស្វ៊ែរ A រួច ទើបយកទៅប៉ះនឹងស្វ៊ែរ C ទៀត។ ចូរជ្រើសរើសចម្លើយត្រឹមត្រូវ អំពីបន្ទុកអគ្គិសនីស្រេចនៃស្វ៊ែរ B ?

a. សញ្ញាដូច និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើ $1/2$ បន្ទុកដើមរបស់ស្វ៊ែរ A ។

b. ផ្ទុយសញ្ញា និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើ $1/2$ បន្ទុកដើមរបស់ស្វ៊ែរ A ។

c. ផ្ទុយសញ្ញា និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើ $1/4$ បន្ទុកដើមរបស់ស្វ៊ែរ A ។

d. ស្វ៊ែរ B ណឺត ។

4. គេមានបន្ទះលោហៈប្លង់ពីរមានផ្ទៃស្មើគ្នា ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា តែផ្ទុយសញ្ញាគ្នា។ ចម្ងាយរវាងបន្ទះទាំងពីរស្មើ d ។ យើងសិក្សាបណ្តាករណីដូចខាងក្រោម ៖

A. តំឡើង Q *B.* តំឡើង d *C.* តំឡើងក្រលាផ្ទៃ S

តើក្នុងចំនោមវិធីខាងលើ ជាវិធីណាដែលត្រឹមត្រូវដើម្បីបន្ថយផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងបន្ទះទាំងពីរ ?

a. វិធី A

b. វិធី B

c. វិធី C

d. វិធ B និង C ។

5. អេឡិចត្រុងចំនួន 10000000 បានប្រមូលផ្តុំនៅក្នុងស្វ៊ែរប្រាក់មួយ ។ នោះគេថាអេឡិចត្រុងទាំងនោះ៖ (ចូរជ្រើសរើសចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវ)

a. មានរបាយស្មើសាច់នៅលើផ្ទៃខាងនៃស្វ៊ែរប្រាក់។

b. មានរបាយស្មើសាច់នៅលើមាឌស្វ៊ែរប្រាក់ទាំងមូល។

c. ប្រមូលផ្តុំនៅត្រង់ផ្ចិតនៃស្វ៊ែរប្រាក់។

d. ប្រមូលផ្តុំនៅត្រង់បាតនៃស្វ៊ែរប្រាក់។

6. ប្រសិនបើអេឡិចត្រុងចំនួន 100000 បានដាច់ចេញពីស្វ៊ែរផ្លាស្ទិចមួយ នោះគេបានបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់ ស្វ៊ែរស្មើនឹង៖

a. $+1.6\times10^{-14}C$

b. $1.6\times10^{-24}C$ (ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

c. $-1.6\times10^{-14}C$

d. $-1.6\times10^{-24}C$

7. បន្ទុកអគ្គិសនីពីរដូចគ្នា $+Q$ ស្ថិតនៅឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង $2cm$ ។ ប្រសិនបន្ទុកមួយក្នុងចំនោមបន្ទុកទាំងពីរខាងលើត្រូវបានជំនួសដោយបន្ទុក $-Q$ វិញនោះ តើអាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គីសីនីករណីទីពីរនេះ ធៀបនឹងកម្លាំងអន្តរកម្ម ករណីដើមយ៉ាងដូចម្ដេចដែរ?

a. ស្មើសូន្យ

b. តូចជាង

c. ស្មើគ្នា

d. ធំជាង

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹម

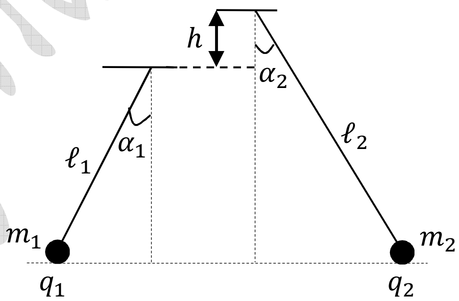
8. ស្វ៊ែរលោហៈតូចពីរមានម៉ាស m_1 និង m_2 ត្រូវបានគេព្យួរដោយខ្សែអំបោះអ៊ីសូឡង់ពីរមានប្រវែង ℓ_1 និង ℓ_2 ។ បន្ទុកអគ្គិសនីនៃស្វ៊ែរលោហៈនីមួយៗគឺ q_1 និង q_2 ។ ស្វ៊ែរទាំងពីរត្រូវបានគេព្យួរដូចរូប លៃយ៉ាងណាឲ្យស្វ៊ែរទាំងពីរមានកម្ពស់ស្មើគ្នា ហើយមុំគំលាតពីទិសឈររៀងគ្នា α_1 និង α_2 ពេលវាមានអន្តរកម្មនឹងគ្នា។ លក្ខខណ្ឌដែលធ្វើឲ្យ $\alpha_1=\alpha_2$ គឺ:

a. $m_1 = m_2$

b. $\ell_1 = \ell_2$

c. $|q_1| = |q_2|$

d. លក្ខខណ្ឌផ្សេងទៀត ។



9. កម្លាំងអន្តរកម្មរវាងបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $-3.10^{-9}C$ ដែលស្ថិតនៅចម្ងាយ $50cm$ ពីគ្នា ស្មើនឹង:

a. $1.8\times10^{-16}N$

b. $3.6\times10^{-15}N$

c. $1.6\times10^{-6}N$

d. $3.2\times10^{-5}N$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

10. បន្ទុកអគ្គិសនីពីរស្មើគ្នា តែមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា ទាញគ្នាដោយកម្លាំង $10^{-5}N$ ។ ពេលដែលវាឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង $4mm$ ថែមទៀតនោះកម្លាំងអន្តរកម្មរវាងបន្ទុកទាំងពីរស្មើ $2.5\times10^{-6}N$ ។ នៅខណៈដើម បន្ទុកទាំងពីរស្ថិតនៅចម្ងាយពីគ្នាប្រវែង ៖

a. $1mm$

b. $2mm$

c. $4mm$

d. $8mm$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

11. តម្លៃដាច់ខាតនៃបន្ទុកអគ្គិសនីនីមួយៗក្នុងលំហាត់ទី 10 ស្មើនឹង ៖

a. $6.7\times10^{-11}C$

b. $1.3\times10^{-10}C$

c. $1.1\times10^{-9}C$

d. $2.1\times10^{-9}C$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

12. តើមតិខាងក្រោមណាមួយ ដែលត្រឹមត្រូវ ៖

a. គ្រប់ចំណុចទាំងអស់នៅលើអង្គធាតុចម្លងមានលំនឹងអគ្គិសនី មានប៉ូតង់ស្យែលថេរ ។

b. ប្រសិនបើស្វ៊ែរលោហៈតាន់មួយផ្ទុកអគ្គិសនី នោះបន្ទុករបស់វាមានរបាយស្មើសាច់នៅក្នុងមាឌស្វ៊ែរទាំងមូល ។

c. ដែនអគ្គិសនីនៅលើផ្ទៃនៃអង្គធាតុចម្លង មិនតម្រូវឲ្យសុទ្ធតែមានទិសដៅកែងនឹងផ្ទៃខាងក្រៅរបស់អង្គធាតុចម្លងនោះទេ។

d. អង្គធាតុចម្លងមួយត្រូវបានគេតភ្ជាប់នឹងដីដោយខ្សែចម្លងអាចមានប៉ូតង់ស្យែលណាមួយ។

13. ប្រូតុងមួយត្រូវបានគេបង្កើនល្បឿនពីសូន្យ រហូតដល់ល្បឿន v ដោយផ្អែកលើផលសងប៉ូ-តង់ស្យែល $U_1 = 500V$ ។ ប្រសិនបើគេប្រើប្រាស់ផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U_2 = 2000V$ វិញ នោះ តើប្រូតុងនឹងកើនល្បឿនពីសូន្យទៅដល់ប៉ុន្មាន ?

a. $2v$

b. $4v$

c. $6v$

d. $16v$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

14. បើប្រៀបធៀបកម្លាំងទំនាញសាកលរវាងប្រូតុងពីរ នឹងកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីរវាងប្រូតុងពីរ គេបានៈ

a. កម្លាំងទំនាញដីតូចជាងកម្លាំងអគ្គិសនី

b. ស្មើគ្នា

c. កម្លាំងទំនាញដីធំជាងកម្លាំងអគ្គិសនី

d. អាចតូចជាង ឬ ធំជាងអាស្រ័យលើចម្ងាយរវាងប្រូតុងទាំងពីរ ជិត ឬឆ្ងាយ ។

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយត្រឹមត្រូវ)

15. ស្វ៊ែរលោះពីរប៉ុនគ្នាមានអង្កត់ផ្ចិត $d = 5cm$ ស្ថិតនៅក្នុងប្រេងដែលមានថេរឌីអេឡិចទ្រិច $\varepsilon = 2.2$ ។ ចម្ងាយរវាងផ្ចិតនៃស្វ៊ែរទាំងពីរ $r = 50cm$ ។ គេដឹងថា ស្វ៊ែរទាំងពីរមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានដូចគ្នា ហើយកម្លាំងអន្តរកម្មរវាងស្វ៊ែរទាំងពីរ $F = 2.2\times10^{-3}N$ នោះគេបានដង់ស៊ីតេបន្ទុកអគ្គិសនីលើផ្ទៃស្វ៊ែរនីមួយៗស្មើនឹង ៖

a. $\approx 3.8\times10^{-5}\ \mathrm{C/m^2}$

b. $\approx 4.2\times10^{-5}\ C/m^2$

c. $\approx 4.7\times10^{-5}\ C/m^2$

d. $5.1\times10^{-5}\ \mathrm{C/m^2}$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

16. ស្វ៊ែរលោហៈមួយមានម៉ាស $m = 2g$ និងបន្ទុកអគ្គិសនី $q_1 = 2.10^{-8}C$ ត្រូវបានគេព្យួរដោយខ្សែអ៊ីសូឡង់ឆ្មារ។ នៅផ្នែកខាងក្រោមស្វ៊ែរចម្ងាយ $r = 5cm$ គេដាក់ចំណុចបន្ទុកមួយទៀត $q_2 = 1.210^{-7}C$ ។ បន្ទុកទាំងពីរមានសញ្ញាដូចគ្នា។ តើកម្លាំងតំណឹងខ្សែ T ស្មើប៉ុន្មាន?

a. $0.9\times10^{-2}N$

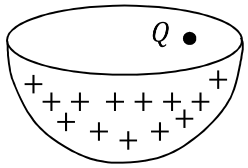
b. $1.5\times10^{-2}N$

c. $1.1\times10^{-2}N$

d. $2.5\times10^{-2}N$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

17. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី Q ស្ថិតនៅលើផ្ទៃប្លង់កាត់នៃកន្លះស្វ៊ែរប្រហោងមួយ ដែលបានផ្ទុកអគ្គិសនីស្មើសាច់(ដូចរូប)។ កម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិចដែល Q មានអំពើលើផ្ទៃមុខកាត់ខាងលើនៃកន្លះស្វ៊ែរមានទិសដៅទៅណា?



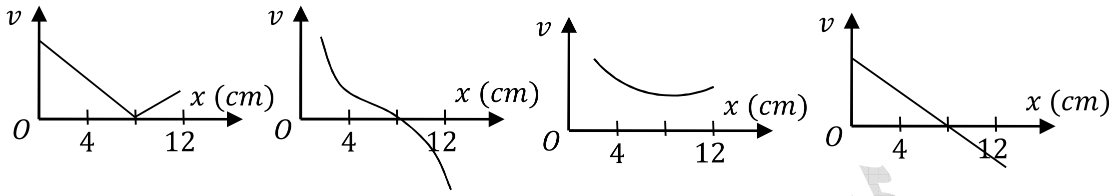
a. ស្ថិតក្នុងប្លង់ដេកស្របផ្ទៃប្លង់កាត់កន្លះស្វ៊ែរ។

b. កែងនឹងផ្ទៃប្លង់កាត់កន្លះស្វ៊ែរ។

c. ផ្គុំបានមុំស្រួចមួយជាមួយប្លង់កាត់កន្លះស្វ៊ែរ។

d. កែង ឬ ស្របនឹងផ្ទៃប្លង់កាត់កន្លះស្វ៊ែរ អាស្រ័យលើសញ្ញានៃបន្ទុក Q និងបន្ទុកនៅលើផ្ទៃស្វ៊ែរប្រហោង។

18. គេមានចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $+2q$ និង $-q$ ស្ថិតនៅឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ $12cm$ ។ ភាពអាស្រ័យគ្នារវាងប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុច x គិតចាប់ពី $+2q$ ដល់ $-q$ ត្រូវបានសម្តែងដោយក្រាបខាងក្រោម។ តើក្រាបមួយណាត្រឹមត្រូវ ?



19. ប្រសិនបើអាំងតង់ស៊ីតេដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចនៅជិតផ្ទៃដីស្មើ $130\,V/m$ នោះគេបានបរិមាណអគ្គិសនី សរុបនៃផែនដីស្មើ:

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

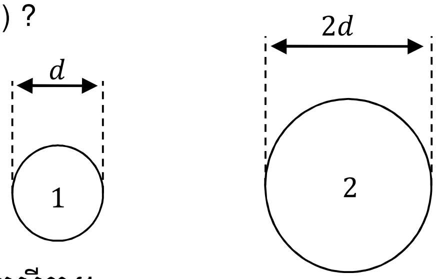
a. $\approx 6.10^{-5}C$

b. $\approx 5.10^{5}C$

c. $\approx 4.10^{5}C$

d. $\approx 7.10^{5}\,C$

20. គេមានអង្គធាតុចម្លងពីររាងស្វ៊ែរ។ អង្គធាតុចម្លងទីពីរមានអង្កត់ផ្ចិតធំជាងអង្កត់ផ្ចិតនៃអង្គធាតុទីមួយចំនួន 2 ដង(ដូចរូប)។ អង្គធាតុទីមួយត្រូវបានគេផ្ទុកបរិមាណអគ្គិសនីឲ្យវាស្មើនឹង $+q$ ។ ប្រសិនបើគេ តភ្ជាប់អង្គធាតុចម្លងទាំងពីរដោយខ្សែចម្លងតូចមួយ តើមានករណីណាមួយកើតឡើង (ក្នុងចំនោមករណី ខាងក្រោម) ?



a. អង្គធាតុទាំងពីរមានផលសងប៉ូតង់ស្យែលស្មើគ្នា។

b. ប៉ូតង់ស្យែលរបស់អង្គធាតុទីពី ធំជាងប៉ូតង់ស្យែលអង្គធាតុទីមួយទ្វេរដង។

c. អង្គធាតុទីពីរមានប៉ូតង់ស្យែលស្មើនឹង $1/2$ នៃប៉ូតង់ស្យែលអង្គធាតុទីមួយ។

d. អង្គធាតុទាំងពីរមានបន្ទុកស្មើគ្នា ។

21. ស្វ៊ែរពីរមានកាំ $r = 1cm$ ដូចគ្នា ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានប្រេង មានថេរឌីអេឡិចទ្រិច $\varepsilon = 2.1$ ហើយដាក់ឃ្លាតគ្នាចម្ងាយ $r_1 = 10cm$ ។ កម្លាំងអន្តរកម្មគូឡុំរវាងស្វ៊ែរទាំងពីរ $F = 3.2\times10^{-4}N$ ។ ប៉ូតង់ស្យែលនៃស្វ៊ែរទាំងពីរស្មើនឹង៖

a. $\approx 1.5\times10^4 V$

b. $\approx 1.2\times10^4 V$

c. $\approx 1.1\times10^4 V$

d. $\approx 0.9\times10^4 V$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

22. គន្លងរបស់អេឡិចត្រុងក្នុងធាតុអ៊ីដ្រូសែនមានកាំ $r = 5.10^{-9}cm$ ។ ប៉ូតង់ស្យែល V នៃដែនអគ្គិសនីដែលបង្កើតដោយណ្វៃយ៉ូអ៊ីដ្រូសែន នៅត្រង់បណ្តាចំណុចលើគន្លងអេឡិចត្រុងស្មើនឹង:

a. $32V$

b. $30V$

c. $28V$

d. $29V$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

23. គេឲ្យស្វ៊ែរលោហៈពីរមានវិមាត្រខុសគ្នា។ ស្វ៊ែរមួយត្រូវបានគេផ្ទុកអគ្គិសនី ឯស្វ៊ែរមួយទៀតមិនបានផ្ទុក សួរថាតើគេត្រូវផ្ទុកអគ្គិសនីឲ្យស្វ៊ែរណាមួយ (តូច ឬធំ) ដើម្បីឲ្យក្រោយពេលដែលគេឲ្យស្វ៊ែរទាំងពីរប៉ះគ្នា គេទទួលបានប៉ូតង់ស្យែលធំជាងប៉ូតង់ស្យែលដើម?

a. ត្រូវផ្ទុកឲ្យស្វ៊ែរមានវិមាត្រតូច ព្រោះវាអាចទទួលបរិមាណអគ្គិសនីពីប្រភពបានច្រើនជាង។

b. ត្រូវផ្ទុកឲ្យស្វ៊ែរមានវិមាត្រធំ ព្រោះវាអាចទទួលបរិមាណអគ្គិសនីពីប្រភពបានច្រើនជាង។

c. តម្លៃនៃប៉ូតង់ស្យែលអាស្រ័យតែលើប្រភេទបន្ទុក គឺមិនអាស្រ័យនឹងវិមាត្រនៃស្វ៊ែរទេ។

d. តម្លៃនៃប៉ូតង់ស្យែលអាស្រ័យលើអង្គធាតុ ធាតុបង្ករដែលគេយកមកធ្វើស្វ៊ែរ។

24. អេឡិចត្រុងមួយផ្លាស់ទីដោយល្បឿន $v_1 = 3.10^7 m/s$ ហោះចេញពីដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចដែលមានប៉ូតង់ស្យែល $V_1 = 6000V$ ហើយរត់តាមបណ្តោយខ្សែដែនអគ្គិសនី ទៅដល់ចំណុចមួយដែលត្រង់ចំណុចនោះល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុងថយចុះដល់សូន្យ។ ប៉ូតង់ស្យែល V_2 នៅត្រង់ចំណុចនោះស្មើនឹង៖

a. $3440V$
b. $3260V$
c. $3004V$
d. $2820V$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

25. អេឡិចត្រុងមួយផ្លាស់ទីមកជិតអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន ដែលមានបន្ទុកធំជាងអេឡិចត្រុង 3 ដង។ ខណៈដើមពេល អេឡិចត្រុងស្ថិតឆ្ងាយ (∞) ពីអ៊ីយ៉ុង និងមានល្បឿន $v = 10^5 m/s$ ។ តើអេឡិចត្រុងអាចផ្លាស់ទីចូលទៅជិតអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាននោះជិតបំផុតប្រវែងប៉ុន្មាន?

a. 1.5×10^{-7} m
b. 1.2×10^{-7} m
c. 2×10^{-7} m
d. 2.4×10^{-7} m

26. ស្វ៊ែរលោហៈមួយមានកាំ $r = 10cm$ មានដង់ស៊ីតេបន្ទុកផ្ទៃ $\sigma = 3.10^{-5} C/m^2$ ដាក់ក្នុងសុញ្ញកាស។ នៅត្រង់ចំណុចមួយឃ្លាតពីផ្ចិតស្វ៊ែរប្រវែង $r_1 = 1m$ មានចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីមួយទៀត $q = 7.10^{-9} C$ ។ តើគេត្រូវចំណាយកម្មន្តស្មើប៉ុន្មាន ដើម្បីផ្លាស់ទីបន្ទុក q នោះឲ្យទៅដល់ទីតាំងមួយចម្ងាយ $r_2 = 50cm$ ពីផ្ចិតស្វ៊ែរ? ជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ ៖

a. $2.4\times10^{-4} J$
b. $2.8\times10^{-4} J$
c. $-2.4\times10^{-4} J$
d. $-2.1\times10^{-4} J$ ។

27. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q_1 = 2.10^{-6} C$ បានផ្លាស់ទីពីចំណុចមួយដែលនៅចម្ងាយ $r_1 = 20cm$ ពី $q_2 = 3.10^{-6} C$ ទៅដល់ចំណុចមួយទៀតឃ្លាតពី q_2 ប្រវែង $r_2 = 50cm$ ។ គេដឹងថាមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញបន្ទុកជាសុញ្ញកាស $(\varepsilon = 1)$ ។ កម្មន្តដែលបានបំពេញស្មើនឹង ៖

a. $0.162\ J$
b. $0.185\ J$
c. $1.620\ J$
d. $0.815\ J$

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

28. ស្វ៊ែរចម្លង 1 មានកាំ $r_1 = 4cm$ ត្រូវបានផ្ទុកអគ្គិសនីមានបន្ទុក $q = 6.3\times10^{-7}C$ ។ ស្វ៊ែរ 1 ត្រូវបានតភ្ជាប់នឹងស្វ៊ែរ 2 ដែលមានកាំ $r_2 = 2mm$ ដោយខ្សែចម្លងតូចមួយ (កាប៉ាស៊ីតេនៃខ្សែចម្លងអាចចោលបាន)។ បរិមានអគ្គិសនី q_2 រត់ចូលស្វ៊ែរ 2 ស្មើនឹង ៖

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

a. $2.10^{-8}C$

b. $3.10^{-8}C$

c. $4.10^{-8}C$

d. $5.10^{-8}C$

29. គេផ្ទុកអគ្គិសនីឲ្យស្វ៊ែរលោហៈមួយមានកាំ $r = 2.4cm$ រហូតដល់មានប៉ូតង់ស្យែលអវិជ្ជមាន $V = -3V$ ។ ចំនួនអេឡិចត្រុងនៅលើផ្ទៃស្វ៊ែរលោហៈនោះស្មើនឹង៖

(ចូរជ្រើសរើសចំលើយដែលត្រឹមត្រូវ)

a. $3.10^{7}\ e^{-}$

b. $4.10^{7}\ e^{-}$

c. $5.10^{7}\ e^{-}$

d. $6.10^{7}\ e^{-}$

III. លំហាត់អនុវត្តន៍

1. គេមានបន្ទុកអគ្គិសនីបួន $q_1=q_o$; $q_2=q_3=-q_o$; $q_4=\frac{q_o}{2}$ ។ គេយកបន្ទុកអគ្គិសនីចំនួនបី q_1, q_2, q_3 ទៅដាក់ត្រង់កំពូលទាំងបីនៃត្រីកោណសម័ង្ស ABC ដែលជ្រុងនីមួយៗមានប្រវែង a ស្ថិតនៅក្នុងសុញ្ញាកាស។ ចំនែកបន្ទុក q_4 គេដាក់នៅត្រង់ផ្ចិត O នៃត្រីកោណ។ ចូរកំណត់កម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីមានអំពើលើបន្ទុក q_1 និង q_4 ។ គណនាតម្លៃលេខចំពោះ $q_o=4.10^{-8}C$ និង $a=4cm$ ។

ចម្លើយ

a. កម្លាំងអគ្គិសនីផ្គួបមានអំពើលើ q_4 ដាក់ត្រង់ O (ដូចរូប1.1)

តាង $\vec{F_1},\vec{F_2},\vec{F_3}$ ជាកម្លាំងដែលបន្ទុក q_1,q_2,q_3 មានអំពើលើ q_4

ដោយ O ជាផ្ចិតនៃត្រីកោណសម័ង្ស ABC យើងបាន៖

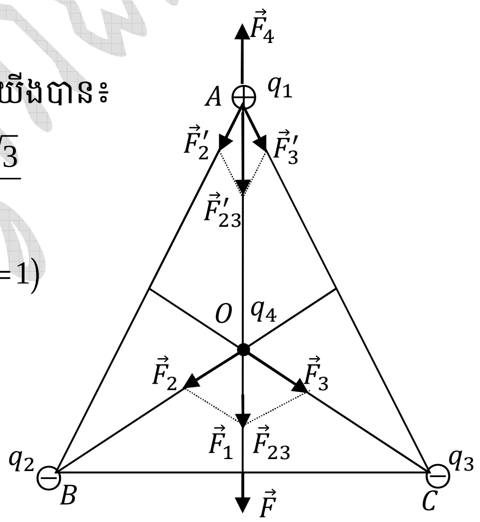
$$AO=OB=OC=r=\frac{2}{3}\frac{a\sqrt{3}}{2}=\frac{a\sqrt{3}}{3}$$

នាំឲ្យ $F_1=F_2=F_3=k\frac{|q_iq_4|}{r^2}=\frac{3kq_o^2}{2a^2}$ $(\varepsilon=1)$

កម្លាំងផ្គួបមានអំពើលើ q_4 ៖

$$\vec{F}=\vec{F_1}+\vec{F_2}+\vec{F_3}$$

យើងមាន $\vec{F_{23}}=\vec{F_2}+\vec{F_3}$



(រូប1.1)

ដោយ $F_2=F_3$ និង $\vec{F_2},\vec{F_3}$ ផ្គុំគ្នាបានមុំ 120° នោះគេបាន $\vec{F_{23}}$ ស្ថិតលើកន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ $\widehat{BOC}$ (មានន័យថា មានទិស និងទិសដៅគ្រួសស៊ីគ្នា $\vec{F_1}$) ហើយត្រីកោណបង្កើតដោយ $\vec{F_2}$ និង $\vec{F_{23}}$ ជាត្រីកោណសមង្ស័ $\Rightarrow F_{23}=F_2$

នាំឲ្យ $\vec{F}=\vec{F_1}+\vec{F_{23}}\Rightarrow F=F_1+F_{23}=2F_1=3k\frac{q_o^2}{a^2}$

(ព្រោះ $\vec{F_1};\vec{F_{23}}$ មានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា)

ដូននេះ កម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើបន្ទុក q_4 មាន:

- ចំណុចចាប់ត្រង់ O , ទិសកែងនឹង BC , ទិសដៅឆ្ពោះទៅរក BC
- អាំងតង់ស៊ីតេ $F = 3k\dfrac{q_o^2}{a^2}$

(ចំពោះ $k = 9.10^9\ (SI)$, $q_o = 4.10^{-8}C$, a=4cm=$4.10^{-2}m$)

$\Rightarrow \boxed{F = 0.027\ N}$

b. កម្លាំងមានអំពើលើបន្ទុកអគ្គិសនី q_1 ដាក់ត្រង់ A ៖

តាង $\vec{F}_2', \vec{F}_3', \vec{F}_0$ ជាកម្លាំងដែល q_2, q_3, q_4 មានអំពើលើ q_1 នាំឲ្យយើងបានកម្លាំងផ្គួប៖

$$\vec{F}' = \vec{F}_2' + \vec{F}_3' + \vec{F}_o = \vec{F}_{23}' + \vec{F}_o$$

ដែល $\vec{F}_{23}' = \vec{F}_2' + \vec{F}_3'$

យើងបាន $F'_2 = F_3' = k\dfrac{|q_1q_2|}{a^2}$

តាមរូប $F'_{23} = 2F_2'.cos30^o = F_2'.\sqrt{3} = k\dfrac{q_o^2}{a^2}\sqrt{3}$

ដោយ $\vec{F}_o$ និង $\vec{F}_{23}'$ មានទិសដូចគ្នា តែទិសដៅផ្ទុយគ្នា នាំឲ្យ $F' = |F_o - F_{23}'|$

យើងមាន $F_o = k\dfrac{|q_1q_4|}{(OA)^2} = k\dfrac{q_o^2}{2r^2} = \dfrac{3kq_o^2}{2a^2}$

ដោយ $F_o < F_{23}'$ ហេតុនេះយើងបានកម្លាំងផ្គួបមានទិសស្ថិតលើបន្ទាត់ OA មានទិសដៅ

$A \rightarrow O$ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ $F' = F_{23}' - F_o = \left(\sqrt{3} - \dfrac{3}{2}\right)k\dfrac{q_o^2}{2a^2}$

ជួសតម្លៃលេខ $\left(k = 9.10^9\ (SI),\ q_o = 4.10^{-8}C,\ \text{a = 4cm} = 4.10^{-2}m\right)$

នាំឲ្យ $\boxed{F' \approx 2.088\times10^{-3}\ \text{N}}$

គួរចងចាំ: *នេះគឺជាប្រភេទលំហាត់ កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីផ្គួបមានអំពើលើបន្ទុកមួយ។ បើអង្គធាតុមួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី q រងអំពើនៃកម្លាំងច្រើន $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \ldots$ ដែលបង្កើតឡើងដោយ $q_1, q_2, \ldots$ នោះគេបាន កម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើបន្ទុ q កំណត់ដោយ: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots$ ។ ដែលក្នុងនោះ $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \ldots$ អាច កំណត់បានតាមច្បាប់គូឡំ។*

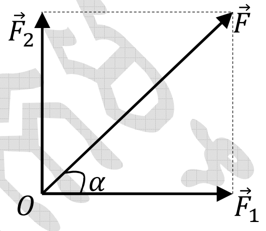
- *ជំហានទី១:កំណត់ឲ្យបានត្រឹមត្រូវពីទិស ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេ កម្លាំង $\vec{F}_1, \vec{F}_1, \ldots$ ដែល $F = k\dfrac{|q_1q_2|}{\varepsilon r^2}$ (ត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ពីទិសដៅនៃកម្លាំងនីមួយៗ)*

❖ *ជំហានទី២: កំណត់កម្លាំងផ្គួប F យើងប្រើវិធានបូកវ៉ិចទ័រ និងបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងពីរម្តងៗ មានន័យថា រក $\vec{F}_{12}=\vec{F}_1+\vec{F}_2$ រួចរក $\vec{F}_{123}=\vec{F}_{12}+\vec{F}_3$ ឬ រក $\vec{F}_{12}=\vec{F}_1+\vec{F}_2$ និង $\vec{F}_{34}=\vec{F}_3+\vec{F}_4$ រួចទើបរកកម្លាំង $\vec{F}_{1234}=\vec{F}_{12}+\vec{F}_{34}$ ។*

<u>ករណីទូទៅ:</u> បើសិនជា $\vec{F}_1,\vec{F}_2$ ផ្គុំគ្នាបានមុំ α នឹងគ្នា នោះយើងបានកម្លាំងផ្គួបគណនាតាមរូបមន្តត្រីកោណមាត្រ៖

$$F_{12}^2=F_1^2+F_2^2-2F_1F_1cos(\pi-\alpha)=\boxed{F_1^2+F_2^2+2F_1F_2cos\alpha}$$

❖ *ករណីពិសេស:*



➢ *បើ* $\vec{F}_1 \nearrow\nearrow \vec{F}_2 \quad \Rightarrow F_{12}=F_1+F_2$

➢ *បើ* $\vec{F}_1 \nearrow\swarrow \vec{F}_2 \quad \Rightarrow F_{12}=|F_1-F_2|$

➢ *បើ* $\vec{F}_1 \perp \vec{F}_2 \quad \Rightarrow F_{12}=\sqrt{F_1^2+F_2^2}$

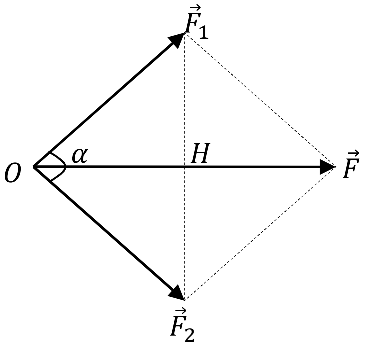
ហើយកម្លាំងផ្គួបមានទិសស្ថិតលើបន្ទាត់ដែល ផ្គុំបានមុំ α ជាមួយនឹង $\vec{F}_1$

ដែល $\tan\alpha=\dfrac{F_2}{F_1}$

➢ *បើ* $\left(\vec{F}_1,\vec{F}_2\right)=\alpha;\ F_1=F_2$

នោះយើងបាន $F=2.OH=2F_1\cos\dfrac{\alpha}{2}$

ហើយ $\vec{F}$ មានទិស ស្ថិតនៅលើកន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ α



2. គេឲ្យចំណុចបន្ទុកពីរ $q_1=q_o$ និង $q_2=-4q_o$ ដាក់ត្រង់ចំណុចពីរ A និង B ក្នុងសុញ្ញកាស។ គេដឹងថា $AB=a$ ។

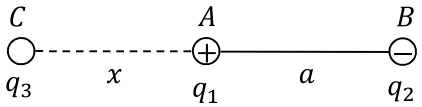
a. ឧបមាថា q_1 និង q_2 ដាក់នៅត្រង់ទីតាំងដូចសម្មតិកម្មខាងលើ។ សួរថាតើគេត្រូវដាក់បន្ទុក q_3 នៅត្រង់ចំណុចណា ដើម្បីឲ្យវាមានលំនឹង?

b. ករណីនេះ គេមិនរក្សាទីតាំង q_1 និង q_2 នៅ(នឹង)ត្រង់ទីតាំងដដែលទេ។ ចូររកទីតាំង សញ្ញា និងអាំងតង់ស៊ីតេនៃបន្ទុក q_3 ដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធនៃបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងបី q_1,q_2,q_3 មានលំនឹង? ជួសតម្លៃលេខចំពោះ $q_o=10^{-7}C$ និង $a=16cm$ ។

ចម្លើយ

a. តាង $\vec{F}_{13}, \vec{F}_{23}$ ជាកម្លាំងដែល q_1, q_2 មានអំពើលើ q_3

លក្ខខណ្ឌដែលធ្វើឲ្យបន្ទុក q_3 មានលំនឹង:



$$\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = \vec{0} \qquad (1)$$

មានន័យថា $\vec{F}_{13}$, $\vec{F}_{23}$ ជាកម្លាំងពីរឈមគ្នានិងមានម៉ូឌុលស្មើគ្នា ។

ដើម្បីបំពេញលក្ខខណ្ឌខាងលើ នោះបន្ទុក q_3 ត្រូវស្ថិតលើបន្ទាប់កាត់តាម A និង B ត្រង់ C ដែលស្ថិតលើបន្លាយ AB ដើម្បីឲ្យកម្លាំងស្រូប ស្មើនឹងកម្លាំងច្រាន។ ដោយ $q_1 > q_2$ ហេតុនេះ ដើម្បីឲ្យ $F_{13} = F_{23}$ លុះត្រាតែ q_3 នៅជិតចំណុច A ជាង (មើលរូបខាងលើ) ហើយទីតាំងនៃចំណុច C ត្រូវបានកំណត់ចេញពីលក្ខខណ្ឌ៖

$$F_{13} = F_{23} \qquad (2)$$

តាង $CA = x$ នាំឲ្យយើងបាន៖

$$F_{13} = k\frac{|q_1 q_3|}{x^2} = k\frac{q_1|q_3|}{x^2}$$ និង $$F_{23} = k\frac{|q_2 q_3|}{(a+x)^2} = k\frac{|q_2||q_3|}{(a+x)^2}$$ ជួសក្នុង (2)

(យើងសិក្សា $|q_3|$ ព្រោះ q_3 អាចវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមាន)

យើងបាន $$k\frac{q_1|q_3|}{x^2} = k\frac{|q_2||q_3|}{(a+x)^2} \qquad (3)$$

នាំឲ្យ (3) ត្រូវបានផ្ទៀងផ្ទាត់ចំពោះគ្រប់ សញ្ញានៃបន្ទុក q_3

ជួសតម្លៃលេខ $q_1 = q_o$; $q_2 = -4q_o$ ចូលក្នុង (3)

$$\Rightarrow \quad 4x^2 = (a+x)^2 \Rightarrow x = a = 16cm$$

ដូចនេះដើម្បីឲ្យ q_3 មានលំនឹង គេត្រូវដាក់វាត្រង់ចំណុច C លើបន្លាយ AB ចម្ងាយ $CA = x = 16cm$ ពីចំណុច A (ម៉ូឌុល និងសញ្ញារបស់ q_3 មួយណាក៏បាន)។

__សំគាល់:__ ឧបមាថាយើងដាក់ចំណុច C នៅក្បែរចំណុច B ចម្ងាយពីចំណុច B ប្រវែង x នោះយើងនឹង គណនាបានតម្លៃ $x<0$ គឺមានន័យថា ចំណុច C នៅត្រង់ទីតាំងដែលយើងគណនាខាងលើ។

b. ក្នុងករណីនេះ ដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធបន្ទុកទាំងបីមានលំនឹង យើងសិក្សាលក្ខខណ្ឌដូចខាងលើគឺ

$$\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = \vec{0} \qquad (1)$$

គូបផ្សំជាមួយនឹងលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃ q_1 និង q_2: $\vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} = \vec{0}$ (4)

$$\vec{F}_{12} = \vec{F}_{32} = \vec{0} \quad (5)$$

តាមច្បាប់ទី III ញូតុនយើងបាន: $\vec{F}_{13} = -\vec{F}_{31}$, $\vec{F}_{23} = -\vec{F}_{32}$, $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

តាម (1) និង (4) យើងទាញបាន (5) គឺមានន័យថា: ដើម្បីឲ្យប្រពន្ធ័បន្ទុកទាំងបីមានលំនឹង យើងគ្រាន់តែសិក្សាថែមនូវលក្ខខណ្ឌលំនឹងរបស់បន្ទុក q_1 (ឬ q_2) មួយទៀតជាការស្រេច។ តាម (5) នោះ F_{12} និង F_{31} ជាកម្លាំងពីរឈមគ្នា និងមានម៉ូឌុលស្មើគ្នា មានន័យថា q_3 ជាបន្ទុកអវិជ្ជមាន ហើយមាន៖

$$F_{21} = F_{31} \quad (6)$$

តាមច្បាប់គូឡុំ:

$$F_{21} = k\frac{|q_1 q_2|}{a^2} = k\frac{q_1|q_2|}{a^2}$$

$$F_{31} = k\frac{|q_1 q_3|}{x^2} = k\frac{q_1|q_3|}{x^2}$$ ជួសក្នុង (6) យើងបាន

$$\Rightarrow k\frac{q_1|q_2|}{a^2} = k\frac{q_1|q_3|}{x^2}$$

នាំឲ្យ $|q_3| = |q_2|\frac{x^2}{a^2}$ តាមសំរាយខាងលើ (សំនួរ a) យើងមាន $x = a$

នាំឲ្យ $|q_3| = |q_2|$ $\Rightarrow q_3 = q_2 = -4q_o$

ជួសលេខយើងបាន $\boxed{q_3 = -4.10^{-7}C}$

ដូចនេះ ដើម្បីឲ្យប្រពន្ធ័បន្ទុកទាំងបីមានលំនឹង លុះត្រាតែមាន $q_3 = -4.10^{-7}C$ ហើយ q_3 ត្រូវស្ថិត នៅចម្ងាយ $a = 16cm$ ពីចំណុច A ។

គួរចងចាំ: *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីលំនឹងនៃចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី ឬប្រព័ន្ធបន្ទុកអគ្គិសនីដែលរងអំពើនៃកម្លាំងអគ្គិសនីមួយមុខគត់។*

- *ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់ប្រភេទនេះ ដំបូងគឺយើងត្រូវកំណត់កម្លាំងផ្ទួបដែលមានអំពើលើបន្ទុកអគ្គិសនីដែលយើងកំពុងសិក្សា ហើយឲ្យវាស្មើសូន្យ* $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots = \vec{0}$ *។ ជាទូទៅគឺគេសិក្សាតាមរយៈការបំលែងវ៉ិចទ័រកម្លាំងទាំងអស់ឲ្យមកនៅត្រឹមតែវ៉ិចទ័រកម្លាំងពីរ (តាមវិធានបូកវ៉ិចទ័រ) បន្ទាប់មកសិក្សាលក្ខខណ្ឌដើម្បីឲ្យកម្លាំងទាំងពីរនោះ ជាកម្លាំងពីរឈមគ្នា និងមានម៉ូឌុលស្មើគ្នា។ ដោយផ្អែកលើវិធីខាងលើនេះ យើងអាចរាញរកបានដំណោះស្រាយលំហាត់ប្រភេទនេះ។*

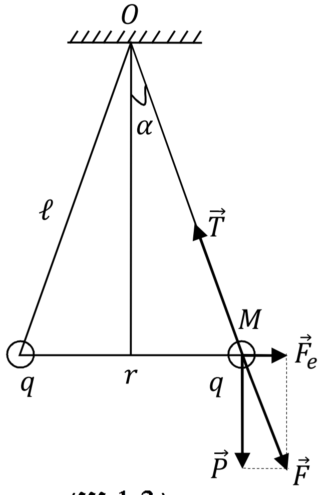
❖ *ដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងអស់មានលំនឹង នោះយើងត្រូវការថែមលក្ខខណ្ឌដែលធ្វើឲ្យបន្ទុកទាំងអស់នៅក្នុងប្រព័ន្ធមានលំនឹង។ ជាទូទៅចំពោះ ប្រព័ន្ធដែលមានបន្ទុក N នោះយើងសិក្សាតែលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃ $N-1$ បន្ទុកអគ្គិសនីនៅក្នុងប្រព័ន្ធប៉ុណ្ណោះព្រោះថាលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃបន្ទុកទីN ត្រូវបានទាញចេញពីលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃបន្ទុកទី $N-1$ ។*

3. ស្វ៊ែរតូចពីរឯកលក្ខណ៍ មានម៉ាស m និងបន្ទុក q ដូចគ្នា ត្រូវបានគេយកមកព្យួរក្នុងលំហសុញ្ញកាសដោយប្រើខ្សែតូចពីរ(មិនយឺត និងមិនគិតម៉ាស) មានប្រវែង ℓ ស្មើគ្នា ហើយព្យួរត្រង់ចំណុច O ដូចគ្នា។ ដោយសារកម្លាំងច្រានអេឡិចត្រូស្តាទិច ធ្វើឲ្យស្វ៊ែរទាំងពីរឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង r (ដែល $r \ll \ell$) ។

a. គណនាបន្ទុកនៃស្វ៊ែរនីមួយៗ។

b. បើគេយកប្រព័ន្ធខាងលើទៅដាក់ក្នុងស្រា (មានថេរឌីអេឡិចទ្រិច $\varepsilon = 27$) ចូរគណនាចម្ងាយ r រវាងស្វ៊ែរទាំងពីរ។ មិនគិតកកិត និងកម្លាំងដំណោលអាស៊ីម៉ែត្រ។

c. ជួសតម្លៃលេខចំពោះ $m = 1.2g,\ \ell = 1m,\ r = 6cm,\ g = 10m/s^2$ និងសិក្សាក្នុងករណីមុំ α ជាមុំតូច នោះគេបាន $\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx \alpha(rad)$ ។



(រូប 1.3)

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនាបន្ទុកស្វ៊ែរនីមួយៗ

ស្វ៊ែរនីមួយៗរងកម្លាំងបីគឺ:

- ទំងន់ $\vec{P}$ $(P = mg)$
- កម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច $\vec{F}_e$
- តំណឹងខ្សែ $\vec{T}$

ស្វ៊ែរមានលំនឹងកាលណា:

$\vec{P} + \vec{F}_e + \vec{T} = 0$ ឬ $\vec{P} + \vec{F}_e = -\vec{T}$

មានន័យថា កម្លាំងផ្តួបនៃ $\vec{P}$ និង $\vec{F}_e$ ជាកម្លាំងផ្ទុះគ្នានឹង $\vec{T}$ ហើយមានម៉ូឌីលស្មើ T ។ ហេតុនេះកម្លាំង $\vec{F}=\vec{P}+\vec{F}_e$ ត្រូវមានទិស និងទិសដៅដូចរូបខាងលើ។

តាមរូបៈ $\tan\alpha=\dfrac{F_e}{P}$ និង តាមច្បាប់គូឡំៈ $F_e=k\dfrac{q^2}{r^2}$

នាំឲ្យ $$\tan\alpha=\frac{k\frac{q^2}{r^2}}{mg}=\frac{kq^2}{mgr^2}\qquad(1)$$

ម្យ៉ាងទៀតៈ $r\ll\ell$ នាំឲ្យ α ជាមុំតូច $\Rightarrow$ $\tan\alpha\approx\sin\alpha=\dfrac{r/2}{\ell}=\dfrac{r}{2\ell}$ (2)

តាម (1) និង(2) $$\Rightarrow\frac{r}{2\ell}=\frac{kq^2}{mgr^2}\qquad(3)$$

ទាញបានម៉ូឌុលនៃបន្ទុកស្វ៊ែរនីមួយៗគឺ $|q|=\sqrt{\dfrac{mgr^2}{2\ell k}}$ (4)

គួរកត់ចំនាំដែរថាៈ សញ្ញារបស់បន្ទុក q អាចវិជ្ជមានក៏បាន អវិជ្ជមានក៏បាន (គឺស្វ៊ែរទាំងពីរអាចផ្ទុក បន្ទុកវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមានដូចគ្នា)។

ជួយតម្លៃលេខ $m=1.2g=1.2\times10^{-3}kg, g=10m/s^2, r=6cm=6.10^{-2}m, \ell=1\text{m}$

ក្នុង (4) $\Rightarrow$ $\boxed{|q|=1.2\times10^{-8}\,\text{C}}$

b. គណនាចម្ងាយរវាងស្វ៊ែរទាំងពីរ

នៅពេលដាក់ប្រព័ន្ធស្វ៊ែរចូលក្នុងស្រា កម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិចថ្មីមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ

$F_e'=k\dfrac{q^2}{\varepsilon r'^2}$ ហើយមុំផ្គុំរវាងខ្សែព្យួរស្វ៊ែរ និងទិសឈរគឺ α' $(\alpha'\neq\alpha)$

ដោះស្រាយដូចខាងលើដែរយើងបានៈ $\tan\alpha'=\dfrac{F_e'}{P}=\dfrac{kq^2}{\varepsilon mgr'^2}$

ករណីមុំតូចៈ $\tan\alpha'\approx\sin\alpha'=\dfrac{r'}{2\ell}$

នាំឲ្យយើងបាន $$\frac{r'}{2\ell}=\frac{kq^2}{\varepsilon mgr'^2}\ \text{ ឬ }\ r'^3=\frac{2k\ell q^2}{\varepsilon mg}\qquad(5)$$

តាម (3) ទាញបាន $$r^3=\frac{2k\ell q^2}{mg}\qquad(6)$$

តាម (5) និង (6) នាំឲ្យ $\frac{r'^3}{r'^3}=\frac{1}{\varepsilon} \Rightarrow r'=\frac{r}{\sqrt[3]{\varepsilon}}$ (*)

ជួសតម្លៃលេខ $r=6cm$, $\varepsilon=27$ $\Rightarrow \boxed{r'=\frac{6}{3}=2cm}$

(យកតម្លៃ q ក្នុង (4) មកជួសក្នុង (5) ក៏អាចរកឃើញ (*) ដូចគ្នាដែរ)

គួរចងចាំ: *នេះជាប្រភេទលំហាត់ពីលំនឹងនៃអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនីពេលវារងកម្លាំងក្រៅផ្សេងៗទៀតក្រៅពីកម្លាំងអគ្គិសនី។ កម្លាំងក្រៅទាំងនោះអាចជា ទម្ងន់ តំណឹងខ្សែ កម្លាំងដំណោលអាស៊ីម៉ែត្រ។ លក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនីនៃគឺនៅតែដដែលគឺ កម្លាំងផ្ទួបនៃកម្លាំងទាំងអស់ដែលមានអំពើលើអង្គធាតុ(កម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច+ កម្លាំងផ្សេងៗ)ស្មើសូន្យ។*

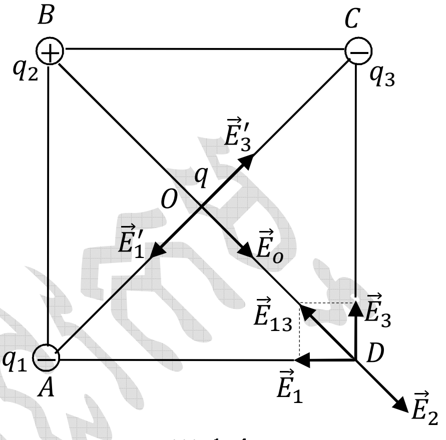
- *វិធីដែលល្អជាងគេបង្អស់គឺដោះស្រាយដោយផ្អែកលើរូបភាពដែលបង្ហាញពីកម្លាំងទាំងអស់ដែលមានអំពើលើអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនី ដោយផ្អែកលើរូបយើងទាញរកលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃអង្គធាតុ និងបំបែក និងផ្ទួបកម្លាំងដែលមានអំពើលើអង្គធាតុ បន្ទាប់មកកំណត់បានរូបមន្តទំនាក់ទំនងរវាងកម្លាំងនីមួយៗ $\Rightarrow$ អាចដោះស្រាយលំហាត់ប្រភេទនេះបាន។*
- *ជាទូទៅ លំហាត់ភាគច្រើនដែលគេជួបប្រទះគឺ ករណីអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនីពីរត្រូវបានគេយកទៅព្យួរនឹងខ្សែ (ដូចលំហាត់ខាងលើ)។ ដោយផ្អែកលើសម្មតិកម្ម នោះយើងអាចគណនារកបាន (3) ឬ q ឬ ℓ ឬ m ឬមុំ α ។*
- *ប្រសិនបើបន្ទុក ឬអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនីដាក់ក្នុងដែនអគ្គិសនីដែលមានវ៉ិចទ័រដែន $\vec{E}$ នោះយើងត្រូវគណនារកម្លាំងដែនអេឡិចត្រូស្តាទិច $\vec{F}=q\vec{E}$ ដែលមានអំពើលើបន្ទុក ឬអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនីនោះ។*

4. នៅត្រង់កំពូល A,B,C នៃការេ $ABCD$ មួយដែលមានជ្រុង $a=1.5cm$ រៀងគ្នាគេដាក់បន្ទុកបី q_1, q_2, q_3 (ដូចរូប)។

a. ចូរគណនាបន្ទុក q_1 និង q_3 ដើម្បីឲ្យអាំងតង់ស៊ីដែនអគ្គិសនីផ្ទួបត្រង់ D ស្មើសូន្យ ហើយគេដឹងថា $q_2=4.10^{-6}C$, $q_1=q_3$ ។

b. ចូរគណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីត្រង់ផ្ចិត O នៃការេ ។

c. បើគេយកបន្ទុក $q=+3.10^{-9}C$ ទៅដាក់ត្រង់ O ។ ចូរគណនាកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើ q ។ ប្រសិនបើដាក់បន្ទុក q ត្រង់កំពូល D វិញ តើកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក q ស្មើប៉ុន្មាន ?



(រូប 1.4)

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនាបន្ទុក q_1 និង q_3

តាង $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3$ ជាវ៉ិចទ័រដែលត្រង់ D

ដែលបង្កើតដោយ q_1, q_2, q_3

តាមសម្មតិកម្ម:

$$\vec{E}_D = \vec{E}_1 + \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$$

មានន័យថា $\vec{E}_1 + \vec{E}_3 = -\vec{E}_2$

ដោយ $q_2 > 0 \Rightarrow \vec{E}_2$ មានទិសតាម BD ទិសដៅចេញក្រៅ (ដូចរូប)

នាំឲ្យ $\vec{E}_{13} = \left(\vec{E}_1 + \vec{E}_3\right)$ ជាវ៉ិចទ័រឆ្លុះនឹងវ៉ិចទ័រ $\vec{E}_2$ មានន័យថាផលបូកវ៉ិចទ័រ $\vec{E}_1$ និង $\vec{E}_3$ ត្រូវមានទិសដៅតាម BD និងមានទិសដៅផ្ទុយជាមួយ $\vec{E}_2$ ហើយ $E_{13} = E_2$ (ដូចរូប 1.4)

នោះយើងទាញបាន $\vec{E}_1$ និង $\vec{E}_3$ មានទិសដៅរៀងគ្នាឆ្ពោះទៅរក A និង C នឹងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$E_1 = E_3 = \frac{E_{13}}{\sqrt{3}} = \frac{E_2}{\sqrt{2}} \qquad (1)$$

លក្ខខណ្ឌខាងលើបញ្ជាក់ឲ្យឃើញថា បន្ទុក q_1 និង q_3 ជាបន្ទុកអវិជ្ជមាន និងមានម៉ូឌុលស្មើគ្នា (ព្រោះ $DA = DC = a$)។

ហេតុនេះយើងបាន $q_1 = q_3$ ។

ម្យ៉ាងទៀតយើងមាន: $E_2 = k\frac{q_2}{(DB)^2} = k\frac{q_2}{(a\sqrt{2})^2} = k\frac{q_2}{2a^2}$ (2)

និង $E_1 = E_3 = k\frac{q_1}{a^2}$ (3)

តាម (1),(2) និង (3) $\Rightarrow k\frac{|q_1|}{a^2} = k\frac{q_2}{2a^2}\frac{1}{\sqrt{2}}$

$$\Rightarrow \quad q_1 = \frac{q_2}{2\sqrt{2}} = \frac{4.10^{-6}}{=}\sqrt{2}.10^{-8} \approx 1.4\times10^{-6}C$$

ដូចនេះ $\boxed{q_1 = q_3 = -1.4\times10^{-6}\ C}$

b. កំនត់ដែនអគ្គិសនីត្រង់ផ្ចិត O

យើងបាន: $\vec{E}_o = \vec{E}_1' + \vec{E}_2' + \vec{E}_3'$

ដែល $\vec{E}_1', \vec{E}_2', \vec{E}_3'$ ជាវ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនីដែលបង្កើតដោយ q_1, q_2, q_3 បង្កើតនៅត្រង់ O ។

ដោយ $q_1 = q_3$ និង $OC = OA$ នោះយើងបាន $\vec{E}_1' = -\vec{E}_3' \Leftrightarrow \vec{E}_1' + \vec{E}_3' = 0$

ដោយ $E_o = E_2'$ នោះមានន័យថា វ៉ិចទ័រដែនផ្ចូបត្រង់ O មានទិសតាម OD, ទិសដៅ $B \to D$ និង មានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$E_o = E_2' = k\frac{q_2}{(OB)^2} = k\frac{q_2}{\left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2} = 2k\frac{q_2}{a^2} = 2\times9.10^9\frac{4.10^{-6}}{(1.5\times10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{E = 3.2\times10^8\ \text{V/m}}$$

c. កំណត់កម្លាំងមានអំពើលើបន្ទុក q

កម្លាំងមានអំពើលើ q គឺ: $\vec{F} = q\vec{E}$ មានទិសតាមលើ OD ,ទិសដៅពី $O \to D$ និង មានអាំងតង់ស៊ីតេ

$$F = qE_o = 3.10^{-9}\times3.2\times10^8 = \boxed{0.96\,N}$$

ប្រសិនបើដាក់បន្ទុក q ត្រង់ D នោះកម្លាំងមានអំពើលើ q ស្មើនឹង៖

$$\vec{F} = q\vec{E}_D = q.0 = 0$$

ដូចនេះ បន្ទុក q ស្ថិតនៅមានលំនឹងត្រង់ចំណុច D ។

(ក៏អាចដោះស្រាយរក $\vec{F}$ ដោយការកំណត់កម្លាំងផ្ចូប ដែលបន្ទុក q_1, q_2, q_3 មានអំពើលើបន្ទុក q ដាក់នៅត្រង់ចំណុច D តាមច្បាប់គូឡុំ: ក្នុងករណី q ដាក់ត្រង់ចំណុច D នោះយើងបានកម្លាំងផ្ចូបស្មើសូន្យ ។)

គួរចងចាំ: *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីដែនអគ្គិសនី បង្កើតឡើងដោយចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី និង កម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុកសាកដាក់ក្នុងដែនអគ្គិសនី។*

- *ប្រសិនបើមានបន្ទុកអគ្គិសនីច្រើនបានបង្កើតត្រង់ចំណុចមួយ នូវដែនអគ្គិសនី $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \ldots$ នោះយើងបានដែនផ្គួបត្រង់ចំណុចនោះគឺ $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \cdots$ ចំនែកប្រមាណវិធីបូកវ៉ិចទ័រដូចគ្នានឹងប្រមាណវិធីបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងដែលយើងបានសិក្សាពីខាងលើ។ កម្លាំងដែលមានអំពើលើបន្ទុកអគ្គិសនីដែលដាក់ក្នុងដែលអគ្គិសនីគំនត់តាមរូបមន្ត $\vec{F} = q\vec{E}$ (ត្រូវកត់សំគាត់ពីសញ្ញានៃបន្ទុក q ដើម្បីកំនត់ឲ្យបានត្រឹមត្រូវនូវទិសដៅនៃ $\vec{F}$)។ ប្រសិនបើដែនអគ្គិសនីជាដែនផ្គួប នោះកម្លាំងអគ្គិសនី $\vec{F}$ ដែលមានអំពើលើបន្ទុក q ក៏ជាកម្លាំងផ្គួបដែរ (ក៏អាចកំនត់ $\vec{F}$ តាមច្បាប់គូឡុំបានផងដែរ)។*
- *បន្ទុកអគ្គិសនីស្ថិតនៅមានលំនឹងក្នុងដែនអគ្គិសនីកាលណាអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីត្រង់ចំណុចដាក់បន្ទុកអគ្គិសនីស្មើសូន្យ(បើ $\vec{E} = 0$ នោះ $\vec{F} = q\vec{E} = 0$)។ ប្រសិនបើអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនី (ចាត់ទុកជាចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី) រងអំពើនៃកម្លាំងផ្សេងៗ(ទម្ងន់ តំណឹងខ្សែ កម្លាំងដំណោលអាស៊ីមែត្រ...)ក្រៅពីកម្លាំងអគ្គិសនី នោះយើងបានលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃអង្គធាតុគឺ កម្លាំងផ្គួបនៃកម្លាំងទាំងអស់ស្មើសូន្យ។*
- *ត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ចំពោះខ្នាតនៃទំហំរូបវិទ្យានីមួយៗ នៅពេលគណនាតម្លៃលេខ។*

5. ស្វ៊ែរលោហៈត្រមោចមួយមានកាំ $R = 8cm$ ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន។ ដើម្បីផ្លាស់ទីបន្ទុក $q = 10^{-9}C$ ពីអនន្តមកដល់ចំណុច M ដែលមានចម្ងាយ $d = 10cm$ ពីផ្ទៃស្វ៊ែរ នោះគេបានបំពេញកម្មន្ត $A' = 10^{-6} J$ ។ ចូរគណនាបន្ទុកនៃស្វ៊ែរ និងប៉ូតង់ស្យែលនៅលើផ្ទៃស្វ៊ែរ ?

ចម្លើយ

ពេលបន្ទុកអគ្គិសនី q ផ្លាស់ទីពី ∞ មកចំណុច M នោះបន្ទុក q រងអំពើនៃកម្លាំងក្រៅ និងកម្លាំង(កម្លាំងទប់ កម្លាំងច្រាន) នៃដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់ស្វ៊ែរ។

តាង A ជាកម្មន្តនៃកម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិចកើតឡើងពេលបន្ទុក q ផ្លាស់ទី, យើងបាន៖

$$A = -A' = -10^{-6} J$$

ម្យ៉ាងទៀត៖

$$A = q(V_\infty - V_M) = -qV_M \qquad (\text{ព្រោះ } V_\infty = 0)$$

ដែលក្នុងនោះ V_M ជាប៉ូតង់ស្យែលដែលស្វ៊ែរបង្កើតឡើងនៅត្រង់ចំណុច M នោះយើងបាន

$$V_M = -\frac{A}{q} = -\frac{(-10^{-6})}{10^{-9}} = 1000V$$

+ តាង Q ជាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃស្វ៊ែរ , គេបានប៉ូតង់ស្យែលនៃចំណុច M កំនត់ដោយរូបមន្ត

$$V_M = k\frac{Q}{r_M}$$ ដែល $r_M = R + d = 18cm = 18.10^{-2}m$

$$\Rightarrow \quad Q = \frac{V_M . r_M}{k} = \frac{1000 \times 18.10^{-2}}{9.10^9} = \boxed{2.10^{-8}C}$$

+ ប៉ូតងស្យែលនៅលើផ្ទៃស្វ៊ែរ:

$$V = k\frac{Q}{R} = 9.10^9 \frac{2.10^{-8}}{8.10^{-2}} = \boxed{2250V}$$

គួរចងចាំ: *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីកម្មន្តនៃកម្លាំងអគ្គិសនី និងប៉ូតង់ស្យែលនៃស្វ៊ែរផ្ទុកអគ្គិសនី។ យើងត្រូវបែងចែកឲ្យបានច្បាស់លាស់ពីកម្មន្ត A នៃកម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិចកើតឡើងពេលបន្ទុកអគ្គិសនីផ្លាស់ទី ជាមួយនឹងកម្មន្តនៃកម្លាំងក្រៅ A' ដែលធ្វើឲ្យបន្ទុកផ្លាស់ទីក្នុងដែនអេឡិចត្រូស្តាទិច ជាក់ស្តែងគឺ $A' = -A$ ។ ក្នុងលំហាត់ខាងលើ ដោយសារស្វ៊ែរផ្ទុកបន្ទុកវិជ្ជមាន ហេតុនេះកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក q ដែលកំពុងផ្លាស់ទីជាកម្លាំងទប់ ហេតុនេះ $A < 0$ និង $A' < 0$; បើសិនស្វ៊ែរផ្ទុកបន្ទុក អវិជ្ជមាន នោះកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក q ជាកម្លាំងចលករ ហេតុនេះ $A < 0$ និង $A' > 0$ (កម្លាំងក្រៅជាកម្លាំងទប់)។*

6. ស្វ៊ែរលោហៈពីរមានកាំ $R_1 = 5cm, R_2 = 15cm$ និងមានបន្ទុកអគ្គិសនីរៀងគ្នា $q_1 = 6.19^{-8}C$, $q_2 = 2.10^{-8}C$ ដាក់នៅឆ្ងាយគ្នា(ចាត់ទុកដូចត្រមោច)។ បន្ទាប់មកគេភ្ជាប់ស្វ៊ែរទាំងពីរដោយខ្សែចម្លងឆ្មារមួយ ។

a. តើអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរណាទៅស្វ៊ែរណា?

b. គណនាបន្ទុក និងប៉ូតង់ស្យែលនៃស្វ៊ែរនីមួយៗ និងចំនួនអេឡិចត្រុងដែលបានផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់តាមខ្សែចម្លង។

ចម្លើយ

a. កំណត់ទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់អេឡិចត្រុង

ស្វ៊ែរផ្ទុកអគ្គិសនីត្រមោច ក្លាយជាអង្គធាតុអេគីប៉ូតង់ស្យែល បន្ទុកអគ្គិសនីរបស់វារាយលើផ្ទៃស្វ៊ែរ ហើយប៉ូតង់ស្យែលរបស់ស្វ៊ែរកំណត់បានតាមរូបមន្តៈ

$V = k\dfrac{q}{R}$ ដែល q, R រៀងគ្នាជាបន្ទុក និងកាំស្វ៊ែរ

នាំឲ្យស្វ៊ែរលោហៈទាំងពីរមានប៉ូតង់ស្យែលៈ $V_1 = k\dfrac{q_1}{R_1}$ និង $V_2 = k\dfrac{q_2}{R_2}$

តាមសម្មតិកម្ម $\dfrac{q_1}{R_1} > \dfrac{q_2}{R_2} \quad \Rightarrow \quad V_1 > V_2$

ដោយប៉ូតង់ស្យែលស្វ៊ែរទាំងពីរខុសគ្នា ហេតុនេះពេលតភ្ជាប់ស្វ៊ែរទាំងពីរដោយខ្សែចម្លង នោះបន្ទុកអគ្គិសនីនឹងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរមួយទៅស្វ៊ែរមួយទៀត ជាក់ស្តែងនោះគឺបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាននឹងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរដែលមានប៉ូតង់ស្យែលខ្ពស់ (ស្វ៊ែរទី១) ទៅស្វ៊ែរដែលមានប៉ូតង់-ស្យែលទាប (ស្វ៊ែរទី២)។

ដោយអេឡិចត្រុងមានបន្ទុកអវិជ្ជមាន ហេតុនេះពេលតភ្ជាប់ស្វ៊ែរទាំងពីរដោយខ្សែចម្លង នោះអេឡិចត្រុងនឹងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរទី២ ទៅស្វ៊ែរទី១រហូតដល់ពេលដែលប៉ូតង់ស្យែលស្វ៊ែរទាំងពីរស្មើគ្នា។

b. + គណនាបន្ទុកស្វ៊ែរនីមួយៗ និងចំនួនអេឡិចត្រុងដែលផ្លាស់ទីតាមខ្សែចម្លង

តាង បន្ទុក និងប៉ូតង់ស្យែលនៃស្វ៊ែរទាំងពីរក្រោយពេលអេឡិចត្រុងឈប់ផ្លាស់ទីដោយ q_1', q_2' និង V_1', V_2' ។

យើងបានៈ $V_1' = V_2' \Leftrightarrow k\dfrac{q_1'}{R_1} = k\dfrac{q_2'}{R_2}$

នាំឲ្យ $\dfrac{q_1'}{q_2'} = \dfrac{R_1}{R_2} = \dfrac{5}{15} = \dfrac{1}{3} \qquad (1)$

ម្យ៉ាងទៀតៈ តាមច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គិសនី ផលបូកបន្ទុកអគ្គិសនីនៃស្វ៊ែរទាំងពីរមុនពេលភ្ជាប់ខ្សែចម្លង ស្មើនឹងផលបូកបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់ស្វ៊ែរទាំងពីរនោះក្រោយពេលភ្ជាប់ខ្សែចម្លង មានន័យថាៈ

$$q_1' + q_2' = q_1 + q_2 = (6+2).10^{-8}\,C \qquad (2)$$

តាម (1) និង (2) ៖

យើងបាន $\Rightarrow q_1' = 2.10^{-8}C \quad , \quad q_2' = 6.10^{-8}C$

+ នាំឲ្យបរិមាណអគ្គិសនីដែលផ្លាស់ទីតាមខ្សែចំលង:

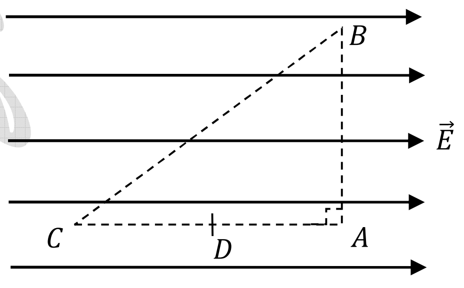
$$\Delta q = |q_1' - q_1| = |q_2' - q_2| = 4.10^{-8} C$$

+ ចំនួនអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីតាមខ្សែចំលង:

$$N = \frac{\Delta q}{e} = \frac{4.10^{-8}}{1.6\times10^{-19}} = 2.5\times10^{11}$$ អេឡិចត្រុង ។

គួរចងចាំ: *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីប៉ូតង់ស្យែលនៃអង្គធាតុចម្លង (ផ្ទុកអគ្គិសនី) និងអំពីបំលាស់ទីនៃបន្ទុកអគ្គិសនីរវាងអង្គធាតុចម្លងពីរដែលមានប៉ូតង់ស្យែលខុសគ្នា។ ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់ប្រភេទនេះ យើងត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ដល់លក្ខណៈនៃអង្គធាតុចម្លងផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី និងលក្ខខណ្ឌ (នៃប៉ូតង់ស្យែល) ដែលអាចធ្វើឲ្យបន្ទុកអគ្គិសនីផ្លាស់ទីពីអង្គធាតុមួយទៅអង្គធាតុមួយទៀត* $(V_1 \neq V_2)$ *និងផ្លាស់ទីតាមទិសដៅណាមួយ។ ដើម្បីកំណត់បន្ទុកនៃអង្គធាតុ និងបន្ទុកអគ្គិសនីដែលបានផ្លាស់ទី យើងយកច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គិសនីមកអនុវត្តន៍។*

7. បីចំណុច A, B, C បង្កើតបានជាត្រីកោណកែងមួយកែងត្រង់ A ដែលមានជ្រុង $AC = 4cm$ និងជ្រុង $AB = 3cm$ ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងដែនឯកសណ្ឋាន មានវ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនី $\vec{E}$ ស្របនឹងជ្រុង CA និងមានទិសដៅពី C ទៅ A (ដូចរូប 1.7)



(រូប 1.7)

a. គណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនី E U_{AB} និង U_{BC} បើគេដឹងថា $U_{CD} = 100V$ ហើយ D ជាចំណុចកណ្តាល AC ។

b. គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងអគ្គិសនី បើអេឡិចត្រុងមួយផ្លាស់ទីពី C ទៅដល់ D ។

ចម្លើយ

a. + គណនា E, U_{AB}, U_{BC}

តាមរូបមន្តទំនាក់ទំនងរវាង E និង U យើងបាន:

$$E = \frac{U}{d} \quad ; \quad d = CD$$

នាំឲ្យ $E = \frac{U_{CD}}{CD} = \frac{100}{0.02} = \boxed{5000\,V/m}$

+ ដើម្បីកំណត់ U_{AB} យើងឧបមាថាមានបន្ទុក q មួយផ្លាស់ទីពី A ទៅដល់ B

តាមនិយមន័យនៃផលសងប៉ូតង់ស្យែលៈ $U_{AB}=\frac{A_{AB}}{q}$

យើងឃើញថានៅលើ AB កម្លាំងអគ្គិសនី $\vec{F}=q\vec{E}$ កែងនឹង AB ជានិច្ច ហេតុនេះធ្វើឲ្យកម្មន្តនៃ កម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច $A_{AB}=0$។

$\Rightarrow$ $\boxed{U_{AB}=0}$ (ផ្ទៃប្លង់កែងនឹងខ្សែដែនអគ្គិសនីជាផ្ទៃអេគីប៉ូតងត់ស្យែល)

+ យើងបានៈ $U_{BC}=V_B-V_C=V_B-V_A+V_A-V_C=-U_{AB}+U_{AC}=U_{AC}$

ម្យ៉ាងទៀតៈ $U_{AC}=-U_{CA}=-E.CA=-5000\times0.04=-200V$

$\Rightarrow$ $\boxed{U_{BC}=-200V}$

b. គណនាកម្មន្តដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចពេលអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពី A ទៅ D:

តាមរូបមន្តៈ $A=-e.U_{AD}$

ដែល $U_{AD}=-U_{DA}=-E.DA=-5000\times0.02=-100V$

នាំឲ្យ $A=-1.6\times10^{-19}(-100)=\boxed{1.6\times10^{-17}J}$

គួរចងចាំ: *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីទំនាក់ទំនងរវាងអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន និងផលសងប៉ូតងត់ស្យែល។ បើគេស្គាល់ U នោះគេអាចកំណត់បាន E និងច្រាសមកវិញ។ ពេលអនុវត្តន៍រូបមន្ត $E=\frac{U}{d}$ ត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ចំពោះ $U=V_A-V_B$ និង $d=AB$ មានតម្លៃវិជ្ជមានពេលគិតពី $A\rightarrow B$ ស្របនឹងទិសដៅខ្សែដែន $(\vec{E})$ ។ ឬគេអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតបានថាវ៉ិចទ័រ $\vec{E}$ មានទិសដៅពីចំណុចដែលមានប៉ូតតង់ស្យែលខ្ពស់ទៅចំណុចប៉ូតង់ស្យែលទាប ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈនេះហើយ ដែលយើងអាចកំណត់បានច្បាស់លាស់នូវសញ្ញារបស់ផលសងប៉ូតង់ស្យែលU ។ ពិសេសគួរកត់ចំណាំផងដែរថា <u>ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងពីរចំណុចស្ថិតលើបន្ទាត់ដែលកែងនឹងខ្សែដែន មានតម្លៃស្មើសូន្យជានិច្ច</u>។*

8. អាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រប្លង់មួយមានរាងជារង្វង់កាំ $R=15cm$ ដាក់ឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ $d=5mm$ ហើយកុងដង់សាទ័រត្រូវបានបំពេញដោយឌីអេឡិចទ្រិចដែលមាន $\varepsilon=4$ ។

a. គណនាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រ។

b. បើគេភ្ជាប់តង់ស្យុង $U=100V$ លើអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រ គណនាដែនអគ្គិសនីនៅចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរ បន្ទុកកុងដង់សាទ័រ និងថាមពលកុងដង់សាទ័រ។ តើកុងដង់សាទ័រនេះអាចប្រើប្រាស់ធ្វើជាប្រភពអគ្គិសនីបានដែរឬទេ?

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនាកាប៉ាស៊ីតេកុងដង់សាទ័រ

តាមរូបមន្ត: $C=\dfrac{\varepsilon S}{4\pi .k.d}$

$(k=9.10^9 SI,\ \ d=5mm=5.10^{-3}m,\ S=\pi R^2,\ R=15cm=15.10^{-2}m,\ \varepsilon=4)$

នាំឲ្យយើងបាន $\boxed{C=1\mu F}$

b. គណនា E, Q, W_C

\+ ដែលអគ្គិសនីចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរ: $E=\dfrac{U}{d}=\dfrac{100}{5.10^{-3}}=\boxed{2.10^4\ \text{V/m}}$

\+ បន្ទុកអគ្គិសនីនៃកុងដង់សាទ័រ: $Q=CU=100\times10^{-6}=\boxed{10^{-4}C}$

\+ ថាមពលកុងដង់សាទ័រ: $W_C=\dfrac{1}{2}CU_2=\dfrac{10^{-6}(100)^2}{2}=\boxed{5.10^{-3}\ J}$

\+ ពេលដែលកុងដង់សាទ័រផ្ទេរអគ្គិសនី នោះមានចរន្តឆ្លងកាត់តាមខ្សែចម្លងដែលតភ្ជាប់អាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រ។ ប៉ុន្តែរយៈពេលផ្ទេរអគ្គិសនីនៃកុងដង់សាទ័រខ្លីណាស់ ហេតុនេះកុងដង់សាទ័រមិនអាចយកទៅប្រើប្រាស់ធ្វើជាប្រភពបានទេ (ព្រោះ ចរន្តអគ្គិសនីដែលផ្តល់ដោយប្រភពត្រូវមានតម្លៃថេរក្នុងរយៈពេលវែងកំណត់ណាមួយច្បាស់លាស់)។

<u>គួរចងចាំ:</u> *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីកុងដង់សាទ័រប្លង់ យើងគ្រាន់តែអនុវត្តន៍រូបមន្តដើម្បីគណនាទំហំមួយចំនួនដូចជា កាប៉ាស៊ីតេ បន្ទុកកុងដង់ ថាមពលកុងដង់ (គួរកត់សំគាល់ផងថា ថាមពលកុងដង់សាទ័រក៏ជាថាមពលដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់ដែរ)។*

9. កុងដង់សាទ័រប្លង់សុញ្ញកាសមួយ មានអាម៉ាតួទាំងពីររាងជារង្វង់កាំ $R=24cm$ ដាក់ឃ្លាតពីគ្នា $d=2cm$ និងត្រូវបានភ្ជាប់នឹងប្រភពអគ្គិសនីមួយ មានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U=200V$ ។

a. ចូរគណនាកាប៉ាស៊ីតេ និងបន្ទុកអគ្គិសនីនៃកុងដង់សាទ័រ អាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនី និងថាមពលកុងដង់សាទ័រ ។

b. ផ្តាច់កុងដង់សាទ័រចេញពីប្រភព បន្ទាប់មកយកបន្ទះលោហៈមួយដុំកម្រាស់ $\ell=1cm$ មកដាក់នៅចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដុងសាទ័រ។ គណនាកាប៉ាស៊ីតេ និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់។ បើបន្ទះលោហៈនោះស្តើង $(\ell\approx 0)$ តើលទ្ធផលទៅជាយ៉ាងណាវិញ?

c. បើគេជំនួសបន្ទះលោហៈខាងលើដោយបន្ទះកែវកម្រាស់ $\ell=1cm$, $\varepsilon=6$ វិញ ចូរគណនា កាប៉ាស៊ីតេ និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រ។

ចម្លើយ

a. + កាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រប្លង់សុញ្ញកាស

$$C_o=\frac{S}{4\pi k.d}=\frac{1}{4\pi k}\frac{\pi R^2}{d}=\frac{R^2}{4kd} \qquad (1)$$

មាន $R=24cm=24.10^{-2}m, d=2cm=2.10^{-2}m$

នាំឲ្យ $\boxed{C_o=3.2\times10^{-10}\text{ F}}$

+ បន្ទុកកុងដង់សាទ័រ: $Q=C_o.U=3.2\times10^{-10}\times200=\boxed{6.4\times10^{-8}C}$

+ ដែនអគ្គិសនីចន្លោះអាម៉ាតួ: $E=\frac{U}{d}=\frac{200}{0.02}=\boxed{10^4\ \ V/m}$

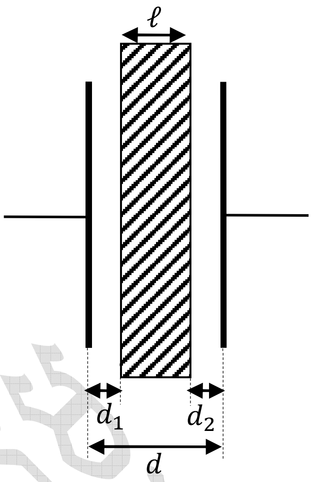
+ ថាមពលកុងដង់សាទ័រ:

$$W_C=\frac{1}{2}C_oU^2=\frac{1}{2}\times3.2\times10^{-10}\times(200)^2=\boxed{6.4\times10^{-6}\ J}$$

(យើងក៏អាចគណនាថាមពលកុងដង់សាទ័របានតាមរូបមន្ត: $W_C=w.V$ ដែលក្នុងនោះ $w=\frac{E^2}{9.10^9.8\pi}$ ជាដង់ស៊ីតេថាមពលកុងដង់សាទ័រប្លង់ និង $V=S.d$ ជាមាឌនៃលំហចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់ ដែល S ផ្ទៃនៃអាម៉ាតួនីមួយៗ។)

b. + ពេលផ្តាច់កុងដង់សាទ័រចេញពីប្រភព នោះបន្ទុករបស់វានៅរក្សាដដែល $Q = C_o U$

ពេលគេស៊កបន្ទះលោហៈចូលនៅត្រង់ចំណុចកណ្តាលចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរ (ដូចរូប 1.9) នោះផ្ទៃឈមនីមួយៗនៃបន្ទះលោហៈ និងអាម៉ាតួនៃកុងដង់បង្កើតបានជាកុងដង់សាទ័រមួយ នាំឲ្យយើងបានកុងដង់សាទ័រពីរតជាសេរីនឹងគ្នា ដែលចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួនៃកុងដង់នីមួយៗរៀងគ្នាស្មើនឹង d_1 និង d_2 $(d_1 + d_2 = d - \ell)$ ។ តាង C_1 និង C_2 ជាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់ទាំងពីរ: $C_1 = \dfrac{S}{4\pi k.d_1}$, $C_2 = \dfrac{S}{4\pi k.d_2}$



(រូប 1.9)

នាំឲ្យកាប៉ាស៊ីតេសមមូលៈ

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = 4\pi k \frac{d-l}{S} \qquad (2)$$

តាម (1) និង (2): $\Rightarrow \dfrac{C_o}{C} = \dfrac{d-l}{d} \quad \Rightarrow C = \dfrac{d}{d-l} C_o = \boxed{6.4\times10^{-10} C}$

+ តាង U' ជាផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រ

នាំឲ្យ $Q' = CU'$ ដោយបន្ទុកអគ្គិសនីនៃអាម៉ាតួនីមួយៗមិនប្រែប្រួល

$$\Rightarrow Q' = Q = CU'$$

$$\Rightarrow U' = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{\dfrac{d}{d-l} C_o} = \frac{d-l}{d} U_o \quad \Rightarrow \boxed{U' = 100V}$$

+ករណីបន្ទះលោហៈស្តើងណាស់ $\ell \approx 0$ នោះគេបាន $C = C_o \Rightarrow U' = U_o$ គឺមានន័យថា កាប៉ាស៊ីតេ និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រត្រូវបានរក្សាដដែល នៅពេលដែលយើងស៊កបន្ទះលោហៈស្តើង $(\ell \approx 0)$ ចូលចន្លោះកណ្តាលនៃអាម៉ាតួទាំងពីរ។

c. ក្នុងករណីនេះយើងឃើញថា កុងដង់សាទ័រក្លាយជាបង្គុំនៃកុងដង់សាទ័របីគឺៈ កាប៉ាស៊ីតេសុញ្ញកាស C_1 ដែលមាន d_1 ជាចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរ, កាប៉ាស៊ីតេកែវ C_3 ដែលមាន ℓ ជាចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរ និងកុងដង់សាទ័រសុញ្ញកាស C_2 មាន d_2 ជាចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរ។

យើងបាន $C_1 = \dfrac{S}{4\pi k d_1}$, $C_2 = \dfrac{S}{4\pi k d_2}$, $C_3 = \dfrac{\varepsilon S}{4\pi k \ell}$

តាង C' ជាកាប៉ាស៊ីតេសមមូល:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{4\pi k}{S}\left[d_1 + d_2 + \frac{\ell}{\varepsilon}\right] = \frac{4\pi k}{S}\left[d - \ell + \frac{\ell}{\varepsilon}\right]$$

$$\frac{1}{C'} = \frac{4\pi k}{S}\left[d - \ell\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)\right]$$

$$\Rightarrow \quad C' = \frac{1}{4\pi k}\frac{S}{d - \ell\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)} \qquad (3)$$

តាម (1) និង (3):

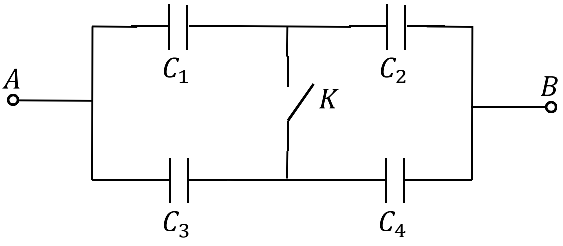
$$C' = \frac{d}{d - \ell(1 - \frac{1}{\varepsilon})} C_o \approx \boxed{5.49 \times 10^{-10}\ \text{F}}$$

+ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់:

$$U' = \frac{Q'}{C'} = \frac{C_o U}{C'} = \left[\frac{d - \ell\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)}{d}\right].U_o \approx \boxed{117\,\text{V}}$$

<u>គួរចងចាំ:</u> *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីបង្គុំកុងដង់សាទ័រប្លង់សាមញ្ញ យើងគ្រាន់តែវិភាគពីទំរង់នៃបង្គុំកុងដង់សាទ័រប្លង់ ថាផ្គុំជាស៊េរី ឬជាខ្នែងនឹងគ្នាដើម្បីអនុវត្តន៍លក្ខណៈ និងរូបមន្តនៃបង្គុំកុងដង់សាទ័រ (ជាមួយនឹងលក្ខខណ្ឌដើមៈ កុងដង់មិនទាន់ផ្ទុកអគ្គិសនី)។ មួយវិញទៀត គឺត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ចំពោះករណីដែល កុងដង់ភ្ជាប់នឹងប្រភព (ពេលនោះ U ថេរ ហេតុនេះបើសិនកាប៉ាស៊ីតេកុងដង់ប្រែប្រួល $\Rightarrow$ បន្ទុក Q ប្រែប្រួល) និងករណីដែលកុងដង់ផ្តាច់ចេញពីប្រភពអគ្គិសនី (ពេលនោះបន្ទុក Q ថេរ ហេតុនេះ បើកាប៉ាស៊ីតេប្រែប្រួល នោះផលសងប៉ូតង់ស្យែលក៏ប្រែប្រួលដែរ)។*

10. គេឲ្យសៀគ្វីអគ្គិសនីរួមមានកុងដង់សាទ័រចំនួនបួន $C_1 = 2\mu F$,$C_2 = 6\mu F$,$C_3 = 12\mu F$,$C_4 = 8\mu F$ ត្រូវបានផ្គុំដូចរូប 1.10 ។ គេភ្ជាប់តង់ស្យុង $U_{AB} = 40V$ ត្រង់ពីរចំណុច A និង B នៃសៀគ្វី។ ចូរគណនាកាប៉ាស៊ីតេសមមូល C_{AB} នៃសៀគ្វី គណនាបន្ទុកអគ្គិសនី និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់នីមួយៗក្នុងករណីៈ



(រូប 1.10)

a. ករណីកុងតាក់ K បើក (ចំហ)។

b. ករណីកុងតាត់ K បិទ។

<u>ចម្លើយ</u>

a. <u>ករណីកុងតាក់</u> K <u>ចំហៈ</u>

\+ នោះយើងបាន { C_1 ផ្គុំជាស៊េរីនិង C_2 } ផ្គុំជាខ្នែងនឹង {C_3 ផ្គុំជាស៊េរីនឹង C_4}

យើងបានៈ $C_{12} = \dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{2\times 6}{2+6} = 1.5\mu F$

និង $C_{34} = \dfrac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} = \dfrac{12\times 8}{12+8} = 4.8\mu F$

ដោយ C_{12} ផ្គុំជាខ្នែងនឹង C_{34} $\Rightarrow$ $C_{AB} = C_{12} + C_{34} = 6.3\mu F$

\+ បន្ទុកកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ

$$Q_1 = Q_2 = Q_{12} = C_1 2.U_{AB} = 1.5\times 10^{-6} \times 40 = 60.10^{-6} C$$

$$Q_3 = Q_4 = Q_{34} = C_{34}.U_{AB} = 4.8\times 10^{-6} \times 40 = 192.10^{-6}\ C$$

\+ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ :

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = 30V \quad ; \quad U_2 = \frac{Q_2}{C_2} = 10V$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = 16V \ ; \quad \mathrm{U}_4 = \frac{Q_4}{C_4} = 24V$$

(យើងក៏អាចគណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលកុងដង់នីមួយតាមរយៈរូបមន្តៈ

$U_{AB} = U_1 + U_2 = U_3 + U_4$)

b. <u>ករណីកុងតាក់ K បិទ:</u>

+ នោះយើងបាន $[C_1 \parallel C_3]$ ផ្គុំជាស៊េរីនឹង $[C_3 \parallel C_4]$

យើងបាន: $C_{13} = C_1 + C_3 = 14\mu F$

និង $C_{24} = C_2 + C_4 = 14\mu F$

នាំឲ្យ $C_{AB} = \dfrac{C_{13}C_{24}}{C_{13}+C_{24}} = \dfrac{14}{2} = 7\mu F$

+ បន្ទុកអគ្គិសនី: $Q_{13} = Q_{24} = C_{AB}.U_{AB} = 7\times 40 = 280\mu F$

+ ផលសងប៉ូតង់ស្យែល: $U_1 = U_3 = U_{13} = \dfrac{Q_{13}}{C_{13}} = \dfrac{280}{17} = 20V$

$U_2 = U_4 = U_{34} = \dfrac{Q_{24}}{C_{24}} = \dfrac{280}{14} = 20V$

+ បន្ទុកនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ:

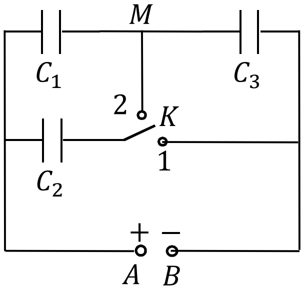
$Q_1 = C_1U_1 = 40\mu F$; $Q_2 = C_2U_2 = 120\mu F$

$Q_3 = C_3U_3 = 240\mu F$; $Q_4 = C_4U_4 = 160\mu F$

(បំពេញលក្ខខណ្ឌ $Q_1 + Q_3 = Q_{13}$; $Q_2 + Q_4 = Q_{24}$)

<u>គន្លឹះចងចាំ:</u> *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីសៀគ្វីនៃបង្គុំកុងដង់សាទ័រ ដែលក្នុងនោះយើងត្រូវកំណត់រកបន្ទុកអគ្គិសនី ផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ ពេលគេភ្ជាប់សៀគ្វីទៅនឹងប្រភពតង់ស្យុងដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែលណាមួយ។ ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់ប្រភេទនេះ ដំបូងយើងត្រូវបំបែកសៀគ្វី មើលថាតើកុងដង់ផ្គុំគ្នាដូចម្ដេច (ស៊េរី ឬខ្នែង) បន្ទាប់មកអនុវត្តន៍រូបមន្ត $Q = CU$ និងរូបមន្តនៃបង្គុំកុងដង់ផ្សេងៗដែលបានសិក្សា។ និយាយជារួមគឺត្រូវតែប្រើប្រាស់រូបមន្ត $Q = CU$ ឬ $U = \dfrac{Q}{C}$ ឬ $C = \dfrac{Q}{U}$ ។*

11. គេឲ្យសៀគ្វីនៃបង្គុំកុងដង់សាទ័រចំនួនបី $C_1 = C_2 = 6\mu F$ និង $C_3 = 12\mu F$ ផ្គុំដូចរូប 1.11 ។ ដំបូងកុងដង់សាទ័រទាំងអស់មិនទាន់ផ្ទុយអគ្គិសនី ក្រោយមកទើបគេយកសៀគ្វីទៅភ្ជាប់នឹងតង់ស្យុងមួយដែលមាន ផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U_{AB} = 36V$ ។

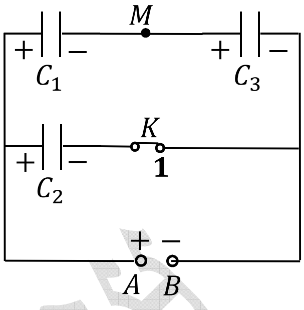


(រូប 1.11)

a. គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែល និងបន្ទុកអគ្គិសនីនៃកុងដង់នីមួយៗនៅពេលកុងតាក់ K នៅទីតាំង 1 និង ពេលដែលកុងតាក់ K នៅទៅតាំង 2 ។

b. គណនាបរិមាណអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់តាមចំណុច M និងទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់វា ពេលកុងតាក់ K ប្តូរពីទីតាំង 1 ទៅទីតាំង 2។

<u>ចម្លើយ</u>



(រូប 1.11a)

a. ករណីកុងតាក់ K នៅទីតាំង 1 :

នោះគេបានសៀគ្វីដូចរូប (1.11a)

យើងបាន: $$C_{13} = \frac{C_1C_3}{C_1+C_3} = \frac{6\times12}{6+12} = 4\mu F$$

នាំឲ្យ: $$Q_1 = Q_3 = Q_{13} = C_{13}.U_AB$$

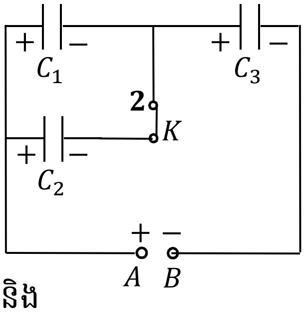
$$\Rightarrow Q_1 = 4.10^{-6}.36 = 144.10^{-6}C$$

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = 24V \quad ; \quad U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = 12V$$

ហើយ $$U_2 = U_{AB} = 36V \quad \Rightarrow Q_2 = C_2U_{AB} = 6.10^{-6}\times36 = 216.10^{-6}C$$

b. ករណីកុងតាក់ K នៅទីតាំង 2 :

នោះគេបានសៀគ្វីដូចរូប (1.11b)



(រូប 1.11b)

សន្មត់ថាសញ្ញាបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់កុងដង់សាទ័រនីមួយៗមិនប្រែប្រួលពីករណីខាងលើ។ តាង ផលសងប៉ូតង់ស្យែល និងបន្ទុកកុងដង់នីមួយៗរៀងគ្នា: U'_1, U'_2, U'_3 និង Q'_1, Q'_2, Q'_3 ។

តាមរូបយើងបាន: $U'_1 = U'_2$ (1)

និង $U'_1 + U'_3 = U_{AB} = 36V$ (2)

ម្យ៉ាងទៀត: តាមច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គិសនីត្រង់ចំណុច M មុន និង ក្រោយពេលកុងតាក់ K បិទទៅទីតាំង 2 យើងបាន:

$$-Q'_1 - Q'_2 + Q'_3 = -Q_1 - Q_2 + Q_3 \qquad (3)$$

ដែល $Q'_1 = C_1U'_1, Q'_2 = C_2U'_2, Q_3 = C_3U'_3$

ជួសតម្លៃលេខចូលក្នុង (1),(2),(3) យើងបាន:

$$\begin{cases} U'_1 = U'_2 \\ U'_1 + U'_3 = 36V \\ -6U'_1 - 6U'_2 + 12U'_3 = -216 \end{cases}$$

ដោះស្រាយប្រព័ន្ធខាងលើយើងបាន៖ $U'_1 = 27V$, $U'_2 = 27$, $U'_3 = 9V$

នាំឲ្យ $Q'_1 = C_1U'_1 = 162\mu C$, $Q'_2 = C_2U'_2 = 162\mu C$

$Q_3 = C_3U'_3 = 108\mu C$

យើងឃើញថា Q'_1, Q'_2, Q'_3 សុទ្ធតែជាទំហំវិជ្ជមាន ហេតុនេះនាំឲ្យការសម្មត់របស់យើងត្រឹមត្រូវអំពីសញ្ញានៃបន្ទុកទាំងបី។

+បន្ទុកអគ្គិសនីផ្លាស់ទីកាត់តាម M ស្មើនឹងបម្រែបម្រួលបន្ទុកលើអាម៉ាតួកុងដង់ C_3 ភ្ជាប់នឹង M ។ គេឃើញថាបន្ទុករបស់វាថយចុះចំនួន:

$$\Delta Q = Q_3 - Q'_3 = 144 - 108 = 36\mu F$$

មានន័យថា ពេលដែលកុតកាត់ K ប្តូរពីទីតាំង 1 មកទីតាំង 2 នោះបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ តាម M ក្នុងទិសដៅចាកចេញពី C_3 មានចំនួន $36\mu C$ ។

គួរចងចាំ: *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីសៀគ្វីអគ្គិសនី ដែលក្នុងនោះកុងដង់សាទ័រត្រូវបានផ្ទុកអគ្គិសនី រួចទើបយកមកផ្គុំជាមួយគ្នា ពេលនោះមានរបាយបន្ទុកអគ្គិសនីលើអាម៉ាតួនីមួយៗនៃកុងដង់សាទ័រ និងមានបំលាស់ទីនៃបន្ទុកអគ្គិសនីក្នុងសៀគ្វី។ ចំពោះលំហាត់ប្រភេទនេះ គឺយើងមិនអាចយករូបមន្តនៃបង្គុំកុងដង់ជាស៊េរី ឬបង្គុំជាខ្នែងមកអនុវត្តន៍បានទេ។*

- *ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់ប្រភេទនេះ យើងផ្អែកលើសមីការពីរប្រភេទ:*
  - *សមីការផលសងប៉ូតង់ស្យែល:*

    $U = U_1 + U_2 + \cdots$ *(ករណីផ្គុំជាស៊េរី)*

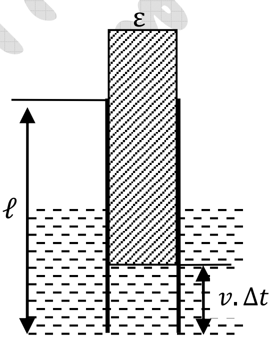
    $U = U_1 = U_2 = \cdots$ *(ករណីផ្គុំជាខ្នែង)*

  - *សមីការច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃប្រព័ន្ធបន្ទុកត្រមោច:* $q_1 + q_2 + \cdots = const$

  ហេតុនេះយើងត្រូវកំនត់រក ចំនួនសមីការឲ្យបានស្មើនឹងចំនួនអញ្ញាតិដែលត្រូវគណនារក។
- *ដើម្បីកំណត់រកបរិមាណអគ្គិសនី* Δq *ដែលឆ្លងកាត់កំណាត់សៀគ្វីណាមួយ (ឬកាត់តាមចំណុចណាមួយនៃសៀគ្វី) យើងអនុវត្តន៍រូបមន្ត:* $\Delta q = \left|\sum q_2 - \sum q_1\right|$ *ដែលក្នុងនោះ*

$\sum q_2$ ជាផលបន្ទុកទាំងអស់នៃអាម៉ាតួកុងដង់ដែលភ្ជាប់ថ្ពាំងមួយនៃសៀគ្វី (ឬចំណុចមួយនៃសៀគ្វី)នៅខណៈពេលស្រេច និង $\sum q_1$ ជាផលបូកនៃបន្ទុកអគ្គិសនីនៃអាម៉ាតួកុងដង់នៅខណៈដើម។ ដើម្បីគណនាបាន Δq យើងចំបាច់ត្រូវកំណត់ឲ្យបានច្បាស់លាស់នូវសញ្ញារបស់បន្ទុកនៅលើអាម៉ាតួកុងដង់ខណៈដើម និតស្រេច។ ទិសដៅផ្លាស់ទីនៃបន្ទុកអគ្គិសនី(បន្ទុកវិជ្ជមាន) ត្រូវបានកំណត់ដោយសញ្ញានៃ Δq (ចំនែកទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់អេឡិចត្រុងគឺបញ្ច្រាសជាមួយទិសដៅខាងលើ)។

12. គេមានកុងដង់សាទ័រប្លង់មួយប្រវែងបណ្តោយ $\ell = 20cm$ និងទទឹង $a = 10cm$ ។ គេយកបន្ទះកែវចរណៃមួយដុំមានកម្រាស់ $0.1cm$ ទៅដាក់ចូលត្រង់ចំណុចកណ្តាលនៃកុងដង់សាទ័រខាងលើ $(\varepsilon = 5)$ ដូចរូប 1.12 ។ បន្ទាប់មកគេបានទាញបន្ទះកែវនោះយឺតៗចេញទៅខាងលើតាមបណ្តោយកុងដង់សាទ័រប្លង់ដោយល្បឿនថេរ។ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលនៃកុងដង់សាទ័រ និងកម្មន្តមេកានិចចាំបាច់ដើម្បីទាញបន្ទះកែវនោះឲ្យចេញផុតពីកុងដង់ក្នុងករណីដូចខាងក្រោម:



(រូប 1.12)

a. ករណីកុងដង់ភ្ជាប់ជាមួយប្រភពតង់ស្យុងដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 600V$ និង គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសៀគ្វី?

b. ក្រោយពេលផ្ទុកឲ្យកុងដង់សាទ័រដោយតង់ស្យុង $U = 600V$ គេផ្តាច់កុងដង់ចេញពីប្រភពបន្ទាប់មកទើបគេទាញបន្ទះកែវចេញពីកុងដង់? (មិនគិតកកិតទាំងពីរករណី)

<u>ចម្លើយ</u>

a. តាង C_1 ជាកាប៉ាស៊ីតេកុងដង់សាទ័រមុនពេលទាញបន្ទះកែវចេញ និង C_2 ជាកាប៉ាស៊ីតេកុងដង់សាទ័រពេលទាញបន្ទះកែវចេញផុត

$$\Rightarrow C_1 = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd} \quad ; \quad C_2 = \frac{S}{4\pi kd} \quad \text{ដែល } S = a.\ell$$

ដោយ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលអាម៉ាតួទាំងពីរមិនប្រែប្រួល នោះនាំឲ្យយើងអាចគណនាបានថាមពលនៃកុងដង់សាទ័រ: $W = \frac{1}{2}CU^2$

បម្រែបម្រួលថាមពលកុងដង់: $\Delta W = W_2 - W_1 = \frac{1}{2}C_2U^2 - \frac{1}{2}C_1U_2 = \frac{1}{2}(C_2 - C_1)U^2$

$$\Rightarrow \Delta W = \frac{1}{2}(1-\varepsilon)C_2U^2 = (1-\varepsilon)\frac{a.\ell.U^2}{8\pi k.d}$$

ដែល $\varepsilon = 5$, a=10cm=0.1m, $\ell = 20cm = 0.2m$, U=600V, $d = 0.1cm = 10^{-3}m$

$\Rightarrow \Delta W = -1.27\times10^{-4} J$ មានន័យថា ថាមពលកុងដង់សាទ័រថយចុះ

+ ដើម្បីគណនាចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសៀគ្វី យើងអនុវត្តន៍រូបមន្ត: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

ហើយ ΔQ ត្រូវបានគណនាពី $Q = CU$ ដោយ U ថេរ ហេតុនេះ កាលណាកាប៉ាស៊ីតេ C ប្រែប្រួល នោះ Q ក៏ប្រែប្រួលដែរ $\Rightarrow \Delta Q = U.\Delta C$ ។ ហើយដើម្បីគណនា ΔC យើងគណនាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់ក្រោយពេលទាញចាប់ផ្តើមទាញបន្ទះកែវប្រមាណ Δt (មើលរូប 1.12) នៅពេលនេះកុងដង់សាទ័រចាត់ទុកថារួមមាន កុងដង់សាទ័រពីរផ្គុំជាខ្នែងនឹងគ្នា: C' ជាកុងដង់សាទ័រកែវមានប្រវែង $(\ell - v.\Delta t)$ និង C'' ជាកុងដង់សាទ័រសុញ្ញកាសមានប្រវែង $(v.\Delta t)$ (ព្រោះក្នុងរយៈពេល Δt បន្ទះកែវផ្លាស់ទីបានប្រវែង $v.\Delta t$)។ ចំនែកប្រវែងទទឹងនៃកុងដង់រក្សានៅដដែលគឺមានតម្លៃ a ដូចគ្នា និងចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុដង់នីមួយៗមានប្រវែងស្មើ d ដូចគ្នា។ ដូនេះ ក្នុងរយៈពេល Δt កាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រស្មើ: $C = C' + C''$

ដែល $C' = \frac{\varepsilon a(\ell - v.\Delta t)}{4\pi k.d}$; $C'' = \frac{a.v.\Delta t}{4\pi k.d}$

$$\Rightarrow C = \frac{\varepsilon a\ell}{4\pi k.d} - \frac{(\varepsilon-1)a.v.\Delta t}{4\pi k.d} = C_1 - \frac{(\varepsilon-1)a.v.\Delta t}{4\pi k.d}$$

នាំឲ្យ $\Delta C = C - C_1 = \frac{(\varepsilon-1)a.v.\Delta t}{4\pi k.d}$ (យកតម្លៃវិជ្ជមាន ដើម្បីឲ្យ $\Delta Q > 0$)

$$\Rightarrow I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{U.\Delta C}{\Delta t} = \frac{(\varepsilon-1)a.v.U}{4\pi k.d} = 1.27\times10^{-7} A$$

+ កម្មន្តមេកានិចចាំបាច់ A ដើម្បីទាញបន្ទះកែវមានពីរផ្នែក: ទី១ ΔW គឺផ្នែកដែលធ្វើឲ្យថាមពលកុងដង់សាទ័រប្រែប្រួល និង ទី២ A' ជាផ្នែកដែលធ្វើឲ្យបន្ទុកផ្លាស់ទីតាមទិសដៅផ្ទុយនឹងចរន្តអគ្គីសនី:

$$A' = -(Q_1 - Q_1)U = -(C_2 - C_1)U^2 = (\varepsilon - 1)C_2U^2$$

ដែល Q_1, Q_2 ជាបន្ទុកដើម និងបន្ទុកស្រេចរបស់កុងដង់

យើងបាន៖ $A = \Delta W + A' = \frac{\varepsilon - 1}{2} C_2 U^2 = -\Delta W = \boxed{-1.27 \times 10^{-4} J}$

b. ពេលដែលផ្តាច់កុងដង់ចេញពីប្រភពរួចទាញបន្ទះកែវចេញ នោះយើងបានបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់កុងដង់ មិនប្រែប្រួល $Q = Q_1 = C_1 U$ ។ ដើម្បីគណនាបម្រែបម្រួលថាមពល យើងអនុវត្តន៍រូបមន្ត៖

$$W = \frac{Q^2}{2C} \Rightarrow \Delta W = \frac{Q^2}{2C_2} - \frac{Q^2}{2C_1} = \frac{Q^2}{2} \frac{C_1 - C_2}{C_1 C_2} = \frac{\varepsilon(\varepsilon - 1) C_2 U^2}{2}$$

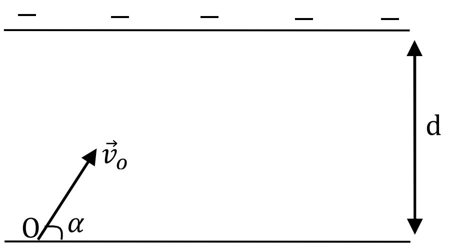
ជួសតម្លៃលេខយើងបាន៖ $\Delta W = 6.36 \times 10^{-4} J$

កម្លាំងមេកានិច A ស្មើនឹងបម្រែបម្រួលថាមពលកុងដង់សាទ័រ៖

$$\boxed{A = \Delta W = 6.36 \times 10^{-4} J}$$

គួរចងចាំ៖ *នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីបម្រែបម្រួលថាមពលកុងដង់សាទ័រ ដែលមានទំនាក់ទំនងទៅនឹងកម្មន្តនៃកម្លាំងក្រៅ(មេកានិច) និងកម្មន្តនៃកម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច (ពេលកុងដង់ភ្ជាប់នឹងប្រភពអគ្គិសនី)។ ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់ប្រភេទនេះយើងអនុវត្តច្បាប់នៃបម្រែបម្រួលថាមពលនៃប្រព័ន្ធ (បម្រែបម្រួលថាមពលនៃប្រព័ន្ធ* $(W_2 - W_1)$ *ស្មើនឹងផលបូកកម្មន្តនៃកម្លាំងក្រៅមានអំពើលើប្រព័ន្ធ)៖ ក្នុងករណីនេះ ប្រព័ន្ធ គឺសំដៅលើកុងដង់សាទ័រ។ ជាទូទៅយើងអាចកំណត់បានបម្រែបម្រួលថាមពលនៃកុងដង់សាទ័រដោយផ្អែកលើព្រឹត្តិការណ៍ និងសម្មតិកម្ម រួចហើយទើបកំណត់កម្មន្តនៃកម្លាំងក្រៅ។ ជាទូទៅកម្មន្តនៃកម្លាំងក្រៅនេះ ពិបាកនឹងកំណត់តាមវិធីធម្មតាណាស់។ ពេលដោះស្រាយត្រូវវិភាគឲ្យបានត្រឹមត្រូវ (ដូចជាក្នុងលំហាត់ខាងលើ ហេតុអ្វីប្រើរូបមន្ត* $A' = -(Q_2 - Q_1)U$ *តែមិនប្រើប្រាស់រូបមន្ត* $A' = (Q_1 - Q_2)U$ *។*

13. អេឡិចត្រុងមួយហោះដោយល្បឿនដើម $\vec{v}_o$ ចូលក្នុងលំហនៃបន្ទះលោហៈពីរដាក់ស្របគ្នា ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីស្មើសាច់ និងផ្ទុយសញ្ញាគ្នា។ អេឡិចត្រុងហោះចូលតាមរន្ធនៃបន្ទះវិជ្ជមានដូចរូប 1.13 ដែល $\vec{v}_o$ ផ្គុំបានមុំ α ជាមួយបន្ទះលោហៈ។ ចម្ងាយរវាងបន្ទះលោហៈទាំងពីរ d និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងបន្ទះលោហៈទាំងពីរ U ។



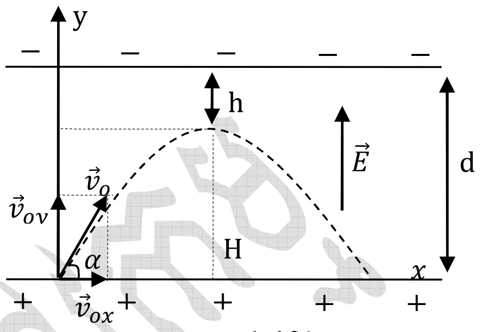
(រូប 1.13)

a. តើអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីដោយគន្លងដូចម្តេច?

b. ចូរគណនាប្រវែង h គិតពីបន្ទះអវិជ្ជមាន ដែលអេឡិចត្រុងអាចហោះទៅដល់។ មិនគិតអំពើនៃកម្លាំងទំនាញដីមានអំពើលើអេឡិចត្រុង ។

<u>ចម្លើយ</u>

a. ជ្រើសរើសតំរុយ Oxy (ដូចរូប $1.13'$)។ ដោយមិនគិតអំពើនៃកម្លាំងទំនាញដី នាំឲ្យអេឡិចត្រុងរងតែអំពើនៃកម្លាំងដែនអេឡិច-ត្រូស្តាទិច $\vec{E}$ (ដែនអគ្គិសនីចន្លោះបន្ទះលោហៈទាំងពីរជាដែនឯកសណ្ឋានមានទិសដៅពីបន្ទះវិជ្ជមានទៅបន្ទះអវិជ្ជមាន): $\vec{F} = q\vec{E}$ មានទិសដៅផ្ទុយពី $\vec{E}$ (ព្រោះ អេឡិចត្រុងមានបន្ទុកអវិជ្ជមាន) និង $E = \dfrac{U}{d}$ ។



(រូប $1.13'$)

ចលនារបស់អេឡិចត្រុងក្នុងលំហចន្លោះបន្ទះលោហៈទាំងពីរចែកចេញជាពីរផ្នែក:

- ចលនាតាមទិស Ox ជាចលនាស្មើ $(F_x = 0)$ មានសមីការ:

$$x = (V_o \cos\alpha)t \quad ; \quad V_x = V_o \cos\alpha \qquad (1)$$

- ចលនាតាមទិសឈរ Oy ជាចលនាយឺតស្មើ មានសមីការ:

$$y = (V_o \sin\alpha)t - \frac{1}{2}at^2 \qquad (2)$$

ដែល $a = \dfrac{F_y}{m} = \dfrac{F_e}{m} = \dfrac{qE}{m} = \dfrac{eU}{md}$ (m ជាម៉ាស e^-)

និង $V_y = V_o \sin\alpha - at \qquad (3)$

តាម $(1) \Rightarrow t = \dfrac{x}{V_o \cos\alpha}$ ជួសក្នុង (2) នោះយើងបានសមីការគន្លងរបស់អេឡិចត្រុង:

$$\boxed{y = (\tan\alpha)x - \frac{a}{2V_o^2\cos^2\alpha}.x^2}$$ ជាសមីការប៉ារ៉ាបូល

ដូចនេះ អេឡិចត្រុងមានគន្លងជាប៉ារ៉ាបូល (ដូចរូប $1.13'$)

b. កម្ពស់ H ខ្ពស់បំផុតដែលអេឡិចត្រុងអាចឡើងដល់ (ពេលនោះអេឡិចត្រុងនៅជិតបន្ទះអវិជ្ជមានបំផុត) អាចកំណត់បានតាមលក្ខខណ្ឌ:

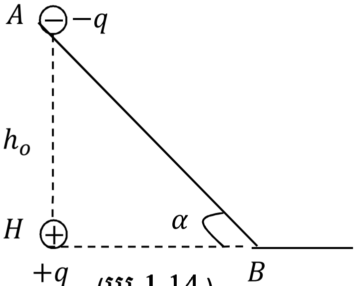
$$V_y = 0 \quad \Rightarrow t = \frac{V_o \sin\alpha}{a}$$ ជំនួសចូលក្នុង (2) យើងបាន:

$$H = \frac{V_o^2 \cos^2\alpha}{2a} = \frac{mV_o^2 \sin^2\alpha.d}{2eU}$$

នាំឲ្យ $$\boxed{h = d - H = d\left(1 - \frac{mV_o^2 \sin^2\alpha.d}{2eU}\right)}$$

គួរចងចាំ: *នេះជាប្រភេទលំហាត់ពីចលនាផង់ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីក្នុងដែនអេឡិចត្រូស្តាទិច ផង់រងអំពើនៃកម្លាំងដែនអគ្គិសនី $\vec{F} = q\vec{E}$ ។ វិធីដោះស្រាយលំហាត់ប្រភេទនេះគឺ ដូចគ្នានឹងវិធីដោះស្រាយលំហាត់ក្នុងចលនាមេកានិច គ្រាន់តែក្នុងលំហាត់នេះផង់ (អង្គធាតុ) រងកម្លាំងអំពើកម្លាំងអគ្គិសនីមួយទៀតបន្ថែមពីលើបណ្តាកម្លាំងមេកានិចក្រៅដែលមានអំពើលើវា(ដូចជាទម្ងន់ កម្លាំងកកិត កម្លាំងយឺត តំណឹងខ្សែ) ដែលធ្វើឲ្យផង់ (អង្គធាតុ) ផ្លាស់ទីលើគន្លងជាបន្ទាត់ ឬជាខ្សែកោង។ ដូចនេះដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់នេះ យើងគ្រាន់តែសរសេរសមីការចលនា អនុវត្តន៍រូបមន្ត និងច្បាប់ផ្សេងៗដែលយើងបានសិក្សាក្នុងមេកានិច។ ជាទូទៅ ពេលសិក្សាចលនារបស់អេឡិចត្រុងគេតែងមិនគិតទម្ងន់របស់វា(មិនគិតអំពើដែនទំនាញដី) ធ្វើឲ្យការដោះស្រាយកាន់តែមានភាពងាយស្រួលជាងមុន ព្រោះអេឡិចត្រុងមានតែសំទុះមួយគឺ $a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$ ។ ចំនែកដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចដែលមានអំពើលើអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនី(ផង់) ដែលយើងលើកមកសិក្សាគឺជាដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន។ ក្នុងករណីមួយចំនួន ក្រៅពីប្រើសមីការចលនា និងអនុវត្តន៍រូបមន្តមេកានិចផ្សេងៗ គឺយើងចាំបាច់ត្រូវយកច្បាប់រក្សាថាមពលមកប្រើប្រាស់ផងដែរ។*

14. អង្គធាតុតូចមួយមានម៉ាស m ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី $-q$ រអិលដោយគ្មានកកិតពី A ដែលមានរយៈកម្ពស់ h_o នៃប្លង់ទេរមួយ (ផ្គុំបានមុំ α ធៀបជាមួយប្លង់ដេក) ហើយគេដឹងទៀតថា នៅត្រង់ចំណុច H (ជាចំណោលកែងនៃ A លើប្លង់ដេក) គេបានដាក់បន្ទុកអគ្គិសនី $+q$



(រូប 1.14)

មួយឲ្យនៅស្ងៀម ដូចរូប 1.14 ។ ចូរគណនាល្បឿន V_B នៃអង្គធាតុពេលដែលវារអិលធ្លាក់ដល់ចុងចំណោត B ។ ចូរសិក្សាពីភាពអាស្រ័យគ្នារវាងល្បឿន V_B និង α បើ:

a. $\alpha = 45^o$

b. $\alpha > 45^o$

c. $\alpha < 45^o$ ។

ចម្លើយ

យើងអនុវត្តន៍ច្បាប់រក្សាបរិមាណចលនា:

- ក្រៅពីថាមពលស៊ីនេទិច $\left(\frac{mv^2}{2}\right)$ អង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនីនៅមានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទំនាញដី $(W_p = mgh)$ និងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលក្នុងដែនអេឡិចត្រូស្តាទិច (W_{pe}) ដែលបង្កើតដោយបន្ទុក $+q$ ដាក់នៅត្រង់ចំណុច H : $W_{pe} = k\frac{(+q)}{r} = \frac{kq}{r}$ ដែលក្នុងនោះ r ជាចម្ងាយពីអង្គធាតុទៅដល់ $+q$ ។

+ ត្រង់ A : $E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_o + \left(-q\frac{kq}{h_o}\right) = mgh_o - \frac{kq^2}{h_o}$ (ព្រោះ $v_A = 0$)

+ ត្រង់ B: $E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B + \left(-q\frac{kq}{BH}\right) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{kq^2}{h_o\cot\alpha}$ (ព្រោះ $h_B = 0$)

តាមច្បាប់រក្សាថាមពលក្នុងប្រព័ន្ធបិទ(អង្គធាតុ + បន្ទុក q + ផែនដី) ត្រង់ A និង B:

យើងបាន $E_A = E_B \Leftrightarrow mgh_o - \frac{kq^2}{h_o} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{kq^2}{h_o\cot\alpha}$

$$\Rightarrow v_B^2 = 2\left[gh_o - \frac{kq^2}{mh_o}(1-\tan\alpha)\right]$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2\left[gh_o - \frac{kq^2}{mh_o}(1-\tan\alpha)\right]} \qquad (1)$$

សមីការ (1) មានន័យកាលណា $v_B^2 > 0$ មានន័យថាទំហំក្នុងរ៉ាឌីកាល់ជាទំហំវិជ្ជមាន

$$\Rightarrow gh_o - \frac{kq^2}{mh_o}(1-\tan\alpha) > 0 \qquad (2)$$

a. ក្នុងករណីមុំ $\alpha = 45^o$:

នាំឲ្យ $\tan\alpha = 1$ និង $\boxed{v_B = \sqrt{2gh_o}}$ យើងឃើញថាល្បឿន v_B ដូចក្នុងករណីគ្មានបន្ទុកអគ្គីសនី $+q$ នៅត្រង់ចំណុច H គឺមានន័យថាអង្គធាតុមិនរងអំពើនៃកម្លាំងដែលបង្កើត

ឡើងដោយបន្ទុក $+q$ ។ ប៉ុន្តែគួរកត់សំគាល់ផងដែរថា ក្នុងបំលាស់ទីពី A ទៅ B អង្គធាតុរងអំពើនៃកម្លាំងអគ្គិសនីជានិច្ច។ (ដំបូងអង្គធាតុកើនល្បឿន បន្ទាប់មកវាក៏រងអំពើនៃកម្លាំងទប់អេឡិចត្រូស្តាទិច $\Leftarrow$ សិក្សាសមីការចលានា)

b. ក្នុងករណីមុំ $\alpha > 45^o$:

នាំឲ្យ $1-\tan\alpha < 0$ មានន័យថា $gh_o - \dfrac{kq^2}{mh_o}(1-\tan\alpha) > gh_o$

យើងបាន v_B ល្បឿនអង្គធាតុត្រង់ចំណុច B ធំជាងល្បឿនក្នុងករណី a ខាងលើ។

c. ក្នុងករណីមុំ $\alpha < 45^o$:

នាំឲ្យ $1-\tan\alpha > 0$ មានន័យថា $gh_o - \dfrac{kq^2}{mh_o}(1-\tan\alpha) < gh_o$

យើងបាន: v_B ល្បឿនអង្គធាតុត្រង់ចំណុច B តូចជាងល្បឿនក្នុងករណីសំនួរ a ។

ក្រៅពីនេះ ប្រសិនបើ $\alpha = \alpha_o$ ណាមួយដែលធ្វើឲ្យ $gh_o - \dfrac{kq^2}{mh_o}(1-\tan\alpha) = 0$

នោះនាំឲ្យ $v_B = 0$

ប្រសិនបើ $\alpha < \alpha_o$ ណាមួយ នោះអង្គធាតុមិនអាចផ្លាស់ទីទៅដល់ចំណុច B នោះទេ គឺវាត្រឹមតែអាចផ្លាស់ទីទៅដល់ចំណុច C ណាមួយលើប្លង់ទេរ ហើយក្រោយមកអាចផ្លាស់ទីត្រឡប់ទៅចំណុច A វិញ និងផ្លាស់ទីទៅវិញទៅមកបង្កើតបានជាលំយោល $A \to C$ និងច្រាសមកវិញ។

__គួរចងចាំ:__ នេះជាប្រភេទលំហាត់អំពីការសិក្សាចលនានៃបន្ទុកអគ្គិសនី (អង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនី) ដោយផ្អែកលើច្បាប់រក្សាថាមពល (មិនមែនសិក្សាតាមឌីណាមិចទេ)។ ដើម្បីដោះស្រាយយើងត្រូវកំណត់ឲ្យបាននូវថាមពលប៉ូតង់ស្យែលរបស់អង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនី ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទំនាញដី និងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលយឺត $W = \dfrac{1}{2}kx^2$ *(ដែល k ជាថេរកំរាញរ៉ឺស័រ, x ជាកំហូចទ្រង់ទ្រាយ ឬសាច់លូត) ក៏ប៉ុន្តែជាទូទៅគឺយើងសិក្សាបន្ថែមត្រឹមតែថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទំនាញដីប៉ុណ្ណោះ។ អនុវត្តន៍ច្បាប់រក្សាថាមពលត្រង់ពីរចំណុចខុសគ្នានៃអង្គធាតុផ្ទុកអគ្គិសនី នោះយើងអាចទាញរកដំណោះស្រាយបាន។*

15. គេឲ្យស្វ៊ែរលោហៈតូចពីរឯកលក្ខណ៍ ដាក់ឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ $r = 0.1m$ ក្នុងសុញ្ញកាស។ ដំបូងពេលដែលគេផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នាឲ្យស្វ៊ែរលោហៈទាំងពីរ នោះវាទាញគ្នាដោយកម្លាំង $F_1 = 6.4\times10^{-2}N$ ។ ក្រោយមកគេឲ្យស្វ៊ែរទាំងពីរប៉ះគ្នា ហើយយកវាទៅដាក់ត្រង់ទីតាំងដើមវិញ គេឃើញថាស្វ៊ែរទាំងពីរច្រានគ្នាចេញដោយកម្លាំង $F_2 = 3.6\times10^{-2}\text{N}$ ។ ចូរគណនាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃស្វ៊ែរនីមួយៗ មុនពេលដែលវាប៉ះគ្នា?

ចម្លើយ

\+ តាង q_1, q_2 រៀងគ្នាជាបន្ទុកនៃស្វ៊ែរទី១ និងស្វ៊ែរទី២ មុនពេលវាប៉ះគ្នា នាំឲ្យគេបានកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីរវាងស្វ៊ែរទាំងពីរ កំណត់តាមច្បាប់គូឡុំ:

$$F_1 = k\frac{|q_1q_2|}{r^2} \quad \Rightarrow q_1q_2 = -\frac{F_1.r^2}{k}$$

(សញ្ញា (–) គឺដោយសារបន្ទុកទាំងពីរមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា)

យើងមាន $F_1 = 6.4\times10^{-2}N, \quad r = 0.1m, \quad \text{k}=9.10^9 \text{ SI}$

$$\Rightarrow q_1q_2 = -7.11\times10^{-14} \qquad (1)$$

\+ ក្រោយពេលប៉ះគ្នា ស្វ៊ែរទាំងពីរមានបន្ទុកស្មើគ្នា ហើយមានម៉ូឌុលស្មើ $\frac{|q_1+q_2|}{2}$

ហើយកម្លាំងអគ្គិសនីរវាងស្វ៊ែរទាំងពីរ $F_2 = k\frac{(q_1+q_2)^2}{4.r^2} \Rightarrow (q_1+q_2)^2 = \frac{4F_2r^2}{k}$

យើងមាន $F_2 = 3.6\times10^{-2}N \quad \Rightarrow (q_1+q_2)^2 = 16.10^{-14}$

$$\Rightarrow q_1+q_2 = \pm4.10^{-7} \qquad (2)$$

ដោះស្រាយសមីការ (1) និង (2) តាមទ្រឹស្តីបទវៀត យើងបាន:

$q_1 \approx -1.33\times10^{-7}C$, $q_2 \approx 5.33\times10^{-7}C$

ឬ $q_1 \approx 1.33\times10^{-7}C$, $q_2 \approx -5.33\times10^{-7}C$

16. មានបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_1 = 4.10^{-7}C$ និង $q_2 = -4.10^{-7}C$ ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងសុញ្ញកាសនៅត្រង់ចំណុចនឹងពីរ A និង B ដែល $AB = a = 3cm$ ។ ចូរគណនាកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីផ្ចួបដែលមានអំពើលើបន្ទុក $q_3 = 4.10^{-3}\text{C}$ ដាក់នៅត្រង់ចំណុច C ក្នុងករណី:

a. ករណី $CA = 2cm$, $CB = 1cm$

b. ករណី $CA = 2cm, CB = 5cm$

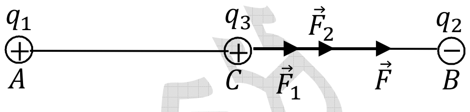
c. ករណី $CA = CB = 2.5cm$ ។

ចម្លើយ

តាង $\vec{F_1}, \vec{F_2}$ រៀងគ្នាជាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលបង្កើតឡើងដោយ q_1, q_2 មានអំពើលើ q_3

យើងបាន កម្លាំងផ្តួបមានអំពើលើ q_3 គឺ:

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$



(រូប $1.16a$)

a. ករណី $CA = 2cm, CB = 1cm$

ដោយ $CA + CB = AB$ នាំឲ្យគេបាន ចំណុច C ស្ថិតនៅលើចន្លោះ AB

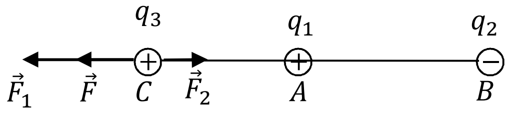
ដោយ q_1, q_3 វិជ្ជមាន និង q_2 អវិជ្ជមាននោះយើងបាន $\vec{F_1}, \vec{F_2}, \vec{F_3}$ មានទិសដៅដូចរូប $1.16a$ ។

$$\Rightarrow F = F_1 + F_2 = k\frac{|q_1q_3|}{(AC)^2} + k\frac{|q_1q_2|}{(BC)^2}$$

យើងមាន

$$q_1 = 4.10^{-7}C,\ q_2 = -4.10^{-7}C, AC = 2cm = 2.10^{-2}m,\ \mathrm{BC{=}1cm{=}10^{-2}}m$$

$$\Rightarrow \boxed{F = 18N}$$



(រូប $1.16b$)

b. ករណី $CA = 2cm, CB = 5cm$

ដោយ $CB - CA = AB$ នាំឲ្យយើងបានចំណុច C

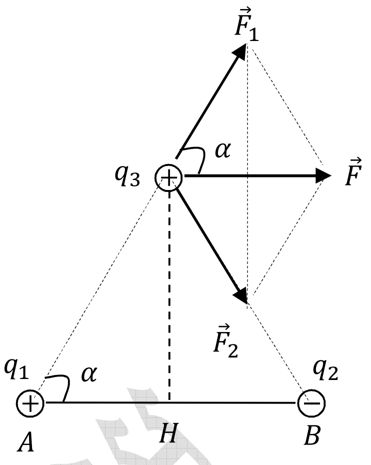
ស្ថិតនៅលើបន្លាយនៃបន្ទាត់ AB នៅជិតចំណុច A (ដូចរូប $1.16b$)

យើងបាន $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F}$ មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា (ដូចរូប) និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ

$$F_1 = k\frac{|q_1q_3|}{(AC)^2} = 3.6N \text{ និង } F_2 = k\frac{|q_2q_3|}{(BC)^2} = 0.576N$$

នាំឲ្យ $F = |F_1 - F_2| = \boxed{3.024N}$

c. ករណី $CA = CB = 2.5cm$



(រូប $1.16c$)

ដោយ $CA = CB > AB$ នោះគេបានចំណុច C ស្ថិតនៅលើមេដ្យាទ័រនៃ AB ហើយកម្លាំង $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ មានទិស និងទិសដៅដូចរូប $1.16c$ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$F_1 = k\frac{|q_1q_3|}{(\overline{AC})^2} = 2.304N$$

និង $$F_2 = k\frac{|q_2q_3|}{(\overline{BC})^2} = 2.304N$$

ដោយ $F_1 = F_2$ នោះយើងបានកម្លាំងផ្គួប $\vec{F}$ មាន: ទិសស្ថិតលើទំរនៃកន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ $(\widehat{\vec{F}_1;\vec{F}_2})$ ស្របនឹង AB , មានទិសដៅ ពី $A \rightarrow B$ (ដូចរូប) និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$F = 2F_1\cos\alpha \quad , \quad \cos\alpha = \frac{AH}{AC} = \frac{1.5}{2.5} = 0.6$$

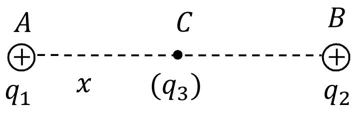
នាំឲ្យ $\boxed{F = 2.765N}$

17. គេឲ្យបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_1 = 3.10^{-7}C, q_2 = 1.2\times10^{-6}\,C$ មិនស្ថិតនៅនឹង។ ដំបូងគេដាក់បន្ទុកទាំងពីរឃ្លាតគ្នាប្រវែង $a = 6cm$ ក្នុងសុញ្ញកាស។ ក្រោយមកគេដាក់ថែមបន្ទុកទីបីមួយទៀត q_3 ដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងបីមានលំនឹង។ ចូររកទីតាំង និងគណនារកអាំងតង់ស៊ីតេនៃបន្ទុក q_3 ?

ចម្លើយ

ដើម្បីឲ្យបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងបីមានលំនឹង លុះត្រាតែកម្លាំងផ្គួបមានអំពើលើបន្ទុកនីមួយៗ ដែលបង្កើតឡើងដោយបន្ទុកពីរផ្សេងទៀតស្មើនឹងសូន្យ គឺមានន័យថាកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីទាំងពីរដែលមានអំពើលើបន្ទុកនីមួយៗ ជាកម្លាំងពីរផ្ទុះគ្នា (ចំណុចចាប់រួម ទិសដៅផ្ទុយ អាំងតង់-ស៊ីតេស្មើគ្នា)។ លក្ខខណ្ឌខាងលើផ្ទៀតផ្ទាត់កាលណា បន្ទុកទាំងបីស្ថិតលើបន្ទាត់តែមួយ។ ឬ

គេអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតថា គេត្រូវដាក់បន្ទុកទីបី q_3 ត្រង់ចំណុច C ចន្លោះ AB (ព្រោះ q_1,q_2 មានសញ្ញាដូចគ្នា) ដូចរូប 1.17 ។



(រូប1.17)

តាង $\vec{F}_{13}$ ជាកម្លាំង q_1 មានអំពើលើ q_3

$\vec{F}_{23}$ ជាកម្លាំង q_2 មានអំពើលើ q_3

$$CA = x \Rightarrow CB = a - x$$

គេបានលក្ខខណ្ឌ: $F_{13} = F_{23}$ (1)

$$\Rightarrow k\frac{q_1|q_3|}{x^2} = k\frac{q_2|q_3|}{(a-x)^2}$$

$$\Leftrightarrow q_1(a-x)^2 = q_2x^2$$

យើងមាន: $q_1 = 3.10^{-7}C, q_2 = 1.2\times10^{-6}C = 12.10^{-7}C,\ \ a = 6cm$

$$\Rightarrow 3(6-x)^2 = 12x^2 \qquad \Rightarrow x = 2cm$$

លទ្ធផលនេះផ្ទៀងផ្ទាត់ចំពោះ $\forall$ តម្លៃ និងសញ្ញារបស់ q_3 ករណីដែលបន្ទុក q_1,q_2 ត្រូវបានរក្សាឲ្យនៅនឹងត្រង់ចំណុច A, B ។ ប៉ុន្តែបើ $q_1,\ q_2$ មិនត្រូវបានគេរក្សាឲ្យនៅនឹងមួយកន្លែងទេនោះ ដើម្បីឲ្យបន្ទុក q_1 (ឬ q_2) មានលំនឹង លុះត្រាតែ q_3 អវិជ្ជមាន(ដើម្បីឲ្យ $\vec{F}_{21}$ និង $\vec{F}_{31}$ ជាកម្លាំងពីរផ្ទុះគ្នា)។ ម្យ៉ាងទៀត q_3 ត្រូវមានអាំងតង់ស៊ីតេយ៉ាងណាឲ្យ $F_{21} = F_{31}$

$$\Rightarrow k\frac{q_2q_1}{a^2} = k\frac{|q_3|q_1}{x^2} \qquad \Rightarrow |q_3| = q_2\frac{x^2}{a^2}$$

ដោយ $x = 2cm,\ \ a = 6cm,\ \ q_2 = 2.10^{-7}C$

$$\Rightarrow |q_3| = \frac{4}{3}.10^{-7}C \ \Rightarrow\ q_3 = -\frac{4}{3}.10^{-7}C$$

យើងឃើញថា ចំពោះ q_3 ខាងលើនេះ ក៏បំពេញលក្ខខណ្ឌ $F_{12} = F_{32}$ ដែរ គឺមានន័យថាបន្ទុក q_2 មានលំនឹងដែរ។

ដូចនេះ ដើម្បីឲ្យប្រពន្ធ័បន្ទុកអគ្គិសនីទាំងបីមានលំនឹងលុះត្រាតែដាក់បន្ទុក q_3 ត្រង់ចំណុច C (ដែល $CA = x = 2cm$) និងមានម៉ូឌុល $q_3 = -\frac{4}{3}.10^{-7}C$ ។

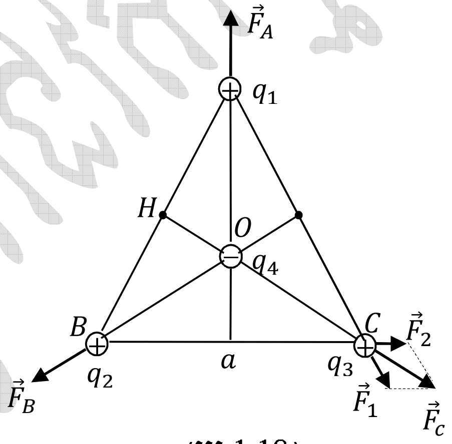
18. គេឲ្យបន្ទុកអគ្គិសនីបីឯកលក្ខណ៍ $q_1 = q_2 = q_3 = 2.10^{-7}\ C$ ដាក់នៅត្រង់កំពូលទាំងបីនៃត្រីកោណសម័ង្សមួយដែលមានជ្រុង $a = 3cm$ ។

a. គណនាកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីផ្គួបមានអំពើលើបន្ទុកនីមួយៗ។

b. ប្រសិនបើបន្ទុកទាំងបីមិនត្រូវបានគេរក្សាឲ្យនៅនឹងមួយកន្លែងទេ តើគេត្រូវដាក់បន្ទុក q_4 មួយទៀតនៅត្រង់កន្លែងណា? មានសញ្ញាដូចម្តេច? និងមានអាំងតង់ស៊ីតេប៉ុន្មាន? ដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងបួនខាងលើមានលំនឹង។

__ចម្លើយ__

a. ដោយ q_1, q_2, q_3 មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា និងឃ្លាតពីគ្នាប្រវែងស្មើគ្នា ហេតុនេះយើងកំណត់កម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើ q_3 ដែលដាក់ត្រង់ចំណុច C បន្ទាប់មកទាញសន្និដ្ឋានឲ្យបន្ទុកពីរផ្សេងទៀត។ តាមច្បាប់គូឡុំ និងវិធានប្រលេឡូក្រាម យើងឃើញថាកម្លាំង $\vec{F}_C$ មានអំពើលើ q_3 មានៈ ទិសកែងនឹង AB ទិសដៅដូចរូប 1.18 និងមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ



(រូប 1.18)

$$F = 2F_1 \cos 30^o$$

ដែល $F_1 = k\dfrac{q^2}{a^2}$ ឬ $F = k\dfrac{q^2}{a^2}\sqrt{3}$

$$\Rightarrow F_C = 2k\frac{q^2}{a^2}\cos 30^o = 2\times 9.10^9 \frac{\left(2.10^{-7}\right)^2}{\left(3.10^{-2}\right)^2}\frac{\sqrt{3}}{2} = \boxed{0.69N}$$

ចំពោះបន្ទុក q_1 និង q_2 យើងក៏ទទួលបានចំលើយដូចគ្នាដែរៈ

- កម្លាំងផ្គួបមានអំពើលើ q_1 គឺ $\vec{F}_A$ មានទិសកែង BC

ទិសដៅដូចរូប និងអាំងតង់ស៊ីតេ $\boxed{F_A = 0.69N}$ ។

- កម្លាំងផ្គួបមានអំពើលើ q_2 គឺ $\vec{F}_B$ មានទិសកែង AC

ទិសដៅដូចរូប និងអាំងតង់ស៊ីតេ $\boxed{F_B = 0.69N}$ ។

b. ជាបឋមយើងឧបមាថា បន្ទុកអគ្គិសនី 3 នៅត្រង់កំពូល *A, B, C* បើចង់ដាច់បន្ទុក q_4 ឲ្យមានលំនឹង នោះលក្ខខណ្ឌគឺ កម្លាំងផ្គួបមានអំពើលើ q_4 ដែលបង្កើតឡើងដោយបន្ទុកបីទៀតស្មើសូន្យ។ ដោយបន្ទុកទាំងបីដាក់ត្រង់កំពូលមានម៉ូឌុលស្មើគ្នា នោះដើម្បីឲ្យកម្លាំងផ្គួបស្មើសូន្យ នោះ q_4 ត្រូវដាក់នៅត្រង់ផ្ចិត O នៃត្រីកោណ (ទីប្រជុំទម្ងន់នៃត្រីកោណ) ដូចរូប 1.18 ។ ពេលនោះ កម្លាំងទាំងបី ដែលបង្កើតឡើងដោយ q_1, q_2, q_3 មានទិសដៅផ្ទុំគ្នាបានមុំ 120° និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា ដូចនេះកម្លាំងផ្គួបនៃកម្លាំងទាំងបីស្មើសូន្យជានិច្ចចំពោះ ∀ តម្លៃ និងសញ្ញានៃ q_4 ។ ប៉ុន្តែបើចង់ឲ្យបន្ទុក q_1, q_2, q_3 ដាក់ត្រង់កំពូល *A, B, C* មានលំនឹងដែរ (គឺប្រព័ន្ធបន្ទុកទាំង 4 មានលំនឹង) នោះបន្ទុក q_4 ត្រូវមានម៉ូឌុល និងសញ្ញាយ៉ាងណាឲ្យ កម្លាំងដែលបង្កើតឡើងដោយ q_4 និងកម្លាំងដែលបង្កើតដោយបន្ទុកពីរផ្សេងទៀត (ឧទាហរណ៍៖ បន្ទុកត្រង់ A និង B) មានអំពើលើបន្ទុកមួយ (ឧទាហរណ៍: បន្ទុកត្រង់ C) ផ្គួបគ្នាស្មើសូន្យ ។ ដើម្បីបានដូចនេះ q_4 ត្រូវបំពេញលក្ខខណ្ឌ: q_4 ជាបន្ទុកអវិជ្ជមាន និងអាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងដែល q_4 មានអំពើលើ q_1, q_2, q_3 ត្រូវតែជាកម្លាំងឆ្លុះនឹងកម្លាំង $\vec{F}_A; \vec{F}_B; \vec{F}_C$ ដែលបានសិក្សានៅសំនួរ a ខាងលើ: $F_{43} = F_C \Rightarrow \vec{F}_C + \vec{F}_{43} = 0$ ។

យើងបាន: $k\dfrac{|q_4||q_3|}{(OC)^2} = k\dfrac{q^2}{a^2}\sqrt{3}$ ដែល $OC = CH.\dfrac{2}{3} = a\dfrac{\sqrt{3}}{2}\dfrac{2}{3} = \dfrac{a\sqrt{3}}{3}$

$$\Rightarrow \frac{|q_4|}{\left(\dfrac{a\sqrt{3}}{2}\right)^2} = \frac{q\sqrt{3}}{a^2} \qquad \Rightarrow |q_4| = q\frac{\sqrt{3}}{2} = 1.15\times10^{-7}C$$

ដូចនេះ ដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធបន្ទុកអគ្គិសនីទាំង 4 មានលំនឹង នោះបន្ទុក q_4 ត្រូវដាក់នៅត្រង់ទីប្រជុំទម្ងន់នៃត្រីកោណសម័ង្ស ABC និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ $q_4 = -1.15\times10^{-7}C$ ។

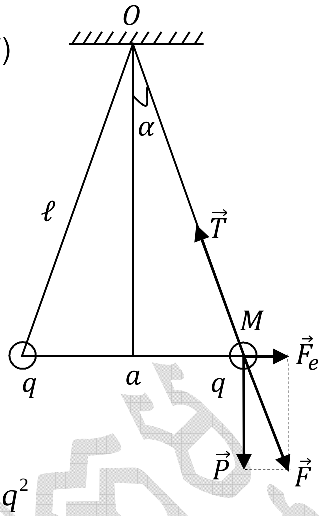
19. ស្វ៊ែរលោហៈតូចពីរឯកលក្ខណ៍ មានម៉ាស $m = 0.1g$ និងមានបន្ទុក $q = 10^{-7}C$ ដូចគ្នាត្រូវបានគេយកមកព្យួរត្រង់ចំណុចតែមួយដោយប្រើខ្សែឆ្មាពីរមានប្រវែងស្មើគ្នា។ ដោយសារអំពើកម្លាំងច្រានអេឡិចត្រូស្តាទិច ធ្វើឲ្យស្វ៊ែរលោហៈទាំងពីរឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង $a = 30cm$ ។ ចូរគណនាមុំគំលាតរវាងខ្សែព្យួរស្វ៊ែរលោហៈ ធៀបនឹងទិសឈរ (យក $g = 10m/s^2$)។

ចម្លើយ

- គណនាមុំ α (មុំគំលាតរវាងខ្សែព្យួរស្វែរ ធៀបទិសឈរ)

ស្វែរនីមួយៗរងកម្លាំងបីគឺ:

- ទំនង់ $\vec{P}$ $(P = mg)$
- កម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច $\vec{F_e}$
- តំណឹងខ្សែ $\vec{T}$



ស្វែរមានលំនឹងកាលណា:

$$\vec{P} + \vec{F_e} + \vec{T} = 0 \text{ ឬ } \vec{P} + \vec{F_e} = -\vec{T}$$

តាមរូប: $\tan\alpha = \frac{F_e}{P}$ និងតាមច្បាប់គូឡំ: $F_e = k\frac{q^2}{a^2}$

នាំឲ្យ $\tan\alpha = \frac{k\frac{q^2}{a^2}}{mg} = \frac{kq^2}{mga^2} = \frac{9.10^9 \times (10^{-7})^2}{10^{-4} \times 10 \times (0.3)^2} = 1$

ដូចនេះ $\boxed{\alpha = 45^o}$

20. គេមានស្វែរលោហៈតូចពីរ មានម៉ាសដូចគ្នា $m = 1.8g$ ត្រូវបានគេព្យួរត្រង់ចំណុចមួយដោយខ្សែឆ្មាពីរប្រវែង $\ell = 1.5m$ ដូចគ្នា។

a. បើគេផ្ទុកឲ្យស្វែរទាំងពីរ នូវបន្ទុក $q = 1.2 \times 10^{-8} C$ នោះគេឃើញថាស្វែរទាំងពីរឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង a។ គណនា a? សិក្សាក្នុងករណីមុំគំលាតរវាងខ្សែព្យួរធៀបនឹងទិសឈរជាមុំតូច និងយក $g = 10m/s^2$ ។

b. ឧបមាថាមានឧប្បត្តិហេតុណាមួយធ្វើឲ្យស្វែរណាមួយត្រូវបាត់បង់បន្ទុកទាំងស្រុង។ ពេលនោះតើមានបាតុភូតអ្វីកើតឡើង? គណនាគំលាតថ្មីរវាងស្វែរទាំងពីរ ?

ចម្លើយ

a. គណនាចម្ងាយរវាងស្វែរទាំងពីរ

- ដោះស្រាយដូចលំហាត់ទី 19 :

ក្នុងករណីនេះ បន្ទុករបស់ស្វែរនីមួយៗគឺ $\frac{q}{2}$ (ព្រោះស្វែរទាំងពីរឯកលក្ខណ៍)

យើងបានរូបមន្តគណនាមុំគំលាត:

$$\tan\alpha = \frac{F_e}{P} = \frac{k(\frac{q}{2})^2}{mga^2} \qquad (1)$$

ករណីមុំតូចយើងបាន:

$$\tan\alpha \approx \sin\alpha \approx \frac{\frac{a}{2}}{\ell} = \frac{a}{2\ell} \qquad (2)$$

តាម (1) និង (2)

$$\Rightarrow \frac{a}{2\ell} = \frac{k.q^2}{4mga^2}$$

$$\Rightarrow a^2 = \frac{kq^2\ell}{2mg} = \frac{9.10^9\left(1.2\times10^{-8}\right)^2\times1.5}{2\times1.8\times10^{-3}\times10} = 3.78\times10^{-2}m = 3.78cm$$

ដូចនេះ: $\boxed{a = 3.78\ cm}$

b. ករណីដែលស្វ៊ែរណាមួយបាត់បង់បន្ទុកអស់ នោះនាំឲ្យគ្មានកម្លាំងអន្តរកម្មអគ្គិសនីរវាងស្វ៊ែរទាំងពីរ ហេតុនេះធ្វើឲ្យស្វ៊ែរទាំងពីររត់មករកទីទាំងលំនឹង ($\alpha = 0$) ហើយស្វ៊ែរទាំងពីរក៏ប៉ះគ្នា ។ ក្រោយពេលប៉ះគ្នា ស្វ៊ែរមួយមានបន្ទុក $\left(\frac{q}{2}\right)$ ត្រូវបានផ្ទុកឲ្យស្វ៊ែរមួយទៀតនាំឲ្យស្វ៊ែរនីមួយៗមានបន្ទុក $\left(\frac{q}{4}\right)$ បន្ទាប់មកស្វ៊ែរទាំងពីរក៏ច្រានគ្នាចេញ ដោយសារអំពើនៃកម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច និងធ្វើឲ្យស្វ៊ែរទាំងពីរឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ b ។

- តាមសំរាយខាងលើ នាំឲ្យ: $b^3 = \frac{kq^2\ell}{8mg} = \frac{a^3}{4} \Rightarrow b = \frac{a}{\sqrt[3]{4}} = \frac{3.78}{\sqrt[3]{4}} \approx 2.38\ cm$

ដូចនេះ: $\boxed{b = 2.38cm}$

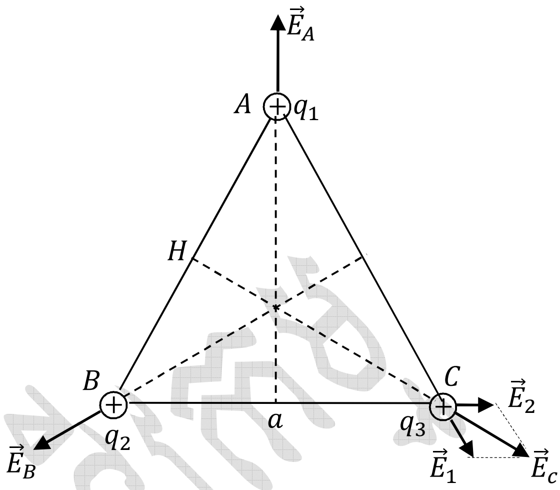
21. បន្ទុកអគ្គិសនីបី q_1, q_2, q_3 ត្រូវបានគេដាក់ត្រង់កំពូលទាំងបីនៃត្រីកោណសម័ង្ស ABC មួយ ដែលមានជ្រុង $a = 3cm$ ។ ចូរគណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីផ្ចួបត្រង់ត្រង់កំពូលទាំងបីនៃត្រីកោណ? ក្នុងករណី:

a. $q_1 = q_2 = q_3 = q = 2.10^{-7}\ C$

b. $q_1 = q_2 = q = 2.10^{-7}C\ ;\ q_3 = -q = -2.10^{-7}C$ ។

ចម្លើយ

a. ដោយបន្ទុកទាំងបីដាក់ត្រង់ A, B, C មានតម្លៃស្មើគ្នា និងមានចម្ងាយស្មើគ្នា នោះយើងសិក្សាតែអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីផ្ទួបដែលបង្កើតឡើងដោយបន្ទុកអគ្គិសនីពីរនៅត្រង់ចំណុចមួយ បន្ទាប់មកយើងទាញសន្និដ្ឋានចំពោះដែនផ្ទួបត្រង់ពីរចំណុចផ្សេងទៀត។



(រូប 1.21a)

-យើងសិក្សាត្រង់ចំណុច C

(តាមរូប1.21a):

$$\vec{E}_C = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

-តាមនិយមន័យដែនអគ្គិសនី:

$$E_1 = E_2 = k\frac{q}{a^2}$$

នាំឲ្យយើងបាន: $\vec{E}_C$ មានទិសកែងនឹង AB ទិសដៅដូចរូប និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$E_C = 2E_1\cos 30^o = E_1\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow E_C = k\frac{q}{a^2}\sqrt{3} = 9.10^9\frac{2.10^{-7}\times\sqrt{3}}{(3.10-2)^2} = \boxed{3.46\times10^6 \quad V/m}$$

ដូចគ្នាដែរយើងបាន:

- $\vec{E}_A$ មានទិសកែងនឹង BC ទិសដៅដូចរូប 1.21a និងអាំងតង់ស៊ីតេ

$$E_A = 3.46\times10^6 \text{ V/m}$$

- $\vec{E}_B$ មានទិសកែងនឹង AC , ទិសដៅដូចរូប 1.21a និងអាំងតង់ស៊ីតេ

$$E_B = 3.46\times10^6 \text{ V/m}$$

b. ដោយបន្ទុក q_1, q_2 ដាក់ត្រង់ A និង B មានតម្លៃដដែលដូចសំនួរ (a)

$\Rightarrow$ $\vec{E}_C$ មិនទិសកែងនឹង AB ,ទិសដៅដូចរូប 1.21b និង

មានអាំងតង់ស៊ីតេ $E_C = 3.46\,10^6$ V/m

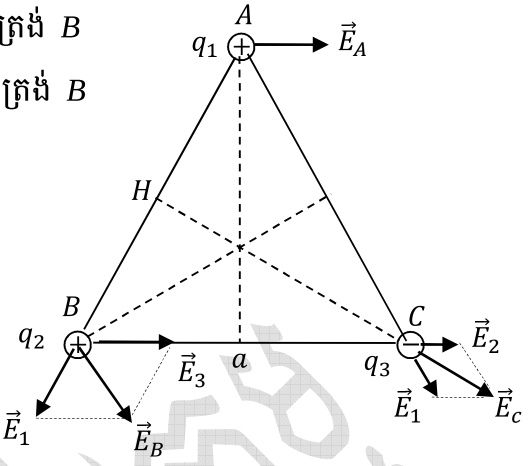
+ គណនា $\vec{E}_B$:

តាង $\vec{E}_1$ ជាវ៉ិចទ័រដែនបង្កើតដោយ q_1 នៅត្រង់ B

$\vec{E}_3$ ជាវ៉ិចទ័រដែនបង្កើតដោយ q_3 នៅត្រង់ B

យើងបាន: $\vec{E}_B = \vec{E}_1 + \vec{E}_3$

ម្យ៉ាងទៀត: $E_1 = E_3 = k\dfrac{q}{a^2}$



(រូប 1.21b)

តាមរូប 1.21b យើងបាន: $\vec{E}_B$ មានចំណុចចាប់ត្រង់ B,ទិសស្របនឹង AC (ផ្គុំបានមុំ 60° និង BC) និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$E_B = 2E_1\cos 60^o = k\frac{q}{a^2} = k\frac{q}{a^2} = 9.10^9\frac{2.10^{-7}}{(3.10^{-2})^2} = \boxed{2.10^6 \ \text{V/m}}$$

+ គណនា $\vec{E}_C$:

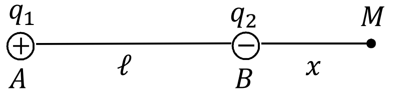
ដូចគ្នានឹងសំនួរ (b) ដែរ យើងបាន $\vec{E}_A$ មានទិសស្របនឹង BC ទិសដៅដូចរូប 1.21b និងមាន អាំងតង់ស៊ីតេ $\boxed{E_A = 2.10^6 \ \text{V/m}}$

22. គេឲ្យចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_1 = 4.10^{-8}\text{C}$ និង $q_2 = -10^{-8}\ C$ ដាក់ត្រង់ពីរចំណុច A និង B ដែល $AB = \ell = 5cm$ ។ ចូរកំណត់រកទីតាំងដែលត្រង់ចំណុចនោះអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីផ្គួបស្មើសូន្យ ?

<u>ចម្លើយ</u>

តាង $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ ជាវ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនីដែលបង្កើតដោយ q_1 និង q_3 ត្រង់ចំណុច M នាំឲ្យ ដែនអគ្គិសនីផ្គួបត្រង់ M :

$$\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$



(រូប 1.22)

ដើម្បីឲ្យដែនត្រង់ចំណុច M ស្មើសូន្យ $\left(\vec{E}_M = 0\right)$

លុះត្រាតែវ៉ិចទ័រដែនទាំងពីរ $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ ជាវ៉ិចទ័រពីរឆ្លុះគ្នា មានន័យថាវ៉ិចទ័រទាំងពីរ:

- ទិសដូចគ្នា $\Rightarrow$ ចំណុច M ត្រូវស្ថិតលើបន្ទាត់កាត់តាម A និង B
- ទិសដៅផ្ទុយ $\Rightarrow$ ចំណុច M ស្ថិតនៅលើបន្លាយ AB (ព្រោះ q_1 និង q_2 មានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា)
- អាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា: $E_1 = E_2 \Rightarrow$ ចំណុច M ត្រូវស្ថិតនៅជិតចំណុច B ព្រោះ $|q_1|>|q_2|$

តាមរូប 1.22 : តាង $MB = x$ នោះយើងបាន:

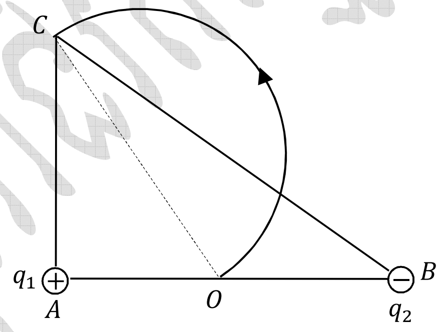
$$k\frac{|q_2|}{x^2} = k\frac{q_1}{(\ell + x)^2} \Leftrightarrow (\ell + x)^2 = 4x^2 \qquad \Rightarrow x = \ell = 5cm$$

ដូចនេះ ចំណុច M ដែលដែនផ្ទួបស្មើសូន្យ ស្ថិតនៅលើបន្លាយ AB ផ្នែកខាងស្តាំ B មានចម្ងាយ $5cm$ ពី B ។

23. គេដាក់បន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_1 = 5.10^{-9}C$ និង $q_2 = -5.10^{-9}C$ រៀងគ្នានៅត្រង់កំពូល A និង B នៃត្រីកោណកែង ABC ដែល $AB = 4cm$ និង $AC = 3cm$ ដូចរូប1.23 ។

a. ចូរគណនាប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុច C និង ចំណុច O (O ជាចំណុចកណ្តាល AB)។

b. គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងអគ្គិសនីដើម្បីផ្លាស់ទីបន្ទុក $q_3 = -10^{-9}C$ ពីចំណុច O ទៅដល់ C ស្របតាមកន្លះរង្វង់អង្កត់ផ្ចិត OC ។



(រូប 1.23)

ចម្លើយ

a. គណនាប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុច C និង O

ប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុច (C ឬ O) ជាផលបូកនៃប៉ូតង់ស្យែលបង្កើតដោយ q_1 និង q_2

\+ ត្រង់ចំណុច C : $V_C = V_{1C} + V_{2C} = k\frac{q_1}{AC} + k\frac{q_2}{BC}$

យើងមាន: $BC = \sqrt{AB^2 + AC^2} = 5cm = 5.10^{-2}m$

និង $k = 9.10^9 SI,\ q_1 = 5.10^{-9}C,\ q_2 = -5.10^{-9}C,\ AC = 3cm = 3.10^{-2}m$

$$\Rightarrow \boxed{V_C = 600V}$$

+ ត្រង់ចំណុច O : $V_O = V_{O1} + V_{O2} = k\frac{q_1}{AO} + k\frac{q_2}{BO}$

ដោយ $AO = BO$ ហើយ $q_1 = -q_2$ $\Rightarrow$ $\boxed{V_O = 0}$

b. គណនាកម្មន្ត A_{OC}

កម្មន្តនៃកម្លាំងអគ្គិសនី ពេលបន្ទុក q_3 ផ្លាស់ទីពី $O \to C$ មិនអាស្រ័យនឹងរាងនៃបំលាស់ទី វាអាស្រ័យតែនឹងទីតាំងដើម និងទីតាំងស្រេចៈ

$$A_{OC} = q_3(V_O - V_C) = -10^{-9}(0-600) = \boxed{6.10^{-7}\ J}$$

24. គេមានស្វ៊ែរលោហៈពីរ គឺស្វ៊ែរ 1 និង 2 មានកាំ r_1 និង r_2 ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី q_1 និង q_2 ត្រូវបានគេដាក់ឲ្យស្ថិតនៅឆ្ងាយពីគ្នាក្នុងសុញ្ញកាស។ បន្ទាប់មកគេយកខ្សែចម្លងមួយមកតភ្ជាប់ស្វ៊ែរលោហៈទាំងពីរ។ តើអេឡិចត្រុងនឹងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរណាមួយ ទៅស្វ៊ែរណាមួយ? សិក្សាក្នុងករណី៖

a. $r_1 > r_2$; $q_1 = q_2 > 0$

b. $r_1 > r_2$; $V_1 = V_1$ ចូរប្រៀបធៀប q_1 និង q_2 ?

c. $q_1 > 0$; $q_2 < 0$

ចម្លើយ

- ស្វ៊ែរលោហៈត្រូវបានផ្ទុកអគ្គិសនី គឺជាអង្គធាតុអេគីប៉ូតង់ស្យែល

$\Rightarrow$ បន្ទុករាយលើផ្ទៃស្វ៊ែរខាងក្រៅតែប៉ុណ្ណោះ

- ប៉ូតង់ស្យែលស្វ៊ែរ: $V = k\frac{q}{r}$

- ពេលភ្ជាប់ស្វ៊ែរទាំងពីរដោយខ្សែចម្លង នោះបន្ទុកអគ្គិសនីនឹងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរដែលមានប៉ូតង់ស្យែលខ្ពស់ ទៅស្វ៊ែរដែលមានប៉ូតង់ស្យែលទាប។ ដោយអេឡិចត្រុង ផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមាន នោះវានឹងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរដែល មានប៉ូតង់ស្យែលទាប ទៅស្វ៊ែរដែលមានប៉ូតង់ស្យែលខ្ពស់។

យើងបាន: $V_1 = k\frac{q_1}{r_1}$; $V_2 = k\frac{q_2}{r_2}$

a. ដោយ $r_1 > r_2$ $\Rightarrow V_1 < V_2$ នោះករណីនេះអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរទី 1 ទៅស្វ៊ែរទី 2 ។

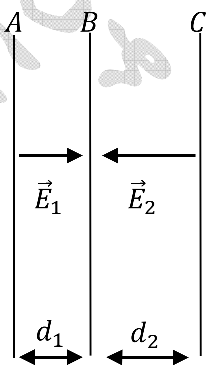
b. ដោយ $V_1 = V_2$ នាំឲ្យអេឡិចត្រុងមិនផ្លាស់ទី, ហើយ q_1 និង q_2 មានសញ្ញាដូចគ្នា

$$\Rightarrow k\frac{q_1}{r_1} = k\frac{q_2}{r_2} \quad \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{r_1}{r_2}$$ តែ $r_1 > r_2$

$$\Rightarrow |q_1| > |q_2|$$

c. ដោយ $q_1 > 0,\ q_2 < 0$ ហេតុនេះ $V_1 > 0$, $V_2 < 0$ មានន័យថា $V_1 > V_2$ នាំឲ្យអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីស្វ៊ែរ 2 ទៅស្វ៊ែរ 1 ។

25. បន្ទះលោហៈបី A, B, C ដាក់ស្របគ្នាផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីស្មើសាច់ដូចគ្នា ដាក់ឃ្លាតពីគ្នា $d_1 = 2.5cm$, $d_2 = 4cm$ ដូចរូប 1.25 ។ គេដឹងថាដែនអគ្គិសនីចន្លោះបន្ទះលោហៈទាំងបីជាដែនឯកសណ្ឋាន មានអាំងតង់ស៊ីតេ $E_1 = 8.10^4 V/m$, $E_2 = 10^5 V/m$ និងមានទិសដៅដូចរូប។ បន្ទាប់មកគេតភ្ជាប់បន្ទះលោហៈ A ទៅនឹងដី $(V_A = 0)$ ។ ចូរគណនាប៉ូតង់ស្យែល V_B, V_C នៃបន្ទះ $B;C$ ។



(រូប 1.25)

<u>ចម្លើយ</u>

ដោយ $\vec{E}_1$ មានទិសដៅពី $A \to B$ យើងបាន:

$$U_{AB} = V_A - V_B = E_1 d_1$$

$$\Rightarrow V_B = V_A - E_1 d_1 = 0 - 8.10^4 \times 2.5\ 10^{-2} = \boxed{-2000V}$$

ដោយ $\vec{E}_2$ មានទិសដៅពី $C \to B$ យើងបាន:

$$U_{CB} = V_C - V_B = E_2 d_2$$

$$\Rightarrow V_C = V_B + E_2 d_2 = -2000 + 10^5 \times 4.10^{-2} = \boxed{2000V}$$

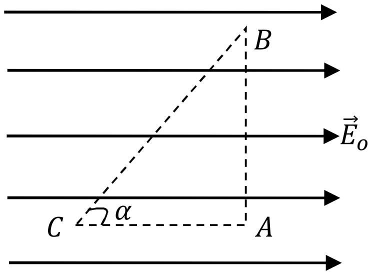
ដូចនេះ: $\boxed{V_B = -2000V, \quad V_C = 2000V}$

26. គេយកត្រីកោណកែង ABC កែងត្រង់ A $\left(\widehat{BAC}=\alpha=60^o\ ;\ BC=6cm\right)$ ទៅដាក់ក្នុងដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន $\vec{E}_o$ រៃយ៉ាងណាឲ្យជ្រុង AC ស្របនឹង $\vec{E}_o$ ។ គេដឹងថា $U_{CB}=120V$ ។

a. គណនា U_{AB} ; U_{CA}

b. គណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនី E_o

c. គេដាក់ថែមបន្ទុក $q=9.10^{-10}C$ នៅត្រង់ B ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនផ្ទបត្រង់ A?(ដូចរូប 1.26)



(រូប 1.26)

ចម្លើយ

a. គណនា U_{AB}, U_{BC}

+ ឧបមាថា មានបន្ទុកមួយផ្លាស់ទីពី $A\rightarrow B$

តាមនិយមន័យផលសងប៉ូតង់ស្យែល: $U_{AB}=\dfrac{A_{AB}}{q}$

យើងឃើញថានៅលើ AB កម្លាំង $\vec{F}=q\vec{E}$ មានទិសកែងនឹង AB ជានិច្ច ហេតុនេះនាំឲ្យកម្មន្តនៃកម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច $A_{AB}=0\ \Rightarrow\ \boxed{U_{AB}=0}$

+ យើងមាន:

$$U_{BC}=V_B-V-C=V_B-V_A+V_A-V_C=-U_{AB}-U_{AC}$$

$$=O-U_{AC}=U_{CA}=120V$$

ដូចនេះ: $\boxed{U_{BC}=120V}$

b. គណនា E_o

$$E_o=\frac{U}{d}=\frac{U_{CA}}{CA}$$

តែ $CA=BC.\cos\alpha=6\cos 60^o=3cm=3.10^{-2}m$

$$\Rightarrow E_o=\frac{120}{3.10^{-2}}=\boxed{4000\ \text{ V/m}}$$

c. គណនា E_A

ដែនអគ្គិសនីត្រង់ A រួមមាន: $\vec{E}_o$ និង $\vec{E}$ ដែលបង្កើតឡើងដោយបន្ទុក q នៅត្រង់ B

$$\vec{E}_A = \vec{E}_o + \vec{E}$$

$$\Rightarrow E_A = \sqrt{E_o^2 + (k\frac{q}{AB^2})^2} = \sqrt{(4000)^2 + \left(9.10^9 \frac{9.10^{-10}}{\left(3\sqrt{2}\times 10^{-2}\right)^2}\right)^2} = \boxed{5000\ V/m}$$

27. គេឲ្យកុងដង់សាទ័រប្លង់សុញ្ញកាសមួយ អាម៉ាតួទាំងពីររបស់វាមានរាងជារង្វង់កាំ $R = 10cm$ ដាក់ឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង $d = 1cm$ ។ បន្ទាប់មកគេភ្ជាប់កុងដង់ទៅនឹងតង់ស្យុង $U = 108V$ ។ គណនាដែនអគ្គិសនីចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រប្លង់ បន្ទុកអគ្គិសនី និងថាមពលកុងដង់សាទ័រ។

<u>ចម្លើយ</u>

\+ គណនា អាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនី E

តាមរូបមន្ត: $E = \frac{U}{d} = \frac{108}{10^{-2}} = \boxed{10800\ \text{V/m}}$

\+ គណនាបន្ទុកកុងដង់សាទ័រ

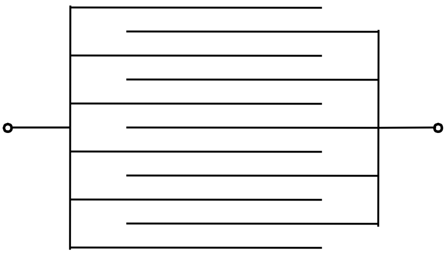
តាមរូបមន្ត: $Q = CU = \frac{S}{4\pi k.d}U = \frac{\pi R^2}{4\pi k.d}U = \frac{R^2 U}{4k.d}$

ដោយ $R = 10cm = 0.1m,\ d = 1cm = 10^{-2}m,\ U = 108V,\ k = 9.10^9\ SI$

$$\Rightarrow Q = \frac{(0.1)^2 \times 108}{4\times 9.10^9 \times 10^{-2}} = \boxed{3.10^{-9}C}$$

\+ គណនាថាមពលកុងដុង: $W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}QU = \boxed{1.62\times 10^{-7}\ J}$

28. កុងដង់សាទ័ររង្វិលមួយ មានអាម៉ាតួចំនួន 11 ដូចៗគ្នារាងជាកន្លះរង្វង់ ដែលក្នុងនោះ អាម៉ាតួអចល័តចំនួន 5 និងអាម៉ាតួចល័តចំនួន 6 ត្រូវបានតភ្ជាប់គ្នាដូចរូប 1.28 ។ គេដឹងថាអាម៉ាតួនីមួយៗមានក្រលាផ្ទៃ $S = 3.14cm^2$ ចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួពីរជាប់គ្នា(ជិតគ្នា) $d = 2mm$ និងក្រលាផ្ទៃឈម



(រូប 1.28)

វាងអាម៉ាតួទាំងអស់មានតម្លៃអតិបរមាស្មើ S ។

a. គណនាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័ររង្វិលខាងលើ

b. គេយកកុងដង់ខាងលើទៅភ្ជាប់នឹងតង់ស្យុងដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 36V$, ចូរគណនាបន្ទុកនៃកុងដង់សាទ័ររង្វិលខាងលើ?

c. បើគេចង់ឲ្យកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់ស្មើនឹង $25\ pF$ តើគេត្រូវការបន្ទះអាម៉ាតួដូចៗគ្នាចំនួនប៉ុន្មាន ដើម្បីផ្គុំគ្នាដូចខាងលើ ?

ចម្លើយ

a. គណនាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រ

យើងឃើញថា កុងដង់សាទ័រខាងលើ រួមមានកាប៉ាស៊ីតេ 10 ផ្គុំជាខ្នែងនឹងគ្នា

(ចំនួនកុងដង់សាទ័រ = ចំនួនអាម៉ាតួ - ១)

កុងដង់សាទ័រនីមួយៗមានកាប៉ាស៊ីតេ:

$$C_1 = \frac{\varepsilon S}{4\pi k.d} = \frac{3.14\times10^{-4}}{4\pi 9.10^9\times2.10^{-3}} \approx 1.4\times10^{-12}\ F$$

កាប៉ាស៊ីតេ (អតិបរមា)នៃកុងដង់សាទ័ររង្វិល:

$$C = 10C_1 = 10\times1.4\ 10^{-12} = \boxed{14\,pF}$$

b. គណនាបន្ទុកនៃកុងដង់សាទ័ររង្វិល:

$$Q = CU = 14.10^{-12}\times36 = 5.04\times10^{-10}C \approx \boxed{0.5\times10^{-9}C}$$

c. រកចំនួនអាម៉ាតួ ដើម្បីឲ្យកុងដង់មានកាប៉ាស៊ីតេ $25\,pF$

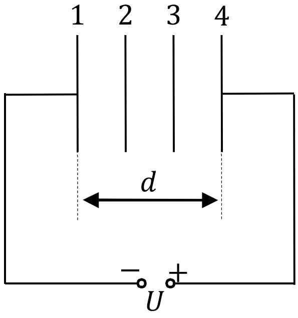
តាង $C' = 25\,pF$ ជាកាប៉ាស៊ីតេកុងដង់សាទ័ររង្វិលថ្មី

នោះយើងបានចំនួនកុងដង់ផ្គុំជាខ្នែងនឹងគ្នា $N = \frac{C'}{C_1} = \frac{25\times10^{-12}}{1.4\times10^{-12}} = 17.85 \approx 18$

ចំនួនអាម៉ាតួ: $N_A = N + 1 = 18 + 1 = 19$ អាម៉ាតួ

ដូចនេះគេត្រូវការផ្គុំថែមជាមួយកុងដង់ចាស់ចំនួន: $19 - 11 = 8$ អាម៉ាតួទៀត។

29. មានកុងដង់សាទ័រប្លង់មួយ អាម៉ាតួទាំងពីររបស់វាឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ $d = 3cm$ ។ បន្ទាប់មកគេក៏បានយកបន្ទះលោហៈស្តើងពីរស្របគ្នាមកស៊កចូលក្នុងកុងដង់សាទ័រប្លង់ខាងលើ លៃយ៉ាងណាឲ្យចន្លោះពីអាម៉ាតួមួយទៅអាម៉ាតួមួយទៀតមានប្រវែងស្មើគ្នា ដូចរូប 1.29 ។ អាម៉ាតួ 1 និង 4 ត្រូវបានភ្ជាប់នឹងប្រភពតង់ស្យុង $U = 36V$ ដែលអាម៉ាតួ 1 ភ្ជាប់នឹងប៉ូលអវិជ្ជមាន។



(រូប 1.29)

a. គណនាប៉ូតង់ស្យែលនៃអាម៉ាតួនីមួយៗ។ ជ្រើសរើសអាម៉ាតួ 1 ជាគល់តំរុយប៉ូតង់ស្យែល $V_1 = 0$ ។

b. បើគេយកខ្សែចម្លងមកភ្ជាប់អាម៉ាតួទី 2 និងទី 3 ។ ចូរគណនាប៉ូតង់ស្យែលនៃអាម៉ាតួនីមួយៗ និងអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីនៅចន្លោះអាម៉ាតួកុងដង់សាទ័រ។ បន្ទុកអគ្គិសនីនៅលើអាម៉ាតួនីមួយៗ ប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច?

<u>**ចម្លើយ**</u>

a. គណនាប៉ូតង់ស្យែលអាម៉ាតួនីមួយៗ

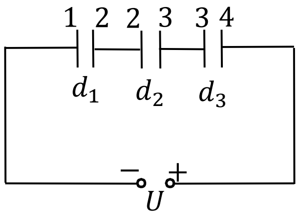
- អាម៉ាតួទាំងអស់ផ្តុំគ្នាបង្កើតបានជា បង្គុំមួយដែលមានុងដង់សាទ័របីផ្តុំជាស៊េរីនឹងគ្នាដូចរូប 1.29′

ដោយចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួនៃកុងដង់នីមួយស្មើគ្នា $d_1 = \dfrac{d}{3} = 1cm$

នាំឲ្យវាមានកាប៉ាស៊ីតេស្មើគ្នា: $C_o = \dfrac{S}{4\pi k.d_1}$

កាប៉ាស៊ីតេសមមូលនៃបង្គុំ: $C = \dfrac{C_o}{3}$

បន្ទុកនៃបង្គុំ: $Q = CU = \dfrac{C_o U}{3} = Q_1 = Q_2 = Q_3$ (*)



(រូប 1.29′)

ជ្រើសរើស $V_1 = 0$ នាំឲ្យ:

$$V_4 - V_3 = \frac{Q_3}{C_o} = \frac{U}{3} = \frac{36}{3} = 12V \qquad (1)$$

$$V_3 - V_2 = \frac{Q_2}{C_o} = \frac{U}{3} = 12V \qquad (2)$$

$$V_2 - V_1 = \frac{Q_1}{C_o} = \frac{U}{3} = 12V \qquad (3)$$

តាម $(1),(2),(3)$ យើងបាន: $\boxed{V_2 = 12V,\ V_3 = 24V,\ \ V_4 = 36V}$

b. ពេលគេភ្ជាប់ អាម៉ាតួ 2 និង 3 ដោយខ្សែចម្លង នោះយើងបានបង្គុំកុងដង់សាទ័ររួមមានកុងដង់សាទ័រ ពីរផ្គុំជាស៊េរីនឹងគ្នា។ ដោះស្រាយដូចខាងលើដែរយើងបាន:

- កាប៉ាស៊ីតេនៃបង្គុំ: $C' = \frac{C_o}{2}$

និង $V_1' = 0,\ V_2' = V_3' = 18V,\ V_4' = 36V$

+ អាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីចន្លោះអាម៉ាតួនីមួយៗនៃកុងដង់ទាំងពីរស្មើគ្នា

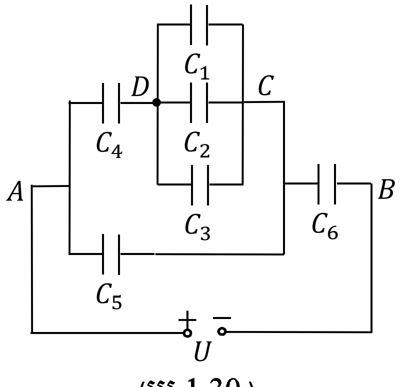
$$E_{12} = E_{34} = \frac{U_{12}}{d_1} = \frac{U_{34}}{d_1} = 1800\ \text{V/m}$$

+ បន្ទុកនៃបង្គុំកុងដង់ពេលនេះ $Q' = \frac{C_o}{2}U \qquad (**)$

តាម $(*)$ និង $(**)$: $\frac{Q'}{Q} = \frac{\frac{C_oU}{2}}{\frac{C_oU}{3}} = 1,5$

ដូចនេះបន្ទុកអគ្គិសនីកើនឡើង 1.5 ដង។

30. គេឲ្យសៀគ្វីនៃបង្គុំកុងដង់សាទ័រដូចរូប 1.30 ។ គេដឹងថា $C_1 = 2\mu F$ $,C_2 = C_3 = C_6 = 6\mu F$ $,C_3 = 4\mu F$ និង $C_5 = 8\mu F$ ។ កុងដង់ C_1 មានបន្ទុក $q = 2.4\times10^{-5}C$ ។ ចូរគណនាបន្ទុកអគ្គិសនី និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ និងគណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលU នៃប្រភព។



(រូប 1.30)

ចម្លើយ

យើងបាន: $U_1=U_{DC}=\frac{q_1}{C_1}=\frac{2.4\times10^{-5}}{2.10^{-6}}=12V$

នាំឲ្យ: $U_1=U_2=U_3=\boxed{12V}$

និង $q_2=C_2U_2=\boxed{72\mu C}$, $q_3=C_3U_3=\boxed{48\mu C}$

ដោយ C_4 តជាស៊េរីនឹង $(C_1\parallel C_2\parallel C_3)$

នាំឲ្យ $q_4=q_1+q_2+q_3=\boxed{144\mu C}$

$$\Rightarrow U_4=U_{AD}=\frac{q_4}{C_4}=\boxed{24V}$$

យើងបាន: $U_{AC}=U_{AD}+U_{DC}=36V$

$$\Rightarrow U_5=\boxed{36V},\quad q_5=C_5U_5=\boxed{288\mu C}$$

ដោយ $C_5\parallel[C_4$ តជាស៊េរីនិង $(C_1\parallel C_2\parallel C_3)]$

$$\Rightarrow q_{AE}=q_4+q_5=432\mu F$$

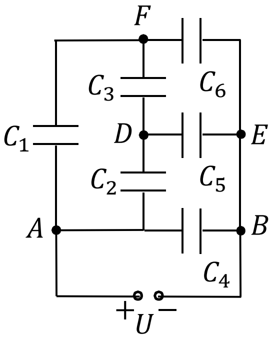
នាំឲ្យ $q_6=q_{AE}=\boxed{432\mu F}$

និង $U_6=\frac{q_6}{C_6}=\boxed{72V}$

31. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប1.31 ។ ដែលក្នុងនោះ:

$C_1=C_2=C_3=C_4=C_5=C_6=C=4\mu F$,$U=220V$ ។

គណនាបន្ទុកអគ្គិសនី និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ និងគណនាកាប៉ាស៊ីតេសមមូលនៃសៀគ្វី។



(រូប 1.31)

ចម្លើយ

យើងបានសៀគ្វីសមមូលនឹងសៀគ្វី 1.31 ដូចខាងក្រោម (រូប 1.31′)

ដោយ កុងដង់នីមួយៗមានកាប៉ាស៊ីតេស្មើគ្នា

$\Rightarrow$ កំណាត់សៀគ្វីរួមមាន: C_1, C_2, C_5, C_6 និង C_3

មានលក្ខណៈឆ្លុះគ្នា

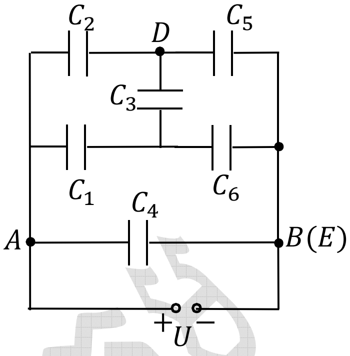
យើងបាន $U_2 = U_5, U_1 = U_6$ និង $U_3 = 0$

មានន័យថា $Q_3 = 0$

(ប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុច D និង F ស្មើគ្នា ហើយ

កំណាត់សៀគ្វីរួមមាន C_1, C_2, C_5, C_6 និង C_3 ជា

សៀគ្វីស្ពានកុងដង់មានលំនឹង)



(រូប 1.31′)

កុងដង់ C_3 មិនផ្ទុកអគ្គិសនី អាចចាត់ទុកជាកុងតាក់បិទបើកមួយ។

តាមរូប 1.31′ យើងបាន:

$$C_{25} = \frac{C_2 C_5}{C_2 + C_5} = \frac{C}{2} \quad \text{និង} \quad C_{16} = \frac{C_1 C_6}{C_1 + C_6} = \frac{C}{2}$$

នាំឲ្យកាប៉ាស៊ីតេសមមូលនៃសៀគ្វី: $C = C_4 + C_{16} + C_{25}$

$$C = C + \frac{C}{2} + \frac{C}{2} = 2C = \boxed{8\mu F}$$

តាមរូបយើងមាន:

$$U_4 = U = 220V \quad \Rightarrow q_4 = C_4 U_4 = 220 \times 4.10^{-6} = \boxed{8.8 \times 10^{-4} C}$$

$$Q_2 = Q_5 = C_2 5U = \frac{C}{2} U = \boxed{4.4 \times 10^{-4} C}$$

$$U_2 = U_5 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{U}{2} = \boxed{110V}$$

$$Q_2 = Q_6 = C_{16} U = \frac{C}{2} U = \boxed{4.4 \times 10^{-4} C}$$

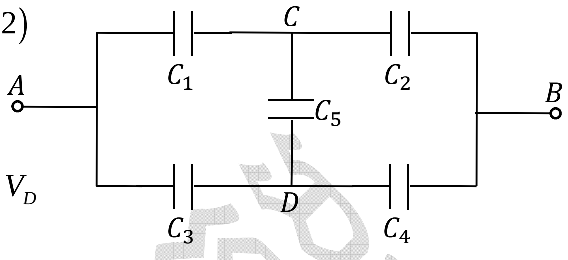
$$U_1 = U_6 = \frac{Q_1}{C_1} = \boxed{110V}$$

សំគាល់: សៀគ្វីនៃបង្គុំកុងដង់សាទ័រដូចរូប 1.31″ គេហៅថាសៀគ្វី ស្ពានកុងដង់សាទ័រ។ ប្រសិនបើភ្ជាប់នឹងប្រភពអគ្គិសនី ដែលធ្វើឲ្យ

$$Q_5=0 \text{ ឬ } V_C-V_D=0\,(U_{CD}=0) \quad (1)$$

នាំឲ្យយើងបានសៀគ្វីស្ពានកុងដង់សាទ័រមានលំនឹង។ នោះយើងបានរូបមន្ត:

$$\frac{C_1}{C_2}=\frac{C_3}{C_4} \quad (2)$$

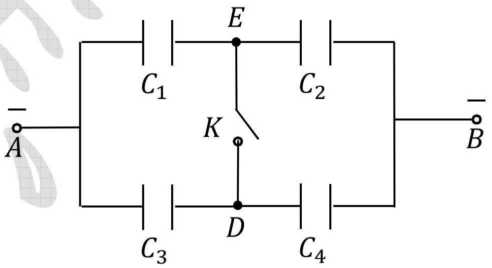


(រូប 1.31″)

និងច្រាសមកវិញប្រើសិនបើយើងមាន:

$$\frac{C_1}{C_2}=\frac{C_3}{C_4} \Rightarrow Q_5=0 \text{ ឬ } U_5=0 \Leftrightarrow V_C=V_D$$

32. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 1.32 ។ គេឲ្យ $C_1=C_3=3\mu F$,$C_2=C_4=1.5\mu F$ ។ ដំបូងកុងដង់សាទ័រមិនទាន់ផ្ទុកអគ្គិសនីហើយកុងតាក់ K បើក (ចំហ)។ បន្ទាប់មកគេភ្ជាប់សៀគ្វីទៅនឹងប្រភពតង់ស្យុង $U_{AB}=24V$



(រូប 1.32)

a. គណនាបន្ទុកអគ្គិសនី និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ ។

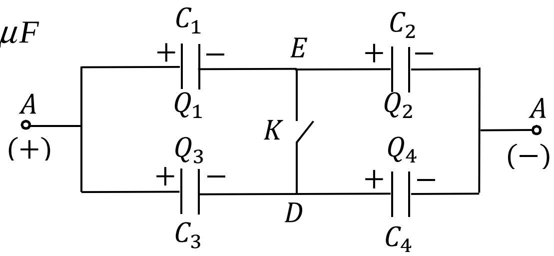
b. ពេលកុងតាក់ K បិទ: ចូរគណនាបន្ទុកអគ្គិសនី និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ។ ក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K ភ្លាម តើមានបរិមាណអគ្គិសនីចំនួនប៉ុន្មានឆ្លងកាត់តាម K និងតាមទិសដៅណា ?

ចម្លើយ

a. ករណីកុងតាក់ K ចំហ យើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 1.32′

យើងបាន: $C_{12}=\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}=\dfrac{3\times1.5}{3+1.5}=1\mu F$

$$C_{34}=\frac{C_3C_4}{C_3+C_4}=\frac{3\times1.5}{3+1.5}=1\mu F$$



(រូប 1.32′)

ខណៈដើម កុងដង់មិនទាន់ផ្ទុកអគ្គិសនីយើងបាន៖

$$Q_{12}=Q_1=Q_2=C_{12}U=1.10^{-6}\times 24=2.4\times 10^{-5}C$$

$$Q_{34}=Q_2=Q_4=C_{34}U=2.4\times 10^{-5}C$$

នាំឲ្យ: $U_1=\dfrac{Q_1}{C_1}=8V$ $\quad U_2=\dfrac{Q_2}{C_2}=16V$

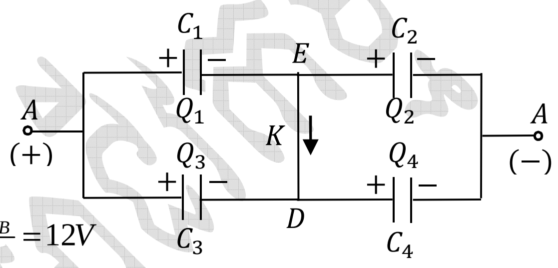
$U_3=\dfrac{Q_3}{C_3}=16V$ $\quad U_4=\dfrac{Q_4}{C_4}=8V$

b. ករណីកុងតាក់ K បិទ យើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 1.32″

+ តាមរូបយើងបាន:

$$C_{13}=C_1+C_3=3+1.5=4.5\mu F$$

$$C_{24}=C_2+C_4=3+1.5=4.5\mu F$$



(រូប 1.32″)

ដោយ $C_{13}=C_{24}\Rightarrow U_{13}=U_{24}=\dfrac{U_{AB}}{2}=12V$

នាំឲ្យ $U'_1=U'_3=U'_2=U'_4=12V$

នាំឲ្យ $Q'_1=C_1U'_1=3.10^{-6}\times 12=3.6\times 10^{-5}C$

$$Q'_2=C_2U'_2=1.5\times 10^{-6}\times 12=1.8\times 10^{-5}C$$

$$Q'_3=C_3U'_3=1.5\times 10^{-6}\times 12=1.8\times 10^{-5}C$$

$$Q'_4=C_4U'_4=3.10^{-6}\times 12=3.6\times 10^{-5}C$$

+ សញ្ញានៃបន្ទុកអាម៉ាតួកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ ត្រូវបានសម្តែងលើរូប 1.32″

ដើម្បីគណនាបរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់តាម K យើងសិក្សាផលបូកបន្ទុក Q និង Q' នៅលើបណ្តាអាម៉ាតួដែលភ្ជាប់នឹងចំណុច E នៅខណៈមុន និងក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K ។

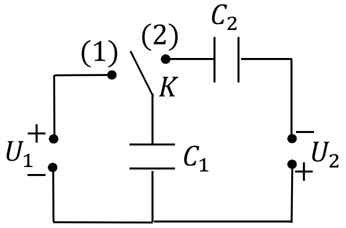
- ខណៈមុន: $\quad Q=Q_1+Q_2=2.4\times 10^{-5}-2.4\times 10^{-5}=0$
- ខណៈក្រោយ: $\quad Q'=Q'_1+Q'_2=-3.6\times 10^{-5}+1.8\times 10^{-5}=-1.8\times 10^{-5}C$

ដូចនេះ ក្រោយបិតកុងតាក់ K បរិមាណអគ្គិសនី $\Delta Q=Q'-Q=-1.8\times 10^{-5}C$ បានផ្លាស់ទីពីចំណុច $D\rightarrow E$ ធ្វើឲ្យបន្ទុកអគ្គិសនីនៃកុងដង់នីមួយៗប្រែប្រួល(បន្ទុកវិជ្ជមានផ្លាស់ទីក្នុងទិសដៅផ្ទុយគឺ $E\rightarrow D$ វិញ តែក្នុងករណីនៃជាទិសដៅផ្លាស់ទីនៃអេឡិចត្រុង)។

33. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 1.33 ដែលក្នុងនោះ

$C_1 = 0.5\mu F$; $C_2 = 1\mu F$; $U_1 = 5V$; $U_2 = 40V$ ។

ដំបូងកុងតាក់ K ចំហដូចនៅលើរូប ហើយកុងដង់សាទ័រទាំងពីរមិនទាន់ផ្ទុកអគ្គិសនី ។



(រូប 1.33)

a. ពេលបិទកុងកាត់ K ទៅទីតាំង (1) គណនាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ ។

b. បិទកុងកាត់ K ទៅទីតាំង (2) គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែល និងបន្ទុកអគ្គិសនីនៃកុងដង់នីមួយៗ។ ក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K ទៅទីតាំង (2) ភ្លាម តើបរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់តាម K មានចំនួនប៉ុន្មាន? ហើយមានទិសដៅដូចម្ដេច?

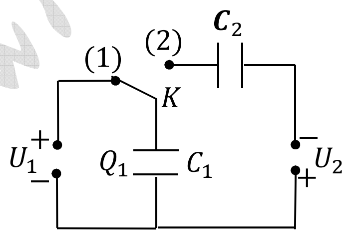
ចម្លើយ

a. ពេល K នៅទីតាំង (1)

យើងបានសៀគ្វីដូចរូប 1.33′

នាំឲ្យ $Q_1 = C_1U_1 = 0.5\mu F \times 5V = 2.5\mu C$

និង $Q_2 = 0$



(រូប 1.33′)

b. ពេល K នៅទីតាំង (2)

យើងបានសៀគ្វីដូចរូប 1.33″ គឺកុងដង់ C_1 ដែលបានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី Q_1 ត្រូវបានផ្គុំជាស៊េរីនឹងកុងដង់ C_2 ។

- ឧបមាថា បន្ទុអគ្គិសនីលើអាម៉ាតួនីមួយៗ ដូចរូប 1.33″

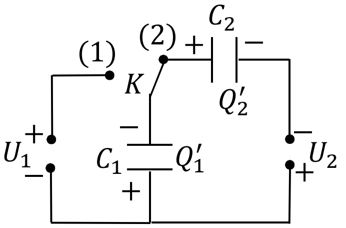
នាំឲ្យ $U'_1 + U'_2 = U_2 = 40V$ (1)

តាមច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គីសនី:

$$-Q'_1 + Q'_2 = Q_1$$

$$\Leftrightarrow -C_1U'_2 + C_2U'_2 = Q_1 = 2.5\mu F \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow -0.5U'_1 + U'_2 = 2.5 \quad (3)$$



(រូប 1.33″)

តាម (1) និង (3): $U'_1 = 25V$ និង $U'_2 = 15V$

$$\Rightarrow Q'_1 = C_1U'_1 = 0.5\mu F \times 25V = 1.25 \times 10^{-5}C$$

និង $Q'_2 = C_2U'_2 = 1\mu F \times (15V) = 1.5 \times 10^{-5}C$

- ដើម្បីគណនាបរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ K យើងសិក្សាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃបណ្តាអាម៉ាតួនៃកុងដង់ដែលភ្ជាប់នឹង K នៅខណៈមុន និងក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K ទៅទីតាំង (2)

+ មុនៈ $Q = +Q_1 = 2.5\times10^{-6}C$

+ក្រោយៈ $Q' = -Q'_1 + Q'_2 = -1.25\times10^{-5} + 1.5\times10^{-5} = 5\times10^{-6}C$

នាំឲ្យ $\Delta Q = Q' - Q = 5\mu F - 2.5\mu F = 2.5\mu F$

ដូចនេះ នៅពេលប្តូរ K ពីទីតាំង $(1)\to(2)$ នាំឲ្យបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន $\Delta Q = 2.5\times10^{-6}C$ បានផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ K ក្នុងទិសដៅ $C_1 \to C_2$ ។

34. កុងដង់សាទ័រ $C_1 = 1\mu F$ មួយត្រូវបានគេយកមកផ្ទុកអគ្គិសនីរហូតដល់មានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 180V$ រួចទើបផ្តាច់ចេញពីប្រភព។ បន្ទាប់មកគេយកកុងដង់ $C_2 = 0.8\mu F$ មួយទៀតមកតជាខ្នែងជាមួយកុងដង់ C_1 (ដែលខណៈដំបូង C_2 មិនទាន់ផ្ទុកអគ្គិសនី)។ ចូរគណនាថាមពលនៃកាំរស្មីអគ្គិសនី (ផ្កាភ្លើងអគ្គិសនី)ដែលបញ្ចេញនៅពេលតភ្ជាប់កុងដង់សាទ័រទាំងពីរជាមួយគ្នា ។

<u>ចម្លើយ</u>

ថាមពលនៃកាំរស្មីអគ្គិសនីដែលបញ្ចេញ ស្មើនឹងតំហយថាមពលនៃបង្គុំកុងដង់ទាំងពីរ C_1, C_2 ផ្គុំជាខ្នែងនឹងគ្នា។

+ ថាមពលដើម W នៃបង្គុំជាថាមពលនៃកុងដង់ C_1 ព្រោះ C_2 មិនទាន់ផ្ទុកអគ្គិសនី

$$W = \frac{1}{2}C_1U^2 = 10^{-6}\times(180)^2 = 1.62\times10^{-2}\,J$$

តាង U' ជាផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃបង្គុំក្រោយពេលផ្គុំ C_1 និង C_2 ជាខ្នែងនឹងគ្នាៈ

តាមច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គីសនីៈ $Q'_1 + Q'_2 = Q_1$

$$\Leftrightarrow C_1U' + C_2U' = C_1U \quad \Leftrightarrow U' + 0.8\,U' = 180 \quad \Rightarrow U' = 100V$$

នាំឲ្យ

$$W' = \frac{1}{2}C_1U'^2 + \frac{1}{2}C_2U'^2 = \frac{1}{2}10^{-6}\times(100) + \frac{1}{2}0.8\times10^{-6}\times(100)^2 = 9.10^{-3}J$$

នាំឲ្យថាមពលនៃកាំរស្មីអគ្គីសនីៈ $W - W' = 1.62\times10^{-2} - 9.10^{-3} = \boxed{7.2\times10^{-3}J}$

35. កុងដង់សាទ័រប្លង់មួយ ត្រូវបានគេយកមកផ្ទុកអគ្គិសនីដោយប្រភពតង់ស្យុងមួយ ដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល U ។ តើថាមពលកុងដង់សាទ័រប្លង់ខាងលើនឹងប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្ដេច បើគេបន្ថយចម្ងាយ d រវាងអាម៉ាតួទាំងពីរឲ្យមកនៅត្រឹម $d'=\dfrac{d}{3}$ ។ សិក្សាក្នុងករណីៈ

a. កុងដង់សាទ័រភ្ជាប់ជាមួយប្រភពតង់ស្យុង ។

b. កុងដង់បានផ្ដាច់ចេញពីប្រភព នៅពេលដែលគេចាប់ផ្ដើមបន្ថយចម្ងាយ d ។

__ចម្លើយ__

a. ករណីកុងដង់ភ្ជាប់នឹងប្រភពតង់ស្យុង ($U=$ ថេរ)

ថាមពលដើមនៃកុងដង់សាទ័រៈ $W=\dfrac{1}{2}CU^2$

ពេលចំងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរប្រែប្រួល យើងបានកាប៉ាស៊ីតេៈ

$$C'=\frac{S}{4\pi k.d'}=\frac{3S}{4\pi k.d}=3C$$

នាំឲ្យ ថាមពលថ្មីៈ $W'=\dfrac{1}{2}C'U^2=3W$

ដូចនេះ ថាមពលរបស់កុងដង់សាទ័រ កើនឡើងចំនួន 3 ដងនៃថាមពលដើម ។

b. ករណីកុងដង់ផ្ដាច់ចេញពីប្រភព ($Q=$ ថេរ)

ថាមពលដើមនៃកុងដង់សាទ័រៈ $W=\dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C}$

ថាមពលថ្មីនៃកុងដង់សាទ័រៈ $W'=\dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C'}=\dfrac{W}{3}$

ដូចនេះថាមពលកុងដង់សាទ័រ ថយចុះ នៅសល់ត្រឹមតែ $1/3$ នៃថាមពលដើម។

36. អេឡិចត្រុងមួយហោះចូលក្នុងលំហកុងដង់សាទ័រប្លង់ក្នុងទិសដៅផ្គុំបានមុំ $\alpha=30^o$ ជាមួយអាម៉ាតួវិជ្ជមាន និងចេញផុតពីកុងដង់តាមទិសដៅតាមទិសស្របនឹងអាម៉ាតួទាំងពីររបស់កុងដង់សាទ័រ។ គណនា ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រ។ អាម៉ាតួនៃកុងដង់សាទ័រមានប្រវែង $\ell=10cm$ ចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរ $d=2cm$ ហើយមុនពេលហោះចូលក្នុងកុងដង់សាទ័រ អេឡិចត្រុងមានថាមពលស៊ីនេទិចដើម $W_o=3000eV$ ។ (មិនគិតអំពើនៃកម្លាំងទំនាញដី)

ចម្លើយ

ចលនារបស់អេឡិចត្រុងចែកចេញជាពីរៈ

+ ចលនាតាមទិសដេក (Ox) ជាចលនាត្រង់ស្មើ មានសមីការៈ

$$x=(v_o\cos\alpha).t \qquad (1)$$

+ ចលនាតាមទិសឈរ (Oy) ជាចលនាយឺតស្មើ មាសមីការៈ

$$y=(v_o\sin\alpha)t-\frac{at^2}{2} \quad ; \quad a=\frac{eU}{md} \qquad (2)$$

$$v_y=(v_o\sin\alpha)-at \qquad (3)$$

លក្ខខណ្ឌដើម្បីឲ្យអេឡិចត្រុងចេញផុតពីកុងដង់ និងហោះតាមទិសដៅស្របនឹងអាម៉ាតួៈ

$v_y=0$ ពេល $x=\ell$

តាម $(1),(2)$ និង (3) យើងបានៈ

$$t=\frac{\ell}{v_o\cos\alpha}$$

$$v_y=v_o\sin\alpha-\frac{eU}{md}\frac{\ell}{v_o\cos\alpha}=0$$

$$\Rightarrow\frac{mv_o^2}{2}.2\sin\alpha.\cos\alpha=\frac{eU\ell}{d} \quad ; \ (2\sin\alpha\cos\alpha=\sin2\alpha)$$

$$\Rightarrow\frac{mv_o^2}{2}\sin2\alpha=\frac{eU\ell}{d}=W_o\sin2\alpha$$

$\Rightarrow U=\dfrac{W_o\sin2\alpha.d}{e.\ell}$ ដែល W_o ជាថាមពលស៊ីនេទិចដើមរបស់អេឡិចត្រុង

មានៈ $W_o=3000eV\left(1eV=1.6\times10^{-19}J\right);d=2cm=2.10^{-2}m;\ell=0.1m$

នាំឲ្យ $\boxed{U\approx520V}$

37. អាម៉ាតួលោហៈពីរស្របគ្នាត្រូវបានគេដាក់ក្នុងប្លង់ដេក ឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង $d=1\,cm$ និងភ្ជាប់ជាមួយព្រភពតង់ស្យុងមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U=1\,KV$ ។ គេដឹងថា នៅត្រង់ចំណុចកណ្តាលនៃអាម៉ាតួទាំងពីរមានតំណក់បារ៉តផ្ទុកអគ្គិសនីកំពុងអណ្តែត (វានៅនឹងមួយកន្លែង) ស្រាប់តែពេលនោះផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរបានថយចុះមកនៅសល់ត្រឹមតែ $U'=995V$ ។ តើក្នុងរយៈពេលប៉ុន្មានទើបតំណក់បារ៉តធ្លាក់ចុះទៅដល់អាម៉ាតួខាងក្រោម? យក $g=10\,m/s^2$ ។

ចម្លើយ

- តំបូងតំណក់បារ៉តអណ្តែតមានលំនឹង , មានបន្ទុក q

នោះទំនង់ $P = mg$ មានលំនឹងជាមួយកម្លាំងដែនអេឡិចត្រូស្តាទិច $F = qE$

នាំឲ្យ $mg = qE = q\frac{U}{d}$ (1)

- ពេលដែលផលសងប៉ូតង់ស្យែលថយចុះដល់ U' , នោះកម្លាំងដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចមិនមានលំនឹងជាមួយនឹងទំងន់នៃតំណក់បារ៉ត, ពេលនោះតំណត់បារ៉តរងអំពើនៃកម្លាំងផ្គួបមួយដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេ $F = mg - qE' = mg - q\frac{U'}{d}$ មានទិសដៅចុះក្រោមតាមទិសឈរ។ កម្លាំងនេះបានធ្វើឲ្យតំណត់បារ៉ត ធ្លាក់ចុះដោយសំទុះ

$$a = \frac{F}{m} = g - \frac{q}{m}\frac{U'}{d} \qquad (2)$$

តាម $(1) \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{gd}{U}$ ជួសក្នុង (2)

នាំឲ្យ $a = g\left(1 - \frac{U'}{U}\right)$

សមីការពេលនៃចលនារបស់តំណក់បារ៉តគឺ: $s = \frac{at^2}{2}$ តែ $s = \frac{d}{2}$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{d}{a}} = \sqrt{\frac{d}{g\left(1 - \frac{U'}{U}\right)}} = \sqrt{\frac{1.10^{-2}}{10\left(1 - \frac{995}{1000}\right)}} \approx \boxed{0.45s}$$

38. កំទេចធូលីមួយគ្រាប់ស្ថិតនៅនឹងត្រង់ចំណុច O និងលើសអេឡិចត្រុងចំនួន $1000e^-$ ។ បន្ទាប់មក មានអេឡិចត្រុងមួយបានហោះមកពីចម្ងាយសំដៅមករកកំទេចធូលីនោះដោយល្បឿនដើម $V_o = 10^5\, m/s^2$ ។ គណនាប្រវែងតូចបំផុតដែលអេឡិចត្រុងនោះ អាចចូលមកជិតកំទេចធូលី(មិនគិតអំពើនៃទំនាញដី)។

ចម្លើយ

យើងបាន បន្ទុកនៃកំទេចផង់ $Q = -1000e^- = -1000 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6\, 10^{-16} C$

- តាមច្បាប់រក្សាថាមពល (លំហាត់ទី 14) យើងបាន: ចំងាយតូចបំផុត OM ដែលអេឡិចត្រុងអាចចូលជិតកំទេចផង់ គឺត្រូវនឹងទីតាំង M ណាមួយ ដែលនៅត្រង់ទីតាំងនោះ ល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុង ស្មើនឹងសូន្យ។

- ថាមពលរបស់អេឡិចត្រុងពេលវានៅអាននន្ត: $E_\infty = \frac{1}{2}mv_o^2$

- ថាមពលរបស់អេឡិចត្រុងត្រង់ M ស្មើនឹងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលដែនអេឡិចត្រូស្តាទិច:

$$E_M = k\frac{eQ}{r} \text{ ដែល } r = OM$$

តាមច្បាប់រក្សាថាមពលត្រង់ចំណុច O និង M យើងបាន:

$$E_\infty = E_M$$

$$\Leftrightarrow \frac{mv_o^2}{2} = k\frac{eQ}{r} \Rightarrow r = \frac{2k.e.Q}{mv_o^2}$$

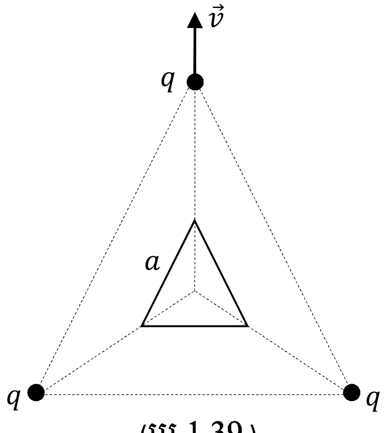
យើងមាន: $e = 1.6\ 10^{-19}C,\ Q = 1.6\ 10^{-16}C,\ m = 9.1\ 10^{-31}kg,\ v_o = 10^5 m/s$

$$\Rightarrow r = \frac{2\times 9.10^9\times 1.6\times 10^{-19}\times 1.6\times 10^{-16}}{9.1\times 10^{-31}\times (10^5)^2} = 5.06\times 10^{-5} \approx \boxed{0.051\text{ mm}}$$

39. ស្វ៊ែរលោហៈតូចបីឯកលក្ខណ៍មានម៉ាស $m = 0.1g$ និងបន្ទុក $q = 10^{-7}C$ ដូចគ្នា ត្រូវបានគេរក្សាឲ្យស្ថិតនៅមានលំនឹងត្រង់កំពូលទាំងបីនៃត្រីកោណសម័ង្ស មានជ្រុង $a = 1.5cm$ ។ បន្ទាប់មកគេក៏បានលែងស្វ៊ែរទាំងបីនោះនៅខណៈពេលតែមួយ គេឃើញថាស្វ៊ែរលោហៈនីមួយៗ ផ្លាស់ទីតាមទិសដៅនៃបន្លាយកន្លះបន្ទាត់ពុះមុំទាំងបីនៃត្រីកោន (សន្មត់ថាផ្លុះគ្នា) ដោយសារអំពើនៃកម្លាំងច្រានអេឡិចត្រូស្តាទិច (មិនគិត អំពើនៃទំនាញដី) ចូរគណនា:

a. ល្បឿនរបស់ស្វ៊ែរលោហៈនីមួយៗ ពេលវាឃ្លាតពីគ្នាប្រវែង $r = 4.5\ cm$ ។

b. កម្មន្តនៃកម្លាំងអគ្គិសនីដែលធ្វើឲ្យស្វ៊ែរមួយផ្លាស់ទីទៅឆ្ងាយធៀបនឹងស្វ៊ែរពីរផ្សេងទៀត។



(រូប 1.39)

<u>**ចម្លើយ**</u>

a. គណនាល្បឿនរបស់ស្វ៊ែរនីមួយៗ

ដោយប្រព័ន្ធស្វ៊ែរទាំងបីមានលក្ខណៈឆ្លុះគ្នា នាំឲ្យក្នុង បំលាស់ទីរបស់វា ស្វ៊ែរទាំងបីនៅតែស្ថិតនៅលើកំពូលទាំងបីនៃត្រីកោណសម័ង្សមួយដដែល(មានជ្រុងទាំងបីស្របនឹងត្រីកោណដើម)។ យើងឃើញថា ស្វ៊ែរនីមួយៗផ្លាស់ទីក្នុងដែនអេឡិច- ត្រូស្តាទិចដែលបង្កើតឡើងដោយស្វ៊ែរពីរផ្សេងទៀត។ នាំឲ្យយើងសិក្សាចលនារបស់ស្វ៊ែរមួយក្នុងចំនោមស្វ៊ែរ ទាំងបីខាងលើៈ

- ដំបូង ថាមពលនៃស្វ៊ែរ គឺជាថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចៈ

$E_1 = 2qV_o = 2q.\frac{kq}{a} = 2k\frac{q^2}{a}$ ដែល V_o ជាប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុចដែលយើងសិក្សា

- ពេលស្វ៊ែរទាំងបីឃ្លាតពីគ្នាចំងាយ r នោះយើងបានថាមពលរបស់វារួមមានៈ ថាមពលស៊ីនេទិច និងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចៈ

$$E_2 = \frac{1}{2}mv^2 + 2qV = \frac{1}{2}mv_2 + 2k\frac{q^2}{r}$$

តាមច្បាប់រក្សាថាមពលៈ $E_1 = E_2$

$$\Leftrightarrow 2k\frac{q^2}{a} = \frac{1}{2}mv^2 + 2k\frac{q^2}{r}$$

យើងមានៈ $r = 4.5cm,\ \ a = 1.5cm,\ \ q = 10^{-7}C,\ \ m = 0.1g$

$$\Rightarrow v = 2q\sqrt{\frac{k(r-a)}{m.r.a}} = 2\times10^{-7}\sqrt{\frac{9.10^9(4.5\times10^{-2} - 1.5\times10^{-2})}{10^{-4}\times4.5\times10^{-2}\times1.5\times10^{-2}}} \approx \boxed{12.65\,m/s}$$

b. គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងអគ្គិសនី

នៅពេលដែលស្វ៊ែរមួយផ្លាស់ទីទៅឆ្ងាយ (∞) ពីស្វ៊ែរពីរទៀត នោះស្វ៊ែរទាំងបីឃ្លាតឆ្ងាយពីគ្នាប្រវែងអនន្ត។ យើងបានកម្មន្តនៃកម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច ដែលធ្វើឲ្យស្វ៊ែរទាំងបីផ្លាស់ទីឃ្លាតឆ្ងាយពីគ្នាៈ

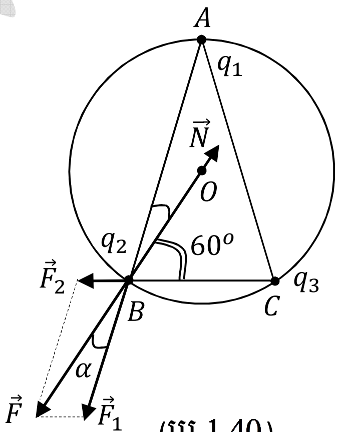
$$A = 3q(V_1 - V_\infty) = 3q.V_o \quad (\text{ព្រោះ}\ \ V_\infty = k\frac{q}{r_\infty} = 0)$$

$$A = 3qV_o = \frac{6kq^2}{a} = \frac{6\times9.10^9\times(10^{-7})^2}{1.5\times10^{-2}} = \boxed{0.036J}$$

40. ស្វ៊ែរលោហៈតូចបីផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីសញ្ញាដូចគ្នា q_1, q_2, q_3 ដែល $q_2 = q_3$ អាចផ្លាស់ទីដោយសេរីក្នុងកងរង្វង់អ៊ីសូឡង់មួយដាក់ក្នុងប្លង់ដេក។ ពេលដែលស្វ៊ែរលោហៈទាំងបីមានលំនឹង គេឃើញថា វាបង្កើតបានជារាងត្រីកោណមួយដែលកំពូលមួយមានមុំ 30° ។ គណនាផលធៀប q_1 / q_2 ។

ចម្លើយ

- ដោយស្វ៊ែរ q_2 និង q_3 ផ្ទុកអគ្គិសនីស្មើគ្នា នោះនាំឲ្យយើងបានត្រីកោណដែលបង្កើតដោយបន្ទុកទាំងបី ជាត្រីកោណសមបាត ABC (ដូចរូប1.40)។ កម្លាំងអន្តរកម្មរវាងស្វ៊ែរទាំងបីជាកម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច។ ស្វ៊ែរ q_1 រងអំពើនៃកម្លាំងពីរដែលបង្កើតដោយ q_2 និង q_3 ហើយកម្លាំងទាំងពីរមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា (ព្រោះ $q_2 = q_3$) $\Rightarrow$ កម្លាំងផ្គួបត្រង់ A មានទិសកាត់តាមផ្ចិត O នៃកងរង្វង់ និងមានលំនឹងជាមួយ កម្លាំងប្រតិកម្មនៃកងរង្វង់។ ហេតុនេះ q_1 មានលំនឹងជានិច្ចចំពោះគ្រប់តម្លៃនៃ q_1, q_2 និង q_3 ។



(រូប 1.40)

- ហេតុនេះយើងគ្រាន់តែសិក្សាលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃស្វ៊ែរ q_2 (ឬស្វ៊ែរ q_3) មួយបន្ថែមទៀត ដើម្បីសន្និដ្ឋានរកលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃប្រព័ន្ធស្វ៊ែរទាំងបី។

តាង $\vec{F}_1, \vec{F}_3$ ជាកម្លាំងដែល $q_1; q_3$ មានអំពើលើ q_2

$\vec{N}$ ជាកម្លាំងប្រតិកម្មនៃកងរង្វង់មានអំពើលើស្វ៊ែរ q_2

លក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃស្វ៊ែរ q_2 គឺ:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 + \vec{N} = \vec{0} \text{ ឬ } \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = -\vec{N}$$

មានន័យថា កម្លាំងផ្គួបរវាង $\vec{F}_1$ និង $\vec{F}_3$ ជាកម្លាំងឆ្លុះនឹងកម្លាំងប្រតិកម្ម $\vec{N}$ (ដូចរូប 1.40) ដែល $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_3$

តាមសម្មតិកម្ម: $\widehat{BAC} = 30^o, \widehat{OBC} = 60^o, \Rightarrow \alpha = 15^o$

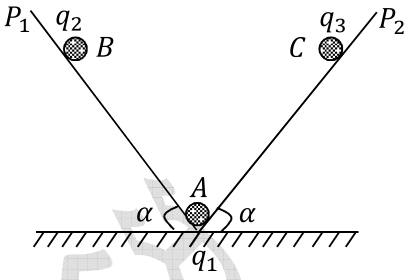
តាមរូបមន្តទំនាក់ទំនងត្រីកោណមាត្រនៃត្រីកោណ $B\vec{F}\vec{F}_1$

យើងបាន: $\dfrac{F_1}{\sin 60^o} = \dfrac{F_3}{\sin\alpha} = \dfrac{F_3}{\sin 15^o}$ $(*)$

ដែល $F_1 = k\dfrac{q_1 q_2}{AB^2} = k\dfrac{q_1 q_2}{\left(\dfrac{2R}{\cos\alpha}\right)^2}$ និង $F_3 = k\dfrac{q_2 q_3}{BC^2} = k\dfrac{q_2^2}{R^2}$ ជួសក្នុង $(*)$

នាំឲ្យយើងបាន: $\dfrac{q_1}{q_2}=\dfrac{4\sin 60^o}{\sin 15^o\times\cos^2 15^o}\approx\boxed{14.35}$

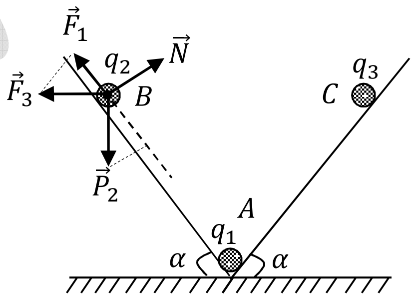
41. នៅលើប្លង់បន្ទះកែវរលោងពីរ P_1 និង P_2 ស្ថិតក្នុងប្លង់ទេរដែលមានមុំ $\alpha=60^o$ ធៀបប្លង់ដេកដូចគ្នា គេបានដាក់ស្វ៊ែរលោហៈតូចៗចំនួនបី A,B,C មានម៉ាស $m_1=m_2=2g$ និង m_3 និងមានបន្ទុកអគ្គិសនី $q_1=q_2=6.10^{-6}C$ និង $q_3=3.10^{-6}C$ ។ ស្វ៊ែរ A ស្ថិតនៅត្រង់ចំណុចប្រសព្វរវាងប្លង់ P_1 និង P_2 ។ ចំណែកឯស្វ៊ែរ $B;C$ អាចរអិលដោយគ្មានកកិតលើប្លង់ P_1 និង P_2 ។ ពេលដែលគេដាក់ស្វ៊ែរ B និង C ឲ្យមានលំនឹងនៅរយៈកម្ពស់ដូចគ្នានោះគេបានផ្ចិតនៃប្រព័ន្ធបន្ទុកទាំងបីស្ថិតក្នុងប្លង់ឈរ (រូប1.41)។ គណនាម៉ាស m_3 និងចម្ងាយរវាងស្វ៊ែរលោហៈទាំងបី ។ តើលំនឹងខាងលើជាប្រភេទលំនឹងស៊ប់ដែរឬទេ?



(រូប 1.41)

ចម្លើយ

- ស្វ៊ែរ B រងអំពើនៃកម្លាំងបួនគឺ: កម្លាំងច្រានអេឡិចត្រូស្តាទិច $\vec{F}_1,\vec{F}_2$ (ដែលបង្កើតឡើងដោយស្វ៊ែរ A និងស្វ៊ែរ C) ទំងន់ $\vec{P}_2$ និងកម្លាំង $\vec{N}$ ជាប្រតិកម្មនៃប្លង់ (P_1) ដែល:



(រូប1.41′)

$F_1=k\dfrac{q_1q_2}{r^2}$, $F_2=k\dfrac{q_3q_2}{r^2}$, $P_2=m_2g$

- ដើម្បីឲ្យស្វ៊ែរ B មានលំនឹងលុះត្រាតែ:

$$\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{P}_2+\vec{N}=O \qquad (1)$$

ធ្វើចំនោលកែង (1) លើអក្សស្របនឹងប្លង់ (P_1) យើងបាន:

$$F_1+F_3\cos\alpha=m_2g\sin\alpha \Leftrightarrow k\frac{q_1q_2}{r^2}+k\frac{q_3q_2}{r^2}\cos\alpha=m_2g\sin\alpha$$

យើងមាន: $q_1=q_2=2q_3$, $\alpha=60^o\Rightarrow\cos\alpha=\dfrac{1}{2}$, $\sin\alpha=\dfrac{\sqrt{3}}{2}$

$$\Rightarrow 5k\frac{q_2q_3}{r^2} = m_2g\sqrt{3} \qquad (2)$$

- ដូចគ្នាដែរចំពោះលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃស្វ៊ែរ C : (ដោះស្រាយដូចខាងលើ)

$$k\frac{q_1q_3}{r^2} + k\frac{q_2q_3}{r^2}\cos\alpha = m_3g\sin\alpha$$

$$\Rightarrow 3k\frac{q_2q_3}{r^2} = m_3g\sqrt{3} \qquad (3)$$

យក $(2)/(3)$ នាំឲ្យ $\frac{m_2}{m_3} = \frac{5}{3} \Rightarrow m_3 = \frac{3}{5}m_2 = \frac{3}{5}2 = \boxed{1.2g}$

តាម $(2) \Rightarrow r = \sqrt{\frac{5kq_2q_3}{\sqrt{3}m_3g}} \approx \boxed{2.41cm}$

+ ពេលដែល r កើនឡើង នោះគេឃើញថាស្វ៊ែរ B (ឬ ស្វ៊ែរ C) នឹងឡើងកាន់តែខ្ពស់ថែមទៀត នោះនាំឲ្យកម្លាំងប្រានអេឡិចត្រូស្តាទិច $\vec{F}_1, \vec{F}_3$ មានអំពើលើ B ថយចុះ ចំនែកទំងន់ $\vec{P}_2$ នឹងទាញស្វ៊ែរឲ្យមករកទីតាំងដើមវិញ។ តែបើ r ថយចុះវិញ យើងឃើញថា $\vec{F}_1, \vec{F}_3$ កើនឡើង ហើយវានឹងរុញស្វ៊ែរឲ្យឡើងលើ។ ដូចនេះលំនឹងខាងលើ ជាលំនឹងស៊ប់ ។

42. ស្វ៊ែរលោហៈតូចពីរឯកលក្ខណ៍ផ្ទុកអគ្គិសនីត្រូវបានគេយកទៅព្យួរត្រង់ចំណុចតែមួយដោយខ្សែអ៊ីសូឡង់ឆ្មាពីរប្រវែងស្មើគ្នា ហើយយកទៅដាក់ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិចមួយដែលមានមេគុណថេរឌីអេឡិចទ្រិច ε និងមានម៉ាសមាឌ D_1 ។ តើស្វ៊ែរលោហៈនីមួយៗត្រូវមានម៉ាសមាឌប៉ុន្មាន ដើម្បីឲ្យមុំគំលាតរវាងខ្សែព្យួរស្វ៊ែរទាំងពីរពេលដាក់ក្នុងឌីអេឡិចទ្រិចស្មើនឹងមុំគំលាតពេលដាក់ក្នុងសុញ្ញកាស? សិក្សាក្នុងករណី អង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិចជាប្រេង $\varepsilon = 2$ និងម៉ាសមាឌ $D_1 = 800\ kg/m^3$ ។

<u>ចម្លើយ</u>

ដោះស្រាយតាមសំរាយលំហាត់ទី 3 និងតាមរូប 1.42 យើងបាន:

+ ករណីដាក់ក្នុងសុញ្ញកាស:

$$\tan\alpha = \frac{F_e}{P} \qquad (1)$$

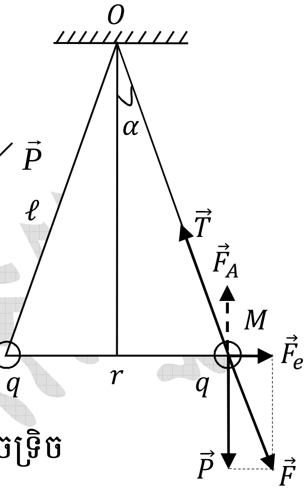
ដែល: F_e : ជាកម្លាំងអន្តរកម្មអេឡិចត្រូស្តាទិចរវាងស្វ៊ែរទាំងពីរ

P : ជាទំងន់របស់ស្វ៊ែរ $P = mg = DVg$ (D : ម៉ាសមាឌស្វ៊ែរ , V : មាឌស្វ៊ែរ)

α: ជាមុំគំលាតរវាងខ្សែព្យួរ ធៀបទិសឈរ (ករណីដាក់ក្នុងសុញ្ញកាស)

\+ ករណីដាក់ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិចៈ ស្វ៊ែរនីមួយៗរងកម្លាំង 4 រួមមានៈ

- ទំងន់ P
- កម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច $F_e' = \dfrac{F_e}{\varepsilon}$
- តំណឹងខ្សែ T'
- កម្លាំងជំណោលអាស៊ីម៉ែត្រ $F_A = D_1 V.g$ ដែល $\vec{F}_A \nearrow\swarrow \vec{P}$



(រូប1.42)

ស្វ៊ែរទាំងពីរមានលំនឹងកាលណាៈ

$$\vec{P} + \vec{F}_e' + \vec{T}' + \vec{F}_A = 0$$

យើងបានៈ $\tan\alpha' = \dfrac{F'}{P - F_A}$ (2)

ដែល α': ជាមុំគំលាតខ្សែព្យួរធៀបទិសឈរពេលដាក់ក្នុងឌីអេឡិចទ្រិច

តាមបំរាប់ៈ $\alpha' = \alpha$

$$\Leftrightarrow \frac{F_e}{P} = \frac{F_e'}{P - F_A} = \frac{F_e / \varepsilon}{P - F_A}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{P}{P - F_A} = \frac{D}{D - D_1}$$

$$\Rightarrow \boxed{D = D_1 \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} = 800 \frac{2}{2-1} = \boxed{1600 \ kg / m^3}$$

43. ស្វ៊ែរលោហៈបីឯកលក្ខណ៍ មានម៉ាស $m = 10g$ ត្រូវបានគេយកទៅព្យួរត្រង់ចំណុចមួយដោយខ្សែអំបោះឆ្មាបីមានប្រវែងស្មើគ្នា $\ell = 1\,m$ ។ ពេលគេផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដូចគ្នាឲ្យស្វ៊ែរទាំងបី គេឃើញថាស្វ៊ែរទាំងបីបង្កើតបានជាត្រីកោណសម័ង្សមួយ មានជ្រុង $a = 0.1\,m$ ។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃស្វ៊ែរនីមួយៗ។

ចម្លើយ

(ដោះស្រាយដូចលំហាត់ទី 3) យើងសិក្សាលក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃស្វ៊ែរមួយៈ

- នៅក្នុងករណីនេះ កម្លាំង $\vec{F}$ (ស្ថិតលើប្លង់ដេក) ជាកម្លាំងផ្គួបនៃ $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ ដែលបង្កើតឡើងដោយស្វ៊ែរពីរផ្សេងទៀត។ដោយស្វ៊ែរឯកលក្ខណ៍នាំឲ្យយើងបាន:

$$F_1 = F_2 \text{ និង } \alpha = \left(\widehat{\vec{F}_1, \vec{F}_2}\right) = 60^o$$

នាំឲ្យ $$F = 2F_1\cos 30^o = F_1\sqrt{3} = k\frac{q^2}{a^2}\sqrt{3} \qquad (1)$$

លក្ខខណ្ឌលំនឹងនៃស្វ៊ែរ: $\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = 0$

តាមរូប 1.3 យើងបាន: $$\tan\alpha = \frac{F}{P} \qquad (2)$$

(α មុំគំលាតរវាងខ្សែព្យួរធៀបទិសឈរ)

ម្យ៉ាងទៀត: ករណីមុំតូច $$\Rightarrow \tan\alpha \approx \sin\alpha = \frac{\frac{2}{3}\frac{a\sqrt{3}}{2}}{\ell} = \frac{a\sqrt{3}}{3\ell} \qquad (3)$$

តាម (1),(2) និង (3) យើងបាន:

$$q = \left(\frac{a^3 mg}{k.3\ell}\right)^{\frac{1}{2}} \approx \boxed{6.1\times10^{-8}C}$$

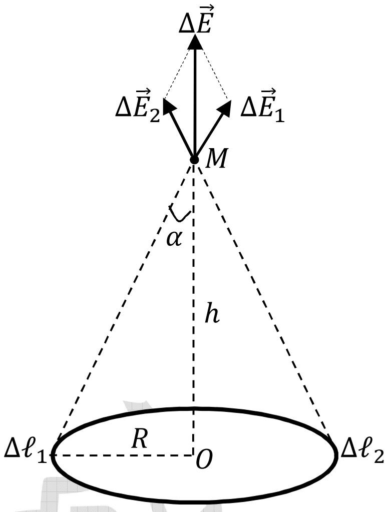
44. ខ្សែចម្លងតូចមួយរាងជារង្វង់ មានកាំ R ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី q ។

a. កណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនី ដែលបង្កើតឡើងដោយរង្វង់ខ្សែចម្លងត្រង់ចំណុច M ស្ថិតនៅលើអក្ស័រង្វិលនៃរង្វង់ខ្សែចម្លងឃ្លាតពីផ្ចិត O ប្រវែង $OM = h$។ សិក្សាក្នុងករណីចំណុច M ត្រួតស៊ីគ្នានឹងចំណុច O $(h=0)$ និងករណីចំណុច M នៅឆ្ងាយពី O $(h=\infty)$ ។

b. កំណត់ប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុច M ៕

<u>**ចម្លើយ**</u>

a. គណនាដែនអគ្គិសនីត្រង់ M



(រូប 1.44)

- ចែករង្វង់ខ្សែចម្លងជាផ្នែកតូចៗ ដែលមានប្រវែង $\Delta\ell$ $(\Delta\ell << R)$ ដែលអាចចាត់ទុកជាចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី។ ចំណុចបន្ទុកទាំងនេះបង្កើតត្រង់ចំណុច M នូវដែនអគ្គិសនី $\Delta\vec{E}_i$ ។ នាំឲ្យដែនផ្តួបត្រង់ចំណុច M ត្រូវបានគណនាតាមរូបមន្តផលបូកវ៉ិចទ័រដែនទាំងអស់ ។

- តាង λ ជាដង់ស៊ីតេបន្ទុកនៃខ្សែចម្លង (បន្ទុកក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង) ដែល: $\lambda = \dfrac{q}{2\pi R}$

- ឧបមាថា $q > 0$ នាំឲ្យយើងបាន $\Delta\ell_1$ មានបន្ទុកវិជ្ជមាន Δq_1 $(\Delta q_1 = \lambda.\Delta\ell_1)$ បានបង្កើតត្រង់ចំណុច M នូវដែនអគ្គិសនី $\Delta\vec{E}_1$ ដែលមានទិស និងទិសដៅដូចរូប 1.44 និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ: $\Delta E_1 = k\dfrac{\Delta q_1}{(R^2+h^2)} = k\dfrac{\lambda.\Delta\ell_1}{(R^2+h^2)}$

ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈឆ្លុះគ្នានៃរង្វង់ខ្សែចម្លង នោះយើងបាន $\Delta\ell_2$ ឆ្លុះគ្នានឹង $\Delta\ell_1$ ធៀបនឹងផ្ចិត O និងមានលក្ខណៈដូចគ្នាទាំងស្រុង $\Delta\ell_2 = \Delta\ell_1$ និង $\Delta q_2 = \Delta q_1$ ក៏បានបង្កើតត្រង់ចំណុច M នូវដែនអគ្គិសនី $\Delta\vec{E}_2$ $(\Delta E_2 = \Delta E_1)$ ដែលមានទិស និងទិសដៅដូចរូប 1.44 ។

យើងឃើញថា $\Delta\vec{E}_1$ និង $\Delta\vec{E}_2$ ឆ្លុះគ្នាធៀបនឹងអក្សរង្វង់ខ្សែចម្លង

$\Delta\vec{E} = \Delta\vec{E}_1 + \Delta\vec{E}_2$ មានទិសលើអក្សខ្សែចម្លង និងទិសដៅចាកផ្ចិត O

អាំងតង់ស៊ីតេ: $\Delta E = 2.\Delta E_2 \cos\alpha = 2k\dfrac{\lambda\Delta\ell_1}{(R^2+h^2)}\dfrac{h}{\sqrt{R^2+h^2}} = \dfrac{k.\lambda.h.(2\Delta\ell_1)}{(R^2+h^2)^{3/2}}$

ដែលក្នុងនោះ $2\Delta\ell_1$ ជាផលបូកប្រវែងនៃកំណាត់ខ្សែចម្លងដែលយើងសិក្សា។

- បើយើងសិក្សាចំពោះរង្វង់ខ្សែចម្លងទាំងមូលយើងបាន:

$$E = \Delta E_1 + \Delta E_2 + \cdots = \frac{k.\lambda.h}{(R^2+h^2)^{3/2}}(\Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 + \cdots) = \frac{k.\lambda.h.\ell}{(R^2+h^2)^{3/2}}$$

ដែល $\ell = 2\pi R$ ជាប្រវែងខ្សែចម្លងសរុប

$$\Rightarrow E = \frac{k.\lambda.h}{(R^2+h^2)^{3/2}}2\pi R = \frac{k.h.|q|}{(R^2+h^2)^{3/2}}$$ ព្រោះ $|q| = 2\pi R.\lambda$

+ ករណី $M \equiv O$ នាំឲ្យ $h=0 \Rightarrow E_O = 0$

+ ករណី M នៅ $\infty\ (h \gg R) \Rightarrow E_\infty \approx \dfrac{k|q|}{h^2}$ យើងឃើញថា នៅចំងាយ ∞ ដែនអគ្គិសនីដែលបង្កើតដោយរង្វង់ខ្សែ ដូចគ្នានឹងដែនបង្កើតដោយចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី q ដាក់ត្រង់ផ្ចិតរង្វង់ខ្សែចម្លង។

b. កំណត់ប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ចំណុច M

ដូចសំរាយខាងលើដែរ នាំឲ្យយើងទាញបាន ផ្នែកនីមួយៗនៃខ្សែចម្លងបានបង្កើតត្រង់ចំណុច M នូវប៉ូតង់ស្យែលៈ $\Delta V = \dfrac{k.\lambda.\Delta\ell}{\left(R^2+h^2\right)^{1/2}}$

ដោយ ប៉ូតង់ស្យែលជាទំហំស្កាលែ នាំឲ្យយើងបានប៉ូតង់ស្យែលដែលបង្កើតដោយរង្វង់ខ្សែទាំងមូលៈ

$$V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \cdots = k\frac{\lambda}{(R^2+h^2)^{1/2}}(\Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 + \cdots)$$

$$V = k\frac{\lambda}{(R^2+h^2)^{1/2}}2\pi R = k\frac{q}{(R^2+h^2)^{1/2}}$$

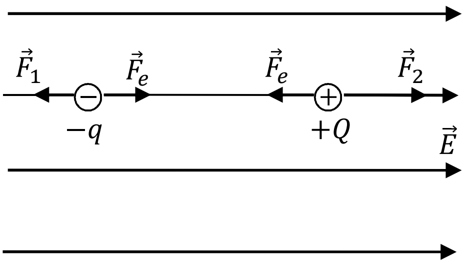
+ ករណី $M \equiv O$ នាំឲ្យ $h=0 \Rightarrow V_O = k\dfrac{q}{R}$

+ ករណី M នៅ ∞ នាំឲ្យ $R^2+h^2=\infty \Rightarrow V_\infty = 0$

45. ស្វ៊ែរលោហៈតូចពីរមានម៉ាស m និង M ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី $-q$ និង $+Q$ ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ លើក្នុងខ្សែដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន ចម្ងាយពីគ្នាប្រវែង d ។ ពេលគេលែងស្វ៊ែរលោហៈទាំងពីរនោះ វាក៏បានផ្លាស់ទី តែចម្ងាយរវាងស្វ៊ែរទាំងពីរនៅតែរក្សាស្មើ d ដដែល។ ចូរកំណត់ទិសដៅនៃខ្សែដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន និងអាំងតង់ស៊ីតេនៃវ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនីនោះ ។ (មិនគិតអំពើនៃទំនាញដី)

ចម្លើយ

កម្លាំងទាញអេឡិចត្រូស្តាទិច $\vec{F}_e$ រវាងស្វ៊ែរទាំងពីរស្មើគ្នាជានិច្ច។ កម្លាំងនៃដែនអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើ $+Q$ គឺ $\vec{F}_2 = Q\vec{E}$ មានទិសដៅដូចខ្សែដែន និងកម្លាំងនៃដែនមានអំពើលើ $-q$ គឺ $\vec{F}_1 = -q\vec{E}$ មានទិសដៅផ្ទុយពីខ្សែដែន។



(រូប1.45)

-បើ $Q > q \Rightarrow F_2 > F_1$ បើចង់ឲ្យចំងាយរវាងស្វ៊ែរទាំងពីររក្សានៅដដែលក្នុងបំលាស់ទីលុះត្រាតែយើងមាន:

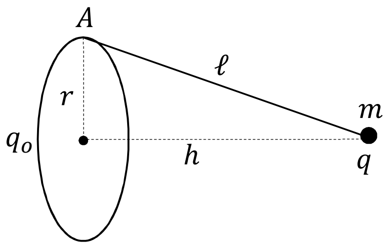
$F_2 > F_e > F_1$ (ផ្លាស់ទីតាមបណ្តោយខ្សែដែន ដូចរូប 1.45 គឺមានន័យថាកម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើស្វ៊ែរនីមួយៗត្រូវមានទិសដៅដូចគ្នា) ហេតុនេះ ខ្សែដែនត្រូវមានទិសដៅពីស្វ៊ែរទី ១ ទៅស្វ៊ែរទី២ (ដូចរូប)។ ម្យ៉ាងទៀត: ស្វ៊ែរទាំងពីរត្រូវមានសំទុះស្មើគ្នា (ដើម្បីឲ្យវាផ្លាស់ទីបានចំងាយស្មើគ្នា ក្នុងរយៈ ពេលណាមួយ) គឺមានន័យថា:

$$a_1 = a_2 \Leftrightarrow \frac{F_e - F_1}{m} = \frac{F_2 - F_e}{M}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{m}\left(k\frac{qQ}{d^2} - qE\right) = \frac{1}{M}\left(QE - k\frac{Qq}{d^2}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{E = \frac{kqQ(M+m)}{d^2(mQ+Mq)}}$$

46. រង្វង់ខ្សែចម្លងឆ្នាមួយ មានកាំ $r = 0.1m$ ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី q_o (ស្មើសាច់លើរង្វង់ខ្សែទាំងមូល) ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ក្នុងប្លង់ឈរ។ ស្វ៊ែរលោហៈតូចមួយមានម៉ាស $m = 1g$ ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី $q = q_o$ ត្រូវបានគេយកមកព្យួរត្រង់ចំណុច A នៃរង្វង់ខ្សែចម្លង ដោយប្រើខ្សែអំពោះឆ្មារប្រវែង $\ell = 1.44m$ ដូចរូប 1.46 ។ ពេលមានលំនឹង ស្វ៊ែរស្ថិតនៅលើអក្សនៃរង្វង់ខ្សែ។ គណនាបន្ទុក q (យក $g = 10m/s^2$)។



(រូប1.46)

ចម្លើយ

- ស្វ៊ែររងអំពើនៃកម្លាំងបីគឺៈ កម្លាំងអេឡិចត្រូស្តាទិច $\vec{F}=q\vec{E}$, ទំងន់ $\vec{P}$ និងតំនឹងខ្សែ $\vec{T}$ តាមសំរាយលំហាត់ទី 44 យើងបានៈ ដែនអគ្គិសនី $\vec{E}$ មានទិសស្ថិតនៅលើអក្សនៃរង្វង់ខ្សែចម្លង មានទិសដៅចាកផ្ចិតខ្សែចម្លង និងមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ

$$E=\frac{khq_o}{(r^2+h^2)^{3/2}}=\frac{kq_o\sqrt{\ell^2-r^2}}{\ell^3} \qquad (1)$$

ដើម្បីឲ្យស្វ៊ែរមានលំនឹងលុះត្រាៈ $\vec{F}+\vec{P}+\vec{T}=0 \qquad \Rightarrow \tan\alpha=\frac{F}{P}$

តាមរូប 1.46 យើងបានៈ $\tan\alpha\approx\sin\alpha=\frac{r}{h}$

នាំឲ្យ $\frac{r}{h}=\frac{qE}{mg} \qquad (2)$

តាម (1) និង (2) យើងបានៈ

$$q=\ell\sqrt{\frac{mg\ell r}{k.(\ell^2-r^2)}}=1.44\sqrt{\frac{10^{-3}\times10\times1.44\times0.1}{9.10^9\times(1.44^2-0.1^2)}}\approx4.10^{-7}C$$

47. គេយកបន្ទុកអគ្គិសនីចំនួន 6 ដែលៈ $q_1=-1.2\times10^{-6}C$, $q_2=-10^{-6}C$, $q_3=-8.10^{-7}C$ $q_4=-6.10^{-7}C$, $q_5=-4.10^{-7}C$, $q_6=-2.10^{-7}C$ រៀងគ្នាទៅដាក់ត្រង់កំពូលទាំង 6 នៃឆកោណនិយ័ត $ABCDEF$ មួយដែលមានជ្រុងប្រវែង $a=3cm$ ។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីនៅត្រង់ផ្ចិត O នៃឆកោណនិយ័តខាងលើ ?

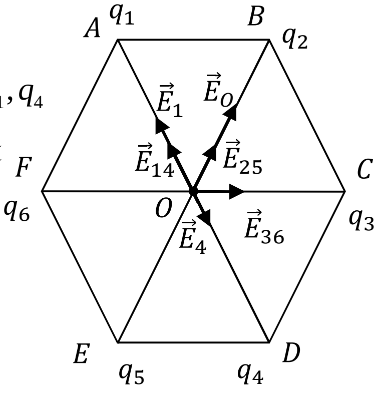
ចម្លើយ

- យើងកំណត់ដែនអគ្គិសនីផ្គួបដែលបង្កើតឡើងដោយគូបន្ទុកអគ្គិសនីលើអង្កត់ទ្រូងតែមួយ ឧបមាដូច q_1 និង q_4 ជាដើម (ដូចរូប 1.47)

+ យើងបានៈ $\vec{E}_{14}$ ជាដែនផ្គួបត្រង់ O ដែលបង្កើតដោយ q_1,q_4 មានទិសស្ថិតលើ AD ទិសដៅ $O\rightarrow D$ និងអាំងតង់ស៊ីតេៈ

$$E_{14}=E_1+E_4=k\frac{(|q_1|+|q_4|)}{a^2}$$

+ ដូចគ្នាដែរចំពោះ $\vec{E}_{25}$ មានទិសស្ថិតលើ BE ទិសដៅ $O\rightarrow B$ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ



(រូប1.47)

$$E_{25}=E_2-E_5=k\frac{(|q_2|-|q_5|)}{a^2}$$

+ ចំពោះ $\vec{E}_{36}$ មានទិសស្ថិតលើ CF ទិសដៅ $O\to C$ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$E_{36}=E_3-E_6=k\frac{(|q_3|-|q_6|)}{a^2}$$

ដោយ $|q_1|-|q_4|=|q_2|-|q_5|=|q_3|-|q_6|\Rightarrow E_{14}=E_{25}=E_{36}$

នាំឲ្យយើងបានដែលផ្គួបត្រង់ O គឺ: $\vec{E}_O=\vec{E}_{14}+\vec{E}_{25}+\vec{E}_{36}=2\vec{E}_{25}$ មានន័យថាដែនផ្គួបមានទិសស្ថិតលើ BE ទិសដៅ $O\to B$ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$E=2E_{25}=2k\frac{(|q_2|-|q_5|)}{a^2}=2\times9.10^9\frac{(10^{-6}-4.10^{-7})}{(3.10^{-2})^2}=\boxed{12.10^6\ V/m}$$

48. ស្វ៊ែរលោហៈមួយមានកាំ R_1 ត្រូវបានផ្ទុកអគ្គិសនីរហូតដល់មានប៉ូតង់ស្យែល V បន្ទាប់មកគេក៏បានយកសំបកស្វ៊ែរលោហៈមួយដែលមានកាំ R_2 មកព័ទ្ធពីក្រៅស្វ៊ែរលោហៈខាងលើ។

a. តើប៉ូតង់ស្យែលរបស់ស្វ៊ែរលោហៈប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច ប្រសិនបើគេយកខ្សែចម្លងមួយមកតភ្ជាប់ស្វ៊ែរលោហៈជាមួយនឹងសំបកស្វ៊ែរដែលព័ទ្ធពីក្រៅនោះ?

b. គណនាប៉ូតង់ស្យែលរបស់ស្វ៊ែរ ពេលដែលសំបកស្វ៊ែរត្រូវបានតភ្ជាប់នឹងដី។

c. គណនាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រ ដែលផ្គុំឡើងពីស្វ៊ែរលោហៈ និងសំបកស្វ៊ែរ ។

ចម្លើយ

a. បម្រែបម្រួលប៉ូតង់ស្យែល

តាមរូបមន្តគណនាប៉ូតង់ស្យែល យើងទាញបានបន្ទុកស្វ៊ែរស្មើនឹង $Q=\frac{VR_1}{k}$ ។ ពេលដែលគេតភ្ជាប់ស្វ៊ែរ និងសំបកស្វ៊ែរដោយខ្សែចម្លងមួយ នោះនាំឲ្យយើងបាន: ស្វ៊ែរ និងសំបកស្វ៊ែរក្លាយជាអង្គធាតុចម្លងមួយ ហើយនៅពេលនោះបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់ស្វ៊ែរនឹងរាយសារជាថ្មី និងមានរបាយតែនៅលើផ្ទៃនៃសំបកស្វ៊ែរ(លក្ខណៈនៃអង្គធាតុចម្លងមានលំនឹង)។ លើសពីនេះទៅទៀតគឺ ស្វ៊ែរ និងសំបកស្វ៊ែរមានប៉ូតង់ស្យែលស្មើគ្នានិងមានតម្លៃស្មើ:

$$V_1=k\frac{Q}{R_1}=\frac{R_1}{R_2}V$$

នាំឲ្យយើងបាន ប៉ូតង់ស្យែលស្វ៊ែរប្រែប្រួល: $\Delta V=V_1-V=V\left(\frac{R_1}{R_2}-1\right)$

b. គណនាប៉ូតង់ស្យែលស្វ៊ែរ ពេលសំបកស្វ៊ែរតភ្ជាប់នឹងដី

- នៅពេលដែលសំបកស្វ៊ែរមិនបានតភ្ជាប់នឹងស្វ៊ែរ តែគេតភ្ជាប់វានឹងដីវិញ (គេចាត់ទុកដីជាអង្គធាតុចម្លងធំមួយ និងស្ថិតនៅចំងាយ ∞ ពីប្រព័ន្ធដែលយើងកំពុងសិក្សា) នោះនាំឲ្យបន្ទុកប្រតិកម្ម មានសញ្ញាដូច និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹងបន្ទុកស្វ៊ែរដែលត្រូវបានច្រានចេញ។ នៅពេលនោះ ផ្ទៃក្នុងនៃសំបកស្វ៊ែរមានបន្ទុក Q' ដែល $Q'=-Q=-\dfrac{VR_1}{k}$ ។

- ប៉ូតង់ស្យែលស្វ៊ែរនៅខនៈនេះ ស្មើនឹងប៉ូតង់ស្យែលដែលបង្កើតដោយបន្ទុក Q និង Q' ។ ប៉ូតង់ស្យែលដែលបង្កើតដោយបន្ទុក Q' ត្រង់ផ្ចិតសំបកស្វ៊ែរ (ឬផ្ចិតស្វ៊ែរ) ស្មើនឹង:

$$V_2=k\frac{Q'}{R_2}=-k\frac{Q}{R_2}$$

- យើងបានប្រព័ន្ធជាអង្គធាតុអេគីប៉ូតង់ស្យែល ហេតុនេះប៉ូតង់ស្យែលនៅត្រង់ផ្ចិតស្វ៊ែរ និងលើផ្ទៃស្វ៊ែរ មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា។ នាំឲ្យប៉ូតង់ស្យែលរបស់ស្វ៊ែរក្នុងករណីនេះគឺ:

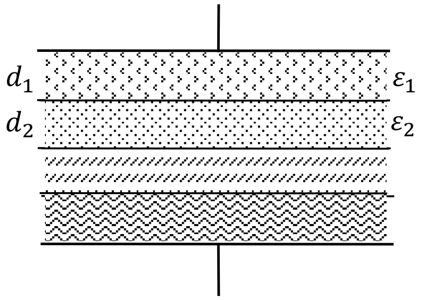
$$V'=V+V_2=V-V\frac{R_1}{R_2}=V\left(1-\frac{R_1}{R_2}\right)=kQ\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

c. គណនាកាប៉ាស៊ីតេ

- ស្វ៊ែរ និងសំបកស្វ៊ែរបង្កើតបានជាកុងដង់សាទ័រស្វ៊ែរមួយ។ តាមនិយមន័យ កាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់ $C=\dfrac{Q}{U}$ ដែលករណីនេះ $U=V'-0=V'$ (ព្រោះសំបកស្វ៊ែរភ្ជាប់នឹងដី $\Rightarrow V=0$)

នាំឲ្យ: $C=\dfrac{Q}{U}=\dfrac{1}{k\left(1\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2}\right)}=\dfrac{R_1R_2}{k\left(R_2-R_1\right)}$

49. គេដឹងថា នៅចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រប្លង់មួយ មាន n ស្រទាប់ឌីអេឡិចទ្រិចដែលមានកម្រាស់រៀងគ្នា $d_1;d_2;...;d_n$ និងមានមេគុណថេរឌីអេឡិចទ្រិច $\varepsilon_1;\varepsilon_2;...;\varepsilon_n$ ។ ចូរគណនាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រខាងលើ? (រូប 1.49) យករូបមន្តដែលទាញបានរាងទូទៅ មកអនុវត្តចំពោះកុងដង់សាទ័រប្លង់ដែលមានអាម៉ាតួពីរ ហើយអាម៉ាតួ



(រូប 1.49)

នីមួយៗមានផ្ទៃ $S=400cm^2$ ដាក់ឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ $d=3mm$ ហើយចន្លោះកុងដង់សាទ័របំពេញដោយប៉ារ៉ាហ្វីនកម្រាស់ $d_1=1mm$, $\varepsilon=2$ ចំណែកផ្នែកដែលនៅសល់បំពេញដោយសុញ្ញកាស។

ចម្លើយ

- ក្នុងករណីនេះ យើងអាចចាត់ទុកកុងដង់សាទ័រ ជាបង្គុំជាស៊េរីនៃ n កុងដង់ ហើយអាម៉ាតួនៃកុងដង់នីមួយៗមានក្រលាផ្ទៃ S ហើយចំងាយរវាងអាម៉ាតួនៃកុងដង់នីមួយៗគឺ $d_1, d_2, \dots$ មជ្ឈដ្ឋានឌីអេឡិចទ្រិចចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់នីមួយៗមានថេរឌីអេឡិចទ្រិច $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots$: នាំឲ្យយើងបានកាប៉ាស៊ីតេសមមូលនៃបង្គុំគឺ:

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\dots+\frac{1}{C_n}=\frac{\varepsilon_1 S}{4\pi k.d_1}+\frac{\varepsilon_2 S}{4\pi k.d_2}+\dots+\frac{\varepsilon_n S}{4\pi k.d_n}$$

$$\Rightarrow C=\frac{S}{4\pi k\left(\frac{d_1}{\varepsilon_1}+\frac{d_2}{\varepsilon_2}+\dots+\frac{d_n}{\varepsilon_n}\right)}$$

+ អនុវត្តន៍ចំពោះកុងដង់សាទ័រប្លង់ $S=400cm^2=4.10^{-2}m^2,\ \varepsilon=2,\ d_1=1cm,\ \text{d=3cm}$

$$C=\frac{S}{4\pi k\left(\frac{d_1}{\varepsilon}+\frac{d-d_1}{1}\right)}\approx \boxed{1.41\times10^{-11}F}$$

50. កុងដង់សាទ័រប្លង់មួយមានចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរប្រវែង $d=1.5cm$ ត្រូវបានគេយកទៅតភ្ជាប់នឹងប្រភពតង់ស្យុងមួយដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U=3.9\ 10^4 V$ ។

a. តើកុងដាង់សាទ័រខាងលើខូចដែរឬទេ? បើគេដឹងថា កុងដង់សាទ័រក្លាយជាចម្លងអគ្គិសនីពេលដែលដែនអគ្គិសនីរបស់វាធំជាង $E_{break}=3.10^6\ V/m$ (E_{break} ដែនកំរិត)។

b. ប្រសិនបើខណៈពេលនោះគេយកបន្ទះកែវកម្រាស់ $3mm$ និង $\varepsilon=7$ ទៅដាក់ចូលក្នុងកុងដង់ខាងលើ តើកុងដង់ខូចដែរឬទេ? បើគេដឹងថា ដែនអគ្គិសនីកំរិតចំពោះកែវគឺស្មើនឹង $E_{glass}=10^7$ V/m ៕

ចម្លើយ

- ដែនអគ្គិសនីកំរិតចំពោះអង្គធាតុអ៊ីសូឡង់មួយ គឺជាដែនអគ្គិសនីអប្បបរមាដែលធ្វើឲ្យកើតមានបាតុភូតបន្ទេរអគ្គិសនីក្នុងអគ្គធាតុអ៊ីសូឡង់នោះ(មានន័យថាប្រសិនបើដែនអគ្គិសនីធំជាងដែនអគ្គិសនីកំរិតនៅខណៈពេលនោះអង្គធាតុអ៊ីសូឡង់ក្លាយទៅជាអង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនី)។

a. ករណីមិនទាន់មានបន្ទះកែវ

យើងបាន: $E=\dfrac{U}{d}=\dfrac{3.9\times10^4}{1.5\times10^2}=2.6\times10^6\ V/m \quad < E_{break}$

ដូចនេះ កុងដង់សាទ័រមិនខូច (ឬផ្ទុះបែក) ទេ។

b. ករណីមានបន្ទះកែវ (កុងដង់ចែកចាពីរផ្នែក: សុញ្ញកាស និង កែវ)

តាង E_1, E_2 រៀងគ្នាជាដែនអគ្គិសនីនៃកុងដង់សាទ័រសុញ្ញកាស និងកុងដង់សាទ័រកែវ

យើងបាន: $U=E_1(d-\ell)+E_2.\ell$

និង $E_2=\dfrac{E_1}{\varepsilon}$

នាំឲ្យ $E_1=\dfrac{U}{d-\ell\left(1-\dfrac{1}{\varepsilon}\right)}\approx 3.14\times10^6 V/m \quad > \quad E_{break}$

ដូចនេះ សុញ្ញកាសក្លាយជាមជ្ឈដ្ឋានចម្លងអគ្គិសនី។ យើងបានដែលអគ្គិសនីក្នុងបន្ទះកែវគឺ:

$E_2{}'=\dfrac{U}{\ell}=13.10^6\ \ \text{V/m} \ > \ \text{E}_{glass}$ នាំឲ្យកែវក្លាយជាមជ្ឈដ្ឋានចម្លងអគ្គិសនីដែរ។

ដូចនេះ កុងដង់សាទ័រត្រូវខូច(ឬផ្ទុះបែក)។

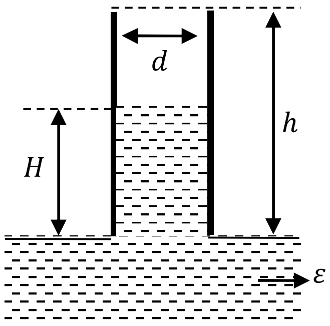
51. អាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រប្លង់មួយ មានប្រវែងទទឹង b និងកម្ពស់ h ដាក់ក្នុងទិសឈរឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ d ដែល d តូចណាស់ធៀបនឹង b និង h $(d \ll b,h)$ ។ គែមក្រោមនៃអាម៉ាតួទាំងពីរត្រូវបានគេដាក់ឲ្យប៉ះនឹងអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិចមួយមានថេរឌីអេឡិចទ្រិច ε និងមានម៉ាសមាឌ D ។

a. ប្រសិនបើគេភ្ជាប់អាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រខាងលើនឹងប្រភពតង់ស្យុង U គេឃើញថាអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិចនឹងឡើងនៅក្នុងចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរបានកម្ពស់ H ។ ចូរបកស្រាយបាតុភូត និងគណនារកម្ពស់ H ។

b. ប្រសិនបើគេផ្ទុយអគ្គិសនីឲ្យកុងដង់ហើយផ្ដាច់វាចេញពីប្រភព រួចទើបយកវាទៅដាក់ឲ្យប៉ះនឹងផ្ទៃលើនៃអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិច តើមានបាតុភូតអ្វីកើតឡើងខុសពីមុនដែរឬទេ? ចូរគណនាកម្ពស់នៃសរសេរអង្គធាតុរាវចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរ?

<u>ចម្លើយ</u>

a. ករណីកុងដង់សាទ័រភ្ជាប់នឹងប្រភពតង់ស្យុង



(រូប1.51)

\+ បាតុភូតៈ ពេលដែលកុងដង់ផ្ទុកអគ្គិសនី ត្រូវបានគេយកទៅដាក់លើអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិច នោះវាមាននំនោរស្រូបយកអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិចនោះចូលចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរ (អង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិចរងប៉ូលកម្មដោយសារអំពើនៃដែនអគ្គិសនីនៃកុងដង់) ជាហេតុនាំឲ្យថាមពលនៃប្រព័ន្ធថយចុះ។ កម្មន្តនៃកម្លាំងដែនអគ្គិសនី ដើម្បីស្រូបបំលែងជាថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃប្រព័ន្ធៈ កុងដង់-ប្រភព (មើលលំហាត់ទី 12 ឡើងវិញ) ដែលៈ

$$A=(C_2-C_1)\frac{U^2}{2} \qquad (1)$$

ក្នុងនោះៈ C_1 ជាកាប៉ាស៊ីតេកុងដង់មុនពេលស្រូបអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិចចូល

C_2 ជាកាប៉ាស៊ីតេកុងដង់ក្រោយពេលស្រូបអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិចចូល

យើងបាន: $C_1 = \frac{S}{4\pi k.d} = \frac{\ell.h}{4\pi k.d}$

+ ដើម្បីគណនា C_2 យើងឧមាថា អង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិចឡើងបានកំពស់ H ដូចរូប 1.51 យើងបាន កុងដង់អាចចាត់ទុកជាបង្គុំជាខ្នែងនៃកុងដង់សាទ័រពីរ: កុងដង់សាទ័រសុញ្ញកាស មានកំពស់ $(h-H)$ និងកុងដង់សាទ័រឌីអេឡិចទ្រិច មានកំពស់ H :

$$C_2 = \frac{\ell(h-H)}{4\pi k.d} + \frac{\varepsilon\ell.H}{4\pi k.d} = \frac{\ell.h}{4\pi k.d} + \frac{(\varepsilon-1)\ell.H}{4\pi k.d}$$

$C_2 = C_1 + \frac{(\varepsilon-1)\ell.H}{4\pi k.d}$ ជួសក្នុង (1) យើងបាន:

$$A = \frac{U^2(\varepsilon-1)\ell.H}{2d.4\pi k}$$

+ ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃសរសរអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិចមានកំពស់ H (យើងបានចំណុចចាប់នៃទំងន់របស់វាគឺត្រង់ $\frac{H}{2}$) ស្មើនឹង:

$$W_p = P.\frac{H}{2} = \frac{1}{2}mgH = \frac{1}{2}Dg\ell dH^2$$

យើងបាន: $A = W_p \Rightarrow \boxed{H = \frac{(\varepsilon-1)U^2}{4\pi k.Dgd^2}}$

b. ករណីកុងដង់សាទ័រត្រូវបានផ្តាច់ចេញពីប្រភព

+ ក្នុងករណីនេះ បាតុភូតគឺប្រហាក់ប្រហែលនឹងករណីខាងលើដែរ ក៏ប៉ុន្តែមានចំណុចមួយគួរកត់សំគាល់គឺ បន្ទុកអគ្គិសនី Q នៃកុងដង់មានតម្លៃថេរ(មិនប្រែប្រួល) និង $Q = C_1U$ ។

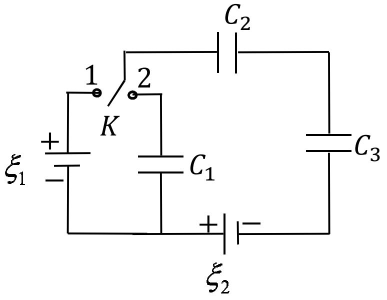
+ ពេលដែលកុងដង់ស្រូបអង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិចចូល នោះផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរមានតម្លៃខុសពី U នាំឲ្យកម្មន្តត្រូវបានគណនាតាមរូបមន្ត:

$A = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C_2} - \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C_1}$ ដែល C_1, C_2 គណនាដូចសំនួរ (a)

+ តាម $A = W_p'$ នាំឲ្យយើងបានរយៈកំពស់នៃសរសរអង្គធាតុរាវឌីអេឡិចទ្រិច៖

$$H' = \frac{\sqrt{\pi kD^2g^2h^2d^2 + (\varepsilon-1)DghU^2}}{3Dgd(\varepsilon-1)\sqrt{\pi k}} - \frac{h}{2(\varepsilon-1)}$$

52. គេឲ្យសៀគ្វីនៃបង្គុំកុងដង់សាទ័រដូចរូប។ ដំបូងកុងតាក់ K បិទមកទីតាំងទី 1 បន្ទាប់មកទើបប្តូរ K ទៅទីតាំង 2 ។ កំណត់បន្ទុកអគ្គិសនី និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ ពេលដែល K នៅទៅតាំង 2។ កំណត់ម៉ូឌុល និងទិសដៅផ្លាស់ទីនៃបន្ទុកអគ្គិសនីឆ្លងកាត់តាម K ក្រោយពេលប្តូរទីតាំង K មកទីតាំង 2 ភ្លាមៗ(រូប 1.52)



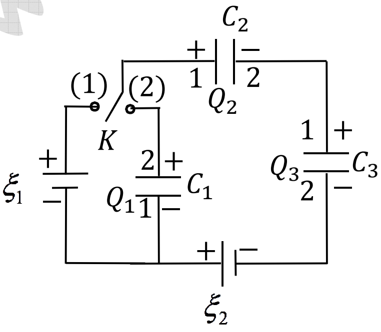
(រូប1.52)

ចម្លើយ

+ ពេល K នៅទីតាំង (1) គេបាន C_2 និង C_3 ត្រូវបានផ្ទុកអគ្គិសនី យើងបានបន្ទុកអគ្គិសនីកុងដង់ទាំងពីរស្មើគ្នា (តជាស៊េរី):

$$Q=C(\xi_1+\xi_2)=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}(\xi_1+\xi_2) \qquad (1)$$

+ បន្ទុកអគ្គិសនីនៃអាម៉ាតួកុងដង់ C_2 និង C_3 ត្រូវវាបាន សម្តែងដូចរូប 1.52 (សន្មត់ដើម្បីដោះស្រាយ) ។



(រូប1.52)

+ ពេល K ប្តូរទៅទីតាំង (2) នោះគេបានបន្ទុកនៃកុងដង់នីមួយៗគឺ Q_1,Q_2 និង Q_3 ។ ដើម្បីសរសេរសមីការកំណត់រក Q_1,Q_2,Q_3 (ដោយសារមិនទាន់ស្គាល់សញ្ញារបស់វា) ហេតុនេះក្នុងសមីការ Q_1,Q_1,Q_2 ជាតម្លៃពីជគណិត។ យើងបានសមីការប៉ូតង់ស្យែល:

$$U_1+U_2+U_3=\xi_2 \Leftrightarrow \frac{Q_1}{C_1}+\frac{Q_2}{C_2}+\frac{Q_3}{C_3}=\xi_2 \qquad (2)$$

+ មុនពេល K ប្តូរទៅទីតាំង (2) អាម៉ាតួ1 នៃកុងដង់ C_2 មានបន្ទុក Q $(Q>0)$។ តាមច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គិសនី នោះផលបូកបន្ទុកអាម៉ាតួ1 នៃ C_2 និងអាម៉ាតួ2 នៃ C_1 នៅពេល K បានប្តូរទៅទីតាំង (2) មានតម្លៃស្មើ Q ដែរ។ យើងបាន:

$$Q_2-Q_1=Q \qquad (3)$$

+ ដូចគ្នាដែរ ផលបូកបន្ទុកនៃអាម៉ាតួ1 នៃ C_3 និងអាម៉ាតួ2 នៃ C_2 មុនពេលប្តូរកុងតាក់ K ទៅទីតាំង (2) ស្មើសូន្យ យើងបាន៖

$$Q_3 - Q_2 = 0 \qquad (4)$$

ដោះស្រាយប្រព័ន្ធសមីការ៖ (1),(2),(3) រួចជួសចូលក្នុង (1) យើងបាន៖

$$Q_1 = -\frac{C_1C_1C_2\xi_1}{C_1C_2 + C_1C_3 + C_2C_3}$$

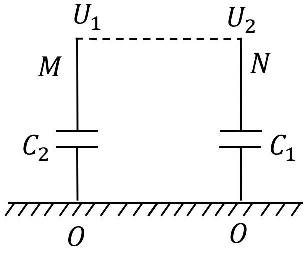
$$Q_2 = Q_3 = \frac{C_2C_2\xi_2}{C_1 + C_2} + \frac{C_2^2C_3^2\xi_1}{(C_2 + C_3)(C_1C_2 + C_1C_3 + C_2 + C_3)}$$

នាំឲ្យយើងបាន៖ $U_1 = \dfrac{Q_1}{C_1}$, $U_2 = \dfrac{Q_2}{C_2}$, $U_2 = \dfrac{Q_3}{C_3}$

+ យើងឃើញថា $Q_1 < 0$ ហេតុនេះ $V_1 < 0$ មានន័យថា អាម៉ាតួ 1 នៃកុងដង់ C_1 ផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមានស្មើនឹង Q_1 ចំនែកអាម៉ាតួ 1 នៃកុងដង់ C_2 និង C_3 ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន។

+ ដោយសារនៅខណៈដំបូង C_1 មិនទាន់បានផ្ទុកអគ្គិសនី ហេតុនេះបន្ទុកផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ K គឺជាបន្ទុកនៃអាម៉ាតួ 2 របស់ C_1 ដែលបន្ទុកនេះជាបន្ទុកវិជ្ជមាន។ ដូចច្នេះ ក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K ទៅទី តាំង (2) ភ្លាម មានបរិមាណអគ្គិសនីវិជ្ជមាន $|Q_1|$ បានផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ K ទៅរកអាម៉ាតួ2 នៃ C_1 ។

53. គេមានកុងដង់សាទ័រពីរ $C_1 = 2\mu F$; $C_2 = 0.5\mu F$ ដែលអាម៉ាតួម្ខាងនៃកុងដង់នីមួយៗត្រូវបានតភ្ជាប់រៀងគ្នានឹងតង់ស្យុង $U_1 = 100V$,$U_2 = -50V$ និងអាម៉ាតួម្ខាងទៀតភ្ជាប់នឹងដី ដូចរូប 1.53 ។ ចូរគណនាបរិមាណកម្តៅដែលបញ្ចេញនៅពេលដែលគេតភ្ជាបអាម៉ាតួខាងលើ (អាម៉ាតួដែលមិនជាប់ដី)នៃកុងដង់ទាំងពីរជាមួយគ្នាដោយប្រើខ្សែចម្លងមួយ។



(រូប 1.53)

ចម្លើយ

+ មុនពេលគេតភ្ជាប់កុងដង់ទាំងពីរយើងមានៈ

$$q_1 = C_1U_1 \quad , \quad q_2 = C_2U_2$$

និងថាមពលបង្គុំៈ $W_1 = \frac{1}{2}C_1U_1^2 + \frac{1}{2}C_2U_2^2$

+ ក្រោយពេលកុងដង់ទាំងពីរត្រូវបានតភ្ជាប់គ្នាដោយខ្សែចម្លង យើងបានបង្គុំជាខ្នែងដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល U ។ បន្ទុកនៃបង្គុំកុងដង់គឺៈ

$$q = q_1 + q_2 = C_1U_1 + C_2U_2$$

$$\Leftrightarrow \ C_1U_1 + C_1U_2 = (C_1 + C_2)U$$

$$\Rightarrow U = \frac{C_1U_1 + C_2U_2}{C_1 + C_2}$$

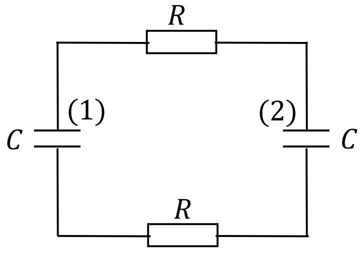
ថាមពលនៃបង្គុំកុងដង់ក្នុងករណីនេះគឺៈ $W_2 = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)U^2$

យើងបានៈបរិមាណកំដៅដែលភាយចេញស្មើនឹងបម្រែបម្រួលថាមពលនៃបង្គុំកុងដុងនៅខណៈ មុន និង ក្រោយពេលតភ្ជាប់កុងដង់ទាំងពីរដោយខ្សែចំលងៈ

$$Q = \Delta W = W_1 - W_2 = \frac{1}{2}\frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}(U_1 - U_2)^2$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(\frac{2.10^{-6} \times 0.5\times10^{-6}}{2.10^{-6} + 0.5\times10^{-6}}\right)(100-(-50))^2 = \boxed{4.5\times10^{-3} \quad J}$$

54. កុងដង់សាទ័រប្លង់ពីរឯកលក្ខណ៍ ដែលផ្ទៃក្រឡានៃអាម៉ាតួនីមួយៗ $S = 400\ cm^2$ ចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរ $d_1 = 0.6mm$ ត្រូវបានគេយកមកផ្ទុកអគ្គិសនីដោយប្រភពតង់ស្យុងដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U_o = 500V$ ។ បន្ទាប់មកគេផ្តាច់ចេញពីប្រភព ហើយយកទៅតភ្ជាប់នឹងរេស៊ីស្តង់ $R = 12.5k\Omega$ ដូចរូប1.54។ ក្រោយមកគេបានធ្វើឲ្យចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់នីមួយៗកើនឡើងបា $d_2 = 1.8mm$ ក្នុងរយៈពេល $t = 3s$ តាមវិធីពីរយ៉ាង៖ ទី១ គឺទាញអាម៉ាតួនៃកុងដង់នីមួយៗព្រមគ្នា និងវិធីទី២ គឺគេទាញម្តងមួយៗ គឺមានន័យថា ទាញកុងដង់ទីមួយឲ្យបាន d_2 ហើយក្រោយមកទើបទាញកុងដង់



(រូប 1.54)

មួយផ្សេងទៀតឲ្យបានចម្ងាយ d_2 ដែរ។ តើវិធីទាំងពីរខាងលើ វិធីមួយណាចំណាយកម្មន្ត អស់ច្រើនជាង? ច្រើនជាចំនួនប៉ុន្មាន?

ចម្លើយ

+ តាង C_o និង C រៀងគ្នាជាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់នីមួយៗ មុន និងក្រោយពេលគេទាញឲ្យឃ្លាតបន្ថែម

យើងបាន: $C_o = \dfrac{S}{4\pi k.d_1} = \dfrac{4.10^{-2}}{4\pi \times 9.10^9 \times 0.6\times 10^{-3}} \approx 5.9\times 10^{-10}\,F$

និង $C = \dfrac{S}{4\pi k.d_2} = \dfrac{4.10^{-2}}{4\pi \times 9.10^9 \times 1.8\times 10^{-3}} \approx 1.96\times 10^{-10}\,F$

បន្ទុកដើមរបស់កុងដង់នីមួយៗ៖ $Q_o = C_oU_o = 5.9\times 10^{-10}\times 500 \approx 2.95\times 10^{-7}\,C$

a. ករណីទាញកុងដង់ទាំងពីរក្នុងពេលតែមួយ

- ពេលទាញ គេបានផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃក្នុងដង់នីមួយៗស្មើគ្នាជានិច្ច (ដំបូងស្មើ U_o) ហេតុនេះ ប៉ូតង់ស្យែលនៃក្បាលទាំងពីរនៃរេស៊ីស្តង់នីមួយៗស្មើគ្នា នាំឲ្យគ្មានបន្ទុកអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់ទាំងពីរទេ។

ដូចច្នេះ ក្នុងលំនាំនៃការទាញនេះបន្ទុកនៃកុងដង់នីមួយៗរក្សាតម្លៃដដែលស្មើនឹង Q_o ។ កម្មន្តចាំបាច់ដើម្បីទាញឲ្យកុងដង់នីមួយៗឲ្យឃ្លាតគ្នាបានប្រវែង d_2 ស្មើ:

$$A = \Delta W = 2.\frac{1}{2}\frac{Q_o^2}{C} - 2.\frac{1}{2}\frac{Q_o^2}{C_o} = Q_o^2\left(\frac{C_o - C}{C_oC}\right) \qquad (1)$$

b. ករណីទាញកុងដង់ម្តងមួយៗ

+ទាញកុងដង់១មុន: តាង Q_1, Q_2 ជាបន្ទុកនៃកុងដង់នីមួយៗក្រោយពេលទាញកុងដង់ទី១ និងតាង U_1, U_2 ជាផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់នីមួយៗក្រោយពេលទាញកុងដង់ទី១

យើងបាន: $U_1 = U_2 \quad \Leftrightarrow \quad \dfrac{Q_1}{C} = \dfrac{Q_2}{C_o}$

និងបន្ទុក $Q_1 + Q_2 = 2Q_o$ (ច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គិសនី)

នាំឲ្យយើងបាន: $Q_1 = 2\dfrac{Q_oC}{C_o + C}$, $\quad Q_2 = 2\dfrac{Q_oC_o}{C_o + C}$

$$\Rightarrow \quad \Delta Q = Q_2 - Q_1 = 2Q_o\left(\frac{C_o - C}{C_o + C}\right)$$

យើងបាន បរិមាណអគ្គិសនី ΔQ ឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗក្នុងរយៈពេល t មានន័យថា មានចរន្តអគ្គិសនី $I=\dfrac{\Delta Q}{t}$ ឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់ នាំឲ្យមានបរិមាណកំដៅ $Q_R = RI^2t$ ភាយចេញពីរេស៊ីស្តង់ នីមួយៗ។

- នាំឲ្យកម្មន្តចាំបាច់ដើម្បីទាញអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់ទី១ ឲ្យឃ្លាតគ្នាប្រវែង d_2 ស្មើនឹងៈ

$A_1 = Q_R + \Delta W_1 + \Delta W_2$ ($\Delta W_1, \Delta W_2$:បម្រែបម្រួលថាមពលនៃកុងដង់ទី១ និងទី២)

$$A_1 = 2RI^2t + \left(\frac{Q_1^2}{2C} - \frac{Q_o^2}{2C_o}\right) + \left(\frac{Q_2^2}{2C_o} - \frac{Q_o^2}{2C_o}\right)$$

$$A_1 = 8R\left(\frac{Q_o(C_o - C)}{t(C_o + C)}\right)^2 + Q_o^2\left(\frac{C_o - C}{C_o(C_o + C)}\right)$$

+ ក្រោយពេលទាញកុងដង់ទី២:

- ក្រោយពេលទាញកុងដង់ទី២រួច គេឃើញថា បន្ទុកអគ្គិសនី និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកុងដង់នីមួយៗស្មើគ្នាវិញ: $U_1 = U_2$ និង $Q_1 = Q_2$ យើងបាន៖

$$\Delta Q' = Q_2 - Q_0 = 2Q_o\left(\frac{C_o}{C_o + C}\right) - Q_o = \frac{Q_o(C_o - C)}{C_o + C}$$

- នាំឲ្យកម្មន្តចំណាយដើម្បីទាញអាម៉ាតួកុងដង់ ទី២ឲ្យឃ្លាតគ្នាប្រវែង d_2 ស្មើនឹង:

$$A_2 = Q_R' + \Delta W_1' + \Delta W_2'$$

$$A_2 = 2RI'^2t + \left(\frac{Q_1^2}{2C} - \frac{Q_o^2}{2C_o}\right) + \left(\frac{Q_1^2}{2C} - \frac{Q_o^2}{2C_o}\right)$$

$$A_2 = 2R\left(\frac{Q_o(C_o - C)}{t(C_o + C)}\right)^2 + Q_o^2\left(\frac{C_o - C}{C(C_o + C)}\right)$$

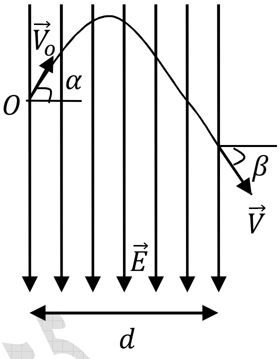
- នាំឲ្យយើងបានកម្មន្តសរុបដែលត្រូវចំណាយក្នុងការទាញអាម៉ាតួនៃកុងដង់ទាំងពីរស្មើ:

$$A' = A_1 + A_2 = 10R\left(\frac{Q_o(C_o - C)}{t(C_o + C)}\right)^2 + Q_o^2\left(\frac{C_o - C}{C_o + C}\right) \qquad (2)$$

តាម (1) និង (2) យើងឃើញថា $A' > A$ មានន័យថា វិធីទីពីរត្រូវចំណាយកម្មន្តអស់ច្រើនជាងវិធីទី១ និងច្រើនជាងចំនួន៖

$$\Delta A = A' - A = 10R\left(\frac{Q_o(C_o - C)}{t(C_o + C)}\right)^2 = \frac{10R}{t^2}\left(U_oC_o\frac{\frac{C_o}{C} - 1}{\frac{C_o}{C} + 1}\right)^2 \approx \boxed{3.04\times10^{-10}\,J}$$

55. ផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីមួយមានម៉ាស $m=0.1g$ និងបន្ទុក $q=10^{-8}C$ ហោះចូលក្នុងដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន (ដែលខ្សែដែនមានទិសឈរ និងទិសដៅពីលើចុះក្រោម) ផ្គុំបានមុំ $\alpha=45^o$ ហើយហោះចេញទៅវិញនៅតំបន់ផ្នែកខាងក្រោមចំណុចដែលវាហោះចូល និងផ្គុំបានមុំ $\beta=60^o$ ធៀបនឹងទិសដេក ដូចរូប1.55។ ចូរគណនាល្បឿនដើមនៃផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីខាងលើ។ បើគេដឹងថា $E=10^6V/m$។ ហើយមានកម្រាស់ $d=10cm$ (មិនគិតអំពើនៃទំនាញដី)។



(រូប 1.55)

<u>**ចម្លើយ**</u>

- ជ្រើសរើសតំរុយ Oxy មានគល់តំរុយ O ត្រូតនឹងចំណុចហោះចូលនៃផង់ (ដូចរូប 1.55′)

+ តាមទិសដេក កម្លាំងដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចមិនមានអំពើលើផង់ យើងបាន:

$$v_0\cos\alpha = v_A\cos\beta \quad \Rightarrow v_A = \frac{v_o\cos\alpha}{\cos\beta} \qquad (1)$$

+ រយៈពេល t_0 ដែលផង់ហោះក្នុងដែនអគ្គីសនី:

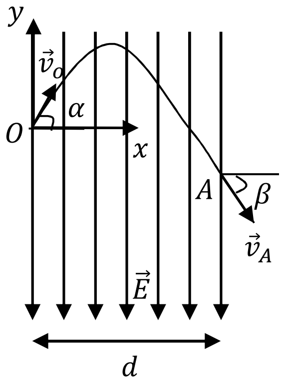
$$x = v_0\cos\alpha t$$

$$\Leftrightarrow d = v_0\cos\alpha t_0 \qquad \Rightarrow t_0 = \frac{d}{v_0\cos\alpha} \qquad (2)$$

+ ល្បឿនតាមអក្ស Oy របស់ផង់ត្រង់ចំណុច A:

$$v_y = v_{oy} - at$$

$$\Leftrightarrow v_A\sin\beta = v_o\sin\alpha - \frac{qE}{m}t_o \qquad (3)$$

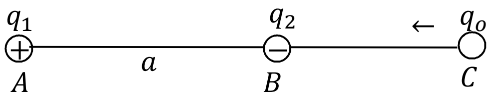


(រូប1.55′)

តាម (1),(2) និង (3) យើងទាញបាន:

$$v_o = \sqrt{\frac{qEd}{m.\cos^2\alpha(\tan\beta - \tan\alpha)}} \approx \boxed{5.23\ m/s}$$

56. នៅត្រង់ចំណុច A និង B $(AB = a = 20cm)$ មានបន្ទុកអគ្គិសនីនឹងពីរ $q_1 = +9.10^{-6}C$ និង $q_2 = -10^{-6}C$ ។ ផង់ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីមួយទៀតមានម៉ាស $m = 0.1g$ និងបន្ទុក $q_3 = 10^{-6}C$ ផ្លាស់ទីមកពីឆ្ងាយ (∞) តាមទិសដៅនៃបន្ទាត់ (BA) ដូចរូប 1.56 ។ តើផង់ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីមួយនេះត្រូវមានល្បឿនដើមតូចបំផុតស្មើប៉ុន្មាន ដើម្បីឲ្យវាអាចផ្លាស់ទីមកដល់ចំណុច B (មិនគិតអំពើនៃទំនាញដី)?



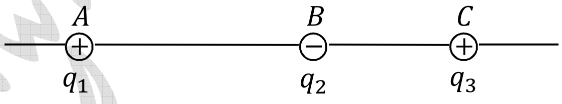
(រូប 1.56)

ចម្លើយ

- ផង់រងកម្លាំងពីរ ដែលបង្កើតឡើងយដោយ q_1 និង q_2 ដែលកម្លាំងទាំងពីរមានទិសដូចនិងទិសដៅផ្ទុយគ្នា។ នាំឲ្យត្រង់ចំណុច C ណាមួយដែលមានចំងាយ x_o ពីចំណុច B នោះ: កម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើផង់ស្មើសូន្យ នោះផង់នឹងមានលំនឹង: (ដូចរូប 1.56′)

+ យើងបានលក្ខខណ្ឌលំនឹង:

$$k\frac{q_1 q_3}{(a+x_o)^2} = k\frac{|q_2|q_3}{x_o^2}$$



(រូប1.56′)

ជួសតម្លៃលេខយើងបាន: $x_o = \frac{a}{2} = 10cm$

+ យើងសាកល្បងម្តងទៀតករណី ផង់ស្ថិតនៅចំងាយ $x > \frac{a}{2}$ ពីចំណុច B នោះយើងឃើញថា កម្លាំងច្រានដែល q_1 មានអំពើលើ q_3 ធំជាងកម្លាំងទាញដែល q_2 មានអំពើលើ q_3 គឺមានន័យថាកម្លាំងផ្គួបជាកម្លាំងច្រាន។ ជាក់ស្តែងយើងបាន:

$$F = F_1 - F_2 = k\frac{q_1 q_3}{(x+a)^2} - k\frac{|q_2|q_3}{x^2} = kq_3\left(\frac{9}{(x+a)^2} - \frac{1}{x^2}\right)$$

$$F = kq_3\left(\frac{(4x+a)(2x-a)}{x^2(x+a)^2}\right) > 0 \quad \text{ពេល } a > \frac{a}{2}$$

+ តាមសំរាយខាងលើនេះ: $(F>0)$ នាំឲ្យផង់ធ្វើចលនាយឺតស្មើរហូតដល់ចំណុច C។ បើចង់ឲ្យផង់អាចផ្លាស់ទីដល់ចំណុច B យ៉ាងហោចណាស់ផង់ត្រូវផ្លាស់ទីដល់ចំណុច C ជា

មុនសិន ហើយបន្ទាប់មក ពេលដែល $x < \frac{a}{2}$ នោះ $F_1 < F_2$ ទើបផង់អាចហោះដល់ចំណុច B បាន។ ដូចនេះល្បឿនដើម v_o អប្បបរមារបស់ផង់គឺត្រូវនឹងល្បឿនត្រង់ចំណុច C ស្មើសូន្យ $(v_C = 0)$

+ តាមច្បាប់រក្សាថាមពលៈ

- នៅចំងាយ ∞ ផង់មានតែថាមពលស៊ីនេទិចៈ $E_1 = \frac{1}{2}mv_o^2$
- ត្រង់ចំណុច C $(v_C = 0)$ នាំឲ្យផង់មានតែថាមពលប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចៈ

$$E_2 = \left(k\frac{q_1}{a + x_0} + k\frac{q_1}{x_o} \right) q_3$$

$$E_1 = E_2 \quad \Rightarrow v_o^2 = \frac{2kq_3}{m}\left(\frac{q_1}{a + x_o} + \frac{q_2}{x_o} \right) \Rightarrow \boxed{v_0 = 60\sqrt{2} \ \ m/s}$$

IV. ចំលើយលំហាត់ទំរង់បិទ (QCM)

1. ចម្លើយ a

2. ចម្លើយ c

3. ចម្លើយ c

4. ចម្លើយ d

5. គ្រប់អង្គធាតុធ្វើពីលោហៈ ក្នុងនោះប្រាក់ផ្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន បន្ទុកអគ្គិសនីទាំងអស់របស់វា មានរបាយស្មើសាច់នៅលើផ្ទៃក្រៅរបស់វា។

$\Rightarrow$ ចម្លើយ a

6. ពេលបាត់បង់អេឡិចត្រុង នាំឲ្យស្វ៊ែរមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ហើយមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើ៖

$100000\times\left(+1.6\times10^{-19}\right)=+1.6\times10^{-14}C$

$\Rightarrow$ ចម្លើយ a

7. ក្នុងករណីដំបូង កម្លាំងអន្តរកម្មជាកម្លាំងអន្តរកម្មច្រាន និង ចំពោះករណីបន្ទាប់ជាកម្លាំងអន្តរកម្មទាញ នាំឲ្យតម្លៃដាច់ខាត់នៃកម្លាំងទាំងពីរស្មើគ្នា ។

$\Rightarrow$ ចម្លើយ c

8. ចម្លើយ a

9. ចម្លើយ d

ព្រោះ កម្លាំង $F=9.10^{9}\dfrac{\left(-3.10^{-9}\right)^{2}}{\left(5.10^{-2}\right)^{2}}\approx3.2\times10^{-5}N$ ។

10. យើងប្រៀបធៀបកម្លាំងអន្តរកម្មទាំងពីរករណី $F_1/F_2=10^{-5}/2.5\times10^{-5}=4$ គឺមានន័យថាអាំងតង់ស៊ីតេកម្លាំងអន្តរកម្មករណីទី២ តូចជាងកម្លាំងអន្តរកម្មករណីទី១ ចំនួន 4 ដង ហេតុនេះចំងាយដើមរវាងបន្ទុកទាំងពីរគឺ $4mm$ ។

$\Rightarrow$ ចម្លើយ c

11. ចម្លើយ b

ព្រោះតម្លៃដាច់ខាតនៃបន្ទុកអគ្គិសនីនីមួយៗស្មើ

$$Q=\sqrt{\frac{|F|.r^{2}}{k}}=\sqrt{\frac{10^{-5}.16\times10^{-6}}{9.10^{9}}}=1.3\times10^{-10}C$$

12. ចម្លើយ a

13. ចម្លើយ a

14. ចម្លើយ a

ព្រោះកម្លាំងអន្តរកម្មទំនាញសាកលតូចជាង ដោយសារមេគុណថេរទំនាញសាកលមានតម្លៃតូចណាស់ ក្រៅពីនេះ គឺដោយសារម៉ាសរបស់ប្រូតុងតូចណាស់ធៀបនឹងតម្លៃពីជគណិតនៃបន្ទុកគ្រឹះ។

15. ចម្លើយ c

តាមទ្រឹស្តីបទគូឡុំ យើងទាញបាន $q = r.\sqrt{\frac{\varepsilon F}{9.10^9}}$

ស្គាល់តម្លៃ q យើងកំណត់បានដង់ស៊ីតេបន្ទុកលើផ្ទៃខាងស្វ៊ែរៈ

$$\sigma = \frac{q}{S} = \frac{q}{4\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{q}{\pi d^2}$$

នាំឲ្យ $\sigma = 0.5 \times \sqrt{\frac{2.2\times2.2\times10^{-3}}{9.10^9}} \times \frac{1}{3.14\left(5.10^{-2}\right)^2} \approx 4.7\times10^{-5}C/m^2$

16. ចម្លើយ c

កម្លាំងតំណឹងខ្សែ $\vec{T}$ ជាកម្លាំងផ្ទួបរវាងទំងន់ $\vec{P} = m\vec{g}$ និងកម្លាំងច្រានគូឡុំ $\vec{F}$ រវាងបន្ទុកទាំងពីរ

តាមរូបយើងបាន $\vec{T} + \vec{F} + \vec{P} = \vec{0}$

នាំឲ្យ $T = P - F$

$$T = mg - 9.10^9\frac{|q_1q_2|}{r^2}$$

$$T = 2.10^{-3}\times9.81 - 9.10^9\frac{2.10^{-8}\times1.2\times10^{-8}}{\left(5.10^{-2}\right)^2} = 1.1\times10^{-2}N$$

17. ចម្លើយ b

ឧបមាថាយើងមានមានស្វ៊ែរប្រហោងមួយ ផ្ទៃរបស់វាផ្ទុកអគ្គិសនីស្មើរសាច់។ តាមការសិក្សាបានឲ្យដឹងថា ក្នុងករណីនេះ កម្លាំងផ្ទួបដែលមានអំពើលើចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីនៅត្រង់គ្រប់ចំណុចក្នុងស្វ៊ែរមានតម្លៃស្មើសូន្យទាំងអស់។ ឥឡូវយើងកាត់ចែកស្វ៊ែរប្រហោងនោះជាពីរ

ការចិញ្ចឹមគំនិតខ្មែរ ៤

ផ្ទៃកស្មើគ្នាដោយប្រើប្លង់កាត់តាមផ្ចិតស្វ៊ែរ ហើយដាក់បន្ទុក Q លើប្លង់នោះ។ ជាក់ស្តែងណាស់ កន្លះស្វ៊ែរផ្ទុកអគ្គិសនីនីមួយៗ មានអំពើលើបន្ទុក Q ដោយកម្លាំងមួយមានតម្លៃខុសពីសូន្យ ហើយកម្លាំងទាំងពីរនេះឆ្លុះគ្នាធៀបនឹងប្លង់កាត់ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា។ ដូចដែលបានពណ៌នាពីខាងលើ កម្លាំងផ្គួបនៃកម្លាំងទាំងពីរនេះស្មើសូន្យ ហើយករណីនេះអាចទៅរួចកាលណាកម្លាំងទាំងពីរកែងនឹងផ្ទៃប្លង់កាត់ ហើយមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា។

18. ចម្លើយ b

19. ចម្លើយ a

យើងដឹងថាកាំផែនដី $R = 6.4\times10^6$ m យើងបានអាំងតង់ស៊ីតេដែនអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់ផែនដីគណនា តាមរូបមន្ត $E = 9.10^6\dfrac{Q}{R^2}$ $\Rightarrow Q = \dfrac{E.R^2}{9.10^9} \approx 6.10^{-5}C$

20. ចម្លើយ a

21. ចម្លើយ b

តាមរូបមន្ត $V = \dfrac{q}{C} = 9.10^9\dfrac{q}{\varepsilon.r}$ ម្យ៉ាងទៀតតាមច្បាប់គូឡំ $F = 9.10^9\dfrac{q^2}{\varepsilon.r_1^2}$

$\Rightarrow q = \sqrt{\dfrac{\varepsilon.r_1^2.F}{9.10^9}}$ នាំឲ្យ $V = 9.10^9\dfrac{r_1}{\varepsilon.r}\sqrt{\dfrac{\varepsilon.F}{9.10^9}} \approx 1.2\times10^4 V$

22. ចម្លើយ d

គេបានប៉ូតង់ស្យែលនៅលើគន្លងអេឡិចត្រុងក្នុងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន៖

$$V = 9.10^9\frac{e}{\varepsilon.r} = 9.10^9\frac{1.6\times10^{-19}}{5.10^{-11}} \approx 29V$$ ។

23. ចម្លើយ b

ក្នុងប្រព័ន្ធអន្តរជាតិ SI : កាប៉ាស៊ីតេនៃស្វ៊ែរសមមូលនឹងកាំស្វ៊ែរ $\left(C = \dfrac{\varepsilon.r}{9.10^9}\right)$ ។ ហេតុនេះប្រសិនបើ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃប្រភពមិនប្រែប្រួល(ថេរ) នោះស្វ៊ែរដែលមានវិមាត្រធំ នឹងផ្ទុកបរិមាណអគ្គិសនីច្រើនជាង។ ក្រោយពេលតភ្ជាប់គ្នាជាមួយស្វ៊ែរតូច នោះបន្ទុកអគ្គិសនីនេះ នឹងបង្កើតឲ្យមានប៉ូតង់ស្យែលនៃប្រព័ន្ធដែលមានតម្លៃធំជាង ។

24. ចម្លើយ a

ក្នុងចលនារបស់អេឡិចត្រុង ដោយសារអេឡិចត្រុងមានថាមពលស៊ីនេទិច នោះគេថាអេឡិចត្រុងបានបំពេញកម្មន្តដើម្បីប្រឆាំងនឹងអន្តរកម្មនៃដែនអេឡិចត្រូស្តាទិច ។ កម្មន្តនោះស្មើនឹង:

$$\frac{mv_1^2}{2}-\frac{mv_2^2}{2}=e(V_1-V_2)$$ តែតាមសម្មតិកម្ម $v_2=0$

នាំឲ្យ $$\frac{mv_1^2}{2}=e(V_1-V_2)\Rightarrow V_2=\frac{2eV_1-mv_1^2}{2e}=\left(V_1-\frac{mv_1^2}{2e}\right)=3440V$$ ។

25. ចម្លើយ a

តាមច្បាប់រក្សាថាមពលៈ កម្មន្តដែលបំពេលញដោយអេឡិចត្រុង ក្នុងពេលដែលវាផ្លាស់ទីចូលទៅជិតអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន ស្មើនឹងបម្រែបម្រួលថាមពលពលស៊ីនេទិចរបស់វា។ ហេតុនេះចម្ងាយដែល អេឡិចត្រុងអាចចូលទៅជិតអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមានត្រូវបានកំណត់ពីលក្ខខណ្ឌ (ល្បឿនស្រេចរបស់ e^- ស្មើសូន្យ)៖

$$\frac{mv^2}{2}=A=e(V_2-V_1)$$

ដែលក្នុងនោះ V_1 និង V_2 ជាប៉ូតង់ស្យែលដែលបង្កើតឡើងដោយអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាននៅត្រង់ទីតាំងដើម និងទីតាំងស្រេចរបស់អេឡិចត្រុង។

តាង $V_1=0$ (ព្រោះខណៈដើមពេល e^- នៅឆ្ងាយ ∞)

និង $V_2=9.10^9\frac{3e}{r}$ (r ជាចំងាយតូចបំផុត)

$$\Rightarrow\frac{mv^2}{2}=9.10^9\frac{e.3e}{r}=9.10^9\frac{3e^2}{r}$$

$$\Rightarrow r=\frac{9.10^9\times2\times3\times e^2}{mv^2}=1.5\times10^{-7}m$$

26. ចម្លើយ c

កម្មន្តដែលបំពេញស្មើនឹង $A=q(V_1-V_2)$

ដែល $V_1=9.10^9\frac{q_2}{r_1};\ V_2=9.10^9\frac{q_1}{r_2};\ q_2=\sigma S=4\pi r^2\sigma$

$$\Rightarrow A=9.10^9\times4\pi r^2q\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)\sigma=2.4\times-4J$$

27. ចម្លើយ a

កម្មន្តដែលបំពេញស្មើនឹង $A=q(V_1-V_2)$

ដែល $V_1=9.10^9\frac{q_2}{r_1};\ V_2=9.10^9\frac{q_1}{r_2}$

$$\Rightarrow A=9.10^9\times q_1q_2\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)=9.10^9\times q_1q_2\frac{r_2-r_1}{r_1r_2}=0.162J$$

28. ចម្លើយ b

ក្រោយពេលតភ្ជាប់ស្វ៊ែរទាំងពីដោយខ្សែចម្លង នោះប៉ូតង់ស្យែលរបស់វាមានតម្លៃស្មើគ្នា ហើយ បន្ទុករបស់វារៀងគ្នាស្មើ: $q_1=C_1V;\ q_2=C_2V$

តែ $q=q_1+q_2$ ឬ $q=(C_1+C_2)V$

$\Rightarrow V=\dfrac{q}{C_1+C_2}$ ដែលក្នុងនោះ $C_1=\dfrac{\varepsilon.r_1}{9.10^9};\ C_1=\dfrac{\varepsilon.r_2}{9.10^9}$

ដូចនេះ $q_2=C_2\times\dfrac{q}{C_1+C_2}=r_2\dfrac{q}{r_1+r_2}=3.10^{-8}C$

29. ចម្លើយ c

ចំនួនអេឡិចត្រុងនៅលើផ្ទៃស្វ៊ែរ $n=\dfrac{q}{e}$

ដើម្បីរក q យើងអនុវត្តន៍រូបមន្ត $q=CV=\dfrac{\varepsilon.r}{9.10^9}\times V$

ដែល $\varepsilon=1$ ព្រោះមជ្ឈដ្ឋានសុញ្ញកាស

នាំឲ្យ $n=\dfrac{rV}{9.10^9.e}=5.10^7$ អេឡិចត្រុង ។

ចប់ជំពូក១ មេរៀនទី១ បន្ទុកអគ្គិសនី និងដែនអគ្គិសនី

> "Problem cannot be solved by the same level of thinking that created them."
>
> **Albert Einstein.**

ផ្នែកទី១ អគ្គិសនី

មេរៀនទី២ ចរន្តជាប់

I. សង្ខេបទ្រឹស្តី

1. ចរន្តអគ្គិសនី

a. ចរន្តអគ្គិសនី គឺជាចរន្តនៃបន្ទុកអគ្គិសនី (ផង់ផ្ទុកអគ្គិសនី) ដែលផ្លាស់ទីមានទិសដៅច្បាស់លាស់។ *ទិសដៅសន្មត់នៃចរន្តអគ្គិសនី គឺជាទិសដៅផ្លាស់ទីនៃបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន។*

b. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីត្រូវបានកំណត់ដោយ ផលធៀបរវាង Δq ផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ផ្ទៃមុខកាត់នៃអង្គធាតុចម្លងក្នុងរយៈពេល Δt គេសរសេរ: $I = \dfrac{\Delta q}{\Delta t}$

c. ចរន្តជាប់ជាចរន្តដែលមានទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេមិនប្រែប្រួល (ថេរ) តាមពេល។

d. អាំងតង់ស៊ីតេនៃចរន្តជាប់ត្រូវបានគណនាតាមរូបមន្ត: $I = \dfrac{q}{t}$

e. ចរន្តអគ្គិសនី ត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅពេលដែលគេយកអង្គធាតុចម្លងទៅភ្ជាប់នឹងប្រភពតង់ស្យុងណាមួយ។

2. ប្រភពអគ្គិសនី (ជនិតា)

a. បណ្តាកំលាំងចម្លែកនៅក្នុងប្រភពអគ្គិសនី (ជនិតា) មានអំពើធ្វើឲ្យប៉ូលទាំងពីរនៃនៃជនិតាមានបន្ទុកអគ្គិសនីសញ្ញាផ្ទុយគ្នា ជាហេតុធ្វើឲ្យមានផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងប៉ូលទាំងពីរនៃជនិតានោះ។

b. *កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃជនិតា* សម្តែងឲ្យពីសមត្ថភាពបង្កើតកម្មន្តនៃជនិតានោះ។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ស្មើនឹងកម្មន្តនៃកម្លាំងចម្លែកដើម្បីផ្លាស់ទីបន្ទុកអគ្គិសនីឯកតា(បន្ទុកវិជ្ជមាន) ឲ្យផ្លាស់ទីក្នុងទិសដៅផ្ទុយនឹងទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនីក្នុងជនិតា។

គេសរសេរ: $\xi = \dfrac{A}{q}$

c. រេស៊ីស្តង់នៃជនិតា ត្រូវបានគេហៅថា "រេស៊ីស្តង់ក្នុង" នៃជនិតានោះ។

d. រូបសណ្ឋានរួមនៃថ្មពិលប៉ូលកម្ម គឺមានប៉ូលពីរ ដែលអេឡិចត្រូតមានលក្ខណៈគីមីខុសគ្នា ត្រូវបានគេដាក់ត្រាំចូលក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ (សូលុយស្យុងអាស៊ីត បាស ឬ អំបិល)។ ដោយសារអំពើនៃប្រតិកម្មគីមី ធ្វើឲ្យអេឡិចត្រូតទាំងពីរនៃថ្មពិលប៉ូលកម្មផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីផ្ទុយគ្នា និងបង្កើតឲ្យមានផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងអេឡិចត្រូតទាំងពីរ ដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃនៃថ្មពិល។ ពេលនោះថាមពលគីមី ត្រូវបានបម្លែងជាថាមពលអគ្គិសនី ផ្ទុកក្នុងជនិតា។

- ថ្មពិលវ៉ុលតាៈ ជាថ្មពិលដែលមានអេឡិចត្រូតទង់ដែងជាប៉ូលវិជ្ជមាន និងសង្កសីជាប៉ូលអវិជ្ជមាន ត្រូវបានគេដាក់ត្រាំក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច។ បាតុភូតប៉ូលកម្មនៃថ្មពិលវ៉ុលតា គឺជាបាតុភូតដែលពពុះអ៊ីដ្រូសែនតោងជុំវិញអេឡិចត្រូតទង់ដែង នៅពេលថ្មពិលផ្ទេរអគ្គិសនី ដែលជាមូលហេតុដែលធ្វើឲ្យរេស៊ីស្តង់ក្នុងនៃថ្មពិលកើនឡើង។
- ថ្មពិលឡឺក្លង់សេៈ មានអេឡិចត្រូតធ្យូងជាប៉ូលវិជ្ជមាន និងសង្កសីជាប៉ូលអវិជ្ជមាន ដែលត្រូវបានគេដាក់ត្រាំក្នុងសូលុយស្យុងអាម៉ូញ៉ូមក្លរួ។ អេឡិចត្រូតធ្យូងត្រូវបានព័ន្ធជុំវិញដោយម៉ង់កាណែសឌីអុកស៊ីត ដែលជាធាតុប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មខ្លាំង ដើម្បីរំដោះពពុះអ៊ីដ្រូសែនដែលតោងជាប់នឹងអេឡិចត្រូតធ្យូងនៅពេលថ្មពិលផ្ទេរអគ្គិសនី (ថែមទាំងអាចជៀសវាងបាតុភូតប៉ូលកម្មបានទៀតផង)។

e. អាគុយ គឺជាជនិតាគីមី ដំណើរការដោយផ្អែកលើប្រតិកម្មគីមីស្រប និងប្រតិកម្មគីមីច្រាសៈ វារក្សាទុកថាមពលនៅពេលដែលវាផ្ទុក ហើយថាមពលនោះនឹងត្រូវបានរំដោះនៅពេលដែលវាផ្ទេរ។

3. កម្មន្ត និងអានុភាពអគ្គិសនី

a. កម្មន្តនៃចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វីមួយ ស្មើនឹងផលគុណរវាងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃកំណាត់សៀគ្វី អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនី និងរយៈពេលដែលចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់កំណាត់សៀគ្វីនោះ។

$$A = Uq = UIt$$

b. អានុភាពនៃចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់កំណាត់សៀគ្វីមួយ ស្មើនឹងផលគុណរវាងផលសងប៉ូតង់ស្យែលកំណាត់សៀគ្វី និងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់កំណាត់សៀគ្វីនោះ។

$$P = UI$$

c. *ច្បាប់ស៊ូល-ឡឺន* ៖ បរិមាណកម្ដៅភាយចេញពីអង្គធាតុចម្លងមួយ សមាមាត្រនឹងរេស៊ីស្ដង់របស់វា អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនី និងរយៈពេលដែលចរន្តឆ្លងកាត់អង្គធាតុចម្លងនោះ។

$$Q = RI^2t$$

d. អានុភាពកម្ដៅនៃអង្គធាតុចម្លងមួយដែលមានចរន្តឆ្លងកាត់ ត្រូវបានគេកំណត់ស្មើនឹងបរិមាណកម្ដៅភាយចេញពីអង្គធាតុចម្លងនោះក្នុងរយៈពេល ១ វិនាទី។

$$P = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

e. កម្មន្តនៃជនិតាអគ្គិសនី ស្មើនឹងកម្មន្តនៃចរន្តអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូលៈ

$$A_e = \xi q = \xi It$$

f. អានុភាពនៃជនិតាអគ្គិសនី ស្មើនឹងអានុភាពនៃចរន្តអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូលៈ

$$P_e = \xi I$$

4. ទ្រឹស្ដីបទអូម

a. ទ្រឹស្ដីបទអូមចំពោះសៀគ្វី សម្ដែងពីទំនាក់ទំនងរវាងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់សៀគ្វីបិទសាមញ្ញមួយ (រួមមាន ជនិតាមួយ ដែលមានសៀគ្វីក្រៅជារ៉េស៊ីស្ដង់) ត្រូវបានពោលដូចខាងក្រោមៈ

អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វីបិទមួយ សមាមាត្រនឹងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃជនិតា និងច្រាសសមាមាត្រនឹងរេស៊ីស្ដង់សមមូលនៃសៀគ្វីនោះ។

$$I = \frac{\xi}{R + r}$$

b. ផលគុណរវាងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់កំណាត់សៀគ្វីមួយ និងរេស៊ីស្ដង់នៃកំណាត់សៀគ្វីនោះ ហៅថា *ទន្លាក់តង់ស្យុង*។ *កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃជនិតាអគ្គិសនី* ស្មើនឹងផលបូកនៃទន្លាក់តង់ស្យុងនៃសៀគ្វីក្នុង និងទន្លាក់នៃសៀគ្វីក្រៅ។

$$\xi = IR + Ir$$

c. *បាតុភូតឆ្លងភ្លើង* កើតឡើងនៅពេលដែលគេយកខ្សែចម្លងមួយមកតភ្ជាប់ប៉ូលទាំងពីរនៃជនិតាមួយដែលមានរេស៊ីស្ដង់តូចណាស់។ *ពេលកើតមានបាតុភូតឆ្លងភ្លើង ចរន្តអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់សៀគ្វីមានអាំងតង់ស៊ីតេអតិបរមា* និងមានគ្រោះថ្នាក់ចំពោះអ្នកប្រើប្រាស់។

d. ច្បាប់អូមចំពោះសៀគ្វីអគ្គិសនី សមស្របនឹងច្បាប់រក្សា និងបម្លែងថាមពល។

e. *ចំពោះជនិតា (ប្រភពផ្ទេរ) ចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅពីប៉ូលវិជ្ជមានទៅប៉ូលអវិជ្ជមាននៃជនិតានោះ។*

f. ផលសងប៉ូតង់ស្យែល U_{AB} រវាងពីរចំណុច A និង B នៃកំណាត់សៀគ្វីមួយ (A ភ្ជាប់នឹងប៉ូលវិជ្ជមាន) ស្មើនឹងផលសងរវាងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃជនិតា និងទន្លាក់តង់ស្យុងសរុបនៃកំណាត់សៀគ្វីនោះ

$$U_{AB} = \xi - I(R+r)$$

g. ឧបករណ៍អគ្គិសនីមួយត្រូវគេហៅថា *គ្រឿងទទួល* កាលណាវាបំលែងថាមពលអគ្គិសនីមួយផ្នែកទៅជាថាមពលផ្សេងៗទៀតក្រៅពីថាមពលកម្តៅ។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃគ្រឿងទទួល គឺជាទំហំមួយដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹងថាមពលអគ្គិសនីដែលគ្រឿងទទួលនោះបម្លែងទៅជាថាមពលផ្សេងៗ(ដែលមិនមែនថាមពលកំដៅ) នៅពេលបរិមាណអគ្គិសនី ១ គូឡុំ ផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់គ្រឿងទទួលនោះ។ *ចំពោះគ្រឿងទទួល ចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅពីប៉ូលអវិជ្ជមានចូលទៅប៉ូលវិជ្ជមាននៃគ្រឿងទទួលនោះ។* ផលសងប៉ូតង់ស្យែល U_{AB} រវាងពីរចំណុច A និង B នៃកំណាត់សៀគ្វីមួយ (ដែល A ភ្ជាប់នឹងប៉ូលវិជ្ជមាននៃគ្រឿងទទួល) ស្មើនឹងផលបូកនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃគ្រឿងទទួល និងទន្លាក់តង់ស្យុងសរុបនៃកំណាត់សៀគ្វីនោះ:

$$U_{AB} = \xi + I(R+r)$$

h. ករណីទូទៅចំពោះសៀគ្វីមួយ (ដែលមិនមានបែកខ្នែង) យើងបានផលសងប៉ូតង់ស្យែល U_{AB} រវាងពីរចំណុច A និង B (សម្មត់ថាចរន្តមានទិសដៅពី A ទៅ B):

$$U_{AB} = \sum_i \pm \xi + IR_{AB}$$

ក្នុងនោះ: *កម្លាំងអគ្គិសនីចលករជនិតា ឬកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃគ្រឿងទទួល មានតម្លៃវិជ្ជមានកាលណាយើងដើរពី $A \to B$ ជួបប៉ូលវិជ្ជមានមុន និងមានតម្លៃអវិជ្ជមានកាលណាយើងដើរពី $A \to B$ ជួបប៉ូលអវិជ្ជមានមុន។*

-ប្រសិនបើអាំងស៊ីតេចរន្តសន្មត់ ដែលគណនាបានមានតម្លៃវិជ្ជមាន នោះបញ្ជាក់ថាទិសដៅដែលយើងសន្មត់ ជាទិសដៅពិតនៃចរន្តក្នុងសៀគ្វី។ ប៉ុន្តែបើយើងគណនាបានតម្លៃ

អវិជ្ជមានវិញនោះ គឺបញ្ជាក់ថា ទិសដៅពិតនៃចរន្តនោះ ផ្ទុយនឹងទិសដៅដែលយើងបានសន្មត់។

5. បង្គុំជនិតា

a. *កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃបង្គុំជនិតាដែលផ្គុំជាសេរីនឹងគ្នា* ស្មើនឹងផលបូកនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃជនិតានីមួយៗក្នុងបង្គុំ:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \cdots$$

b. *រេស៊ីស្តង់ក្នុងនៃបង្គុំជនិតាដែលផ្គុំជាសេរីនឹងគ្នា* ស្មើនឹងផលបូកនៃរេស៊ីស្តង់ក្នុងនៃជនិតានីមួយៗក្នុងបង្គុំ:

$$r = r_1 + r_2 + r_3 + \cdots$$

c. ជនិតាពីរមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ និងរេស៊ីស្តង់ក្នុងរៀងគ្នា ξ_1, r_1 និង ξ_2, r_2 ត្រូវបានគេយកមកផ្គុំផ្ទុយនឹងគ្នា (បង្គុំ ឆ្លះគ្នា) ដែល $\xi_1 > \xi_2$ បង្កើតបានជាបង្គុំជនិតាដែលមាន:

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ: $\xi = \xi_1 - \xi_2$
- រេស៊ីស្តង់ក្នុង: $r = r_1 + r_2$

d. បើគេផ្គុំជាខ្នែង n ជនិតាឯកលក្ខណ៍ មានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ξ_i និងរេស៊ីស្តង់ក្នុង r_i យើងបាន: $\xi = \xi_i$ និង $r = \dfrac{r_i}{n}$

6. ច្បាប់តង់ស្យុងថ្នាំង(ច្បាប់ថ្នាំង)

a. *ច្បាប់តង់ស្យុងថ្នាំង* (ឬច្បាប់ថ្នាំង) គឺជាវិធីសាស្ត្រមួយក្នុងដែលគេនិយមប្រើប្រាស់ក្នុងការដោះស្រាយលំហាត់សៀគ្វី ពិសេសគឺចំពោះសៀគ្វីដែលមានថ្នាំងពីពីរឡើងទៅ។ *ថ្នាំង គឺជាចំណុចប្រសព្វរវាងខ្នែងចាប់ពីបីឡើងទៅ។*

b. ច្បាប់តង់ស្យុងថ្នាំង ត្រូវបានអនុវត្តតាមជំហានដូចខាងក្រោម:

- *ជំហានទី១* : តាងឈ្មោះថ្នាំងនីមួយៗ ជ្រើសរើសទិសដៅ និងតាងចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្នែងនីមួយៗនៅចន្លោះថ្នាំងពីរ។
- *ជំហានទី២* : <u>សរសេរសមីការថ្នាំង:</u> ផលបូកអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តចូលថ្នាំងណាមួយ ស្មើនឹងផលបូកអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត ដែលចេញពីថ្នាំងដដែលនោះ ។

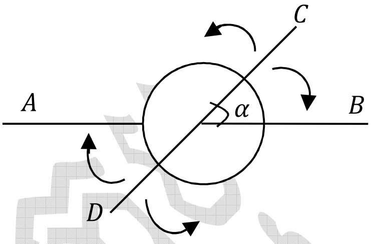
- *ជំហានទី៣* : <u>ជ្រើសរើសថ្នាំងណាមួយឲ្យវាមានប៉ូតង់ស្យែលស្មើសូន្យ:</u> អនុវត្តច្បាប់អូមទូទៅចំពោះខ្នែងនីមួយៗ ដើម្បីគណនាប៉ូតង់ស្យែលនៃថ្នាំងផ្សេងៗដែលនៅសល់ ហើយបន្ទាប់មកគណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ខ្នែងនីមួយៗ ដោយផ្អែកលើប៉ូតង់ស្យែលថ្នាំង។
- *ជំហានទី៤* : ជួសចូលក្នុងសមីការថ្នាំង នោះយើងនឹងគណនាបានតម្លៃតង់ស្យុងនៃថ្នាំងនីមួយៗ និងបណ្តាទំហំផ្សេងៗទៀតក្នុងសៀគ្វីដែលគេសួររក។

ហាមបោះពុម្ពលក់

II. លំហាត់ទំរង់ចិន (QCM)

ជ្រើសរើសចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវ:

1. រង្វង់មួយធ្វើពីខ្សែចម្លងដែលមានរេស៊ីស្តង់ស្មើសាច់។ ខ្នាត់រង្វិល CD មានរេស៊ីស្តង់តូចណាស់អាចចោលបាន តភ្ជាប់ត្រង់ពីរចំណុចឆ្លុះគ្នាធៀបនឹងផ្ចិតរង្វង់។ រេស៊ីស្តង់ R_{AB} រវាងពីរចំណុច A និង B មានអាំងតង់ស៊ីតេធំបំផុតពេលដែល α ស្មើនឹង: (រូប ១)



(រូប ១)

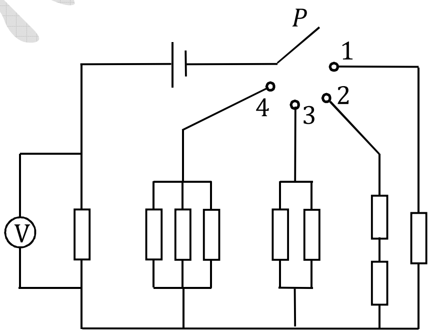
a. $\dfrac{\pi}{4}$

b. $\dfrac{\pi}{2}$

c. $\dfrac{3\pi}{2}$

d. π

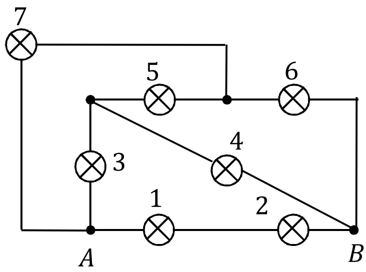
2. តើត្រង់ទីតាំងណាមួយនៃកុងតាក់ P (រូប ២) ដែល វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលផលសងប៉ូតង់ស្យែលធំបំផុត? បើគេដឹងថារេស៊ីស្តង់នីមួយមានអាំង-តង់ស៊ីតេស្មើៗគ្នា។



(រូប ២)

a. 1
b. 2
c. 3
d. 4

3. គេតអំពូលដោយខ្សែដន្យបង្កើតបានជាសៀគ្វីដូចរូប ៣។ តើអំពូលណាដែលមិនភ្លឺ និងមិនអាស្រ័យផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចំណុច A និង B?



(រូប ៣)

a. អំពូលលេខ 3

b. អំពូលលេខ 6

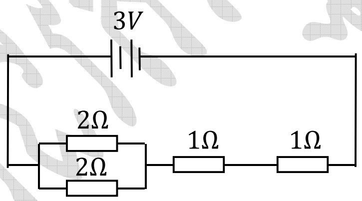
c. អំពូលលេខ 5

d. អំពូលលេខ 4

4. រេស៊ីស្តង់មួយមិនស្គាល់តម្លៃ ត្រូវបានគេយកមកតជាខ្នែងនឹងរេស៊ីស្តង់ 12Ω រួចគេយកទៅតនឹង ជនិតាមួយដែលមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $24V$ និងរេស៊ីស្តង់ក្នុងអាចចោលបាន។ ចរន្តអគ្គិសនីនៃជនិតាមានអាំងតង់ស៊ីតេ $3A$។ នាំឲ្យយើងបានរេស៊ីស្តង់នោះមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

a. 8Ω
b. 12Ω
c. 24Ω
d. 36Ω

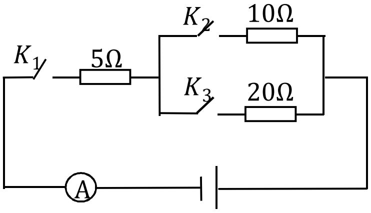
5. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប ៥។ ផលសងប៉ូតង់ស្យែល (ទន្លាក់តង់ស្យុង) នៃរេស៊ីស្តង់ 1Ω ស្មើនឹង:



(រូប ៥)

a. 1V
b. 2V
c. 1.4V
d. 3V

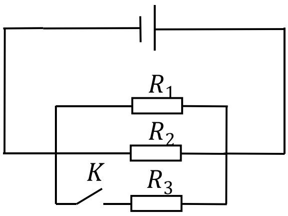
6. ក្នុងសៀគ្វីខាងក្រោម (រូប ៦) តើករណីណាមួយដែល អំពែម៉ែត្រចង្អុលតម្លៃធំបំផុត?



(រូប ៦)

a. K_1, K_2, K_3 : បិទទាំងអស់
b. K_1, K_3 : បិទ និង K_2 : ចំហ
c. K_1, K_2 : បិទ និង K_3 : ចំហ
d. K_1, K_2, K_3 : ចំហទាំងអស់

7. ក្នុងលក្ខខណ្ឌដែលគេមិនគិតរេស៊ីស្តង់ក្នុងរបស់ជនិតា បើគេបិទកុងតាក់ K ក្នុងសៀគ្វី (រូប ៧) នោះវានឹងធ្វើឲ្យ:



(រូប ៧)

a. ចរន្តឆ្លងកាត់ R_1 និង R_2 ថយចុះ
b. ផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃជនិតាកើនឡើង
c. កើនអានុភាពនៃជនិតា
d. ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងថ្នាំងនីមួយៗ កើនឡើង

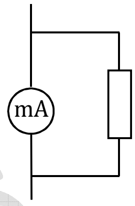
8. ដើម្បីឲ្យយើងអាចប្រើប្រាស់មីលីអំពែម៉ែត្រ (រូប ៨) ដែលមានរង្វាស់ក្រិត $0-50mA$ មានរេស៊ីស្តង់ក្នុង 5Ω ដើម្បីវាស់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីពី $0-500mA$ បានលុះត្រាតែយើង តជាខ្នែងជាមួយមីលីអំពែម៉ែត្រនូវ រេស៊ីស្តង់មានអាំងតង់ស៊ីតេៈ

a. $\frac{1}{10}\Omega$

b. 10Ω

c. $\frac{9}{5}\Omega$

d. $\frac{5}{9}\Omega$



(រូប ៨)

9. យើងអាចប្រើអំពែម៉ែត្រ ដើម្បីវាស់ផលសងប៉ូតង់ស្យែលបានលុះត្រាតែៈ

a. វាត្រូវបានតជាខ្នែងជាមួយរេស៊ីស្តង់មួយ ដែលយើងអាចវាស់តង់ស្យុងបានលើរេស៊ីស្តង់នោះ

b. វាត្រូវបានតជាខ្នែងជាមួយកុងដង់មួយ

c. វាត្រូវបានតជាស៊េរីជាមួយរេស៊ីស្តង់ធំមួយ

d. អំពែម៉ែត្រដែលមានរេស៊ីស្តង់ក្នុងតូច

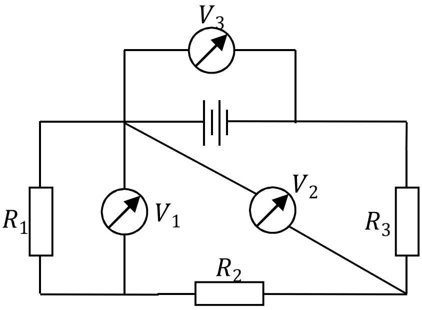
10. ក្នុងសៀគ្វីខាងស្តាំ (រូប ១០) តើវ៉ុលម៉ែត្រណាមួយចង្អុលផលសងប៉ូតង់ស្យែលធំបំផុត និង មួយណាចង្អុលផលសងប៉ូតង់ស្យែលតូចបំផុត? (សន្មត់ថារេស៊ីស្តង់នៃវ៉ុលម៉ែតធំអានន្ត)

a. V_3 ធំបំផុត និង V_2 តូចបំផុត

b. V_3 ធំបំផុត និង V_1 តូចបំផុត

c. V_2 ធំបំផុត និង V_1 តូចបំផុត

d. មិនអាចកំនត់បានច្បាស់លាស់ទេ ព្រោះផលសងប៉ូតង់ស្យែលនីមួយៗ អាស្រ័យនឹងរេស៊ីស្តង់ R_1, R_2 និង R_3។



(រូប ១០)

11. មីលីអំពែម៉ែត្រមួយមានរង្វាស់ក្រិត $0-100mA$ ត្រូវបានគេយកទៅតជាស៊េរីជាមួយរេស៊ីស្តង់ $1k\Omega$ ។ ប្រសិនបើយើងប្រើវាដើម្បីធ្វើជាវ៉ុលម៉ែត្រ នោះវាអាចវាស់តង់ស្យុងពី 0 ទៅ:

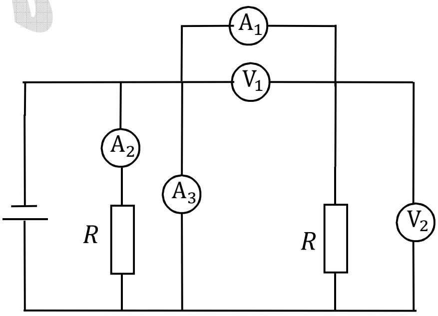
a. 100V
b. 0.1V
c. 10V
d. 1V

12. ដើម្បីឲ្យយើងអាចប្រើវ៉ុលម៉ែត្រដែលមានរេស៊ីស្តង់ក្នុង $30k\Omega$ មានរង្វាស់ក្រិត $0-30V$ យកទៅវាស់តង់ស្យុង $0-90V$ បានលុះត្រាតែយើងតជាស៊េរីជាមួយវ៉ុលម៉ែត្រនោះនូវរេស៊ីស្តង់:

a. $900k\Omega$
b. $90k\Omega$
c. $60k\Omega$
d. $30k\Omega$

13. ដោយផ្អែកលើសៀគ្វី (រូប ១៣) នោះយើងអាចទាញ បានថា តើឧបករណ៍វាស់ណាមួយដែលងាយរងកំហូច ជាងគេ?

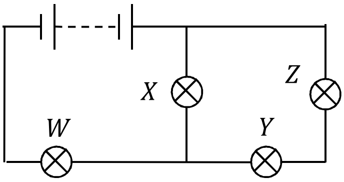
a. V_1
b. A_1
c. A_2
d. A_3



(រូប ១៣)

14. អំពូលអគ្គិសនីបួនឯកលក្ខណ៍ ត្រូវបានតដូចរូប ១៤។ អំពូលពីរដែលភ្លឺដូចគ្នាគឺ:

a. W និង X
b. Y និង Z
c. X និង Z
d. W និង Y



(រូប ១៤)

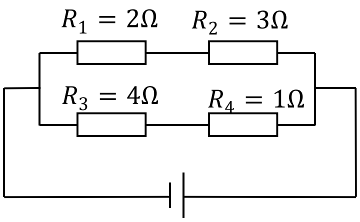
15. ពេលមានចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វី (ដូចរូប ១៥) នោះបរិមាណកម្តៅភាយចេញច្រើនបំផុតពី រេស៊ីស្តង់:

a. R_1

b. R_2

c. R_3

d. R_4



(រូប ១៥)

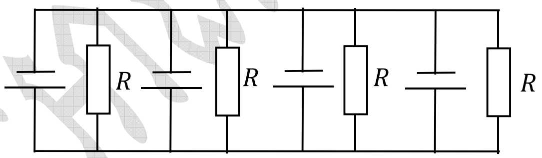
16. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប ១៦។ គេដឹងថា ជនិតានីមួយៗមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ξ ដូចគ្នា និងមានរេស៊ីស្តង់ក្នុង $r=0$ ដូចគ្នា ហើយ រេស៊ីស្តង់ក្រៅ R ឯកលក្ខណ៍។ នាំឲ្យអានុភាពសរុបក្នុងសៀគ្វីស្មើនឹង:

a. $\dfrac{\xi^2}{2R}$

b. $\dfrac{\xi^2}{R}$

c. $\dfrac{16\xi^2}{R}$

d. ចំលើយខាងលើខុសទាំងបី



(រូប ១៦)

17. ចង្រានអគ្គិសនី $(115V-1kW)$ ត្រូវបានគេដោតច្រឡំនឹងប្រភព 230V ឆ្លងកាត់ហ្វ៊ុយស៊ីបមួយ។ នោះចង្រ្កាននឹង:

a. បញ្ចេញកម្តៅតូចជាង 1kW

b. បញ្ចេញកម្តៅស្មើនឹង 1kW

c. បញ្ចេញកម្តៅធំជាង 1kW

d. ធ្វើឲ្យដាច់ ហ្វ៊ុយស៊ីប

18. ចង្រ្កានអគ្គិសនី $(230V-1kW)$ ត្រូវបានគេដោតច្រឡំនឹងប្រភព 115V ឆ្លងកាត់ហ្វ៊ុយស៊ីបមួយ។ នោះចង្រ្កាននឹង:

a. បញ្ចេញកម្តៅតូចជាង 1kW

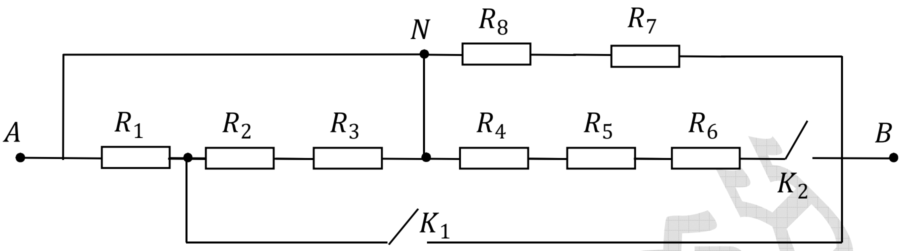
b. បញ្ចេញកម្តៅស្មើនឹង 1kW

c. បញ្ចេញកម្តៅធំជាង $1kW$

d. ហ្វ៊ុយស៊ីបត្រូវដាច់។

III. លំហាត់អនុវត្តន៍

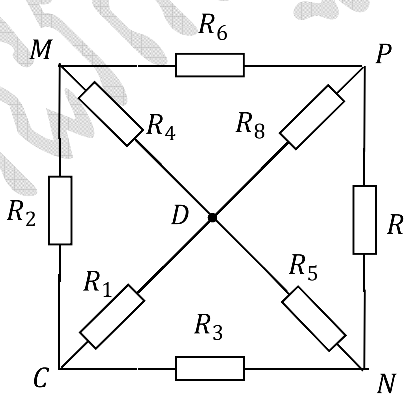
1. គេឲ្យកំណាត់សៀគ្វី AB ដែលមានរេស៊ីស្តង់ចំនួនប្រាំបី R_1, R_2, R_3, R_4 R_5, R_6, R_7, R_8 មានតម្លៃស្មើគ្នា និងស្មើនឹង $R = 21\Omega$ ត្រូវបានគេយកផ្គុំដូចរូប 2.1 ខាងក្រោម៖



(រូប 2.1)

a. គណនារេស៊ីស្តង់សមមូលនៃកំណាត់សៀគ្វីខាងលើក្នុងករណី៖

- K_1 និង K_2 ចំហទាំងពីរ
- K_1 ចំហ និង K_2 បិទ
- K_1 បិទ និង K_2 ចំហ
- K_1 និង K_2 បិទទាំងពីរ



(រូប $2.1'$)

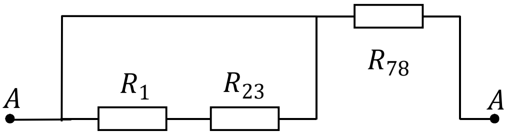
b. ក្រោយមកគេយករេស៊ីស្តង់ទាំងប្រាំបីខាងលើ មកផ្គុំម្តងទៀត បង្កើតបានជាកំណាត់សៀគ្វី CD ថ្មីដូចរូប $2.1'$។ ចូរគណនារេស៊ីស្តង់សមមូលនៃកំណាត់សៀគ្វី CD។ មិនគិតរេស៊ីស្តង់ខ្សែចម្លង៕

ចម្លើយ

a. គណនារេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី AB

តាង R_{AB} ជារេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី

យើងមាន៖ $R_1 = R$, $R_{23} = 2R$, $R_{456} = 3R$, $R_{78} = 2R$



(រូប 2.1.1)

★ ពេល K_1, K_2 ចំហ៖ យើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 2.1.1

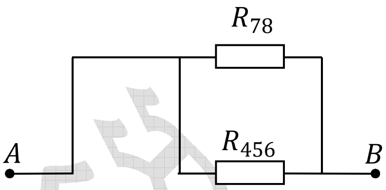
យើងឃើញថា R_1 និង R_{23} តជាខ្នែងនិងខ្សែចម្លង AN ដែលមានរេស៊ីស្តង់តូចណាស់ ≈ 0 នាំឲ្យរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃ AN ក៏ ≈ 0 ដែរ (តាមរូបមន្តគណនារេស្តង់សមមូលនៃរេស៊ីស្តង់ពីរតជាខ្នែង)។ $R_{AB} = R_{78} = 2R = 42\Omega$ ។ ប្រសិនបើឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីនោះចរន្តនឹងឆ្លងកាត់ AN និង R_7 , R_8 តែមិនឆ្លងកាត់ R_1, R_2, R_3 ទេ។

★ ពេល K_1 ចំហ និង K_2 បិទ:

យើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 2.1.2

$$R_{AB} = R_{45678} = \frac{R_{78}R_{456}}{R_{456} + R_{78}} = \frac{2R.3R}{3R + 2R} = 1.2R$$

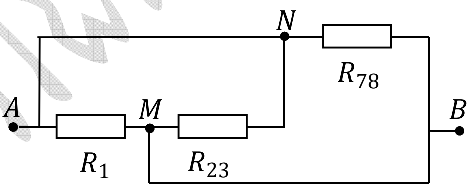
$$\Rightarrow R_{AB} = 25.2\Omega$$



(រូប 2.1.2)

★ ពេល K_1 បិទ និង K_2 ចំហ:

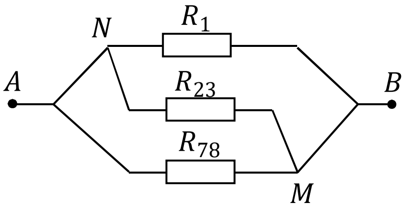
យើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 2.1.3 ដោយមានខ្សែចម្លង MB នាំឲ្យ R_1, R_{23} លែងតជា ស៊េរីនឹងគ្នា និងលែងតជាខ្នែងនឹងខ្សែ AN ទៀត។ សៀគ្វី 2.1.3 សមមូលទៅនឹងសៀគ្វី 2.1.4 ដែលមានរេស៊ីស្តង់ R_1, R_{23}, R_{78} តជាខ្នែងនឹងគ្នា។



(រូប 2.1.3)

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} + \frac{1}{R_{78}} = \frac{2}{R}$$

$$\Rightarrow R_{AB} = \frac{R}{2} = 10.5\Omega$$

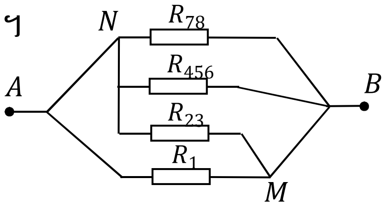


(រូប 2.1.4)

★ ពេល K_1, K_2 បិទ: សៀគ្វីសមមូលដូចរូប 2.1.5 ។

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} + \frac{1}{R_{456}} + \frac{1}{R_{78}} = \frac{7}{3R}$$

$$\Rightarrow R_{AB} = \frac{3R}{7} = 9\Omega$$



(រូប 2.1.5)

b. គណនាសេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី CD

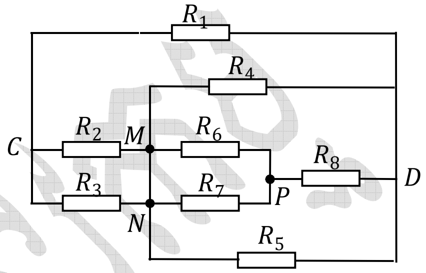
ដោយសារសៀគ្វី CD មានលក្ខណៈឆ្លុះធៀបនឹងអ័ក្សកាត់តាម CD (ព្រោះរេស៊ីស្តង់ទាំង 8 ឯកលក្ខណ៍)។ មានន័យថា ពេលបង្វិលសៀគ្វី CD ជុំវិញអ័ក្ស CD ចំនួន 180° នោះ យើងឃើញថា រូបសណ្ឋាននៃសៀគ្វីមិនប្រែប្រួល។ បណ្តាចំណុចឆ្លុះគ្នានៃសៀគ្វីនឹងមាន ប៉ូតង់ស្យែលស្មើគ្នា ហេតុនេះយើងអាចភ្ជាប់ចំណុចនោះជាមួយគ្នាបាន។ ក្នុងសៀគ្វីនេះ យើងភ្ជាប់ចំណុច M និង N យើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 2.1.6 ។ យើងបាន:

$$R_{67} = \frac{R}{2},\ R_{678} = \frac{3R}{2}$$

$$\frac{1}{R_{MPD}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_{678}} + \frac{1}{R_5} = \frac{8}{3R}$$

$$\Rightarrow R_{MPD} = \frac{3R}{8}$$

$$R_{CMPCD} = \frac{3R}{8} + \frac{R}{2} = \frac{7R}{8}$$



(រូប 2.1.6)

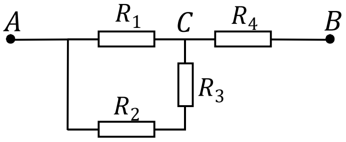
នាំឲ្យយើងបាន:

$$\frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{CMPD}} = \frac{15}{7R}$$

$$\Rightarrow R_{CD} = \frac{7R}{15} = \boxed{9.8\Omega}$$

2. គេឲ្យរេស៊ីស្តង់បួន R_1, R_2, R_3, R_4 ដែល $R_1 = R_2 = R_3 = 3R_4 = 3\Omega$ ត្រូវបានគេផ្គុំជាកំណាត់សៀគ្វី AB ដូចរូប 2.2 និងភ្ជាប់កំណាត់សៀគ្វីទៅនឹងប្រភពតង់ស្យុងដែលមាន ផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U_{AB} = 9V$ ។

a. គេភ្ជាប់ចំណុច D និងចំណុច B ដោយវ៉ុលម៉ែត្រមួយដែលមានរេស៊ីស្តង់ធំអានន្ត។ ចូរអ្នកគណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ និងកំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ។



(រូប 2.2)

b. បើគេជំនួសវ៉ុលម៉ែត្រដោយអំពែម៉ែត្រមួយមានរេស៊ីស្តង់តូចណាស់អាចចោលបាន ចូរគណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃរេស៊ីស្តង់នីមួយៗ កំណត់តម្លៃចង្អុលនៃអំពែម៉ែត្រ និងទិសដៅនៃចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ។

ចម្លើយ

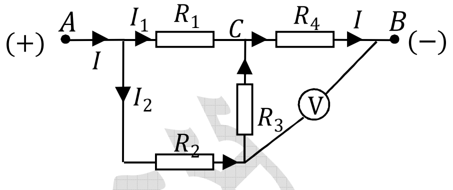
a. គណនាចរន្តឆ្លងកាត់ R នីមួយៗ និងរកកំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ

ដោយវ៉ុលមែត្រមានរេស៊ីស្តង់ធំអានន្ត នោះចរន្តឆ្លងកាត់វ៉ុលម៉ែត្រអាចចោលបាន នាំឲ្យយើងបានរេស៊ីស្តង់ក្នុងសៀគ្វី: $\left[(R_1+R_3)\,\|\,R_1\right]+R_4$

នាំឲ្យ $R_{AB}=R_{123}+R_4$

តែ $R_{23}=R_2+R_3=6\Omega$

និង $R_{123}=\dfrac{R_1.R_{23}}{R_1+R_{23}}=2\Omega$



(រូប 2.2.1

$\Rightarrow R_{AB}=2+1=3\Omega$

ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I=I_4=\dfrac{U_{AB}}{R_{AB}}=\dfrac{9}{3}=3A$

នាំឲ្យ $U_{AC}=U_1=I.R_{123}=3\times2=6V$ និង $U_{BC}=U_4=I.R_4=3\times1=3V$

$\Rightarrow I_1=\dfrac{U_1}{R_1}=\dfrac{6}{3}=2A$ និង $I_2=I_3=\dfrac{U_{AC}}{R_2+R_3}=\dfrac{6}{3+3}=1A$

$U_{DC}=U_3=I_3.R_3=1\times3=3V$ និង $U_{DB}=U_{DC}+U_{CB}=3+3=6V$

ដូចនេះ វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល 6V ។

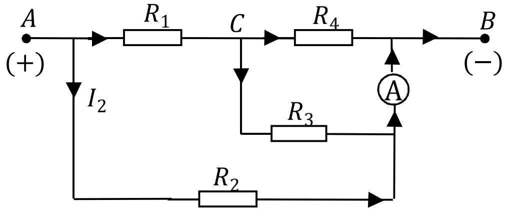
b. គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលរេស៊ីស្តង់នីមួយៗ តម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ និងទិសដៅចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ

ដោយអំពែម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់តូចណាស់ $R_A\approx0$ នោះយើងអាចចាត់ទុកថាចំណុច D និង B ត្រូវបានតភ្ជាប់គ្នាដោយខ្សែចម្លងមួយ។ នាំឲ្យយើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 2.2.2 ។

យើងបាន: $R_{34}=\dfrac{R_3.R_4}{R_3+R_4}=0.75\Omega$

និង $R_{134}=R_1+R_{34}=3.75\Omega$

យើងបាន ទិសដៅចរន្តឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗដូចរូប 2.2.2 ។



(រូប 2.2.2)

យើងបាន: $I_1=I_{34}=\dfrac{U_{AB}}{R_{134}}=2.4A$

នាំឲ្យ $U_1=R_1.I_1=3\times2.4=7.2V$

$$U_3 = U_4 = I_{34}R_{34} = 1.8V$$

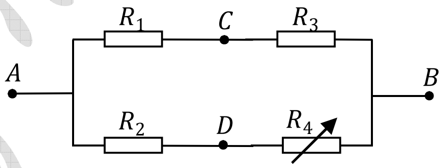
$$I_2 = \frac{U_3}{R_3} = 0.6A$$

$$U_2 = U_{AB} = 9V \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{9}{3} = 3A$$

ត្រង់ថ្នាំង D យើងបាន: $I_A = I_2 + I_3 = 3 + 0.6 = 3.6A$

ដូនេះ $U_1 = 7.2V,\ U_2 = 9V,\ U_3 = U_4 = 1.8V$ អំពែម៉ែត្រចង្អុល 3.6A ហើយចរន្តឆ្លងកាត់ អំពែម៉ែត្រមានទិសដៅពី D ទៅB ។

3. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.3 ហើយគេដឹងថា $R_1 = 4\Omega,\ R_2 = R_3 = 6\Omega$ និងរេអូស្តា R_4 ។ គេភ្ជាប់សៀគ្វីទៅនឹងប្រភពតង់ស្យុងមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U_{AB} = 33V$ ។



(រូប 2.3)

a. គេភ្ជាប់ចំណុច C និង D ទៅនឹងអំពែម៉ែត្រមួយដែលមានរេស៊ីស្តង់តូចណាស់ និងមួលរេអូស្តា R_4 ដើម្បីឲ្យរេស៊ីស្តង់របស់វាស្មើ $R_4 = 14\Omega$ ។ កំណត់តម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ និង ទិសដៅចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ។

b. បើគេជំនួសអំពែម៉ែត្រដោយវ៉ុលម៉ែត្រដែលមានរេស៊ីស្តង់ធំវិញនោះ ៖

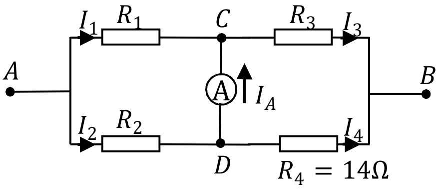
- រកតម្លៃនៃកំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ និងប្រាប់ឲ្យគេដឹងថា តើប៉ូលវិជ្ជមាននៃវ៉ុលម៉ែត្រត្រូវភ្ជាប់នឹងចំណុចណា?
- គេមួលរេអូស្តា R_4 រហូតដល់វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលតម្លៃសូន្យ។ ចូររកកន្សោមទំនាក់ទំនងរវាងរេស៊ីស្តង់ R_1, R_2, R_3, R_4 និងគណនា R_4 នៅខណៈនោះ។ ប្រសិនបើគេជំនួសវ៉ុលម៉ែត្រដោយរេស៊ីស្តង់ $R_5 = 10\Omega$ វិញនោះតើអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ និងចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វីប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច?

ចម្លើយ

a. កំណត់តម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ និងទិសដៅចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ

គេបានសៀគ្វី ដូចរូប 2.3.1 ។

ដោយ $R_A \approx 0$ នោះយើងភ្ជាប់ចំណុច C និង D ធ្វើជាចំណុចតែមួយ នោះយើងបានៈ



(រូប 2.3.1)

$$R_{12} = \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2} = 2.4\Omega$$

$$R_{34} = \frac{R_3.R_4}{R_3 + R_4} = 4.2\Omega$$

$$R_{AB} = R_{12} + R_{34} = 2.4 + 4.2 = 6.6\Omega$$

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 5A$$

ទិសដៅចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ ដូចរូប 2.3.1។

$$U_{AC} = U_1 = U_2 = IR_{12} = 12V$$

$$U_{CB} = U_3 = U_4 = I.R_{34} = 21V$$

នាំឲ្យ $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{12}{4} = 3A$, $I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{21}{6} = 3.5A$

ដោយ $I_3 > I_1$ នោះត្រង់ថ្នាំង C នាំឲ្យ $I_2 = I_1 + I_A$ មានន័យថា ចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ មានទិសដៅពី $D \to C$ (ដូចរូប 2.3.1) ហើយអំពែម៉ែត្រចង្អុលៈ

$$I_A = I_2 - I_1 = 3.5 - 3 = 0.5A$$

ចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រមានទិសដៅពី $D \to C$ អំពែម៉ែត្រចង្អុល $\boxed{I_A = 0.5A}$ ។

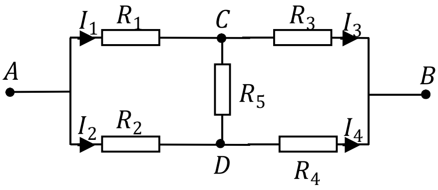
b. ករណីជំនួសអំពែម៉ែត្រដោយវ៉ុលម៉ែត្រ

★រកតម្លៃចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ និងទីតាំងភ្ជាប់គោលវិជ្ជមានរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ

ដោយវ៉ុលម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់ធំ នោះ $I_1 = I_3,\ I_2 = I_4$ ហើយយើងបានរេស៊ីស្តង់ $(R_1 + R_3) \| (R_2 + R_4)$

យើងបានៈ $I_1 = I_3 = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_3}$

និង $I_2 = I_4 = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_4}$



(រូប 2.3.2)

$$U_{AC} = U_1 = I_1.R_1 = U_{AB}\cdot\frac{R_1}{R_1+R_2}$$

$$U_{AD} = U_2 = I_2.R_2 = U_{AB}\frac{R_2}{R_2+R_4}$$

$$U_{CD} = U_{CA} + U_{AD} = U_{AD} - U_{AC} = U_{AB}\left(\frac{R_2}{R_2+R_4} - \frac{R_1}{R_1+R_3}\right)$$

$\Rightarrow U_{CD} = U_{AB}\dfrac{(R_2R_3 - R_1R_4)}{(R_2+R_4)(R_1+R_3)} = -3.3V$ មានន័យថា $V_C < V_D$

ដូចនេះ វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល 3.3V ហើយប៉ូលវិជ្ជមានត្រូវភ្ជាប់ត្រង់ចំណុច D ។

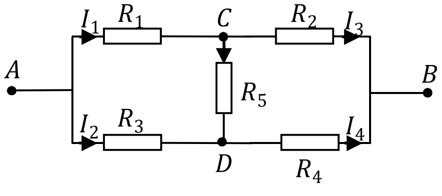
★ ចង់ឲ្យវ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល 0 លុះត្រា៖ $U_{CD} = 0$

នាំឲ្យ $R_2R_3 = R_1R_4$ ឬ $\dfrac{R_1}{R_2} = \dfrac{R_3}{R_4}$ (1)

$$\Rightarrow R_4 = \frac{R_2R_3}{R_1} = \frac{6\times 6}{4} = 9V$$

ពេលនេះ បើជំនួសវ៉ុលម៉ែត្រដោយរេស៊ីស្តង់ R_5 (ដូចរូប 2.3.2) នោះចរន្តឆ្លងកាត់ R_5 មានអាំងតង់ស៊ីតេ $I_5 = 0$ ហើយចរន្តឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ ក៏ដូចជា I ឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូលរក្សាតម្លៃថេរដដែល។ យើងបានសៀគ្វីខាងលើ ជាសៀគ្វីស្ពានមានលំនឹង។

4. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.4 ហើយគេដឹងថា $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 30\Omega$, $R_5 = 5\Omega$, $U_{AB} = 15V$ ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ និងរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី AB ។

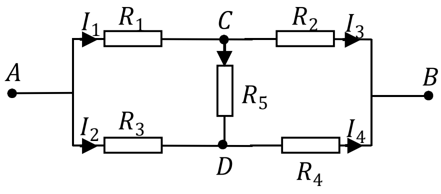


(រូប 2.4)

ចម្លើយ

គណនាចរន្តឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ និងគណនា R_{AB}

ឧបមាថាចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ R_5 មានទិសដៅ ដូចរូប 2.4.1 ។ តាមច្បាប់ថ្នាំងចំពោះ C និង D យើងបាន:



(រូប 2.4.1)

$$I_1 = I_2 + I_5$$

$$I_4 = I_3 + I_5 \qquad (1)$$

សម្មតិកម្ម: $U_{AB} = V_A - V_B = U = 15V$

ជ្រើសរើស $V_B = 0 \Rightarrow V_A = U$

តាមច្បាប់អូម យើងបាន:

$$I_1 = \frac{V_A - V_C}{R_1} = \frac{U - V_C}{5} \qquad I_2 = \frac{V_C - V_B}{R_2} = \frac{V_C}{2}$$

$$I_3 = \frac{V_A - V_D}{R_3} = \frac{U - V_D}{10} \qquad I_4 = \frac{V_D - V_B}{R_4} = \frac{V_D}{30}$$

$$I_5 = \frac{V_C - V_D}{R_5} = \frac{V_C - V_D}{5} \qquad (*)$$

យក I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 ជួសក្នុង (1) យើងបាន:

$$\frac{U - V_C}{5} = \frac{V_C}{2} + \frac{V_C - V_D}{5} \Rightarrow 9V_C - 2V_D = 2U \qquad (2)$$

$$\frac{V_D}{30} = \frac{U - V_D}{10} + \frac{V_C - V_D}{5} \Rightarrow 10V_D - 6V_C = 3U \qquad (3)$$

តាម (2) និង (3) $\Rightarrow \begin{cases} V_C = \dfrac{U}{3} = 5V \\ V_D = \dfrac{U}{2} = 7.5V \end{cases}$ ជួសក្នុង $(*)$ នាំឲ្យយើងបាន:

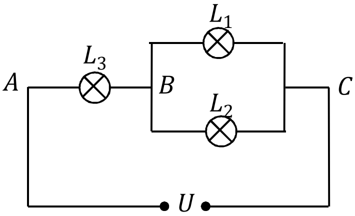
$$\Rightarrow I_1 = 2A,\ I_2 = 2.5A,\ I_3 = 0.75A,\ I_4 = 0.25A,\ I_5 = 0.5A$$

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I = I_1 + I_2 = 2.75A$

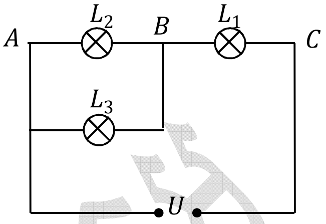
រេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី AB: $R_{AB} = \dfrac{U}{I} = 5.45\Omega$

ដូចនេះ: $\boxed{I_1 = 2A, I_2 = 2.5A, I_3 = 0.75A, I_4 = 0.25A, I_5 = 0.5A, R_{AB} = 5.45\Omega}$ ។

5. គេផ្គុំអំពូលអគ្គិសនីពីរ $L_1\ (120V - 60W)$ និង $L_2\ (120V - 45W)$ ភ្ជាប់ទៅនឹងប្រភពតង់ស្យុងដែលមាន ផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 240V$ ដូចរូប $2.5a$ និង $2.5b$ ។ គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែល និងអានុភាពកំរិតនៃអំពូល L_3 និង L_4 ដើម្បីឲ្យអំពូលទាំងបីភ្លឺធម្មតា។



(រូប $2.5a$)



(រូប 2.5b)

ចម្លើយ

គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែល និងអានុភាពកម្រិតនៃអំពូលនីមួយៗ

យើងបានអាំងតង់ស៊ីតេកម្រិតនៃអំពូលនីមួយៗ:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{60}{120} = 0.5A \quad \text{និង} \quad I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{45}{120} = 0.375A$$

★ តាមរូប 2.5a : អំពូលភ្លឺធម្មតាលុះត្រា $U_{BC} = 120V$, $I_{L1} = 0.5A$, $I_{L2} = 0.375A$

ទាញបាន: $U_{AB} = U_{L3} = 240 - 120 = 120V$

$$I_{L3} = I_1 + I_2 = 0.875A$$

នាំឲ្យ $P_{L3} = U_{L3}.I_{L3} = 105W$

ដូចនេះ អំពូលទាំងបីភ្លឺធម្មតាកាលណា អំពូលទី៣ (L_3) មានផលសងប៉ូតង់ស្យែលកម្រិតស្មើនឹង 120V និង អានុភាពកម្រិតស្មើនឹង 105W ។

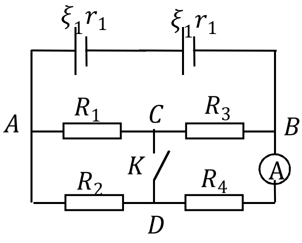
★ តាមរូប 2.5b យើងបាន: $U_{L3} = U_2 = 120V$

$$I_{L3} = I_1 - I_2 = 0.15A$$

$$\Rightarrow P_{L3} = U_{L3}.I_{L3} = 15W$$

ដូចនេះ អំពូលទាំងបីភ្លឺធម្មតាកាលណា អំពូលទី៣ មានអានុភាពកម្រិតស្មើនឹង15W និង មានផលសងប៉ូតង់ស្យែលកម្រិតស្មើនឹង 120V ។

6. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.6 គេដឹងថា $\xi_1 = 8V,\ r_1 = 0.5\Omega$ $,\xi_2 = 2V,\ r_2 = 0.5\Omega\ ,R_1 = 1\Omega,\ R_2 = R_3 = 3\Omega$ ។ គេដឹងទៀតថា កំណត់ចង្អុលនៃអំពែម៉ែត្រ A នៅពេល K បិទស្មើនឹង $9/5$ នៃកំណត់ចង្អុលអំពែម៉ែត្រពេលកុងតាក់ K ចំហ។ ចូរគណនា:



(រូប 2.6)

a. រេស៊ីស្តង់ R_4

b. ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ K ពេលដែល K បិទ(មិនគិតរេស៊ីស្តង់អំពែម៉ែត្រ និងខ្សែចម្លង)។

ចម្លើយ

a. គណនារេស៊ីស្តង់ R_4

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃបង្គុំជនិតា: $E = \xi_1 - \xi_2 = 6V$

រេស៊ីស្តង់ក្នុងនៃបង្គុំជនិតា $r = r_1 + r_2 = 1\Omega$

★ ពេល K ចំហ: យើងបានរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វីក្រៅ:

$$R = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{4(3 + R_4)}{7 + R_4}$$

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I = \dfrac{E}{R + r} = \dfrac{E}{\dfrac{4(3 + R_4)}{7 + R_4} + 1} \Rightarrow U_{AB} = RI$

ចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រពេល K ចំហ:

$$I_A = I_2 = I_4 = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_4} = \frac{(R_1 + R_3).I}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{4E}{19 + 5R_4} \qquad (1)$$

★ ពេល K បិទ: យើងបានរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វីក្រៅ:

$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{9 + 15R_4}{12 + 4R_4}$$

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I' = \dfrac{E}{R' + r} = \dfrac{E}{\dfrac{9 + 15R_4}{12 + 4R_4} + 1}$ (2)

$$U_{CB} = U_4 = I' = I'\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \text{ និង } I_A{}' = I_4{}' = \frac{U_4}{R_4} = \frac{12E}{21 + 19R_4} \qquad (3)$$

តាមសម្មតិកម្ម: $I_A' = \frac{9}{5} I_A \Leftrightarrow \frac{12E}{21+19R_4} = \frac{9}{5} \cdot \frac{4E}{19+5R_4}$

$\Rightarrow R_4 = 1\Omega$ និង $I_A' = 1.8A$

ដូចនេះ $\boxed{R_4 = 1\Omega}$ ។

b. គណនាចរន្តឆ្លងកាត់ K ពេល K បិទ:

ដើម្បីគណនា I_K ឆ្លងកាត់កុងតាក់ K ពេលដែលកុងតាក់ K បិទ នោះយើងត្រូវការរក I_2'

យក R_4 ជំនួសក្នុង $(2) \Rightarrow I' = 2.4A$

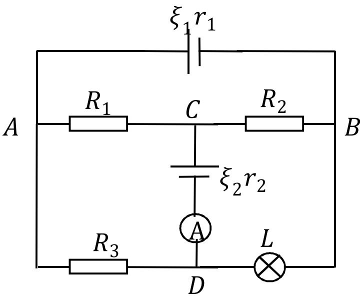
នាំឲ្យ $U_{CB} = U_2 = I'\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = 1.8V$ និង $I_2' = \frac{U_2}{R_2} = 0.6A < I_4' = I_A'$

នាំឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់ K មានទិសដៅពី $C \rightarrow D$ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$I_K = I_4' - I_2' = 1.2A$

ដូចនេះ ពេល K បិទ វាឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_K = 1.2A$ មានទិសដៅពី $C \rightarrow D$ ។

7. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.7 គេដឹងថា $\xi_1 = 16V, \xi_2 = 5V$ $, r_1 = 2\Omega, \quad r_2 = 1\Omega \;, \; R_2 = 4\Omega$ ហើយអំពូល $L: 3V - 3W$ និង $R_A \approx 0$ ។ គេដឹងទៀតថា អំពូលភ្លឺធម្មតា និងកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រចង្អុលសូន្យ។ ចូរគណនារេស៊ីស្តង់ R_1 និង R_3 ។



(រូប 2.7)

<u>ចម្លើយ</u>

គណនារេស៊ីស្តង់ R_1 និង R_3

ពេលអំពូលភ្លឺធម្មតា យើងបាន: $U_{DB} = U_L = 3V$

ចរន្តឆ្លងកាត់អំពូលជាចរន្តកម្រិត: $I_L = \frac{P_L}{U_L} = 1A$

រេស៊ីស្តង់អំពូល: $R_L = \frac{U_L^2}{P_L} = 3\Omega$

តាមច្បាប់អូមចំពោះសៀគ្វី $C\xi_2D$ យើងបានៈ (ព្រោះ $I_A=0$)

$$U_{CD}=\xi_2-(r_1+R_A).I_A=\xi_2=5V$$

$$\Rightarrow U_{CB}=U_{CD}+U_{DB}=5+3=8V$$

នាំឲ្យយើងបានចរន្តឆ្លងកាត់ R_2 គឺ $I_2=\dfrac{U_{CB}}{R_2}=2A$

ចរន្តឆ្លងកាត់ ξ_1 (សិក្សាត្រង់ថ្នាំង B): $I=I_1+I_L=1+2=3A$

ម្យ៉ាងទៀត ដោយ $I_A=0$ នាំឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់ R_1 គឺ $I_1=I_2$

តាមច្បាប់អូមចំពោះសៀគ្វិ $A\xi_1B$ យើងបានៈ

$$U_{AB}=\xi_1-r_1I=10V$$

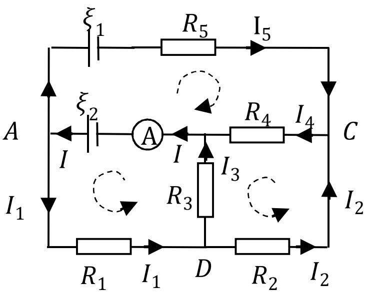
$$U_{AC}=U_{AB}+U_{BC}=U_{AB}-U_{CB}=2V=U_1$$

$$U_{AD}=U_{AB}+U_{BD}=U_{AB}-U_{DB}=7V=U_3$$

នាំឲ្យ $R_1=\dfrac{U_1}{I_1}=\dfrac{U_1}{I_2}=1\Omega$ និង $R_3=\dfrac{U_3}{I_3}=7\Omega$

ដូចនេះ $\boxed{R_1=1\Omega,\ \ R_3=7\Omega}$ ។

8. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.8 និងឲ្យ $\xi_1=12.5V,\ r_1=1\Omega,$ $\xi_2=8V,\ r_2=0.5\Omega,\ R_1=R_2=5\Omega,\ R_3=2.5V,$ $R_4=2.5V, R_5=4\Omega$ និង $R_A=0.5\Omega$ ។ ចូរគណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ និងរកតម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ។



(រូប 2.8)

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ និងតម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ

ឧបមាថា ចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅដូចរូប 2.8

តាមច្បាប់គៀតផុសៈ

ចំពោះថ្នាំង A, B, D, C យើងបានៈ

$$I = I_1 + I_5 = I_3 + I_4 \qquad (1)$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \qquad (2)$$

$$I_4 = I_2 + I_5 \qquad (3)$$

ជ្រើសរើសទិសដៅវិជ្ជមាន ចំពោះសៀគ្វី ADB, Aξ, CB, និង BCD យើងបានសមីការៈ

$$\xi_2 = R_1I_1 + R_3I_3 + (r_2 + R_A)I$$

$$\Rightarrow 5I_1 + 2.5I + 3 + I = 8 \qquad (4)$$

$$-\xi_1 + \xi_2 = (R_5 + r_1)I_5 + R_4I_4 + (r_2 + R_A)I$$

$$\Rightarrow 5I_5 + 2.5I_4 + I = 20.5 \qquad (5)$$

$$0 = R_2I_2 + R_4I_4 - R_3I_3$$

$$\Rightarrow 5I_2 + 2.5I_4 - 2.5I_3 = 0 \qquad (6)$$

តាម (4) និង (5)

$$\Rightarrow 2I + 5(I_1 + I_5) + 2.5(I_3 + I_4) = 28.5 \qquad (7)$$

តាម (1) និង (7) $\Rightarrow 9.5I = 28.5 \quad \Rightarrow I = 20.5A$

តាម (6),(1) និង (2) $\Rightarrow (5I_1 - I_3) - 2.5(I - I_3) - 2.5I = 0$

$$\Rightarrow 5I_1 - 10I_3 - 2.5I = -15 \qquad (8)$$

តាម (4) និង (8) ទាញបានៈ $I_3 = 1A, \; I_1 = 0.5A$

នាំឲ្យ $I_5 = I - I_1 = 2.5A$

$$I_2 = I_1 - I_3 = -0.5A$$

$$I_4 = I_2 + I_5 = 2A$$

យើងឃើញថា $I_2 < 0$ មានន័យថាចរន្ត I_2 ឆ្លងកាត់ CD ក្នុងទិសដៅពី $C \rightarrow D$ ចំណែកចរន្ត ផ្សេងៗទៀត គឺមានទិសដៅដូចទិសដៅដែលបានសន្មត់។

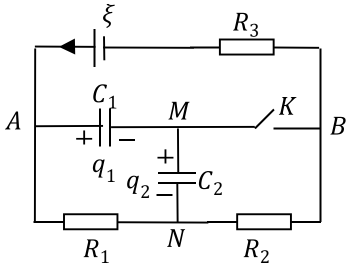
ដូចនេះ $\boxed{I_1 = 0.5A,\ I_2 = 0.5A,\ I_3 = 1A,\ I_4 = 2A, I_5 = 2.5A}$ ហើយ

អំពែម៉ែត្រចង្អុល $\boxed{I_A = I = 3A}$ ។

9. គេមានសៀគ្វីដូចរូប 2.9 ។ គេដឹងថា $\xi = 6V, r = 0.5\Omega,$ $R_1 = 3\Omega,\ R_2 = 2\Omega,\ R_3 = 0.5\Omega\ C_1 = C_2 = 0.2\mu F$ ។ ចូរគណនាបន្ទុកអគ្គិសនីលើអាម៉ាតូនីមួយៗរបស់កុងដង់សាទ័រ ក្នុងករណី:

a. ដំបូងកុងតាក់ K ចំហ។

b. ក្រោយមកបិទកុងតាក់ K ។ គណនាចំនួនអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់កុងតាក់ K និង ទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់អេឡិចត្រុងក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K ភ្លាមៗ។

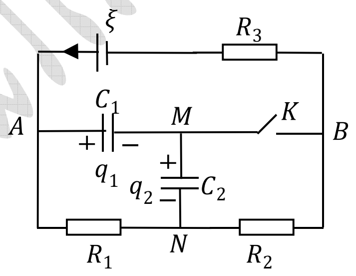


(រូប 2.9)

ចម្លើយ

គណនាបន្ទុកអគ្គិសនីលើអាម៉ាតូនៃកុងដង់សាទ័រ:

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I = \dfrac{E}{R_1 + R_2 + R_3 + r} = 1A$



(រូប 2.9.1)

a. ករណី K ចំហ

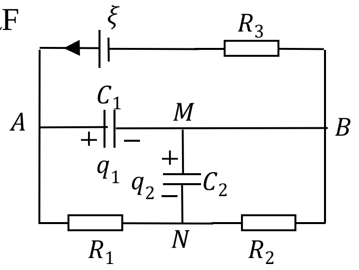
កុងដង់ C_1, C_2 ត្រូវបានតជាស៊េរីនឹងគ្នារវាងចំណុច A និង N ។ ដោយ A ភ្ជាប់នឹងប៉ូលវិជ្ជមាននៃជនិតា ហេតុនេះយើងបានបន្ទុកអគ្គិសនីលើអាម៉ាតូនៃកុងដង់នីមួយៗមានសញ្ញាដូចរូប 2.9.1។

កាប៉ាស៊ីតេសមមូលនៃបង្គុំកុងដង់: $C = \dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 0.1\mu F$

បន្ទុកអគ្គិសនីនៃកុងដង់ C_1 និង C_2 :

$q_1 = q_2 = C.U_{AN}$ ដែល $U_{AN} = 3V$

$\Rightarrow q_1 = q_2 = 0.3 \times 10^{-6} C$



(រូប 2.9.2)

b. ករណី K បិទ

យើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 2.9.2 ពេលនេះយើងភ្ជាប់ចំណុច M និងចំណុច B ធ្វើជាចំណុចតែមួយ ហើយយើងបាន C_1 ភ្ជាប់រវាងចំណុច A, B និង C_2 ភ្ជាប់រវាង N, B ។ ហើយបន្ទុកអគ្គិសនីលើអាម៉ាតូនីមួយៗមានសញ្ញាដូចរូប 2.9.2 ។

$q_1' = C_1.U_{AB}$ ដែល $U_{AB} = I(R_1 + R_2) = 5V$

$\Rightarrow q_1' = 10^{-6}C$

$q_2' = C_2.U_{NB}$ ដែល $U_{NB} = IR_2 = 2V$

$\Rightarrow q_2' = 0.4\times10^{-6}C$

ដើម្បីគណនាបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ K ក្រោយពេលបិទ K យើងរកផលបូកបន្ទុកលើអាម៉ាតួដែលភ្ជាប់ជាមួយចំណុច M ។

ពេល K ចំហ ផលបូកបន្ទុកលើអាម៉ាតួភ្ជាប់នឹងចំណុច M ស្មើនឹង(រូប 2.9.1):

$Q = (-q) + q_2 = 0$

ពេល K បិទ ផលបូកបន្ទុកលើអាម៉ាតួភ្ជាប់នឹងចំណុច M ស្មើនឹង(រូប 2.9.2):

$Q' = (-q_1') + (-q_2') = -1.4\times10^{-6}C$

បរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ K (ពី $M \rightarrow B$) ស្មើនឹង:

$\Delta Q = Q' - Q = -1.4\times10^{-6}C$

ចំនួនអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ K ក្រោយពេលបិទកុតាក់ភ្លាមៗ ស្មើនឹង

$n = \frac{|\Delta Q|}{e} = 8.75\times10^{12}$ អេឡិចត្រុង

10. ជនិតាមួយមានកំលាំងអគ្គិសនីចលករ $\xi = 30V$ និងរេស៊ីស្តង់ក្នុង r ត្រូវបានគេយកមកប្រើប្រាស់ដើម្បីបើកអំពូលពីរ L_1, L_2 ឲ្យភ្លឺក្នុងពេលជាមួយគ្នា និងអំពូល L_3 មួយទៀត។ គេសង្កេតឃើញថា ដើម្បីឲ្យអំពូលទាំងបីភ្លឺធម្មតា គេអាចផ្គុំតាមពីររបៀប:

- ផ្គុំអំពូល L_1, L_2 ជាខ្នែងនឹងគ្នា រួចយកទៅផ្គុំជាស៊េរីនឹងអំពូល L_3 រួចភ្ជាប់នឹងប្រភព។
- ផ្គុំអំពុល L_1, L_2 ជាស៊េរីនឹងគ្នា រួចយកទៅផ្គុំជាខ្នែងនឹងអំពូល L_3 រួចភ្ជាប់នឹងប្រភព។

a. ចូរគណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលកំរិតនៃអំពូលនីមួយៗ។

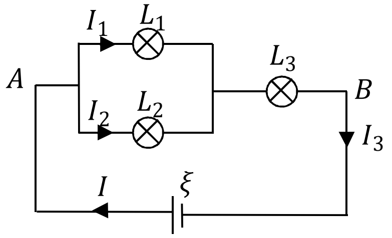
b. បើគេដឹងថា ក្នុងចំណោមការផ្គុំទាំងពីររបៀបខាងលើនេះ មានមួយរបៀបដែលអានុភាពទាំងស្រុងនៃជនិតាស្មើ $P = 60W$ ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តកំរិត និងអានុភាពកំរិតនៃអំពូលនីមួយៗ និងគណនារេស៊ីស្តង់ក្នុង r នៃជនិតា។

c. ចូរគណនាទិន្នផលនៃជនិតា នៃរបៀបផ្គុំទាំងពីរខាងលើ និងប្រៀបធៀបទិន្នផលទាំងពីរ?

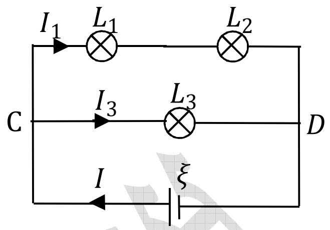
ចម្លើយ

a. គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលកម្រិតនៃអំពូលនីមួយៗ

យើងបានសៀគ្វីនៃបង្គុំអំពូលដូចរូប 2.10.1 និង 2.10.2



(រូប 2.10.1)



(រូប 2.10.2)

ដោយអំពូល L_1, L_2 ឯកលក្ខណ៍ នាំឲ្យ $I_1 = I_2$ និង $U_1 = U_2$

(ដែល I_1, I_2, I_3, U_1, U_2, U_3 ជាតម្លៃកម្រិតនៃអំពូលទាំងបី)

តាមរូប 2.10.1 ទាញបាន: $I_3 = I_1 + I_2 = 2I_1 = 2I_2$

តាមរូប 2.10.2 ទាញបាន: $U_3 = U_1 + U_2 = 2U_1 = 2U_2$

តាមច្បាប់អូមចំពោះរូប 2.10.1: $U_{AB} = U_1 + U_3 = \xi - rI_3$

$$\Rightarrow \frac{3}{2}U_3 = \xi - rI_3 \Rightarrow rI_3 = \xi - \frac{3}{2}U_3 \qquad (1)$$

តាមច្បាប់អូមចំពោះរូប 2.10.2:

$$U_{CD} = U_3 = \xi - rI = \xi - r(I_1 + I_3) = \xi - \frac{3}{2}rI_3 \qquad (2)$$

តាម (1) និង (2) ទាញបាន: $U_3 = 12V$ និង $U_1 = U_2 = \frac{U_3}{2} = 6V$

ដូចនេះ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលកម្រិតនៃអំពូល $\boxed{U_1 = U_2 = 6V,\ U_3 = 12V}$ ។

b. គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តកំរិត អានុភាពកំរិតនៃអំពូលនីមួយៗ និង រេស៊ីស្តង់ក្នុងជនិតា

★ តាមរូប 2.10.1 យើងបាន: $P = \xi.I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{P}{\xi} = \frac{60}{30} = 2A$

នាំឲ្យ $I_1 = I_2 = \frac{I_3}{2} = 1A$

$$\Rightarrow P_3 = U_3 I_3 = 12 \times 2 = 24W \text{ និង } P_2 = P_2 = U_1.I_1 = 6 \times 1 = 6W$$

តាម (1) $\Rightarrow r = 6\Omega$

ដូចនេះ: $\boxed{I_1 = I_2 = 1A,\ I_3 = 2A,\ P_1 = P_2 = 6W,\ P_3 = 24W,\ r = 6\Omega}$ ។

★ តាមរូប 2.10.2 យើងបាន: $P = \xi I = \xi\left(\frac{3I_3}{2}\right) \Rightarrow I_3 = \frac{2P}{3\xi} = \frac{4}{3}\text{ A}$

$$\Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{I_3}{2} = \frac{1}{3}\text{A}$$

នាំឲ្យ $P_3 = U_3 I_3 = 12\times\frac{4}{3} = 16\text{W}$ និង $P_1 = P_2 = U_1.\frac{I_3}{2} = 4\text{W}$

តាម $(1) \Rightarrow r = 9\Omega$

ដូចនេះ $\boxed{I_1 = I_2 = \frac{1}{3}\text{A},\ I_3 = \frac{4}{3}\text{A},\ P_1 = P_2 = 4\text{W},\ P_3 = 16\text{W},\ r = 9\Omega}$ ។

c. គណនាទិន្នផលជនិតា និងប្រៀបធៀបទិន្នផលទាំងពីរ

★ តាមរូប 2.10.1 យើងបាន: $H_1 = \frac{U_{AB}}{\xi} = \frac{\frac{3U_3}{2}}{\xi} = 0.6 = 60\%$

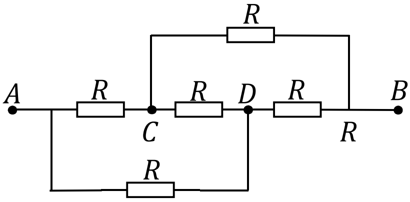
★ តាមរូប 2.10.2 យើងបាន: $H_2 = \frac{U_{CD}}{\xi} = \frac{U_3}{\xi} = 0.4 = 40\%$

ដូចនេះ ផ្គុំអំពូលទាំងបីតាមរូប 2.10.1 ល្អជាង ព្រោះវាមានទិន្នផលខ្ពស់ជាង។

11. គេមានរេស៊ីស្តង់ឯកលក្ខណ៍មួយចំនួន $R = 1\Omega$ ។

a. បើគេផ្គុំរេស៊ីស្តង់ខាងលើចំនួន 5 ឲ្យបានសៀគ្វីដូចរូប 2.11a ។

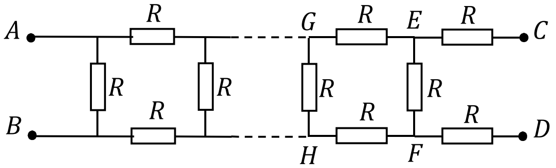
គណនារេស៊ីស្តង់សមមូល R_{AB}?



(រូប 2.11a)

b. រករបៀបផ្គុំរេស៊ីស្តង់ទាំង 5 ខាងលើដើម្បីបង្កើតជាសៀគ្វី CD លៃយ៉ាងណាឲ្យ $R_{CD} = 1.6\Omega$ ។

c. បើគេផ្គុំរេស៊ីស្តង់ខាងលើឲ្យបានជាសៀគ្វីដូចរូប 2.11b វិញ តើគេត្រូវភ្ជាប់ត្រង់ចំណុច C និង D នូវរេស៊ីស្តង់ R_o ស្មើប៉ុន្មាន ដើម្បីឲ្យរេស៊ីស្តង់សមមូល R_{AB} នៃសៀគ្វីមិនអាស្រ័យនឹងចំនួនបង្គុំ? គណនា រេស៊ីស្តង់សមមូល R_{AB} ។



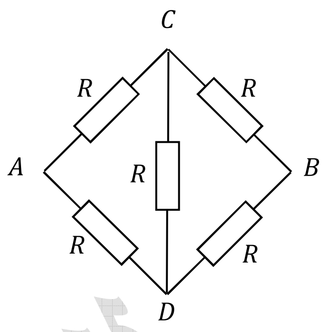
(រូប 2.11b)

ចម្លើយ

a. គណនារេស៊ីស្តង់សមមូល R_{AB}

យើងបានសៀគ្វីសមមូលដូចរូប 2.11.1 ។

ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈឆ្លុះនៃសៀគ្វីធៀបបន្ទាត់ AB យើងបាន ចំណុច C និង D មានប៉ូតង់ស្យែលស្មើគ្នា ហេតុនេះយើងអាចភ្ជាប់ចំណុចទាំងពីរនេះធ្វើជាចំណុចតែមួយ។



(រូប 2.11.1)

នាំឲ្យយើងបានរេស៊ីស្តង់សមមូលៈ

$$R_{AB}=\frac{R}{2}+\frac{R}{2}=R$$

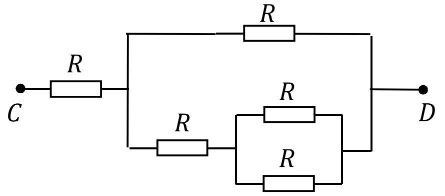
b. រករបៀបផ្គុំសៀគ្វី

យើងដឹងថាពេលតជាស៊េរី វាធ្វើឲ្យរេស៊ីស្តង់កើនឡើង ហើយតជាខ្នែង រេស៊ីស្តង់ថយចុះ។ ដោយ $R_{CD}>R$ ហេតុនេះសៀគ្វី CD ត្រូវមានរេស៊ីស្តង់ R តជាស៊េរីជាមួយរេស៊ីស្តង់ 4 ផ្សេងទៀត ហើយរេស៊ីស្តង់ទាំងបួន ត្រូវមានរេស៊ីស្តង់សមមូល $R_{CD}-R=0.6\Omega$ ។

ប្រសិនបើរេស៊ីស្តង់ទាំងបួនតជាខ្នែងនឹងគ្នា យើងបានរេស៊ីស្តង់សមមូល $\frac{R}{4}=0.25\Omega$

ហើយបើសិនជាខ្នែងនីមួយៗមានរេស៊ីស្តង់ពីរៗតជាស៊េរីនឹងគ្នាយើងបាន $\frac{2R}{2}=1\Omega$ ។

ហេតុនេះ បង្គុំនេះមានតែរេស៊ីស្តង់ R តជាខ្នែងជាមួយរេស៊ីស្តង់ R បីផ្សេងទៀត ហើយរេស៊ីស្តង់ទាំងបីនេះមិនអាចតជាស៊េរីនឹងគ្នាទេ ព្រោះបើរេស៊ីស្តង់ទាំងបីនេះតជាស៊េរីនឹងគ្នា នោះគេបានរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃបង្គុំមានអាំងតង់ស៊ីតេ $\frac{R.3R}{R+3R}=\frac{3R}{4}=0.75\Omega$ ។ ហេតុនេះ បង្គុំរេស៊ីស្តង់ទាំងបីនេះ ត្រូវតែ R តជាស៊េរីជាមួយរេស៊ីស្តង់ពីរផ្សេងទៀតតជាខ្នែងនឹងគ្នា ពេលនោះយើងបានរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃបង្គុំស្មើនឹង៖



(រូប 2.11.2)

$$\frac{R\left(R+\frac{R}{2}\right)}{R+R+\frac{R}{2}}=\frac{3R}{5}=0.6\Omega \quad (\text{ពិត})$$

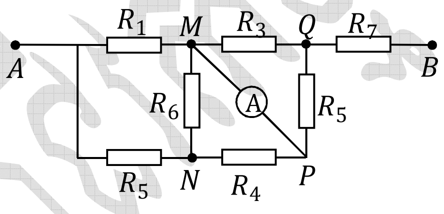
ដូចនេះយើងបានរបៀបផ្គុំថ្មីគឺៈ $R+\left[R\parallel\left(R+(R\parallel R)\right)\right]$ ដូចរូប 2.11.2 ។

c. រក R_o និងរេស៊ីស្តង់សមមូល

រេស៊ីស្តង់ R_o ត្រូវមានអាំងតង់ស៊ីតេយ៉ាងណាឲ្យ រេស៊ីស្តង់សមមូលនៃបង្គុំចុង CEFD មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹង R_o ហើយដូចគ្នាដែរ បង្គុំ EFGH ក៏ត្រូវមានរេស៊ីស្តង់សមមូលស្មើ R_o ដែរ។ ហេតុនេះ រេស៊ីស្តង់សរុបនៃសៀគ្វីនឹងមិនអាស្រ័យនឹងចំនួនបង្គុំ ហើយជានិច្ចកាលមានរេស៊ីស្តង់សមមូលស្មើនឹង R_o ។

នាំឲ្យ: $\frac{(2R+R_o)}{3R+R_o}=R_o \Rightarrow R_o=\left(\sqrt{3}-1\right)=\boxed{0.73\Omega}$

12. គេមានសៀគ្វីដូចរូប 2.12 ។ គេដឹងថា $R_1=21\Omega,\ R_2=24\Omega,\ R_3=R_4=20\Omega$ $R_5=20\Omega, R_6=30\Omega,\ R_7=2\Omega,$ និង $R_A\approx 0\,, U_{AB}=33V$ ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃរេស៊ីស្តង់នីមួយៗ។ ចូររកតម្លៃចង្អុលនៃអំពែម៉ែត្រ និងទិសដៅចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ?

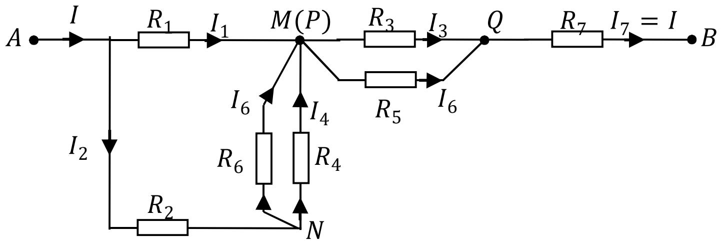


(រូប 2.12)

<u>**ចម្លើយ**</u>

គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃរេស៊ីស្តង់នីមួយៗ និងកំណត់ចង្អុល របស់ អំពែម៉ែត្រ:

ដោយ $R_A\approx 0$ នាំឲ្យ យើងអាចភ្ជាប់ចំណុច M និង P ធ្វើជាចំណុចតែមួយ យើងបានសៀគ្វីសមមូល ដូចរូប 2.12.1។



(រូប 2.12.1)

យើងបាន: $R_{MN}=R46=\frac{R_4.R_6}{R_4+R_6}=12\Omega$

$R_{ANM} = R_2 + R_{46} = 54\Omega$ $\qquad R_{AM} = \dfrac{R_1.R_{AMN}}{R_1 + R_{AMN}} = 15.12\Omega$

$R_{MQ} = R_{35} = \dfrac{R_3.R_5}{R_3 + R_5} = 10\Omega$

$R_{AB} = R_{AM} + R_{MQ} + R_7 = 27.12\Omega$

អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I = \dfrac{U}{R_{AB}} = 1.22A = I_7$

យើងបាន: $U_7 = R_7.I_7 = 2.44V$

ដោយ $R_3 = R_5 \Rightarrow I_3 = I_5 = \dfrac{I}{2} = 0.61A$

នាំឲ្យ $U_3 = U_5 = I.R_{MQ} = 12.2V$

យើងបាន: $U_{AM} = U_1 = R_{AM}.I = 18.45V$

$\Rightarrow I_1 = \dfrac{U_1}{R_1} \approx 0.88A$ $\qquad \Rightarrow I_2 = \dfrac{U_{AM}}{R_{ANM}} = 0.34A$

$\Rightarrow U_2 = I_2.R_2 = 14.28V$

$\Rightarrow U_{NM} = I_2.R_{NM} = 4.08V = U_4 = U_6$

$\Rightarrow I_4 = \dfrac{U_4}{I_4} = 0.204A \Rightarrow I_6 = I_2 - I_4 = 0.136A$

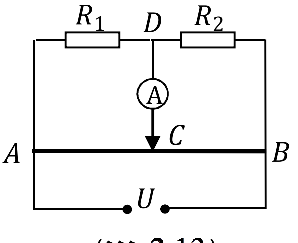
ដោយ $I_5 > I_6$ នាំឲ្យត្រង់ថ្នាំង P យើងបាន: $I_A = I_5 - I_4 = 0.41A$

ហេតុនេះចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រមានទិសដៅ $M \rightarrow P$ មានអាំងតង់ស៊ីតេ $I_A = 0.41A$ ។

ដូចនេះ:

$I_1 = 0.88A,\ I_2 = 0.34A,\ I_3 = I_5 = 0.61A,\ I_4 = 0.204A$,
$I_6 = 0.136A,\ I_7 = I = 1.22A, U_1 = 18.45V,\ U_2 = 14.28V,$
$U_3 = U_5 = 12.2V, U_4 = U_6 = 4.08V,\ U_7 = 2.44V$

13. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.13 ដែល $R_1 = 3\Omega, R_2 = 6\Omega$ និង $U_{AB} = 7V$ ហើយ AB ជាខ្សែចម្លងមួយមានប្រវែង $1.5m$ ផ្ទៃមុខកាត់ថេរ $0.1\,mm^2$ និងរេស៊ីស្ទីវីតេ $\rho = 4.10^{-7}\Omega.m$ ។ មិនគិតរេស៊ីស្តង់របស់ខ្សែចម្លង និង រេស៊ីស្តង់អំពែម៉ែត្រ។



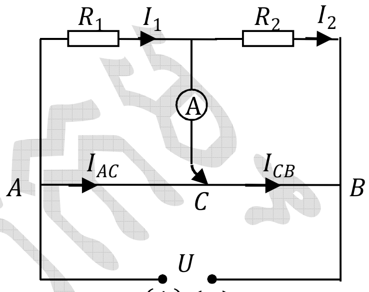
(រូប 2.13)

a. គណនារេស៊ីស្តង់ខ្សែ AB ។

b. ចូរកំណត់ទីតាំងនៃចំណុច C ដើម្បីឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រស្មើនឹង $\frac{1}{3}A$ (អំពែ)។

c. រំកិតកូនបូត C ទៅរកទីតាំងដែលធ្វើឲ្យ $AC=\frac{CB}{2}$ ។ គណនាចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ។

<u>**ចម្លើយ**</u>



(រូប 2.13.1)

a. គណនារេស៊ីស្តង់ខ្សែ AB

$$R_{AB}=\rho.\frac{\ell}{S}=6\Omega$$

b. កំណត់ទីតាំងនៃចំណុច C

តាង $R_{AC}=x$

$\Rightarrow R_{CB}=6-x$

តាមរូប 2.13.1 យើងបានរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី:

$$R=\frac{3x}{x+3}+\frac{6(6-x)}{12-x}\Rightarrow R=\frac{54x-9x^2+108}{(x+3)(12-x)}$$

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I=\frac{U}{R}=\frac{7(x+3)(12-x)}{54x-9x^2+108}$

នាំឲ្យ: $U_{AD}=U_1=\frac{3x}{x+3}.I=\frac{21x(12-x)}{54x-9x^2+108}$

$U_{DB}=U_2=\frac{6(6-x)}{12-x}.I=\frac{42(6-x)(x+3)}{54-9x^2+108}$

$\Rightarrow I_1=\frac{U_1}{R_1}=\frac{7x(12-x)}{54x-9x^2+108}$ និង $I_2=\frac{U_2}{R_2}=\frac{7(6-x)(x+3)}{54x-9x^2+108}$

★ បើគោលវិជ្ជមានរបស់អំពែម៉ែត្រភ្ជាប់នឹង D $\Rightarrow I_A=I_1-I_2=\frac{1}{3}A$

$\Rightarrow \frac{63x-126}{54x-9x^2+108}=\frac{1}{3}$ $\quad\Rightarrow x^2+15x-54=0$ $\quad\Rightarrow x=3\Omega$

(មិនយកករណី $x=-18<0$) ដូចនេះ C ជាចំណុចកណ្តាល AB ។

★ បើគោលវិជ្ជមានរបស់អំពែម៉ែត្រភ្ជាប់នឹង C $\Rightarrow I_A=I_1-I_2$

$\Rightarrow x^2-27x+30=0$ $\quad\Rightarrow x=1.2\Omega$

(មិនយកករណី $x = 25.8 > 6$)

ហេតុនេះ $R_{AC} = 1.2\Omega$ និង $R_{CB} = 4.8\Omega$ មានន័យថា ទីតាំងនៃចំណុច C កំណត់ដូចតទៅ:

$$\frac{R_{AC}}{R_{CB}} = \frac{AC}{CB} = \frac{1.2}{4.8} = \frac{1}{4} \Rightarrow \text{ចំណុច C មានចម្ងាយ } AC = \frac{AB}{5} = 0.3\text{ m}\text{។}$$

c. គណនាចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ

មាន: $AC = \frac{CB}{2} \Rightarrow R_{AC} = \frac{R_{AB}}{3} = 2\Omega$ និង $R_{CB} = 4\Omega$

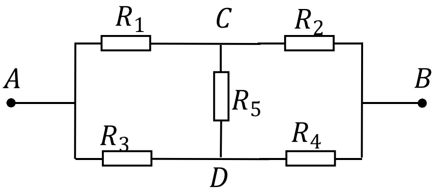
ហើយ $\frac{R_1}{R_{AC}} = \frac{3}{2}$ និង $\frac{R_2}{R_{CB}} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$ មានន័យថា $\frac{R_1}{R_{AC}} = \frac{R_2}{R_{CB}}$

នាំឲ្យយើងបានសៀគ្វីស្ពានមានលំនឹង ហេតុនេះ $V_C = V_D \Rightarrow I_A = 0$ ។

14. គេមានសៀគ្វី AB ដូចរូប 2.14 ។ គេដឹងថា $R_1 = 1\Omega, R_2 = R_3 = 2\Omega, R_4 = 1\Omega, R_5 = 1\Omega$ ។

a. ចូរគណនារេស៊ីស្តង់សមមូល R_{AB} នៃសៀគ្វី។

b. គេយកសៀគ្វីខាងលើទៅភ្ជាប់នឹងប្រភពតង់ស្យុងដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U_{AB} = 7V$ ។ ចូរគណនាចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ។

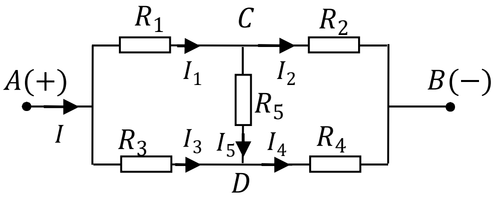


(រូប 2.14)

<u>**ចម្លើយ**</u>

a. គណនារេស៊ីស្តង់សមមូល R_{AB}

តាមច្បាប់ថ្នាំង, ឧបមាថាយើងភ្ជាប់ពីរចំណុច A, B នូវផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U_{AB} = U$ និងចរន្តឆ្លងកាត់ R_5 មានទិសដៅដូចរូប 2.14.1 ។



(រូប 2.14.1)

ជ្រើសរើស $V_B = 0 \Rightarrow V_A = U$

យើងបាន: $I_1 = \dfrac{V_A - V_C}{R_1} = U - V_C$ (ព្រោះ $R_1 = 1\Omega$)

$$I_2 = \frac{V_C - V_B}{R_2} = \frac{V_C}{2} \qquad I_3 = \frac{V_A - V_D}{R_3} = \frac{U - V_D}{2}$$

$$I_4 = \frac{V_D - V_B}{R_4} = V_D \qquad I_5 = \frac{V_C - V_D}{R_5} = V_C - V_D \qquad (1)$$

សមីការចរន្តត្រង់ថ្នាំង C និង D យើងបាន:

$$I_1 = I_2 + I_5 \quad \text{និង} \quad I_4 = I_3 + I_5 \qquad (2)$$

យក (1) ជួសក្នុង (2) យើងបាន:

$$U - V_C = \frac{V_C}{2} + (V_C - V_D) \quad \text{និង} \quad \frac{U - V_D}{2} + (V_C - V_D) = V_D \qquad (3)$$

ដោះស្រាយប្រព័ន្ធ (3) យើងបាន: $V_C = \dfrac{4U}{7}$ និង $V_D = \dfrac{3U}{7}$

នាំឲ្យ $I_1 = \dfrac{3U}{7}$ $I_3 = \dfrac{2U}{7}$ និង $I = I_1 + I_2 = \dfrac{5U}{7}$

រេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី AB គឺ: $R_{AB} = \dfrac{U}{I} = \dfrac{7}{5} = 1.4\Omega$

b. គណនាចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់នីមួយៗ

ជួស $U_{AB} = U = 7V$ យើងបាន:

$$I_1 = 3A,\ I_2 = 2A,\ I_3 = 2A,\ I_4 = 3A,\ I_5 = 1A$$

ដូចនេះ ទិសដៅរបស់ I_5 ដូចទិសដៅដែលបានសន្មត់។

15. គេយកអំពូលចំនួនបី $L_1(110V - 40W)$, $L_2(110V - 50W)$ និង $L_3(110V - 80W)$ ទៅភ្ជាប់នឹងប្រភពអគ្គិសនី $220V$ លៃយ៉ាងណាឲ្យអំពូលទាំងបីភ្លឺធម្មតា ហើយដើម្បីឲ្យអំពូលទាំងបីភ្លឺធម្មតាដូចគ្នានោះ គេត្រូវតថែមរេស៊ីស្តង់ R_o ។

a. ចូររកបៀបផ្គុំ និងតម្លៃ R_o ដែលត្រូវនឹងរបៀបផ្គុំនោះ។

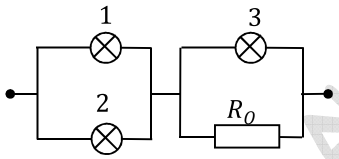
b. តើរបៀបផ្គុំណាមួយដែលល្អជាងគេ (មានន័យថា អានុភាព ស៊ីដោយ R_o មានតម្លៃតូចបំផុត) និងគណនា អានុភាពស៊ីដោយ R_o នៃបង្គុំនោះ។

<u>ចម្លើយ</u>

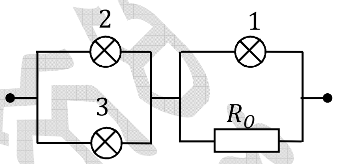
a. រករបៀបផ្គុំសៀគ្វី និងរក R_o

រេស៊ីស្តង់នៃអំពូលនីមួយៗ:

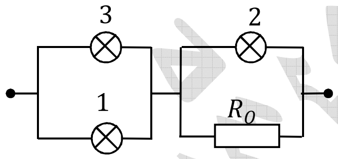
$$R_1 = \frac{U_{L1}^2}{P_{L1}} = \frac{110^2}{40}\Omega,\ \ R_2 = \frac{110^2}{50}\Omega \text{ និង } R_3 = \frac{110^2}{80}\Omega$$



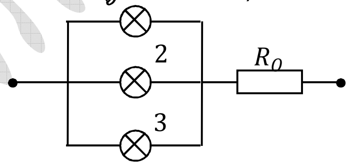
(រូប 2.15.1)



(រូប 2.15.2)



(រូប 2.15.3)



(រូប 2.15.4)

ដោយ ប្រភពអគ្គិសនីមានផលសងប៉ូតង់ស្យែលធំជាងពីរដងធៀបនឹងផលសងប៉ូតង់ស្យែលកម្រិតនៃអំពូលទាំងអស់ ហេតុនេះត្រូវផ្គុំអំពូលនីមួយៗជាពីរក្រុមតជាខ្នែងនឹងគ្នា ហើយក្រុមនីមួយៗមានអំពូលតជាខ្នែងនឹងគ្នា និងមានផ្គុំថែមរេស៊ីស្តង់ R_o ដែលធ្វើឲ្យរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃក្រុមទាំងពីរស្មើគ្នា (ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ក្រុមទាំងពីរស្មើគ្នា)។ នាំឲ្យយើងបានរបៀបផ្គុំចំនួន 4 ដូចរូបខាងលើ ។

- រូប 2.15.1 យើងបាន: $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_o} \Rightarrow R_o = \frac{110^2}{10} = 1210\Omega$
- រូប 2.15.2 យើងបាន: $\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_o} \Rightarrow R_o = \frac{110^2}{90} = 134.4\Omega$
- រូប 2.15.3 យើងបាន: $\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_o} \Rightarrow R_o = \frac{110^2}{70} = 172.8\Omega$
- រូប 2.15.4 យើងបាន: $\frac{1}{R_o} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_o = \frac{110^2}{170} = 71.17\Omega$

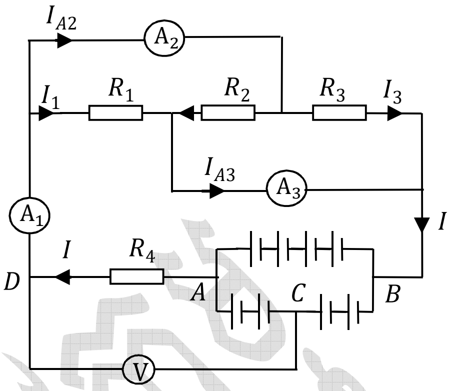
b. គណនាអានុភាពស៊ីដោយ R_o

តាមរូបមន្ត: $P = \frac{U^2}{R_o}$

ដោយ $U = 110 =$ ថេរ ហេតុនេះ $P_{min} \Rightarrow R_{omax} = 1210\Omega$

នាំឲ្យផ្គុំដូចរូប 2.15.1 ល្អជាងគេ ព្រោះពេលនេះ $P_{min} = 10W$

16. គេមានសៀគ្វីដូចរូប 2.16 ។ បង្គុំជនិតារួមមានថ្មពិលចំនួន 8 ដែលថ្មពិលនីមួយៗមាន $e = 2V$ $r = 1\Omega$ ត្រូវបានគេផ្គុំជាខ្នែងដូចរូប 2.16 ហើយខ្នែងនីមួយៗមានថ្មពិលចំនួន 4 គ្រាប់។ គេដឹងថា $R_1 = 24\Omega,\ R_2 = 12\Omega,\ R_3 = 8\Omega, R_4 = 2\Omega$ ។ មិនគិតរេស៊ីស្តង់របស់អំពែម៉ែត្រ និងរេស៊ីស្តង់ខ្សែចម្លង និងវ៉ុលម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់ធំ (∞) ។



(រូប 2.16)

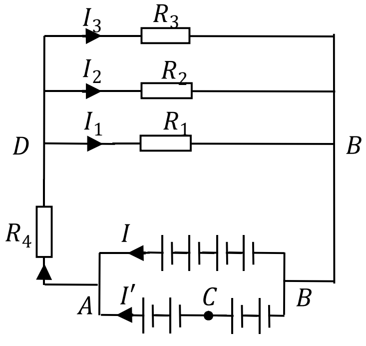
a. រកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ។

b. រកកំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ។ តើគេត្រូវភ្ជាប់ប៉ូលវិជ្ជមានរបស់វ៉ុលម៉ែត្រនៅត្រង់ចំណុចណាមួយ?

ចម្លើយ

a. រកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ

ដោយអំពែម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់តូចណាស់អាចចោលបាន និងវ៉ុលម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់ធំអានន្ត នោះយើងបានសៀគ្វី សមមូលដូចរូប 2.16.1 ហើយចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅ ដូចរូប។



(រូប 2.16.1)

យើងបានបង្គុំជនិតាមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ និងរេស៊ីស្តង់ក្នុង:

$$E_{AB} = 4e = 8V \text{ និង } r_{AB} = \frac{4r}{2} = 2\Omega$$

រេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វីក្រៅ: $R = R_4 + R_{123}$

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{4} \quad \Rightarrow R_{123} = 4\Omega$$

$$\Rightarrow R = 6\Omega$$

នាំឲ្យ $I = \frac{E_{AB}}{R + r_{AB}} = 1A$

យើងបានៈ $U_{AB} - U_1 = U_2 = U_3 = I.R_{123} = 4V$

នាំឲ្យៈ $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{1}{6}A \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{1}{3}A$ និង $I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{1}{2}A$

តាមរូប 2.16 យើងបានៈ

$$I_{A1} = I_1 = 1A \quad , \quad I_{A2} = I - I_1 = \frac{5}{6}A \text{ និង } I_{A3} = I_1 + I_2 = 0.5A$$

b. រកកំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ

ដោយខ្សែងទាំងបីរនៃបង្គុំជនិតា ដូចគ្នា នាំឲ្យ $I' = I'' = \frac{I}{2} = 0.5A$

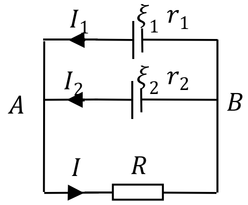
នាំឲ្យ $U_{AC} = (2e) - (2r)I' = 3V$

យើងបានៈ $U_{AD} = IR_4 = 2V$

នាំឲ្យៈ $U_{DC} = U_{DA} + U_{AC} = U_{AC} - U_{AD} = 1V$

ដូចនេះ វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល 1V ហើយគោលវិជ្ជមានរបស់វាភ្ជាប់នឹងចំណុច D ។

17. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.17 ។ គេដឹងថា $\xi_1 = 10V,\ r_1 = 2\Omega,$ $\xi_2 = 16V,\ r_2 = 1\Omega\ , R = 4\Omega$ ។ ចូរគណនា U_{AB} និង គណនា អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែងនីមួយៗ។ តើមាន ជនិតាណាក្លាយជាគ្រឿងទទួលដែរឬទេ?



(រូប 2.17)

<u>**ចម្លើយ**</u>

គណនា U_{AB} និងចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែងនីមួយៗ

ឧបមាថា ចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅដូចរូប 2.17

តាមច្បាប់អូមៈ

- ចំពោះ $A\xi_1B$: $U_{BA} = r_1I_1 - \xi_1 \Rightarrow U_{AB} = \xi_1 - r_1I_1$ (1)
- ចំពោះ $A\xi_2B$: $U_{BA} = r_2I_2 - \xi_2 \Rightarrow U_{AB} = \xi_2 - r_2I_2$ (2)

- ចំពោះ ARB: $U_{AB} = IR$ (3)
- ត្រង់ថ្នាំង A: $I = I_1 + I_2$ (4)

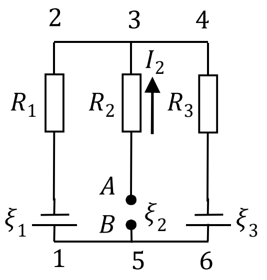
តាម (1),(2),(3),(4) $\Rightarrow U_{AB} = \dfrac{\dfrac{\xi_1}{r_1} + \dfrac{\xi_2}{r_2}}{\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}}$ $\Rightarrow U_{AB} = 12V$

នាំឲ្យ: $I_1 = \dfrac{\xi_1 - U_{AB}}{r_1} = -1A$

$I_2 = \dfrac{\xi_2 - U_{AB}}{r_2} = 4A$ និង $I = \dfrac{U_{AB}}{R} = 3A$

យើងឃើញថា I_2 និង I មានទិសដៅដូចទិសដៅដែលបានសន្មត់ ។ ចំណែក I_1 មានទិសដៅពី $A \rightarrow B$ ។ ដូចនេះ ξ_2 ក្លាយជាគ្រឿងទទួល ។

18. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.18 ។ គេដឹង $\xi_1 = 8V$, $r_1 = 0.5\Omega$ $\xi_2 = 5V, r_3 = 1\Omega$, $R_1 = 1.5\Omega, R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 3\Omega$ ។ គេភ្ជាប់រវាងចំណុច A និង B នូវជនិតា ξ_2 ដែលមានរេស៊ីស្តង់តូចណាស់អាចចោលបាន។ ចរន្ត I_2ឆ្លងកាត់ ξ_2 មានទិសដៅដូចរូប និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ $I_2 = 1A$ ។ គណនា ξ_2 ។ តើប៉ូលវិជ្ជមាននៃ ξ_2 ត្រូវភ្ជាប់នឹងចំណុចណា?

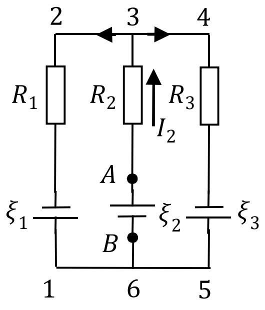


(រូប 2.18)

<u>**ចម្លើយ**</u>

គណនា ξ_2 និងរកទីតាំងភ្ជាប់ប៉ូលវិជ្ជមានរបស់ ξ_2

ឧបមាថាគោលវិជ្ជមានរបស់ ξ_2 ភ្ជាប់ចំណុច A ហើយទិសដៅចរន្តអគ្គិសនី I_1, I_3 ដូចរូប 2.18.1 ។ តាមច្បាប់គៀរឃុហ្វ ចំពោះថ្នាំង 3 និង 6 ។ ចំពោះថ្នាំង 3 យើងបាន:



(រូប 2.18.1)

$I_2 - I_1 - I_3 = 0$ (1)

ចំពោះសៀគ្វី 12361 និង 34563 យើងបាន:

$$-\xi_1-\xi_2=-I_1(R_1+r_1)-I_2R_2 \qquad (2)$$
$$\xi_2+\xi_3=I_2R_3+I_3(R_3+r_3) \qquad (3)$$

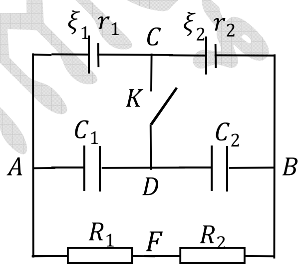
ជំនួសលេខ និងដោះស្រាយសមីការ (1),(2) និង (3) យើងបាន:

$$\xi_2=-1.6V,\quad I_1=1.2A,\quad I_3=-0.2A$$

ដោយ $I_3<0$ ហេតុនេះ I_3 ត្រូវមានទិសដៅពី $5\rightarrow 4$

និង $\xi_2<0$ ហេតុនេះ គោលអវិជ្ជមានរបស់ ξ_2 ត្រូវភ្ជាប់នឹងចំណុច A ។

19. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.19 ។ គេដឹងថា $\xi_1=6V, r_1=1\Omega$ $\xi_2=3V,\ r_2=2\Omega\ , R_1=4\Omega, R_2=2\Omega\ \ C_1=0.6\mu F,$ និង $C_2=0.3\mu F$ ។ ដំបូងកុងតាក់ K ចំហ ក្រោយមក ទើបកុងតាក់ K បិទ។



(រូប 2.19)

a. គណនា U_{DF} ពេលកុងតាក់ K ចំហ និងពេលកុងតាក់ K បិទ ។

b. គណនាចំនួនអេឡិចត្រុង និងទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់អេឡិចត្រុងឆ្លងកាត់ K ក្រោយពេល K បិទភ្លាមៗ។

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនា U_{DF}

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I=\dfrac{\xi_1+\xi_2}{R_1+R_2+r_1+r_2}=1A$ នាំឲ្យ $U_{AB}=(R_1+R_2).I=6V$

★ ពេល K ចំហ: បន្ទុកនៃកុងដង់នីមួយៗ:

$$q_1=q_2=\frac{C_1C_1}{C_1+C_2}.U_{AB}=1.2\times10^{-6}C \qquad \Rightarrow U_{AB}=\frac{q_1}{C_1}=2V$$

នាំឲ្យ: $U_{AF}=R_1.I=4V$

យើងបាន: $U_{DF}=U_{DA}+U_{AF}=U_{AF}-U_{AD}=2V$

ផលបូកបន្ទុកអគ្គិសនីនៃអាម៉ាតួទាំងពីរដែលភ្ជាប់នឹងចំណុច D គឺ $Q=q_2-q_1=0$

★ ពេល K បិទ: $U_{AC} = U_1 = \xi_1 - r_1 I = 5V$ និង $U_{CB} = U_2 = \xi_2 - r_2 I = 1V$

បន្ទុកនៃកុងដង់នីមួយៗ:

$$q_1' = C_1U_1 = 3.10^{-6}C \text{ និង } q_2' = C_2U_2 = 0.3\times10^{-6}C$$

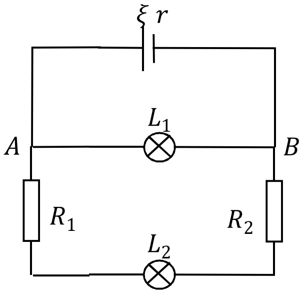
ផលបូកបន្ទុកនៃអាម៉ាតួទាំងពីរដែលភ្ជាប់នឹងចំណុច D ពេល K បិតគឺ:

$$Q' = q_2' - q_1' = -2.7\times10^{-6}C$$

b. គណនាចំនួនអេឡិចត្រុង និងទិសដៅផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ K

តាមសំរាយខាងលើយើងឃើញថា ចំនួនអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីកាត់កុងតាក់ K មានទិសដៅពី $C \to D$ ស្មើនឹង: $n\dfrac{|Q'|}{e} = 1.6875\times10^{13}$ អេឡិចត្រុង ។

20. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.20 ។ គេមានអំពូលពីរ L_1 និង L_2 ដែលមានរេស៊ីស្តង់ R_L ស្មើគ្នា (ដូចគ្នា) និង $R_1 = R_2 = 6\Omega$ ។ គេដឹងថា ពេលដែលគេភ្ជាប់ត្រង់ចំនុច A និង B នូវជនិតា ξ_1 $(\xi_1 = 30V, r_1 = 2\Omega)$ ឬជនិតា ξ_2 $(\xi_2 = 36V, r_2 = 4\Omega)$ នោះគេឃើញថាអានុភាពនៃសៀគ្វីក្រៅស្មើនឹង $P = 72W$ ដូចគ្នា ហើយអំពូលទាំងពីរភ្លឺធម្មតាដូចគ្នា។



(រូប 2.20)

a. គណនាអានុភាព និង ផលសងប៉ូតង់ស្យែលអតិបរមានៃអំពូលនីមួយៗ។ តើប្រើប្រាស់ប្រភពណាមួយល្អជាង?

b. ពេលនេះគេជំនួសជនិតា ξ_1 ឬ ξ_2 ដោយជនិតា ξ_3 លៃយ៉ាងណាឲ្យទិន្នផលស្មើនឹង 50% ហើយអំពូល ទាំងពីរនៅតែភ្លឺធម្មតាដែល។ គណនា ξ_3, r_3 ។

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនាអានុភាព និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលអតិបរមានៃអំពូល

អានុភាពនៃជនិតា ស្មើនឹងផលបូកអានុភាពសៀគ្វីក្រៅ និងសៀគ្វីក្នុង យើងបាន:

$$EI = P + rI^2 \quad \Rightarrow rI^2 - EI + P = 0 \qquad (1)$$

ដែលក្នុងនោះ I ជាចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូល

★ ពេល $\xi_1 = 30V,\ r_1 = 2\Omega$ តាម (1) $\Rightarrow I_1 = 3A,\ I_2 = 12A$

រេស៊ីស្តង់សៀគ្វីក្រៅ: $R = \frac{P}{I^2}$ ត្រូវនឹង $R_1 = 8\Omega$ និង $R_2 = 0.5\Omega$

★ ពេល $\xi_2 = 36V,\ r_2 = 4\Omega$ តាម (1) $\Rightarrow I_1' = 3A,\ I_2' = 6A$

រេស៊ីស្តង់នៃសៀគ្វីក្រៅ: $R_1' = 8\Omega$ និង $R_2' = 2\Omega$

ដោយរេស៊ីស្តង់នៃសៀគ្វីក្រៅត្រូវមានអាំងតង់ស៊ីតេថេរ ហេតុនេះរេស៊ីស្តង់នៃសៀគ្វីក្រៅត្រូវស្មើនឹង $R = R_1 = R_1' = 8\Omega$ នាំឲ្យ $I = 3A$ ។

ម្យ៉ាងទៀត រេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី: $R = \frac{R_L(R_L + R_1 + R_1)}{2R_L + R_1 + R_2}$

យើងមាន: $R_1 = R_2 = 6\Omega$ និង $R = 8\Omega$

$\Rightarrow R_L = 12\Omega$ (មិនយករឺសអវិជ្ជមាន)

ផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃសៀគ្វីក្រៅ ស្មើនឹងផលសងប៉ូតង់ស្យែលកម្រិតនៃអំពូល L_1:

$$U_{AB} = U_{L1} = RI = 24V$$

នាំឲ្យ: $P_{L1} = \frac{U_{L1}^2}{R_L} = 48W$ និង $I_{L1} = \frac{P_{L1}}{U_{L1}} = 2A$

ចរន្តអគ្គិសនីកម្រិតឆ្លងកាត់អំពូល L_2: $I_{L_2} = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_2 + R_L} = 1A$

ផលសងប៉ូតង់ស្យែល និងអានុភាពកម្រិតនៃអំពូល L_2:

$$U_{L2} = I_{L2}.R_L = 12V \quad \text{និង} \quad P_{L2} = R_L.I_{L2}^2 = 12W$$

ទិន្នផលនៃជនិតានីមួយៗ:

$$H_1 = \frac{R}{R + r_1} = 80\% \quad \text{និង} \quad H_2 = \frac{R}{R + r_2} = 67\%$$

ដោយ $H_1 > H_2$ ហេតុនេះ ប្រើប្រាស់ជនិតា ξ_1 ល្អជាង។

b. គណនា ξ_3, r_3

យើងបាន: $H_3 = \frac{R}{R + r_3} = 50\%$

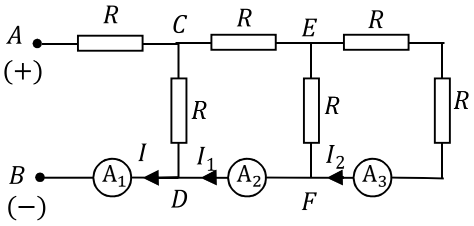
នាំឲ្យ $r_3 = R = 8\Omega$

ដោយអំពូលទាំងពីរនៅភ្លឺធម្មតា ហេតុនេះចរន្តអគ្គិសនីនៃសៀគ្វីទាំងមូលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹង $I = I_{L1} + I_{L2} = 3A$ ដដែល។ នាំឲ្យយើងបាន កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ξ_3 ស្មើ:

$$\xi_3 = (R + r_3).I = 48V$$

ដូចនេះ $\boxed{\xi_3 = 48\text{V},\ \ r_3 = 8\Omega}$ ។

21. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.22 ។ រេស៊ីស្តង់នីមួយៗមានតម្លៃស្មើគ្នា $R = 5\Omega$ និងអំពែម៉ែត្រចំនួនបីមានរេស៊ីស្តង់ឯកលក្ខណ៍។ ពេលគេភ្ជាប់គោលទាំងពីរ A និង B នៃសៀគ្វីទៅនឹងប្រភពតង់ស្យុងមួយដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល U_{AB} នោះគេឃើញថា អំពែម៉ែត្រ A_3 ចង្អុល $0.2A$ និង អំពែម៉ែត្រ A_2 ចង្អុល $0.8A$ ។ កំណត់តម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ A_1 កំនត់ U_{AB} និង R_{AB} ។



(រូប 2.22)

ចម្លើយ

រកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ A_1 និងគណនា U_{AB}, R_{AB}

តាង I, I_1, I_2 រៀងគ្នាជាចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ A_1, A_2, A_3

យើងបាន: $I_1 = I_2 + I_{ERF}$ $\Rightarrow I_{ERF} = I_1 - I_2 = 0.6\text{A}$

និង $U_{EF} = I_{ERF}.R = 0.6R = I_2(2R + R_A)$ ដែល R_A ជារេស៊ីស្តង់អំពែម៉ែត្រ

នាំឲ្យ $R_A = R = 5\Omega$

ម្យ៉ាងទៀត: $U_{CD} = U_{CF} + U_{EF} + U_{FD} = 2.2R = 11\text{V}$

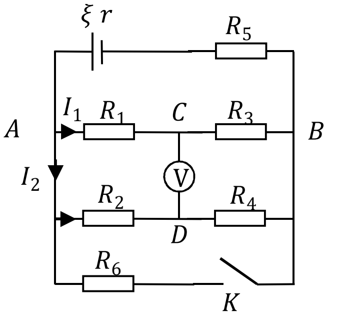
$$\Rightarrow I_{CD} = \frac{U_{CD}}{R} = 2.2\text{A}$$

$\Rightarrow I = I_1 + I_{CD} = 3\text{A}$ ដូចនេះ អំពែម៉ែត្រ A_1 ចង្អុល 3A ។

យើងបាន: $U_{AB} = (R + R_A).I + U_{CD} = 41\text{V} \Rightarrow R_{AB} = \dfrac{U_{AB}}{I} \approx 13.67\Omega$

ដូចនេះ $\boxed{U_{AB} = 41\text{V},\ \ R_{AB} \approx 13.67\Omega}$ ។

22. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.23 ដែលក្នុងនោះ: $r = 1\Omega$, $R_1 = R_4 = 2\Omega$, $R_2 = R_3 = 6\Omega$, $R_5 = 5\Omega$ និងវ៉ុលម៉ែត្រ មានរេស៊ីស្តង់ធំណាស់ (∞) ។ គេដឹងថានៅពេល K ចំហ វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល $2.4V$ និងនៅពេល K បិទ



(រូប 2.23)

វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល $1.5V$ ។ ចូរគណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ξ នៃប្រភព និងគណនារេស៊ីស្តង់ R_6 ។

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃជនិតា ξ និង គណនា R_6

★ពេលកុងតាក់ K ចំហ យើងបានរេស៊ីស្តង់ផ្គុំគ្នាដូចខាងក្រោម:

$R_5+\left[(R_1+R_3)\|(R_2+R_4)\right]$

(សញ្ញា "+" មានន័យថាតជាសេរី និង "||" តជាខ្នែង)

ដោយ $R_1+R_3=R_2+R_4=8\Omega$

នាំឲ្យ: $I_1=I_2=\dfrac{I}{2}$ (ដែល I ជាចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូល)

កំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ:

$U_{CD}=U_{CA}+U_{AD}=U_{AD}-U_{AC}=R_2I_2-R_1I_1=4I_2=2I$

តាមសម្មតិកម្ម: $U_{CD}=2.4V \qquad \Rightarrow I=1.2A$

តាមច្បាប់អូម: $\xi=(R+r)I$

ក្នុងនោះ: $R=R_5+\dfrac{(R_1+R_3)(R_2+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}=9\Omega$

នាំឲ្យ: $\xi=10.I=12V$

★ ពេល K បិទ: យើងបានបង្គុំរេស៊ីស្តង់ដូចខាងក្រោម:

$R_5+\left[(R_1+R_3)\|(R_2+R_4)\|R_6\right]$

(សញ្ញា "+" មានន័យថាតជាសេរី និង "||" តជាខ្នែង)

ដោយ $R_1+R_3=R_2+R_4=8\Omega$ នាំឲ្យ $I_1=I_2$

កំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ: $U_{CD}=1.5V$

$\Rightarrow I_1=I_2=0.375A$

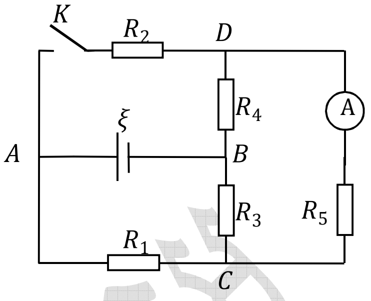
$\Rightarrow U_{AB}=(R_1+R_2).I_1=3V$

តាមច្បាប់អូម: $U_{AB}=\xi-(R_5+r).I \qquad \Rightarrow I=\dfrac{\xi-U_{AB}}{r+R_5}=1.5A$

នាំឲ្យ: $I_6=I-(I_1+I_2)=0.75A \qquad \Rightarrow R_6=\dfrac{U_{AB}}{I_6}=4\Omega$

ដូចនេះ $\boxed{\xi = 12V,\ R_6 = 4\Omega}$ ។

23. គេមានសៀគ្វីដូចរូប 2.24 ដែល $\xi = 3V$, $r = 0.4\Omega$, $R_1 = 1\Omega$, $R_3 = 2\Omega, R_4 = 4\Omega$, $R_A \approx 0$ ។ គេដឹងថាពេលកុងតាក់ K ចំហ អំពែម៉ែត្រចង្អុល $0.2A$ និងពេលកុងតាក់ K បិទ អំពែម៉ែត្រចង្អុល $0\ (A)$ ។ ចូរគណនា R_2, R_5 និងអានុភាពអគ្គិសនីនៃជនិតាក្នុងករណី K ចំហ និង K បិទ។



(រូប 2.24)

<u>ចម្លើយ</u>

គណនា R_2, R_5 និងអានុភាពអគ្គិសនីនៃជនិតា:

★ ពេល K បិទ: យើងគូសសៀគ្វីសារជាថ្មី យើងឃើញថាបង្គុំរេស៊ីស្តង់ជាសៀគ្វីស្ពាន។ ដោយអំពែម៉ែត្រចង្អុល 0 $(I_5 = 0)$ នាំឲ្យយើងបានសៀគ្វីស្ពានមានលំនឹង នាំឲ្យ:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad \Rightarrow R_2 = \frac{R_1.R_2}{R_3} = 2\Omega$$

យើងភ្ជាប់ចំណុច C និង D ធ្វើជាចំណុចតែមួយយើងបាន រេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វីក្រៅ:

$$R = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = 2\Omega \qquad \Rightarrow I = \frac{\xi}{R + r} = 1.25A$$

អានុភាពនៃជនិតា: $P_1 = \xi.I = 3.75W$

★ពេល K ចំហ: គូសសៀគ្វីម្តងទៀត យើងឃើញថាចរន្តឆ្លងកាត់ R_4 និង R_5 ស្មើនឹង $I_A = 0.2A$ ដូចគ្នា។ នាំឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់ R_3:

$$I_3 = I' - I_A = I' - 0.2 \quad \text{និង} \quad U_{CB} = R_3 I_3 = 2(I' - 0.2) \qquad (1)$$

ម្យ៉ាងទៀត: $U_{CB} = \xi - (r + R_1).I' = 3 - 1.4I'$ (2)

តាម (1) និង (2) យើងបាន: $I' = 1A$, $U_{CB} = 1.6A$

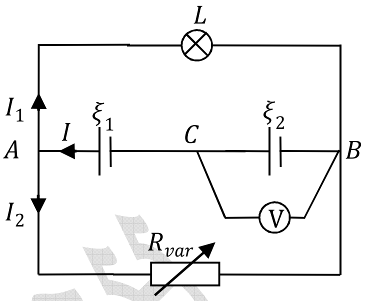
នាំឲ្យ: $U_{DB} = R_4.I_A = 0.8V \qquad \Rightarrow U_{CD} = U_{CD} = U_{DB} = 0.8V$

$$\Rightarrow R_5 = \frac{U_{CD}}{I_A} = 4\Omega$$

អានុភាពនៃជនិតា: $P_2 = \xi.I' = 3W$

ដូចនេះ $\boxed{R_2 = 2\Omega,\ R_5 = 4\Omega,\ P_1 = 3.75W,\ P_2 = 3W}$ ។

24. មានសៀគ្វីដូចរូប 2.25 ដែលក្នុងនោះមាន $\xi_1 = 3V$, $r_1 = 1\Omega$, $\xi_2 = 1.5V$, $r_2 = 1.5\Omega$ អំពូលអគ្គិសនី $L(3V - 3W)$ និង R_{var} ជារេអូស្ដា និងវ៉ុលម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់ធំអានន្ត។



(រូប 2.25)

a. ចូរគណនាតម្លៃរេស៊ីស្តង់ R របស់រេអូស្ដា ដែលធ្វើឲ្យវ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលតម្លៃសូន្យ។ តើពេលនោះអំពូល L នៅភ្លឺធម្មតាដែរឬទេ?

b. ប្រសិនបើឲ្យតម្លៃនៃរេអូស្ដាកើនឡើងចាប់ពីតម្លៃ R ឡើងទៅ តើកំរិតភ្លឺរបស់អំពូល L និងតម្លៃចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្ដេច?

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនា R នៃរេអូស្ដាដែលធ្វើឲ្យវ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលសូន្យ

រេស៊ីស្តង់នៃអំពូល: $R_L = \dfrac{U^2}{P} = 3\Omega$

វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលសូន្យ មានន័យថា: $U_{CB} = 0$

តាមច្បាប់អូម: $U_{CB} = \xi_2 - r_2 I$ (ដែល I ជាចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូល)

នាំឲ្យ: $\xi_1 - r_2.I = 0 \quad \Rightarrow I = \dfrac{\xi_2}{r_2} = 1A$

លើសពីនេះទៀត: $U_{AB} = (\xi_1 + \xi_2) - (r_1 + r_2).I = 2V$

ចរន្តឆ្លងកាត់អំពូល: $I_1 = \dfrac{U_{AB}}{R_L} = \dfrac{2}{3}A$

ដោយ $U_{AB} = U_L < 3V$ ហេតុនេះ អំពូលភ្លឺខ្សោយជាងធម្មតា។

ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេអូស្ដា: $I_2 = I - I_1 = \dfrac{1}{3}A$

នាំឲ្យ អាំងតង់ស៊ីតេរេអូស្ដា: $R = \dfrac{U_{AB}}{I_2} = \boxed{6\Omega}$

ដូចនេះ វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលសូន្យកាលណារេអូស្តាមានរាំងតង់ស៊ីតេស្មើ $\boxed{R=6\Omega}$ ។

b. ភាពប្រែប្រួលនៃកម្រិតភ្លឺរបស់អំពូល និងកំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ

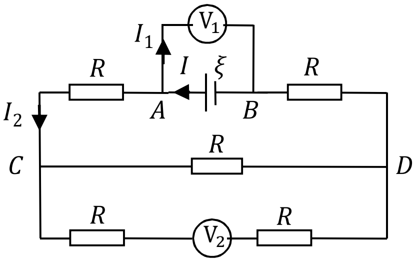
រេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វីក្រៅ: $R'=\frac{1}{\frac{1}{R_L}+\frac{1}{R_{var}}}$

ពេលគេបង្កើនរាំងតង់ស៊ីតេ R_{var} ពីតម្លៃ R (សំរាយខាងលើ) នោះធ្វើឲ្យ R' កើនដែរ។

នាំឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូល: $I=\frac{\xi_1+\xi_2}{R'+r_1+r_2}$ នឹងថយចុះពេល R' កើន។

យើងបាន: $U_{AB}=(\xi_1+\xi_2)-(r_1+r_2).I$ និង $U_V=\xi_2-r_2I$ នឹងកើនឡើងពេល R' កើន។ មានន័យថា កំរិតភ្លឺរបស់អំពូល L និងកំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ នឹងកើនឡើងពេល R_{var} កើនឡើង។

25. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.26 ដែលក្នុងនោះ: $\xi=150V$, $r=\frac{4}{15}R$ ហើយវ៉ុលម៉ែត្រនីមួយៗមានរេស៊ីស្តង់ឯកលក្ខណ៍។ គេដឹងថាវ៉ុលម៉ែត្រ V_1 ចង្អុលតម្លៃ $110V$ ។ ចូររកតម្លៃចង្អុលរបស់ វ៉ុលម៉ែត្រ V_2 ៕



(រូប 2.26)

<u>ចម្លើយ</u>

រកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ V_2

តាង I, I_1, I_2 រៀងគ្នាជាចរន្តអគ្គិសនីនៃ ជនិតា ξ , វ៉ុលម៉ែត្រ V_1 និង សៀគ្វី ACDB:

យើងបាន: $U_{AB}=\xi-r.I$

តាមសម្មតិកម្ម: $U_{AB}=U_{V_1}=110V$ $\Rightarrow I=\frac{150}{R}$

តាង R_0 ជារេស៊ីស្តង់សរុបនៃសៀគ្វី: $R_0=R_{AB}+r$

R_{AB} ជារេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វីក្រៅ

$$R_o = R_{AB} + r = \frac{\xi}{I} = R \qquad \Rightarrow R_{AB} = R - r = \frac{11R}{15}$$

សៀគ្វីក្រៅមានបង្គុំ: $R_V \parallel \left[R + (R \parallel \{R + R_V + R\}) + R\right]$ នាំឲ្យយើងបាន:

$$R_{AB} = \frac{R.R_V(8R + 3R_V)}{8R^2 + 6R.R_V + R_V^2} \qquad (*) \text{ យក } R_{AB} = \frac{11R}{15} \text{ ជួស } (*)$$

នាំឲ្យយើងបាន: $R_V = R$ (មិនយករឺសអវិជ្ជមាន $-\frac{44R}{17}$)

នាំឲ្យរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី CD និង ACDB ស្មើនឹង:

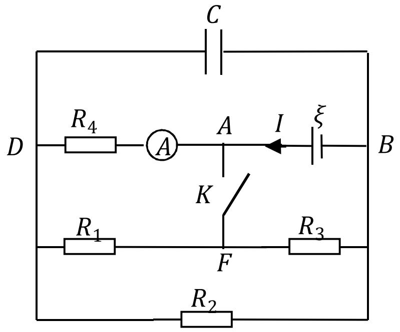
$$R_{CD} = \frac{R(2R + R_V)}{3R + R_V} = \frac{3R}{4} \quad \text{និង } R_{ACDB} = \frac{8R^2 + 3R.R_V}{3R + R_V} = \frac{11R}{4}$$

នាំឲ្យ: $I_2 = \frac{U_{AB}}{R_{ACDB}} = \frac{40}{R} \qquad \Rightarrow U_{CD} = R_{CD}.I_2 = 30V$

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី CV_2D: $I_3 = \frac{U_{CD}}{3R} = \frac{10}{R}$

នាំឲ្យ កំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ V_2 គឺ: $\boxed{U_{V_2} = I_3.R_V = 10V}$ ។

26. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.27 ដែលក្នុងនោះ $\xi = 7.2V$, $r = 2.2\Omega$, $R_1 = R_2 = R_3 = 2\Omega$, $C = 0.4\mu F$ ។ រេស៊ីស្តង់របស់អំពែម៉ែត្រ រេស៊ីស្តង់កុងតាក់ K និងរេស៊ីស្តង់ខ្សែចម្លងតូចណាស់អាចចោលបាន។ គេដឹងថា នៅពេល K បិទ អំពែម៉ែត្រចង្អុល $0.36A$ ។



(រូប 2.27)

a. រកអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់តាម K ពេលដែល K បិទ។

b. រកតម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រពេលកុងតាក់ K ចំហ។

c. គណនាបន្ទុករបស់កុងដង់ ក្នុងករណី K បិទ និង K ចំហ ។

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនាចរន្តឆ្លងកាត់ K ពេលដែល K បិទ

ពេល K បិទ យើងភ្ជាប់ចំណុច A និង F ធ្វើជាចំណុចតែមួយ នោះយើងបានសៀគ្វី AFDB មាន $\left[\left(R_1 \parallel R_4\right)+R_2\right]$។

តាង I_1, I_2, I_3, I_3, I_4 និង I រៀងគ្នាជាចរន្តឆ្លងកាត់ R_1, R_2, R_3, R_4 និងសៀគ្វីទាំងមូល

យើងបាន: $U_{AD} = I_4R_4 = I_A.R_4 = 0.36R_4$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{U_{AD}}{R_1} = 0.12R_4 \quad , \quad I_2 = I_1 + I_4 = 0.12R_4 + 0.36 = 0.12\left(R_4 + 3\right)$$

$$U_{AB} = I_3R_3 = I_4R_4 + R_2I_2 = 0.36\left(2R_4 + 3\right) \qquad (1)$$

នាំឲ្យ: $I_3 = 0.12\left(2R_4 + 3\right)$ និង $I = I_2 + I_3 = 0.36\left(R_4 + 2\right)$

ម្យ៉ាងទៀត: $U_{AB} = \xi - r.I = 7.2 - 0.792\left(R_4 + 2\right) \qquad (2)$

តាម (1) និង (2) $\Rightarrow R_4 = 3\Omega$

ចរន្តឆ្លងកាត់ K គឺ: $\boxed{I_K = I - I_4 = 0.36\left(R_4 + 2 - 0.36\right) = 2.88A}$ ។

b. រកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រពេល K ចំហ

ពេល K ចំហ: យើងបាន សៀគ្វីក្រៅមានបង្គុំ $\left[R_4 + \left\{\left(R_1 + R_3\right) \parallel R_2\right\}\right]$

នាំឲ្យ អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់អំពែម៉ែត្រ ស្មើនឹងចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូល:

$$I' = \frac{\xi}{R_4 + \dfrac{(R_1 + R_3).R_2}{R_1 + R_2 + R_3} + r} = \boxed{1A}$$

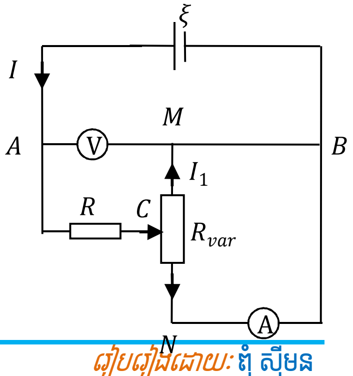
c. គណនាបន្ទុករបស់កុងដង់

★ ពេល K បិទ: $q_1 = CU_{DB} = CI_2R_2 = \boxed{0.864 \times 10^{-6}C}$

★ ពេល K ចំហ: $q_2 = C.U_{DB} = C\left[\xi - \left(r + R_4\right).I'\right] = \boxed{0.8 \times 10^{-6}C}$

27. គេមានសៀគ្វីដូចរូប 2.28 ដែលក្នុងនោះ: $\xi = 9V, r = 1\Omega$ រេអូស្តា R_{var} មានរេស៊ីស្តង់សរុប $R_{MN} = 10\Omega$, $r_1 = 1\Omega$, $R_A \approx 0$, $R_V \approx \infty$ ។

a. រកតម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ និងវ៉ុលម៉ែត្រនៅពេលដែលកូនបូត C នៅចំពាក់កណ្តាលនៃរេអូស្តា MN ។



(រូប 2.28)

b. តើគេត្រូវរំកិលកូនបូត C ទៅដល់ទីតាំងណាមួយដែលធ្វើឲ្យអានុភាពស៊ីដោយរេអូស្តាទាំងមូលមានអាំងតង់ស៊ីតេអតិបរមា ? គណនាអាំងតង់ស៊ីតេអតិបរមានោះ?

ចម្លើយ

a. រកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ និងវ៉ុលម៉ែត្រ

ពេល កូនបូត C នៅចំពាក់កណ្ដាល MN : $R_{CM}=R_{CN}=\dfrac{R_{MN}}{2}=5\Omega$

រេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វីក្រៅ: $R_o=R_1+\dfrac{R_{CM}.R_{CN}}{R_{CM}+R_{CN}}=3.5\Omega$

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូល: $I=\dfrac{\xi}{R_n+r}=2A$

កំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ: $U_V=U_{AM}=\xi-r.I=7V$

ដោយ $R_{CM}=R_{CN}$ និង $R_A\approx 0$ នាំឲ្យ $I_1=I_2=\dfrac{I}{2}=1A$

ដូចនេះ វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល $\boxed{U_V=7V}$ និង អំពែម៉ែត្រចង្អុល $\boxed{I_A=1A}$ ។

b. រកទីតាំងកូនបូត C និងគណនាអានុភាពអតិបរមាស៊ីដោយរេអូស្តា

តាង $R_{CM}=x\ \Rightarrow R_{CN}=10-x$ (លក្ខខណ្ឌ $0\le x\le 10\Omega$)

នាំឲ្យរេស៊ីស្តង់សមមូលនៃ R_{CM} និង R_{CN} ស្មើនឹង:

$$\frac{1}{R'}=\frac{1}{x}+\frac{1}{10-x}=y \qquad \Rightarrow R'=\frac{1}{y}$$

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូល: $I=\dfrac{\xi}{R_1+R'+r}=\dfrac{9}{1+\dfrac{1}{y}+1}=\dfrac{9y}{2y+1}$

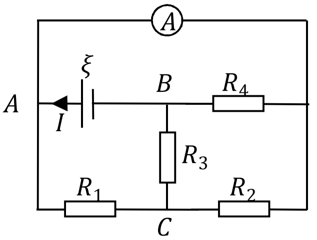
អានុភាពស៊ីដោយរេអូស្តាទាំងមូល: $P=R'.I^2=\dfrac{81y}{(2y+1)^2}=\dfrac{81}{\left(2\sqrt{y}+\dfrac{1}{\sqrt{y}}\right)^2}$

ដោយ $\left(2\sqrt{y}\right).\left(\dfrac{1}{\sqrt{y}}\right)=2=$ ថេរ $\Rightarrow P_{max}$ កាលណា $\left[\left(2\sqrt{y}\right)+\left(\dfrac{1}{\sqrt{y}}\right)\right]_{min}$ លុះត្រា:

$$2\sqrt{y}=\frac{1}{\sqrt{y}}\Rightarrow y=\frac{1}{2}=\frac{1}{x}+\frac{1}{10-x}\Rightarrow \boxed{x=5\pm\sqrt{5}}\ (\Omega)$$

នាំឲ្យ $P_{max}=\dfrac{81.\dfrac{1}{2}}{\left(2.\dfrac{1}{2}+1\right)^2}=\boxed{10.125W}$

28. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.29 ដែលក្នុងនោះ $r = 10\Omega$, $R_4 = 30\Omega$ $R_1 = R_2 = R_3 = 40\Omega$, $R_A \approx 0$ ។ អំពែម៉ែត្រចង្អុលតម្លៃ $0.5A$ ។



(រូប 2.29)

a. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃជនិត។

b. ប្រសិនបើប្តូរទីតាំងរវាងអំពែម៉ែត្រ និងជនិតាវិញនោះ តើអំពែម៉ែត្រ ចង្អុលតម្លៃប៉ុន្មាន?

ចម្លើយ

a. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃជនិតា

ដោយ $R_A \approx 0$ នោះយើងអាចភ្ជាប់ចំណុច A និង D ធ្វើជាចំណុចតែមួយ យើងបានសៀគ្វី ក្រៅមានបង្គុំ: $R_4 \parallel [(R_1 \parallel R_2) + R_3]$

តាង I_1, I_2, I_3, I_4 រៀងគ្នាជាចរន្តឆ្លងកាត់ R_1, R_2, R_3, R_4

ដោយ R_1 តជាខ្សែងនឹង R_2 និង $R_1 = R_2$ នាំឲ្យ $I_1 = I_2$

យើងមាន: $I = I_1 + I_A$ និង $I_A = I_2 + I_4$

នាំឲ្យ: $I = 2I_A - I_4$ ក្នុងនោះ $I_A = 0.5A$

មានន័យថា: $I = 1 - I_4$ (1)

រេស៊ីស្តង់នៃសៀគ្វីក្រៅ: $R_{1234} = 20\Omega$

ចរន្តអគ្គិសនីនៃសៀគ្វីទាំងមូល: $I = \dfrac{\xi}{r + R_{1234}} = \dfrac{\xi}{30}$ (2)

នាំឲ្យ: $U_{AB} = I_4 R_4 = \xi - r.I$

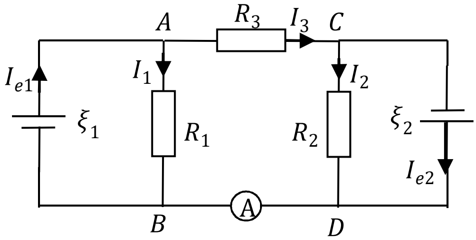
$$\Rightarrow 30I_4 = \xi - 10.\frac{\xi}{30} = \frac{2\xi}{30} \Rightarrow I_3 = \frac{2\xi}{30} \quad (3)$$

តាម (1),(2) និង (3) $\Rightarrow$ $\boxed{\xi = 18V}$

b. រកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ

ពេលប្តូរទីតាំងរវាង ជនិតា និងអំពែម៉ែត្រ នោះយើងគូសសៀគ្វីថ្មីយើងឃើញថា សៀគ្វីថ្មីខុស ពីសៀគ្វី 2.29 ត្រង់កន្លែង R_3 និង R_2 ដែលប្តូរទីតាំងគ្នាទៅវិញទៅមក។ តែដោយសារ $R_2 = R_3$ នាំឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីនៅរក្សាដូចមុនដដែល មានន័យថា អំពែម៉ែត្រមិនផ្លាស់ប្តូរ តម្លៃចង្អុល (ប្រសិនបើ ភ្ជាប់គោលវិជ្ជមានរបស់ជនិតាត្រង់ D នោះចរន្តមានទិសដៅផ្ទុយ)។

29. គេមានសៀគ្វីដូចរូប 2.30 ដែលក្នុងនោះ $\xi_1 = 3.6V$, $r_1 = 0$, $\xi_2 = 2.4V, r_2 = 0$, $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 6\Omega$ $R_3 = 10\Omega$, $R_A = 0$ ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីរបស់អំពែម៉ែត្រ និងជនិតានីមួយៗ។



(រូប 2.30)

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាចរន្តអគ្គិសនីនៃអំពែម៉ែត្រ និងជនិតានីមួយៗ

ឧបមាថាចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅដូចរូប 2.30

ដោយ $r_1 = r_2 = 0$ ហេតុនេះ $U_{AB} = \xi_1 = 3.6V$, $U_{DB} = U_{BC} = \xi_2 = 2.4V$

យើងបាន: $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = 6V$

នាំឲ្យ: $I_1 = \dfrac{U_{AB}}{R_1} = 0.3A$ $\quad I_2 = \dfrac{U_{DC}}{R_2} = 0.4A$ $\quad I_3 = \dfrac{U_{AC}}{R_3} = 0.6A$

យើងបាន: $I_{e1} = I_1 + I_3 = 0.9A$

$I_{e2} = I_2 + I_3 = 1A$

និង $I_A = I_{e2} - I_2 = 0.6A$

ដូចនេះ $\boxed{I_{e1} = 0.9A,\ I_{e2} = 1A,\ I_A = 0.6A}$ ។

30. ជនិតាអគ្គិសនីមួយមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $\xi_1 = 9V$ រេស៊ីស្តង់ក្នុង $r_1 = 0.75\Omega$ ត្រូវបានគេយកមកប្រើដើម្បីសាកឲ្យបង្គុំអាគុយដែលមានអាគុយបីគ្រឿងតជាស៊េរីនឹងគ្នា ហើយអាគុយនីមួយៗមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $\xi = 2V$ និងរេស៊ីស្តង់ក្នុង $r = 0.2\Omega$ ។ ជនិតា និងបង្គុំអាគុយត្រូវបានគេយកទៅតជាខ្សែង នឹងរេអូស្តា R_{var} ។

a. ចូរគូសសៀគ្វីខាងលើ?

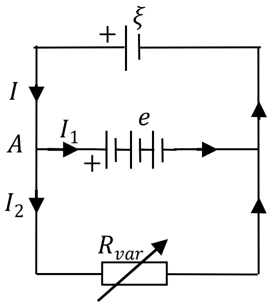
b. គេមួលរេអូស្តាឲ្យ $R_{var} = 18\Omega$ ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីរបស់ជនិតា និងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់អាគុយ និងគណនាអានុភាពស៊ីដោយបង្គុំអាគុយ។

c. ដើម្បីបង្កើនអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តសាកឲ្យបង្គុំអាគុយ តើគេត្រូវបង្កើន ឬបន្ថយរេអូស្តា R_{var} ? តើអាំងតង់ស៊ីតេ ចរន្តសាកអតិបរមាស្មើប៉ុន្មាន?

ចម្លើយ

a. គូសសៀគ្វី (យើងបានសៀគ្វីដូចរូប 2.31.1)

ដោយ ξ ប្រើដើម្បីសាកអាគុយ នោះប៉ូលវិជ្ជមានរបស់វាត្រូវភ្ជាប់ជាមួយប៉ូលវិជ្ជមាននៃបង្គុំអាគុយ និងប៉ូលអវិជ្ជមានរបស់វាភ្ជាប់នឹងប៉ូលអវិជ្ជមានរបស់បង្គុំអាគុយផងដែរ។



(រូប 2.31.1)

b. គណនាចរន្តជនិតា ចរន្តឆ្លងកាត់អាគុយ និងអានុភាពស៊ីដោយបង្គុំអាគុយ

យើងបានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ និងរេស៊ីស្តង់ក្នុងនៃបង្គុំអាគុយ:

$\xi_2 = 2e = 6V$ និង $r_2 = 3\times 0.2 = 0.6\Omega$

ឧបមាថា ទិសដៅចរន្តដូចរូប 2.31.1 , តាមច្បាប់អូមយើងបាន:

$U_{AB} = \xi_1 - r_1.I = 9 - 0.75I$ (1)

$U_{AB} = \xi_2 + r_2.I = 6 + 0.6I$ (2)

$U_{AB} = R_{var}.I_2 = 18I_2$ (3)

ត្រង់ថ្នាំង A: $I = I_1 + I_2$ (4)

តាម (1),(2),(3) និង (4) $\Rightarrow I_1 = 2A,\quad I_2 = 0.4A,\quad I = 2.4A$

អានុភាពស៊ីដោយបង្គុំអាគុយ: $P = \xi_2.I_2 + r_2 I_1^2 = 14.4W$

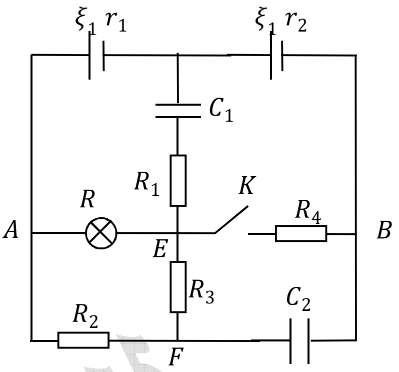
c. រកអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តសាកអតិបរមា

បើចង់បង្កើនចរន្តសាកអាគុយ I_1 នោះតាមសមីការ (2) លុះត្រាតែបង្កើន U_{AB} តែចង់បង្កើន U_{AB} តាមសមីការ (1) លុះត្រាតែ I ត្រូវថយចុះ នាំឲ្យ $I_2 = I - I_1$ ត្រូវថយចុះដែរ ហើយចង់ បានបែបនេះ តាមសមីការ (3) លុះត្រាតែ R_{var} ត្រូវកើនឡើង (ដើម្បីឲ្យ $U_{AB} = R_{var}.I_2$ កើន)។ ដូចនេះ យើងត្រូវបង្កើន R_{var} ដើម្បីបង្កើនអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តសាកបង្គុំអាគុយ។

អាំងតង់ស៊ីតេ I_2 ធំបំផុតដែលអាចសាកឲ្យបង្គុំអាគុយ ត្រូវនឹងអាំងតង់ស៊ីតេ R_{var} ធំបំផុតដែរ មានន័យថាពេល R_{var} ធំអានន្ត (ភាពជាក់ស្តែងគឺពេល ដករេអូស្តាចេញពី AB) ពេលនោះ គឺគ្មានចរន្តឆ្លងកាត់ $R_{var} \Rightarrow I_2 = 0$ នាំឲ្យសៀគ្វីសល់តែ ជនិតា និងបង្គុំអាគុយ ផ្គុំជាខ្នែងនឹងគ្នា ("+" → "+" និង "−" → "−") និងផ្ទុកឲ្យបង្គុំអាគុយនូវចរន្តអតិបរមា:

$$I_2 = I_{max} = \frac{\xi_1 - \xi_2}{r_1 + r_2} = \frac{3}{13.5} = \boxed{2.22A}$$ ។

31. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.32 ដែលក្នុងនោះ $\xi_1 = 6V$, $\xi_2 = 9V$, $r_1 = r_2 = 0$, $R_1 = R_2 = 8\Omega$, $R_4 = 0.5\Omega$ $C_1 = 0.5\mu F$, $C_2 = 0.2\mu F$ អំពូល $L(12V - 18W)$ ។ មុនពេលគេភ្ជាប់ចូលសៀគ្វី កុងដង់នីមួយៗមិនទាន់បានផ្ទុកអគ្គិសនីទេ។



(រូប 2.32)

a. ដំបូង K ចំហ ចូរគណនាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃកុងដង់នីមួយៗ។

b. ពេល K បិទ គេឃើញថាអំពូល L ភ្លឺធម្មតា។ ចូរគណនា R_2 ? បរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ R_1 និង R_3 និងពណ៌នាឲ្យបានច្បាស់លាស់អំពីទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់បន្ទុកវិជ្ជមាន។

ចម្លើយ

a. គណនាបន្ទុកនៃកុងដង់នីមួយៗ ពេល K ចំហ:

ពេល K ចំហ: នោះនាំឲ្យយើងបានសៀគ្វីចំហ នោះគ្មានចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វី

យើងបាន: $V_A = V_E = V_F$

នាំឲ្យ: $U_1 = U_{ED} = U_{AD} = \xi_1$ និង $U_2 = U_{FB} = U_{AB} = \xi_1 + \xi_2$

$\Rightarrow Q_1 = C_1U_1 = C_1\xi_1 = 3\mu C$ ហើយអាម៉ាតូវិជ្ជមានភ្ជាប់នឹងចំណុច E

$\Rightarrow Q_2 = C_2U_2 = C_2(\xi_1 + \xi_2) = 3\mu C$ ហើយអាម៉ាតូវិជ្ជមានភ្ជាប់នឹងចំណុច F ។

b. គណនា R_2 និងបរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ R_2, R_3

ពេលកុងតាក់ K បិទ យើងបានបង្គុំនៃសៀគ្វី: $\left[L \parallel (R_2 + R_3)\right] + R_4$ (គ្មានចរន្តកាត់ R_1)

ដោយអំពូលភ្លឺធម្មតា: $\Rightarrow U_{AE} = U_L = 12V$

នាំឲ្យ: $U_{AE} = \xi_1 + \xi_2 - (r_1 + r_2 + R_4).I$

$\Rightarrow I = 2A,\ I_2 = I_3 = I - I_L = 0.5A$

$R_2 + R_3 = \dfrac{U_{AE}}{I_2} = 24 \qquad \Rightarrow R_2 = 24 - R_3 = 16\Omega$

★ យើងសិក្សាបន្ទុកកុងដង់នីមួយៗ: $U_1' = U_{DE} = \xi_2 - (r_2 + R_4)I = 7V$

$\Rightarrow Q_1' = C_1U_1' = 3.5\mu C$ និងអាម៉ាតួរិជ្ជមានភ្ជាប់នឹងចំណុច D ។

បរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ R_1 មានទំនាក់ទំនងដល់បន្ទុកនៃអាម៉ាតួ C_1 ដែលភ្ជាប់នឹងចំណុច E ។ ដំបូង អាម៉ាតួនេះមានបន្ទុក $Q_1 = 3\mu C$ ក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K នោះបន្ទុករបស់វាស្មើនឹង $Q_1' = -3.5\mu C$ នាំឲ្យយើងបាន:

$$\Delta Q_1 = Q_1' - Q_1 = -6.5\mu C$$

ដូចនេះ មានបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន $6.5\mu C$ ឆ្លងកាត់ R_1 តាមទិសដៅ $C_1 \rightarrow E$ ។

បរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ R_3 មានទំនាក់ទំនងដល់បន្ទុកអាម៉ាតួនៃ C_2 ដែលភ្ជាប់នឹងចំណុច F ។ ដំបូង អាម៉ាតួនេះមានបន្ទុក $Q_2 = 3\mu C$ ក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K នោះបន្ទុករបស់វាស្មើនឹង $Q_2' = C_2U_2'$ ដែល៖

$$U_2' = U_{FB} = U_{FE} + U_{EB} = R_3I_2 + R_4I = 5V$$

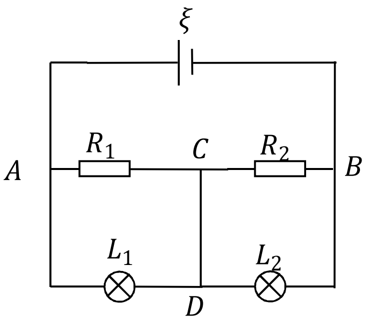
$$\Rightarrow Q_2' = 1\mu C \ \Rightarrow \Delta Q_2 = Q_2' - Q_2 = -2\mu C$$

ដូចនេះ មានបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានស្មើ $2\mu C$ ឆ្លងកាត់ R_3 តាមទិសដៅ $F \rightarrow E$ ។

32. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.33 ដែលក្នុងនោះ: $\xi = 15V$, $r = 2.4\Omega,\ L_1(6V - 3W), L_2(3V - 6W)$ ។

a. គេដឹងថាអំពូលទាំងពីរភ្លឺធម្មតា ចូរគណនា R_1, R_2 និងអានុភាពស៊ីដោយ R_1 និង R_2 ។

b. ជាមួយនឹងប្រភព និងតម្លៃរេស៊ីស្តង់ដែលគេឲ្យខាងលើ ចូររករបៀបផ្គុំសៀគ្វីផ្សេងទៀតដែលធ្វើឲ្យអំពូលទាំងពីរនៅភ្លឺធម្មតាដដែល?



(រូប 2.33)

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនា R_1, R_2 និងអានុភាពស៊ីដោយ R_1 និង R_2

ដោយអំពូលទាំងពីរភ្លឺធម្មតា យើងបាន:

$$I_{L_1} = \frac{P_1}{U_1} = 0.5A,\quad I_{L_2} = \frac{P_2}{U_2} = 2A,\quad U_{AC} = U_{L_1} = 6V$$

$$U_{CB} = U_{L_2} = 3V \quad \Rightarrow U_{AB} = U_{L_1} + U_{L_2} = 9V$$

តាមច្បាប់អូម: $U_{AB} = \xi - r.I \qquad \Rightarrow I = 2.5A$

នាំឲ្យ: $I_1 = I - I_{L_1} = 2A$ និង $I_1 = I - I_{L_2} = 0.5A$

(ដែល I_1, I_2 ជាចរន្តឆ្លងកាត់ R_1, R_2)

យើងបាន: $R_1 = \frac{U_{AC}}{I_1} = 3\Omega$ និង $R_2 = \frac{U_{CB}}{I_2} = 6\Omega$

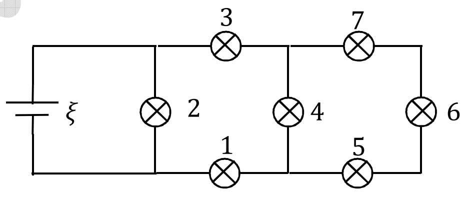
អានុភាពស៊ីដោយ R_1, R_2: $P_1 = U_{AC}.I_1 = 12W$ និង $P_2 = U_{CB}.I_2 = 1.5W$

b. រកវបៀបផ្គុំសៀគ្វីផ្សេងទៀតដើម្បីឲ្យអំពូលភ្លឺធម្មតាដដែល

យើងឃើញថា $I_{L_2} = I_1$ និង $I_{L_1} = I_2$ ហេតុនេះយើងអាចផ្គុំសៀគ្វីដូចខាងក្រោម:

$(L_1 + R_2) \| (L_2 + R_1)$ មានន័យថា ខ្នែងទី១គឺមានអំពូល L_1 តជាស៊េរីនឹង R_2 និង ខ្នែងទី២ មានអំពូល L_2 តជាស៊េរីនឹង R_1 ។

33. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.34 ដែលក្នុងនោះ អំពូលនីមួយៗមានរេស៊ីស្តង់ R_o និងរេស៊ីស្តង់ក្នុងរបស់ជនិតាស្មើនឹង $r = \frac{4R_o}{15}$ ។ គេដឹងថា អានុភាពស៊ីដោយអំពូលទី៦ ស្មើនឹង $6W$ ។ ចូរគណនាអានុភាពស៊ីដោយសៀគ្វីក្រៅ និងគណនាអានុភាព និង ទិន្នផលរបស់ជនិតា?



(រូប 2.34)

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាអានុភាពស៊ីដោយសៀគ្វីក្រៅ , អានុភាព និងទិន្នផលរបស់ជនិតា

យើងបានបង្គុំសៀគ្វីក្រៅ: $R_2 \| \{R_1 + R_3 + [R_4 \| (R_5 + R_6 + R_7)]\}$

សៀគ្វីសមមូលនៃសៀគ្វីក្រៅ: (ដោយ $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_o$)

$$\Rightarrow R = \frac{11}{15} R_o$$

យើបាន: $I_5 = I_6 = I_7$

$$U_5 = U_6 = U_7 = R_o I_6$$

$$U_4 = U_5 + U_6 + U_7 = 3R_o I_6 \quad \Rightarrow I_4 = 3I_6$$

នាំឲ្យ: $I_3 = I_1 = I_4 + I_6 = 4I_6$

$$\Rightarrow U_2 = U_1 + U_4 + U_3 = 3R_o U_6 + 3R_o I_6 + 4R_o I_6 = 11R_o I_6$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R_o} = 11.I_6$$

ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទាំងមូល: $I = I_2 + I_3 = 11.I_6 + 4I_6 = 15I_6$

អានុភាពស៊ីដោយអំពូលទី 6 : $P_6 = R_o.I_6^2 = 3W$

អានុភាពស៊ីដោយសៀគ្វីក្រៅ: $P = RI^2 = \frac{11}{15} R_o.15^2.I_6^2 = 990W$

អានុភាពក្នុង និងក្រៅជនិតា: $P_{in} = r.I^2 = 360W$ និង $P_{out} = P + P_{in} = 1350W$

ទិន្នផលនៃជនិតា: $H = \frac{P}{P_{out}} = 73.3\%$

34. ចង្ក្រានអគ្គិសនីមួយត្រូវបានគេយកទៅភ្ជាប់នឹងប្រភពតង់ស្យុង $120V$ ឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់ R_o មួយដែលតជាស៊េរីនឹងចង្ក្រាននោះ។ នៅពេលដែលចរន្តឆ្លងកាត់ចង្ក្រានមានលំនឹង គេឃើញថា $R_o = 1.5\Omega$ អានុភាពចង្ក្រាន $P = 666W$ និងសីតុណ្ហភាពនៃខ្សែកម្តៅស្មើ $700\ ^oC$ ។

a. គណនារេស៊ីស្តង់ R របស់ចង្ក្រាន និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃចង្ក្រាន។

b. ខ្សែកំដៅធ្វើពីមីក្រូមមានមុខកាត់ $0.25mm^2$ រេស៊ីស្ទីវីតេ $\rho = 1.1\times10^{-6}\Omega m$ មេគុណទែមីស្តរ (មេគុណរីកកម្តៅ) $\alpha = 2.10^{-4}K^{-1}$ ។ គណនាប្រវែងខ្សែកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាព $20\ ^oC$ ។

c. ប្រសិនបើគេដករេស៊ីស្តង់ R_o ចេញ ហើយតភ្ជាប់ចង្ក្រានផ្ទាល់ទៅនឹងប្រភពតង់ស្យុងខាងលើ គេឃើញថាសីតុណ្ហភាពនៃខ្សែកម្តៅកើនឡើងថែម $100\ ^oC$ ទៀត។ គណនាអនុភាពចង្ក្រាននៅខណៈនេះ?

ចម្លើយ

a. គណនារេស៊ីស្តង់ និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលចង្ក្រាន

អានុភាពជនិត = អានុភាពចង្ក្រាន + អានុភាព R_o

$$\Rightarrow UI = P + rI^2 \quad \text{ឬ} \quad 1.5I^2 - 102.I + 666 = 0 \quad \Rightarrow I = 6A$$

(មិនយក $I = 74A$ ព្រោះធ្វើឲ្យ $R = \frac{P}{I^2} \approx 0.12\Omega$ តូចណាស់មិនសមស្របនឹងតថភាព)

នាំឲ្យ: $R = \frac{P}{I_2} = \frac{666}{6^2} = \boxed{18.5\Omega}$

និងផលសងប៉ូតង់ស្យែលចង្ក្រាន: $U = RI \approx \boxed{111V}$

b. គណនាប្រវែងខ្សែកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាព $20\,^oC$

នៅ $t_1 = 700\ ^oC$ និង $t_2 = 20\ ^oC$ យើងបាន:

$$R_1 = R_o(1 + \alpha.t_1) \text{ និង } R_2 = R_o(1 + \alpha.t_2)$$

នាំឲ្យ: $R_2 = R_1 \dfrac{1 + \alpha.20}{1 + \alpha.700} = 16.3\Omega$

យើងបានប្រវែងនៃខ្សែកម្តៅនៅ $20\,^oC$ ស្មើ: $\ell_2 = \dfrac{R_2.S}{\rho} = \boxed{3.7m}$

c. គណនាអានុភាពខណៈរបស់ចង្ក្រាន

នៅ $t_3 = 700 + 100 = 800^oC \Rightarrow R_3 = R_1.\dfrac{1 + \alpha.20}{1 + \alpha.800}$

អានុភាពចង្ក្រាននៅខណៈនេះគឺ: $P' = \dfrac{U^2}{R_3} \approx 765W \quad , \quad (U = 120V)$

35. ម៉ូទ័រអគ្គិសនីមួយមានរេស៊ីស្តង់ក្នុង $r_M = 2\Omega$ ។ ពេលវាមានដំនើរការធម្មតា វាត្រូវការប្រភពតង់ស្យុងមួយដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 9V$ និងចរន្តអគ្គិសនីដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេ $I = 0.75A$ ។

a. គណនាអានុភាពស៊ីដោយម៉ូទ័រ និងទិន្នផលរបស់ម៉ូទ័រ។

b. ដើម្បីផ្គត់ផ្គង់អគ្គិសនីឲ្យម៉ូទ័រ គេប្រើប្រាស់អាគុយចំនួន 18 គ្រឿង ដែលអាគុយនីមួយៗមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $\xi = 2V$ និងរេស៊ីស្តង់ក្នុង $r = 2\Omega$ ។ តើគេត្រូវផ្គុំអាគុយដូចម្តេចដើម្បីឲ្យទិន្នផលនៃ បង្គុំអាគុយមានតម្លៃអតិបរមា?

ចម្លើយ

a. គណនាអនុភាព និងទិន្នផលម៉ូទ័រ

អានុភាពទាំងស្រុងនៃម៉ូទ័រៈ $P = UI = 6.75W$

អានុភាពកម្តៅរបស់ម៉ូទ័រៈ $P' = R.I^2 = 1.125W$

ទិន្នផលម៉ូទ័រៈ $H = \dfrac{P - P'}{P} = 83.3\%$

b. រករបៀបផ្គុំ ដើម្បីឲ្យបានទិន្នផលអតិបរមា

ផ្គុំចំរុះ ដែលក្នុងនោះមាន p ខ្នែង និង q ស៊េរី $\left(p.q = 18 \Rightarrow q = \dfrac{18}{p}\right)$

យើងបានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ និងរេស៊ីស្តង់ស្តង់ក្នុងនៃបង្គុំអាគុយៈ

$$E_o = q.e = \frac{36}{p} \quad \text{និង} \quad r_o = \frac{q.r}{p} = \frac{36}{p^2}$$

តាមច្បាប់អូមៈ $U = E_o + r_o I$ ដែល $U = 9V$, $I = 0.75A$

ទាញបានសមីការៈ $9p^2 - 36p + 27 = 0$

យើងបានៈ $p_1 = 1$, $p_2 = 3$

ដូចនេះយើងបានរបៀបផ្គុំអាគុយចំនួនពីរគឺៈ

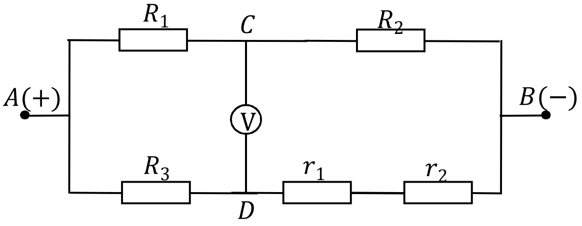
★ ផ្គុំអាគុយទាំង 18 ជាស៊េរីនឹងគ្នា

★ ផ្គុំជាបីខ្នែង ដែលខ្នែងនីមួយៗមាន 6 អាគុយតជាស៊េរីនឹងគ្នា

របៀបផ្គុំទី១ មានទិន្នផលៈ $H_1 = \dfrac{r_M}{r_M + r_o} = 25\%$ និង របៀបទី២មានៈ $H_2 = 75\%$

ដូចនេះ ត្រូវផ្គុំអាគុយតាមរបៀបទី២ គឺផ្គុំជាបីខ្នែង ដែលខ្នែងនីមួយៗមានអាគុយចំនួន 6 តជាស៊េរីនឹងគ្នា ។

36. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 2.37 ដែលក្នុងនោះ $U_{AB}=12V$ $R_1=5\Omega, R_2=25\Omega$, $R_3=20\Omega$ និង $r_1=r_2=r$ ហើយវ៉ុលម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់ធំអានន្ត។ នៅពេលដែលរេស៊ីស្តង់ r_1,r_2 តជាស៊េរីនឹងគ្នា វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលតម្លៃ U_1 ចំណែកពេលដែល r_1,r_2 តជាខ្នែងនឹងគ្នានិងភ្ជាប់ ត្រង់ចំនុច D និង B វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលតម្លៃ $U_2=3U_1$។



(រូប 2.37)

a. គណនា r និងកំណត់ចង្អុលរបស់វ៉ុលម៉ែត្រ នៅពេលដែលខ្នែង BD មានតែរេស៊ីស្តង់មួយក្នុងចំនោមរេស៊ីស្តង់ពីរ r_1, r_2។

b. វ៉ុលម៉ែត្រកំពុងចង្អុលតម្លៃ U_1 (មានន័យថា r_1 និង r_2 តជាស៊េរីនឹងគ្នា)។ ដើម្បីឲ្យវ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល 0 យើងគ្រាន់តែ:

- ប្តូរទីតាំងរបស់រេស៊ីស្តង់មួយ តើគេត្រូវប្តូរទីតាំងរបស់រេស៊ីស្តង់ណាមួយ និងប្តូរទៅណា?
- ប្តូរទីតាំងរវាងរេស៊ីស្តង់ទាំងពីរ តើរេស៊ីស្តង់ទាំងនោះជារេស៊ីស្តង់ណាខ្លះ?

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនា r និងកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រ

★ ពេល r_1, r_2 តជាស៊េរីនឹងគ្នា: $U_{DC}=U_1=U_{AC}-U_{AD}=I_1R_1-I_3R_3$

ដែល $I_1=\dfrac{U_{AB}}{R_1+R_2}=0.4A$ និង $I_2=\dfrac{U_{AB}}{R_3+2r}=\dfrac{12}{20+2r}$

នាំឲ្យ: $$U_1=\frac{4r-200}{20+2r} \quad (1)$$

★ ពេល r_1,r_2 តជាខ្នែងនឹងគ្នា: $r_{12}=\dfrac{r}{2}\Rightarrow U_2=\dfrac{2r-400}{40+r}$ (2)

សម្មតិកម្ម: $U_2=3U_1$

$\Rightarrow r=20\Omega$ (មិនយករើស $r=-100\Omega<0$)

+ ពេលខ្នែង AD មានតែ $r_1=r$ យើងបាន: $U_{AC}=I_1.R_1=2V$

$$U_{AD}'=I_3R_3=\frac{U_{AB}}{R_3+r}=6V$$

នាំឲ្យវ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលៈ $U_{DC}' = U_{AC} - U_{AD}' = -4V$

(មានន័យថា គោលវិជ្ជមាននៃវ៉ុលម៉ែត្រត្រូវភ្ជាប់ត្រង់ចំណុច C)

b. រកវិធីដើម្បីធ្វើឲ្យវ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលសូន្យ

ពេលវ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល 0 នោះយើងបានសៀគ្វីស្ពានមានលំនឹងៈ

$$\frac{R_{AC}}{R_{AD}} = \frac{R_{CB}}{R_{DB}} \qquad (3)$$

★ បើប្តូរទីតាំងរេស៊ីស្តង់មួយ ដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់(3) នោះយើងត្រូវប្តូរ r_1 (ឬ r_2) ទៅខ្សែង AC គឺយកវាទៅតជាសេរីនឹង R_1 ពេលនោះៈ $R_{AC} = r_1 + R_1 = 25\Omega$, $R_{CB} = 25\Omega$,

$R_{AD} = R_3 = 20\Omega$ និង $R_{DB} = r_2 = 20\Omega$ ។

★ យើងក៏អាចប្តូរទីតាំងរវាង R_1 និង r_1 (ឬ r_2) ព្រោះពេលនេះ $R_{AC} = r_1 = 20\Omega$,

$R_{CB} = R_2 = 25\Omega$, $R_{AD} = R_3 = 20\Omega$, $R_{DB} = R_1 + r_2 = 25\Omega$ ។

ហាមយកទៅផ្ញើរកម្រៃ

IV. ចំលើយលំហាត់ទំរង់បិទ (QCM)

1. ចម្លើយ b

2. ចម្លើយ d

3. ចម្លើយ c

4. ចម្លើយ c

តាមសម្មតិកម្ម: $\frac{R.12}{R+12}=\frac{24}{3}\quad\Rightarrow R=24\Omega$

5. ចម្លើយ a

6. ចម្លើយ a

7. ចម្លើយ c

ប្រៀបធៀបអានុភាពរបស់ជនិតា: ករណីមុន និងក្រោយពេលបិតកុងតាក់ K យើងឃើញថា:

$$\frac{\xi^2(R_1+R_2)}{R_1R_2}<\frac{\xi^2(R_1R_2+R_1R_3+R_2+R_3)}{R_1R_2R_3}$$ ព្រោះ $0<R_1^2R_2^2$

8. ចម្លើយ d

ដោយផលសងប៉ូតង់ស្យែលក្រៅថេរ ដើម្បីវាស់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេធំជាង10ដង នោះរេស៊ីស្តង់របស់ប្រព័ន្ធ (មីលីអំពែម៉ែត្រ និងរេស៊ីស្តង់តជាខ្នែង) ត្រូវតែថយចុះ 10 ដង ធៀបនឹងរេស៊ីស្តង់របស់មីលីអំពែម៉ែត្រ។ យើងតាង រេស៊ីស្តង់ដែលចង់រកដោយ R' នាំឲ្យយើងបានសមីការ:

$$\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}=\frac{10}{R}\quad\Rightarrow\frac{1}{R'}=\frac{9}{R}\Rightarrow R'=\frac{R}{9}=\frac{5}{9}\ \Omega$$

9. ចម្លើយ c

ដោយ វ៉ុលម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់ធំអានន្ត និងអំពែម៉ែត្រមានរេស៊ីស្តង់តូចណាស់អាចចោលបាន ហេតុនេះ ដើម្បីឲ្យអំពែម៉ែត្រអាចដើរតួជាវ៉ុលម៉ែត្រសំរាប់វាស់ផលសងប៉ូតង់ស្យែល នោះគេត្រូវ តជាស៊េរីជាមួយអំពែម៉ែត្រនូវរេស៊ីស្តង់ដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេធំណាមួយ។

10. ចម្លើយ b

11. ចម្លើយ b

ផលសងប៉ូតង់ស្យែលអតិបរមាកើតឡើងនៅគោលទាំងពីរនៃមីលីអំពែម៉ែត្រគឺ:

$$I_{max}.R = 10^{-4}\times 10^{3} = 0.1V$$

12. ចម្លើយ c

តាង R′ ជារេស៊ីស្តង់ដែលត្រូវតជាស៊េរីជាមួយវ៉ុលម៉ែត្រ យើងបាន៖

$I_{max}.30k\Omega = 30V$ និង $I_{max}.(30k\Omega + R') = 90V$

ចែកអង្គនៃសមីការទាំងពីរខាងលើ:

$$\frac{30k\Omega + R'}{30k\Omega} = 3 \Rightarrow R' = 60k\Omega$$

13. ចម្លើយ d

ដោយ ចរន្តឆ្លងកាត់ A_3 ជាចរន្តអគ្គិសនីធំបំផុត ត្រូវនឹងករណីគ្រឿងទទួលខាងក្រៅស្មើស្មើសូន្យ (រេស៊ីស្តង់នៃអំពៃម៉ែត្រតូចណាស់)។

14. ចម្លើយ b

15. ចម្លើយ c

ដោយចរន្តឆ្លងកាត់ខ្នែងខាងលើ និងខ្នែងខាងក្រោមនៃសៀគ្វីមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា ហេតុនេះ បរិមាណកម្តៅភាយចេញសមាមាត្រនឹង R ។ ដោយ R_3 មានអាំងតង់ស៊ីតេធំជាងគេបង្អស់ ហេតុនេះបរិមាណកម្តៅភាយចេញពី R គឺច្រើនបំផុត។

16. ចម្លើយ d

17. ចម្លើយ d

18. ចម្លើយ a

ចប់ជំពូក១ មេរៀនទី២ ចរន្តជាប់

Happy to see u smile...!!!

ផ្នែកទី១ អគ្គិសនី

មេរៀនទី៣ ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងមជ្ឈដ្ឋានផ្សេងៗ

I. សង្ខេបទ្រឹស្តី

1. ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងលោហៈ

លោហៈ ជាអង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនីល្អបំផុត។ ភ្នាក់ងារចម្លងអគ្គិសនីក្នុងលោហៈគឺ អេឡិចត្រុង។

❖ នៅសីតុណ្ហភាពថេរ ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងលោហៈទាំងអស់ស្របតាមច្បាប់ **អូម** ។ រេស៊ីស្តង់ និងរេស៊ីស្ទីវីតេនៃលោហៈ អាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាពតាមទំនាក់ទំនងអនុគមន៍ដឺក្រេទី១ ៖

$R = R_o\left[1+\alpha(t-t_o)\right]$ និង $\rho = \rho_o\left[1+\alpha(t-t_o)\right]$

ដែល R_o : ជារេស៊ីស្តង់នៅសីតុណ្ហភាព $t_o(^oC)$

ρ_o : ជារេស៊ីស្ទីវីតេនៅសីតុណ្ហភាព $t_o(^oC)$ (ជាទូទៅ $t_o = 20^oC$)

α: ជាមេគុណរីកកម្តៅ ឬមេគុណទែមីស្តររបស់រេស៊ីស្តង់

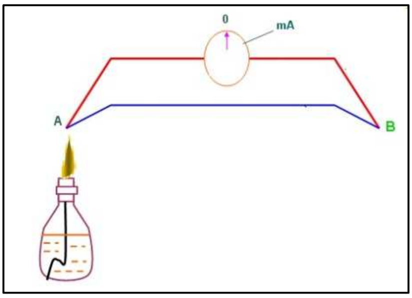
❖ លក្ខណៈអគ្គិសនីនៃលោហៈត្រូវបានបកស្រាយតាមទ្រឹស្តីបទអេឡិចត្រុងសេរីៈ

➢ លោហៈជាអង្គធាតុមានគំរូម្ញូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធរឹង។ នៅក្នុងគំរូម៉ូលេគុលលោហៈ តំណនៃសម្ព័ន្ធ គឺជាបណ្តាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន ហើយនៅជុំវិញអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានទាំងនោះ មានបណ្តាអេឡិចត្រុងសេរី។ នៅសីតុណ្ហភាពធម្មតា អ៊ីយ៉ុងក្នុងគំរូម៉ូលគុលរបស់លោហៈធ្វើលំយោល(ញ័រ) ជុំវិញទីតាំងលំនឹងរបស់វា ចំណែកអេឡិចត្រុងសេរីវិញ អាចផ្លាស់ទីដោយសេរីក្នុងលំហចន្លោះអ៊ីយ៉ុងក្នុងគំរូម៉ូលេគុលលោហៈ។

➢ *ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងលោហៈ គឺជាចរន្តនៃបម្លាស់ទីមានទិសដៅរបស់អេឡិចត្រុងសេរី។* បម្រែបម្រួលកម្តៅក្នុងគំរូម៉ូលេគុលលោហៈ គឺជាមូលហេតុដែលធ្វើឲ្យមានការរាំងស្ទះដំណើរផ្លាស់ទីរបស់អេឡិចត្រុងសេរី ធ្វើឲ្យកើតមានរេស៊ីស្តង់ក្នុងលោហៈ និងធ្វើឲ្យរេស៊ីស្តង់នៃលោហៈអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព។

2. ឌីទែម៉ូអគ្គិសនី(ThermoCouple)

➢ ឌីទែម៉ូអគ្គិសនី គឺជាខ្សែលោហៈពីរដែលមានលក្ខណៈគីមីខុសគ្នា ហើយចុងទាំងពីររបស់វាត្រូវបានគេផ្សារភ្ជាប់គ្នា។



- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករទែម៉ូអគ្គិសនី គឺជាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករដែលត្រូវបានករកើតឡើងនៅក្នុងសៀគ្វីបិទមួយ ដែលរួមមានអង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនីពីរខុសគ្នា ហើយត្រូវបានគេរក្សាចុងសងខាងទាំងពីរដែលផ្សារភ្ជាប់គ្នាឲ្យមានសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា។ កម្លាំងអគ្គសនីចលករទែម៉ូអគ្គសនីមានអាំងតង់ស៊ីតេប្រហាក់ប្រហែលនឹងផលសង $T_1 - T_2$ នៃសីតុណ្ហភាពរបស់ក្បាលផ្សារទាំងពីរ(ទាំងសងខាង)។
- បាតុភូតចម្លងអគ្គិសនីល្អឥតខ្ចោះ គឺជាបាតុភូទដែលសីតុណ្ហភាពថយចុះដល់កំរិត T_c ណាមួយ ធ្វើឲ្យរេស៊ីស្តង់របស់លោហៈ(សំលោហៈ)ថយចុះ រហូតដល់តម្លៃសូន្យដោយចៃដន្យ។

3. ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ

- ក្រោយពេល អាស៊ីត បាស ឬអំបិលរលាយក្នុងទឹក វាត្រូវបានបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន និងអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន។ នៅសីតុណ្ហភាពកំណត់មួយ កំហាប់អ៊ីយ៉ុងនៅក្នុងសូលុយស្យុងនឹងអាចកំណត់បានទាំងស្រុង។ ការបំបែកអ៊ីយ៉ុង (ឬ អ៊ីយ៉ុងកម្ម) គឺជាបុព្វហេតុដែលធ្វើឲ្យសូលុយស្យុងអាស៊ីត បាស ឬ អំបិលចម្លងអគ្គិសនីបាន។
- *ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ គឺជាចរន្តនៃបម្លាស់ទីមានទិសដៅរបស់អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានស្របនឹងទិសដៅដែនអគ្គិសនី និងទិសដៅរបស់អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមានផ្ទុយពីដែនអគ្គិសនី។*
- ពេលអ៊ីយ៉ុងផ្លាស់ទីទៅដល់អេឡិចត្រូតនីមួយៗ វានឹងផ្លាស់ប្តូរអេឡិចត្រុងជាមួយអេឡិចត្រូតនីមួយៗដើម្បីក្លាយទៅជាអាតូម ឬម៉ូលេគុលណឺត។ បណ្តាអាតូម ឬម៉ូលេគុលណឺតទាំងនេះអាចតោងជាប់នឹងអេឡិចត្រូត ឬហោះចេញពីសូលុយស្យុងអគ្គិសនីវិភាគ ឬមានប្រតិកម្មជាមួយអេឡិចត្រូត ឬសូលុយស្យុង បង្កើតបានជាប្រតិកម្មគីមីផ្សេងៗទៀត។ ក្នុងចំណោមប្រតិកម្មគីមីទាំងនោះ មានប្រតិកម្មមួយដែលសំខាន់ជាងគេគឺ ប្រតិកម្មអាណូតរលាយ ដែលកើតឡើងនៅពេលអេឡិចត្រូតអាណូតធ្វើពីលោហៈ នៃសូលុយស្យុងអំបិលលោហៈដែលយកមកធ្វើសូលុយស្យុងវិភាគនោះ។ ឧទាហរណ៍ៈ ធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាត $(CuSO_4)$ ដែលមាន ទង់ដែង (Cu) ជាអាណូត ឬធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង ប្រាក់នីត្រាត $(AgNO_3)$ ដែលមាន ប្រាក់(Ag) ជាអាណូត។
- ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ គោរពតាមច្បាប់អូម $I = \dfrac{U}{R}$ កាលណាមាន បាតុភូតអាណូតរលាយ។ ចំពោះធើងវិភាគដែលមានអេឡិចត្រូតវិជ្ជមានមិនរលាយ ក្នុងដំណើរ

អគ្គិសនីវិភាគ អេឡិចត្រូតទាំងពីរអាចមានលក្ខណៈខុសគ្នា ដែលធ្វើឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ξ ហើយពេលនេះ ទ្រឹស្តីបទ អូម មានទម្រង់:

$$I = \frac{U - \xi}{R}$$

❖ ច្បាប់ ផារ៉ាដេ និងបាតុភូតអគ្គិសនីវិភាគ:

ម៉ាស m នៃធាតុដែលត្រូវបានរំដោះនៅអេឡិចត្រូត សមាមាត្រទៅនឹងម៉ាសម៉ូល $\frac{A}{n}$ នៃធាតុនោះ នៅពេលដែលមានបរិមាណអគ្គិសនី q ឆ្លងកាត់សូលុយស្យុងអគ្គិសនីវិភាគ។

គេសរសេរ: $m = k\left(\frac{A}{n}\right)q = k\left(\frac{A}{n}\right)I.t$

ដែល A: ជាម៉ាសម៉ូលេគុល

n: ជាវ៉ាឡង់នៃធាតុគីមី

k: ជាមេគុណសមាមាត្រ $\left(k = \frac{1}{F}, F = 9.65\times10^{7} C/mol\right)$

ករណីម៉ាស m គិតជាក្រាម(g): $m = \frac{1}{96500}\frac{A}{n}I.t$

4. ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសុញ្ញកាស

❖ សុញ្ញកាស គឺជាមជ្ឈដ្ឋានមួយដែលគ្មានភ្នាក់ងារចម្លងអគ្គិសនី ហេតុនេះសុញ្ញកាសមិនចម្លងអគ្គិសនី។

❖ *ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសុញ្ញកាស គឺជាចរន្តនៃបម្លាស់ទីមានទិសដៅនៃពពួកអេឡិចត្រុងដែលដាច់ចេញពីកាតូតលោហៈដែលត្រូវបានគេដុតកម្តៅ។* ពេលគេដុតកម្តៅលោហៈឲ្យឡើងក្រហម នោះវានឹងផ្ទេរអេឡិចត្រុងទៅមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ បាតុភូតនេះហៅថា ការបញ្ចេញកម្តៅអេឡិចត្រុង។

❖ *ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសុញ្ញកាស មានទិសដៅតែមួយគត់គឺ ពីអាណូតទៅកាតូត។* ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសុញ្ញកាសស្របតាមច្បាប់អូម តែក្នុងករណីផលសងប៉ូតង់ស្យែលមានតម្លៃអប្បបរមាតែប៉ុណ្ណោះ។

❖ បាច់អេឡិចត្រុងដែលហោះសេរីក្នុងសុញ្ញកាសហៅថា *កាំរស្មីកាតូត។*

❖ កាំរស្មីកាតូត ដាលត្រង់ តែវាត្រូវងាកចេញពីគន្លងក្រោមអំពីនៃដែនអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិច។

❖ បម្រើបម្រាស់សំខាន់បំផុតរបស់កាំរស្មីកាតូតគឺ ធ្វើជាអំពូលរូប(កាណុងរូបភាព) និងបំពង់កាតូត។

5. ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងឧស្ម័ន

❖ ពេលរងការដុតកម្ដៅ ឬប្រើប្រាស់កាំរស្មីផ្សេងៗ(ដូចជា កាំរស្មីអាំងប្រា កាំរស្មីអ៊ុលត្រាវីយូឡេ...ដែលជាភ្នាក់ងារអ៊ីយ៉ុងកម្ម) មានអំពើលើមជ្ឈដ្ឋានឧស្ម័ន នោះធ្វើឲ្យក្នុងឧស្ម័នកើតមាននូវ អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន និងអេឡិចត្រុង (ឧស្ម័នរងអ៊ីយ៉ុងកម្ម)។

❖ *ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងឧស្ម័ន គឺជាចរន្តនៃបម្លាស់ទីមានទិសដៅរបស់អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានស្របតាមទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនី និងទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន និងអេឡិចត្រុងផ្ទុយពីទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនី។*

❖ លំនាំនៃបន្ទេរអគ្គិសនីក្នុងឧស្ម័នមិនមែនកើតឡើងដោយឯកឯងនោះទេ វាកើតឡើងលុះត្រាណាតែយើងប្រើប្រាស់ភ្នាក់ងារអ៊ីយ៉ុងកម្ម(បញ្ជូនផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីចូលក្នុងឧស្ម័ន)។

❖ ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងឧស្ម័ន គោរពតាមច្បាប់អូម តែក្នុងករណីផលសងប៉ូតង់ស្យែលទាបប៉ុណ្ណោះ។ ចំណែកក្នុងករណីផលសងប៉ូតង់ស្យែលខ្ពស់វិញ ចរន្តអគ្គិសនីកើនឡើងដោយចៃដន្យដោយសារបាតុភូតអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃការទង្គិច(អេឡិចត្រុងមានថាមពលស៊ីនេទិចធំ ទង្គិចជាមួយម៉ូលេគុលឧស្ម័ន) ដែលធ្វើឲ្យបន្ទេរអគ្គិសនីនៅក្នុងឧស្ម័ននៅតែកើតមានជានិច្ច ទោះជាបញ្ឈប់ភ្នាក់ងារអ៊ីយ៉ុងកម្មក៏ដោយ។

6. ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងធាតុសឺមីកុងឌុចទ័រ

❖ សឺមីកុងឌុចទ័រ ជាអង្គធាតុមួយប្រភេទដែលមានលក្ខណៈពាក់កណ្ដាលចម្លងអគ្គិសនី។ សឺមីកុងឌុចទ័រ ជាអង្គធាតុដែលត្រូវបានគេចាត់ទុកនៅចន្លោះអង្គធាតុចម្លើង និងអ៊ីសូឡង់ ហេតុនេះ ចរន្តអគ្គិសនីមិនអាចឆ្លងកាត់សឺមីកុងឌុចទ័របានដោយងាយៗនោះទេ។ ក្នុងករណីសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ទើបចរន្តអគ្គិសនីអាចឆ្លងកាត់សឺមីកុងឌុចទ័របាន។ នៅក្នុងសឺមីកុងឌុចទ័រ មានផង់ចម្លងអគ្គិសនីពីរគឺៈ អេឡិចត្រុង និងរន្ធ (ផ្ទុកបន្ទុកវិជ្ជមាន)។

❖ *ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសឺមីកុងឌុចទ័រ គឺជាចរន្តនៃបម្លាស់ទីមានទិសដៅរបស់អេឡិចត្រុងសេរី និងរន្ធ ក្រោមអំពើរបស់ដែនអគ្គិសនី។*

(អានបន្ថែមអំពីសឺមីកុងឌុចទ័រ នៅក្នុងសៀវភៅរូបវិទ្យា ថ្នាក់ទី១២ រូបវិទ្យាទំនើប)

II. លំហាត់ទំរង់បិទ (QCM)

ជ្រើសរើសចម្លើយដែល "ត្រឹមត្រូវ"៖

1. រេស៊ីស្តង់របស់ខ្សែចម្លងលោហៈជាអនុគមន៍នៃសីតុណ្ហភាព មានរូបមន្តៈ

a. $R_t = 1 - \alpha.\Delta t$

b. $R_t = R_o\left(1 + \alpha.\Delta t\right)$

c. $R_t = \alpha.R_o.\Delta t$

d. $R_t = R_o\left(\alpha.\Delta t - 1\right)$

2. មេគុណទែមីស្តររបស់លោហៈមានតម្លៃវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមានអាស្រ័យនឹងកត្តាណាមួយ?

a. មានតម្លៃវិជ្ជមាន និងអាស្រ័យតែនឹងសីតុណ្ហភាពនៃលោហៈ។

b. មានតម្លៃវិជ្ជមាន និងអាស្រ័យតែនឹងកំរិតសុទ្ធ(មិនលាយធាតុផ្សេង)នៃលោហៈនោះ។

c. មានតម្លៃវិជ្ជមាន និងអាស្រ័យតែនឹងវិធីសាស្ត្រ(បច្ចេកទេស)ផលិតលោហៈនោះ។

d. មានតម្លៃវិជ្ជមាន និងអាស្រ័យនឹងកត្តាទាំងបីខាងលើនេះ។

3. ចូរផ្គូរផ្គងផ្នែក A និង B នូវចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវ ៖

A	B
១. បណ្តាអង្គធាតុដែលចម្លងអគ្គិសនីបានល្អ និងមានរេស៊ីស្ទីវីតេស្ថិតនៅចន្លោះពី $10^{-7} \div 10^{-8}\Omega m$ ។	ក. មេគុណទែមីស្តរ
២. អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ដែលក្រោយពេលដាច់ចេញពីអាតូម និងបធ្វើចលនាគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់ក្នុងរូបសណ្ឋានម៉ូលេគុលលោហៈ។	ខ. កុងឌុចតង់
៣. ផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីដែលចូលរួមក្នុងដំណើរចម្លងអគ្គិសនីក្រោមអំពើនៃដែនអគ្គិសនី។	គ. ទ្រឹស្តីអេឡិចត្រុង
៤. ទំហំមួយ ដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹងកំណើនធៀបនៃរេស៊ីស្ទីវីតេលោហៈពេលដែលសីតុណ្ហភាពលោហៈនោះកើនឡើង 1^oC ។	ឃ. លោហៈ
៥. ទំហំមួយដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹងចម្រាស់នៃរេស៊ីស្តង់ និងមានខ្នាតគិតជា ស៊ីម៉ែន (S) ។	ង. អេឡិចត្រុងសេរី
៦.ទ្រឹស្តីបទដែលប្រើប្រាស់ដើម្បីពន្យល់ពីលក្ខណៈ អគ្គិសនីរបស់លោហៈដោយផ្អែកលើបម្លាស់ទីនៃអេឡិចត្រុងសេរី។	ច. ផង់ចម្លងអគ្គិសនី

4. ចំពោះគ្រប់លោហៈទាំងអស់ កាលណាសីតុណ្ហភាពរបស់វាកើតឡើង ធ្វើឲ្យរេស៊ីស្តង់របស់វាក៏កើនឡើងដែរ។ នាំឲ្យយើងទាញបាន កំណើនសីតុណ្ហភាពនាំឲ្យទៅរកៈ

a. កំណើនល្បឿននៃចលនាកម្ដៅរបស់អេឡិចត្រុង និងអ៊ីយ៉ុង។

b. កំណើនដង់ស៊ីតេឧស្ម័នអេឡិចត្រុង។

c. ការផ្លាស់ប្ដូរសម្ព័ន្ធ ពីសម្ព័ន្ធលោហៈទៅជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់។

d. ការបន្ថយការប៉ះទង្គិចទៅវិញទៅមករវាងគំរូម៉ូលេគុលតូចៗ។

5. តើរេស៊ីស្ទីវីតេរបស់លោហៈប្រែប្រួលដូចម្ដេច ពេលដែលសីតុណ្ហភាពកើន?

a. កើនឡើងស្មើ តាមអនុគមន៍ដឺក្រេទី១

b. ថយចុះស្មើ តាមអនុគមន៍ដឺក្រេទី១

c. កើនឡើងលឿន តាមអនុគមន៍ដឺក្រេទី២

d. ថុយចុះលឿម តាមអនុគមន៍ដឺក្រេទី២

6. តើនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌណា ដែលចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងលោហៈ គោរពតាមច្បាប់អូម?

a. ខ្សែចម្លងលោហៈមានសីតុណ្ហភាពកើនឡើងបន្តិចម្ដងៗ

b. ខ្សែចម្លងលោហៈមានសីតុណ្ហភាពថេរ

c. ខ្សែចម្លងលោហៈមានសីតុណ្ហភាពទាប ប្រហាក់ប្រហែលនឹង សូន្យដាច់ខាត $\left(0\ {}^{o}K\right)$

d. ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងលោហៈមានអាំងតង់ស៊ីតេធំ។

7. បណ្ដាមតិខាងក្រោម តើមតិណាខ្លះដែល *"មិនត្រឹមត្រូវ"* អំពីលក្ខណៈអគ្គិសនីនៃលោហៈ?

a. ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងលោហៈគោរពតាមច្បាប់អូម ពេលសីតុណ្ហភាពនៃលោហៈមិនប្រែប្រួល។

b. លោហៈ ជាអង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនីបានល្អ។

c. រេស៊ីស្ទីវីតេនៃលោហៈធំណាស់ ស្ថិតនៅចន្លោះ $10^{7} \div 10^{8}\Omega m$ ។

d. ពេលសីតុណ្ហភាពកើន នោះរេស៊ីស្តង់របស់លោហៈកើនឡើងតាមអនុគមន៍ដឺក្រេទី១។

8. ខ្សែផ្លាទីននៅ 20^oC មានរេស៊ីស្ទីវីតេ $\rho_o = 10.6\times10^{-8}\Omega m$ ។ ចូរគណនារេស៊ីស្ទីវីតេ ρ របស់វានៅសីតុណ្ហភាព 500^oC ។ សន្មត់ថា ក្នុងចន្លោះសីតុណ្ហភាពខាងលើនេះ រេស៊ីស្ទីវីតេរបស់ផ្លាទីនកើនឡើងតាមអនុគមន៍ដឺក្រេទី១ មានមេគុណទេមីស្តរ $\alpha = 3.19\times10^{-3}K^{-1}$ ។

a. $\rho = 34.28\times10^{-8}\Omega m$

b. $\rho = 31.27\times10^{-8}\Omega m$

c. $\rho = 20.67\times10^{-8}\Omega m$

d. $\rho = 30.44\times10^{-8}\Omega m$

9. អំពូលអគ្គិសនី $220V-40W$ មានសរសៃឆ្មារធ្វើអំពី វ៉ុលហ្វ្រែម (W) ។ រេស៊ីស្តង់នៃសរសៃអំពូលនៅសីតុណ្ហភាព 20^oC គឺ $R_o = 122\Omega$ ។ យើងសន្មត់ថា ក្នុងចន្លោះសីតុណ្ហភាពនេះ រេស៊ីស្តង់នៃសរសៃអំពូលកើនឡើងតាមអនុគមន៍ដឺក្រេទី១ ហើយមានមេគុណទេមីស្តរ $\alpha = 3.19\times10^{-3}K^{-1}$ ។ សីតុណ្ហភាព t នៃសរសៃអំពូលនៅពេលអំពូលភ្លឺធម្មតាស្មើនឹង៖

a. $t = 2450^oC$

b. $t = 1670^oC$

c. $t = 2000^oC$

d. $t = 2500^oC$

10. មតិខាងក្រោមនេះ មតិណាដែល *"មិនត្រឹមត្រូវ"* អំពី ផង់ចម្លងអគ្គិសនី?

a. ក្នុងឧស្ម័ន ផង់ចម្លង់អគ្គិសនីមាន អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន និងអេឡិចត្រុងសេរី។

b. ក្នុងអង្គធាតុរាវ ផង់ចម្លងអគ្គិសនីមាន អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន និងអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន។

c. ក្នុងលោហៈ ផង់ចម្លងអគ្គិសនីគឺជាអេឡិចត្រុងសេរី។

d. ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានចម្លងអគ្គិសនី ផង់ចម្លងអគ្គិសនីមានរូបសណ្ឋានជាបណ្តាផងផ្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមាន (អេឡិចត្រុង អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន...)។

11. ចូរផ្គូរផ្គងផ្នែក A និង B ឲ្យបានត្រឹមត្រូវៈ

A	B
១. បន្ទុកអគ្គិសនីសេរីដែលចូលរួមដំណើរចម្លងអគ្គិសនី	ក. មជ្ឈដ្ឋានចម្លងអគ្គិសនីអ៊ីសូតូប
២. ចរន្តនៃបម្លាស់ទីមានទិសដៅរបស់ផង់ចម្លងអគ្គិសនី	ខ. ទិសដៅចរន្តអគ្គិសនី

៣. ទិសដៅផ្លាស់ទីនៃផង់ចម្លងដែលផ្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ឬផ្ទុយនឹងទិសដៅផ្លាស់ទីនៃផង់ចម្លងដែលផ្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន។	គ. ផង់ចម្លងអគ្គិសនី
៤. បន្ទុកអគ្គិសនីមិនអាចផ្លាស់ទីនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានចម្លងអគ្គិសនីបានទេ។	ឃ. ឌីទែម៉ូអគ្គិសនី
៥. មជ្ឈដ្ឋានចម្លងអគ្គិសនីដែលក្នុងនោះផលបូកតម្លៃពីជគណិតនៃបន្ទុករបស់ផង់ចម្លង និងបន្ទុកសម្ព័ន្ធស្មើ 0	ង. កម្លាំងអគ្គិសនីចលករទែម៉ូអគ្គិសនី (ឬទែម៉ូអគ្គិសនីចលករ)
៦. មជ្ឈដ្ឋានចម្លងអគ្គិសនីដែលក្នុងនោះទំហំរូបវិទ្យានៃមជ្ឈដ្ឋាន(ដង់ស៊ីតេផង់ចម្លង សីតុណ្ហភាព...) ដូចៗគ្នាគ្រប់ចំណុចទាំងអស់។	ច. ចរន្តអគ្គិសនី
៧. សៀគ្វីបិទមួយដែលកើតឡើងពីខ្សែចម្លងពីរដែលមានលក្ខណៈគីមីខុសគ្នាហើយចុងទាំងពីរនៃខ្សែចម្លងនីមួយៗត្រូវបានគេផ្សារភ្ជាប់គ្នា និងរក្សាចុងខ្សែទាំងពីរឲ្យស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា។	ឆ. មជ្ឈដ្ឋានណឺត
៨. កម្លាំងអគ្គិសនីដែលកើតឡើងក្នុងឌីទែម៉ូអគ្គិសនី។	ជ. បន្ទុកសម្ព័ន្ធ

12. តើមតិណាដែល "មិនត្រឹមត្រូវ" អំពីបាតុភូតទែម៉ូអគ្គិសនី?

a. បុព្វហេតុដែលបង្កើតឲ្យមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករទែម៉ូអគ្គិសនី គឺចម្លាស់ទីកម្ដៅនៃផង់ចម្លងដែលផ្លាស់ទីនៅក្នុងសៀគ្វីអគ្គិសនីដែលមានសីតុណ្ហភាពថេរ។

b. កម្លាំងអគ្គិសនីចលករទែម៉ូអគ្គិសនី ξ ប្រាសសមាមាត្រនឹងផលសងសីតុណ្ហភាព $(T_1 - T_2)$ រវាងចុងទាំងពីរនៃឌីទែម៉ូអគ្គិសនី។

c. កម្លាំងអគ្គិសនីចលករទែម៉ូអគ្គីសន ξ ប្រហាក់ប្រហែលហ្នឹងផលសងសីតុណ្ហភាព $(T_1 - T_2)$ រវាងចុងទាំងពីរនៃឌីទែម៉ូអគ្គិសនី។

d. ឌីទែម៉ូអគ្គិសនី មានខ្សែចម្លងពីរដែលមានលក្ខណៈគីមីខុសគ្នា ត្រូវបានគេផ្សារភ្ជាប់គ្នាធ្វើជាសៀគ្វីបិទមួយ ហើយចុងទាំងពីររបស់វាត្រូវបានគេរក្សាឲ្យនៅសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា។

13. ដើម្បីកំណត់ម៉ាសរបស់ធាតុមួយដែលកកើតឡើងនៅអេឡិចត្រូតណាមួយក្នុងចំណោមអេឡិចត្រូតទាំងពីរនៃផើងវិភាគ ក្នុងរយៈពេលដែលមានចរន្តឆ្លងកាត់ធាតុអគ្គិសនីវិភាគ នោះទាមទារឲ្យយើងគ្រាន់តែដឹងអំពី៖ (ចូរជ្រើសរើសចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវ)

a. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនី រយៈពេលដែលចរន្តឆ្លងកាត់ផើងវិភាគ និងម៉ាសម៉ូល របស់អាតូមនៃធាតុនោះ។

b. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនី និងរយៈពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ។

c. អាំងតង់ស៊ីតេបន្ទុកអគ្គិសនីដែលអ៊ីយ៉ុងបានបញ្ជូន ម៉ាសម៉ូលអាតូម និង វ៉ាឡង់របស់ធាតុដែលបានកកើតឡើង។

d. អាំងតង់ស៊ីតេបន្ទុកអគ្គិសនីដែលបានបញ្ជូនក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ។

14. មតិណាដែល *"ត្រឹមត្រូវ"* អំពីបាតុភូតអគ្គិសនីវិភាគៈ ពេលឲ្យចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សូលុយស្យុង H_2SO_4 ផ្ទុកក្នុងផើងវិភាគដែលមានអេឡិចត្រូតធ្វើពីទង់ដែង នោះគេថាក្នុងរយៈពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគយ៉ាងយូរធ្វើឲ្យ៖

a. មានអ៊ីដ្រូសែនភាយចេញ និងមានកំណទង់ដែងតោងខាងកាតូត ចំណែកខាងអាណូតត្រូវសឹករិចរិល(រលាយ) ហើយសូលុយស្យុងក្លាយទៅជាពណ៌ខៀវនៃ $CuSO_4$ ។

b. មានអ៊ីដ្រូសែនភាយចេញខាងកាតូត និងអុកស៊ីសែនភាយចេញខាងអាណូត ចំណែកឯសូលុយស្យុង H_2SO_4 វិញគឺគ្មានអ្វីប្រែប្រួលនោះទេ។

c. មានអ៊ីដ្រូសែនភាយ និងមានកំណទង់ដែងតោងខាងកាតូច ចំណែកអាណូតវិញត្រូវសឹករិចរិល(រលាយ) ហើយសូលុយស្យុង H_2SO_4 គ្មានអ្វីប្រែប្រួលទេ។

d. មានអ៊ីដ្រូសែនភាយចេញនៅកាតូត និងមានកំណទង់ដែងតោងជាប់អាណូត ចំណែកឯសូលុយស្យុងប្រែទៅជាពណ៌ខៀវរបស់ $CuSO_4$ ។

15. មតិណាដែល *"ត្រឹមត្រូវ"* អំពីចលនារបស់ផង់ចម្លងអគ្គិសនីក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ ? នៅពេលមានចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ផើងវិភាគ៖

a. ពពួកអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាននឹងរត់ទៅរកអាណូត ចំណែកអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានរត់ទៅរកកាតូត។

b. មានតែអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីកាតូតទៅអាណូតតែប៉ុណ្ណោះ។

c. អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន និងអេឡិចត្រុងរត់ទៅរកអាណូត និងអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានរត់ទៅរកកាតូត។

d. មានតែអេឡិចត្រុងរត់ទៅរកអាណូត ចំណែកអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានរត់ទៅរកកាតូត។

16. ដើម្បីកំណត់ចំនួនផារ៉ាដេ យើងត្រូវការដឹងអំពីចំនួនម៉ាសម៉ូលនៃធាតុដែលកំពុងសិក្សាស្របពេលជាមួយគ្នា យើងត្រូវរកម៉ាសរបស់ធាតុដែល :

a. កកើតឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតណាមួយ និងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនី។

b. កកើតឡើងនៅលើអាណូត និងរយៈពេលដែល *អាញ៉ុង* ឆ្លងកាត់ធាតុអគ្គិសនីវិភាគ។

c. កកើតឡើងនៅលើកាតូត និងរយៈពេលដែល *កាចុង* ឆ្លងកាត់ធាតុអគ្គិសនីវិភាគ។

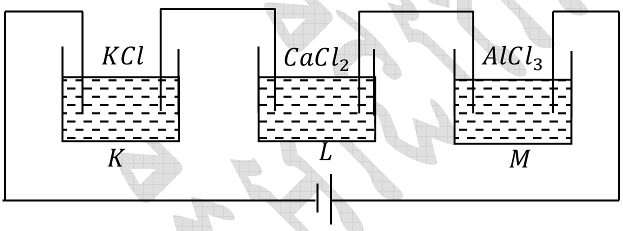
d. កកើតឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតណាមួយ និងបរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ធាតុអគ្គិសនីវិភាគ។

17. ចូរផ្គូរផ្គងផ្នែក *A* និង *B* ឲ្យបានត្រឹមត្រូវៈ

A	*B*
១. បាតុភូតដែលធាតុគីមីសមាសត្រូវបានបំបែកជាជាធាតុផ្សំពីរ នៅពេលមានចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់វា។	ក. អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន(កាចុង)
២. សមាធាតុត្រូវបានបំបែកជា ធាតុផ្សំពីរនៅពេលដែលមានចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់វា។	ខ. ទ្រឹស្តីបទ ផារ៉ាដេ
៣. ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់សំរាប់ធ្វើពិសោធន៍អគ្គិសនីវិភាគ។	គ. ទ្រឹស្តីញែកអគ្គិសនី
៤. ផង់ចម្លងផ្លាស់ទីទៅរកអាណូត(គោលវិជ្ជមាន)នៃជើងវិភាគ។	ឃ. ជើងវិភាគ
៥. ផង់ចម្លងផ្លាស់ទីទៅរកកាតូត(គោលអវិជ្ជមាន)នៃផងវិភាគ។	ង. ច្បាប់ទី២ ផារ៉ាដេ
៦. បាតុភូតអគ្គិសនីវិភាគកើតឡើងនៅពេលធាតុអគ្គិសនីវិភាគជាសូលុយស្យុងអំបិលនៃលោហៈដែលប្រើប្រាស់ធ្វើជាអណ្តូតៈ អាណូតសឹកបន្តិចម្តងៗ និងកំហាប់នៃធាតុអគ្គិសនីវិភាគមិនប្រែប្រួល។	ច. បាតុភូតអគ្គិសនីវិភាគ
៧. ទ្រឹស្តីដែលគេប្រើប្រាស់ដើម្បីបកស្រាយពីការកកើតឡើងនៃចរន្តអគ្គិសនី(លក្ខណៈចរន្តអគ្គិសនី)ក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ។	ឆ. អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន (អាញ៉ុង)
៨. ទ្រឹស្តីដែលប្រើប្រាស់ដើម្បីរកម៉ាសរបស់ធាតុដែលត្រូវបានរំដោះនៅអេឡិចត្រូតនៃជើងវិភាគ ដែលមាន	ជ. ធាតុអគ្គិសនីវិភាគ

អាំងតង់ស៊ីតេសមាមាត្រនឹងបរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ផើងវិភាគនោះ។	
៩. ទ្រឹស្តីដើម្បីកំណត់ម៉ាសម៉ូលនៃអាតូមដែលបានរំដោះនៅអេឡិចត្រូតសមាមាត្រនិងម៉ាសជាក្រាមរបស់អាតូមនោះ។	ឈ. ចំនួនផារ៉ាដេ
១០. បរិមាណ $F = 96494 \approx 96500\ C/g$	ញ. បាតុភូតអាណូតរលាយ

18. ក្នុងកំឡុងពេលកំណត់ណាមួយនៃដំណើរអគ្គិសនីវិភាគ ម៉ាសឧស្ម័នក្លរដែលករកើតឡើងលើអេឡិចត្រូតអាណូតរបស់ផើងវិភាគទាំងបី K, L, M (ដូចរូប 3.18) មានតម្លៃ៖



(3.18)

a. ស្មើគ្នាចំពោះផើងវិភាគទាំងអស់។

b. ច្រើនបំផុតក្នុងផើង K និងតិចបំផុតក្នុងផើង M ។

c. ច្រើនបំផុតក្នុងផើង L និងតិចបំផុតក្នុងផើង M ។

d. ច្រើនបំផុតក្នុងផើង M និងតិចបំផុតក្នុងផើង K ។

19. បរិមាណអគ្គិសនីកម្មគីមីសមមូលនៃនីកែល $k = \frac{1}{F}.\frac{A}{n} = 0.3\times10^{-3}\left(g/C\right)$ ។ ពេលមានបរិមាណអគ្គិសនី $10C$ ឆ្លងកាត់ធាតុអគ្គិសនីវិភាគ នោះយើងបានធាតុដែលកកើតឡើងនៅលើកាតូត:

a. $0.3\times10^{-4}\,gNi$

b. $10.3\times10^{-3}\,gNi$

c. $0.3\times10^{-3}\,gNi$

d. $3\times10^{-3}\,gNi$

20. តើមតិណាមួយដែល *ត្រឹមត្រូវ* អំពីលក្ខខណៈនៃចរន្តអគ្គិសនីក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ?
លក្ខណៈសំគាល់នៃចរន្តក្នុងធាតុអគ្គិសនីវិភាគ គឺជាចរន្តនៃបម្លាស់ទីមានទិសដៅរបស់៖

a. អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន ផ្លាស់ទីតាមទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនី និងអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីផ្ទុយពីទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនី។

b. អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន ផ្លាស់ទីតាមទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនី និងអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមានដែលផ្លាស់ទីផ្ទុយពីទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនី។

c. អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន ផ្លាស់ទីតាមទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនី និង អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន និងអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីផ្ទុយពីទិសដៅនៃដែនអគ្គិសនី។

d. អេឡិចត្រុងដែលផ្លាស់ទីផ្ទុយពីដែនអគ្គិសនី។

21. តើមិតណាមួយដែល *ត្រឹមត្រូវ* អំពីបាតុភូត *អាណូតរលាយ*?
បាតុភូតអាណូតរលាយ កើតឡើងនៅពេលដែលធាតុអគ្គិសនីវិភាគជាសូលុយស្យុងអំបិលនៃ៖

a. លោហៈដែលគេយកធ្វើជាកាតូត។ ក្នុងករណីនេះ លោហៈនេះត្រូវបានបញ្ជូនបន្តិចម្តងៗពីកាតូតទៅអាណូត ជាហេតុធ្វើឲ្យអាណូតត្រូវសិករិចរិល តែកំហាប់សូលុយស្យុងក្នុងផើងវិភាគមិនប្រែប្រួល។

b. លោហៈដែលគេយកធ្វើជាអាណូត។ ក្នុងករណីនេះ លោហៈត្រូវបានបញ្ជូនបន្តិចម្តងៗពីអាណូតទៅកាតូត ជាហេតុធ្វើឲ្យអាណូតត្រូវសិករិចរិល និងធ្វើឲ្យកំហាប់សូលុយស្យុងក្នុងផើងវិភាគប្រែប្រួលបន្តិចម្តងៗ។

c. លោហៈដែលគេយកធ្វើជាកាតូត។ ក្នុងករណីនេះ លោហៈត្រូវបានបញ្ជូនបន្តិចម្តងៗពីអាណូតទៅកាតូត ជាហេតុធ្វើឲ្យអាណូតត្រូវសិករិចរិល តែកំហាប់សូលុយស្យុងក្នុងផើងវិភាគមិនប្រែប្រួល។

d. លោហៈដែលគេយកធ្វើជាអាណូត។ ក្នុងករណីនេះ លោហៈត្រូវបានបញ្ជូនបន្តិចម្តងៗពីអាណូតទៅកាតូត ជាហេតុធ្វើឲ្យអាណូតត្រូវសិករិចរិល តែកំហាប់សូលុយស្យុងក្នុងផើងវិភាគមិនប្រែប្រួល។

22. គេបានយកសូលុយស្យុងនៃធាតុនីកែលទៅធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ ហើយគេដឹងថាធាតុនីកែលមានម៉ាសអាតូម ចំនួន $57.71g$ និងមានវ៉ាឡង់ 2 ។ តើមានម៉ាសនីកែលដែលកកើតឡើងក្នុងផើងវិភាគស្មើប៉ុន្មាន បើគេឲ្យចរន្តអគ្គិសនី$10A$ឆ្លងកាត់ផើងវិភាគក្នុងរយៈពេល1ម៉ោង?

a. $8.10^{-3} kg$

b. $12.35\times10^{-3} kg$

c. $10.95 kg$

d. $15.27 kg$

23. តាង m ជាម៉ាសនៃធាតុគីមីដែលបានរំដោះនៅអាឡិចត្រូត $\frac{A}{n}$ ជាម៉ាសម៉ូល នៃអាតូមធាតុនោះ (A ជាម៉ាសអាតូម និង n ជាវ៉ាំឡង់) I ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ជើងវិភាគក្នុងរយៈពេល t និង F ជាចំនួនផារ៉ាដេ។ តើរូបមន្តណាខាងក្រោម ជារូបមន្តផារ៉ាដេ?

a. $m = F.\frac{A}{n}.I.t$ ក្នុងនោះ m គិតជាគីឡូក្រាម និង $F \approx 96500C/mol$

b. $m = \frac{1}{F}.\frac{n}{A}.I.t$ ក្នុងនោះ m គិតជាក្រាម និង $F \approx 96500C/mol$

c. $m = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I.t$ ក្នុងនោះ m គិតជាក្រាម និង $F \approx 96500C/mol$

d. $m = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I.t$ ក្នុងនោះ m គិតជាក្រាម និង $F \approx 96500C/mol$

24. មិតណាមួយដែល "ត្រឹមត្រូវ" អំពីកាំរស្មីកាតូត:

a. ដែនអគ្គិសនីអាចធ្វើឲ្យកាំរស្មីកាតូត ងាកពីគន្លងតាមទិសដៅផ្ទុយខ្សែដែន។

b. ដែនម៉ាញេទិចអាចធ្វើឲ្យកាំរស្មីកាតូតអាកពីគន្លងតាមទិសដៅកែងខ្សែដែន។

c. កាំរស្មីកាតូត គឺជាចរន្តនៃបណ្តាអេឡិចត្រុងដែលហោះពីកាតូតទៅអាណូត។ វាមិនមានថាមពល និងម៉ូម៉ង់ទេ។

d. ក្នុងតំបន់ដែលគ្មានដែនម៉ាញេទិច និងដែនអគ្គិសនី កាំរស្មីកាតូតដាល់តាមទិសត្រង់។

25. មិតណាមួយដែល "ត្រឹមត្រូវ" អំពីកាំរស្មីកាតូត:

a. កាំរស្មីកាតូត គឺជាបាច់អេឡិចត្រុងដែលបញ្ចេញពីកាតូតដែលដុតឡើងក្រហម។

b. កាំរស្មីកាតូត គឺជាបាច់កាំរស្មីដែលបញ្ចេញពីកាតូតពេលវាត្រូវដុតឡើងក្រហម។

c. កាំរស្មីកាតូត គឺជាបាច់អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមានបញ្ចេញពីកាតូតពេលវាត្រូវដុតឡើងក្រហម។

d. កាំរស្មីកាតូត គឺជាបាច់អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានដែលបញ្ចេញពីអាណូត។

ចាប់យកៃ្ញ

26. ឌីទែម៉ូអគ្គិសនី *Thermocouple*)មួយមានរេស៊ីស្តង់ក្នុង $r = 6\Omega$ និងមានមេគុណទែមីស្តរ $\alpha = 65\mu V / K$ ត្រូវបានគេយកទៅតភ្ជាប់នឹងមីលីម៉ែត្រអំពែ មានរេស៊ីស្តង់ក្នុង $R_A = 10\Omega$ ។ ដាក់ចុងម្ខាងនៃឌីទែម៉ូអគ្គិសនីនៅក្នុងសុញ្ញកាសសីតុណ្ហភាព 20° និងចុងម្ខាងទៀតដាក់មុជចូលក្នុងកែវដាក់សំនប៉ាហាំងដែលកំពុងរលាយ។ នៅពេលនោះគេឃើញថា មីលីម៉ែត្រអំពែចង្អុលអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត $I = 1.3mA$ ។ ចូររកកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃឌីទែម៉ូអគ្គិសនី និងរកសីតុណ្ហភាពរលាយនៃសំណប៉ាហាំង។

a. $E = 13.78mV;\ t = 230^o C$

b. $E = 13.78mV;\ t = 212^o C$

c. $E = 13mV;\ t = 200^o C$

d. $E = 13\ mV;\ t = 220^o C$

27. នៅសីតុណ្ហភាព $20^o C$ ខ្សែ រ៉ុលហ្វ្រែម នៃអំពូលអគ្គិសនីមួយមានរេស៊ីស្តង់ $R_1 = 35.7\Omega$ ។ នៅសីតុណ្ហភាព t_2 នៃខ្សែរ៉ុលហ្វ្រែមនៃអំពូលដែលភ្ជាប់នឹងផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 125V$ គេឃើញថាមានចរន្តឆ្លងកាត់ $I = 0.35A$ ។ សន្មត់ថា ក្នុងចន្លោះរយៈពេល t_1 ដល់ t_2 ខ្សែនៃអំពូលមានរេស៊ីស្តង់កើនឡើងតាមអនុគមន៍ដឺក្រេទី១នៃសីតុណ្ហភាព។ គេដឹងថាមេគុណទែមីស្តរនៃខ្សែរ៉ុលហ្វ្រែម $\alpha = 4.5\times10^{-3} K^{-1}$ ។ តើ t_2 ស្មើប៉ុន្មាន?

a. $t_2 = 2400^o C$

b. $t_2 = 2200^o C$

c. $t_2 = 2000^o C$

d. $t_2 = 2500^o C$

ចាប់យកភាពជោគជ័យ

III. ចម្លើយលំហាត់ធំរង់បិទ (QCM)

1. ចម្លើយ *b*
2. ចម្លើយ *c*
3. ចម្លើយ

១-ឃ ២-ង ៣-ច ៤-ក ៥-ខ ៦-គ

4. ចម្លើយ *a*
5. ចម្លើយ *a*
6. ចម្លើយ *b*
7. ចម្លើយ *c*
8. ចម្លើយ *d*
9. ចម្លើយ *c*
10. ចម្លើយ *a*
11. ចម្លើយ

១-គ ២-ច ៣-ខ ៤-ជ

៥-ឆ ៦-ក ៧-ឃ ៨-ង

12. ចម្លើយ *b*
13. ចម្លើយ *c*
14. ចម្លើយ *a*
15. ចម្លើយ *a*
16. ចម្លើយ *d*
17. ចម្លើយ

១-ច ២-ជ ៣-ឃ ៤-ឆ ៥-ក

៦-ញ ៧-គ ៨-ខ ៩-ង ១០-ឈ

18. ចម្លើយ *a*
19. ចម្លើយ *d*
20. ចម្លើយ *b*

ផ្សាយដោយក្រុមហ៊ុន

21. ចម្លើយ d

22. ចម្លើយ c

23. ចម្លើយ d

24. ចម្លើយ c

25. ចម្លើយ a

26. ចម្លើយ a

27. ចម្លើយ b

ចប់មេរៀនទី៣ ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងមជ្ឈដ្ឋាន

ផ្នែកទី២ ម៉ាញេទិច

មេរៀនទី៤ ដែនម៉ាញេទិច

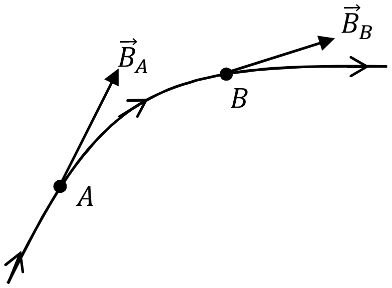
I. សង្ខេបទ្រឹស្តី

1. ដែនម៉ាញេទិច

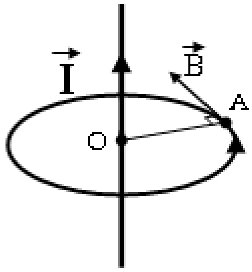
- ❖ អន្តរកម្មរវាងមេដែកនិងមេដែក ចរន្តអគ្គិសនីនិងមេដែក និងចរន្តអគ្គិសនីនិងចរន្តអគ្គិសនី ត្រូវបានគេហៅថា *អន្តរកម្មម៉ាញេទិច*។
- ❖ *ដែនម៉ាញេទិច* គឺជាមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញមេដែក ឬជុំវិញចរន្តអគ្គិសនី។ លក្ខណៈធម្មជាតិនៃដែនម៉ាញេទិច គឺវាបង្កើតកម្លាំងម៉េញេទិចលើអង្គធាតុដែលមានលក្ខណៈម៉ាញេទិច (ដូចជា មេដែក ឬចរន្តអគ្គិសនី) ដែលក្នុងវា។
- ❖ វ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច តាងដោយ $\vec{B}$ សម្តែងលក្ខណៈរបស់ដែនម៉ាញេទិចក្នុងការបង្កើតកម្លាំងម៉ាទិច។
- ❖ ទិសនៃលំនឹងរបស់ម្ជុលមេដែក ចង្អុលទិសនៃវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុង $\vec{B}$ ។ គេសន្មត់ទិសដៅរបស់ $\vec{B}$ មានទិសដៅពីប៉ូល ត្បូង ទៅប៉ូលជើង នៃម្ជុលមេដែក។
- ❖ ប្រភពនៃដែនម៉ាញេទិច គឺដោយសារការផ្លាស់ទីនៃបន្ទុកអគ្គិសនី។

2. ខ្សែដែនម៉ាញេទិច

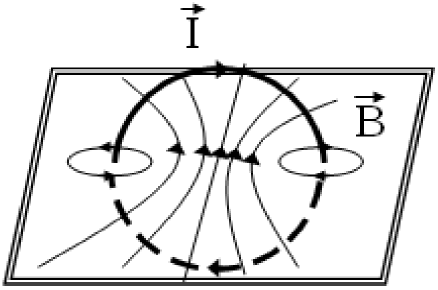
- ❖ ខ្សែដែនម៉ាញេទិច ជាខ្សែកោងបិទ មានទិសដៅលៃយ៉ាងណាឲ្យត្រង់ចំណុចណាមួយនៅលើខ្សែដែន វ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ប៉ះនឹងខ្សែដែនត្រង់ចំណុចនោះ (ទិសដៅខ្សែដែនដូចទិដដៅ $\vec{B}$)។



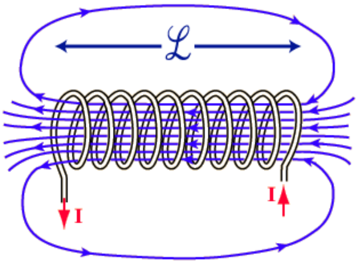
- ❖ *ចំពោះចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអានន្ត:* ខ្សែដែនម៉ាញេទិចមានរាងជារង្វង់ ស្ថិតក្នុងប្លង់កែងនឹងខ្សែចម្លង និង មានទិសដៅកំណត់តាមវិធានកណ្តាប់ដៃស្តាំ (ឬតាមវិធានខ្នងផ្នុក)។



❖ *ចំពោះចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងមានរាងជារង្វង់:* ខ្សែដែនមានទិសដៅចូលពីមុខត្បូង ចេញមុខជើងនៃរង្វង់ខ្សែ (មុខត្បូង គឺជាមុខដែលយើងមើលទៅឃើញថា ចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅដូចទិសដៅទ្រនិចនាឡិកា)។ (កំណត់តាមវិធានកណ្តាប់ដៃស្តាំក៏បាន)



❖ *ចំពោះចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់បូប៊ីនវែងអនន្ត (ឬសូលេណូអ៊ីត):* ខ្សែដែនម៉ាញេទិចមានទិសដៅចូលតាមប៉ូលត្បូង (S) និងចេញពីប៉ូលជើង (N) ។ ចំណែកក្នុងបូប៊ីនវិញ ខ្សែដែនមានទិសស្របៗគ្នា (ដែលគេហៅថា ដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន)។



❖ *លក្ខណៈនៃខ្សែដែនម៉ាញេទិច:*

- ត្រង់ចំណុចណាមួយក្នុងលំហ គេអាចគូសបានខ្សែដែនម៉ាញេទិចបានតែមួយគត់។

- ខ្សែដែនម៉ាញេទិច ជាខ្សែកោងបិទ

- ទិសដៅខ្សែដែនម៉ាញេទិចគោរពតាមវិធានមួយ ក្នុងចំណោមវិធានខាងក្រោម:

  + វិធានកណ្តាប់ដៃស្តាំ

  + វិធានខ្នងផ្នែក (ឬវិធានមួលខ្ចៅ)

  + វិធានចូលប៉ូលត្បូង ចេញប៉ូលជើង

- គេសន្មត់ អំពីចំនួនខ្សែដែនដូចតទៅ៖ ត្រង់ទីតាំងណាដែលមានដែនម៉ាញេទិចខ្លាំង នោះខ្សែដែនម៉ាញេទិចមានដង់ស៊ីតេខ្ពស់ (ខ្សែដែនជិតៗគ្នា) និងទីតាំងណាដែលមានដែនម៉ាញេទិចខ្សោយ នោះខ្សែដែនមានដង់ស៊ីតេទាប (ខ្សែដែនឃ្លាតៗគ្នាឆ្ងាយ)។

- ខ្សែដែន នៃដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន ជាបន្ទាត់ត្រង់ស្របៗគ្នា និងមានចម្ងាយស្មើៗគ្នារវាងខ្សែដែននីមួយៗ។

3. ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុចមួយក្នុងលំហ ត្រូវបានសម្តែងដោយវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$

❖ វ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាពេទិច $\vec{B}$ គឺជាវ៉ិចទ័រដែលមានៈ

- ចំណុចចាប់ ត្រង់ចំណុចដែលយើងសង្កេត
- ទិស ស្ថិតនៅលើបន្ទាត់ប៉ះទៅនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំនុចកំពុងសង្កេត
- ទិសដៅ ជាទិសនៃខ្សែដែនម៉ាញេទិច

(ទិសដៅរបស់វ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ គឺជាទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុចដែលយើងសង្កេត)

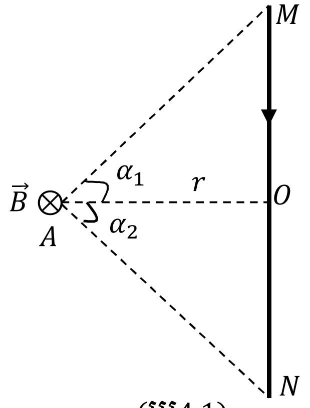
- ខ្នាតនៃអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B គិតជា តេស្លា (T)

❖ អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B ដែលបង្កើតឡើងដោយចរន្តអគ្គិសនី មានអាំងតង់ស៊ីតេ I ស្មើនឹង $B = k.I$ ដែល k ជាមេគុណសមាមាត្រ អាស្រ័យនឹងរូបរាង វិមាត្រខ្សែចម្លង និងមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញខ្សែចម្លងនោះ។ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានទូទៅមួយ $B = \mu B_o$ ដែលក្នុងនោះ B_o ជាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចនៃសុញ្ញកាស និង μ ជាពែមីអាប៊ីលីតេ (ជំរាបម៉ាញេទិច) នៃមជ្ឈដ្ឋាន (ចំពោះសុញ្ញកាស $\mu \approx 1$)។

❖ អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B ត្រង់ចំណុច A មានចម្ងាយ r ពីខ្សែចម្លង ដែលបង្កើតឡើងដោយខ្សែកំណាត់ខ្សែចម្លង MN ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I (ដូចរូប 4.1) ស្មើនឹង៖

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi r} = 10^{-7}\frac{I}{r}\left(\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2\right)$$

ដែល $\mu_o = 4\pi.10^{-7}\ SI$



(រូប4.1)

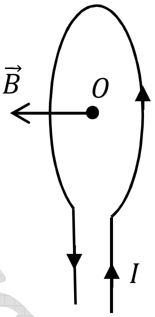
ករណីខ្សែវែងអានន្ត យើងបានៈ

$$\sin\alpha_1 = \sin\alpha_2 = \sin 90^o = 1$$

$$\Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_o I}{2\pi r} = 2.10^{-7}\frac{I}{r}}$$

❖ អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B ដែលបង្កើតត្រង់ផ្ចិត O ដោយចរន្ត I ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់កាំ R (ដូចរូប 4.2) ស្មើនឹង៖

$$B=\frac{\mu_o I}{2R}=2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}$$



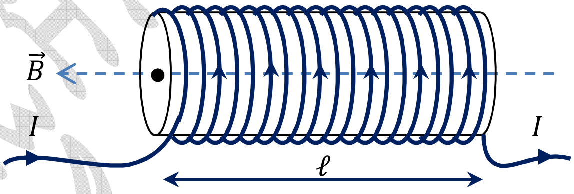
(រូប4.2)

(ទិសដៅរបស់ $\vec{B}$ កំណត់តាមវិធានកណ្តាប់ដៃស្តាំ ឬវិធានខ្នងឆ្នុក)

ចំពោះរង្វង់ខ្សែចម្លងឯកលក្ខណ៍ N ស្នៀរកាំ R ដូចៗគ្នា (បូប៊ីនសំប៉ែត) យើងបាន:

$$B=\frac{\mu_o NI}{2R}=2\pi.10^{-7}\frac{NI}{R}$$

❖ អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B ក្នុងសូលេណូអ៊ីត ដែលឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I (ដូចរូប 4.3)។ ក្នុងករណីប្រវែងនៃបូប៊ីនធំណាស់ធៀបនឹងវិមាត្រផ្ទៃមុខកាត់របស់បូប៊ីន $(\ell > 5R)$ នាំឲ្យបូប៊ីនត្រូវបានគេហៅថា *សូលេណូអ៊ីត* ។ ពេលនោះ ដែនម៉ាញេទិចក្នុងសូលេណូអ៊ីតជាដែនឯកសណ្ឋាន ដែលវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ត្រង់គ្រប់ចំណុចក្នុងសូលេណូអ៊ីត មានទិសស្របនឹងអ័ក្សសូលេណូអ៊ីត (មានន័យថា កែងនឹងផ្ទៃរង្វង់ខ្សែស្នៀរនីមួយៗ) និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:



(រូប

$$B=\mu_o\frac{N}{\ell}.I=4\pi.10^{-7}\frac{N}{\ell}.I$$ ឬ $$B=\mu_o.n.I=4\pi.10^{-7}n.I$$

ដែល N ជាចំនួនស្នៀរ

ℓ ជាប្រវែងសូលេណូអ៊ីត

$n=\frac{N}{\ell}$ ជាចំនួនស្នៀរក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងសូលេណូអ៊ីត

(ទិសដៅរបស់ $\vec{B}$ កំណត់តាមវិធានកណ្តាប់ដៃស្តាំ ឬវិធានមនុស្សអំពែ)

❖ អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចដែលបង្កើតត្រង់ចំណុចមួយ ដោយចរន្តពីរ ឬច្រើន:

$\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2+\cdots$ (ទ្រឹស្តីបទ ដែនម៉ាញេទិចផ្គួប)

ដែល $\vec{B}_1,\vec{B}_2,\ldots$ ជាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយចរន្តនីមួយៗ

4. វ៉ិចទ័រអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច

ទំហំវ៉ិចទ័រ៖ $\vec{H} = \dfrac{\vec{B}}{\mu_o \mu}$

វ៉ិចទ័រ $\vec{H}$ មាន៖

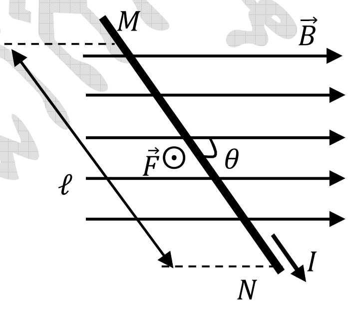
- ទិស ត្រួតស៊ីគ្នាជាមួយ $\vec{B}$
- ទិសដៅ កំនត់តាមវិធានបាតដៃស្តាំ (ដូច $\vec{B}$)
- អាំងតង់ស៊ីតេ $H = \dfrac{B}{\mu_o \mu}$

ដែល៖ $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7} SI$ ជំរាបម៉ាញេទិច ឬពែមីអាប៊ីលីតេនៃសុញ្ញកាស

μ ជំរាបម៉ាញេទិច ឬពែមីអាប៊ីលីតេនៃមជ្ឈដ្ឋាន

5. កម្លាំងម៉ាញេទិច

❖ *កម្លាំងម៉ាញេទិច $\vec{F}$ បង្កើតឡើងដោយដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ មានអំពើលើកំណាត់ខ្សែចម្លង $MN = \ell$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹង៖*



(រូប4.4)

$$F = IB\ell.\sin\alpha$$

ដែល α ជាមុំផ្គុំរវាង $\vec{B}$ និងខ្សែ MN

កម្លាំង $\vec{F}$ មានៈ

- ទិស កែងនឹងប្លង់ដែលបង្កើតឡើងដោយ $\vec{B}$ និងខ្សែចម្លង MN
- ទិសដៅ កំណត់តាមវិធានបាតដៃស្តាំ *(លាតដៃស្តាំដាក់លែយ៉ាងណាឲ្យចុងម្រាមទាំងបួនស្របតាមទិសដៅចរន្ត I បាតដៃបែរទៅតាមទិសដៅរបស់ $\vec{B}$ ($\vec{B}$ មានទិសដៅចាក់ទំលុះពីខ្នងដៃទៅបាតដៃ) ហើយដាក់មេដៃឲ្យកែងនឹងម្រាមទាំងបួនជាទិសដៅនៃកម្លាំង$\vec{F}$)* ដូចរូប 4.4 ។

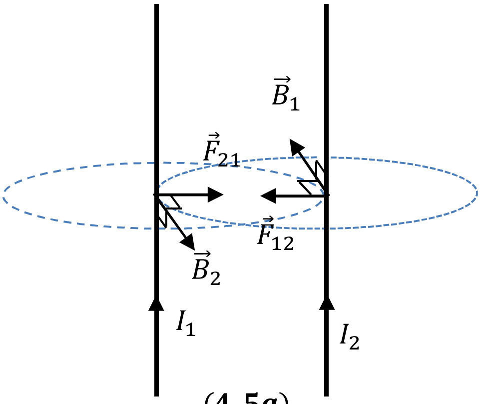
❖ *កម្លាំងអន្តរកម្មរវាងចរន្តត្រង់ពីរដាក់ស្របគ្នា* (**ច្បាប់អំពែ**) (ដូចរូប $4.5a$ និង $4.5b$)

- បើចរន្តអគ្គិសនីពីរ I_1, I_2 មានទិសដៅដូចគ្នា $\Rightarrow \vec{F}$ ជាកម្លាំងទាញគ្នា
- បើចរន្តអគ្គិសនីពីរ I_1, I_2 មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា $\Rightarrow \vec{F}$ ជាកម្លាំងច្រានគ្នា
- អាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងអន្តរកម្មម៉ាញេទិចស្មើនឹងៈ

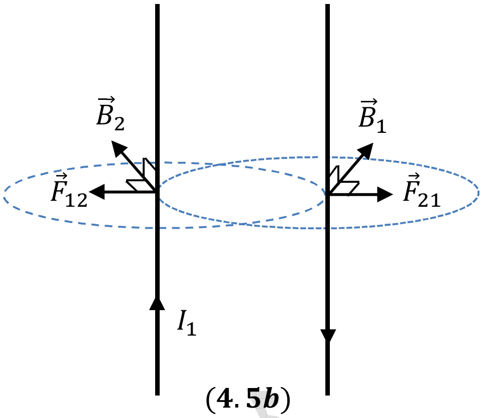
$$F = F_{12} = F_{21} = \mu_o \frac{I_1 I_2.\ell}{2\pi d} = 2.10^{-7} \frac{I_1 I_2.\ell}{d}$$

ដែល d : ចម្ងាយរវាងខ្សែចម្លងទាំងពីរ

ℓ : ប្រវែងខ្សែចម្លងដែលរងកម្លាំងអន្តរកម្ម



(4.5a)



(4.5b)

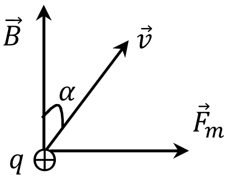
❖ ម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងបង្វិលម៉ាញេទិច មានអំពើលើស៊ុមខ្សែចម្លងឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I ដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹង៖

$M = I.B.S.\sin\alpha$ ឬ $M = N.I.B.S.\sin\alpha$

ដែល S: ផ្ទៃនៃស៊ុមខ្សែចម្លង និង N: ជាចំនួនស្ពៀរនៃស៊ុមខ្សែចម្លង

α: មុំផ្គុំរវាង $\vec{B}$ និងវ៉ិចទ័រណរម៉ាល់នៃប្លង់ស៊ុមខ្សែចម្លង

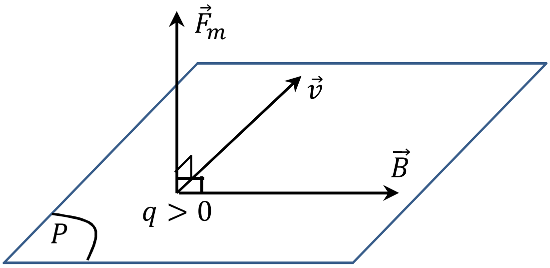
❖ កម្លាំងឡូរិនៈ ជាកម្លាំងដែលដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ មានអំពើលើផង់ផ្ទុកអគ្គិសនី q ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន $\vec{v}$ ដែល $(\vec{v},\vec{B})=\alpha$ ។



កម្លាំងឡូរិន $\vec{F}_m$ មានៈ

- ចំណុចចាប់ លើផង់ផ្ទុកអគ្គិសនី
- ទិសកែងនឹងប្លង់ដែលបង្កើតឡើងដោយ $\vec{v}$ និង $\vec{B}$ ($\vec{F}_m \perp \vec{v}, \vec{F}_m \perp \vec{B}$)
- ទិសដៅៈ បើ $q>0$ នោះទិសដៅនៃកម្លាំង $\vec{F}_m$ កំណត់តាម*វិធានបាតដៃស្តាំ* ដូចបានពោលខាងលើ(ដោយសន្មត់ទិសដៅរបស់ $\vec{v}$ ជាទិសដៅរបស់ I)។ បើ $q<0$ វិញ $\Rightarrow \vec{F}_m$ មានទិសដៅផ្ទុយពីវិធានបាតដៃស្តាំ។
- អាំងតង់ស៊ីតេ $F_m = |q|.v.B.\sin\alpha$

ដែល α: ជាមុំផ្គុំរវាង $\vec{v}$ និង $\vec{B}$



★ ករណី $\vec{v}\perp\vec{B}$ ឬ $\alpha=\frac{\pi}{2}=90^o$:

$\Rightarrow \sin\alpha=1 \Rightarrow F_m=|q|.v.B$

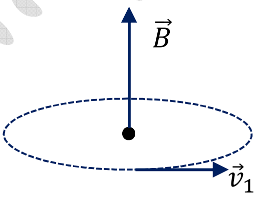
ក្រោមអំពើនៃកម្លាំងឡូរិន ផង់ផ្ទុកអគ្គិសនី(មានម៉ាសអាចចោលបាន $\Rightarrow$ មិនគិតអំពើនៃដែនទំនាញដីមានអំពើលើផង់)នឹងផ្លាស់ទីដោយល្បឿនថេរ v $(v=v_o)$ លើគន្លងជារង្វង់ស្ថិតក្នុងប្លង់កែងនឹងវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ដែល៖

- កាំគន្លងៈ $R=\dfrac{mv_o}{|q|B}$ (ស្រាយតាមលក្ខខណ្ឌ កម្លាំងម៉ាញេទិចស្មើកម្លាំងចូលផ្ចិត)
- ខួបនៃចលនាវង់ៈ $T=\dfrac{2\pi.m}{|q|B}$ (ស្រាយតាមលក្ខខណ្ឌ $2\pi.R=v_o.T$)

★ ករណី $(\vec{v},\vec{B})=\alpha\neq 90^o$

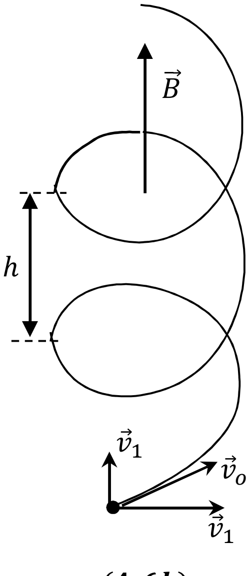
ករណីនេះ យើងត្រូវបំបែក $\vec{v}_o$ ជាពីរគឺ (ដូចរូប $4.6a$ និង $4.6b$)

- $\vec{v}_1$ ជាវ៉ិចទ័រផ្គុំដែលកែងនឹង $\vec{B}$: $v_1=v_o.\sin\alpha$
- $\vec{v}_2$ ជាវ៉ិចទ័រផ្គុំដែលស្របនឹង $\vec{B}$: $v_2=v_o.\cos\alpha$



(4.6a)

- វ៉ិចទ័រផ្គុំ $\vec{v}_1$ រងអំពើនៃកម្លាំងឡូរិន ធ្វើឲ្យ $\vec{v}_1$ ផ្លាស់ប្តូរទីដៅ (តែអាំងតង់ស៊ីតេមិនប្រែប្រួលព្រោះកម្លាំងឡូរិន $\perp \vec{v}_1$)។ ហេតុនេះ ក្នុងប្លង់កែងជាមួយ $\vec{B}$ ផង់ធ្វើចលនាវង់ស្មើ។ ទិសដៅនៃចលនារបស់ផង់ $(q>0)$ ក្នុងប្លង់កែងនឹង $\vec{B}$ កំណត់តាម*វិធានបាតដៃស្តាំ* បើ $(q<0)$ វាមានទិសដៅផ្ទុយពីវិធានបាតដៃស្តាំ។
- ចំណែកវ៉ិចទ័រផ្គុំ $\vec{v}_2 // \vec{B}$ មិនរងអំពើនៃកម្លាំងឡូរិន (ព្រោះ $\vec{v}_2 // \vec{B} \Rightarrow F_m=0$) នាំឲ្យ $\vec{v}_2$ មិនប្រែប្រួលទាំងទិស និងទាំងតង់ស៊ីតេ $\Rightarrow$ ផង់ធ្វើចលនាត្រង់ស្មើ ។



(4.6b)

យើងបាន ចលនារបស់ផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $(\vec{v}_o,\vec{B})=\alpha$ បែកចេញជាពីរផ្នែកគឺៈ តាមទិស $\perp \vec{B}$ ជាចលនាវង់ស្មើដោយល្បឿន v_1 និងតាមទិសស្របនឹង $\vec{B}$ ជាចលនាត្រង់ស្មើដោយល្បឿន v_2 ។ *ដូចនេះចលនានៃផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន* $(\vec{v}_o,\vec{B})=\alpha$ *មានគន្លងរាងខ្សែខ្សៅ* (ដូចរូប $4.6b$)។

ក្នុងចលនាវង់ស្មើ កម្លាំងឡូរ៉ិនមានតួនាទីជាកម្លាំងចូលផ្ចិត យើងបាន៖

$$F_n = F_m \Leftrightarrow \frac{mv_1^2}{R} = |q|v_1.B \quad (\text{ដែល } R \text{ ជាកាំគន្លង})$$

$$\Rightarrow R = \frac{mv_1}{|q|B} = \frac{mv_o.\sin\alpha}{|q|B}$$

រយៈពេលចាំបាច់ដើម្បីឲ្យផង់ផ្លាស់ទីបានមួយជុំរង្វង់ (ឬ មួយខួប) ៖

$$t = \frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2\pi R}{v_o.\sin\alpha}$$

ក្នុងរយៈពេល t ខាងលើ ផង់ផ្លាស់ទីបានប្រវែង h តាមទិសស្របនឹង $\vec{B}$ ផងដែរ:

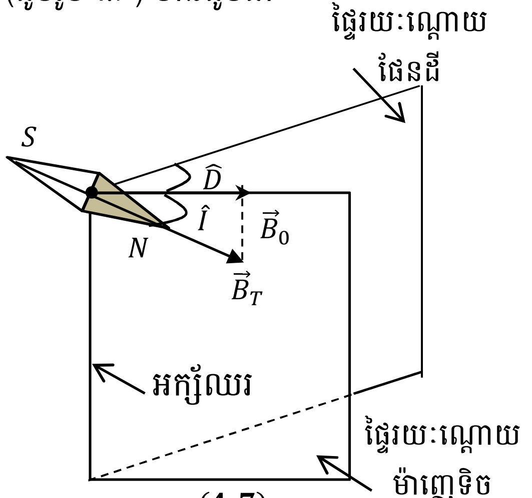
$$h = v_2.t = \frac{2\pi R.v_2}{v_o.\sin\alpha} = \frac{2\pi.mv_o.\cos\alpha}{|q|.B}$$

(ដែល h ត្រូវបានគេហៅថា *ជំហានខ្សែខ្យង*)

- ❖ ក្នុងចលនារបស់ផង់ផ្ទុកអគ្គិសនី កម្លាំងឡូរ៉ិន មានទិសកែងនឹងល្បឿនជានិច្ច ហេតុនេះ *កម្លាំងឡូរ៉ិន ជាកម្លាំងមួយដែលមិនបំពេញកម្មន្ត។ កម្លាំងឡូរ៉ិនគ្រាន់តែធ្វើឲ្យវ៉ិចទ័រល្បឿនប្រែប្រួលទិសដៅ តែមិនធ្វើឲ្យប្រែប្រួលអាំងតង់ស៊ីតេល្បឿននោះទេ។*

6. ដែនម៉ាញេទិចផែនដី

- ❖ ទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចផែនដីត្រង់ចំណុចមួយ ជាទិសដៅ ត្បូង-ជើង នៃម្ជុលមេដែកដែលព្យួរសេរីនៅត្រង់ចំណុចនោះ (មិនស្ថិតនៅជិតមេដែក ឬចរន្តអគ្គិសនី)។
- ❖ ទំហំដែលសម្គែងអំពីដែនម៉ាញេទិចផែនដី (ដូចរូប 4.7) មានដូចជា:
  - $\hat{D}$
  - $\hat{I}$
  - $\vec{B}_o$ អាំងឌុចម៉ាញេទិចផែនដី



(4.7)

II. លំហាត់ទំរង់មិន (QCM)

1. ដែនម៉ាញេទិចមិនមានអន្តរកម្មជាមួយៈ

a. ផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីដែលកំពុងផ្លាស់ទី។

b. បន្ទុកអគ្គិសនីដែលនៅស្ងៀម។

c. មេដែកធម្មជាតិដែលកំពុងនៅស្ងៀម។

d. មេដែកធម្មជាតិដែលកំពុងផ្លាស់ទី។

2. តើមតិណាមួយខាងក្រោម ដែល *"មិនត្រឹមត្រូវ"* អំពីដែនម៉ាញេទិច?

a. គន្លងនៃចលនារបស់កំទេចដែកក្នុងដែនម៉ាញេទិច ត្រួតជាមួយខ្សែដែនម៉ាញេទិច។

b. ខ្សែដែនម៉ាញេទិច គឺជាខ្សែកោងដែលត្រង់ចំណុចនីមួយៗ អ័ក្សនៃម្ជុលមេដែកត្រួតស៊ីគ្នានឹងខ្សែដែនត្រង់ចំណុចនោះ។

c. គន្លងនៃផង់ផ្ទុកអគ្គិសនី ផ្លាស់ទីក្នុងក្នុងដែនម៉ាញេទិចត្រួតស៊ីគ្នានឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។

d. ខ្សែដែនម៉ាញេទិច គ្រាន់តែជាវិបាកនៃទ្រឹស្តីធរណីមាត្រដែលពណ៌នាអំពីដែនម៉ាញេទិច តែក្នុងតថភាពជាក់ស្តែង គឺពុំមានខ្សែដែនម៉ាញេទិចទេ។

3. ដោយផ្អែកលើក្រាបដែលគូសខ្សែដែនម៉ាញេទិច ប្រាប់ឲ្យយើងដឹងអំពីៈ

a. ទិសដៅរបស់វ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច។

b. អាំងតង់ស៊ីតេទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច។

c. ប្រភពនៃដែនម៉ាញេទិច។

d. ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេនៃវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច។

4. ដោយផ្អែកលើក្រាបនៃខ្សែដែនម៉ាញេទិច ដែនម៉ាញេទិចខ្លាំងត្រូវបានសម្តែងដោយៈ

a. ខ្សែដែនម៉ាញេទិចឃ្លាតពីគ្នាឆ្ងាយ។

b. ខ្សែដែនម៉ាញេទិចស្ថិតនៅជិតៗគ្នា។

c. ខ្សែដែនម៉ាញេទិចស្របៗគ្នា។

d. ខ្សែដែនម៉ាញេទិចស្ថិតនៅឆ្ងាយពីគ្នាខ្លាំងណាស់។

5. ចរន្តអគ្គិសនីមួយឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងអគ្គិសនីស្ថិតក្នុងប្លង់ដេកតាមទិសដៅពីខាងលិចទៅកើត។ តើដែនម៉ាញេទិចនៅតំបន់ខាងក្រោមខ្សែចម្លង មានទិសដៅទៅទិសខាងណា?

a. ខាងកើត

b. ខាងត្បូង

c. ខាងលិច

d. ខាងជើង ។

6. មេដែករាងអក្សរ U ជាមេដែកខ្លាំង ដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចប្រហែលៈ

a. $10^{-9}T$

b. $0.1T$

c. $100T$

d. $10^{-5}T$

7. អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចផែនដី នៅរយៈកំពស់នីវ៉ូទឹកសមុទ្រ មានអាំងតង់ស៊ីតេប្រហែលៈ

a. $3.10^{-9}T$

b. $3.10^{5}T$

c. $3.10^{-5}T$

d. $3.10^{9}T$

8. ចម្លើយណាមួយដែល *"មិនត្រឹមត្រូវ"* ៖

កម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ដែលមានអំពើលើខ្សែចម្លង MN ដែលឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I ដាក់ក្នុងទិសកែងជាមួយខ្សែដែនម៉ាញេទិច នឹងប្រែប្រួលនៅពេលដែលៈ

a. ប្តូរទិសដៅចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង

b. ប្តូរទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិច

c. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីប្រែប្រួល

d. ចរន្ត និងដែនម៉ាញេទិចប្តូរទិសដៅក្នុងពេលជាមួយគ្នា។

9. ខ្សែដែនម៉ាញេទិចជុំវិញខ្សែចម្លងត្រង់ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តថេរ មានលក្ខណៈ (រាង)ជា ៖

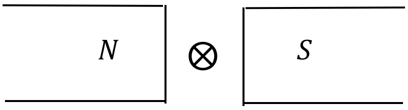
a. ជាបន្ទាត់ស្របនឹងចរន្តអគ្គិសនី។

b. ជាបន្ទាប់ កែងនឹងចរន្តអគ្គិសនី ដែលមើលទៅដូចជាកាំកង់

c. ជារាងខ្សែខ្មៅ ដែលមានចរន្តអគ្គិសនីជាអក្ស័

d. រាងជារង្វង់ ដែលមានចរន្តអគ្គិសនីជាអ័ក្ស។

10. ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងមួយមានទិសដៅចាក់ទំលុះផ្ទៃក្រដាសដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយមេដែកធម្មជាតិដូចរូប 4.1.10 ។ តើខ្សែចម្លងនឹងផ្លាស់ទីទៅណា?



(4.1.10)

a. ផ្លាស់ទីចុះក្រោម

b. ផ្លាស់ទីតាមទិសដេកទៅខាងឆ្វេង

c. ផ្លាស់ទីឡើងលើ

d. ផ្លាស់ទីតាមទិសដេកទៅខាងស្តាំ។

11. អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច M ដែលបង្កើតឡើងដោយចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអានន្ត មានអាំងតង់ស៊ីតេកើតឡើងនៅពេល៖

a. ពេល M ផ្លាស់ទីតាមទិសកែងនឹងខ្សែចម្លង និងចេញឆ្ងាយពីខ្សែចម្លង

b. ពេល M ផ្លាស់ទីតាមទិសឈរស្រេបនឹងខ្សែចម្លង

c. ពេល M ផ្លាស់ទីតាមទិសកែងនឹងខ្សែចម្លង និងខិតចូលជិតខ្សែចម្លង

d. ពេល M ផ្លាស់ទីតាមខ្សែដែនម៉ាញេទិច។

12. អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី នឹងមានអាំងតង់ស៊ីតេថយចុះនៅពេល:

a. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីថយចុះ

b. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីកើនឡើង

c. ចំនួនស្ពៀរខ្សែចម្លងកើនឡើង

d. អង្កត់ផ្ចិតរង្វង់ខ្សែចម្លងថយចុះ។

13. ដែនម៉ាញេទិចក្នុងសូលេណូអ៊ីត ៖

a. ជាដែនឯកសណ្ឋាន

b. មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើសូន្យ

c. មានអាំងតង់ស៊ីតេកើនឡើងអាស្រ័យនឹងចម្ងាយ គិតចាប់ពីអក្ស័សូលេណូអ៊ីត

d. មានអាំងតង់ស៊ីតេថយចុះអាស្រ័យនឹងចម្ងាយ គិតចាប់ពីអក្ស័សូលេណូអ៊ីត

14. អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចក្នុងសូលេណូអ៊ីត មិនអាស្រ័យនឹង៖

a. លក្ខណៈ(ឬធម្មជាតិ) នៃមជ្ឈដ្ឋានខាងក្នុងសូលេណូអ៊ីត

b. ប្រវែងសូលេណូអ៊ីត

c. ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សូលេណូអ៊ីត

d. អង្កត់ផ្ចិតសូលេណូអ៊ីត។

15. អេឡិចត្រុងអាចផ្លាស់ទីដោយចលនាត្រង់ស្មើ ក្នុងដែនឯកសណ្ឋាន និងថេរមួយ។ យើងទាញបានសន្និដ្ឋាន ដែននោះគឺជាៈ

a. ដែនអគ្គិសនី

b. ដែនទំនាញសាកល

c. ដែនម៉ាញេទិច ក្នុងករណីអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីតាមបណ្ដោយខ្សែដែន

d. ដែនម៉ាញេទិច ក្នុងករណីអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីតាមទិសកែងនឹងខ្សែដែន។

16. អេឡិចត្រុងមួយផ្លាស់ទីក្នុងសុញ្ញកាស បន្ទាប់មកអេឡិចត្រុងហោះចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានក្នុងទិសកែងនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។ ក្នុងករណីនេះ ចលនារបស់អេឡិចត្រុងជាចលនា៖

a. ចលនាត្រង់

b. ចលនាវង់

c. ចលនាមានគន្លងជាប៉ារ៉ាបូល

d. ចលនាមានគន្លងជាខ្សែខ្មៅ។

17. អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីនវែងឆ្លងកាត់ដោយចរន្តថេរ មានអាំងតង់ស៊ីតេកើនឡើងពេលៈ

a. ប្រវែងបូប៊ីនកើនឡើង

b. អង្កត់ផ្ចិតបូប៊ីនថយចុះ

c. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីថយចុះ

d. ចំនួនស្ពៀរកើនឡើង។

18. កំណាត់ខ្សែចម្លងត្រង់មួយមានប្រវែង $0.5m$ ដាក់ក្នុងដែនម៉ាទិចឯកសណ្ឋានលៃយ៉ាងណាឲ្យខ្សែចម្លងកែងនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។ ពេលគេឲ្យចរន្ត $2A$ ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង គេឃើញថាខ្សែចម្លងរងកម្លាំង $4N$ ។ អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចក្នុងករណីខាងលើមានតម្លៃស្មើនឹង៖

a. $\frac{1}{4}T$

b. $1T$

c. $4T$

d. $16T$

19. អេឡិចត្រុងមួយផ្លាស់ទៅចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន ហើយផ្លាស់ទីលើគន្លងស្រប ជាមួយនឹងអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ យើងបាន៖

a. ទិសដៅនៃចលនារបស់អេឡិចត្រុងប្រែប្រួល។

b. ចលនារបស់អេឡិចត្រុងរក្សានិចលភាពដដែល(មិនប្រែប្រួល)។

c. អាំងតង់ស៊ីតេល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុងប្រែប្រួល។

d. ថាមពលរបស់អេឡិចត្រុងប្រែប្រួល។

20. អេឡិចត្រុងមួយផ្លាស់ទីចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិច តាមទិសកែងនឹងអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ នាំឲ្យយើងបាន:

a. ទិសដៅនៃចលនារបស់អេឡិចត្រុងប្រែប្រួល។

b. ចលនារបស់អេឡិចត្រុងរក្សានិចលភាពដដែល(មិនប្រែប្រួល)។

c. ល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុងប្រែប្រួល។

d. ថាមពលរបស់អេឡិចត្រុងប្រែប្រួល។

21. អ៊ីយ៉ុងមួយផ្លាស់ទីលើគន្លងជារង្វង់កាំ R ក្នុងដែនម៉ាញេទិច។ បើល្បឿនរបស់អ៊ីយ៉ុងកើនឡើង 2 ដង នោះកាំនៃគន្លងរបស់អ៊ីយ៉ុងស្មើនឹង៖

a. $\frac{R}{2}$

b. $2R$

c. R

d. $4R$

22. ដែនម៉ាញេទិចនៃរបាមេដែក ប្រហាក់ប្រហែលនឹងដែនម៉ាញេទិចដែលបង្កើតឡើងដោយ៖

a. ខ្សែចម្លងត្រង់ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តថេរ។

b. បាច់អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីស្របៗគ្នា។

c. មេដែករាងអក្សរ U ។

d. បូប៊ីនឆ្លងកាត់ដោយចរន្តថេរ។

23. មេដែកធម្មជាតិ មិនមានអន្តរកម្មកម្លាំងម៉ាញេទិចលើ:

a. របាដែកដែលមិនទាន់បន្សុីម៉ាញេទិច។

b. របាដែកដែលបានបន្សុីម៉ាញេទិចរួចហើយ។

c. បន្ទុកអគ្គិសនីដែលកំពុងផ្លាស់ទី។

d. បន្ទុកអគ្គិសនីដែននៅស្ងៀម។

24. ខ្សែចម្លងមួយដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $10T$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $5A$ ។ មុំផ្គុំរវាងទិសដៅចរន្តអគ្គិសនី និងទិសដៅដែនម៉ាញេទិចស្មើនឹង 60° ។ បើដែនម៉ាញេទិចមានអំពើលើខ្សែចម្លងដោយកម្លាំង $20N$ នោះខ្សែចម្លងមានប្រវែង:

a. $0.82m$

b. $0.64m$

c. $0.46m$

d. $0.52m$

25. ខ្សែចម្លងត្រង់ពីរស្របគ្នាឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនីដែលមានទិសដៅដូចគ្នា យើងឃើញថា៖

a. នឹងច្រានគ្នាចេញ។

b. នឹងទាញគ្នាចូល។

c. កើតមានម៉ូម៉ង់បង្វិល មានអំពើលើខ្សែចម្លងទាំងពីរ។

d. គ្មានម៉ូម៉ង់ ឬកម្លាំងអន្តរកម្មរវាងខ្សែចម្លងទាំងពីរកើតឡើតនោះទេ។

26. ស៊ុមខ្សែចម្លងមួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្តថេរ ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច ជានិច្ចកាលគេឃើញថា ផ្ទៃស៊ុមខ្សែចម្លងមានទំនោរវិលទៅរកទៅតាំង៖

a. ស្របនឹងដែនម៉េញេទិច។

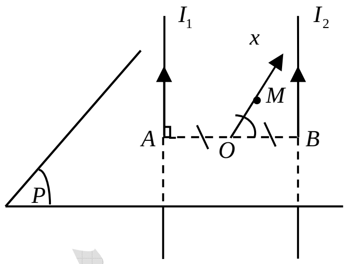
b. កែងនឹងដែនម៉ាញេទិច។

c. កែង ឬស្របនឹងដែនម៉ាញេទិច អាស្រ័យនឹងទិសដៅនៃចរន្តឆ្លងកាត់ស៊ុម។

d. ផ្គុំជាមួយដែនម៉ាញេទិចបានមុំ 45° ។

III. លំហាត់អនុវត្តន៍

1. គេឲ្យខ្សែចម្លងត្រង់ពីរស្របគ្នាប្រវែងអនន្ត ចម្ងាយពីគ្នា $2a=20cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1=I_2=I=10A$ ក្នុងទិសដៅស្របគ្នា។



ក. កំណត់វ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចផ្គូបត្រង់ O

ខ. កំណត់វ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចផ្គូបត្រង់ M ស្ថិតលើអ័ក្ស (ox) ដែលមាន $\overline{OM}=x$។ រកទីតាំងនៃចំនុច M ដើម្បីឲ្យអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ M មានអាំងតង់ស៊ីតេអតិបរមា និងអប្បបរមា។

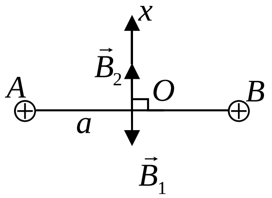
គ. បើគេយកខ្សែចម្លងមួយទៀតឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I_3 មកដាក់ត្រង់ O ស្របនឹងខ្សែចម្លងទាំងពីរខាងលើ។ កំណត់ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត I_3 ដើម្បីឲ្យដែនផ្គូបត្រង់ M_1 (ស្ថិតលើ (ox) មាន $\overline{OM_1}=a$)មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើសូន្យ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I_1=I_2=I=10A$; $2a=20cm$

ក. កំណត់ $\vec{B}$ ត្រង់ O

ត្រង់ O មានដែនម៉ាញេទិចពីរគឺ



$\vec{B}_1$ បង្កើតដោយ I_1

$\vec{B}_2$ បង្កើតដោយ I_2

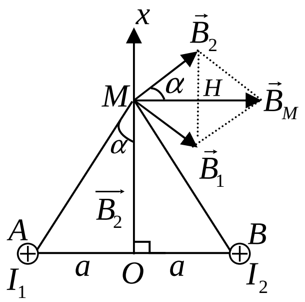
ដែនម៉ាញេទិចផ្គូប $\vec{B}_0=\vec{B}_1+\vec{B}_2$

តាមរូបគេបាន៖ $\vec{B}_1\perp\vec{B}_2$; $\vec{B}_2\perp AB$; $\vec{B}_1 \nearrow\swarrow \vec{B}_2$ (តាមវិធានខ្នងឆ្អក)

នាំឲ្យ៖ $B_1=B_2=2\times10^{-7}\dfrac{I}{a}$

$$\Rightarrow \vec{B}_0=\vec{B}_1+\vec{B}_2 \Rightarrow B_0=B_1-B_2=0$$

ខ. កំណត់វ៉ិចទ័រដែនផ្គូបត្រង់ M



ត្រង់ចំណុច M យើងបាន៖

$\vec{B}_1\perp MA;\vec{B}_2\perp MB$

និង $B_1=B_2=2\times10^{-7}\dfrac{I}{r}$

$= 2\times10^{-7}\dfrac{I}{\sqrt{a^2+x^2}}$ យើងបានឃើញថា $\vec{B}_M \parallel AB$ និងមានទិសដៅដូចរូប

តាមរូប $B_M = 2MH = 2B_1 cos\alpha$

តែ $\cos\alpha = \dfrac{|x|}{r}$

$\Rightarrow B_M = 2B_1 cos\alpha = 4\times10^{-7}\dfrac{I}{r}\cdot\dfrac{|x|}{r}$

$\Rightarrow B_M = 4\times10^{-7}\dfrac{I|x|}{a^2+x^2} = 4\times10^{-7}\dfrac{I}{\dfrac{a^2}{|x|}+|x|}$

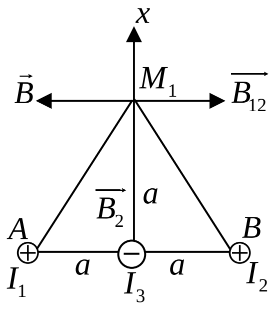
នាំឲ្យ B មានតម្លៃអតិបរមាកាលណា $\left(\dfrac{a^2}{|x|}+|x|\right)$ មានតម្លៃអប្បបរមា

ដោយ $\dfrac{a^2}{|x|}\cdot|x| = a^2 =$ ថេរ នាំឲ្យ $\left(\dfrac{a^2}{|x|}+|x|\right)$ អប្បរមាពេល $\dfrac{a^2}{|x|} = |x| \Rightarrow |x| = a$ ឬ $x = \pm a$

នាំឲ្យមានចំនុច M ចំនួនពីរ $(M_1;M_2)$ លើអ័ក្សដែលធ្វើឲ្យ B មានតម្លៃអតិបរមា

$B_{max} = 2\times10^{-7}\dfrac{I}{a} = 2\times10^{-5}T$

គ. កំណត់ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេ I_3



ពេលថែម I_3 នាំឲ្យវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ M_1 គឺ

$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$

តាមសំរាយខាងលើ $\vec{B}_{12} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ ដែល $\vec{B}_{12} \parallel AB$ និងមានទិសដៅពី $A \to B$ (ព្រោះ $x = a$)

នាំឲ្យ $B_{12} = 2\times10^{-7}\cdot\dfrac{I}{a}$

ដើម្បីឲ្យដែនផ្លូបត្រង់ M_1 ស្មើសូន្យលុះត្រាតែ $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = 0$ ឬ $\vec{B}_{12} = -\vec{B}_3$ មានន័យថា I_3 ត្រូវបង្កើតត្រង់ M_1 នូវដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}_3$ ដែលមានទិសដៅដូច និងទិសដៅផ្ទុយពី $\vec{B}_{12}$ ។

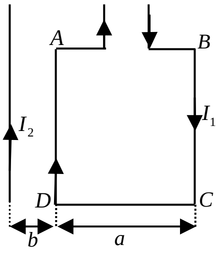
តាមវិធានខ្នងផ្ទុក I_3 មានទិសដៅផ្ទុយពី I_1 និង I_2 ហើយត្រូវបំពេញលក្ខខណ្ឌ $B_{12} = B_3$

នាំឲ្យ $2\times10^{-7}\cdot\dfrac{I_3}{a} = 2\times10^{-7}\cdot\dfrac{I}{a} \Leftrightarrow I_3 = I = 10A$

<u>**ដូចនេះ**</u> $I_3 = 10A$ ហើយមានទិសដៅដូចរូប។

2. គេឲ្យស៊ុមខ្សែចម្លងរាងជាការេ $ABCD$ មានជ្រុង $a = 4cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1 = 10A$ ។ បន្ទាប់មកគេយកខ្សែចម្លងត្រង់វែងអនន្តមួយទៀតដែលឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_2 = 15A$ មកដាក់ក្នុងប្លង់ជាមួយស៊ុមស្របនឹងជ្រុង AB ដែលមានចម្ងាយ $b = 2cm$ ពី AD ។

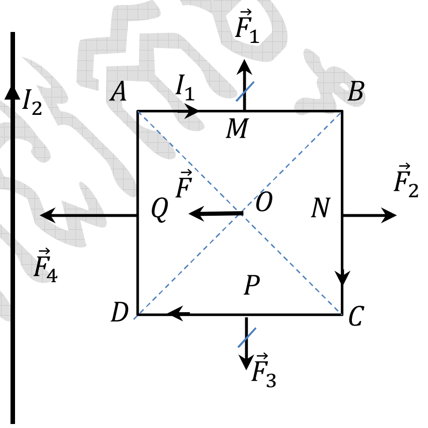
កំណត់កម្លាំងម៉ាញេទិចផ្គួបដែល I_2 មានអំពើលើស៊ុម ។



<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $a = 4cm = 4\times10^{-2}m$; $b = 2cm = 2\times10^{-2}m$; $I_1 = 20A; I_2 = 15A$

កំណត់កម្លាំងម៉ាញេទិចផ្គួបដែល I_2 មានអំពើលើស៊ុមខ្សែចម្លង



- ពេលដាក់ស៊ុមខ្សែចម្លងក្បែរ I_2 ធ្វើឲ្យមានដែនម៉ាញេទិចដែលមានទិសកែងនឹងប្លង់ខ្សែចម្លង និងស៊ុម ហើយមានទិសដៅទម្លុះជញ្ជាំង(ដូចរូប)
- ពេលដាក់ស៊ុមក្នុងដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ជ្រុងនីមួយៗរងកម្លាំងម៉ាញេទិច $\vec{F}_1;\vec{F}_2;\vec{F}_3;\vec{F}_4$ កម្លាំងទាំងបួនបង្កើតឲ្យមានម៉ូម៉ង់នៃចលនារង្វិលដែលធ្វើឲ្យស៊ុមវិល
- តាមលក្ខណៈឆ្លុះ $\vec{B}_M$ និង $\vec{B}_p$ ដែលបង្កើតដោយ I_2 ត្រង់ M និង P មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា ដូចនេះកម្លាំង $\vec{F}_1$ និង $\vec{F}_2$ ដែលមានអំពើលើជ្រុង AB និង DC ជាកម្លាំងឆ្លុះគ្នា $(\vec{F}_1 = -\vec{F}_3)$
- កម្លាំង $\vec{F}_2$ និង $\vec{F}_4$ មានអំពើលើជ្រុង AD និង BC មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា មានចំនុចចាប់ត្រង់ N និង Q មានអាំងតង់ស៊ីតេ

$$F_2 = I_1B_NBC = I_1(2\times10^{-7}\frac{I_2}{a+b})a = 2\times10^{-7}\frac{I_2I_1a}{a+b}$$

$$F_4 = I_1B_aDA = 2\times10^{-7}\frac{I_1I_2a}{b} > F_2$$

- កម្លាំងផ្គួបមានអំពើលើស៊ុម $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$ ដែល $\vec{F}$ មាន៖
  - ទិសដូច $\vec{F}_4$
  - ទិសដៅពី $O \to Q$ $(B \to A)$
  - អាំងតង់ស៊ីតេ $F = F_4 - F_2 = 2\times10^{-7}I_1I_2a\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a+b}\right)$

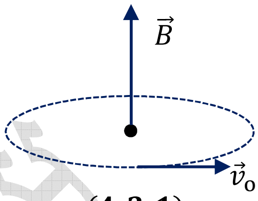
នាំឲ្យ $F = 2\times10^{-7}\times15\times20\times4\times10^{-2}\left(\frac{1}{2\times10^{-2}} - \frac{1}{6\times10^{-2}}\right) = \boxed{8\times10^{-5}N}$

3. គេបាញ់អេឡិចមួយចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $\vec{B}$ ដោយល្បឿន $\vec{v}_0$ ដែលផ្គុំបានមុំ α ជាមួយនឹងខ្សែដែន។

ក. តើអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីលើគន្លងរាងដូចម្តេច? កំណត់វិមាត្រគន្លង (រក R)?

ខ. កំណត់កម្មន្តនៃកម្លាំងម៉ាញេទិច ដែលមានអំពើលើអេឡិចត្រុង។

(មិនគិតអំពើនៃកម្លាំងទំនាញដី)



ចម្លើយ

ក. កំណត់គន្លងរបស់អេឡិចត្រុង និងវិមាត្រគន្លង

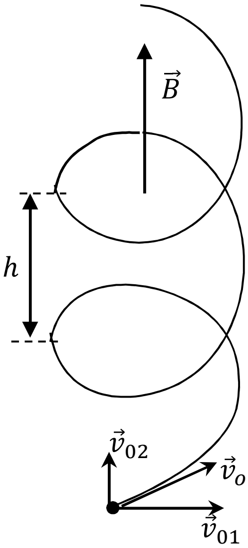
– ពេលអេឡិចត្រុងហោះចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិច វារងកម្លាំងឡូរិន (4.3.1)

- ប្រសិនបើ e^- មានល្បឿនដើម $\vec{v}_0$ កែងនឹង $\vec{B}$ នោះអេឡិចត្រុងធ្វើចលនារាងជារង្វង់ (4.3.1)
- បើ $(\vec{v}_0;\vec{B})=\alpha\neq\frac{\pi}{2}$ (ដូចរូប 4.3.2)

យើងអាចបំបែក $\vec{v}_0$ ជាពីរគឺ $\begin{cases}\vec{v}_{01}\perp\vec{B}\ ;\ (v_{01}=v_0 sin\alpha)\\ \vec{v}_{02}\parallel\vec{B};\ \ (v_{02}=v_0 cos\alpha)\end{cases}$

- $\vec{v}_{01}$ រងអំពើនៃកម្លាំងឡូរិន ដែលធ្វើឲ្យ e^- ប្តូរទិសដៅ ដូចនេះ តាមទិសកែង: e^- មានគន្លងរាងជារង្វង់ ហើយទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់ e^- ត្រូវកំណត់តាមវិធានដៃស្តាំ និងយកទិសដៅផ្ទុយ ព្រោះ e^- មានបន្ទុកអវិជ្ជមាន
- $\vec{v}_{02}\parallel\vec{B}$ មិនរងកម្លាំងឡូរិន $(\vec{F}=0)$ នាំឲ្យ $\vec{v}_{02}$ មិនប្រែប្រួលទាំងទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេ

ដូចនេះផ្តួបទិសដៅនៃចលនារបស់ $\vec{v}_{01}$ និង $\vec{v}_{02}$ នោះអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីលើគន្លងរាងខ្សែខ្ញៅ។



(4.3.2)

– ក្នុងចលនាវង់ស្មើ កម្លាំងឡូរិនមាននាទីជាកម្លាំងចូលផ្ចិត

គេបាន : $\frac{m.v_{01}^2}{R}=|q|.v_{01}.B$ (R កាំគន្លង)

$\Rightarrow R=\frac{m.v_{01}}{|q|.B}=\frac{m.v_0 sin\alpha}{|q|.B}$

– រយៈពេលចាំបាច់ដើម្បីឲ្យអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីបាន1ជុំ

$\Rightarrow t=\frac{2\pi R}{v_{01}}=\frac{2\pi R}{v_0 sin\alpha}$

– ក្នុងរយៈ ពេល t អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីបានប្រវែង h តាមទិសស្រប $\vec{B}$

គេបាន : $h = v_{02}.t = \dfrac{2R\pi v_{02}}{v\sin\alpha} = \dfrac{2\pi.m.v\cos\alpha}{|q|B}$ (h ជាជំហានខ្សែខ្ចៅ)

ខ. កំណត់កម្មន្តនៃកម្លាំងម៉ាញេទិច ដែលមានអំពើលើអេឡិចត្រុង

ក្នុងចលនារបស់អេឡិចត្រុង កម្លាំងឡូរិនមានទិសកែងនឹងល្បឿនជានិច្ច ដូចនេះកម្លាំងឡូរិនមិនបំពេញកម្មន្តទេ វាគ្រាន់តែប្តូរទិសដៅនៃចលនា(ប្តូរទិសដៅល្បឿន) តែមិនធ្វើឲ្យប្រែប្រួលអាំងតង់ស៊ីតេល្បឿននោះទេ។

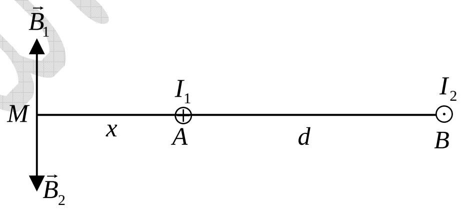
ដូចនេះ កម្មន្ត $A = F_m.d.\cos\alpha = 0$ ។

4. ខ្សែចម្លងត្រង់ពីប្រវែងអនន្ត ដាក់ស្របគ្នាក្នុងសុញ្ញាកាសមានចម្ងាយពីគ្នា $d = 12cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី $I_1 = 2A$ និង $I_2 = 4A$ ក្នុងទិសដៅផ្ទុយគ្នា។ ចូរកំណត់បណ្តាទីតាំងដែលមានដែនម៉ាញេទិចផ្ទួបស្មើសូន្យ។

<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $d = 12cm = 12\times10^{-2}m; I_1 = 2A; I_2 = 4A$

កំណត់បណ្តាទីតាំងដែលមានដែនម៉ាញេទិចផ្ទួបស្មើសូន្យ



តាង M ជាចំនុចដែលមានដែលផ្ទួបស្មើសូន្យ

$\vec{B}_1$ ជាវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចបង្កើតដោយ I_1

$\vec{B}_2$ ជាវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចបង្កើតដោយ I_2

គេបាន ៖ $\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

$$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{AM} \ ; \ B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{BM}$$

បើដែនផ្ទួបស្មើសូន្យ នោះ $\vec{B}_1 = -\vec{B}_2 \Rightarrow \vec{B}_1 \nearrow\swarrow \vec{B}_2$

$B_1 = B_2$ ហេតុនេះ M ត្រូវស្ថិតលើបន្ទាយ AB ក្បែរ A

តាង $AM = x$ ហើយ $BM = d + x$

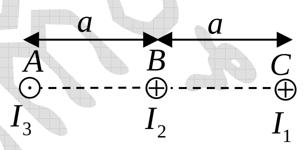
គេបាន ៖ $B_1 = B_2 \Leftrightarrow \frac{I_1}{x} = \frac{I_2}{d+x}$

$$\Rightarrow 2x = d + x$$

$$\Rightarrow x = d = 12cm$$

ដូចនេះ ចំនុច M ដែលមានដែនផ្លូបស្មើសូន្យ ស្ថិតលើបន្ទាត់ស្របនឹងខ្សែចម្លងទាំងពីរ មានចម្ងាយ $AM = 12cm$ ពីខ្សែចម្លងឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I_2 ។

5. ខ្សែចម្លងត្រង់បីប្រវែងអនន្តឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1 = I_2 = I$ និង $I_3 = 2I$ ត្រូវគេដាក់ស្របគ្នាក្នុងប្លង់តែមួយដែលចម្ងាយរវាងខ្សែពីរជាប់គ្នាមានប្រវែង $a = 12cm$ ។
កំណត់ទីតាំងនៃចំនុច M ដែលត្រង់នោះមានដែនផ្លូបស្មើសូន្យ។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I_1 = I_2 = I$; $I_3 = 2I$

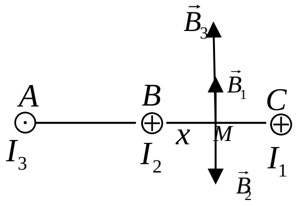
កំណត់ទីតាំង M ដែលដែនម៉ាញេទិចផ្លូបស្មើសូន្យ

$$\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = \vec{0}$$

ដោយ $I_1 ; I_2$ មានទិសដៅដូចគ្នា ដូចនេះដើម្បីឲ្យដែនផ្លូបត្រង់ M ស្មើសូន្យលុះត្រា M ស្ថិតលើចន្លោះ I_1 និង I_2 ។

តាមវិធានខ្ទួងឆ្នុក $\vec{B}_1 ; \vec{B}_2 ; \vec{B}_3 \perp BC$ ហើយ $\vec{B}_1 \nearrow\nearrow \vec{B}_2$

ដែនផ្លូបត្រង់ M ស្មើសូន្យនោះ $B_1 + B_3 = B_2$



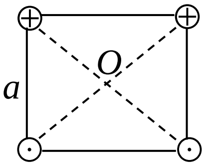
$$\Leftrightarrow \frac{I_1}{a-x} + \frac{I_3}{a+x} = \frac{I_2}{x}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{a-x} + \frac{2}{a+x} = \frac{1}{x}$$

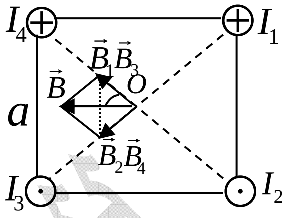
$$x(3a - x) = a^2 - x^2 \Rightarrow x = \frac{a}{3} = 4cm$$

ដូចនេះ M ស្ថិតលើបន្ទាត់ស្របខ្សែចម្លងទាំងបី ហើយនៅចន្លោះ I_1 និង I_2 ចម្ងាយ $4cm$ ។

6. គេឲ្យខ្សែចម្លងត្រង់បួនប្រវែងអនន្តដាក់ស្របគ្នា។ ផ្ទៃមុខកាត់នៃប្លង់ខ្សែចម្លងទាំងបួនមានរាងការេដែលជ្រុង $a=10cm$ ។ ខ្សែចម្លងទាំងបួនឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I=10A$ ដូចគ្នា និងមានទិសដៅដូចរូប។ គណនាដែនផ្គួបត្រង់ផ្ចិតការេ O ។



ចម្លើយ



សម្មតិកម្ម $a=10cm=10\times10^{-2}m; I=10A$

គណនាដែនផ្គួបត្រង់ផ្ចិតការេ

$$\vec{B}_0=\vec{B}_1+\vec{B}_2+\vec{B}_3+\vec{B}_4$$

$$\vec{B}_0=\vec{B}_{24}+\vec{B}_{13}\Rightarrow B_0=B_{24}+B_{13}$$

តែ $B_{13}=2B_1cos45^0$; $B_{24}=2B_2cos45^0$

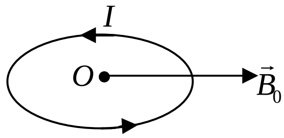
ដោយ $B_1=B_2=B_3=B_4=2\times10^{-7}\frac{I}{\frac{a\sqrt{3}}{2}}=4\times10^{-7}\frac{I}{a\sqrt{3}}$

នាំឲ្យ $B_0=2B_{13}=2B_{24}=4B_1cos45^0$

គេបាន៖ $B_0=4\times4\times10^{-7}\frac{I}{a\sqrt{3}}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}=16\times10^{-7}\frac{10\sqrt{2}}{12\times10^{-2}\times2\sqrt{3}}=4\sqrt{6}\times10^{5}T$

ដូចនេះ៖ ដែនផ្គួបត្រង់ចំណុច M មានទិស និងទិសដៅដូចរូប ហើយមានអាំងតង់ស៊ីតេ $B_0=4\sqrt{6}\times10^{5}T$ ។

7. ខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់មួយមានកាំ $R=10cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I=10A$ ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ស្របនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេ $B_0=8.10^{-5}T$ ។ កំណត់ដែនម៉ាញេទិចផ្គួបត្រង់ផ្ចិត O នៃរង្វង់ខ្សែចម្លង។



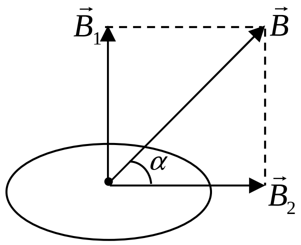
ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $R=10cm=0.1m; I=10A; B_0=8\times10^{-5}T$

កំណត់ដែនម៉ាញេទិចផ្គួបត្រង់ផ្ចិត

– $\vec{B}_1$ ជាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច ដែលបង្កើតដោយរង្វង់ខ្សែចម្លងមានទិសដៅតាមវិធានកណ្ដាប់ដៃស្ដាំ មានអាំងតង់ស៊ីតេ $B_1=2\pi\times10^{-7}\frac{I}{R}=2\pi\times10^{-7}\frac{10}{0.1}=6.3\times10^{-5}T$

– B ជាដែនផ្គួបត្រង់ O



គេបាន៖ $\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2$ តែ $\vec{B}_1\perp\vec{B}_0$

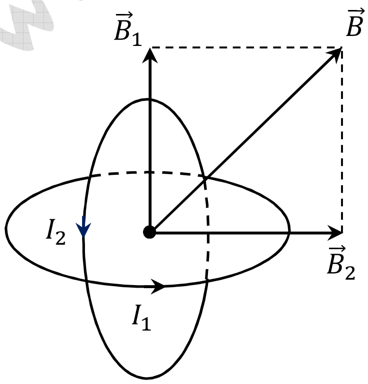
$$\Rightarrow B=\sqrt{B_1^2+B_0^2}\approx 1.02\times10^{-4}T$$

ដោយ $\tan\alpha=\dfrac{B_1}{B_0}\cong 0.62$

ដូចនេះ: ដែនផ្គួបត្រង់ផ្ចិតខ្សែចម្លងមានទិសផ្គុំបានមុំ $\alpha=31.7^0$ ជាមួយ $\vec{B}_0$ និងមានអាំងតង់-ស៊ីតេ $B=6.3\times10^{-5}T$ ។

8. ខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់ចំនួនពីរមានកាំ $R=5cm$ និងមានផ្ចិត O ត្រួតស៊ីគ្នា ត្រូវបានដាក់ឲ្យកែងគ្នាឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1=I_2=\dfrac{\sqrt{2}}{2}A$ ។ កំណត់ដែនម៉ាញេទិចផ្គួបត្រង់ O ។

ចម្លើយ



សម្មតិកម្ម $I_1=I_2=\dfrac{\sqrt{2}}{2}A$; $R=5cm=5\times10^{-2}m$

កំណត់ដែនម៉ាញេទិចផ្គួបត្រង់ O

ត្រង់ចំនុច O រងអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច៖

– $\vec{B}_1$ ដែលបង្កើតដោយរង្វង់ខ្សែទី១ $B_1=2\pi\times10^{-7}\dfrac{I_1}{R}$

– $\vec{B}_2$ ដែលបង្កើតដោយរង្វង់ខ្សែទី២ $B_2=2\pi\times10^{-7}\dfrac{I_2}{R}=B_1$ ព្រោះ $I_1=I_2$

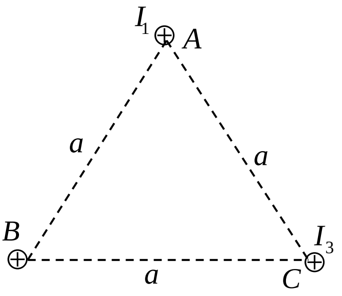
ដែនម៉ាញេទិចផ្គួបត្រង់ O គឺ $\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2$ ដោយ $\vec{B}_1\perp\vec{B}_2$

គេបាន៖ $B=\sqrt{B_1^2+B_2^2}=B_2\sqrt{2}$

$$\Rightarrow B=2\pi\times10^{-7}\sqrt{2}\times\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{5\times10^{-2}}=\frac{2\pi}{5}\times10^{-5}T$$

ដូចនេះ: $B=1.256\times10^{-5}T$

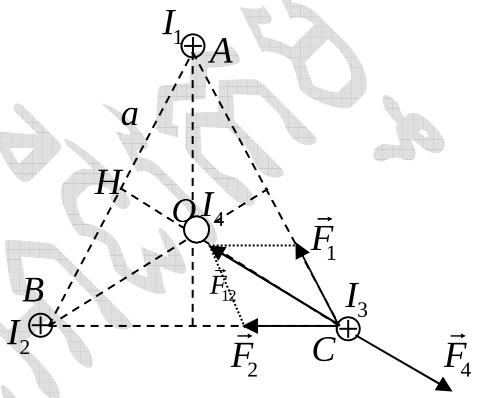
9. នៅត្រង់កំពូលទាំងបីនៃត្រីកោណសម័ង្ស ABC មួយ គេដាក់ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្តចំនួនបីឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1=I_2=I_3=I=10A$ ដែលមានទិសដៅដូចគ្នា។ តើគេត្រូវដាក់ខ្សែចម្លងនេះដូចម្តេច?ត្រង់ណា? ដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធនៃចរន្ត អគ្គិសនីទាំងបួនមានលំនឹង។ កំណត់ទិស ទិសដៅ និងអាំតង់ស៊ីតេ I_4?



<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $I_1=I_2=I_3=I=10A$

កំណត់ទិស ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេ I_4



តាមរូបយើងឃើញថាចរន្តនីមួយ $I_1;I_2;I_3$ សុទ្ធតែ រងអំពើនៃកម្លាំងបីដែលបង្កើតដោយ I_4 និងបង្កើតដោយចរន្តពីរផ្សេងទៀត

\+ <u>សិក្សាចំពោះ</u> I_3៖

យើងឃើញថា I_3 រងអំពើនៃកម្លាំង $\vec{F}_1$ និង $\vec{F}_2$ ដែលបង្កើតដោយ I_1 និង I_2 ដែល $\vec{F}_1$ មានទិសស្ថិតលើ AC និង $\vec{F}_2$ នៅលើ BC មានអាំងតង់ស៊ីតេ

$$F_1=F_2=2\times10^{-7}\frac{I^2l}{a}$$

ដោយ $\vec{F}_{12}=\vec{F}_1+\vec{F}_2$ មានទិសនៅលើ CH ទិសដៅសំដៅទៅរកផ្ចិត O នៃត្រីកោណ

ហើយមានអាំងតង់ស៊ីតេ $F_{12}=2F_1cos30^0=F_1\sqrt{3}=2\times10^{-7}\sqrt{3}\frac{I^2l}{a}$

ដូចគ្នាដែរចំពោះ I_1 និង I_2

យើងឃើញថា ចំពោះ I_3 (និង I_1; I_2)មានលំនឹងលុះត្រាតែយើងដាក់ចរន្ត I_4 លៃយ៉ាងណាឲ្យ I_3 (និង I_1 ; I_2)រងកម្លាំងរុញ $\vec{F}_4$ ដែលមានទិសស្ថិតលើ HC ($\vec{F}_4 \nearrow\swarrow \vec{F}_{12}$)

មានអាំងតង់ស៊ីតេ $F_4=F_{12}$ (ឬ $=F_{12}=F_{23}$)

ហេតុនេះ I_4 ត្រូវមានទិសផ្ទុយពី I_3 (និង $I_1;I_2$) ហើយមានអាំងតង់ស៊ីតេ កំណត់ដូចតទៅ៖

$$F_{12}=2\times10^{-7}\frac{I^2I_4l}{DC}=2\times10^{-7}\sqrt{3}\frac{I^2l}{a}\ (*)$$

យើងបាន៖ $\overline{OC}=\frac{2}{3}\cdot\frac{a\sqrt{3}}{2}=\frac{a\sqrt{3}}{3}=\frac{a}{\sqrt{3}}$

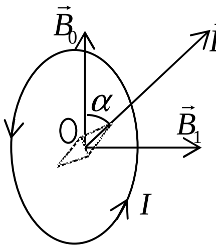
តាមសមីការ $(*)$ គេបាន $I_4=I=10A$

ដូចនេះ ដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធខ្សែចម្លងទាំងបួនមានលំនឹងលុះត្រាគេដាក់ I_4 ត្រង់ផ្ចិត O នៃត្រីកោណស្របនឹង $I_1;I_2;I_3$ និងមានទិសដៅផ្ទុយពី $I_1;I_2;I_3$ មានអាំងតង់ស៊ីតេ $I_4=I=10A$ ។

10. ខ្សែចម្លងមួយរាងជារង្វង់កាំ $R=5cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I=1.6A$ ត្រូវបានដាក់បញ្ឈរស្របនឹងដែនម៉ាញេទិចផែនដី $\vec{B}_0$ ដែល $B_0=2\times10^{-5}T$ ។ កំណត់មុំរង្វិលរបស់ម្ជុលមេដែកដែលដាក់ត្រង់ផ្ចិតនៃរង្វង់ខ្សែនៅខណៈដែលគេផ្តាច់ចរន្ត I ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $R=5cm=5\times10^{-2}m$; $I=1.6A; B_0=2\times10^{-5}T$



កំណត់មុំរង្វិលរបស់ម្ជុលមេដែកពេលផ្តាច់ចរន្ត

- ពេលមានចរន្តឆ្លងកាត់ វាបង្កើតឲ្យដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}_1$ ដែលមានចំនុចចាប់ត្រង់ផ្ចិតខ្សែ មានទិសដៅតាមវិធានកណ្តាប់ដៃស្តាំ

គេបាន ៖ $B_1=2\pi\times10^{-7}\frac{I}{R}=2\pi\times10^{-7}\frac{1.6}{5\times10^{-2}}\approx2\times10^{-5}T$

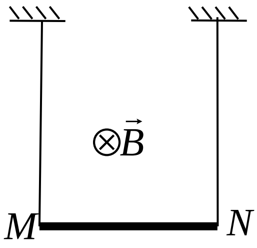
- ដែនផ្គួបត្រង់ O គឺ $\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2$ ដែល α ជាមុំផ្គុំរវាង $\vec{B}$ និង $\vec{B}_0$

គេបាន៖ $\tan\alpha=\frac{B_1}{B}\approx1\Rightarrow\alpha=45^0$

- ពេលមាមចរន្ត I ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង នោះម្ជុលមេដែកចង្អុលតាមទិស $\vec{B}$ ហេតុនេះម្ជុលមេដែកផ្គុំបានមុំ $\alpha=45^0$ ធៀបជាមួយ $\vec{B}_0$
- ពេលផ្តាច់ចរន្ត $B_1=0$ នាំឲ្យត្រង់ផ្ចិតខ្សែចម្លងមានតែ B_0 ជាហេតុធ្វើឲ្យម្ជុលមេដែកចង្អុលតាមទិស $\vec{B}_0$

ដូចនេះ ម្ជុលមេដែកវិលបានមុំ $\alpha=45^0$ ។

11. កំណាត់ខ្សែចម្លង MN មួយប្រវែង l មានម៉ាសក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង (ដង់ស៊ីតេម៉ាស) $D=0.05kg/m$ ត្រូវបានគេយោងដោយខ្សែចម្លងតូចឆ្មារពីរ រួចយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចដែលមានវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ កែងនឹងប្លង់ខ្សែចម្លង MN និងខ្សែព្យួរ។ (ដូចរូបខាងស្តាំ)



ក. កំណត់ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេនៃចរន្ត I ឆ្លងកាត់កំណាត់ខ្សែចម្លងដើម្បីឲ្យតំណឹងខ្សែទាំងពីរស្មើសូន្យ។

ខ. ដោយដឹងថា MN មានទិសដៅពី M ទៅ N ដែលប្រវែង $MN=20cm$ និង $I'=6A$ ។ គណនាតំណឹងខ្សែនីមួយៗ។ (គេដឹងថា $B=0.05T$; $g=10m/s^2$)

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $B=0.05T; I'=6A; MN=20cm=20\times10^{-2}m; D=0.05kg/m$

ក. កំណត់ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេនៃចរន្ត I

ដើម្បីឲ្យតំណឹងខ្សែព្យួរស្មើសូន្យ លុះត្រាតែកម្លាំងដែលមានអំពើលើខ្សែចម្លង MN មានលំនឹងជាមួយទម្ងន់ខ្សែចម្លង MN នាំឲ្យ $F=p$

គេបាន៖ $F=p \Leftrightarrow B.I.l=mg$

ដោយ $m=D.l$

$$\Rightarrow B.I.l=D.l.g$$

$$\Rightarrow I=\frac{D.g}{B}=\frac{0.05\times10}{0.05}=10A$$

ដូចនេះ $I=10A$ មានទិសដៅពី $M\to N$ ។

ខ. គណនាតំណឹងខ្សែពេល $I'=6A$

ពេល I ឆ្លងកាត់ពី $M\to N$ គេបាន៖

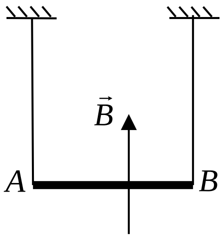
$$2T=F+p=B.I'.l+mg$$

$$\Rightarrow 2T=l(B.I'+D.g)$$

$$T=\frac{B.I'+D.g}{2}=\frac{0.2(0.05\times6+0.05\times10)}{2}=0.064N$$

ដូចនេះ $\boxed{T=0.064N}$

12. កំណាត់ខ្សែចម្លង AB មានម៉ាស $m=10g$ និងប្រវែង $l_{AB}=20cm$ ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ព្យួរក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានដោយខ្សែឆ្មារប្រវែង $l=40cm$ ហើយអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចមានទិសដៅពីក្រោមឡើងលើ។ ពេលគេឲ្យចរន្តអគ្គិសនី I ឆ្លងកាត់ AB គេសង្កេតឃើញថាខ្សែ AB បានងាកទៅម្ខាងបន្ទាប់មកមានលំនឹងនៅទីតាំងមួយដែលខ្សែផ្គុំបានមុំ $\alpha=30^0$ ធៀបនឹងទិសឈរ។ (យក $g=10m/s^2$)

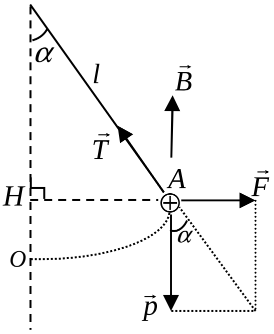


គណនាអាំងតង់ស៊ីតេ B និងល្បឿនផ្លាស់ទីរបស់ AB នៅត្រង់ទីតាំងលំនឹងខណៈគ្មានចរន្ត(ផ្តាច់ចរន្ត) ឆ្លងកាត់ AB (មិនគិតកម្លាំងកកិត និងកម្លាំងទប់នៃមជ្ឈដ្ឋាន)។

<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $l=40cm=40.10^{-2}m;\alpha=30^0;m=10g=0.01kg;l_{AB}=20cm=0.2m$

គណនាអាំងតង់ស៊ីតេ B និងល្បឿនផ្លាស់ទីរបស់ AB



– សិក្សាក្នុងប្លង់កែងនឹងខ្សែចម្លង AB

– របាមានលំនឹងកាលណា កម្លាំងមានអំពើលើ AB មានទិសដៅដូចរូបខាងស្តាំ ដូចនេះចរន្តអគ្គិសនីត្រូវមានទិសដៅទម្លុះជញ្ជាំង(កំណត់តាមវិធានបាតដៃស្តាំ)។

– លក្ខខណ្ឌលំនឹងរបស់របា AB

$$\vec{p}+\vec{T}+\vec{F}=0 \text{ តែ } \tan\alpha=\frac{F}{p}=\frac{B.I.l}{mg}$$

នាំឲ្យ $B=\dfrac{mg.\tan\alpha}{I.l}=0.14T$

តាមច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិចត្រង់ A និង O

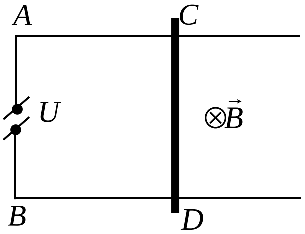
គេបាន ៖ $W_A=W_O$

$$\Leftrightarrow mgl(1-\cos 30^0)=\frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow v=\sqrt{2gl(1-\cos 30^0)}=1.1m/s$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{B=0.14T\,,\,v=1.1m/s}$

13. របាលោហៈ CD មានប្រវែង $CD = l = 20cm$ មានម៉ាស $m = 100g$ ត្រូវបានគេដាក់កែងនឹងរបាដែកពីរស្របគ្នាភ្ជាប់ទៅនឹងប្រភពតង់ស្យុងដែលមានផលសងប៉ូងតង់ស្យែល U (ដូចរូប)។ ប្រព័ន្ធនៃរបាត្រូវបានដាក់កែងនឹងដែនម៉ាញេទិចដែលមានទិសដៅពីលើចុះក្រោមមានអាំងតង់ស៊ីតេ $B = 0.2T$ ។ មេគុណកកិតរវាងរបានឹងដែកស្មើ 0.1 ។(មិនគិតរេស៊ីស្តង់នៃរបាទាំងបី និងចរន្តអាំងឌុីរបស់សៀគ្វី)។



ក. ឧបមាថារបា CD រអិលទៅឆ្វេង(ទៅខាង AB)ដោយសំទុះ $a = 3m/s^2$ ។ កំណត់ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់របា CD ។

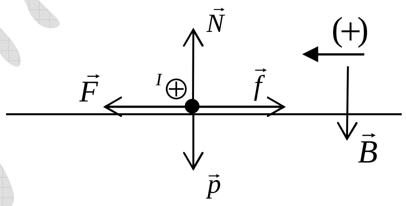
ខ. បើគេលើករបាដែក A និង B ឲ្យផ្តុំបានមុំ $\alpha = 30^0$ ធៀបនិងទិសដេក។ កំណត់ទិសដៅ និងសំទុះផ្លាស់ទីនៃរបា CD បើគេដឹងថា CD ចាប់ផ្តើមផ្លាស់ទីដោយគ្មានល្បឿនដើម។

<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $m = 100g = 0.1kg ; B = 0.2T ; l = 20cm = 0.2m ; \mu = 0.1$

ក. កំណត់ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់របា CD

★របា CD រងកម្លាំង៖



- ទម្ងន់ $\vec{p}$
- កម្លាំងប្រតិកម្ម $\vec{N}$
- កម្លាំងកកិត $\vec{f}$
- កម្លាំងម៉ាញេទិច $\vec{F}$

តាមទំនាក់ទំនងគ្រឹះឌីណាមិច៖ $\vec{F} + \vec{f} + \vec{p} + \vec{N} = 0$

ចំនោលលើអ័ក្ស (ox) គេបាន៖ $F - f = ma$ (1)

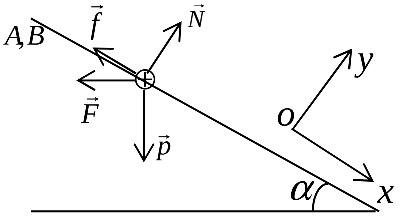
តែ $F = BIl$; $f = \mu N = \mu p = \mu mg$

នាំឲ្យ $IBl - \mu mg = ma$

$$\Rightarrow I = \frac{m(a + \mu g)}{Bl} = 10A$$

<u>ដូចនេះ</u> $I = 10A$ មានទិសដៅពី $D \rightarrow C$ ។

ខ. កំណត់ទិសដៅ និងសំទុះផ្លាស់ទីរបស់របា CD



តាមច្បាប់ទី២ញូតុន ៖ $\vec{p} + \vec{N} + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$ (2)

ធ្វើចំនោលកែង (2) លើ (ox) និង (oy)

យើងបាន៖ $\begin{cases} p\sin\alpha - F\cos\alpha - f = ma \ (3) \\ N - p\cos\alpha - F\sin\alpha = 0 \ (4) \end{cases}$

តាមសមីការ (4) គេបាន ៖ $N = mg\cos\alpha + F\sin\alpha$

ជំនួស (3) គេបាន៖ $p\sin\alpha - F\cos\alpha - \mu(mg\cos\alpha + F\sin\alpha) = ma$

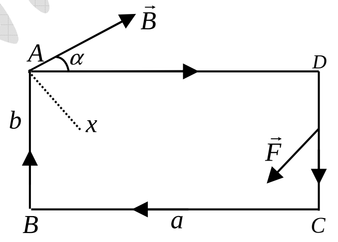
$$\Rightarrow a = \frac{p\sin\alpha - F\cos\alpha - \mu(mg\cos\alpha + F\sin\alpha)}{m}$$

$$a = \frac{mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) + F(\mu\sin\alpha - \cos\alpha)}{m}$$

$$a = \frac{mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) + BIl(\mu\sin\alpha - \cos\alpha)}{m} = 0.47m/s^2 > 0$$

ដូចនេះ របា CD ផ្លាស់ទីដោយសំទុះ $a = 0.47m/s^2$ តាមទិសដៅចុះចំណោតប្លង់ទេរ។

14. ស៊ុមខ្សែចម្លងរាងចតុកោណកែងមាន $n = 10$ ស្ពៀ និងមានវិមាត្រ $a = 15cm$ និង $b = 10cm$ ដែលជ្រុង $AB = b = 10cm$ ត្រូវបានគេរក្សាឲ្យនៅជាប់នឹងមួយកន្លែង។ ស៊ុមខ្សែត្រូវបានគេដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $B = 0.5T$ ដែល $\vec{B}$ ផ្គុំបានមុំ $\alpha = 30^0$ ធៀបនឹងប្លង់ស៊ុមខ្សែចម្លង។ (ដូចរូប)
គេឲ្យចរន្ត $I = 0.5A$ ឆ្លងកាត់ស៊ុមខ្សែចម្លងមានទិសដៅដូចរូប។ កំណត់អាងតង់ស៊ីតេ និងម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងដែលដែនម៉ាញេទិចមានអំពើលើស៊ុមខ្សែចម្លង។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $a = 15cm = 0.15m; b = 10cm = 0.1m; B = 0.5T; \alpha = 30^0; I = 0.5A; n = 10$

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេ និងម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងមានអំពើលើស៊ុម

- កម្លាំងម៉ាញេទិចដែលមានអំពើលើ BC និង AD នៃស៊ុមខ្សែចម្លងមានទិសដូចគ្នា និងទិសដៅផ្ទុយគ្នា ហើយមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា ដូចនេះមិនបង្កើតឲ្យមានម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងវង្វិលទេ។
- កម្លាំងម៉ាញេទិចដែលមានអំពើលើ AB និង DC មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា

$$F = n.I.B.b \quad \Rightarrow F = 1N$$

ដោយជ្រុង AB ត្រូវបានគេរក្សាឲ្យនៅនឹងថ្កល់ ហេតុនេះកម្លាំងដែលមានអំពើលើជ្រុង CD បង្កើតឲ្យមានម៉ូម៉ង់បង្វិលស៊ុម M ដែល $M = Fa\cos\alpha = 8.6\times10^{-3}N.m$

ដូចនេះ ម៉ូម៉ង់បង្វិល M មានអំពើលើស៊ុមធ្វើឲ្យស៊ុមខ្សែចម្លងវិលជុំវិញអ័ក្សរង្វិល AB តាមទិសដៅនៃកម្លាំង $\vec{F}$ ដូចរូបខាងលើ។

15. បូប៊ីនក្នុងនៃអេឡិចត្រូទស្សន៍មួយធ្វើពីខ្សែទង់ដែងមានរាងជាស៊ុមចតុកោណកែងដែលរុំជា $N=100$ ស្ពៀ ដែលស្ពៀនីមួយៗមានផ្ទៃ $S=(40\times30)mm^2$ ហើយខ្សែចម្លងមានអង្កត់ផ្ចិត $d=0.1mm$ ។ គេដឹងថាប៊ូប៊ីនខ្សែចម្លងនោះព្យួរដោយខ្សែ h ។ ពេលខ្សែ h រួញ (ងាក) បានមុំ $\alpha_o=1^o$ វាកើតមានម៉ូម៉ង់អង្គួញ(រួញ) $M_{ox}=10^{-7}N.m$ ។ ស៊ុមខ្សែចម្លងខាងលើត្រូវបានដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចរបស់មេដែកធម្មជាតិលៃយ៉ាងណាឲ្យ $\vec{B}$ កែងនឹងអ័ក្សរង្វិលនៃស៊ុមខ្សែ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ $B=0.1T$ ។ គេឲ្យ $I=0.1mA$ ឆ្លងកាត់ស៊ុមខ្សែចម្លង។ គណនាមុំរង្វិល α របស់ស៊ុមខ្សែចម្លង និងអានុភាពស៊ីដោយអេឡិចត្រូទស្សន៍ បើ $\rho=1.7\times10^{-8}\Omega m$ ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $N=100;\ S=(40\times30)mm^2; d=0.1mm; B=0.1T;\ I=0.1mA; \alpha_o=1^o$

កំណត់ α និងអានុភាពស៊ីដោយអេឡិចត្រូទស្សន៍

ស៊ុមរងអំពើនៃម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំង M_t និងម៉ូម៉ង់អង្គួញ M_x (ម៉ូម៉ង់ទប់)

ពេលឲ្យចរន្ត I ឆ្លងកាត់ស៊ុម ម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងម៉ាញេទិចធ្វើឲ្យស៊ុមវិលបានមុំ α ដើម្បីឲ្យ៖

$$M_t=M_x=M_{ox}.\alpha=N.B.I.S$$

$$\Rightarrow \alpha=\frac{N.B.S.I}{M_{ox}}=\frac{100\times0.1\times(40\times30).10^{-6}\times0.1\times10^{-3}}{10^{-7}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\alpha=12^o}$$

អានុភាពស៊ីដោយអេឡិចត្រូទស្សន៍៖

$$P=RI^2 \quad \text{ដែល } R=\rho\frac{l}{S}$$

តែ $S=\pi.\frac{d^2}{4}$ ដែល $d=0.1mm=10^{-4}m$, $l=N.(40+30)2\times10^{-3}=0.14N$

$$\Rightarrow P=\frac{4\rho.l.I^2}{\pi.d^2}$$

$$\Rightarrow P=\frac{4\times1.7\times10^{-8}\times0.14\times100\left(0.1\times10^{-3}\right)^2}{\pi\times\left(10^{-4}\right)^2}$$

$$\Rightarrow P=3.03\times10^{-7}W$$

ដូចនេះ $\alpha=12^o$ និងអានុភាពស៊ីដោយអេឡិចត្រូទស្សន៍ $P=3.03\times10^{-7}W$ ។

16. អេឡិចត្រុងដែលនៅក្នុងកាណុងនៃម៉ាស៊ីនបញ្ចាំងរូបភាពមួយមានថាមពល $W = 12KeV$ ។ កាណុងរូបភាពត្រូវបានដាក់ឲ្យអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីជើងទៅត្បូងនៃទីតាំងភូមិសាស្ត្រ។ ដោយដឹងថាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចផ្ដុំឈររបស់ផែនដី $B = 5.5\times10^{-5}T$ និងមានទិសដៅចុះក្រោម។

ក. ក្រោមអំពើនៃដែនម៉ាញេទិចផែនដី តើអេឡិចត្រុងងាកទៅទិសណា? គណនាសំទុះរបស់វាក្រោមអំពើនៃដែនម៉ាញេទិចផែនដី។

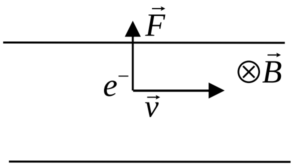
ខ. ក្រោយពេលហោះបានប្រវែង $l = 20cm$ ក្នុងកាណុង តើអេឡិចត្រុងល្បៀងចាកគន្លង (ងាក) បានប្រវែងប៉ុន្មាន?

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $W = 12KeV = 12000eV\,;B = 5.5\times10^{-5}T\,;l = 20cm = 0.2m$

តាមវិធានដៃស្ដាំ យើងអាចកំណត់បានទិសដៅកម្លាំងម៉ាញេទិច (កម្លាំងឡូរិន) មានអំពើលើអេឡិចត្រុង(ចាត់ទុកជាផង់បន្ទុកអវិជ្ជមាន)។

ហេតុនេះ អេឡិចត្រុងងាកពីទិសដៅចលនាតាមទិសដៅនៃកម្លាំង $\vec{F}$ ។



– កម្លាំងឡូរិន $F = |q|vB$

– តាមច្បាប់ទី២ញូតុន $F = ma = |q|vB$

នាំឲ្យ $a = \dfrac{F}{m} = \dfrac{|q|vB}{m}$

– អេឡិចត្រុងមានថាមពល $W = \dfrac{1}{2}mv^2$ ដោយ $1eV = 1.6\times10^{-19}J\,;m_e = 9.1\times10^{-31}kg$

នាំឲ្យ $W = 12000\times1.6\times10^{-19} = 1.92\times10^{-15}J$

គេបាន៖ $v = \sqrt{\dfrac{2W}{m}} = \sqrt{\dfrac{2\times1.92\times10^{-15}}{9.1\times10^{-31}}} = 6.49\times10^{7}m/s$

នាំឲ្យ $a = \dfrac{1.6\times10^{-19}\times6.49\times10^{7}\times5.5\times10^{-5}}{9.1\times10^{-31}} = 6.27\times10^{14}m/s^2$

ដូចនេះ $\boxed{a = 6.27\times10^{14}m/s^2}$

ខ. រកប្រវែងអេឡិចត្រុងងាកចាកគន្លង

ដោយកំរិតលំងាករបស់អេឡិចត្រុងក្នុងដែនម៉ាញេទិចមានតម្លៃតូច ដូចនេះទិសល្បឿនប្រែប្រួលអាចចោលបាន នាំឲ្យយើងអាចចាត់ទុកថា កម្លាំងឡូរិនមិនធ្វើឲ្យអេឡិចត្រុងប្តូរទិសដៅចលនាទេ ជាហេតុធ្វើឲ្យសំទុះមានទិសដៅមិនប្រែប្រួល។

អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីលើគន្លងរាងប៉ារ៉ាបូលមានសមីការ $x = vt\ ;\ y = \frac{1}{2}at^2$

គេបាន៖ $y = \frac{a}{2}\left(\frac{x}{v}\right)^2$

ក្រោយពេលអេឡិចត្រុងហោះបាន $x = l = 20cm$

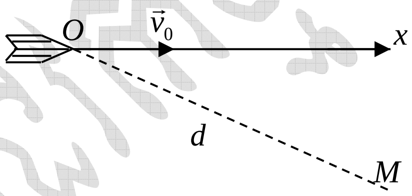
អេឡិចត្រុងងាកបានប្រវែង $S = \frac{a}{2}\left(\frac{x}{v}\right)^2 \approx 3mm$

ដូចនេះ អេឡិចត្រុងងាកបានប្រវែង $S = 3mm$ ។

17. គេផ្តល់ល្បឿន និងថាមពលប៉ូតង់ស្យែល U ទៅឲ្យអេឡិចត្រុងមួយ ដើម្បីឲ្យវាផ្លាស់ទីតាមទិសដៅ (ox) ។ បន្ទាប់មកវាហោះទៅដល់ចំនុច M មួយមានចម្ងាយ d ពីចំនុច O ។ កំណត់រាងគន្លងរបស់អេឡិចត្រុង និងកំណត់អាំងតង់ស៊ីតេអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ក្នុងករណី៖

ក. $\vec{B}$ កែងនឹងប្លង់នៃរូបខាងលើ

ខ. $\vec{B}$ មានទិសស្របនឹង OM (មុំ $\widehat{OxM}$)។

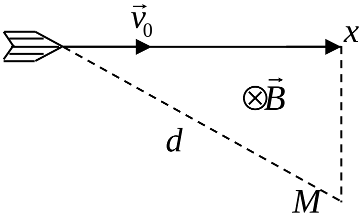


ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $OM = d$

កំណត់រាងគន្លងអេឡិចត្រុង និងវិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច

ក. ករណី $\vec{B} \perp \vec{v}_0$



– ល្បឿន e^- ពេលចេញពីកាណុង

$$v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2|q|v}{m}}$$

– ដោយ $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$ គន្លងរាងជារង្វង់កាំ r

$$\Rightarrow |q|v_0B = \frac{mv_0^2}{r}$$

$$\Rightarrow B = \frac{mv_0}{|q|r} = \frac{m}{|q|r}\sqrt{\frac{2|q|U}{m}}$$ តែ $d = 2r\sin\alpha$ នោះ $r = \frac{d}{2\sin\alpha}$

នាំឲ្យ $B = \frac{2\sin\alpha}{d}\sqrt{\frac{2mU}{|q|}}\ \ (T)$

ខ. **ករណី** $\vec{B} \parallel OM$

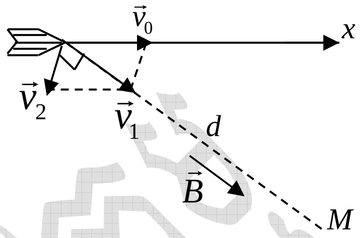
– បំបែកវ៉ិចទ័រ $\vec{v}_0$ ជាពីរ

$\vec{v}_1$ ស្របបOM នាំឲ្យអេឡិចត្រុងធ្វើចលនាស្មើ $v_1 = v_0 cos\alpha$

$\vec{v}_1 \perp OM$ គេបាន $v_2 = v_0 \sin\alpha$ ដូចនេះអេឡិចត្រុងធ្វើចលនារង់ស្មើ

ដោយខួបរង្វិល $T = \dfrac{2\pi m}{|q|B}$

– រយៈពេលធ្វើចលនារង់ស្មើរហូតដល់ចំនុច M



$$t = \frac{d}{v_1} = \frac{d}{v_0 cos\alpha} = K.T \quad ; (K = 1;2;3;....)$$

$$\Rightarrow \frac{d}{v_0 cos\alpha} = K\frac{2\pi m}{|q|B}$$

$$\Rightarrow \boxed{B = K\frac{2\pi\cos\alpha}{d}\sqrt{\frac{2|q|U}{m}}}\ (T)$$

18. អេឡិចត្រុងមួយ ត្រូវបានគេផ្តល់សំទុះដោយសារផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 300V$ បន្ទាប់មកវាបានផ្លាស់ទីស្របនឹងខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្ត ឃ្លាតពីខ្សែបានចម្ងាយ $a = 0.8cm$។ រកកម្លាំង $\vec{F}$ មានអំពើលើអេឡិចត្រុង ប្រសិនបើខ្សែចម្លងនោះឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 10A$។

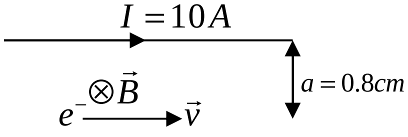
ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $U = 300v; a = 0.8cm = 0.8\times10^{-2}m; I = 10A$

រកកម្លាំង $\vec{F}$ ដែលមានអំពើលើអេឡិចត្រុង

អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ បង្កើតដោយខ្សែចម្លងត្រង់ មានទិស និងទិសដៅដូចរូប

គេបាន៖ $B = 2\times10^{-7}\dfrac{I}{a}$



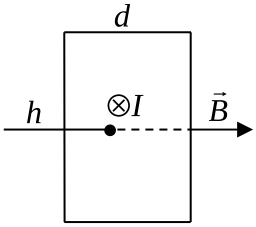
ដោយ $\vec{v} \perp \vec{B}$ ហើយ $v = \sqrt{\dfrac{2|q|U}{m}}$

នាំឲ្យ កម្លាំងឡូរិនមានអំពើលើ e^-

$$F = |q|vB = |q|B\sqrt{\frac{2|q|U}{m}} = \boxed{4.1\times10^{-16}N}$$

19. គេឲ្យផ្ទៃមុខកាត់ខ្សែចម្លងដូចរូបខាងស្តាំដែលមាន I និង $\vec{B}$ មានទិស និងទិសដៅដូចរូប។

ក. គណនាល្បឿនរបស់ e^- ក្នុងខ្សែចម្លង អាំងតង់ស៊ីតេ និងទិសដៅនៃកម្លាំង $\vec{F}$ មានអំពើលើ e^-។



ខ. តើគេត្រូវដាក់ដែនអគ្គិសនី $\vec{E}$ មានអាំងតង់ស៊ីតេ និងទិសដៅដូចម្តេច?ដើម្បីឲ្យវាមានលំនឹងជាមួយអំពើរបស់ដែនម៉ាញេទិច។ ចូរកំនត់ផលសងប៉ូតង់ស្យែលចាំបាច់សម្រាប់ភ្ជាប់នឹងជ្រុងខ្សែចម្លងដើម្បីបង្កើតបាន $\vec{E}$ ដូចខាងលើ? ភ្ជាប់នឹងជ្រុងណា?

គ. ប្រសិនបើគេមិនដាក់ដែនអគ្គិសនីទេ ក្រោមអំពើនៃកម្លាំងម៉ាញេទិច អេឡិចត្រុងនឹងងាកទៅម្ខាង ដែលជាមូលហេតុបង្កើតឲ្យមានដែនអគ្គិសនី $\vec{E_1}$ ក្នុងខ្សែចម្លង។ គណនា E_1 ពេលកម្លាំងម៉ាញេទិចមានលំនឹងជាមួយកម្លាំងអគ្គិសនីដែលបង្កើតដោយ $\vec{F_1}$ មានអំពើលើ e^- ។ គេឲ្យដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងខ្សែចម្លង $n = 1.1\times10^{29}/m^3$; $h = 2cm$; $d = 0.1cm$; $I = 5A$; $B = 2T$ ។

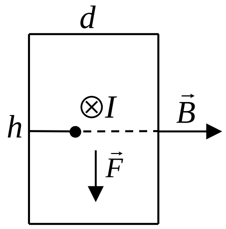
<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $n = 1.1\times10^{29}/m^3; h = 2cm = 0.02m; d = 0.1cm = 10^{-3}m; I = 5A; B = 2T$

ក. គណនាល្បឿនផ្លាស់ទី e^- និងកំណត់ $\vec{F}$ មានអំពើលើ e^-

– តាមនិយមន័យដង់ស៊ីតេចរន្ត

$$i = n|q|v \text{ តែ } i = \frac{I}{S} = \frac{I}{h.d}$$

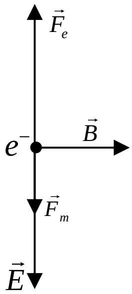


នាំឲ្យ $$v = \frac{I}{n|q|d.h} \cong 1.4\times10^{-4}m/s$$

– កម្លាំងដែលមានអំពើលើ e^- គឺកម្លាំងឡូរិន។ តាមវិធានដៃស្តាំយើងបាន $\vec{F}$ មានទិសដៅចុះក្រោម (ព្រោះ e^- មានបន្ទុកវិជ្ជមាន)

ដោយ $\vec{B} \perp \vec{v}$

នាំឲ្យ $F = |q|vB = 4.5\times10^{-23}N$



<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{F = 4.5\times10^{-23}N}$

ខ. កំណត់ $\vec{E}$ និង U

– ដើម្បីឲ្យ e^- មានលំនឹងលុះត្រាតែ $\vec{E}$ មានទិសដៅចុះក្រោម (ព្រោះ e^- មានបន្ទុកអវិជ្ជមាន)

ដូចនេះ $\vec{F_e} \nearrow\swarrow \vec{E}$

– លក្ខខណ្ឌលំនឹង $F_e = F_m \Leftrightarrow |q|vB = |q|E$

$\Rightarrow E = v.B = 2.8\times10^{-4} V/m$

– ផលសងប៉ូតង់ស្យែលដែលត្រូវភ្ជាប់នឹងជ្រុងខ្សែចម្លង ត្រូវលៃយ៉ាងណាឲ្យជ្រុងខាងលើមានប៉ូតង់ស្យែលខ្ពស់ជាងខាងក្រោម។

ដោយ $\vec{E}$ ជាដែនឯកសណ្ឋាន

ដូចនេះ $\boxed{U = E.h = 5.6\times10^{-6} V}$

គ. គណនា E_1 ដើម្បីឲ្យ e^- មានលំនឹង

– ក្នុងករណីគ្មានដែលអគ្គសនីក្រៅ ក្រោមអំពើនៃកម្លាំងឡូរិន e^- បានងាកចុះក្រោមជាហេតុធ្វើឲ្យជ្រុងខាងក្រោមនៃខ្សែចម្លងលើស e^- នាំឲ្យកើតមានដែនអគ្គសនី $\vec{E}_1$ ផ្ទុងខ្សែចម្លងដែលមានទិសដៅពីលើចុះក្រោម។ ដែនអគ្គសនី E_1 មានអំពើប្រឆាំងនឹងកម្លាំងឡូរិនហើយមានអាំតង់ស៊ីតេលើនឡើតបន្តិចម្តងៗ (ព្រោះចំនួន e^- ផ្លាស់ទីទៅជ្រុងខ្សែចម្លងខាងក្រោមកើនឡើង)។ មួយរយៈពេលខ្លីក្រោយមក ធ្វើឲ្យវាមានលំនឹង មានន័យថាកម្លាំងឡូរិនស្មើនឹងកម្លាំងនៃអំពើរបស់ $\vec{E}_1$ មានអំពើលើ e^-។

គេបាន៖ $E_1 = v.B = 2.8\times10^{-4} V/m$ (ដូចសំនួរ(ខ))

– រវាងជ្រុងខាងលើ និងខាងក្រោមនៃខ្សែចម្លងនឹងកើតមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល

$$U_1 = E_1.h = 5.6\times10^{-6} V$$

– $\vec{E}_1$ មានទិស ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេដូច $\vec{E}$ (សំនួរ(ខ))។

20. របាទង់ដែងមួយរាងចតុកោណកែងមានជ្រុង $a = 0.5mm$ និង $b = 1cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 20A$ ត្រូវបានយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុង $\vec{B}$ កែងនឹងទិសដៅចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់របា $(B = 1T)$។ របាមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល U រវាងផ្ទៃខាងលើនិងផ្ទៃខាងក្រោមដែល $U = 3.1\times10^{-6} V$។ ចូរបកស្រាយបាតុភូតខាងលើ។
គណនាល្បឿននាំបម្លាស់ទីមានទិសដៅរបស់ e^- និងដង់ស៊ីតេ e^- ក្នុងរបាទង់ដែង។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $a = 0.5mm = 5\times10^{-4} m; b = 1cm = 0.01m; I = 20A; U = 3.1\times10^{-6} v$

★ បកស្រាយបាតុភូត (ដូចលំហាត់ទី១៩)

គណនាល្បឿននៃបម្លាស់ទីមានទិសដៅរបស់ e^-

គេបាន៖ $E = v.B \Rightarrow v = \dfrac{E}{B}$ តែ $E = \dfrac{U}{b}$

នាំឲ្យ $v = \dfrac{U}{b.B} = 3.1\times10^{-4} m/s$

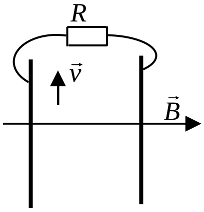
ដង់ស៊ីតេ e^- ក្នុងរបាទង់ដែង

គេបាន ៖ $i = n|q|v = \dfrac{I}{S} = \dfrac{I}{a.b}$

នាំឲ្យ $n = \dfrac{I}{a.bv|q|} \cong 8.1\times10^{28} m^{-3}$

ដូចនេះ $\boxed{v = 3.1\times10^{-4} m/s ; n = 8.1\times10^{28} m^{-3}}$

21. កុងដង់សាទ័រប្លង់មួយ មានអាម៉ាតួពីរដែលមានផ្ទៃ S ចម្ងាយរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរស្មើ d ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងចរន្តនៃផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីកំពុងផ្លាស់ទីដោយល្បឿនថេរ v តាមទិសដៅស្របនឹងអាម៉ាតួទាំងពីរ។ ប្រព័ន្ធខាងលើត្រូវបានគេយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចមានវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុង $\vec{B_1}$ កែងនឹងអាម៉ាតួទាំងពីរ និង $\vec{B} \perp \vec{v}$ ។ រេស៊ីស្តង់ R ត្រូវបានគេយកមកភ្ជាប់នឹងអាម៉ាតួទាំងពីរ។



ក. ហេតុអ្វីបានជាកុងដង់មានមុខងារដូចប្រភពអគ្គិសនី(ជនិតា)ផ្គត់ផ្គង់ចរន្តឲ្យរេស៊ីស្តង់ ? ចូរបកស្រាយ ។

ខ. គណនាអានុភាពស៊ីដោយ R ។ តើអានុភាពមានតម្លៃអតិបរមាពេល R ស្មើប៉ុន្មាន? គណនាអានុភាពអតិបរមានោះ ។

ចម្លើយ

ក. បកស្រាយបាតុភូត (ដូចលំហាត់ទី២០)

– ពេលមានលំនឹង កម្លាំងម៉ាញេទិច និងកម្លាំងអគ្គសនី

$$F_m = F_e \Leftrightarrow |q|vB = |q|E$$

គេបាន៖ $E = v.B$

– ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងអាម៉ាតួទាំងពីរ

នាំឲ្យ $U = E.d = d.v.B$

– រេស៊ីស្តង់នៃឌីអេឡិចទ្រិចចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រ

$$R = \rho\frac{d}{S}$$

ខ. ចរន្តឆ្លងកាត់ R ស្មើ $I = \dfrac{U}{R+R_c}$

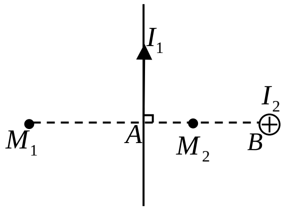
អានុភាពស៊ីដោយ R

$$P = RI^2 = \frac{d^2v^2B^2R}{\left(R+\rho\dfrac{d}{S}\right)^2}$$

នាំឲ្យ $P = P_{max}$ ពេល $R = \rho\dfrac{d}{S}$

គេបាន៖ $P_{max} = \dfrac{dv^2B^2S}{4\rho}$ (W)

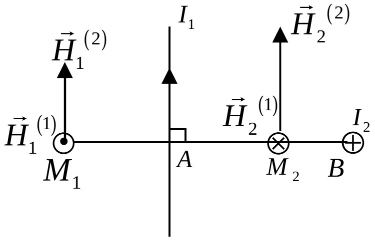
22. ខ្សែចម្លងត្រង់ពីរប្រវែងអនន្ត ស្ថិតនៅក្នុងប្លង់ពីរកែងគ្នាឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី $I_1 = 2A$ និង $I_2 = 3A$ ដែលមានទិស និងទិសដៅដូចរូប។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច $\vec{H}$ ត្រង់ចំណុច M_1 និងចំណុច M_2 ។ គេដឹងថាចម្ងាយរវាងខ្សែទាំងពីរ $AB = 2cm$ ហើយ $AM_1 = AM_2 = 1cm$ ។



<u>**ចម្លើយ**</u>

សម្មតិកម្ម $I_1 = 2A; I_2 = 3A; AB = 2cm = 0.02m; AM_1 = AM_2 = 1cm = 0.01m$

កំណត់វ៉ិចទ័រអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច



(22.1)

តាមសម្មតិកម្ម I_1 ស្ថិតក្នុងប្លង់នៃរូបខាងលើ ចំណែក I_2 កែងនឹងប្លង់នៃរូបខាងលើ។

$M_1;M_2$ ស្ថិតលើ AB កែងខ្សែចម្លងទាំងពីរ។

– ចរន្តនីមួយៗបង្កើតដែនម៉ាញេទិចជុំវិញវា ដែលកំណត់ដូចតទៅ៖

+ *កំណត់ $\vec{H}_1$ ត្រង់ M_1*

ត្រង់ M_1 មានដែនម៉ាញេទិចពីរដែលបង្កើតដោយ I_1 និង I_2 គឺ $\vec{H}_1^{(1)}$; $\vec{H}_2^{(2)}$

យើងបាន $\vec{H}_1^{(1)}$ មាន៖

– ទិសកែងប្លង់នៃរូបខាងលើ

– ទិសដៅតាមវិធានខ្នងឆ្នុក (ទិសដៅទម្លុះភ្នែកអ្នកសង្កេត)

– អាំងតង់ស៊ីតេ $H_1^{(1)} = \dfrac{I_1}{2\pi AM_1} = \dfrac{1}{3.14}\times 10^2\,A/m$

យើងបាន $\vec{H}_1^{(2)}$ មាន៖

– ទិសកែង AB នៃរូបខាងលើ

– ទិសដៅពីក្រោមឡើងលើ

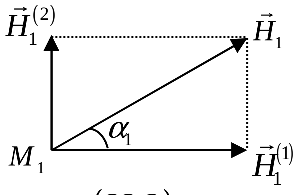
– អាំងតង់ស៊ីតេ $H_1^{(2)} = \dfrac{I_2}{2\pi(BA+AM_1)} = \dfrac{1}{2\pi}\times 10^2\,A/m$

នាំឲ្យ $\vec{H}_1 = \vec{H}_1^{(1)} + \vec{H}_1^{(2)}$

ដោយ $\vec{H}_1^{(1)} \perp \vec{H}_1^{(2)}$

នាំឲ្យ ដែនផ្ចុបត្រង់ M_1 គឺ $\vec{H}_1$ (ដូចរូប 22.2) មាន៖

– ទិសផ្គុំបានមុំ α ជាមួយ $\vec{H}_1^{(1)}$



(22.2)

$$\tan\alpha_1 = \frac{H_1^{(2)}}{H_1^{(1)}} = \frac{I_2}{2\pi(BA+AM_1)}\times\frac{2\pi AM_1}{I_1}$$

$$\tan\alpha_1 = \frac{I_2}{I_1}\times\frac{AM_1}{BA+AM_1} = \frac{1}{2}$$

នាំឲ្យ $\alpha_1 = 26^0 34'$

– ទិសដៅទម្លុះភ្នែកអ្នកសង្កេត(ឬទម្លុះប្លង់នៃរូបខាងលើពីក្រោយមកមុខ)

– អាំងតង់ស៊ីតេ $H_1 = \sqrt{(H_1^{(1)})^2 + (H_1^{(2)})^2} = \boxed{35.6\,A/m}$

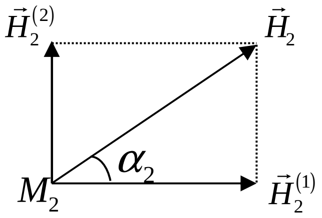
+ កំណត់ $\vec{H}_2$ ត្រង់ M_2

ដោះស្រាយដូចខាងលើយើងបាន៖

$\vec{H}_2^{(1)}$ មាន ទិសនិងទិសដៅដូចរូប 22.1

អាំងតង់ស៊ីតេ $H_2^{(1)} = H_1^{(1)}$

$\vec{H}_2^{(2)}$ មាន ទិស និងទិសដៅដូចរូប 22.1



(22.3)

អាំងតង់ស៊ីតេ $H_2^{(2)} = \dfrac{I_2}{2\pi BM_2} = \dfrac{1.5}{\pi}\times 10^2\,A/m$

នាំឲ្យ ដែនផ្តួបត្រង់ M_2 (ដូចរូប 22.3)

$$\vec{H}_2 = \vec{H}_2^{(1)} + \vec{H}_2^{(2)}$$

– ទិសផ្គុំបានមុំ α_2 ជាមួយ $\vec{H}_2^{(1)}$ ដែល $\tan\alpha_2 = \dfrac{H_2^{(2)}}{H_2^{(1)}} = \dfrac{3}{2}$

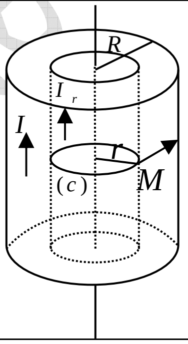
នាំឲ្យ $\alpha_2 = 56^0$

– ទិសដៅទម្លុះប្លង់(រូប ក)តាមទិសទេរ

– អាំងតង់ស៊ីតេ $H_2 = \sqrt{(H_2^{(1)})^2 + (H_2^{(2)})^2} = \boxed{57.4 A/m}$

23. កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុចខាងក្នុង និងខាងក្រៅខ្សែចម្លងរាងស៊ីឡាំងតាន់មានប្រវែងអានន្តឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I ។ គេដឹងថាកាំនៃផ្ទៃមុខកាត់របស់ខ្សែចម្លងស្មើនឹង R ។

($0 < r < R$ និង $r > R$)



ចម្លើយ

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច

ដើម្បីកំណត់ដែនម៉ាញេទិច ដែលបង្កើតដោយខ្សែចម្លងរាងសាមញ្ញ ជាទូទៅគេអនុវត្តន៍ច្បាប់ ***ប៊ីយ៉ូសាវ៉ា-ឡាប្លាស*** (Bioxava Laplace)។ ប៉ុន្តែចំពោះបណ្តាចរន្តមានរាងស្មុគស្មាញសាំញ៉ាំ(ដូចជាបូប៊ីនហ៊ឹមហ៊ុល សូលេណូអ៊ីត.......)គេច្រើនប្រើ ***ច្បាប់អំពែ*** (ចរាចរនៃដែនម៉ាញេទិច ឬច្បាប់ចរន្តទាំងស្រុង)

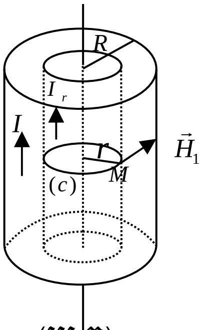
គេបាន៖

$$\oint_{(c)} \vec{H}.\vec{dl} = \sum_{i=1}^{n} I_i \qquad (1)$$

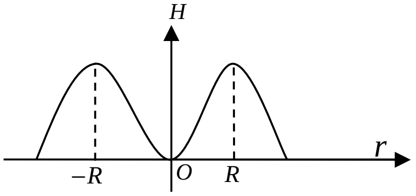
ដែល $\sum_{i=0} I_i$ ផលបូករម្លាំពីជគណិតនៃចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ផ្ទៃខណ្ឌដោយខ្សែកោង (c)

$\vec{dl}$ វ៉ិចទ័របម្លាស់ទី(ធាតុនៃបម្លាស់ទី)លើខ្សែកោង (c)

ករណីលំហាត់នេះ ខ្សែដែនមានរាងជារង្វង់មានអ័ក្សត្រួតស៊ីគ្នាជាមួយអ័ក្សខ្សែចម្លង។



(រូប ក)



(រូប ខ)

យើងជ្រើសរើសខ្សែកោងបិត (c) ដូចរូប ៖

$\Rightarrow \vec{H}$ និង $\vec{dl}$ មានទិសដៅដូចគ្នា

តាម (1) នាំឲ្យ $\oint \vec{H}.\vec{dl} = \oint_{(c)} H.dl = 2\pi r H \qquad (2)$

និង $\sum_{i=1}^{n} I_i = I_r \qquad (3)$

ដែល I_r : អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង មានមុខកាត់ជារង្វង់ (c)

តាមសមីការ (1);(2) និង (3) គេបាន៖ $H = \frac{I_r}{2\pi r}$

+ ករណីចំនុចដែលចង់រកដែន ស្ថិតនៅក្នុងខ្សែចម្លងឆ្លងកាត់ខ្សែមានន័យថា $0 < r < R$

នាំឲ្យ $I_r = \frac{I\pi r^2}{\pi R^2} = \frac{Ir^2}{R^2}$

$$H = \frac{I_r}{2\pi r} = \frac{Ir}{2\pi R^2}$$

ដូចនេះ៖ H សមាមាត្រជាមួយចម្ងាយពីចំនុចដែលចង់រកដែនទៅអ័ក្សខ្សែចម្លង។

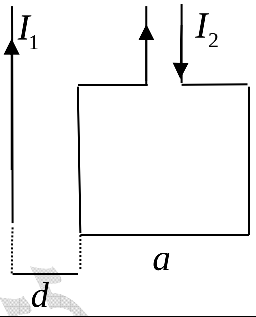
+ ករណីចង់រកដែន ស្ថិតនៅក្រៅខ្សែចម្លងមានន័យថា $r > R$

នាំឲ្យ $I_r = I$

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

ដូចនេះ: ដែនម៉ាញេទិចក្រៅខ្សែចម្លងច្រាសសមាមាត្រជាមួយចម្ងាយពីចំនុចចង់រកដែនទៅអ័ក្សខ្សែចម្លង។ អនុគមន៍ $H_{(r)}$ ត្រូវបានសម្តែងដូចរូប ខ ។

24. ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្ត និងស៊ុមខ្សែរាងការេមានជ្រុង $a = 40cm$ ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងប្លង់តែមួយដូចរូប។ គេដឹងថាពេលរងកម្លាំងស៊ុមខ្សែចម្លងខូចទ្រង់ទ្រាយ ហើយ $I_1 = 10A$ ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងត្រង់ និង $I_2 = 2.5A$ ឆ្លងកាត់ស៊ុមខ្សែចម្លង ហើយ $d = 0.02m$ ។ កំណត់កម្លាំងម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយចរន្តមានអំពើលើស៊ុមខ្សែចម្លង ។



ចម្លើយ

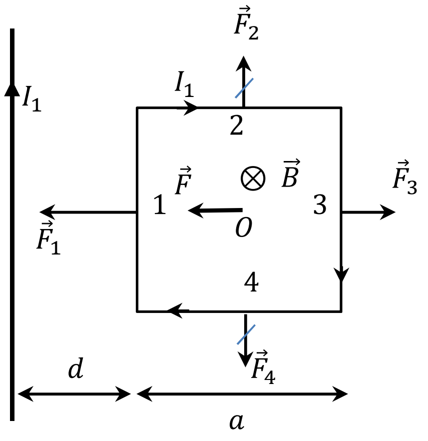
សម្មតិកម្ម $I_1 = 10A; I_2 = 2.5A; d = 0.02m; a = 40cm = 0.4m$

កំណត់កម្លាំងម៉ាញេទិចដែល I_1 មានអំពើលើស៊ុម

– តាង $\vec{F_1}; \vec{F_2}; \vec{F_3}; \vec{F_4}$ ជាកម្លាំងដែលស៊ុមមានអំពើលើជ្រុងនីមួយៗរបស់ស៊ុមខ្សែចម្លង

– តាមវិធានដៃស្តាំ កម្លាំងទាំងបួនមានទិស និងទិសដៅដូចរូប

តាមវិធានផ្លូបកម្លាំង $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} + \vec{F_4}$ (1)



ដោយខ្សែចម្លងត្រង់វែងអនន្ត នាំឲ្យទីតាំងធៀបរវាងជ្រុងទី 2 និង 4 ជាចំណុចពីរដែលឆ្លុះគ្នា

ដូចនេះ កម្លាំងដែល I_1 មានអំពើលើជ្រុង 2 និង 4 មានអាំតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា $(F_2 = F_4)$ ឬ $\vec{F_2} + \vec{F_4} = 0$

ម្យ៉ាងទៀត $\vec{F_1}$ និង $\vec{F_3}$ មានទិសដូចគ្នា ទិសដៅផ្ទុយគ្នា និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ

$$F_1 = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 a}{2\pi d} \qquad (2)$$

$$F_3 = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 a}{2\pi(a+b)} \qquad (3)$$

ដោយ $F_1 > F_3$ នាំឲ្យកម្លាំងផ្លូប $\vec{F}$ មានអំពើលើស៊ុមមានទំនោរទាញស៊ុមឲ្យផ្លាស់ទី (ព្រោះស៊ុមមិនខូចទ្រង់ទ្រាយ) និងមានទិសដៅដូចរូប(ដូច $\vec{F_1}$)

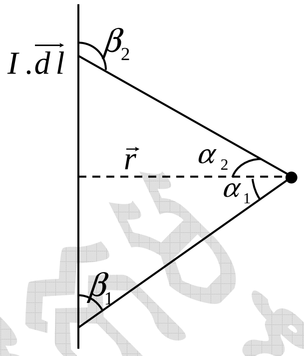
$$F = F_1 - F_3 = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 a}{2\pi}\left(\frac{1}{d} - \frac{1}{a+d}\right)$$

$$F = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 a^2}{2\pi d(a+d)} = 95 \times 10^{-5} N$$

ដូចនេះ $\boxed{F=95\times10^{-5}N}$

25. គណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចនៃខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្តត្រង់ចំនុចមានចម្ងាយ $2cm$ ពីចរន្តអគ្គិសនី។ គេឲ្យអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត $I=5A$។

ចម្លើយ



សម្មតិកម្ម $I=5A$

គណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច (H)

តាមទ្រឹស្តីបទ **Bioxava Laplace** គេបាន៖

$$d\vec{B}=\frac{\mu\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I\vec{dl}\wedge\vec{r}}{r^3}$$

– ត្រង់ចំនុចមួយមានចម្ងាយ R ពីខ្សែចម្លង

$$dB=\frac{\mu\mu_0 I}{4\pi}\cdot\frac{dl}{r^2}\sin(\vec{dl},\vec{r})$$

$$dB=\frac{\mu\mu_0 I}{4\pi}\cdot\frac{R.dl}{(l^2+R^2)^{\frac{3}{2}}} \quad \text{តាង } \tan\alpha=\frac{1}{R}$$

$$dB=\frac{\mu\mu_0 I}{4\pi}\cdot\frac{R.d(R\tan\alpha)}{R^3(1+\tan^2\alpha)^{\frac{3}{2}}}=\frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R}\cos\alpha d\alpha$$

ដោយធាតុនៃខ្សែចម្លងបង្កើតដែនមានទិស និងទិសដៅដូចគ្នាត្រង់ទីតាំងកំពុងសិក្សា នាំឲ្យ៖

$$B=\int dB=\frac{\mu\mu_0 I}{4\pi r}(\sin\alpha_2-sin\alpha_1) \text{ ព្រោះ៖ } \int\cos\alpha d\alpha=\sin\alpha$$

ហើយ $\alpha_1;\alpha_2;\beta_1;\beta_2$ ដូចរូបខាងលើ

ឬ គេបាន៖ $B=\frac{\mu\mu_0 I}{4\pi r}(\cos\beta_1-\cos\beta_2)$

\+ ករណីខ្សែចម្លងវែងអនន្ត

$$\Rightarrow\begin{cases}\alpha_2=-\alpha_1=90^0\\ \beta_1=0;\beta_2=180^0\end{cases}$$

នាំឲ្យ $B=\frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r}$

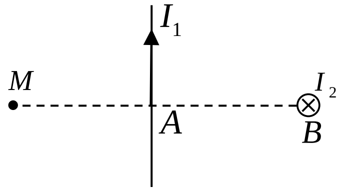
$$H=\frac{B}{\mu\mu_0}=\frac{I}{2\pi r}$$

\+ *ឬយើងអាចគណនាតាមរូបមន្ត* $H=\frac{I}{2\pi r}=\frac{5}{2\pi2\times10^{-2}}=39.8A/m$

ដូចនេះ $\boxed{H=39.8A/m}$

26. ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្តពីរ មានអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ $I_1 = I_2 = 5A$ ត្រូវបានគេដាក់កែងគ្នាដែលមានចម្ងាយពីគ្នា $AB = 2cm$ មានទិស និងទិសដៅដូចរូប។

ចូរកំណត់វ៉ិចទ័រអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច M ស្ថិតក្នុងប្លង់នៃចរន្ត I_1 និងកែងនឹង I_2 ដែល $AM = 1cm$ ។



ចម្លើយ

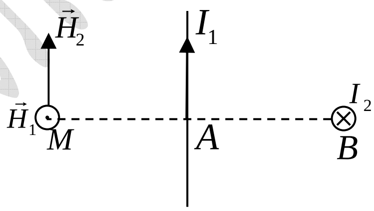
សម្មតិកម្ម $AB = 2cm = 0.02m; I_1 = I_2 = 5A; AM = 1cm = 0.01m$

កំណត់វ៉ិចទ័រអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច

\+ ត្រង់ M មានដែនម៉ាញេទិចពីរ $\vec{H}_1$ និង $\vec{H}_2$ ដែលបង្កើតដោយ I_1 និង I_2

– $\vec{H}_1$ មានទិស និងទិសដៅដូចរូប

$$\Rightarrow H_1 = \frac{I_1}{2\pi MA} = \frac{5}{2\pi\times10^{-2}} \approx 79.6A/m$$



– $\vec{H}_2$ មានទិស និងទិសដៅដូចរូប

$$\Rightarrow H_2 = \frac{I_2}{2\pi MB} = \frac{5}{2\pi\times3\times10^{-2}} \approx 26.5A/m$$

ព្រោះ $(MB = MA + AB = 3\times10^{-2}m)$

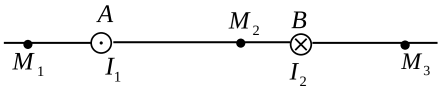
ដោយ $\vec{H}_1 \perp \vec{H}_2$

នាំឲ្យ $H = \sqrt{H_1^2 + H_2^2} \approx 84A/m$

ហើយ $\vec{H}$ មានទិសដៅចាក់ទម្លុះប្លង់នៃរូបខាងលើ ហើយផ្គុំបានមុំ α ជាមួយ $\vec{H}_1$

$$\tan\alpha = \frac{H_2}{H_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha \approx 18.43^0$$

27. គេដាក់ខ្សែចម្លងត្រង់ពីរស្របគ្នា មានទិសដៅផ្ទុយគ្នាស្ថិតនៅចម្ងាយ $AB = 10cm$ ពីគ្នា។ ខ្សែចម្លងទាំងពីរឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1 = 20A$ និង $I_2 = 30A$ ។



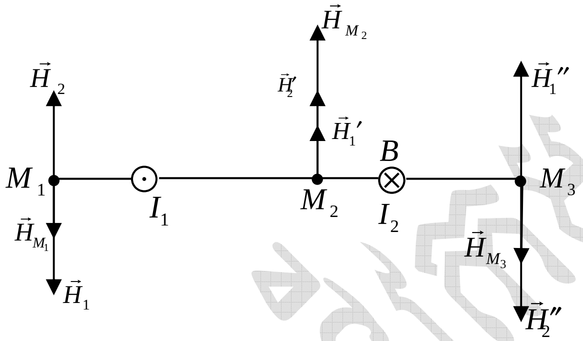
កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេវ៉ិចទ័រដែនម៉ាញេទិចផ្ចួបត្រង់ $M_1; M_2$; M_3 បើគេដឹងថា $M_1A = 2cm$; $AM_2 = 4cm$ និង $BM_3 = 3cm$ ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I_1 = 20A; I_2 = 30A; AB = 10cm = 0.1m; M_1A = 2cm = 0.02m$

$$AM_2 = 4cm = 0.04m; BM_3 = 3cm = 0.03m$$

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេវ៉ិចទ័រដែនម៉ាញេទិចផ្គួបត្រង់ $M_1; M_2; M_3$



តាមវិធានដៃស្តាំយើងបាន $I_1; I_2$ បានបង្កើតត្រង់ចំណុច $M_1; M_2; M_3$ នូវដែនម៉ាញេទិច $\vec{H}_1; \vec{H}_2; \vec{H}_1'; \vec{H}_2'$ និង $\vec{H}_1''; \vec{H}_2''$ ដែលមានទិស ទិសដៅដូចរូបខាងលើ។

\+ ត្រង់ M_1 (តាមរូប)យើងបាន៖

$$H_{M_1} = H_1 - H_2 = \frac{I_1}{2\pi AM_1} - \frac{I_2}{2\pi BM_1} \approx 120A/m$$ ($\vec{H}_{M_1}$ មានទិសដៅដូចរូប)

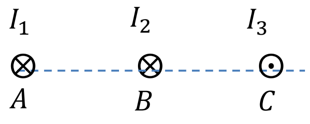
\+ ត្រង់ M_2 យើងបាន៖

$$H_{M_2} = H_1' + H_2' = \frac{I_1}{2\pi AM_2} + \frac{I_2}{2\pi BM_2} \approx 160A/m$$ ($\vec{H}_{M_2}$ មានទិសដៅដូចរូប)

\+ ត្រង់ M_3 យើងបាន ៖

$$H_{M_3} = H_1'' - H_2'' = \frac{I_2}{2\pi AM_3} - \frac{I_1}{2\pi BM_3} \approx 135A/m$$ ($\vec{H}_{M_3}$ មានទិសដៅដូចរូប)

28. គេដាក់ខ្សែចម្លងត្រង់បីស្របគ្នា ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1 = I_2 = I$ និង $I_3 = 2I$ ។ ដោយដឹងថា $AB = BC = 5cm$ ។ ចូររកទីតាំងនៅចន្លោះ AC ដែលត្រង់នោះអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចផ្គួបស្មើសូន្យ។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I_1 = I_2 = I; I_3 = 2I; AB = BC = 5cm$

រកទីតាំងដែលដែនម៉ាញេទិចផ្ចួបស្មើសូន្យ

– តាង M ជាចំនុចលើ AC ដែលដែន $\vec{H}_M = 0$

– តាង $\vec{H}_1; \vec{H}_2; \vec{H}_3$ ជាដែនបង្កើតត្រង់ចំនុច M ដោយ $I_1; I_2; I_3$

យើងឃើញថានៅលើ BC នាំឲ្យ $\vec{H}_1; \vec{H}_2; \vec{H}_3$ មានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា

ដូចនេះដែនផ្ចួបខុសពីសូន្យ នាំឲ្យចំនុចដែលមានដែនផ្ចួបស្មើសូន្យនៅចន្លោះ AB (ព្រោះយើងសិក្សាត្រឹមតែ M នៅលើ AC)

តាង $AM = x$ នាំឲ្យ $\begin{cases} BM = AB - x = l_1 - x \\ CM = AC - x = l_2 - x \end{cases}$

តាមរូបយើងបាន ៖ $\vec{H}_2 \nearrow\swarrow (\vec{H}_1; \vec{H}_2)$

នាំឲ្យ $H = H_1 + H_3 - H_2 = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{I}{2\pi x} - \frac{I}{2\pi(l_1 - x)} + \frac{2I}{2\pi(l_2 - x)} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{I}{x} - \frac{I}{l_1 - x} + \frac{2I}{l_2 - x} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{x} - \frac{1}{5 - x} + \frac{2}{10 - x} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{(x^2 - 15x + 50) - (10x - x) + 2(5x - x^2)}{x(x - s)(x - 10)} = 0$$

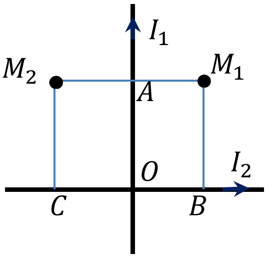
$$\Rightarrow -15x + 50 = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{50}{15} \cong 3.3cm$$

ដូចនេះ M ស្ថិតលើ AB ចម្ងាយ $3.3cm$ ពី A ។

29. គេដាក់ខ្សែចម្លងពីរកែងគ្នាក្នុងប្លង់តែមួយដូចរូប។ បើគេដឹងថា $I_1 = 2A$; $I_2 = 3A$ និង $AM_1 = AM_2 = 1cm$ ហើយ $BM_1 = BM_2 = 2cm$ ។

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចផ្ចួបត្រង់ M_1 និង M_2 ។

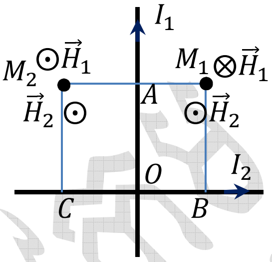


ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I_1 = 2A; I_2 = 3A; AM_1 = AM_2 = 1cm; BM_1 = BM_2 = 2cm$

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉េញេទិចផ្ចួបត្រង់ M_1 និង M_2

ចរន្ត I_1 និង I_2 បង្កើតត្រង់ M_1 និង M_2 នូវដែនម៉ាញេទិច $\vec{H}_1$ និង $\vec{H}_2$ ដែលមានទិសកែងនឹងប្លង់នៃរូបខាងលើ ហើយមានទិសដៅដូចរូប



★ ត្រង់ M_1

នាំឲ្យ $(\vec{H}_1 \nearrow\swarrow \vec{H}_2)$

$$H_{M_1} = \frac{I_1}{2\pi AM_1} - \frac{I_2}{2\pi BM_1}$$

$$H_{M_1} = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{2}{0.01} - \frac{3}{0.02}\right) \approx 8A/m$$

ដោយ $H_1 > H_2$ នាំឲ្យ $\vec{H}_{M_1}$ មានទិសដៅដូច $\vec{H}_1$

★ត្រង់ M_2

នាំឲ្យ $\vec{H}_1 \nearrow\nearrow \vec{H}_2$

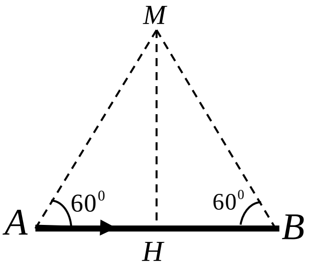
$$H_{M_2} = H_1 + H_2 = \frac{I_1}{2\pi AM_2} + \frac{I_2}{2\pi CM_2}$$

$$H_{M_2} = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{2}{0.01} + \frac{3}{0.02}\right) \approx 56A/m$$

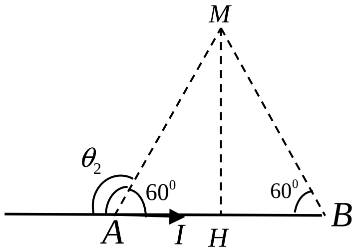
ហើយ $\vec{H}_{M_2}$ មានទិសកែងប្លង់នៃរូបខាងលើ និងមានទិសដៅទំលុះភ្នែកអ្នកសង្កេត។

30. ខ្សែចម្លង AB ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 20A$ ហើយចំណុច M ស្ថិតនៅលើជាមេដ្យានទ័រនៃ $[AB]$ នៅចម្ងាយ $5cm$ ពីអង្កត់ AB ហើយមាន $\widehat{MAB} = \widehat{MBA} = 60^0$ (ដូចរូប)។

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច ដែលបង្កើតដោយកំណាត់ខ្សែចម្លង AB នៅត្រង់ចំនុច M ។



ចម្លើយ



សម្មតិកម្ម $I = 20A; \widehat{MAB} = \widehat{MBA} = 60^0$

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច

យើងមាន $\alpha = (\overrightarrow{AB};\overrightarrow{AM}) = (\overrightarrow{BA};\overrightarrow{BM}) = 60^0$

តាមរូបមន្ត គណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយកំណាត់ខ្សែចំលងប្រវែងកំណត់៖

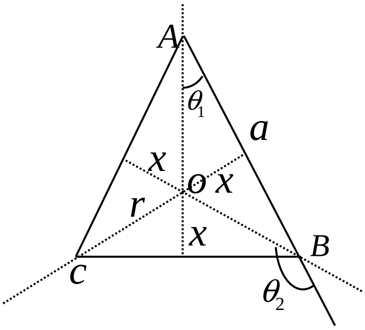
រូបមន្ត ៖ $H = \dfrac{I}{2\pi r}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$ ព្រោះ $\theta_1 = \alpha = 60^0$; $\theta_2 = 180^0 - \alpha = 120^0$

$$\Rightarrow H = \frac{20}{4\pi \times 5 \times 10^{-2}}(\cos 60^0 - \cos 120^0) \approx 31.8A/m$$

ដូចនេះ: $\boxed{H = 31.8A/m}$

31. ខ្សែចម្លងមួយត្រូវបានគេយកមកកាត់ជារាងត្រីកោណសម័ង្សដែលមានវិមាត្រ $a = 50cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 3.14A$។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិត O នៃត្រីកោណ។

ចម្លើយ



សម្មតិកម្ម $a = 50cm = 50\times10^{-2}m$; $I = 3.14A$

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិត O នៃត្រីកោណ

យើងឃើញថាជ្រុងនីមួយៗបង្កើតត្រង់ផ្ចិត O នូវដែនម៉ាញេទិច

ដែលមានទិស ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេស្មើៗគ្នា។

តាង x ជាចម្ងាយពីផ្ចិតទៅជ្រុងនីមួយៗ

យើងបាន ៖ $x = \dfrac{1}{3}\cdot\dfrac{a\sqrt{3}}{2} = \dfrac{a\sqrt{3}}{6}$

និង $\cos\theta_1 = -\cos\theta_2 = \dfrac{a}{2r}$

នាំឲ្យ $\cos\theta_1 = \cos\theta_2 = \dfrac{a}{2\sqrt{x^2 + \dfrac{a^2}{4}}} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$

នាំឲ្យ $\vec{H} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2 + \vec{H}_3 = 3\vec{H}_1$

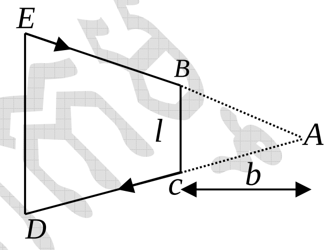
$H = 3H_1$ តែ $H_1 = \dfrac{I}{4\pi x}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \dfrac{3.14}{4\pi\dfrac{0.5\sqrt{3}}{2}}\left(\dfrac{\sqrt{3}}{2} - (-\dfrac{\sqrt{3}}{2})\right)$

នាំឲ្យ $H_1 \cong 3A/m$

$H = 3\times 3 = 9A/m$

ដូចនេះ $\boxed{H = 9A/m}$

32. ខ្សែចម្លងមួយ ត្រូវបានគេយកមកកាត់ជារាងចតុកោណព្នាយសមបាត ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 6.28A$ ។ គេឲ្យផលធៀបបាតទាំងពីរ(បាតតូច និងបាតធំ) របស់ចតុកោណស្មើ 2 ហើយ $l = 20cm$ និង $b = 5cm$ ។
រកអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ចំនុច A ។



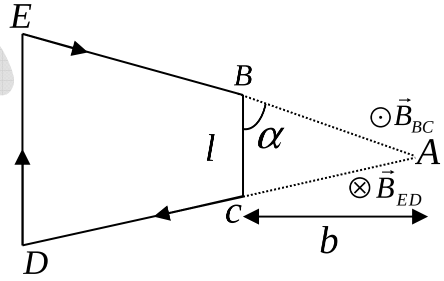
ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I = 6.28A; l = 20cm = 20\times10^{-2}m; b = 5cm = 5\times10^{-2}m$

គណនាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ចំនុច A

តាម Bioxava Laplace ៖

$$\overrightarrow{dB} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I\overrightarrow{dl}\wedge\vec{r}}{r^3}$$



យើងឃើញថាចរន្តអគ្គិសនីមិនបង្កើតដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំនុចដែលនៅលើអ័ក្សរបស់វា

($dB = 0$ ព្រោះ $\overrightarrow{dl}\wedge\vec{r} = 0$)

នាំឲ្យ ជ្រុង CD និង ED មិនបង្កើតដែនម៉េញេទិចដែលមានទិសកែងប្លង់រូបនិងមានទិសដៅផ្ទុយគ្នាដូចរូបខាងលើ។

$\Rightarrow \vec{B}_A = \vec{B}_{ED} + \vec{B}_{BC}$

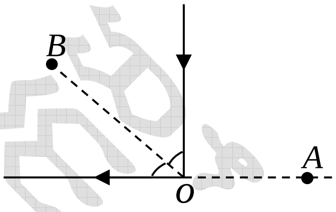
$\Rightarrow B_A = B_{BC} - B_{ED}$

នាំឲ្យ $B_A = \dfrac{\mu\mu_0 I}{4\pi b}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2) - \dfrac{\mu\mu_0 I}{4\pi 2b}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

$$B_A = \frac{2I\cos\alpha\mu\mu_0}{4\pi 2b} = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi b}\cdot\frac{l/2}{\sqrt{\frac{l^2}{4}+b^2}} \cong 2.24\times10^{-6}T$$

ដូចនេះ: $\boxed{B_A = 2.24\times10^{-6}T}$

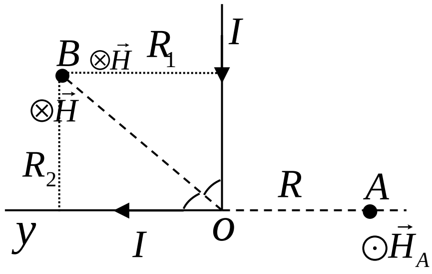
33. ខ្សែចម្លងមួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 20A$ ត្រូវបានគេយកមកកាត់ជាមុំកែង ដូចរូបខាងស្តាំ។
ក. រកអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ A ស្ថិតលើបន្លាយជ្រុងមួយនៃមុំកែង និងមានចម្ងាយ $OA = 2cm$ ពីកំពូលមុំកែង។
ខ. រកអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ B ស្ថិតលើកន្លះបន្ទាត់ពុះមុំកែង និងមានចម្ងាយ $OB = 10cm$ ពីកំពូលមុំកែង។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I = 20A; OA = 2cm = 2\times10^{-2}m; OB = 10cm = 0.1m$

ក. រកអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់



ដោយចរន្តអគ្គិសនីមិនបង្កើតដែនត្រង់អ័ក្សរបស់វា (ទ្រឹស្តីបទ Bioxava Laplace)

ដូចនេះ ដែនដែល oy បង្កើតត្រង់ A ស្មើសូន្យ

ត្រង់ A មានតែដែនបង្កើតដោយកំណាត់ខ្សែ ox

$$H_A = \frac{I}{4\pi R}(\cos0-\cos\frac{\pi}{2}) = \frac{20}{4\pi\times2\times10^{-2}}(1-0) \approx 79.8A/m$$

ដូចនេះ: $\vec{H}_A$ មានទិសដៅដូចរូប និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ $H_A = 79.8A/m$ ។

ខ. កំណត់ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ B

ដែនដែលបង្កើតដោយខ្សែចម្លងទាំងពីរផ្នែកត្រង់ B មានទិស និងទិសដៅដូចគ្នាដូចរូប

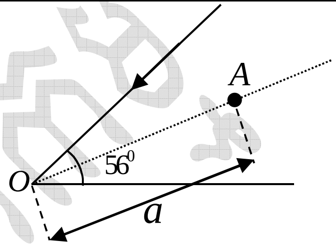
$$H_B = \frac{I}{4\pi R_1}(\cos0-\cos\frac{3\pi}{4}) + \frac{I}{4\pi R_2}(\cos\frac{\pi}{4}-\cos\pi)$$

ដោយ $R_1 = OB\cos 45^0 = R_2 = 0.1\dfrac{\sqrt{2}}{2}$

$$\Rightarrow H_B = \frac{20}{4\pi\times 0.1\frac{\sqrt{2}}{2}}\left(1+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)+\frac{20}{4\pi\times 0.1\frac{\sqrt{2}}{2}}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}+1\right)$$

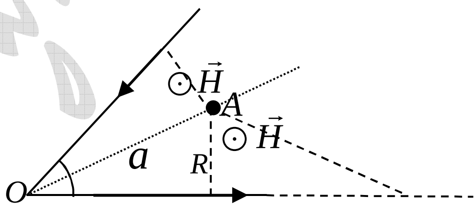
នាំឲ្យ $H_B \approx 77.3A/m$ ហើយមានទិសដៅទម្លុះប្លង់ពីលើចុះក្រោម ដូចរូបខាងលើ។

34. ខ្សែចម្លងមួយ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 30A$ ត្រូវបានគេយកមកកាត់ជាមុំស្រួច 56^0 ។
កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំនុច A ស្ថិតនៅកន្លះបន្ទាត់ពុះមុំដែលមានចម្ងាយ $a = 5cm$ ពីកំពូលមុំស្រួច(ដូចរូប)។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I = 30A; a = 5cm = 5\times 10^{-2}m$



ដែនម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយកំណាត់ខ្សែចម្លងទាំងពីរ មានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា មានន័យថា កែងនឹងប្លង់នៃរូបខាងលើ។

តាមរូបមន្តដែនម៉េញេទិចបង្កើតដោយខ្សែចម្លងត្រង់មានប្រវែងកំណត់

$$H_A = \frac{I}{4\pi R}(\cos 0 - \cos 152^0) + \frac{I}{4\pi R}(\cos 28^0 - \cos 180^0)$$

$$= \frac{I(1+\cos 28^0)}{2\pi a\sin 28^0} \approx 3.8\times 10^2 A/m$$

ដូចនេះ $\boxed{H_A = 3.8\times 10^2 A/m}$

35. គេឲ្យចរន្តអគ្គិសនីមានអាំងតង់ស៊ីតេ I ឆ្លងកាត់ដោយខ្សែចម្លង ដែលត្រូវបានគេកាច់ជារាងពហុកោណនិយ័ត (មាន n ជ្រុង) ចារឹកក្នុងរង្វង់ដែលមានកាំ R ។
កំណត់អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $(\vec{B}_o)$ ត្រង់ផ្ចិតនៃពហុកោណ។ (ផ្អែកលើលទ្ធផលដែលទទួលបាន យកមកសិក្សាក្នុងករណី $n \to \infty$)។

ចម្លើយ

កំណត់អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $(\vec{B_0})$ ត្រង់ផ្ចិតនៃពហុកោណ

តាង H_0 ជាដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយជ្រុងនីមួយៗ ត្រង់ផ្ចិតពហុកោណដែលបង្កើតដោយចរន្ត I នៃជ្រុងនីមួយៗ។

ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈឆ្លុះយើងបាន៖ $H = n.H_0$ (n ជាចំនួនជ្រុងពហុកោណនិយ័ត)

តាមរូបមន្តដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយខ្សែចម្លងត្រង់មានប្រវែងកំណត់៖

$$H_0 = \frac{I}{4a\pi}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

ដែល a ជាប្រវែងជ្រុងពហុកោណនិយ័ត

យើងបាន៖ $a = R\cos\frac{\pi}{n}$

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n}$$

$$\theta_2 = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{n}$$

នាំឲ្យ $$H_0 = \frac{I}{4\pi R\cos\frac{\pi}{n}}(2\sin\frac{\pi}{n})$$

$$H_0 = \frac{1}{2\pi R}\tan\frac{\pi}{n}$$

នាំឲ្យ $$B = \mu\mu_0 H = \frac{\mu\mu_0 nI}{2\pi R}\tan\frac{\pi}{n}$$

ពេលដែល $n \to \infty$

យើងបាន ៖ $$B = \lim_{\frac{\pi}{n}\to 0}\frac{\mu\mu_0 I}{2R}\frac{\tan\pi/n}{\pi/n} = \boxed{\frac{\mu\mu_0 I}{2R}}$$

គឺស្មើនឹងអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយចរន្តរង្វង់មានកាំ R បង្កើតត្រង់ផ្ចិតខ្សែចម្លង។

36. ខ្សែចម្លងមួយរាងជារង្វង់កាំ $R=10cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I=1A$ ។ កំណត់អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B ត្រង់ ៖

ក. ត្រង់ផ្ចិតនៃរង្វង់ខ្សែ O

ខ. ត្រង់ចំនុចមួយស្ថិតលើអ័ក្សកាត់តាមផ្ចិតខ្សែចម្ងាយ $h=10cm$ ពីផ្ចិត O ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I=1A; R=10cm=0.1m; h=10cm=0.1m$

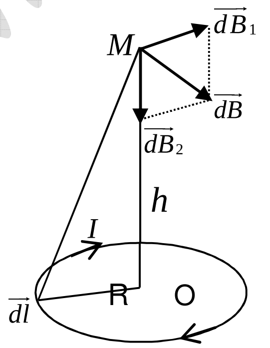
ក. ត្រង់ផ្ចិតនៃរង្វង់ខ្សែ O

តាមរូបមន្ត៖ $B=\dfrac{\mu_0 I}{2R}=\dfrac{4\pi\times10^{-7}\times1}{2\times0.1}=\boxed{62.8\times10^{-7}T}$

ខ. ត្រង់ចំនុចមួយស្ថិតលើអ័ក្សកាត់តាមផ្ចិតខ្សែចម្ងាយ $h=10cm$ ពីផ្ចិត O

– ចែករង្វង់ខ្សែចម្លងជាផ្នែកតូចៗ $d\vec{l}$ ។ ធាតុខ្សែ $d\vec{l}$ បង្កើតត្រង់ចំនុច M នូវអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $d\vec{B}$ ដែលអាចបំបែកជាពីរគឺអាំងឌុចស្យុងផ្គុំកែងនឹងអ័ក្សខ្សែចម្លង $d\vec{B}_1$ និងអាំងឌុចស្យុងផ្គុំស្របអ័ក្សខ្សែចម្លង $d\vec{B}_2$ ។

– ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈឆ្លុះនៃរង្វង់ខ្សែចម្លង នាំឲ្យផលបូកអាំងឌុចស្យុងផ្គុំកែងនឹងអ័ក្សខ្សែចម្លងទាំងអស់ស្មើសូន្យ។



យើងបាន៖ $B=\int dB_2=\int dB\cos\alpha$ ដោយ $\cos\alpha=\dfrac{R}{r}$

$$=\int\frac{\mu\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{Idl}{r^2}\cdot\frac{R}{r}=\frac{\mu\mu_0 IR}{4\pi r^3}\int dl$$

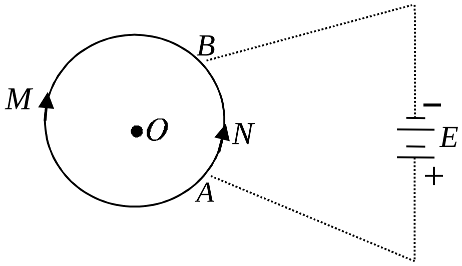
នាំឲ្យ $B=\dfrac{\mu\mu_0 IR}{4\pi(R^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot2\pi R=\dfrac{\mu\mu_0 IR^2}{2(R^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}$

ខ. ត្រង់ចំនុចមួយស្ថិតលើអ័ក្សកាត់តាមផ្ចិតខ្សែ

យើងបាន៖ $B_M=\dfrac{\mu\mu_0 IR^2}{2(R^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}\approx2.3\times10^{-6}T$

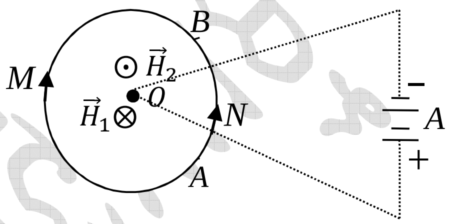
ដូចនេះ៖ $\boxed{B_M=2.3\times10^{-6}T}$

37. គេយកខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់បិទជិត មកភ្ជាប់នឹងជនិតាត្រង់ពីរចំនុច A និង B ដូចរូប។ គេដឹងថាទិសនៃបន្លាយរបស់ខ្សែភ្ជាប់រង្វង់ខ្សែ និងជនិតាកាត់តាមផ្ចិត O ហើយសន្មត់ថាខ្សែនោះមានប្រវែងអនន្ត។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិត O នៃរង្វង់ខ្សែចម្លង។



<u>ចម្លើយ</u>

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិត O



តាមទ្រឹស្តីបទ Bioxava- Laplace

$$H = \frac{Il}{2\pi r^2}$$

– r កាំរង្វង់
– l ប្រវែងធ្នូ
– I អាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត

ដោយខ្សែភ្ជាប់ជនិតាមានអ័ក្សកាត់ផ្ចិត នាំឲ្យដែនផ្លូបដែលបង្កើតដោយខ្សែភ្ជាប់ជនិតានៅត្រង់ផ្ចិត O ស្មើសូន្យ។

តាង H_1 និង H_2 ជាដែនម៉េញេទិចបង្កើតដោយធ្នូ $\overset{\frown}{AMB}$ និង $\overset{\frown}{ANB}$ ត្រង់ផ្ចិត O

ហើយ $\vec{H}_1 \nearrow\swarrow \vec{H}_2$

នាំឲ្យ $H = H_1 - H_2 = \frac{I_1 l_1}{2\pi r^2} - \frac{I_2 l_2}{2\pi r^2}$

$$= \frac{l_1}{2\pi r^2}\cdot\frac{U}{R_1} - \frac{l_2}{2\pi r^2}\cdot\frac{U}{R_2}$$

$$= \frac{Ul_1}{2\pi r^2\left(\rho\frac{l_1}{S}\right)} - \frac{Ul_2}{2\pi r^2\left(\rho\frac{l_2}{S}\right)}$$

$$= \frac{US}{2\pi\rho r^2} - \frac{US}{2\pi\rho r^2} = 0$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{H = 0}$

– $I_1 ; I_2$ ចរន្តឆ្លងកាត់ធ្នូ $\overset{\frown}{AMB}$ និង $\overset{\frown}{ANB}$
– $l_1 ; l_2$ ប្រវែងធ្នូ $\overset{\frown}{AMB}$ និង $\overset{\frown}{ANB}$

- $R_1 ; R_2$ រេស៊ីស្តង់ខ្សែ AMB និង ANB
- r កាំរង្វង់ខ្សែ
- ρ រេស៊ីស្ទីវីតេខ្សែចម្លង
- S ផ្ទៃមុខកាត់
- U ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាង A និង B ។

38. គេដឹងថាដែនម៉ាញេទិច ត្រង់ផ្ចិតខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់មួយមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើ H ។ កាលណាគេភ្ជាប់ចុងខ្សែចម្លងទាំងពីរទៅប្រភពតង់ស្យុងដែលមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល U ។ បើកាំរង្វង់ខ្សែកើនឡើង 2 ដង ប៉ុន្តែគេចង់រក្សាដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតនៃរង្វង់ខ្សែមានអាំងតង់ស៊ីតេ H ដដែល តើផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃខ្សែចម្លងប្រែប្រួលដូចម្តេច?

ចម្លើយ

រកបម្រែបម្រួលផលសងប៉ូងតង់ស្យែល

តាមទ្រឹស្តីបទ Bioxava-Laplace

$$H=\frac{I}{2r} \text{ ដោយ } I=\frac{U}{R} \; ; R=\rho\frac{l}{S}$$

នាំឲ្យ $$H=\frac{1}{2r}\cdot\frac{U}{\rho\frac{l}{S}}=\frac{US}{2r\rho l} \text{ តែ } l=2\pi r$$

នោះ $$H=\frac{US}{4\pi\rho r^2} \quad (1)$$

តាង H' ជាដែនម៉េញេទិចពេលកាំរង្វង់ខ្សែកើនឡើងពីរដង

នាំឲ្យ $r'=2r$

គេបាន៖ $$H'=\frac{U'S}{4\pi\rho(2r)^2} \quad (2)$$

យក (1) ចែកនឹង (2) គេបាន៖ $\frac{H}{H'}=\frac{Ur'^2}{U'r^2}=\frac{U4r^2}{U'r^2}=\frac{4U}{U'}$

នាំឲ្យ $$\frac{H}{H'}=\frac{4U}{U'}\Rightarrow U'=4U$$

ដូចនេះ: ករណី r កើនពីរដង តែចង់រក្សា H ឲ្យនៅដដែល លុះត្រាតែផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃខ្សែចម្លងកើន 4 ដង។

39. ខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់ពីរមានផ្ចិតរួម ត្រូវបានគេយកមកដាក់កែងគ្នា។ គេដឹងថារង្វង់នីមួយៗមានកាំ $R = 2cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1 = I_2 = 5A$។
កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតនៃខ្សែចម្លងទាំងពីរ។

<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $R = 2cm = 2\times10^{-2}$; $I_1 = I_2 = 5A$

គណនាដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតខ្សែចម្លង

ដោយចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងទាំងពីរមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា

នាំឲ្យដែនម៉េញេទិចដែលបង្កើតដោយខ្សែចម្លងស្មើគ្នា (រង្វង់ឯកលក្ខណ៍)

$$H_1 = H_2 = \frac{I}{2R} = 125A/m$$

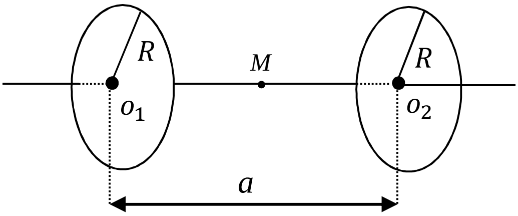
ដោយ $\vec{H}_1 \perp \vec{H}_2$

នាំឲ្យ $\vec{H} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2$

$$H = \sqrt{H_1^2 + H_2^2} = 125\sqrt{2} \approx 177A/m$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{H = 177A/m}$

40. ខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់ពីរឯកលក្ខណ៍មានកាំ $r_0 = 10cm$ ត្រូវបានដាក់ស្របគ្នាលៃយ៉ាងណាឲ្យអ័ក្សវាត្រួតស៊ីគ្នា ហើយប្លង់រង្វង់ខ្សែទាំងពីរមានចម្ងាយ $a = 10cm$ ពីគ្នា។ កំណត់អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតរង្វង់ខ្សែចម្លងនីមួយៗ និងត្រង់ចំនុចកណ្តាលនៃអង្កត់ដែលតភ្ជាប់ផ្ចិតទាំងពីរក្នុងករណី៖



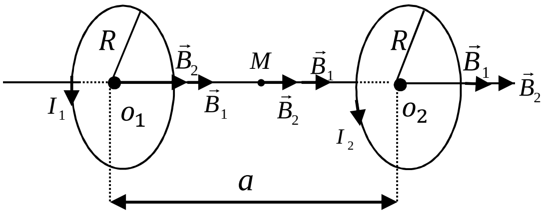
ក. ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែទាំងពីរមានទិសដៅដូចគ្នា និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា។
ខ. ចរន្តមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា តែទិសដៅផ្ទុយគ្នា។

<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $r_0 = 10cm = 0.1m$; $a = 10cm = 0.1m$

កំណត់ $\vec{B}$ ត្រង់ផ្ចិតខ្សែចម្លងនីមួយៗ និងត្រង់ចំនុចកណ្តាល o_1o_2 ករណី៖

ក. $I_1;I_2$ មានទិសដៅដូចគ្នាហើយ $I_1=I_2$



តាមរូបមន្ត ៖ $B=\frac{\mu\mu_0 IR^2}{2(R^2+h^2)^2}$

ដោយ $I_1=I_2$, I_1 មានទិសដៅដូច I_2

យើងបាន ៖ $B=B_1+B_2$

+ ត្រង់ផ្ចិតរង្វង់ O_1 $(h_1=0\ ;\ h_2=a)$ និងផ្ចិត O_2 $(h_1=a\ ;\ h_2=0)$

គេបាន៖ $B_{01}=B_{02}=\frac{\mu\mu_0 I}{2}\left(\frac{1}{R}+\frac{R^2}{(R^2+a^2)^{\frac{3}{2}}}\right)\approx \boxed{2.1\times10^{-5}T}$

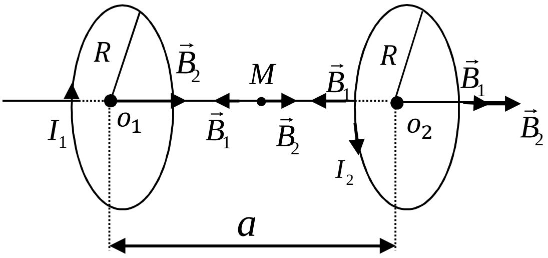
ដូចនេះ ត្រង់ផ្ចិតរង្វង់នីមួយៗ មានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $B_{01}=B_{02}=2.1\times10^{-5}T$ ។

+ ត្រង់ចំនុច M កណ្តាល O_1O_2 $(h_1=h_2=\frac{a}{2})$

គេបាន៖ $B_M=2\times\frac{\mu\mu_0 IR^2}{2\left(R^2+\frac{a^2}{2}\right)^{\frac{3}{2}}}\approx1.35\times10^{-5}T$

ដូចនេះ ត្រង់ចំនុច M មានអាំងឌុចស្យុងម៉េញេទិច $B_M=1.35\times10^{-5}T$ ។

ខ. ករណី $I_1=I_2$ មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា



តាមរូបមន្តយើងបាន៖ $B=|B_1-B_2|$

+ ត្រង់ផ្ចិត O_1 $(h_1=0;h_2=a)$ ត្រង់ផ្ចិត O_2 $(h_1=a\ ;\ h_2=0)$

យើងបាន៖ $B_{01}=B_{02}=\frac{\mu\mu_0 I}{2}\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{(R^2+a^2)^{\frac{3}{2}}}\right)=1.7\times10^{-5}T$

– $\vec{B}_{01}$ មានទិសដៅដូច $\vec{B}_1$

– $\vec{B}_{02}$ មានទិសដៅដូច $\vec{B}_2$

+ ត្រង់ចំនុច M $(h_1=h_2=\frac{a}{2})$

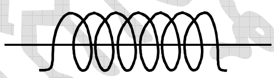
យើងបាន៖ $B_M = \dfrac{\mu\mu_0 IR^2}{2\left(R^2+\dfrac{a^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}} - \dfrac{\mu\mu_0 IR^2}{2\left(R^2+\dfrac{a^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}} = 0$

ដូចនេះ៖ $\boxed{B_M = 0}$

41. ខ្សែចម្លងស្រោបអ៊ីសូឡង់មួយ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 10A$ មានអង្កត់ផ្ចិត $d = 0.3mm$ (គិតទាំងសំបក)ត្រូវបានគេយកមកកាច់ជារាងខ្សែខ្វៅចំនួន $N = 100$ ស្ពៀ មានកាំ $R = 30mm$ ។ គណនា៖

ក. ម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិចនៃរង្វង់ខ្សែខ្វៅ (ប៉ុំខ្សែខ្វៅ)

ខ. អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតនៃរបុំខ្សែខ្វៅ។



ចម្លើយ

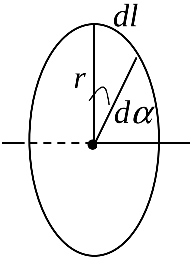
សម្មតិកម្ម $I = 10A; d = 0.3mm = 0.3\times10^{-3}m; R = 30mm = 30\times10^{-3}m; N = 100$

និង $I = 10mA = 10^{-2}A$

ក. ម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិចនៃរង្វង់ខ្សែខ្វៅ

ចែករង្វង់ខ្វៅនីមួយៗជាផ្នែកតូចៗមានប្រវែង dl មានចម្ងាយ r ពីផ្ចិតរង្វង់ខ្សែខ្វៅ ហើយចុងទាំងពីរនៃ dl ត្រូវបានភ្ជាប់នឹងផ្ចិតដោយខ្សែចម្លងត្រង់ពីរ

យើងបាន៖ $\begin{cases} dl = r d\alpha \\ ds = \dfrac{r^2 d\alpha}{2} \end{cases}$



នាំឲ្យ $dp_m = Ids = I\cdot\dfrac{r^2 d\alpha}{2}$

$$dH = \frac{Idl}{4\pi r^2} = \frac{Id\alpha}{4\pi r}$$

ម្យ៉ាងទៀត $r = k.\alpha \Rightarrow dr = k.d\alpha$

នាំឲ្យ $dr = \dfrac{R}{2\pi N}\cdot d\alpha$

$$dp_m = \frac{\pi NIr^2}{R}dr$$

$$dH = \frac{NI}{2Rr}dr$$

ដោយវ៉ិចទ័រ $\vec{p}_m, \vec{H}$ នៃរង្វង់នីមួយៗមានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា

យើងបាន៖ $p_m = \int dp_m = \int_{\frac{d}{2}}^{R} \frac{NIr^2\pi}{R} \cdot dr = \frac{\pi NI}{R}\left(\frac{r^3}{3}\right)\Bigg|_{\frac{d}{2}}^{R}$

នាំឲ្យ $P_M = \frac{\pi NIR^2}{3} = 10^{-3} A.m^2$

ដូចនេះ: $\boxed{p_M = 10^{-3} A.m^2}$

ខ. អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិត

គេបាន៖ $H = \int dH = \int_{\frac{d}{2}}^{R} \frac{NI}{2Rr} \cdot dr = \frac{NI}{2R}(\ln)\Big|_{\frac{d}{2}}^{R}$

$$H = \frac{NI}{2R}\ln\left(\frac{R}{d/2}\right) = 90 A.m^2$$

ដូចនេះ: $\boxed{H = 90 A.m^2}$

42. ស្វ៊ែស្មើសាច់មួយមានម៉ាស m កាំ R ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី q (q ស្មើសាច់លើស្វ៊ែទាំងមូល)។ គេឲ្យស្វ៊ែវិលជុំវិញអ័ក្សរបស់វាដោយល្បឿនមុំ ω។

កំណត់ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិច L និងម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិច P_m របស់ស្វ៊ែ រួចទាញរក $\frac{P_m}{L}$?

ចម្លើយ

រកម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិច L និងម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិច P_m របស់ស្វ៊ែរ រួចទាញរក $\frac{P_m}{L}$

+ ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចរបស់ស្វ៊ែរ

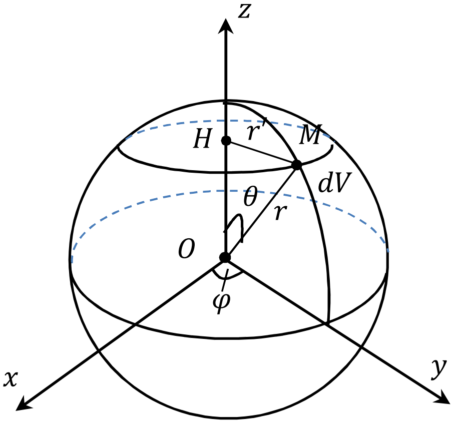
តាមរូបមន្ត៖ $L = I.\omega$

តែ $I = \frac{2}{5}mR^2$

(I ម៉ូម៉ង់និចលភាពរបស់ស្វ៊ែរ)

នាំឲ្យ $L = \frac{2}{5}mR^2\omega$

ដូចនេះ: $\boxed{L = \frac{2}{5}mR^2\omega}$



\+ ម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិចរបស់ស្វ៊ែរ

ធាតុនៃបន្ទុកអគ្គិសនី dq វិលជុំវិញអ័ក្សដោយប្រេកង់ n ដែលត្រូវនឹងចរន្ត $I.dq.p$

ហើយចរន្តនេះមានម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិច $dp_m = I.S$

(S ជាផ្ទៃរង្វង់គន្លងរបស់ធាតុបន្ទុក dq)

តាមកូអរដោនេស្វ៊ែរ $dp_m = ndq.S = \dfrac{\omega}{2\pi}\rho dv.S$

- $\rho = \dfrac{q}{\frac{4\pi}{3}R^3}$ ដង់ស៊ីតេបន្ទុកស្វ៊ែរ
- $dV = r^2\cos\theta dr.d\theta.d\varphi$
- $S = \pi r'^2 = \pi r^2\cos^2\theta$

គេបាន៖ $P_m = \int dp_m = \int \dfrac{\omega}{2\pi}\cdot\dfrac{q}{\frac{4\pi}{3}R^3}\pi r^2\cos^2\theta dV$

$$p_m = \frac{3\omega q}{8\pi R^3}\int_0^R r^4 dr\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\cos^3\theta d\theta\int_0^{2\pi} d\varphi$$

$$= \frac{3q\omega}{8\pi R^3}\int_0^R r^4 dr\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}(1-\sin^2\theta)d(\sin\theta)\int_0^{2\pi} d\varphi$$

$$= \frac{3q\omega}{8\pi R^3}\cdot\frac{R^5}{5}\cdot\frac{4}{3}2\pi = \frac{qR^2\omega}{5}$$

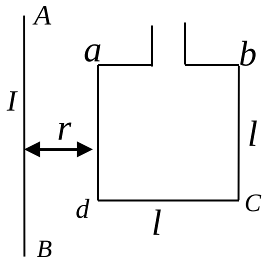
ដូចនេះ $\boxed{P_m = \dfrac{qR^2\omega}{5}}$

\+ ទាញរក $\dfrac{P_m}{L}$

គេបាន៖ $\dfrac{P_m}{L} = \dfrac{qR^2\omega}{5}\times\dfrac{5}{2Mr^2\omega} = \dfrac{q}{2m}$

ដូចនេះ $\boxed{\dfrac{P_m}{L} = \dfrac{q}{2m}}$

43. ស៊ុមខ្សែចម្លងរាងជាការេ $abcd$ មួយមានជ្រុងប្រវែង $l=2cm$ ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ជិតចរន្តត្រង់ AB ប្រវែងអនន្តមានអាំងតង់ស៊ីតេ $I=30A$។ គេដឹងថាស៊ុម $abcd$ និងខ្សែ AB ស្ថិតក្នុងប្លង់តែមួយដែលជ្រុង ad មានចម្ងាយ $r=1cm$ ពី AB (ដូចរូប)។
គណនាភ្លូចម៉ាញេទិច Φ_m ឆ្លងកាត់ស៊ុម។



ចម្លើយ

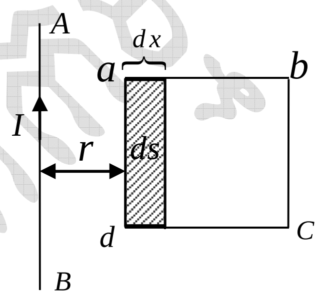
សម្មតិកម្ម $l=2cm=2\times10^{-2}m; I=30A; r=1cm=10^{-2}m$

ចែកស៊ុមជាផ្នែកតូចៗ ស្របនឹងចរន្តត្រង់ដូចរូប

យើងសិក្សាផ្នែកតូចមួយមានចម្ងាយ x ពីចរន្ត I ដែលមានផ្ទៃ

$$ds=ldx$$

នាំឲ្យ ភ្លូចឆ្លងកាត់ស៊ុម $\Phi_m=\int_{abcd}\vec{B}.d\vec{s}=\int_{abcd}B.ds$



$$\Phi_m=\int_r^{r+l}\frac{\mu\mu_0}{2\pi x}\cdot ldx=\int_r^{r+l}\left(\frac{\mu\mu_0 Il}{2\pi}\right)\frac{1}{x}dx \text{ តែ } \mu=1$$

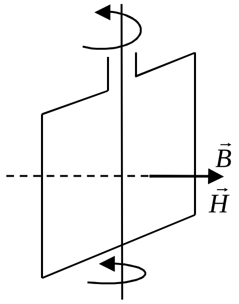
$$=\int_r^{r+l}\left(\frac{\mu_0 Il}{2\pi}\right)\frac{1}{x}dx=\frac{\mu_0 Il}{2\pi}(\ln)\Big|_r^{r+l}=\frac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln\left(\frac{r+l}{r}\right)=1.32\times10^{-7}Wb$$

ដូចនេះ $\boxed{\Phi_m=1.32\times10^{-2}Wb}$

44. ស៊ុមខ្សែចម្លងមួយមានផ្ទៃ $16cm^2$ វិលជុំវិញអ័ក្សរបស់វាក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានដោយល្បឿន 2 ជុំ /1 វិនាទី។ អ័ក្សរង្វិលរបស់ស៊ុមស្ថិតក្នុងប្លង់ស៊ុមកែងនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច ដែលមានអាំងតង់-ស៊ីតេ $H=7.96\times10^4 A/m$។

ក. រកភ្លូចឆ្លងកាត់ស៊ុមជាអនុគមន៍និងរយៈពេល $(\Phi_m(t))$។

ខ. កំណត់តម្លៃអតិបរមានៃភ្លូចម៉ាញេទិច។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $H=7.96\times10^4 A/m$; $S=16cm^2=16\times10^{-4}m$

ក. រក $\phi(t)$

តាមរូបមន្ត៖ $\phi=B.S\cos\alpha$

តែ $\alpha=\omega t+\alpha_0$

នាំឲ្យ $\phi = \mu_0 H.S\cos(\omega t + \alpha_0) = \phi_0 \cos(\omega t + \alpha_0)$

ដោយ $\omega = 2\pi n = 4\pi rad/s$ ព្រោះ $n = 2$ ជុំ/វិនាទី

ដូចនេះ $\boxed{\phi(t) = \phi_0 \cos(4\pi t + \alpha_0)}$

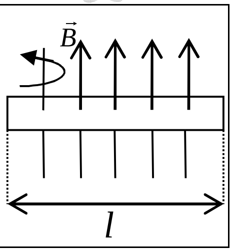
ខ. រកតម្លៃអតិបរមារបស់ភ្លុច

យើងបាន៖ $\phi_0 = \mu_0 H.S = 4\pi \times 10^{-7} \times 7.96 \times 10^4 \times 16 \times 10^{-4}$

នាំឲ្យ $\phi_0 = 1.6 \times 10^{-4} Wb$

ដូចនេះ $\boxed{\phi(t) = 1.6 \times 10^{-4} \cos(4\pi t + \alpha_0)\ (Wb)}$

45. របាលោហៈមួយមានប្រវែង $l = 1m$ វិលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $B = 0.05T$ ។ អ័ក្សរង្វិលកាត់តាមចុងម្ខាងនៃរបា ហើយស្របនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។
រកភ្លុចម៉ាញេទិចគៀសដោយរបាក្រោយពេលវិលបានមួយជុំ។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $l = 1m; B = 0.05T$

រកភ្លុចម៉ាញេទិចគៀសដោយរបាក្រោយពេលវិលបានមួយជុំ

ភ្លុចម៉ាញេទិចគៀសដោយរបាក្រោយពេលវិលបានមួយជុំស្មើនឹងភ្លុចឆ្លងកាត់ផ្ទៃរង្វង់កាំ l មានផ្ចិតត្រង់អ័ក្សរង្វង់នៃរបា

តាង θ ជាមុំផ្គុំរវាងវ៉ិចទ័រណរម៉ាល់ $\vec{n}$ និង $\vec{B}$

នាំឲ្យ $\theta = 0$ ព្រោះ $\vec{n} \nearrow\swarrow \vec{B}$

គេបាន៖ $\phi = B.S\cos\theta = B.S\cos 0^0$

នាំឲ្យ $\phi = B\pi l^2 = 0.16Wb$

ដូចនេះ $\boxed{\phi = 0.16Wb}$

46. គេឲ្យចរន្ត $I=5A$ ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងរាងស៊ីឡាំងតាន់(ស្មើសាច់)ដែលផ្ទៃមុខកាត់របស់វាមានកាំ $R=2cm$ ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចត្រង់ពីរចំនុច M_1 និង M_2 មានចម្ងាយពីអ័ក្សស៊ីឡាំងរៀងគ្នាប្រវែង $r_1=1cm$ និង $r_2=5cm$ ។

<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $I=5A; r_1=1cm=10^{-2}m; r_2=5cm=5\times10^{-2}m; R=2cm=2\times10^{-2}m$

គណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច

– ជ្រើសរើសខ្សែកោងបិទ (c) ជារង្វង់មានផ្ចិតត្រង់អ័ក្សខ្សែចម្លងស៊ីឡាំង មានកាំ r

– តាមទ្រឹស្តីបទអំពែ $\oint_{(c)}\vec{H}.d\vec{l}=\sum_{i=1}^{n}I_i$

– ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈឆ្លុះនៃខ្សែចម្លងរាងស៊ីឡាំង នាំឲ្យអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចស្មើគ្នាចំពោះគ្រប់ចំនុចលើខ្សែកោងបិទ (c) និងស្ថិតលើបន្ទាត់ប៉ះនៃ (c) ។

នាំឲ្យ $H.2\pi r=\sum_{i=1}^{n}I_i$

ឧបមាថាចរន្តមានរបាយស្មើសាច់លើខ្សែចម្លងស៊ីឡាំង

គេបាន៖ $H.2\pi r=\dfrac{I}{\pi R^2}\pi r^2=\dfrac{Ir^2}{R^2} \quad \Rightarrow H=\dfrac{Ir}{2\pi R^2}$

+ ចំពោះចំនុចនៅក្រៅខ្សែចម្លង៖ $H.2\pi r=I\Rightarrow H=\dfrac{I}{2\pi r}$

+ ត្រង់ចំនុច $M_1\Rightarrow r_1=1cm<R$

$$H_1=\frac{Ir_1}{2\pi R^2}=20A/m$$

នាំឲ្យ $B_1=\mu_0H_1=4\pi\times10^{-7}\times20=251.2\times10^{-7}T$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{B_1=251.2\times10^{-7}T}$

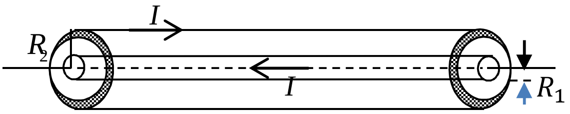
+ ត្រង់ $M_2\Rightarrow r_2=5cm>R$

$$H_2=\frac{I}{2\pi r_2}=16A/m$$

នាំឲ្យ $B_2=\mu_0H_2=4\pi\times10^{-4}\times16=200.96\times10^{-7}T$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{B_2=200.96\times10^{-7}T}$

47. ចរន្តអគ្គិសនី $I=10A$ ឆ្លងកាត់តាមបំពង់លោហៈរាងស៊ីឡាំងប្រហោងមានកាំ $R_2=5cm$ បន្ទាប់មកវាឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងស្មើសាច់រាងស៊ីឡាំងមានកាំ $R_1=1mm$ ក្នុងទិសដៅផ្ទុយគ្នា។ គេដឹងថាខ្សែចម្លងត្រូវបានដាក់ត្រួតស៊ីគ្នាលើអ័ក្សស៊ីឡាំង។



ក. រកអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ចំនុច មានចម្ងាយ $r_1=6cm$ និង $r_2=2cm$ ពីអ័ក្សស៊ីឡាំង។

ខ. គេចាត់ទុកប្រព័ន្ធមានប្រវែងអនន្ត និងមិនគិតដែនម៉ាញេទិចក្នុងបំពង់លោហៈ។ រកភ្លុចក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងរបស់ប្រព័ន្ធ(ដង់ស៊ីតេភ្លុចប្រវែង)។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I=10A; R_1=1mm=10^{-3}m; R_2=5cm=5\times10^{-2}m; r_1=6cm=6\times10^{-2}m$

និង $r_2=2cm=2\times10^{-2}m$

ក. រកអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច

ដោះស្រាយដូចលំហាត់ 46 សំនួរ **ក**

$$\Rightarrow B=\mu_0 H=\frac{\mu_0}{2\pi r}\times\sum_{i=1}^{n} I_i$$

+ត្រង់ចំណុច $r>R_2$

$$\Rightarrow B=\frac{\mu_0}{2\pi r}(I-I)=0\Rightarrow \phi_1=0$$

+ត្រង់ចំណុច $R_2>r>R_1$

$$\Rightarrow \phi=\int Bds=\int_{R_1}^{R}\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\cdot l\cdot dr$$

$$=\frac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

ចំពោះ $R_1>r$: ជាក់ស្តែងចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងគឺវារត់តែលើផ្ទៃក្រៅនៃខ្សែចំលង។ ហេតុនេះដែនម៉ាញេទិចក្នុងខ្សែចម្លងស្មើរសូន្យ ។

ដូចនេះ ភ្លុចក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងនៃប្រព័ន្ធ៖

$$\phi=\phi_2=\frac{4\pi\times10^{-7}\times10\times1}{2\pi}\cdot\ln\frac{50}{1}$$

ដូចនេះ $\boxed{\phi=\phi_2\approx 7.8\times10^{-6}(Wb)}$

48. សូលេណូអ៊ីតមួយធ្វើពីខ្សែចម្លងប្រវែង $30cm$ រុំជា 1000 ស្ពៀ។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចក្នុងសូលេណូអ៊ីតនោះ បើគេឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់ $2A$ ។ សន្មត់ថាអង្កត់ផ្ចិតសូលេណូអ៊ីតតូចណាស់ធៀបនឹងប្រវែងសូលេណូអ៊ីត។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $l = 30cm,\ N = 1000\ ;\ I = 2A$

គណនាដែនម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីន

- ដោយ $d \ll l$ នាំឲ្យយើងអាចចាត់ទុកថា បូប៊ីនជាបូប៊ីនវែងអនន្ត៖

$$H = n.I = \frac{N \cdot I}{l} = \frac{1000 \times 2}{0.3}$$

ដូចនេះ $\boxed{H \approx 6.7 \times 10^3 A/m}$

49. សូលេណូអ៊ីតមួយ ធ្វើពីខ្សែចម្លងដែលមានអង្កត់ផ្ចិត $0.8mm$ ។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចក្នុងសូលេណូអ៊ីតនោះ បើគេឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់ $I = 1A$ ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I = 1A; d = 0.8mm = 0.8 \times 10^{-3} m$

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច

ប្រវែងបូប៊ីន $l = N.d \Rightarrow n = \frac{N}{N.d}$

នាំឲ្យ $$H = n.I = \frac{N.I}{N.d} = \frac{I}{d}$$

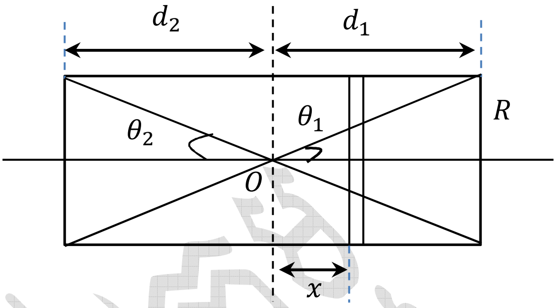
គេបាន៖ $$H = \frac{1}{8 \times 10^4} = 1250 A/m$$

ដូចនេះ $\boxed{H = 1250 A/m}$

50. តើផលធៀបរវាងប្រវែង l និងអង្កត់ផ្ចិត D របស់បូប៊ីន មួយត្រូវមានតម្លៃស្មើប៉ុន្មាន? ដើម្បីឲ្យយើងអាចគណនារកអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច ត្រង់ផ្ចិតបូប៊ីនតាមរូបមន្តដែនម៉ាញេទិចរបស់សូលេណូអ៊ីតប្រវែងអនន្ត ដែលលទ្ធផលល្មៀងមិនលើសពី1% ។

ចម្លើយ

រកផលធៀប $\frac{l}{D}$



យើងគណនាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចលើអ័ក្សបូប៊ីនត្រង់ចំនុច O រង្វង់ខ្សែចម្លងមានចម្ងាយ x ពី O នាំឲ្យបង្កើតត្រង់ O នូវអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច៖

$$B = \frac{\mu\mu_0 IS}{2\pi(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

អាំងឌុចស្យុងបង្កើតដោយ $n.dx$ ស្ពៀមានចម្ងាយ x ស្មើនឹង៖

$$B = \frac{\mu\mu_0 ISn}{2\pi(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot dx$$

ដែល n ជាចំនួនស្ពៀក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង នាំឲ្យអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចសរុបត្រង់ O

$$B = \int_{-d_2}^{d_1} \frac{\mu\mu_0 ISn}{2\pi(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot dx = \left[\frac{\mu\mu_0 ISnx}{2\pi R^2\sqrt{R^2+x^2}}\right]_{-d_2}^{d_1}$$

$$B = \frac{\mu\mu_0 ISn}{2\pi R^2}\left(\frac{d_1}{\sqrt{R^2+d_1^2}} + \frac{d_2}{\sqrt{R^2+d_1^2}}\right)$$

ដោយ $S=\pi.R^2$; $\frac{d_1}{\sqrt{R^2+d_1^2}} = \cos\theta_1$, $\frac{d_2}{\sqrt{R^2+d_2^2}} = \cos\theta_2$

គេបាន៖ $B = \frac{1}{2}\mu\mu_0 nI(\cos\theta_1 + \cos\theta_2)$

ត្រង់ផ្ចិតបូប៊ីន $d_1 = d_2 = \frac{l}{2}$

នាំឲ្យ $B = \mu\mu_0 nI\frac{1}{\sqrt{1+\frac{D^2}{l^2}}}$

$$B=\mu\mu_0 nI\left(1-\frac{D^2}{2l^2}\right) \text{ ព្រោះ } \frac{D^2}{l^2}<<1$$

+ ចំពោះបូប៊ីនវែងអនន្ត

យើងបាន៖ $B=\mu\mu_0 nI$

+ កម្រិតល្មៀង $\delta B=\frac{B_\infty-B}{B_\infty}=\frac{D^2}{2l^2}$

+ ដើម្បីឲ្យល្មៀងមិនលើសពី1% នាំឲ្យ

$$\frac{D^2}{2l^2}\le 1\% \Leftrightarrow \frac{l}{D}\ge\sqrt{\frac{1}{0.02}}\approx 7.1$$

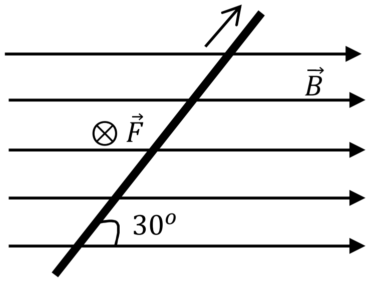
ដូចនេះ: $\frac{l}{D}\approx 7.1$ មានន័យថាប្រវែងរបស់បូប៊ីនវែងជាងអង្កត់ផ្ចិតយ៉ាងតិច 7.1 ដង។

51. ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែង $70cm$ ត្រូវបានដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $B=0.1T$ ។ ខ្សែចម្លងឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I=70A$ ហើយផ្គុំបានមុំ $\alpha=30^0$ ជាមួយនឹងខ្សែដែន។ កំណត់កម្លាំងម៉ាញេទិចមានអំពើលើខ្សែចម្លង។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $l=70cm=0.7m; I=70A; B=0.1T; \alpha=30^0$

កំណត់កម្លាំងម៉ាញេទិចមានអំពើលើខ្សែចម្លង

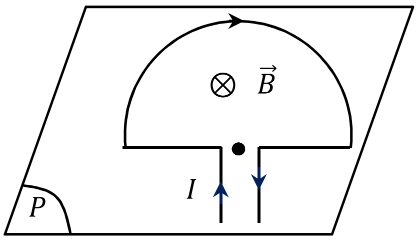


តាមរូបមន្ត ៖ $\vec{F}=I.\vec{l}\wedge\vec{B}$

នាំឲ្យ $F=BIl\sin\alpha=2.45N$

ដូចនេះ: $\boxed{F=2.45N}$

52. ខ្សែចម្លងមួយមានប្រវែង $s=63cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I=20A$ ត្រូវបានគេពត់ជារាងកន្លះរង្វង់ បន្ទាប់មកគេយកវាទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានឲ្យផ្ទៃខ្សែចម្លងកែងនឹងដែន (ដូចរូប)។ ចូរកំណត់កម្លាំងម៉ាញេទិច ដែលដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអំពើលើខ្សែដែន។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $s = 63cm = 63.10^{-2}m;\ I = 2A$

កំណត់កម្លាំងម៉ាញេទិច

ចែកខ្សែចម្លងជាផ្នែកតូចៗ មានប្រវែង dl

នាំឲ្យ $d\vec{F} = Id\vec{l} \wedge \vec{B}$

គេបានកម្លាំងផ្ទួបមានអំពើលើខ្សែចម្លង

$$\vec{F} = \int d\vec{F} = \int I(d\vec{l} \wedge \vec{B})$$

$$= I\left(\int d\vec{l}\right) \wedge \vec{B} = I\left(\vec{l} \wedge \vec{B}\right)$$

ដោយ $\vec{l}$ ជាវ៉ិចទ័រភ្ជាប់ពីដើមដល់ចុងខ្សែចម្លង(តាមទិសដៅនៃចរន្ត) នាំឲ្យកម្លាំងផ្ទួបមានអំពើលើខ្សែចម្លងមិនអាស្រ័យនឹងរាងខ្សែចម្លង គឺវាអាស្រ័យនឹងអង្កត់ផ្ចិតនៃកន្លះរង្វង់តែប៉ុណ្ណោះ

$$l = \frac{2s}{\pi}$$

$$F = BIl\sin\alpha = BI\frac{2s}{\pi}\sin\alpha$$

$$F = 0.1\times20\times2\times\frac{0.63}{\pi}\sin90^0 \approx 0.8N$$

ដូចនេះ $\boxed{F = 0.8N}$

53. បូប៊ីនត្រង់មួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 10mA$ ត្រូវបានដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានលៃយ៉ាងណាឲ្យអ័ក្សរបស់បូប៊ីនត្រួតនឹងទិសនៃខ្សែដែនម៉ាញេទិច។ បូប៊ីនត្រូវបានរុំដោយខ្សែទង់ដែងដែលមានអង្កត់ផ្ចិត $d = 0.1mm$ ធ្វើជាបូប៊ីនដែលមានអង្កត់ផ្ចិត $D = 20mm$ ។ តើអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B នៃដែនម៉ាញេទិចក្រៅត្រូវមានតម្លៃស្មើប៉ុន្មាន ដែលអាចធ្វើឲ្យខ្សែចម្លងដាច់? គេឲ្យ $\sigma_p = 2.3\times10^8 N/m^2$ (ពេលខ្សែដាច់)។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I = 10mA = 10^{-2}A; d = 0.1mm = 10^{-4}m; D = 20mm = 2\times10^{-2}m$

និង $\sigma_p = 2.3\times10^8 N/m^2$

រកដែនម៉ាញេទិចក្រៅដែលធ្វើឲ្យខ្សែដាច់

$$F = \frac{2BIS}{\pi} = 2BIR$$

តាង R ជាកាំរង្វង់ខ្សែចម្លង

$F_p ; B_p$ រៀងគ្នាជាកម្លាំង និងអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចទាញធ្វើឲ្យខ្សែដាច់

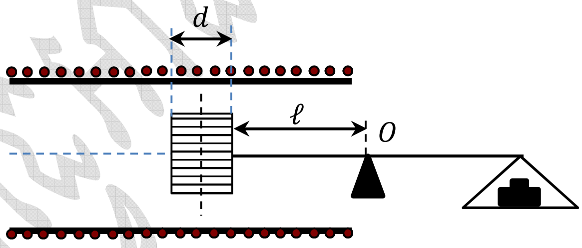
$F = 2T$ (ផ្នែកទាំងពីរនៃផ្ទៃមុខកាត់ខ្សែចម្លង)

គេបាន៖ $2B_pIR = 2\dfrac{\sigma_p \pi d^2}{4}$

$$B_p = \frac{\sigma_p \pi d^2}{4} = 1.8\times10^4 T$$

ដូចនេះ៖ $\boxed{B_p = 1.8\times10^4 T}$

54. បូប៊ីនវែងមួយ មាន 5000 ស្ពៀក្នុង $1m$ ។ នៅត្រង់ផ្ចិតគេដាក់បូប៊ីនតូចមួយមាន $N = 200$ ស្ពៀ និងមានអង្កត់ផ្ចិត $d = 10mm$ ។ គេដាក់បូប៊ីនទាំងពីរភ្ជាប់នឹងជញ្ជីងដោយឲ្យអ័ក្សរបស់បូប៊ីនតូចកែងនឹងអ័ក្សបូប៊ីនធំ។ ពេលមានចរន្ត $I = 20mA$ ឆ្លងកាត់បូប៊ីនទាំងពីរ ធ្វើឲ្យប្រព័ន្ធលែងមានលំនឹង។ តើគេត្រូវដាក់កូនទម្ងន់មានម៉ាសប៉ុន្មានលើថាសជញ្ជីងដើម្បីឲ្យប្រព័ន្ធមានលំនឹងឡើងវិញ? បើគេដឹងថាដងជញ្ជីងមានប្រវែង $l = 300mm$ ។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $N = 200; d = 10mm = 0.01m; I = 20mA = 0.02A; l = 300mm = 0.3m$

រកម៉ាសកូនទម្ងន់ដែលត្រូវដាក់ថាសជញ្ជីង

– ពេលមានចរន្តឆ្លងកាត់បូប៊ីនតូច បូប៊ីនប្រៀបបាននឹងមេដែកដែលមានម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិច

$$p_M = NIS = \frac{1}{4}\pi NId^2$$

– ពេលនោះបូប៊ីនតូចរងអំពើនៃដែនម៉េញេទិចដែលបង្កើតឡើងដោយបូប៊ីនធំ នាំឲ្យម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងមានអំពើលើបូប៊ីនតូច

$$M = p_m.B = \left(\frac{1}{4}\pi NId^2\right)(\mu\mu_0 nI)$$

$$M = \frac{1}{4}\pi\mu\mu_0 NnI^2d^2$$

– ដើម្បីឲ្យមានលំនឹងនោះយើងត្រូវការដាក់កូនទម្ងន់ p លៃយ៉ាងណាឲ្យ

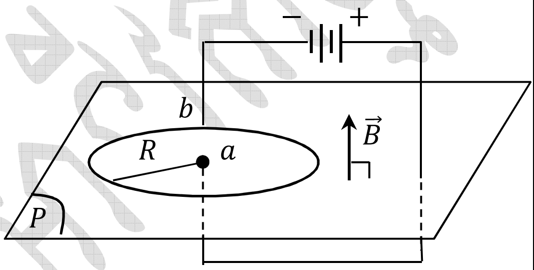
$$M_p = p.l = M = \frac{1}{4}\mu\mu_0\pi N.n.I^2d^2$$

$$\Rightarrow p = \frac{\pi\mu\mu_0 N.n.I^2d^2}{4l} = 1.3\times10^{-7}N$$

គេបាន៖ $p = mg \Rightarrow m = \frac{p}{g} = 1.3\times10^{-8}kg$

ដូចនេះ: $\boxed{m = 1.3\times10^{-8}kg}$

55. គេយកចានទង់ដែងមួយរាងជារង្វង់មានកាំ $R = 5cm$ ទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុង $B = 0.2T$ លៃយ៉ាងណាឲ្យប្លង់នៃចានកែងនឹងខ្សែដែន។ បន្ទាប់មកគេឲ្យចរន្ត $I = 5A$ ឆ្លងកាត់ចានតាមកាំ ab (ដូចរូប)។



ក. កំណត់ទិសដៅរង្វិលរបស់ចាន បើដែនម៉ាញេទិចមានទិសដៅកែងនឹងផ្ទៃចានដូចរូប។
ខ. កំណត់ម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងមានអំពើលើចាន។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $R = 5cm = 5\times10^{-2}m; B = 0.2T; I = 5A$

ក. កំណត់ទិសដៅរង្វិលរបស់ចាន

ពេលមានចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ចាន នោះចានរងអំពើនៃកម្លាំងម៉ាញេទិច ធ្វើឲ្យចានវិល។ តាមវិធានដៃស្តាំយើងបានទិសដៅរង្វិលរបស់ចាន មានទិសដៅដូចទ្រនិចនាឡិកា។

ខ. កំណត់ម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងមានអំពើលើចាន

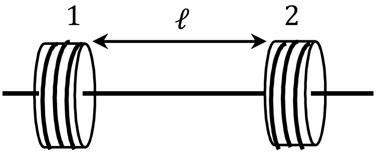
តាមរូបមន្ត ៖ $dM = dF.r = BIl.dl$

នាំឲ្យ $$M = \int dM = BI\int_0^R ldl = \frac{BIR^2}{2}$$

$$M = 12.5\times10^{-4}N.m$$

ដូចនេះ: $\boxed{M = 12.5\times10^{-4}N.m}$

56. បូប៊ីនខ្សែចម្លងតូចពីរឯកលក្ខណ៍ ត្រូវបានដាក់ឲ្យអ័ក្សទាំងពីររបស់វាស្ថិតលើបន្ទាត់តែមួយ មានចម្ងាយ $200mm$ ពីគ្នា(l ធំណាស់ធៀបនឹងវិមាត្រនៃបូប៊ីន)។ គេដឹងថាបូប៊ីនទាំងពីររុំចំនួន $N=200$ ស្ពៀ ស្ពៀនីមួយៗមានកាំ $R=10mm$។ កំណត់កម្លាំងអន្តរកម្មរវាងបូប៊ីនទាំងពីរ បើគេឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់ $I=0.1A$។



<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $l=200mm=0.2m; R=10mm=0.01m; N=200; I=0.1A$

កំណត់កម្លាំងអន្តរកម្មរវាងបូប៊ីនទាំងពីរ

ពេលមានចរន្តឆ្លងកាត់បូប៊ីន នាំឲ្យបូប៊ីនទាំងពីរមានអន្តរកម្មនឹងគ្នាដូចជាមេដែក។ ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃបូប៊ីនទី១មានរូបមន្ត៖ $W_p=-I\phi=-I\vec{B}NS\vec{n}=-\vec{p}_m.\vec{B}$

ដែល $p_m=NIS=NI\pi R^2$

$\vec{B}$ វ៉ិចទ័រណរម៉ាល់របស់ផ្ទៃមុខកាត់បូប៊ីន

គេបាន៖ $B=\dfrac{\mu_0 INR^2\pi}{2(R^2+l^2)^{\frac{3}{2}}}\cong\dfrac{\mu_0 IN\pi R^2}{2l^3}$

(ព្រោះ $R<<l\Rightarrow(R^2+l^2)^{\frac{3}{2}}\sim l^3$)

នាំឲ្យ $B=\dfrac{\mu_0 INR^2\pi}{2l^3}$

$$W_p=-\frac{\pi\mu_0 N^2I^2R^4}{2l^3}$$

ដោយផ្អែកលើលក្ខណៈឆ្លុះ នាំឲ្យកម្លាំងអន្តរកម្មរវាងបូប៊ីនទាំងពីរមានទិសដៅស្របតាមបណ្តោយអ័ក្សបូប៊ីន និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើដេរីវេនៃថាមពលប៉ូងតង់ស្យែល

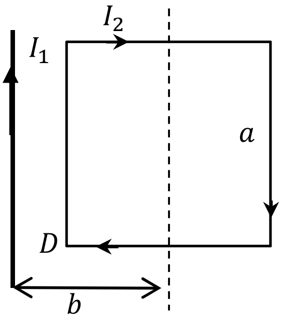
$$F=\frac{\partial W_p}{\partial l}=\frac{3\mu_0\pi N^2I^2R^4}{2l^4}=1.5\times10^{-8}N$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{F=1.5\times10^{-8}N}$

57. គេយកស៊ុមខ្សែចម្លងមួយរាងជាការេមានជ្រុង $a=20mm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_2=2A$ ទៅដាក់ក្បែរខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្តដែលឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I_1=30A$ ។ ស៊ុមខ្សែចម្លងវិលលើអ័ក្សឆ្លុះរបស់វា មានទិសស្របខ្សែចម្លងត្រង់ ហើយស្ថិតនៅចម្ងាយ $b=30cm$ ពីខ្សែចម្លង។ កំណត់៖

ក. កម្លាំងដែលមានអំពើលើស៊ុម។

ខ. កម្មន្តចាំបាច់សម្រាប់បង្វិលស៊ុម 180^0 ជុំវិញអ័ក្សឆ្លុះរបស់វា។



ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $a=20mm=0.02m; I_1=30A; I_2=2A; b=30cm=0.3m$

ក. កម្លាំងដែលមានអំពើលើស៊ុម

តាមវិធានដៃស្តាំ កម្លាំងដែលមានអំពើលើជ្រុងពីររបស់ស៊ុមមានទិសកែងខ្សែចម្លងត្រង់មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា និងមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា។ គេបានកម្លាំងមានអំពើលើជ្រុងពីរទៀតដែលមានទិសស្របខ្សែចម្លងត្រង់ មានអាំងតង់ស៊ីតេខុសគ្នានៃដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំនុចនៃជ្រុងស៊ុមទាំងពីរ ហើយកម្លាំងផ្គួប

មានទំនោរទាញស៊ុមទៅរកខ្សែចម្លងត្រង់

$$F=(B_1-B_2)I_2a=\left[\frac{\mu_0 I_1}{2\pi\left(b-\frac{a}{2}\right)}-\frac{\mu_0 I_1}{2\pi\left(b+\frac{3}{2}\right)}\right]I_2a$$

$$F=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\cdot\frac{a^2}{b^2-\left(\frac{a}{2}\right)^2}=6\times10^{-6}N$$

ខ. គណនាកម្មន្តចាំបាច់ដើម្បីបង្វិលស៊ុម 180^0

$$\phi_0=\frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi}\ln\frac{\left(b+\frac{a}{2}\right)}{\left(b-\frac{a}{2}\right)}$$

ពេលស៊ុមវិលបាន 180^0 នាំឲ្យបម្រែបម្រួលភ្លុច

$$\Delta\phi=\phi_0-(-\phi_0)=2\phi_0$$

កម្មន្តចាំបាច់ $A = I_2.\Delta\phi$

គេបាន៖ $A = \dfrac{\mu_0 I_1 I_2 a}{\pi}\ln\left(\dfrac{2b+a}{2b-a}\right) = 3.3\times10^{-7}J$

ដូចនេះ: $\boxed{A = 3.3\times10^{-7}J}$

58. គេដាក់ខ្សែចម្លងត្រង់វែងអនន្តពីរស្របគ្នា និងមានចម្ងាយពីគ្នាប្រវែង r ណាមួយ។ ខ្សែចម្លងទាំងពីរឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនីមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា និងមានទិសដៅដូចគ្នា។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងទាំងពីរ? បើគេដឹងថាដើម្បីផ្លាស់ទីខ្សែចម្លងឲ្យមានចម្ងាយពីគ្នាស្មើពីរដងនៃចម្ងាយដើម (r) នោះគេត្រូវចំណាយកម្មន្ត $5.5\times10^{-5}J/m$ (កម្មន្តផ្លាស់ទីក្នុងខ្សែចម្លងប្រវែង $1m$)។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $W = 5.5\times10^{-5}J/m; l = 1m$

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង

យើងសិក្សាកម្មន្តនៃកម្លាំងដើម្បីផ្លាស់ទីខ្សែចម្លងទាំងពីរពីទីតាំងដែលវាឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ r ពីទីតាំងមួយទៀតមានប្រវែង dr (តាមទិសកែងនឹងខ្សែចម្លង)

$$dA = Fdr = BIldr = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi r}dr$$

នាំឲ្យ $$A = \int dA = \int_{r_0}^{2r_0}\frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi r}dr$$

$$A = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi}\ln\left(\frac{2r_0}{r_0}\right) = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi}\ln 2$$

គេបាន៖ $I = \sqrt{\dfrac{2\pi A}{\mu_0 l\ln 2}} = 20A$

ដូចនេះ: $\boxed{I = 20A}$

59. ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែង $l=10cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I=2A$ ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន $v=20cm/s$ ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $B=0.5T$ មានទិសដៅកែងនឹងខ្សែដែនធ្វើឲ្យកើតមានកម្មន្តទប់។
គណនាកម្មន្តទប់នោះ ក្រោយពេលផ្លាស់ទីបាន $10s$ ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $l=10cm=0.1m; I=2A; B=0.5T; v=20cm/s=0.2m/s; t=10s$

គណនាកម្មន្តទប់នោះ ក្រោយពេលផ្លាស់ទីបាន$10s$

ដោយដែនម៉ាញេទិចេកសណ្ឋាន ដូចនេះអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត និងល្បឿនផ្លាស់ទីមានតម្លៃថេរ កម្លាំងមានអំពើលើខ្សែចម្លងថេរ

គេបាន៖ $A=-F.S=-BIl.vt=-0.2J$

ដូចនេះ $\boxed{A=-0.2J}$

60. បូប៊ីនក្នុង នៃអេឡិចត្រូទស្សន៍មួយមាន 400 ស្ពៀមានរាងជាស៊ុមចតុកោណកែងដែលមានវិមាត្រ $3cm\times 2cm$ ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $B=0.1T$ ។ បើគេឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់ $I=10^{-7}A$ ចូរកំណត់៖
ក. ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលរបស់ស៊ុម ក្នុងដែនម៉ាញេទិចត្រង់ទីតាំង៖

- ទីតាំងទី១៖ ប្លង់ស៊ុមខ្សែស្របនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។
- ទីតាំងទី២៖ ប្លង់ស៊ុមខ្សែផ្គុំបានមុំ $\alpha=30^0$ ជាមួយខ្សែដែន។

ខ. កម្មន្តនៃកម្លាំងម៉ាញេទិច ដើម្បីបង្វិលស៊ុមពីទីតាំងទី១ទៅទីតាំងទី២។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $B=0.1T; I=10^{-7}A$

ក. គណនាថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃស៊ុមខ្សែ

តាមរូបមន្ត៖ $W_p=-\vec{p}_m.\vec{B}$

$$W_p=-NISB\cos(\vec{p}_m,\vec{B})=-NISB\cos\varphi$$

$$W_p=-NIabB\cos\varphi$$

+ ត្រង់ទីតាំង១៖ $\varphi = \dfrac{\pi}{2} \Rightarrow W_{p_1} = 0$

+ ត្រង់ទីតាំង២៖ $\varphi = \dfrac{\pi}{3} \Rightarrow W_{p_2} = -\dfrac{1}{2} NIabB = -1.2\times 10^{-9} J$

ដូចនេះ $\boxed{W_{p_1} = 0; W_{p_2} = -1.2\times 10^{-9} J}$

ខ. គណនាខួបរង្វិលរបស់ e^-

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{eB} = 3\times 10^{-8} s$$

ដូចនេះ $\boxed{T = 3\times 10^{-8} s}$

គ. គណនាម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចរបស់ e^- **ធៀបផ្ចិតគន្លង**

តាមរូបមន្ត៖ $L = I\omega = mR^2 \dfrac{v}{R} = mvR$

$$L = \frac{m^2 v^2}{B.e} = \frac{2mU}{B}$$

នាំឲ្យ $L = 1.53\times 10^{-24} kgm^2 / s$

ដូចនេះ $\boxed{L = 1.53\times 10^{-24} kgm^2 / s}$

61. ខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់មានកាំ $R = 2cm$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 2A$ ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច $B = 0.2T$ ដោយដាក់វាកែងជាមួយនឹងខ្សែដែន។
គណនាកម្មន្តចំណាយ ដើម្បីបង្វិលរង្វង់ខ្សែចម្លងទៅទីតាំងមួយឲ្យស្របជាមួយខ្សែដែន។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $R = 2cm = 2\times 10^{-2} cm; I = 2A; B = 0.2T$

គណនាកម្មន្តចំណាយ ដើម្បីបង្វិលរង្វង់ខ្សែចម្លង

យើងត្រូវចំនាយកម្មន្ត A ដើម្បីឈ្នះកម្មន្តទប់នៃដែនម៉ាញេទិច

$$A = W_{p_2} - W_{p_1}$$

នាំឲ្យ $A = I\pi R^2 B(\cos\varphi_1 - \cos\varphi_2)$

$$A = 2\pi (0.02)^2 \times 0.2(\cos 0 - \cos\frac{\pi}{2}) = 5\times 10^{-4} J$$

ដូចនេះ $\boxed{A = 5\times 10^{-4} J}$

62. អេឡិចត្រុងមួយក្រោយពីបានផ្តល់សំទុះដោយផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 1000V$ រួចមកវាក៏ហោះចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុង $B = 1.19\times10^{-3}T$ ។ គេដឹងថាអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចក្នុងទិសដៅកែងជាមួយខ្សែដែន។ កំណត់៖

ក. កាំគន្លងចលនារបស់អេឡិចត្រុង។

ខ. ខួបរង្វិលរបស់អេឡិចត្រុងលើគន្លង។

គ. ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចរបស់អេឡិចត្រុងត្រង់ផ្ចិតនៃគន្លង។

<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្ម $U = 1000v; B = 1.19\times10^{-3}T$

ក. កាំគន្លងចលនារបស់អេឡិចត្រុង

– ថាមពលស៊ីនេទិចដែល e^- ទទួលបាន

$$W_k = \frac{1}{2}mv^2 = |q|U$$

នាំឲ្យ $$v = \sqrt{\frac{2|q|U}{m}}$$

– ពេលហោះចូលដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន e^- ផ្លាស់ទីលើគន្លងវង់ $(\vec{v} \perp \vec{B})$ ដែលក្នុងនោះកម្លាំងម៉ាញេទិចមានមុខងារជាកម្លាំងចូលផ្ចិត

$$F_m = F_c = |q|vB = \frac{mv^2}{R}$$ នាំឲ្យ $$R = \frac{mv}{|q|B} = \sqrt{\frac{2mU}{|q|B^2}} = 9\times10^2 m$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{R = 9\times10^{-2} m}$

ខ. គណនាខួបរង្វិលរបស់ e^-

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{|q|B} = 3\times10^{-8}s$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{T = 3\times10^{-8}s}$

គ. ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចរបស់ e^- ធៀបផ្ចិតគន្លង

$$L = I\omega = mR^2\frac{v}{R} = mvR$$

នាំឲ្យ $$\frac{m^2v^2}{|q|B} = \frac{2mU}{B} = 1.53\times10^{-24}kgm^2/s$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{L = 1.53\times10^{-24}kgm^2/s}$

63. អេឡិចត្រុងមួយក្រោយពីបានផ្តល់សំទុះដោយផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 300V$ រួចមកវាក៏ហោះក្នុងទិសស្របជាមួយខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្ត ចម្ងាយ $a = 4cm$ ពីខ្សែចម្លងនោះ។ ចូរគណនាកម្លាំងមានអំពើលើអេឡិចត្រុង បើខ្សែចម្លងឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 5A$។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $U = 300v; a = 4mm = 4\times10^{-3}m; I = 5A$

គណនាកម្លាំងមានអំពើលើ e^-

តាមឡូរិន $F = |q|vB\sin\alpha$

ដែល $v = \sqrt{\dfrac{2|q|v}{m}}$; $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$; $\alpha = (\vec{v},\vec{B}) = \dfrac{\pi}{2}$

គេបាន៖ $F = \dfrac{\mu_0 I|q|}{2\pi r}\sqrt{\dfrac{2|q|U}{m}} = 4.1\times10^{-16}N$

ដូចនេះ $\boxed{F = 4.1\times10^{-16}N}$

64. គេបាញ់អេឡិចត្រុងមួយចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន មានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $B = 10^{-3}T$ តាមទិសកែងជាមួយខ្សែដែន ដោយល្បឿន $v = 4\times10^7 m/s$ ។ កំណត់សំទុះផ្ចិតប៉ះ និងសំទុះផ្ចិតកែងរបស់អេឡិចត្រុង។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $B = 10^{-3}T; v = 4\times10^7 m/s$

កំណត់សំទុះផ្ចិតប៉ះ និងសំទុះផ្ចិតកែងរបស់អេឡិចត្រុង

– ដោយកម្លាំងឡូរិនមានទិសដៅកែងជាមួយនឹងទិសដៅនៃចលនារបស់ e^- នាំឲ្យសំទុះផ្ចិតប៉ះរបស់ e^- ក្នុងដែនម៉ាញេទិចស្មើសូន្យ $\boxed{a_t = 0}$ ។

សំទុះផ្ចិតកែង $a_n = \dfrac{F}{m} = \dfrac{|q|vB}{m}$

នាំឲ្យ $a_n = 7\times10^{15} m/s$

ដូចនេះ $\boxed{a_n = 7\times10^{15} m/s}$

65. ផង់ α មួយមានថាមពលស៊ីនេទិច $W_k = 500eV$ ហោះក្នុងទិសដៅកែងខ្សែដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $B = 0.1T$ ។ កំណត់៖
ក. កម្លាំងមានអំពើលើផង់
ខ. កាំគន្លងនៃចលនារបស់ផង់
គ. ខួបរង្វិលនៃចលនារបស់ផង់ α លើគន្លងរបស់វា។
(ផង់ α មានបន្ទុកស្មើ $+2e$ និងមានម៉ាស $4m_e$)

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $W_k = 500eV = 500\times1.6\times10^{-19}J = 8\times10^{-16}J; B = 0.1T$

ក. គណនាកម្លាំងមានអំពើលើផង់

តាមរូបមន្ត៖ $W_k = \frac{1}{2}mv^2$

នាំឲ្យ $v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = 1.55\times10^5 m/s$

គេបាន៖ $F = |q|vB = 5\times10^{-5}N$

ដូចនេះ: $\boxed{F = 5\times10^{-5}N}$

ខ. គណនាកាំគន្លងរបស់ផង់

តាមរូបមន្ត៖ $R = \frac{mv}{|q|B}$

នាំឲ្យ $R = 3.2\times10^{-6}M$

ដូចនេះ: $\boxed{R = 3.2\times10^{-6}m}$

គ. គណនាខួបនៃចលនា

តាមរូបមន្ត៖ $R = \frac{2\pi m}{|q|B}$

នាំឲ្យ $T = 1.3\times10^{-6}s$

ដូចនេះ: $\boxed{T = 1.3\times10^{-6}s}$

66. អេឡិចត្រុងមួយ ផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុង $B = 2\times10^{-3}T$ ។ វាផ្លាស់ទីលើគន្លងរាងគូទខ្មៅដែលមានកាំ $R = 2cm$ បានចម្ងាយ $h = 5cm$ ។ គណនាល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុង។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $B = 2.3\times10^{-3}T\,; R = 2cm = 2\times10^{-2}m; h = 5cm = 5\times10^{-2}m$

គណនាល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុង

ចែកវ៉ិចទ័រល្បឿនជាពីរ $\begin{cases}\vec{v}_1 \perp \vec{B}\\ \vec{v}_2 \parallel \vec{B}\end{cases}$

+ កាំគន្លងរបស់ e^- អាស្រ័យនឹង v_1

នាំឲ្យ $R = \frac{mv_1}{|q|B}$

គេបាន៖ $v_1 = \frac{|q|BR}{m}$

+ ជំហានខ្សែខ្មៅអាស្រ័យ v_2

គេបាន៖ $h = v_2T = \frac{2\pi m}{|q|B}v_2$

នាំឲ្យ $v_2 = \frac{|q|Bh}{2\pi m}$

គេបាន៖ $v = \sqrt{v_1 + v_2} = \frac{|q|B}{m}\sqrt{R^2 + \left(\frac{h}{2\pi}\right)^2} = 7.6\times10^6 m/s$

ដូចនេះ $\boxed{v = 7.6\times10^6 m/s}$

67. អេឡិចត្រុងមួយក្រោយពីបានផ្តល់សំទុះ ដោយផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 6000v$ រួចមកវាក៏ហោះចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុង $B = 1.3\times10^{-2}T$ ក្នុងទិសដៅផ្ចុំបានមុំ $\alpha = 30^0$ ជាមួយខ្សែដែន។ គេដឹងថាអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីលើគន្លងរាងគូទខ្មៅ។ កំណត់៖

ក. កាំគន្លងរបស់អេឡិចត្រុង

ខ. ជំហានខ្សែខ្មៅ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $U = 6000v; B = 1.3\times10^{-2}T; \alpha = 30^0$

ក. គណនាកាំគន្លង

ក្រោយពីបានផ្ដល់សំទុះអេឡិចត្រុងមានល្បឿន

$$v = \sqrt{\frac{2|q|U}{m}} = 4.6\times10^7 m/s$$

កាំគន្លងរបស់អេឡិចត្រុង

$$R = \frac{mv_1}{|q|B} = \frac{mv\sin\alpha}{|q|B} = 0.01m = 1cm$$

ដូចនេះ $\boxed{R = 1cm}$

ខ. គណនាជំហានខ្សែខ្មៅ

តាមរូបមន្ត៖ $h = \frac{2\pi mv_{||}}{|q|B} = \frac{2\pi mv\cos\alpha}{|q|B} = 0.11m = 11cm$

ដូចនេះ $\boxed{h = 11cm}$

68. គេឲ្យចរន្តអគ្គិសនី $I = 20A$ ឆ្លងកាត់ផ្ទៃ $S = ab$ នៃបន្ទះទង់ដែងមួយដែលមានកំរាស់ $a = 0.5mm$ និងកំពស់ $b = 1mm$ ។ បន្ទាប់មកគេយកបន្ទះនោះទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចដែលមានខ្សែដែនកែងនឹងជ្រុងខាង b ហើយកែងនឹងទិសដៅចរន្ត។ ពេលនោះវាបង្កើតឲ្យមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល(តាមទិសដេក) $3.1\times10^{-6}V$ ។ គេដឹងថាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចមានអាំងតង់ស៊ីតេ $B = 1T$ ។ កំណត់៖

ក. ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងចម្លងក្នុងបន្ទះទង់ដែង

ខ. ល្បឿនមធ្យមរបស់អេឡិចត្រុងក្នុងលក្ខខណ្ឌខាងលើ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $I = 20A;\ a = 0.5mm;\ b = 1mm;\ B = 1T;\ U = 3.1\times10^{-6}V$

ក. កំណត់ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុង

ពេលអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីក្នុងខ្សែចម្លងដែលដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច ក្រោមអំពើនៃកម្លាំងម៉ាញេទិច អេឡិចត្រុងងាកទៅរកផ្ទៃម្ខាងនៃបន្ទះទង់ដែង ហើយបង្កើតឲ្យមានផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងផ្ទៃទាំងពីរនៃបន្ទះទង់ដែង។ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលនេះមានទិសដៅមានទិសដៅទប់ e^- ដែលផ្លាស់ទីមកផ្ទៃខាង។ ពេលផលសងប៉ូតង់ស្យែលនេះមានរបបអចិន្ត្រៃយ៍ នាំឲ្យ e^- ឈប់ផ្លាស់ទី ហើយកម្លាំងម៉ាញេទិចមានលំនឹងជាមួយអគ្គិសនី។

គេបាន៖ $F_e = F_m$

សមមូល $|q|E = |q|vB$

$$\Leftrightarrow |q|\frac{U}{b} = |q|vB$$

នាំឲ្យ $v = \dfrac{U}{B\cdot b} = 3.1\times10^{-3} m/s$

ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុង "n" ជាចំនួនបន្ទុកអគ្គិសនីក្នុងមួយខ្នាតមាឌ

$$n = \frac{q/e}{V} = \frac{I\cdot t}{e\cdot ab\cdot vt} = \frac{I}{e\cdot ab\cdot v}$$

$$\Rightarrow n = \frac{IB}{eUa} = 8.1\times10^{28} m^{-3}$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{n = 8.1\times10^{28} m^{-3}}$

ខ. គណនាល្បឿនមធ្យមរបស់ e^-

គេបាន៖ $j = nev = \dfrac{I}{ab}$

$$\Rightarrow v = \frac{I}{a\cdot b\cdot n\cdot e}$$

$$\Rightarrow v \cong 3.1\times10^{-3} m/s$$

<u>ដូចនេះ</u> $\boxed{v = 3.1\times10^{-3} m/s}$

69. អេឡិចត្រុងមួយមានថាមពល $W=10^3 eV$ ហោះចូលក្នុងដែនអគ្គសនីឯកសណ្ឋានដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេ $E=800v/cm$ តាមទិសដៅកែងនឹងខ្សែដែន។ តើគេត្រូវដាក់ដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុងប៉ុន្មាន និងមានទិសដៅដូចម្តេច? ដើម្បីឲ្យអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីលើគន្លងត្រង់។

ចម្លើយ

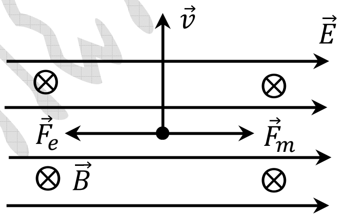
សម្មតិកម្ម $W=10^3 eV=1.6\times10^{-16} J\,;E=800v/cm=8\times10^4 v/m$

កំណត់ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច

អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីលើគន្លងត្រង់ កាលណាកម្លាំងឡូរិនមានលំនឹងជាមួយកម្លាំងអគ្គិសនី។ មានន័យថា $\vec{F}_m$, $\vec{F}_e$ មានទិសដូចគ្នា ទិសដៅផ្ទុយគ្នា(ដូចរូប) និងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា

គេបាន៖ $F_m=F_e$

$$\Rightarrow |q|vB=|q|E$$



នាំឲ្យ $B=\dfrac{E}{v}$

តែ $W=\dfrac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v=\sqrt{\dfrac{2W}{m}}$

នាំឲ្យ $B=E\sqrt{\dfrac{m}{2W}}=4.2\times10^3 T$ ($\vec{B}$ មានទិសដៅដូចរូបខាងលើ)

ដូចនេះ $\boxed{B=4.2\times10^{-3}T}$

70. អេឡិចត្រុងមួយ ផ្លាស់ទីចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន ដោយល្បឿន $v=10^5 m/s$ ។ ខ្សែដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន និងខ្សែដែនអគ្គិសនីមានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា ហើយមានអាំងតង់ស៊ីតេរៀងគ្នា $E=10v/cm$ និង $H=8\times10^3 T$ ។ កំណត់សំទុះ និងសំទុះផ្ចិតកែង និងសំទុះសរុបរបស់អេឡិចត្រុង ក្នុងករណី៖

ក. អេឡិចត្រុងមានទិស និងទិសដៅស្របខ្សែដែនទាំងពីរ

ខ. អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីកែងនឹងខ្សែដែនទាំងពីរ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $v=10^5 m/s; E=10v/cm=10^3 v/m; H=8\times10^3 T$

កំណត់ a_n, a_t, a

ក. ករណី e^- ផ្លាស់ទីតាមទិសដៅស្របខ្សែដែន

គេបានកម្លាំងឡូរិនមានអំពើលើ e^- ស្មើសូន្យ នាំឲ្យ e^- មានតែសំទុះផ្ចិតប៉ះ ដែលបង្កើតឡើងដោយកម្លាំងអគ្គិសនី

គេបាន៖ $a_n=0$

$$a=a_t=\frac{|q|E}{m}$$

នាំឲ្យ $a=a_t=1.76\times10^{14} m/s^2$

ដូចនេះ $\boxed{a_n=0; a=a_t=1.76\times10^{14} m/s^2}$

ខ. ពេលអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីតាមទិសដៅដែងនឹងខ្សែដែន

នាំឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនី និងកម្លាំងម៉ាញេទិចមានទិសដៅកែងនឹងទិសដៅនៃចលនារបស់ e^- ហើយ $\vec{F}_m \perp \vec{F}_e$ ហេតុនេះ e^- មានតែសំទុះចូលផ្ចិតឬសំទុះផ្ចិតកែង

គេបាន៖ $a_t=0$

$$a=a_n=\sqrt{a_t^2+a_m^2}$$

$$a=a_n=\sqrt{\left(\frac{|q|E}{m}\right)^2+\left(\frac{|q|vB}{m}\right)^2}=2.5\times10^{14} m/s^2$$

ដូចនេះ $\boxed{a_t=0; a=a_n=2.5\times10^{14} m/s^2}$

71. អេឡិចត្រុងមួយហោះចូលចន្លោះ អាម៉ាតួទាំងពីររបស់កុងដង់សាទ័រប្លង់មួយ ដែលអាម៉ាតួនីមួយៗស្ថិតក្នុងប្លង់ដេក។ អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីក្នុងទិសដៅស្រប ជាមួយអាម៉ាតួទាំងពីរ ដោយល្បឿន $v_0 = 10^7 m/s$ ។ គេដឹងថាអាម៉ាតួនីមួយៗមានប្រវែង $l = 5cm$ ពីគ្នា ដែនអគ្គិសនីនៅចន្លោះអាម៉ាតួទាំងពីរគឺ $E = 100v/cm$ ។ ពេលវាហោះចេញផុតពីកុងដង់សាទ័រ វាក៏ហោះចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិច ដែលមានខ្សែដែនកែងនឹងខ្សែដែនអគ្គិសនីនៃកុងដង់សាទ័រ និងមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $B = 10^{-2}T$ ។ កំណត់៖

ក. កាំគន្លងរបស់អេឡិចត្រុងផ្ទុងដែនម៉ាញេទិច

ខ. ជំហាននៃគន្លងខ្សែខ្មៅ។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្ម $v_0 = 10^7 m/s; l = 5cm = 5\times10^{-2} m; E = 100v/cm = 10^4 v/m; B = 10^{-2}T$

ក. កំណត់កាំគន្លង

ពេលអេឡិចត្រុងហោះចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិច វាត្រូវផ្តល់សំទុះដោយដែនអគ្គិសនីនៃកុងដង់សាទ័រ ហើយអេឡិចត្រុងទទួលបានល្បឿន v_1 តាមទិសខ្សែដែនអគ្គិសនី

គេបាន៖ $v_1 = at = \dfrac{|q|E}{m}\cdot\dfrac{l}{v_0}$

$\Rightarrow v_1 = 8.8\times10^6 m/s$

កាំគន្លង $R = \dfrac{mv_\perp}{|q|B}$

ដោយ $v_\perp = v_1 = 8.8\times10^6 m/s$

នាំឲ្យ $R = 5\times10^{-3} m$

ដូចនេះ $\boxed{R = 5\times10^{-3} m}$

ខ. គណនាជំហានខ្សែខ្មៅ

គេបាន៖ $h = \dfrac{2\pi m v_\parallel}{|q|B}$ តែ $v_\parallel = v_0 = 10^7 m/s$

នាំឲ្យ $h = 3.6\times10^{-2} m$

ដូចនេះ $\boxed{h = 3.6cm}$

IV. ចម្លើយលំហាត់ទំរង់បិទ (QCM)

1. ចម្លើយ *b*
2. ចម្លើយ *c*
3. ចម្លើយ *c*
4. ចម្លើយ *b*
5. ចម្លើយ *d*
6. ចម្លើយ *c*
7. ចម្លើយ *c*
8. ចម្លើយ *d*
9. ចម្លើយ *d*
10. ចម្លើយ *c*
11. ចម្លើយ *c*
12. ចម្លើយ *a*
13. ចម្លើយ *a*
14. ចម្លើយ *d*
15. ចម្លើយ *c*
16. ចម្លើយ *b*
17. ចម្លើយ *d*
18. ចម្លើយ *d*
19. ចម្លើយ *b*
20. ចម្លើយ *a*
21. ចម្លើយ *a*
22. ចម្លើយ *d*
23. ចម្លើយ *d*
24. ចម្លើយ *c*
25. ចម្លើយ *b*
26. ចម្លើយ *a*

ចំណេះវិជ្ជាគឺជារតនសម្បត្តិមួយ ដែលពុំមែនជារបស់បុគ្គលយើងម្នាក់ឡើយ ហេតុនេះ ចូរកុំរារែកក្នុងការចែករំលែកដល់មហាជន...!!!

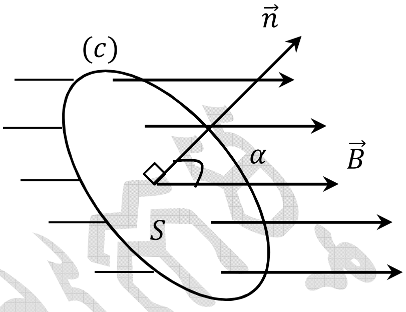
(រក្សាសិទ្ធិ - ពុំ ស៊ីមន)

ផ្នែកទី២ ម៉ាញេទិច

មេរៀនទី៥ បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

I. សង្ខេបទ្រឹស្តី

1. ភ្លុចម៉ាញេទិច



(5.1.1)

ភ្លុចម៉ាញេទិច ឆ្លងកាត់ផ្ទៃ S មួយខណ្ឌដោយខ្សែកោងបិទ (c) ដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន ដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ (ដូចរូប 5.1.1) គឺជាទំហំមួយដែលត្រូវបានកំណត់ដោយរូបមន្ត:

$$\Phi = B.S.\cos\alpha$$

ដែល α: មុំផ្គុំរវាង $\vec{B}$ និងវ៉ិចទ័រនរម៉ាល់ $\vec{n}$ នៃផ្ទៃ S

ខ្នាតរបស់ភ្លុចម៉ាញេទិច គិតជា ***វ៉េប៊ែរ*** (Wb) ។

2. បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច គឺជាបាតុភូតកកើតឡើងនៃ ***ចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វី*** នៅក្នុងសៀគ្វីបិទមួយនៅពេលដែលមានបម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិចកើតឡើងក្នុងសៀគ្វី។

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វី គឺជាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលបង្កើតឲ្យមានចរន្តអាំងឌ្វីនៅក្នុងសៀគ្វីបិទមួយ។

a. <u>ច្បាប់គ្រឹះនៃអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច:</u>

នៅពេលដែលមានបម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃនៃសៀគ្វីបិទមួយ នាំឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីនៅក្នុងសៀគ្វីនោះ។

ចរន្តអាំងឌ្វី កើតមានលុះត្រាតែមានបម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិច Φ ។ បើសិនជាភ្លុច Φ មិនប្រែប្រួលទេ នោះគ្មានចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វីកើតឡើងនៅក្នុងសៀគ្វីទេ។

b. **ច្បាប់ឡិនៈ** *ចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វីមានទិសដៅលៃយ៉ាងណាឲ្យផលរបស់វា (ទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចថ្មីដែលបង្កើតដោយចរន្តអាំងឌ្វី) ប្រឆាំងនឹងបុព្វហេតុដែលបង្កើតវា។*

c. **កម្លាំងអគ្គិសនីអាំងឌ្វី** គឺជាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលបង្កើតឲ្យមានចរន្តអាំងឌ្វីក្នុងសៀគ្វីបិទមួយ ហើយវាមាន*អាំងតង់ស៊ីតេសមាមាត្រនឹងបម្រែបម្រួលដែនម៉ាញេទិចក្នុងសៀគ្វី និងច្រាសសមាមាត្រនឹងរយៈពេលនៃបម្រែបម្រួលភ្លុច* (មានន័យថាវាសមាមាត្រនឹងល្បឿននៃបម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិច)។

គេសរសេរៈ $E_c = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta}$ ឬ $|E_c| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

សញ្ញា "−" សម្តែងអំពីច្បាប់ឡិន។

បើសិនជា សៀគ្វីបិទមាន N ស្ពៀ យើងបានៈ

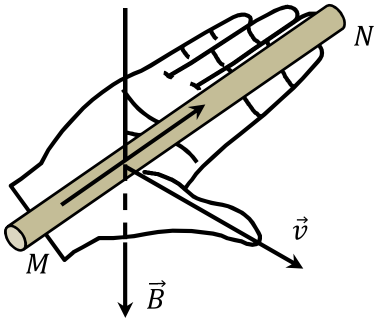
$E_c = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ឬ $|E_c| = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

❖ កម្លាំងអគ្គិសនីដែលកើតឡើងនៅលើខ្សែចម្លងប្រវែង ℓ កំពុងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន $\vec{v}$ ក្នុងដែនម៉ាញេទិចដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ស្មើនឹង៖

$E_c = B.\ell.v.\sin\alpha$ ដែល α: ជាមុំផ្គុំរវាង $\vec{B}$ និង $\vec{v}$

❖ ការកកើតឡើងនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីក្នុងខ្សែចម្លងប្រវែង ℓ សមមូលនឹងការកកើតឡើងនៃជនិតាសមមូលមួយនៅលើខ្សែចម្លងនោះ។ ជនិតានេះមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្មើនឹង E_c និងមានគោលវិជ្ជមាន និងអវិជ្ជមាន ដែលកំណត់តាមវិធានដៃស្តាំ៖ *ដាក់បាតដៃលៃយ៉ាងណាឲ្យវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុង $\vec{B}$ មានទិសដៅចាក់ទំលុះពីបាតដៃទៅខ្នងដៃ មេដៃកន្ទេកឲ្យកែងម្រាមដៃ ចង្អុលតាមទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់ខ្សែចម្លង នាំឲ្យយើងបានទិសដៅពីកដៃទៅចុងម្រាមទាំងបួន ជាទិសដៅរបស់ឆ្លងកាត់ជនិតាសមមូល ពីគោលអវិជ្ជមានទៅគោលវិជ្ជមាន។*

❖ ***ទិសដៅចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វី*** ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងប្រវែង ℓ កំពុងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន $\vec{v}$ ក្នុងដែនម៉ាញេទិច (នៅពេលដែលគេតខ្សែចម្លងធ្វើជាសៀគ្វីបិទ)ក៏ត្រូវបានគេកំណត់**តាមវិធានដៃស្តាំ** ផងដែរ (ដូចរូប5.1.2)។ *ដាក់បាតដៃស្តាំបែបយ៉ាងណាឲ្យវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុង $\vec{B}$ មានទិសដៅចាក់ទំលុះពីបាតដៃទៅខ្នងដៃ មេដៃកន្ទេកឲ្យកែងនឹងម្រាមទាំងបួនចង្អុលទិសដៅផ្លាស់ទីរបស់ខ្សែចម្លង នាំឲ្យយើងបានទិសដៅពីកដៃទៅចុងម្រាមទាំងបួន ជាទិសដៅនៃចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងនោះ។*



$(5.1.2)$

d. <u>**ចរន្តភូកូល:**</u> ជាចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វីដែលកើតឡើងនៅក្នុងអង្គធាតុចម្លង (ឧទាហរណ៍ដូចជាដុំលោហៈជាដើម) នៅពេលដែលអង្គធាតុនោះផ្លាស់ទីនៅក្នុងដែនម៉ាញេទិច ឬយកវាទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចប្រែប្រួល(ប្រែប្រួលតាមពេល)។ ដោយសារអំពើនៃចរន្តភូកូលគ្រប់អង្គធាតុចម្លងលោហៈដែលផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិច នឹងរងអំពើនៃកម្លាំងទប់អេឡិចត្រូម៉ាញេទិច។ *ចរន្តភូកូល បង្កើតឲ្យមានផលស៊ូល (ផលកម្តៅ) នៅក្នុងស្នូលម៉ូទ័រ ឬក្នុងត្រង់ស្វូ ជាដើម។*

3. បាតុភូតអូតូអាំងឌុចស្យុង

បាតុភូតអូតូអាំងឌុចស្យុង គឺជាបាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចក្នុងសៀគ្វីបិទមួយ ដែលកើតឡើងដោយសារកើតមានបម្រែបម្រួលចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសៀគ្វីនោះ។

a. ចំពោះសៀគ្វីបិទដែលឆ្លងកាត់ដោយចរន្តថេរ បាតុភូតអូតូអាំងឌុចស្យុងច្រើនកើតឡើងនៅពេលភ្ជាប់(ដំណើរការ)សៀគ្វី *(ចរន្តកើនឡើងភ្លាមៗពីតម្លៃសូន្យ)* និងពេលផ្តាច់សៀគ្វី *(ចរន្តថយចុះទៅដល់សូន្យ)*។ ចំណែកនៅក្នុងសៀគ្វីចរន្តឆ្លាស់ បាតុភូតអូតូអាំងឌុចស្យុងតែងកើតមានជានិច្ច។

b. ***កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វី*** ជាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលកើតឡើងដោយសារបាតុភូតអូតូអាំងឌុចស្យុង។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វីមានរូបមន្ត:

$$\boxed{e = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

សញ្ញា"−" សម្តែងអំពីច្បាប់ឡង់។

ដែល ΔI : ជាបម្រែបម្រួលអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តក្នុងសៀគ្វីក្នុងរយៈពេល Δt

L: អាំងឌុចតង់នៃបូប៊ីន មានខ្នាតគិតជា ហង់រី $[H]$

❖ ភ្លុចអាំងឌុស្យុង ក្នុងសៀគ្វីឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I : $\Phi = L.I$

❖ អាំងឌុចតង់សូលេណូអ៊ីត ដែលមានប្រវែង ℓ និងរុំជា N ស្ពៀ:

$$L = \frac{\Phi}{I} = \mu_o \frac{N^2.S}{\ell}$$ ឬ $$L = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2 S}{\ell} = 4\pi.10^{-7} n^2.V$$

ដែល $\mu_o = 4\pi.10^{-7}\,SI$ ពែមីអាប៊ីលីតសុញ្ញកាស

S : ផ្ទៃមុខកាត់សូលេណូអ៊ីត $[m^2]$

V : មាឌសូលេណូអ៊ីត $[m^3]$

n : ចំនួនស្ពៀក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង (ចំនួនស្ពៀក្នុង $1m$)

បើបូប៊ីនមានស្នូលដែកដែលមាន ពែមីអាប៊ីលីតេ μ យើងបាន៖

$$L = \mu_o \mu \frac{N^2 S}{\ell}$$ ឬ $$L = 4\pi.10^{-7}\mu\frac{N^2 S}{\ell}$$

c. ថាមពលម៉ាញេទិចនៃបូប៊ីនដែលមានអាំងឌុចតង់ L ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I មានរូបមន្ត:

$$W = \frac{1}{2}LI^2$$ ឬ $$W = \frac{1}{8\pi}.10^{-7}B^2.V$$ ខ្នាតគិតជា ស៊ូល $[J]$

ដែល B: ជាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចនៃដែនម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីន(សូលេណូអ៊ីត)

❖ ដង់ស៊ីតេថាមពលម៉ាញេទិច: $w = \frac{1}{8\pi}.10^{-7}B^2$

II. លំហាត់ទំរង់បិទ (QCM)

1. ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃខ្សែចម្លងរាងរង្វង់ ដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ មិនអាស្រ័យ៖

- **a.** ទម្រង់(រូបសណ្ឋាន) នៃរង្វង់ខ្សែ។
- **b.** ផ្ទៃនៃរង្វង់ខ្សែ។
- **c.** មុំផ្គុំរវាង ផ្ទៃរង្វង់ខ្សែ និងទិស $\vec{B}$ ។
- **d.** អាំងតង់ស៊ីតេនៃអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B ។

2. ក្នុងប្រព័ន្ធអន្តរជាតិ SI ខ្នាតរបស់ភ្លុចម៉ាញេទិចគិតជាៈ

- **a.** T (តេស្លា)
- **b.** $T.m$
- **c.** Wb (វេប៊ែរ)
- **d.** T/m

3. ខ្នាតរបស់ភ្លុចម៉ាញេទិចគិតជា Wb ដែល $1Wb$ ស្មើនឹង៖

- **a.** $1T/m^2$
- **b.** $1\ A.m$
- **c.** $1\ A/m$
- **d.** $1\ T.m^2$

4. ជ្រើសរើសចម្លើយ "ត្រូវ" និង "ខុស" ៖

	ត្រូវ	ខុស
១. ភ្លុចម៉ាញេទិច ជាទំហំមួយដែលមានតម្លៃវិជ្ជមានជានិច្ច ព្រោះវាសមាមាត្រនឹងចំនួនខ្សែដែនម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃមួយ។	☐	☐
២. ភ្លុចម៉ាញេទិចជាទំហំវ៉ិចទ័រ (មានទិសដៅ)។	☐	☐
៣. ភ្លុចម៉ាញេទិចជាទំហំស្កាលែរ ។	☐	☐
៤. ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃមួយ អាស្រ័យតែនឹងតម្លៃផ្ទៃ តែមិនអាស្រ័យនឹងការដាក់ផ្ទៃត្រង់ ឬ ទេរឡើយ។	☐	☐
៥. ភ្លុចម៉ាញេទិចអាចវិជ្ជមាន អវិជ្ជមាន ឬស្មើសូន្យ។	☐	☐
៦. ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃបិទមួយ មានតម្លៃស្មើសូន្យ។	☐	☐
៧. ខ្នាតរបស់ភ្លុចម៉ាញេទិចគឺ $T.m^2 = Wb$ ។	☐	☐

5. កម្លាំងអគ្គិសនីចលករដែលកើតឡើងក្នុងខ្សែចម្លង ពេលខ្សែចម្លងផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិច អាស្រ័យនឹងៈ

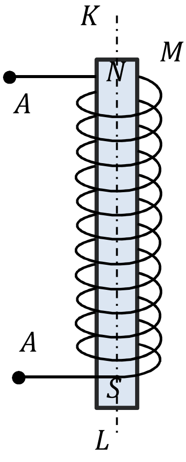
a. ប្រវែងនៃខ្សែចម្លង
b. ទិសដៅផ្លាស់ទីនៃខ្សែចម្លង
c. អង្កត់ផ្ចិតខ្សែចម្លង
d. ភ្លុចម៉ាញេទិច។

6. គេឲ្យរបាមេដែកមួយឆ្លងកាត់បូប៊ីនខ្សែចម្លង នោះគេឃើញថាចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វីមានអាំងតង់ស៊ីតេធំបំផុតនៅពេលៈ

a. របាមេដែកផ្លាស់ទីដោយចលនាស្មុះស្មើឆ្លងកាត់បូប៊ីន។
b. របាមេដែកផ្លាស់ទីដោយចលនាយឺតស្មើឆ្លងកាត់បូប៊ីន។
c. រុញប៉ូលជើងនៃរបាមេដែកចូលក្នុងបូប៊ីនមុន។
d. រុញប៉ូលត្បូងនៃរបាមេដែកចូលក្នុងបូប៊ីនមុន។

7. តើក្នុងករណីណាមួយខាងក្រោម ដែលធ្វើឲ្យប្រព័ន្ធ (ដូចរូប 5.2.7) មិនកើតមាននូវកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វី?

a. ករណីរុញរបាមេដែកតាមទិសដៅឆ្ពោះទៅចំណុច K
b. ករណីរុញរបាមេដែកតាមទិសដៅឆ្ពោះទៅចំណុច L
c. ករណីបង្វិលរបាមេដែកជុំវិញអ័ក្សរង្វិល KL
d. ករណីរុញរបាមេដែកឲ្យងាកទៅរកចំណុច M



(5.2.7)

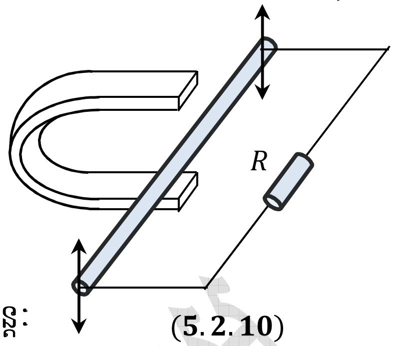
8. ច្បាប់ ឡិន គឺជាវិបាកនៃច្បាប់រក្សាៈ

a. ច្បាប់រក្សាចរន្តអគ្គិសនី
b. ច្បាប់រក្សាថាមពល
c. ច្បាប់រក្សាបរិមាណចលនា
d. ច្បាប់រក្សាខ្សែដែនម៉ាញេទិច។

9. ខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់មួយ ផ្លាស់ទីស្របនឹងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន នាំឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីរបស់ខ្សែចម្លងៈ

a. អាស្រ័យនឹងបន្ទុករបស់រង្វង់ខ្សែចម្លង
b. អាស្រ័យនឹងរូបសណ្ឋាននៃរង្វង់ខ្សែចម្លង
c. មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើសូន្យ
d. អាស្រ័យនឹងអាំងតង់ស៊ីតេវិចទ័រអាំងឌុចស្យុងនៃដែនម៉ាញេទិច។

10. គេដាក់កំណាត់ខ្សែចម្លងទង់ដែងចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចនៃមេដែក U (ដូចរូប 5.2.10)។ ពេលខ្សែចម្លងផ្លាស់ទីឡើងលើចុះក្រោមតាមទិសដៅសញ្ញាព្រួញ យើងឃើញថាក្នុងសៀគ្វីដែលតភ្ជាប់នឹងខ្សែចម្លងនឹង៖



(5.2.10)

a. ធ្វើឲ្យមានចរន្តជាប់កើតឡើង
b. មិនមានចរន្តអគ្គិសនីកើតឡើងទេ
c. ធ្វើឲ្យមានចរន្តឆ្លាស់កើតឡើង
d. ធ្វើឲ្យកើតមានចរន្តរាងធ្មេញរណារកើតឡើង។

11. កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីខណៈ កំណត់តាមរូបមន្ត:

a. $E = I.R$

b. $E = -\dfrac{d\Phi}{dt}$

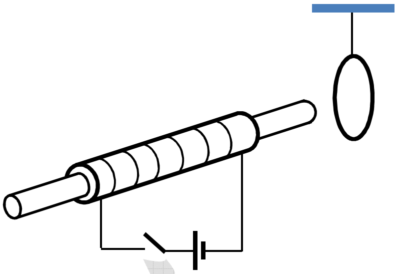
c. $E = I.B.\ell$

d. $E = \dfrac{\Phi}{t}$

12. ចូរគូសសញ្ញាធីក ☑ ចំពោះចម្លើយដែល *"ត្រូវ"* និងចម្លើយដែល *"ខុស"* ៖

	ត្រូវ	ខុស
១. បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនឹងកើតមានឡើងនៅពេលគេឲ្យសៀគ្វីបិទមួយផ្លាស់ទី។	☐	☐
២. បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនឹងកើតមានឡើងនៅពេលគេឲ្យមេដែកមួយផ្លាស់ទីពីមុខសៀគ្វីបិទមួយ ។	☐	☐
៣. បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនឹងកកើតមានឡើងនៅពេលភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់សៀគ្វីមួយប្រែប្រួលតាមពេល។	☐	☐
៤. បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនឹងកើតមានឡើង នៅពេលដែលកំណាត់ខ្សែចម្លងត្រង់ផ្លាស់ទីស្របនឹងខ្សែដែនម៉ាញេ។	☐	☐
៥. បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនឹងកើតមានឡើង នៅពេលកំណាត់ខ្សែចម្លងត្រង់ផ្លាស់ទីតាមទិសកែងនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច ប៉ុន្តែខ្សែចម្លងស្ថិតនៅស្របនឹងខ្សែដែនជានិច្ច។	☐	☐
៦. បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនឹងកើតមានឡើង នៅពេលដែលកំណាត់ខ្សែចម្លងត្រង់ផ្លាស់ទីលៃយ៉ាងណាឲ្យមុំផ្គុំរវាងខ្សែចម្លង និងខ្សែដែនម៉ាញេទិចខុសពីសូន្យ។	☐	☐

13. តាមរយៈការសង្កេតរង្វង់ខ្សែចម្លងអាលុយមីញ៉ូមព្យួរដោយខ្សែអំបោះអ៊ីសូឡង់ និងដំណើរនៃការបិទ(ភ្ជាប់) និងផ្តាច់ចរន្តនៃសៀគ្វីដូចរូប 5.2.13។ តើមិតណាមួយដែល *"ត្រឹមត្រូវ"* ៖



(5.2.13)

a. រង្វង់ខ្សែអាលុយមីញ៉ូមត្រូវបានស្នូលដែកច្រានចេញពេលបិទសៀគ្វី និងទាញចូលពេលផ្តាច់សៀគ្វី។

b. រង្វង់ខ្សែអាលុយមីញ៉ូមត្រូវបានស្នូលដែកទាញចូលពេលបិទសៀគ្វី និងច្រានចេញពេលផ្តាច់សៀគ្វី។

c. រង្វង់ខ្សែអាលុយមីញ៉ូមត្រូវបានស្នូលដែកច្រានចេញក្នុងកំឡុងពេលមានចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី។

d. ស្នូលដែកមិនមានអំពើលើរង្វង់ខ្សែអាលុយមីញ៉ូមចំពោះគ្រប់ករណីទាំងអស់។

14. អាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករមិនអាស្រ័យនឹង៖

a. អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច

b. ទិសដៅចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង

c. មុំផ្គុំរវាងទិសនៃខ្សែចម្លង និងវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងនៃដែនម៉ាញេទិច

d. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង។

15. បើភ្លុចអាំងឌុចស្យុងប្រែប្រួលថេរ($\frac{d\Phi_o}{dt} =$ ថេរ) ហើយក្នុងរង្វង់ខ្សែចម្លងរេស៊ីស្តង់ R នាំឲ្យចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វីក្នុងរង្វង់ខ្សែចម្លង:

a. មិនប្រែប្រួល និងមានអាំងតង់ស៊ីតេមិនអាស្រ័យនឹង R

b. មិនប្រែប្រួល តែមានអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តសមាមាត្រនឹង R

c. ប្រែប្រួលតាមខួបច្បាស់លាស់

d. មិនប្រែប្រួល តែអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តច្រាសសមាមាត្រនឹង R ។

16. ច្បាប់ឡិន ពោលថា ចរន្តអាំងឌ្វីក្នុងសៀគ្វីបិទមួយ ៖

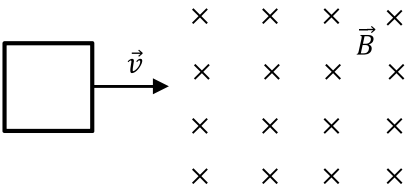
a. មានទិសដៅលៃយ៉ាងណាឲ្យផល (ដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តអាំងឌ្វី) របស់វាប្រឆាំងនឹងបម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់សៀគ្វី។

b. កើតមានឡើងនៅពេលដែលសៀគ្វីផ្លាស់ទីមានវ៉ិចទ័រផ្ចុំ កែងនឹងខ្សែដែន។

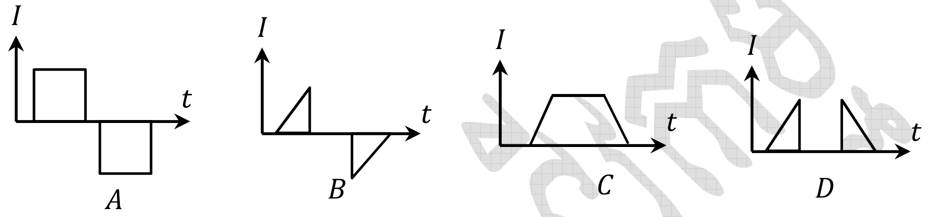
c. មានទិសដៅលៃយ៉ាងណាឲ្យដែនម៉ាញេទិចដែលវាបង្កើតឡើង មានទំនោរធ្វើឲ្យមានបម្រែបម្រួលកាន់តែខ្លាំងឡើង។

d. នឹងកើតមានឡើងនៅពេលសៀគ្វីផ្លាស់ទីមានវ៉ិចទ័រផ្ចុំ ស្របនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។

17. តាមរូប 5.2.17a មានស៊ុមខ្សែចម្លងរាងការេមួយផ្លាស់ទីដោយចលនាស្មើពីតំបន់គ្មានដែនចូលទៅតំបន់នៃដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន បន្ទាប់មកចេញផុតពីតំបន់នោះទៅតំបន់គ្មានដែនម៉ាញេទិច។ តើក្រាបណាមួយក្នុងចំណោមក្រាប $A; B; C; D$ ដូចរូប 5.2.17b ដែលសម្តែងអំពីចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌ្វី I ជាអនុគមន៍នឹងពេល t នៃបម្លាស់ទីរបស់ស៊ុមខ្សែចម្លង?



(**5.2.17*a***)



(**5.2.17*b***)

18. គេអាចធ្វើឲ្យអាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីតមួយកើតឡើងតាមរយៈការដាក់ក្នុងសូលេណូអ៊ីតនូវស្នូលដែលមានធម្មជាតិជា:

a. ប៉ារ៉ាម៉ាញេទិច

b. ដ្យាម៉ាញេទិច

c. ដែកម៉ាញេទិច

d. ឌីអេឡិចទ្រិច

19. ខ្នាតរបស់អាំងឌុចតង់គិតជា ហង់រី ដែល $1H$ ស្មើនឹង:

a. $1J.A^2$

b. $1V.A$

c. $1J/A^2$

d. $1V/A$

20. ច្បាប់ឡិនគឺជាវិបាននៃច្បាប់រក្សា៖

a. ច្បាប់រក្សាបន្ទុកអគ្គិសនី

b. ច្បាប់រក្សាថាមពល

c. ច្បាប់រក្សាខ្សែដែនម៉ាញេទិច

d. ច្បាប់រក្សាបរិមាណចលនា

21. បូប៊ីនមួយមានអង្កត់ផ្ចិត $10cm$ រុំជា 200 ស្ពៀ ត្រូវបានគេតជាសៀគ្វីបិទមួយ និងដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច។ អាំងឌុចស្យុងនៃដែនម៉ាញេទិចកើនឡើងពី $2T$ ទៅ $6T$ ក្នុងរយៈពេល $0.1s$ ។ បើផ្ទៃនៃរង្វង់ខ្សែស្ពៀនីមួយៗកែងនឹងអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច តើកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតឡើងក្នុងបូប៊ីនស្មើប៉ុន្មាន?

a. $56.5V$
b. $62.8V$
c. $60.2V$
d. $65.7V$

22. ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែង $40cm$ ផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានដោយល្បឿន $5m/s$ តាមទិសកែងនឹងអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច។ គេដឹងថា កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃខ្សែចម្លងស្មើនឹង $0.6V$ ។ អាំងឌុចស្យុងនៃដែនម៉ាញេទិចមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ

a. $0.1T$
b. $0.3T$
c. $0.2T$
d. $0.4T$

23. ស៊ុមខ្សែចម្លងមួយវិលក្នុងដែនម៉ាញេទិច គេសង្កេតឃើញថាទិសដៅនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី នឹងប្រែប្រួលម្តងនូវរាល់ពេលដែលស៊ុមវិលបាន៖

a. $\frac{1}{4}$ ជុំ
b. 2 ជុំ
c. 1 ជុំ
d. $\frac{1}{2}$ ជុំ

24. គេឃើញថា នៅពេលដែលចរន្តអគ្គិសនីប្រែប្រួលថេរពី 0 ទៅ $5A$ ក្នុងរយៈពេល $1s$ ធ្វើឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $1V$ នៅក្នុងបូប៊ីន។ អាំងឌុចតង់នៃបូប៊ីនស្មើនឹង៖

a. $2.5H$
b. $5H$
c. $\frac{1}{5}H$
d. $4H$

25. ចរន្តអគ្គិសនីមួយមានអាំងតង់ស៊ីតេប្រែប្រួលពី 0 ទៅ $1A$ ក្នុងរយៈពេល $5s$ ឆ្លងកាត់បូប៊ីនមួយដែលមានអាំងឌុចតង់ $1H$ ។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌុីក្នុងបូប៊ីនស្មើនឹង៖

a. $1V$
b. $2V$
c. $\frac{1}{2}V$
d. $\frac{1}{5}V$

26. ស៊ុមខ្សែចម្លងរាងការេមានជ្រុង $5cm$ ដាក់កែងនឹងដែនម៉ាញេទិចដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចស្មើនឹង $0.08T$ ។ បើសិនជាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចថយចុះថេររហូតដល់ស្មើ 0 ក្នុងរយៈពេល $0.2s$ នោះកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីកើតឡើងមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹងៈ

a. $0.04mV$
b. $1mV$
c. $0.5mV$
d. $8mV$

27. បូប៊ីនមួយមានអាំងឌុចតង់ស្មើនឹង $0.1H$ ។ ចរន្តឆ្លងកាត់បូប៊ីនប្រែប្រួលដោយល្បឿន $200A/s$ នាំឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌីកើតឡើងក្នុងបូប៊ីនស្មើនឹងៈ

a. $10V$
b. $0.1kV$
c. $20V$
d. $2kV$

28. ខ្សែចម្លងមួយមានប្រវែង $15cm$ ស្ថិតក្នុងដែនម៉ាញេទិចមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $2T$ ។ ចុងទាំងពីរនៃខ្សែចម្លងត្រូវបានគេភ្ជាប់នឹងខ្សែចម្លងយឺតធ្វើជាសៀគ្វីបិទ ហើយដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច។ រេស៊ីស្តង់សរុបនៃសៀគ្វីស្មើនឹង 0.5Ω ។ ដើម្បីឲ្យខ្សែចម្លងផ្លាស់ទីតាមទិសកែងនឹងវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចដោយល្បឿន $10m/s$ នោះយើងត្រូវចំណាយអានុភាព P អស់ចំនួនៈ

a. $25W$
b. $18W$
c. $20W$
d. $22W$

29. ក្នុងបូប៊ីនមួយកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌីស្មើនឹង $10V$ នៅពេលដែលចរន្តឆ្លងកាត់បូប៊ីនប្រែប្រួលពី $5A$ ទៅ $10A$ ក្នុងរយៈពេល $0.1s$ ។ តើអាំងឌុចតង់របស់បូប៊ីនខាងលើមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើប៉ុន្មាន?

a. $0.4H$
b. $0.3H$
c. $0.2H$
d. $0.6H$

30. ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងបូប៊ីនអូតូអាំងឌុចស្យុងមួយប្រែប្រួលពី $16A$ ទៅ 0 ក្នុងរយៈពេល $0.01s$ និងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វីមានអាំងតង់ស៊ីតេមធ្យមស្មើ $64V$ ។ តើអាំងឌុចតង់របស់បូប៊ីនមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើប៉ុន្មាន?

a. $0.032H$
b. $0.25H$
c. $0.04H$
d. $4H$

31. បូប៊ីនវែងមួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី I ។ គេថាថាមពលដែនម៉ាញេទិចនៅក្នុងបូប៊ីនមិនអាស្រ័យនឹងៈ

a. អាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត I
b. ចំនួនស្ពៀនៃបូប៊ីន
c. បូប៊ីនមានស្នូលដែក ឬគ្មានស្នូលដែកនោះទេ
d. រេស៊ីស្តង់របស់បូប៊ីន។

32. សូលេណូអ៊ីតមួយមានអាំងឌុចតង់ $L=2mH$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តមានអាំងតង់ស៊ីតេ $10A$ ។ ថាមពលម៉ាញេទិចផ្ទុកក្នុងសូលេណូអ៊ីតស្មើនឹង៖

a. $0.05J$
b. $1J$
c. $0.1J$
d. $0.1kJ$

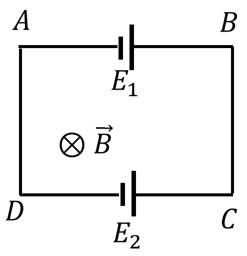
33. ចរន្តភូកូល កើតមានឡើតនៅក្នុងៈ

a. អង្គធាតុដែកម៉ាញេទិច
b. អង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនី
c. អង្គធាតុឌីអេឡិចទ្រិច
d. បូប៊ីន។

ការចង់អ្វីតែលើស

III. លំហាត់អនុវត្តន៍

1. ស៊ុមខ្សែចម្លងរាងជាការេ មានជ្រុង $a = 0.5m$ ដែលជ្រុង AB និង CD មានរេស៊ីស្តង់សរុប $R = 4\Omega$ ។ គេបានភ្ជាប់ស៊ុមទៅនឹងជនិតាពីរ $E_1 = 10V;\ E_2 = 8V;\ r_1 = r_2 \approx 0$ (ដូចរូប)។ គេបានយកសៀគ្វីនេះទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ដែលមានទិស ទិសដៅដូចរូប និងមានអាំងតង់ស៊ីតេប្រែប្រួលជាអនុគមន៍នឹងពេល $B = k.t$ ដែល $k = 16T/s$ ។ គណនាចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វី។



ចម្លើយ

គណនាចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វី

- ដោយអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច B ជាអនុគមន៍កើន នាំឲ្យភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់សៀគ្វីខាងលើ $\Phi = B.S = k.t.S$ កើនឡើងដែរ ដែលជាមូលហេតុនាំឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វី E_c ក្នុងសៀគ្វី។ ហើយចរន្តអាំងឌ្វីដែលបង្កើតឡើងដោយ E_c មានទិសដៅលៃយ៉ាងណាឲ្យផលរបស់វា (ដែនម៉ាញេទិចថ្មីដែលបង្កើតឡើងដោយចរន្តអាំងឌ្វី) ប្រឆាំងនឹងបុព្វហេតុដែលបង្កើតវា (មានន័យថា មានទិសដៅផ្ទុយជាមួយ $\vec{B}$)។

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$|E_c| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(k.t.S)}{\Delta t} = k.S$$

តែ $S = a^2 = 0.5^2 = 0.25m^2$ និង $k = 16T/s$

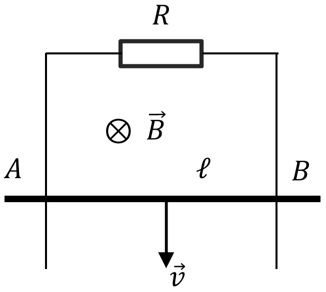
$$\Rightarrow |E_c| = k.a^2 = 4V$$

- ដោយ $E_2 + E_c > E_1$ នាំឲ្យចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសៀគ្វីមានទិសដៅផ្ទុយពីទ្រនិចនាឡិកា និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ (តាមច្បាប់អូមចំពោះសៀគ្វីបិទ)៖

$$I = \frac{E_c + E_1 + (-E_2)}{R} = \frac{4 + 10 - 8}{4} = 0.5A$$

<u>ដូចនេះ</u> ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វីមានទិសដៅ $ADCBA$ និងអាំងតង់ស៊ីតេ $I = 0.5V$ ។

2. គេមានសៀគ្វីដូចរូប ដែលរួមមានរបាលោហៈស្របពីរមានរេស៊ីស្តង់អាចចោលបាន ភ្ជាប់នឹងរេស៊ីស្តង់ $R=0.5\Omega$ ។ គេយកខ្សែចម្លង AB ប្រវែង $\ell=14cm$ មានម៉ាស $2g$ និងមានរេស៊ីស្តង់ $R'=0.5\Omega$ ទៅដាក់លើរបាលោហៈទាំងពីរខាងលើលៃយ៉ាងណាឲ្យខ្សែ AB រអិលលើរបាលោហៈដោយគ្មានកកិត។ បន្ទាប់មកគេយកប្រព័ន្ធខាងលើទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានឲ្យវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ មានទិសកែងនឹងប្លង់នៃរបាលោហៈទាំងពីរ $\left(B=0.2T; g=9.8m/s^2\right)$ ។



(5.2)

a. កំណត់ទិសដៅចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ R ។

b. ចូរបង្ហាញថា នៅខណៈដំបូង AB រអិលចុះដោយចលនាស្ទុះស្មើ តែក្នុងមួយរយៈពេលក្រោយមកវាធ្វើចលនាស្មើវិញ? គណនាល្បឿន v_o នៃចលនាស្មើ និង U_{AB} ។

c. បើគេដាក់របាលោហៈក្នុងប្លង់ទេរផ្ទុំបានមុំ $\alpha=60^o$ ជាមួយប្លង់ដេក តែទិស និងទិសដៅរបស់ $\vec{B}$ រក្សានៅដដែល ចូរគណនាល្បឿន v'_o នៃចលនាស្មើរបស់ AB និង U'_{AB} ។

ចម្លើយ

a. កំណត់ទិសដៅចរន្តឆ្លងកាត់ R

- ដោយល្បឿននៃចលនារអិលរបស់របា AB មានទិសដៅចុះក្រោម(ដូចរូប 5.2) តាមវិធានដៃស្តាំៈ នាំឲ្យក្នុងរបាលោហៈ AB កើតមានចរន្តអាំងឌុីដែលមានទិសដៅ $A\rightarrow B$

ដូចនេះ ចរន្តឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់ R មានទិសដៅពី A ទៅ B ។

b. ស្រាយបញ្ជាក់បាតុភូត និងគណនា $v_o; U_{AB}$

- នៅខណៈដំបូង របា AB រអិលធ្លាក់ចុះក្រោមក្រោមអំពើនៃទម្ងន់ $\vec{P}$ ធ្វើឲ្យផ្ទៃ $ARBA$ កើនឡើង$\Rightarrow$ ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃ $ARBA$ កើនឡើង ដែលជាមូលហេតុបង្កើតឲ្យមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីក្នុងរបា $E_c=B.\ell.v$ (តាមវិធានបាតដៃស្តាំ យើងបានចរន្តអាំងឌុីឆ្លងកាត់ AB មានទិសដៅពី $A\rightarrow B$) និងមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ

$$I=\frac{E_c}{R+R'}=\frac{B.\ell.v}{R+R'} \qquad (1)$$

- ពេលមានចរន្តឆ្លងកាត់របា AB ដែលដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច នាំឲ្យរបា AB រងអំពើនៃកម្លាំងម៉ាញេទិច $\vec{F}$ ។ តាមវិធានដៃស្តាំ នាំឲ្យ $\vec{F}$ មានទិសដៅពីក្រោម ឡើងលើ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ $F=B.I.\ell=\dfrac{B^2\ell^2.v}{R+R'}$ (2)

- ពេលរបា AB រអិលចុះក្រោម វារងអំពើនៃកម្លាំងផ្គួប $\left(\vec{F}+\vec{P}\right)$ ឬ $\left(P-F\right)$ (ជ្រើសរើសទិសដៅចុះក្រោម ជាទិសដៅវិជ្ជមាន)។ យើងបានសំទុះរបស់របា AB ស្មើនឹង៖

$$a=\frac{P-F}{m}=g-\frac{B^2.\ell^2.v}{m\left(R+R'\right)} \qquad (3)$$

$\Rightarrow$ របា AB ផ្លាស់ទីដោយចលនាស្ទុះស្មើ ដែលធ្វើឲ្យល្បឿនរបស់វាកើតឡើង។ ហើយមួយរយៈពេលក្រោយមក របា AB នឹងរអិលធ្លាក់ចុះដោយល្បឿនស្មើ v_o ណាមួយដែលត្រូវនឹងសំទុះ $a=0$ ឬ $g-\dfrac{B^2.\ell^2.v_o}{m\left(R+R'\right)}$ $\Rightarrow v_o=\dfrac{mg\left(R+R'\right)}{B^2.\ell^2}$ (4)

តាមសម្មតិកម្មៈ $m=2.10^{-3}kg;\mathrm{R=R'}=0.5\Omega;\mathrm{B=0.2T};\ \ell=14.10^{-2}m;$

$$\Rightarrow v_o=\frac{2.10^{-3}\times 9.8\times 1}{0.2^2\times\left(14.10^2\right)^2}=\boxed{25m/s}$$

តាម (1) និង (4) នាំឲ្យយើងបានចរន្តឆ្លងកាត់ AB ស្មើនឹងៈ

$$I_o=\frac{B.\ell.v_o}{R+R'}=\frac{mg}{B.\ell}$$

នាំឲ្យ $U_{AB}=I_o.R'=\dfrac{mg}{B.\ell}.R'=\dfrac{2.10^{-3}\times 9.8}{0.2\times 14.10^{-2}}\times 0.5=\boxed{0.35V}$

c. គណនា v'_o និង U'_{AB}

- ពេលដាក់របាលោហៈក្នុងប្លង់ទេរផ្គុំបានមុំ $\alpha=60^o$ ជាមួយប្លង់ដេក $\Rightarrow$ បាតុភូតរូបវិទ្យានៅរក្សាដដែល (ដូចបានបកស្រាយនៅសំណួរ b ខាងលើ)។ ប៉ុន្តែក្នុងករណីនេះ យើងបានរូបមន្តកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីថ្មីៈ

$E'_c=B.\ell.v_1$ ដែល $v'=v_1.\sin\alpha$ និង v' ជាល្បឿនផ្លាស់ទីរបស់ AB

$$\Rightarrow I'=\frac{E'_c}{R+R'}=\frac{B.\ell.v_1}{R+R'} \qquad (1')$$

$$\Rightarrow F'=B.I'.\ell=\frac{B^2.\ell^2.v_1}{R+R'} \qquad (2')$$

- ពេល AB រអិលចុះក្រោមតាមប្លង់ទេរ វារងអំពើនៃកម្លាំង $\left(\vec{P}+\vec{F}+\vec{N}\right)$ ឬជាម៉ូឌុល $\left(P-F-N\right)$ ដែលក្នុងនោះ $\vec{N}$ ជាកម្លាំងប្រតិកម្មរបស់របាលោហៈ។

- ជ្រើសរើសទិសដៅវិជ្ជមានជាទិសដៅនៃចលនាស្របនឹងប្លង់ទេរៈ

តាមច្បាប់ទី II ញូតុនៈ $\left(P-F'\right).\sin\alpha=m.a'$

$$\Rightarrow a' = \frac{(P-F')\sin\alpha}{m} = \left[g - \frac{B^2\ell^2.v_1}{m(R+R')}\right] \qquad (3')$$

- ពេល AB ផ្លាស់ទីដោយចលនាស្មើ ត្រូវនឹងខណៈពេលដែល $a'=0$ យើងបានៈ

$$v_{01} = \frac{mg(R+R')}{B^2\ell^2} = \frac{v'_o}{\sin\alpha} \qquad (4')$$

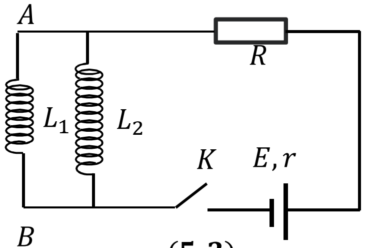
$$\Rightarrow v'_o = \frac{mg(R+R').\sin\alpha}{B^2\ell^2} = \frac{2.10^{-3}\times 9.8\times(0.5+0.5)\times\sin 60^o}{0.2^2\times(14.10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{v'_o \approx 14.43\, m/s}$$

តាម $(1')$ និង $(4')$ $\Rightarrow I'_o = \frac{B.\ell.v_{01}}{R+R'} = \frac{mg}{B.\ell}$

នាំឲ្យ $U'_{AB} = I'_o R' = \frac{mg}{B.\ell}\times R' = \boxed{0.35V}$ (ដូចករណីខាងលើ)

3. បូប៊ីនពីរមានអាំងឌុចតង់ L_1 និង L_2 ត្រូវបានភ្ជាប់នឹងរេស៊ីស្តង់ R និងជនិតាបង្កើតបានជាសៀគ្វីដូចរូប 5.3 ។ ក្រោយពេលគេបិទកុងតាក់ K ចូរកំណត់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអចិន្ត្រៃយ៍ក្នុងបូប៊ីន និងចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីក្រៅ។



(5.3)

ចម្លើយ

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេ ចរន្តអចិន្ត្រៃយ៍ក្នុងបូប៊ីន និងចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីក្រៅ

- នៅគ្រប់ខណៈទាំងអស់ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុង A និង B នៃបូប៊ីនទាំងពីរមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា។ ក្រោយពេលបិទកុងតាក់ K ភ្លាមៗ ក្នុងបូប៊ីនកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌុីៈ

$$e_1 = -L_1\frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad \text{និង} \quad e_2 = -L_2\frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

ដោយបូប៊ីនទាំងពីរចម្លងអគ្គិសនីល្អឥតខ្ចោះ(រេស៊ីស្តង់ស្មើសូន្យ) តាមច្បាប់អូមយើងបានៈ

$$e_1 = e_2 \Leftrightarrow L_1\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = L_2\frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow L_1.\Delta I_1 = L_2.\Delta I_2 \qquad (1)$$

នៅខណៈដើម(មិនទាន់បិទកុងតាក់ K) ចរន្តនីមួយៗមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើសូន្យ។

ហេតុនេះ ពេលចរន្តអគ្គិសនីមានរបបអចិន្ត្រៃយ៍យើងបាន៖

$$I_1.L_1 = I_2.L_2 \qquad (2)$$

តាមច្បាប់អូម: $I = \dfrac{E}{R+r}$ (3)

តាមច្បាប់ថ្នាំង: $I = I_1 + I_2$ (4)

តាម $(2),(3)$ និង (4) យើងបាន:

$$I_1 = \frac{L_2}{L_1+L_2}.\frac{E}{R+r} \quad \text{និង} \quad I_2 = \frac{L_1}{L_1+L_2}.\frac{E}{R+r}$$

ដូចនេះ: $\boxed{I_1 = \dfrac{L_2}{L_1+L_2}.\dfrac{E}{R+r}}$ $\boxed{I_2 = \dfrac{L_1}{L_1+L_2}.\dfrac{E}{R+r}}$ និង $\boxed{I = I_1 + I_2}$ ។

4. សូលេណូអ៊ីតមួយមានអង្កត់ផ្ចិតប្រវែង $5cm$ រុំដោយខ្សែចម្លងទង់ដែងដែលមានផ្ទៃមុខកាត់ $S' = 0.2mm^2$ រុំជា $N = 1000$ ស្ពៀ។ គេបានយកសូលេណូអ៊ីតខាងលើទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $\vec{B}$ ស្របនឹងអ័ក្សសូលេណូអ៊ីត។ គេដឹងថាអាំងតង់ស៊ីតេនៃអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចមានបម្រែបម្រួល $\dfrac{\Delta B}{\Delta t} = 10^{-2}\,T/s$ ។

a. បើគេភ្ជាប់ប៉ូលទាំងពីរនៃសូលេណូអ៊ីតទៅនឹងកុងដង់សាទ័រមានកាប៉ាស៊ីតេ $C = 10\mu F$ តើកុងដង់សាទ័រមានបន្ទុកអគ្គិសនីស្មើប៉ុន្មាន?

b. បើគេជំនួសកុងដង់ខាងលើដោយខ្សែចម្លងវិញ តើសូលេណូអ៊ីតមានអានុភាពប៉ុន្មាន? បើគេឲ្យរេស៊ីស្ទីវីតេទង់ដែង $\rho = 1.75\times10^{-8}\Omega.m$ ។

<u>ចម្លើយ</u>

a. គណនាបន្ទុកកុងដង់សាទ័រ

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌុីក្នុងសូលេណូអ៊ីត៖

$$E_c = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad \text{ដែល } \Phi = B.S$$

$$\Rightarrow E_c = N\frac{S.\Delta B}{\Delta t} \qquad \text{ដែល } S = \pi\frac{d^2}{4} \text{ (ផ្ទៃមុខកាត់សូលេណូអ៊ីត)}$$

- បន្ទុកកុងដង់សាទ័រៈ $q = C.U$ ដែល $U = E_c$ (ព្រោះសៀគ្វីតូច)

នាំឲ្យ $q = CN\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)\frac{\Delta B}{\Delta t} = 10\times10^{-6}\times1000\left(\frac{\pi\left(5.10^{-2}\right)^2}{4}\right)\times10^{-2}$

$\Rightarrow q = 1.96\times10^{-7}C$

ដូចនេះ កុងដង់សាទ័រមានបន្ទុក $\boxed{q = 1.96\times10^{-7}C}$ ។

b. គណនាអានុភាពសូលេណូអ៊ីត

ពេលជំនួសកុងដង់សាទ័រដោយខ្សែចម្លង នោះយើងបានចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី៖

$I = \frac{E_c}{R}$ តែ $R = \rho\times\frac{\ell}{S'}$ និង $\ell = N\pi.d$

នាំឲ្យអានុភាពកម្តៅរបស់បូប៊ីនៈ

$$P = R.I^2 = \frac{E_c}{R} = \frac{N\pi\frac{d^2}{4}\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)}{\rho\frac{N.\pi.d}{S'}} = \frac{S'}{4\rho}\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)$$

$$\Rightarrow P = \frac{0.2}{4\times1.75\times10^{-8}}\left(10^{-2}\right)\approx 2.8\times10^4 W$$

ដូចនេះ សូលេណូអ៊ីតមានអានុភាពកម្តៅ $\boxed{P = 2.8\times10^4 W}$ ។

5. កងរង្វង់ខ្សែចម្លងល្អឥតខ្ចោះមួយមានអាំងឌុចតង់ L និងកាំ r ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចប្រែប្រួលពី 0 ទៅ B_o និងមានខ្សែដែនកែងនឹងកែងនឹងប្លង់នៃកងរង្វង់ខ្សែ។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអាំងឌ្វីកើតឡើងក្នុងកងរង្វង់ខ្សែចម្លង។

<u>ចម្លើយ</u>

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអាំងឌ្វី

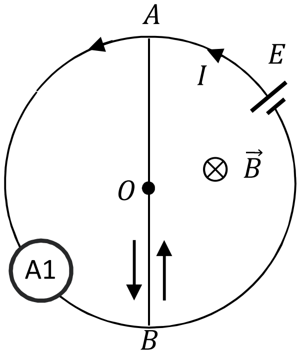
ដោយខ្សែចម្លង ចម្លងអគ្គិសនីល្អឥតខ្ចោះ នាំឲ្យរេស៊ីស្តង់នៃរង្វង់ខ្សែ ≈ 0

តាមច្បាប់អូម នាំឲ្យផលបូកតម្លៃពីជគណិតនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតមានលើរង្វង់ខ្សែចម្លងស្មើសូន្យៈ $\sum E = RI,\ R = 0 \Rightarrow \sum E = 0$

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករក្នុងរង្វង់ខ្សែចែកចេញជាពីរគឺៈ

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី E_c កើតឡើងដោយសារបម្រែបម្រួលដែនម៉ាញេទិចក្រៅ ដែលប្រែប្រួលកើនឡើងពី $0 \rightarrow B_o$
- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌុី e កើតឡើងដោយសារកំណើនចរន្តអគ្គិសនីក្នុងខ្សែ។

យើងបានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករទាំងពីរមានទិសដៅផ្ទុយគ្នាដូចរូប5.5 ។



(5.5)

★ ផលបូកតម្លៃពីជគណិតនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករទាំងពីរស្មើសូន្យកាលណា បម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិចទាំងស្រុង (សរុប) ឆ្លងកាត់ផ្ទៃរង្វង់ខ្សែចម្លងស្មើសូន្យ។

មានន័យថាៈ $\Delta\Phi = \Phi_o = B_o.S = B_o\pi r^2$ មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើ និងមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នានឹងបម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយចរន្តអាំងឌុីៈ $\Delta\Phi_c = L.\Delta I = L.I$

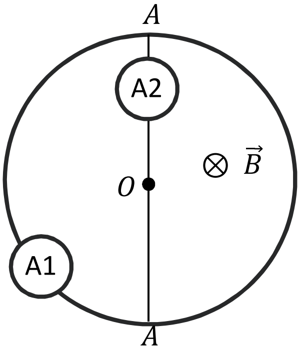
$$\Rightarrow L.I = B_o.\pi r^2 \qquad \Rightarrow I = \frac{B_o.\pi r^2}{L}$$

<u>ដូចនេះ</u> អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអាំងឌុីក្នុងរង្វង់ខ្សែចម្លង $\boxed{I = \frac{B_o.\pi r^2}{L}\ (A)}$ ។

6. ខ្សែចម្លងមួយត្រូវបានគេយកមកពត់ធ្វើជារង្វង់មានអង្កត់ផ្ចិត $d = 0.8m$ និងមានរេស៊ីស្តង់ $R_o = 1\Omega$ ក្នុងមួយខ្នាត់ប្រវែង។ គេយករង្វង់ខ្សែចម្លងនេះទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច ដែលមានវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុង $\vec{B}$ កែងនឹងប្លង់រង្វង់ខ្សែចម្លង។

a. រកបម្រែបម្រួលដែនម៉ាញេទិច $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ ដើម្បីឲ្យចរន្តក្នុងខ្សែចម្លងមានអាំងតង់ស៊ីតេ $I = 1A$ ។

b. យកអំពែម៉ែត្រ A_1 និង A_2 មកតភ្ជាប់នឹងរង្វង់ខ្សែចម្លងដូចរូប5.6 (រេស៊ីស្តង់អំពែម៉ែត្រ អាចចោលបាន)។ ចូររកតម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រនីមួយៗ បើគេដឹងថាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចប្រែប្រួលតាមអនុគមន៍ $B = k.t$ ($k =$ ថេរ និង t គិតជា វិនាទី)។ បើសិនជាគេជំនួស A_2 ដោយវ៉ុលម៉ែត្រដែលមានរេស៊ីស្តង់ធំអានន្តវិញ $(R_V \approx \infty)$ ចូររកតម្លៃចង្អុលនៃ A_1 និង វ៉ុលម៉ែត្រ។



(5.6)

ចម្លើយ

a. រក $(\Delta B/\Delta t)$

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីកើតឡើងក្នុងរង្វង់ខ្សែចម្លងមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ

$$E_c=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=S.\frac{\Delta B}{\Delta t}\qquad \text{ដែល } S=\pi\frac{d^2}{4}$$

- ចរន្តអាំងឌីមានអាំងតង់ស៊ីតេៈ $I=\frac{E_c}{R}=\frac{S}{R}.\frac{\Delta B}{\Delta t}\quad\Rightarrow\frac{S}{R}.\frac{\Delta B}{\Delta t}=I$

$$\Rightarrow\frac{\Delta B}{\Delta t}=\frac{R.I}{S}=\frac{\pi d.R_o.I}{\pi\frac{d^2}{4}}=\frac{4I.R_o}{d}$$

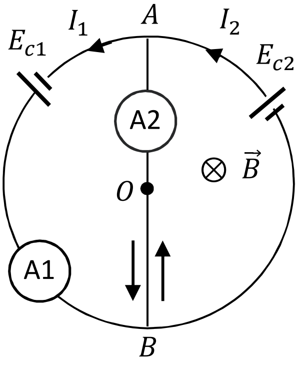
តែតាមសកម្មតិកម្មៈ $I=1A\,,R=\pi.d.R_o\,,R_o=1\Omega\,,d=0.8m$

$$\Rightarrow\frac{\Delta B}{\Delta t}=\frac{4}{0.8}=5\;T/s$$

ដូចនេះ $\boxed{\frac{\Delta B}{\Delta t}=5\;T/s}$ ។

b. រកតម្លៃចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រនីមួយៗ និងវ៉ុលម៉ែត្រ

ពេលតទំពែរម៉ែត្រ A_1 និង A_2 ខ្សែចម្លងបង្កើតបានជាសៀគ្វីពីរ ដែលសៀគ្វីនីមួយៗមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌី E_{c1} និង E_{c2} ដែលតាមច្បាប់ឡិនយើងបានម៉ូឌុលៈ



(5.6b)

$$E_{c1}=E_{c2}=\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t}=S_1.\frac{\Delta B}{\Delta t}=S_1.\frac{k.\Delta t}{\Delta t}=k.S_1$$

(ព្រោះ $\Delta\Phi_1=S_1.\Delta B=S_1.k.\Delta t$)

តែ $S_1=S_2=\frac{1}{2}.\frac{\pi d^2}{4}$ (ផ្នែកន្លះរង្វង់)

- ដោយសៀគ្វីបិទទាំងពីរមានរេស៊ីស្តង់ស្មើគ្នា នាំឲ្យៈ

$$I_1=I_2=I=\frac{E_{c1}}{R/2}=\frac{k.d}{4R_o}\qquad(\bigstar)$$

- នៅលើ AB យើងឃើញថា $I_1\nearrow\swarrow I_2\;\Rightarrow\;I_1-I_1=0$

ដូចនេះ A_2 ចង្អុលតម្លៃ 0 ។

- តាមសំរាយខាងលើ $\Delta B/\Delta t=5$ និងតាម $(\bigstar)$ នាំឲ្យយើងបានៈ $I_1=I_2=1A$

ដូចនេះ A_1 ចង្អុលតម្លៃ $1A$ ។

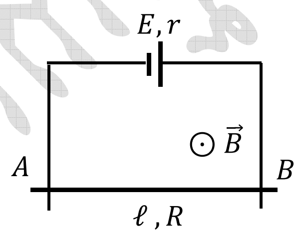
★ បើជំនួស A_2 ដោយវ៉ុលម៉ែត្រដែលមានរេស៊ីស្តង់ធំវិញនោះ យើងដកខ្សែ AB ចេញពីសៀគ្វីខាងលើ $\Rightarrow$ រង្វង់ខ្សែចម្លងជាសៀគ្វីបិទដែលមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ E_c

- កំណត់ចង្អុល A_1 នៅរក្សាដដែល

- វ៉ុលម៉ែត្រចង្អុលតម្លៃ U_{AB} ដែល $U_{AB} = I.\frac{R}{2} \approx 1.26V$

ដូចនេះ ករណីនេះអំពែម៉ែត្រ A_1 ចង្អុល $1A$ និងវ៉ុលម៉ែត្រចង្អុល $1.26V$ ។

7. គេយករបាលោហៈពីរស្របគ្នាដែលមានរេស៊ីស្តង់អាចចោលបាន មកតភ្ជាប់នឹងជនិត E ដែលមានរេស៊ីស្តង់ក្នុង $r = 0.2\Omega$ បង្កើតជាសៀគ្វីដូចរូប 5.7 ។ ខ្សែចម្លង AB ប្រវែង $\ell = 20cm$ ម៉ាស $m = 10g$ និងមានរេស៊ីស្តង់ $r = 2\Omega$ អាចរអិលដោយគ្មានកកិតលើរបាលោហៈទាំងពីរ។ បន្ទាប់មកគេយកប្រព័ន្ធខាងលើនេះទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឲ្យ $\vec{B}$ $(B = 1T)$ កែងនឹងប្លង់បង្កើតឡើងដោយរបាទាំងពីរ និងខ្សែចម្លង AB ។



(5.7)

a. ឧបមាថាជនិតា $E = 1V$ ហើយរបា AB ផ្លាស់ទីចុះក្រោម។ ចូរគណនាល្បឿនរបស់ AB នៅពេល AB ធ្វើចលនាស្មើ (v_o) ។

b. តើជនិតាត្រូវមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្មើប៉ុន្មាន ទើបអាចធ្វើឲ្យ AB ផ្លាស់ទីឡើងលើដោយល្បឿន v_o (សំរាយខាងលើ)។

ចម្លើយ

a. គណនាល្បឿនផ្លាស់ទីរបស់ AB ពេលវាធ្វើចលនាស្មើ (v_o)

(បកស្រាយបាតុភូតដូចលំហាត់ទី 2 សំណួរ b)

ពេលដែលកម្លាំងម៉ាញេទិចមានអំពើលើ AB មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹងទំងន់ នាំឲ្យល្បឿនផ្លាស់ទីរបស់ AB មានអាំងតង់ស៊ីតេថេរស្មើ v_o $\Rightarrow$ AB ធ្វើចលនាស្មើ។

- តាមច្បាប់ឡិនៈ យើងបាន ជនិតាមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករសមមូលៈ $(E + E_c)$ មានន័យថា កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី E_c តជាសេរីនឹងជានិតា E ។

ដែល $E_c = B.\ell.v_o$ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតឡើង

តាមច្បាប់អូមៈ $I = \frac{E + E_c}{R + r} = \frac{E + B.\ell.v_o}{R + r}$ (1)

- លក្ខខណ្ឌដើម្បីឲ្យ AB ផ្លាស់ទីដោយចលនាស្មើ:

$$P = F \Leftrightarrow mg = BI.\ell$$

$$\Rightarrow I = \frac{mg}{B.\ell} \qquad (2)$$

តាម $(1)=(2)$ យើងបាន:

$$v_o = \frac{mg(R+r)}{B^2\ell^2} - \frac{E}{B\ell} = \frac{10^{-2}\times 9.8(2+0.2)}{1\times(20\times 10^{-2})^2} - \frac{1}{1\times 20.10^{-2}} \approx 0.4\,\mathrm{m/s}$$

<u>ដូចនេះ</u> ខ្សែចម្លង AB ផ្លាស់ទីចុះក្រោមដោយល្បឿន $\boxed{v_o = 0.4\,m/s}$ ។

b. កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលកររបស់ជនិតា (E')

- ពេល AB ផ្លាស់ទីឡើងលើដោយល្បឿន $v_o = 0.4m/s$ (សំរាយខាងលើ) នាំឲ្យជនិតាសមមូលក្នុងករណីនេះគឺ: E_c ផ្គុំផ្ទុយជាមួយ E' ហើយ $E' > E_c$ (លក្ខខណ្ឌដើម្បីឲ្យកម្លាំងម៉ាញេទិចនៅរក្សាទិសដៅឡើងលើដដែល និង $F > P$)

$$\Rightarrow E_c = B.\ell.v_o$$

តាមច្បាប់អូម: $I = \dfrac{E' - E_c}{R+r} = \dfrac{E' - B\ell v_o}{R+r} \qquad (3)$

- លក្ខខណ្ឌដើម្បីឲ្យ AB ផ្លាស់ទីដោយចលនាស្មើ:

$$P = F \Leftrightarrow mg = BI.\ell$$

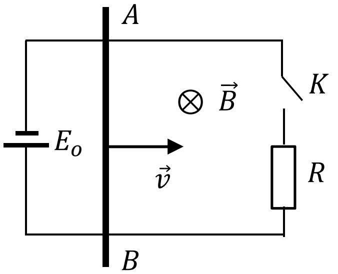
$$\Rightarrow I = \frac{mg}{B.\ell} \qquad (4)$$

តាម $(3)=(4)$ នាំឲ្យទាញបាន: $E' = \dfrac{mg(R+r)}{R+r} + B\ell.v_o$

$$\Rightarrow E' = \frac{10^{-2}\times 9.8(2+0.2)}{1^2\times 20\times 10^{-2}} + 1\times 20\times 10^{-2}\times 0.4 = 1.158V$$

<u>ដូចនេះ</u> ដើម្បីឲ្យខ្សែចម្លង AB ផ្លាស់ទីឡើងលើដោយល្បឿន v_o ជនិតានៃសៀគ្វីត្រូវមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្មើនឹង $E' = 1.158V$ ។

8. ខ្សែចម្លងត្រង់ពីរស្របគ្នា មានរេស៊ីស្តង់អាចចោលបាន ត្រូវបានគេយកមកដាក់ក្នុងប្លង់ដេក រួចភ្ជាប់នឹងជនិតា E_o $(E_o = 3V, r_o = 1.5\Omega)$ រេស៊ីស្តង់ $R = 1\Omega$ និងកុងតាក់ K ដូចរូប 5.8 ។ គេយករបាលោហៈ AB ប្រវែង $\ell = 20cm$ មានរេស៊ីស្តង់ $r = 1\Omega$ ទៅដាក់ពីលើខ្សែចម្លងទាំងពីរក្នុងទិសកែងនឹងខ្សែចម្លង។ គេដឹងថា AB រអិលដោយគ្មានកកិតលើខ្សែចម្លងទាំងពីរដោយល្បឿន $v = 20m/s$ ។ ប្រព័ន្ធខាងលើនេះត្រូវបានគេយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $\vec{B}$ មានទិសដៅដូចរូប និងមានទាំងតង់ស៊ីតេ $B = 0.5T$ ។



(5.8)

a. គណនា I_{AB} និង U_{AB} ពេល K ចំហ។

b. គណនា I_{AB} និង U_{AB} ពេល K បិទ។

<u>**ចម្លើយ**</u>

a. គណនា $I_{AB}; U_{AB}$ ពេល K ចំហ

- តាមច្បាប់ឡិន នៅពេល AB ផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិច នាំឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌី $E_c = B\ell v = 0.5\times 20\times 10^{-2}\times 20 = 2V$ ។ តាមវិធានបាតដៃស្តាំ នាំឲ្យយើងកំណត់បានគោលវិជ្ជមាននៃ E_c ភ្ជាប់នឹងចំណុច B និងគោលវិជ្ជមានភ្ជាប់នឹង A ។

- ពេល K ចំហ យើងឃើញថា សៀគ្វី AE_oB រួមមានជនិតាពីរគឺ E_o និង E_c ផ្គុំផ្ទុយនឹងគ្នា។ ដោយ $E_0 = 3V > E_c = 2V$ នាំឲ្យ E_o ជាជនិតាចលករ (ជនិតាបញ្ចេញ) ជាហេតុធ្វើឲ្យចរន្តឆ្លងកាត់របា AB មានទិសដៅពី $B \rightarrow A$ និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$I_{AB} = \frac{E - E_c}{r_o + r} = \frac{3-2}{1.5+1} = 0.4A$$

$$\Rightarrow U_{AB} = E_o - r_o I_{AB} = 3 - 0.4\times 1.5 = 2.4V$$

<u>**ដូចនេះ**</u> ពេល K ចំហ $\boxed{I_{AB} = 0.4A;\ U_{AB} = 2.4V}$ ។

b. គណនា $I_{AB}; U_{AB}$ ពេល K បិទ

- ពេល K បិទ យើងបាន E_c និង E_o ផ្គុំជាខ្សែងនឹងគ្នា និងមាន R ជាសៀគ្វីក្រៅ។

តាង $I_1; I_2$ រៀងគ្នាជាចរន្តបញ្ចេញដោយ $E_o; E_c$

I ជាចរន្តឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់ R តាមទិសដៅ BRA

តាមច្បាប់អូម: $U_{BA} = E_o - r_o I_1 = E_c - rI_2 = IR \qquad (1)$

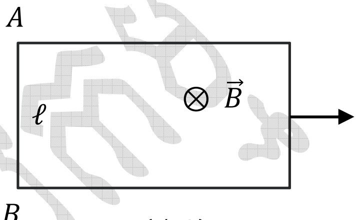
តែ $I = I_1 + I_2 \qquad (2)$

តាម (1) និង (2) យើងបាន: $I_1 = 1A\ ;\ I_2 = 0.5A;\ I = 1.5A$

និង $U_{BA} = IR = 1.5V$

ដូចនេះ $\boxed{I_{AB} = 1.5A\ ;\ U_{AB} = -U_{BA} = -1.5V}$ ។

9. គេយកស៊ុមខ្សែចម្លងរាងចតុកោណកែងមួយដែលមានរេស៊ីស្តង់ $R = 1\Omega$ ទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន ដែលមានវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុង $\vec{B}$ កែងនឹងប្លង់ស៊ុមខ្សែចម្លងដូចរូប5.9។ បន្ទាប់មកគេទាញស៊ុមចេញពីដែនដោយល្បឿន $v = 6m/s$ តាមទិសកែងនឹងខ្សែដែន។ គណនាអានុភាពដែលត្រូវចំណាយ បើគេដឹងថា $AB = \ell = 40cm$ ហើយតំបន់ដែនម៉ាញេទិចមានតែនៅត្រង់កន្លែងដាក់ស៊ុមប៉ុណ្ណោះ។



(5.9)

ចម្លើយ

គណនាអានុភាពដែលត្រូវចំណាយដើម្បីទាញស៊ុម:

- ពេលស៊ុមទាំងមូល ស្ថិតនៅក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន នាំឲ្យភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃស៊ុមមិនប្រែប្រួល $\Rightarrow$ ក្នុងស៊ុមគ្មានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌី $\Rightarrow$ គ្មានចរន្តអាំងឌីកើតឡើង ហេតុនេះ ស៊ុមមិនរងអំពើនៃកម្លាំងម៉ាញេទិចទេ។
- ចរន្តអាំងឌីនឹងកើតមានឡើងតែនៅពេលដែលស៊ុមចាប់ផ្តើមផ្លាស់ទីចេញពីដែនម៉ាញេទិច (ព្រោះភ្លុចម៉ាញេទិចប្រែប្រួល) ហើយចរន្តអាំងឌីឆ្លងកាត់ស៊ុមនឹងស្មើសូន្យពេលស៊ុមចេញផុតពីដែនម៉ាញេទិច។
- ពេលស៊ុមផ្លាស់ទីក្នុងខ្សែដែនដោយល្បឿន v យើងបាន កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌី:

$$E_c = B\ell.v = 1\times40\times10^{-2}\times6 = 2.4V$$

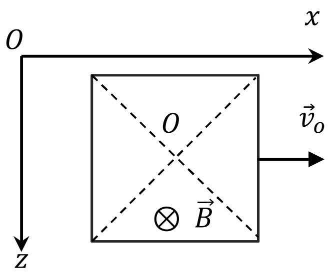
និង $I = \dfrac{E_c}{R} = 2.4A$

- អានុភាពកម្តៅបញ្ចេញដោយស៊ុម: $P = RI^2 = 1\times(2.4)^2 = 5.76W$

តាមច្បាប់រក្សាថាមពល ដើម្បីទាញស៊ុមឲ្យផ្លាស់ទីដោយល្បឿនថេរ នោះយើងត្រូវចំណាយអានុភាព P' មួយដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹងអានុភាពកម្តៅបញ្ចេញដោយស៊ុមដែរ។

ដូចនេះ គេចំណាយអានុភាពអស់ $\boxed{P' = 5.76W}$ ។

10. ស៊ុមខ្សែចម្លងរាងជាការេ មានជ្រុង a ម៉ាស m និងមានរេស៊ីស្តង់ R ត្រូវបានគេផ្តល់ល្បឿនដើមតាមទិសដេក $\vec{v}_o$ ធ្វើឲ្យវាផ្លាស់ទីក្នុងប្លង់ xoz ក្នុងលំហនៃដែនម៉ាញេទិចដែលមានវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុង $\vec{B} \nearrow\nearrow \vec{oy}$ កែងនឹងប្លង់ xoz និងមានអាំងតង់ស៊ីតេប្រែប្រួលតាមអ័ក្ស z កំណត់ដោយអនុគមន៍ $B = B_o - k.z$ (ដែល $B_o; k$ ជាទំហំថេរ)។ ក្រោយពេលផ្លាស់ទីមួយសន្ទុះ ស៊ុមទទួលបានល្បឿន v មិនប្រែប្រួល។ ចូរគណនា v_o ដោយសន្មត់ថាភ្លុចម៉ាញេទិចកៀសបានដោយស៊ុមកំណត់តាមរូបមន្ត $\Phi = a^2.B$ (B ជាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតស៊ុម)។



(5.10)

<u>**ចម្លើយ**</u>

គណនាល្បឿនដើម v_o

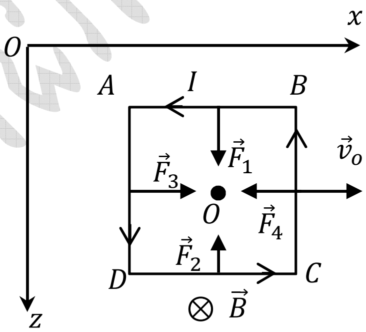
- នៅខណៈពេល t ណាមួយ ផ្ចិត O នៃស៊ុមដែលមានកូអរដោនេ z មានភ្លុចស្មើនឹង:

$$\Phi = a^2.B = a^2\left(B_o - k.z\right) \qquad (1)$$

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតឡើងក្នុងស៊ុម:

$$E_c = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -a^2k.\frac{\Delta z}{\Delta t} = -a^2.k.v_z \qquad (2)$$

($\vec{v}_z$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿនផ្គុំតាមអ័ក្ស $\vec{oz}$)



(5.10.1)

- ចរន្តអាំងឌុីឆ្លងកាត់ស៊ុមមានទិសដៅដូចរូប 5.10.1 និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$I = \frac{|E_c|}{R} = \frac{a^2.k.v_z}{R} \qquad (3)$$

- តាមរូប 5.10.1 យើងបាន $\vec{F}_3$; $\vec{F}_4$ មានអំពើលើជ្រុង AD ; BC មានលំនឹងជាមួយគ្នា ចំណែក $\vec{F}_1$; $\vec{F}_2$ មានអំពើលើ AB ; CD មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$F = F_1 - F_2 = \left(B_1 - B_2\right).a.I$$

តែ $B_1 = B_o - k.z_1$ និង $B_2 = B_o - k.z_2$

នាំឲ្យ $B_1 - B_2 = \left(B_o - k.z_1\right) - \left(B_o - k.z_2\right) = k\left(z_2 - z_1\right) = k.a$

$$\Rightarrow F = \left(B_1 - B_2\right).a.I = k.a^2.I = \frac{k^2a^4}{R}.v_z \qquad (4)$$

និង $\vec{F}$ មានទិសដៅឡើងលើ

- កម្លាំងផ្គួបមានអំពើលើស៊ុមៈ $\left(\vec{F}+\vec{P}\right)$ ឬជាម៉ូឌុលស្មើនឹង $\left(P-F\right)$
- ពេលស៊ុមផ្លាស់ទីដោយល្បឿន v ថេរ យើងបានៈ $P=F$

$$\Leftrightarrow \frac{k^2a^4}{R}.v_z=mg \ \Rightarrow v_z=\frac{mg.R}{k^2a^4} \qquad (5)$$

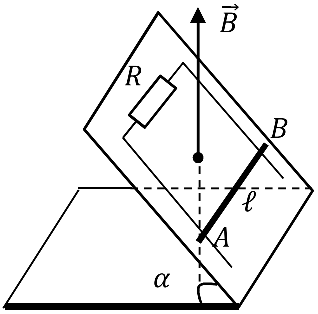
- នាំឲ្យយើងបានល្បឿនផ្គួបៈ $\vec{v}=\vec{v}_o+\vec{v}_z$ ដោយ $\vec{v}_o\perp\vec{v}_z$

$$\Rightarrow v=\sqrt{v_o^2+v_z^2}$$

$$\Rightarrow v_o=\sqrt{v^2-v_z^2}=\sqrt{v^2-\left(\frac{mg.R}{k^2.a^2}\right)^2}$$

ដូចនេះ $\boxed{v_o=\sqrt{v^2-\frac{m^2g^2.R^2}{k^4.a^8}} \quad [m/s]}$ ។

11. គេដាក់របាលោហៈនឹងពីរស្របគ្នា នៅលើប្លង់ទេរមួយផ្គុំបានមុំ $\alpha=60^o$ ជាមួយប្លង់ដេក របាទាំងពីរមានចម្ងាយ $\ell=20cm$ ពីគ្នា និងបានតភ្ជាប់នឹងរេស៊ីស្តង់ $R=2\Omega$ ដូចរូប 5.11។ កំណាត់ខ្សែចម្លង AB មានប្រវែង ℓ រេស៊ីស្តង់ $r=1\Omega$ និង ម៉ាស $m=10g$ អាចរអិលដោយគ្មានកកិតលើរបាលោហៈ ទាំងពីរ។ គេយកប្រព័ន្ធខាងលើទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច ឯកសណ្ឋាន ដែលវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុង $\vec{B}$ មានទិសដៅ ឡើងលើដូចរូប និងមានអាំងតង់ស៊ីតេ $B=2.5T$ ។ ក្រោយ មកគេបានលែងខ្សែ AB ឲ្យរអិលលើរបាទាំងពីរដោយ គ្មានល្បឿនដើម។



(5.11)

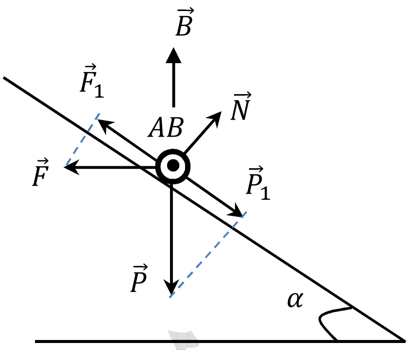
a. ចូរពណ៌នាបាតុភូត និងបង្ហាញថា ហេតុអ្វីបានជា ល្បឿនរបស់ AB អាចកើនដល់ត្រឹមតែ v_{max} ? គណនា v_{max} និងកំណាត់ ទិសដៅ និង អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់។

b. បើជំនួសរេស៊ីស្តង់ខាងលើដោយកុងដង់សាទ័រមានកាប៉ាស៊ីតេ $C=10mF$ វិញ ចូរបង្ហាញ ថាកម្លាំងម៉ាញេទិចមានអំពើលើ AB មានអាំងតង់ស៊ីតេសមាមាត្រនឹងសំទុះរបស់ AB ។ គណនាសំទុះ a នោះ ។ គេឲ្យ $g=9.8m/s^2$ ។

ចម្លើយ

a. បកស្រាយបាតុភូត គណនា v_{max} និងកំណត់ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនី

(បកស្រាយបាតុភូតដូចលំហាត់ទី២)



(5.11.1)

$\Rightarrow$ តាមវិធានបាតដៃស្តាំ យើងបានចរន្ត អាំងឌី ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង AB មានទិសដៅ $B \to A$ ។ ហេតុនេះ ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់ R មាន ទិសដៅពី $A \to B$ ។

នាំឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីកើតឡើងលើខ្សែ ចម្លង AB មានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$E_c = B\ell.v_1 = B\ell.v.\cos\alpha \qquad (1)$$

(ដែល v_1 វ៉ិចទ័រល្បឿនផ្តុំកែងរបស់ $\vec v$ តាមទិស $\perp \vec B$)

- តាមច្បាប់អូម យើងបានចរន្តក្នុងសៀគ្វីមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$I = \frac{E_c}{R+r} = \frac{B.\ell.v.\cos\alpha}{R+r} \qquad (2)$$

- កម្លាំងម៉ាញេទិច $\vec F$ មានអំពើលើ AB មានទិស $\perp$ AB និង $\perp \vec B$ និងមានទិសដៅ កំណត់តាមវិធានដៃស្តាំ បានជាទិសដៅដូចរូប 5.11.1 ហើយ F មានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$F = B.I.\ell = \frac{B^2\ell^2.v.\cos\alpha}{R+r} \qquad (3)$$

- យើងឃើញថា AB រងអំពើនៃកម្លាំងបីគឺ $\vec P; \vec F; \vec N$
- ខ្សែ AB មានល្បឿន v_{max} និងផ្លាស់ទីដោយចលនាស្មើនៅពេលដែល:

$$\vec F + \vec P + \vec N = \vec 0$$

★ សិក្សាតាមទិសដៅចលនា (ទិសស្របនឹងប្លង់ទេរ) យើងបាន:

$$F_1 = P_1 \Leftrightarrow F.\cos\alpha = P\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \frac{B^2\ell^2.v_{max}.\cos^2\alpha}{R+r} = mg.\sin\alpha$$

$$\Rightarrow v_{max} = \frac{(R+r)mg.\sin\alpha}{B^2\ell^2.\cos^2\alpha} \qquad (4)$$

- តាម (2) និង (4) ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វីមានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$I = \frac{mg.\sin\alpha}{B\ell.\cos\alpha} = \frac{mg}{B\ell}.\tan\alpha \qquad (5)$$

សម្មតិកម្ម: $\ell = 20cm = 0.2m;\ r = 1\Omega; \mathrm{R}=2\Omega;\ m = 10^{-2}kg;\ \ \alpha = 60^o; B = 2.5T$

តាម (4) $\Rightarrow v_{max} = \dfrac{(2+1)\times 10^{-2}\times 10\times \sin 60^o}{(2.5)^2(0.2)^2\cos^2 60^o} \approx 4.16\,m/s$

តាម (5) $\Rightarrow I = \dfrac{10^{-2}\times 10}{2.5\times 0.2}\times \tan 60^o \approx 0.35A$

ដូចនេះ $\boxed{v_{max} = 4.16\ m/s\ ;\ I = 0.35A}$ ។

b. បង្ហាញថាកម្លាំងសមាមាត្រនឹងសំទុះ និងគណនាសំទុះ a

- ប្រសិនបើជំនួស R ដោយកុងដង់សាទ័រ C នោះក្នុងសៀគ្វីនៅតែមានចរន្តអាំងឌី ហើយចរន្តនេះនឹងផ្ទុកឲ្យកុងដង់សាទ័រ។

- បន្ទុកកុងដង់សាទ័រ: $q = CU = CE_c = C.B\ell.v_1$ (5)

- ចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វី: $I = \dfrac{\Delta q}{\Delta t} = C.B.\ell.\dfrac{\Delta v_1}{\Delta t}$ តែ $v_1 = v.\cos\alpha$

$\Rightarrow I = C.B.\ell\cos\alpha.\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$

តាមនិយមន័យ: $\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = a$ (a ជាសំទុះនៃខ្សែ AB)

$\Rightarrow I = CB\ell.a.\cos\alpha$ (6)

- កម្លាំងដែលមានអំពើលើខ្សែចម្លង AB គឺ:

$\boxed{F = BI\ell = C.B^2\ell^2.a.\cos\alpha}$ (7)

ដូចគ្នាដែរ យើងសិក្សាតាមទិសដៅនៃចលនារបស់ខ្សែចម្លង AB, តាមច្បាប់ទី២ញូតុន: យើងបាន: $P_1 - F_1 = m.a \Leftrightarrow mg.\sin\alpha - F\cos\alpha = m.a$

$\Rightarrow a = \dfrac{mg.\sin\alpha}{m + B^2\ell^2.C.\cos^2\alpha}$ (8)

តាម (8) $\Rightarrow a = \dfrac{10^{-2}\times 10\times \sin 60^o}{10^{-2} + (2.5)^2\times(0.2)^2\times 10^{-2}\times(\cos 60^o)^2} = 8.15\ m/s^2$

ដូចនេះ កម្លាំងមានអំពើលើ AB សមាមាត្រនឹងសំទុះតាមរូបមន្ត (7) និងខ្សែចម្លង AB ផ្លាស់ទីដោយចលនាស្ទុះស្មើដោយសំទុះ $a = 8.15\ m/s^2$ ។

12. បូប៊ីនស្នូលដែកមួយ មានប្រវែង $\ell = 1m$ រុំជា $N = 1000$ ស្ពៀ ហើយស្ពៀនីមួយៗមានរាងជារង្វង់ដែលមានផ្ទៃមុខកាត់ $S = 0.01m^2$ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = \frac{5}{12}A$ ។ ចូរគណនាអាំងតង់ស៊ីតេអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ជំរាបម៉ាញេទិច μ និងអាំងឌុចតង់ L នៃបូប៊ីនខាងលើ។ សន្មត់ថាដែនម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីនស្នូលដែកជាដែនឯកសណ្ឋាន ហើយតាមពិសោធន៍បានឲ្យដឹងថា ពេលដែលអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចនៃសុញ្ញកាស $B_o = 0.5\times10^{-3}T$ នាំឲ្យយើងបានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចក្នុងស្នូលដែក $B = \mu.B_o = 1.2T$ ។

<u>ចម្លើយ</u>

គណនា $B;\mu;$ L **នៃបូប៊ីនស្នូលដែក**

- ករណីគ្មានស្នូលដែក យើងបាន:

$$B_o = 4\pi\times10^{-7}\frac{N}{\ell}.I = 0.5\times10^{-3}T$$

- តាមពីសោធន៍ ពេល $B_o = 0.5\times10^{-3}T$ នាំឲ្យ $B = 1.2T$

<u>ដូចនេះ</u> អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចក្នុងស្នូលដែកមានអាំងតង់ស៊ីតេ $B = 1.2T$ ។

- រកជំរាបម៉ាញេទិចនៃស្នូលដែក (ឬពែមីអាប៊ីលីតេ)

តាមរូបមន្ត: $B = \mu.B_o \Rightarrow \mu = \frac{B}{B_o} = \frac{1.2}{0.5\times10^{-3}} = 2400\ SI$

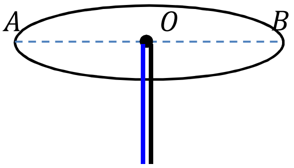
<u>ដូចនេះ</u> ស្នូលដែកមានជំរាបម៉ាញេទិច $\mu = 2400$ ។

- អាំងឌុចតង់នៃបូប៊ីនស្នូលដែក:

តាមរូបមន្ត: $L = \mu\mu_o\frac{N^2S}{\ell} = 2400\times4\pi\times10^{-7}\frac{1000^2\times0.01}{1} \approx 30.16H$

<u>ដូចនេះ</u> បូប៊ីនស្នូលដែកមានអាំងឌុចតង់ $L = 30.16H$ ។

13. ខ្សែចម្លងរាងជារង្វង់អង្កត់ផ្ចិត d ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន ឲ្យ $\vec{B}$ ស្របនឹងអ័ក្សរង្វិលនៃរង្វង់ខ្សែចម្លង។ របាលោហៈពីរត្រូវបានគេយកដោតភ្ជាប់ត្រង់ផ្ចិតរង្វង់ខ្សែដោយអ័ក្ស (របាលោហៈតូចមួយមានរេស៊ីស្តង់អាចចោលបាន)កាត់តាមផ្ចិត O កែងនឹងប្លង់រង្វង់ខ្សែ។



(5.13)

a. នៅខណៈដំបូងរបាទាំងពីរប៉ះគ្នា និងបន្ទាប់មកទៀត របាមួយនៅស្ងៀម ចំណែករបាមួយទៀតវិលជុំវិញ O ដោយល្បឿនមុំ ω។ ចូរកំណត់រកអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់របាទាំងពីរ និងចរន្តឆ្លងកាត់រង្វង់ខ្សែចម្លងក្នុងរយៈពេល t ។ គេឲ្យរេស៊ីស្តង់ក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងនៃរង្វង់ខ្សែ និងរបាលោហៈមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នាស្មើនឹង r_o ។

b. បើរបាលោហៈទាំងពីរវិលដោយល្បឿន ω_1 និង ω_2 $(\omega_1 > \omega_2)$។ រកផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបានីមួយៗ ក្នុងករណីៈ

- របាទាំងពីរវិលក្នុងទិសដៅដូចគ្នា។
- របាទាំងពីរវិលក្នុងទិសដៅផ្ទុយគ្នា។

ចម្លើយ

a. គណនាចរន្តឆ្លងកាត់របាទាំងពីរ និងចរន្តឆ្លងកាត់រង្វង់ខ្សែចម្លងៈ

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតឡើងលើរបាលោហៈមួយៈ

$$E_c = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B.\frac{\Delta S}{\Delta t} \qquad (1)$$

ដែល ΔS : ជាផ្ទៃកៀសបានដោយរបា ក្នុងរយៈពេល Δt

តាង ω ជាល្បឿនមុំនៃរបាលោហៈ

នាំឲ្យ ក្នុងរយៈពេល Δt របាកៀសបានមុំ $\Delta\varphi = \omega.\Delta t$

និងកកៀកបានផ្ទៃ $\Delta S = \frac{\pi.r^2}{2\pi}.\Delta\varphi = \frac{r^2}{2}.\omega.\Delta t$, (r ជាប្រវែងនៃរបាលោហៈ)

នាំឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតឡើងលើរបានលោហៈស្មើនឹងៈ

$$E_c = B.\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{B.r^2.\omega}{2} \qquad (2)$$

★ ពេលរបាយ OB វិលដោយល្បឿន ω នាំឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីអាំងឌុី E_c កើតឡើងលើរបា OB (និងលើកំណាត់សៀគ្វី BOA) ស្មើនឹងៈ

$$E_c = \frac{BR^2.\omega}{2} = \frac{Bd^2.\omega}{8} \qquad (3) \qquad (\text{ព្រោះ } OB = R = \frac{d}{2})$$

យើងបានរង្វង់ខ្សែ ត្រូវបានចែកជាកំណាត់សៀគ្វីពីរ តជាខ្សែងនឹងគ្នា៖

$BCA(CBA = l_1)$ និង $BDA(BDA = l_2)$ តែ $l_1 + l_2 = 2\pi R$ (បរិមាត្ររង្វង់)

តាង $I_1 ; I_2$ រៀងគ្នា ជាចរន្តឆ្លងកាត់កំណាត់សៀគ្វីទាំងពីរខាងលើ

I ជាចរន្តឆ្លងកាត់របានីមួយៗ

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 \qquad (4)$$

តាមច្បាប់អូមយើងបាន:

$$U_{AB} = I_1.(l_1.r_o) = I_2(l_2.r_o) = E_c - I.d.r_o \qquad (5)$$

តែ $l_1 = R.\omega t$; $l_2 = 2\pi R - R.\omega t$

តាម (1) និង (2) យើងទាញបាន:

$$\boxed{I = \frac{B\omega.d}{4\left(2 + \omega t - \frac{\omega^2 t^2}{2\pi}\right) r_o}} \qquad (6)$$

និង $$\boxed{I_1 = \left(1 - \frac{\omega t}{2\pi}\right) I \; ; \; I_2 = \frac{\omega t}{2\pi} I} \qquad (7)$$

b. គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបានីមួយ:

- តាម (3) នាំឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីនៃរបានីមួយៗ

$$E_{c1} = \frac{B\omega_1 R^2}{2\pi} \text{ និង } E_{c2} = \frac{B\omega_2 R^2}{2\pi}$$

★ ករណី $\omega_1 > \omega_2$ ហើយរបាទាំងពីរវិលក្នុងទិសដៅដូចគ្នា នាំឲ្យយើងបានកម្លាំងអគ្គិសនីសមមូលកើតឡើងពី E_{c1} ផ្គុំផ្ទុយជាមួយនឹង E_{c2} យើងបាន:

$$E_c = E_{c1} - E_{c2} = \frac{BR^2}{2}(\omega_1 - \omega_2) = \frac{Bd^2}{8}(\omega_1 - \omega_2) \qquad (*)$$

តាម (6) និង (7) នៃសំរាយខាងលើយើងបាន:

$$I = \frac{B\omega.d}{4\left(2 + \omega_o - \frac{\omega_o^2}{2\pi}\right) r_o}, \; I_1 = \left(1 - \frac{\omega_o t}{2\pi}\right) I \text{ និង } I_2 = \frac{\omega_o t}{2\pi}.I \qquad (8)$$

ដែលក្នុងនោះ $\omega_o = \omega_1 - \omega_2$

ក្រុមហ៊ុនអេស៊ី (watermark)

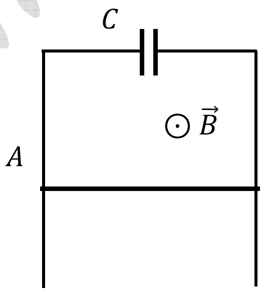
នាំឲ្យយើងបាន: ផលសងប៉ូងង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបានីមួយៗ:

$$U_1 = E_{c1} - I\left(\frac{d}{2}.r_o\right) \qquad (9)$$

$$U_2 = E_{c2} - I\left(\frac{d}{2}.r_o\right) \qquad (10)$$

★ ករណីរបាទាំងពីរវិលក្នុងទិសដៅផ្ទុយគ្នា យើងដោះស្រាយដូចខាងលើដែរ តែករណីនេះយើងជំនួស $\omega_o = \omega_1 + \omega_2$ ចូលក្នុងសមីការ $(*);(8);(9);(10)$ ដើម្បីបានចម្លើយ។

14. របាលោហៈស្របពីរត្រូវបានគេភ្ជាប់នឹងកុងដង់សាទ័រមានកាប៉ាស៊ីតេ C ។ កំណាត់ខ្សែចម្លង AB ប្រវែង l មានម៉ាស m ត្រូវបានគេយកមកដាក់ឲ្យចុងទាំងពីររបស់ AB ទល់នឹងរវាងលោហៈទាំងពីរខាងលើ លៃយ៉ាងណាឲ្យ AB អាចរអិលធ្លាក់ដោយគ្មានកកិតលើរបាទាំងពីរ។ ប្រព័ន្ធខាងលើត្រូវបានយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន មានវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $\vec{B}$ កែងនឹងប្លង់នៃរបាដូចរូប 5.14 ។ (រេស៊ីស្តង់នៃសៀគ្វីអាចចោលបាន)



(5.14)

a. គណនាសំទុះ a នៃខ្សែចម្លង AB និងពណ៌នាពីបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសៀគ្វី។

b. ករណីដាក់របាទាំងពីរក្នុងប្លង់ទេរផ្តុំបានមុំ α ជាមួយប្លង់ដេក។ ទិសដៅ និងអាំងតង់ស៊ីតេ $\vec{B}$ រក្សាដដែល។ រួចគេក៏លែង AB ពីទីតាំងមួយដែលមានចម្ងាយ d ពីចុងខាងក្រោមនៃរបាលោហៈទាំងពីរ។ រករយៈពេលដែល AB ធ្លាក់ផុតចុងរបាលោហៈ និងល្បឿនរបស់វានៅខណៈនោះ។

ចម្លើយ

a. **គណនាសំទុះផ្លាស់ទីនៃខ្សែចម្លង AB និងពណ៌នាបម្រែបម្រួលថាមពល**

(ដោះស្រាយដូចលំហាត់ទី១១ សំណួរ b)

យើងបាន កម្លាំងម៉ាញេទិចមានអំពើលើ AB មានអាំងតង់ស៊ីតេ:

$$F = B.I.l \qquad (1)$$

តែ $$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{C.\Delta E_c}{\Delta t} = CBl\frac{\Delta v}{\Delta t} = CBl.a$$

សមីការចលនារបស់ AB :

$$\vec{F}+\vec{P}=m\vec{a} \quad ឬ \quad P-F=m.a$$

$$\Rightarrow \boxed{a=\frac{mg}{m+CB^2l^2}} \quad \left[m/s^2\right]$$

★ ពណ៌នាបាតុភូតៈ ពេល AB ផ្លាស់ទីចុះក្រោម នោះថាមពលប៉ូតង់ស្យែលបានបម្លែងទៅជាថាមពលស៊ីនេទិចនៃ AB និងថាមពលអគ្គិសនីផ្ទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រ។

b. រករយៈពេល និងល្បឿនពេល AB ធ្លាក់ផុតរបាទាំងពីរ

- ករណីរបាលោហៈស្ថិតក្នុងប្លង់ទេរ ផ្តុំបានមុំ α ធៀបប្លង់ដេក យើងសិក្សាតាមទិសដៅនៃចលនា (ទិសស្របនឹងប្លង់ទេរ) យើងបានសមីការនៃចលនារបស់ AB គឺៈ

$$P.\sin\alpha-F'\cos\alpha=m.a' \qquad (*)$$

តែ $F'=B.I'.l$

$$I'=\frac{\Delta q'}{\Delta t}=\frac{C.\Delta E_c{}'}{\Delta t}=CBl\frac{\Delta v_\perp}{\Delta t}=CBl.\cos\alpha.\frac{\Delta v}{\Delta t}=CBl.a.\cos\alpha$$

$v_\perp=v.\cos\alpha$ ជាល្បឿនផ្តុំដែលមានទិសកែងនឹង $\vec{B}$

និង តាមនិយមន័យសំទុះ $a=\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$

$$\Rightarrow F'=B^2l^2C.a.\cos\alpha$$

តាម $(*)\Rightarrow mg.\sin\alpha=ma+CB^2l^2.\cos^2\alpha$

$$\Rightarrow a=\frac{mg.\sin\alpha}{m+CB^2l^2.\cos^2\alpha}$$

- រយៈពេលដែល AB ធ្លាក់ផុតចុងរបាលោហៈ

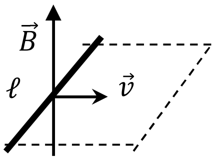
ដោយ AB មានចលនាស្មុះស្មើ យើងបានៈ $d=\dfrac{1}{2}at^2$

$$\Rightarrow \boxed{t=\sqrt{\frac{2d}{mg.\sin\alpha}\left(m+CB^2l^2.\cos^2\alpha\right)}} \quad [s]$$

- រកល្បឿនរបស់ AB ពេលធ្លាក់ផុតចុងរបាៈ

$$\boxed{v=at=\sqrt{\frac{2d.mg.\sin\alpha}{m+CB^2l^2.\cos^2\alpha}}} \quad [m/s]$$

15. ខ្សែចម្លងប្រវែង $l = 10cm$ ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន $v = 15m/s$ ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន មានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $B = 0.1T$ ។ គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីកើតឡើងក្នុងខ្សែចម្លង បើគេដឹងថា ខ្សែចម្លងផ្លាស់ទីក្នុងទិសកែងនឹងខ្សែដេនដូចរូប 5.15 ។



(5.15)

ចម្លើយ

គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌី

ពេលខ្សែចម្លងផ្លាស់ទីបានប្រវែង dx វាកៀលបានភ្លុចម៉ាញេទិច $d\Phi$ ដែលៈ

$$d\Phi = B.dS.\cos\alpha$$

ដោយ $\alpha = 0$ ព្រោះ $\vec{B} \parallel \vec{n} \Rightarrow \cos\alpha = 1$ និង $dS = l.dx$

$$\Rightarrow d\Phi = B.l.dx$$

នាំឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីៈ

$$E_c = \left|-\frac{d\Phi}{dt}\right| = B.l.\frac{dx}{dt} = B.l.v \quad (\text{ព្រោះ } \frac{dx}{dt} = v)$$

$$\Rightarrow E_c = B.l.v = 0.1\times 0.1\times 15 = 0.15$$

ដូចនេះ កម្លាំងអគ្គិសនីអាំងឌី $E_c = 0.15V$ ។

16. គេឲ្យបូប៊ីនវែងមួយមាន $N = 800$ ស្ពៀ។ គណនាៈ

a. អាំងឌុចតង់បូប៊ីន បើគេដឹងថាចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់បូប៊ីនមានអត្រាបម្រែបម្រួល $50\,A/s$ នោះធ្វើឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌីនៃបូប៊ីនមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹង $0.16V$ ។

b. ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃមុខកាត់បូប៊ីន ពេលដែលបូប៊ីនឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 2A$ ។

c. ថាមពលដែនម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីន។

ចម្លើយ

សម្មតិកម្មៈ $\frac{dI}{dt} = 50A/s;\ e = 0.16V;\ N = 800\ ;\ I = 2A$

a. គណនាអាំងឌុចតង់បូប៊ីន

តាមរូបមន្តៈ $e = \left|-L\frac{dI}{dt}\right| \Rightarrow L = \frac{e}{|dI/dt|} = \frac{0.16}{50}$

$$\Rightarrow L = 3.2\times 10^{-3} H$$

ដូចនេះ បូប៊ីនមានអាំងឌុចតង់ស្មើនឹង $3.2\ mH$ ។

b. គណនាភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់មមុខកាត់បូប៊ីន

តាមរូបមន្តៈ $\Phi = L.I$

$$\Rightarrow \Phi_o = \frac{\Phi}{N} = \frac{LI}{N} = \frac{3.2\times10^{-3}\times2}{800} = 8.10^{-6}\,Wb$$

<u>ដូចនេះ</u> ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃមុខកាត់បូប៊ីនស្មើនឹង 8.10^{-6} Wb ។

c. គណនាថាមពលដែនម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីន

$$W = \frac{1}{2}LI^2 = 0.5\times3.2\times10^{-2}\times2^2 = 6.4\times10^{-3}\,J$$

<u>ដូចនេះ</u> ថាមពលម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីនស្មើនឹង $6.4\times10^{-3}\,J$ ។

17. ស៊ុមខ្សែចម្លងទង់ដែងមានរាងការេ ដែលខ្សែមានមុខកាត់ $S_o = 1mm^2$ ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិច មានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចប្រែប្រួលតាមអនុគមន៍ $B = B_o.\sin(\omega t)$ ក្នុងនោះ $B_o = 0.01T;\ \omega = \frac{2\pi}{T};T = 0.02s$ ។ ស៊ុមមានផ្ទៃ $S = 25cm^2$ ត្រូវបានគេដាក់យ៉ាងណាឲ្យប្លង់នៃស៊ុមកែងនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។ ចូររកជាអនុគមន៍នៃពេល t និងកំណត់តម្លៃអតិបរមានៃបណ្តាទំហំខាងក្រោមៈ

a. ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ស៊ុម

b. កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតឡើងក្នុងស៊ុម

c. ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ស៊ុម។

<u>ចម្លើយ</u>

សម្មតិកម្មៈ $B_o = 0.01T\,;\,T = 0.02s; S = 25cm^2; \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.02} = 100\pi\ (rad/s)$

a. រកភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ស៊ុមជាអនុគមន៍នៃពេល និងរកភ្លុចអតិបរមា

តាមរូបមន្តៈ $\Phi(t) = B.S = B_o.S.\sin(\omega t)$

$$\Rightarrow \Phi = 0.01\times25\times^{-4}\times\sin(100\pi t)$$

$$\Rightarrow \boxed{\Phi = 2.5\times10^{-5}\sin(100\pi t)}\quad [Wb]$$

នាំឲ្យ $\Phi_{max} = B_o.S = 0.01\times25\times10^{-4} = \boxed{2.5\times10^{-5}}\ [Wb]$

b. រកកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីជាអនុគមន៍នៃពេល និងតម្លៃអតិបរមារបស់វា

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីក្នុងស៊ុម ស្មើនឹងបម្រែបម្រួលភ្លុចក្នុងស៊ុមក្នុងរយៈពេល t

យើងបាន: $E_c = (\Phi)'_t = (B_o.S.\sin\omega t)'$

$$\Rightarrow E_c = \omega.B_o.S.\cos\omega t = 100\pi\times2.5\times10^{-5}\cos(100\pi t)$$

$$\Rightarrow \boxed{E_c = 7.85\times10^{-3}.\cos(100\pi t)} \quad [V]$$

យើងបាន: $\boxed{E_{cmax} = \omega.B_o.S = 7.85\times10^{-3}}$ $[V]$

c. រកចរន្តអគ្គិសនីជាអនុគមន៍នៃពេល និងរកតម្លៃអតិបរមារបស់វា

ដោយ $S = 25cm^2 \Rightarrow a = 5cm$ (ជ្រុងការេ) និងបរិមាត្រ $\ell = 20cm$

នាំឲ្យស៊ុមមានរេស៊ីស្តង់: $R = \rho.\dfrac{l}{s_o} = 3.44\times10^{-3}\Omega$

ព្រោះ $S_o = 1mm^2$; $l = 20cm$; $\rho = 1.72\times10^{-8}\Omega.m$

ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ស៊ុម: $\boxed{I = \dfrac{E_c}{R} = 2.3\cos(100\pi t)}$ $[A]$

នាំឲ្យ $\boxed{I_{max} = \dfrac{E_{cmax}}{R} \approx 2.3}$ $[A]$

18. បូប៊ីនវែងមួយមាន $N = 500$ ស្ពៀ មានអង្កត់ផ្ចិត $d = 10cm$ ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចដែលមានខ្សែដែនស្របនឹងអ័ក្សបូប៊ីន ។ កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីមធ្យមកើតឡើងក្នុងបូប៊ីន បើគេដឹងថាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីនប្រែប្រួលពី 0 ទៅ $2T$ (តេស្លា) ក្នុងរយៈពេល $\Delta t = 0.1s$ ។

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករមធ្យមក្នុងបូប៊ីន:

តាមរូបមន្ត: $\bar{E}_c = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{N.S.\Delta B}{\Delta t} = N.\dfrac{\pi d^2}{4}.\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$

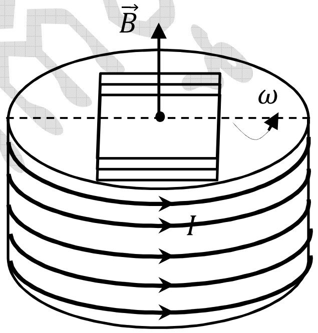
$$\Rightarrow \bar{E}_c = N.\frac{\pi d^2}{4}.\frac{(B_2 - B_1)}{\Delta t} = 500\times\pi\frac{0.1^2}{4}\times\frac{(2-0)}{0.1} \approx 78.5$$

<u>ដូចនេះ</u> កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីមធ្យមក្នុងបូប៊ីនស្មើនឹង: $78.5V$ ។

19. យកបូប៊ីនតូចរាងការេមាន $N_2 = 500$ ស្ពៀ ដែលស្ពៀនីមួយៗមានផ្ទៃ $S_2 = 1cm^2$ ទៅដាក់ត្រង់ផ្ចិតបូប៊ីនធំរាងរង្វង់កាំ $R = 20cm$ មាន $N_1 = 50$ ស្ពៀ រៃយ៉ាងណាឲ្យអ័ក្សរបស់បូប៊ីនតូចត្រួតនឹងអង្កត់ផ្ចិតបូប៊ីនធំ។ បន្ទាប់មកគេឲ្យបូប៊ីនតូចវិលដោយល្បឿនថេរ $n = 300tr/s$ (ជុំ/វិនាទី)។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេអតិបរមានៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតឡើងក្នុងបូប៊ីនតូច ប្រសិនបើគេឲ្យចរន្ត $I = 10A$ ឆ្លងកាត់បូប៊ីនធំ។

<u>ចម្លើយ</u>

កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអតិបរមានៃបូប៊ីនតូច:



$\Rightarrow$ ភ្លុចម៉ាញេទិចដែលបូប៊ីនតូចកៀសបានពេលវាវិលក្នុងដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយបូប៊ីនធំដែលឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី I មានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹង:

$$\Phi = N_2.B.S_1.\cos\alpha$$

តែ $B = N_1\mu_o\dfrac{I}{2R}$ និង $\alpha = \widehat{(\vec{n},\vec{B})} = \omega.t$, $\omega = 2\pi n$

$$\Rightarrow \Phi = \mu_o N_1 N_2 \frac{I.S_1}{2R}.\cos(\omega t)$$

ដោយកម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្មើបម្រែបម្រួលភ្លុចឆ្លងកាត់បូប៊ីនក្នុងរយៈពេល t យើងបាន:

$$E = -(\Phi)' = \mu_o N_1 N_2.\omega.\frac{I.S_1}{2R}.\sin(\omega t)$$

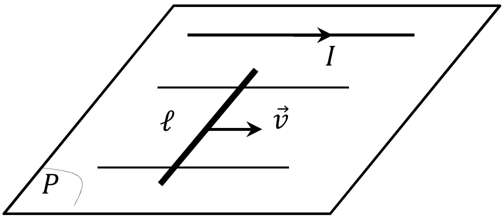
$$\Rightarrow E = E_{max} \text{ ពេល } \sin(\omega t) = 1$$

$$\Rightarrow E_{max} = \mu_o N_1 N_2 \omega.\frac{I.S_1}{2R} = \mu_o N_1 N_2.2\pi n\frac{IS_1}{2R}$$

$$\Rightarrow U == 4\pi\times10^{-7}\times50\times100\times2\pi\times300\times\frac{10\times10^{-6}}{2\times0.2} \approx 2.96\times10^{-4}$$

<u>ដូចនេះ</u> កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអតិបរមាក្នុងបូប៊ីនតូចស្មើនឹង: $2.96\times0^{-4}V$ ។

20. នៅក្នុងប្លង់នៃខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអានន្តឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 20A$ គេដាក់របាពីរស្រប គ្នាស្របនឹងខ្សែចម្លងត្រង់ និងឃ្លាតពីខ្សែចម្លងប្រវែង $x_o = 1cm$ ហើយរបាទាំងពីរឃ្លាតពីគ្នា ប្រវែង $l = 0.5m$ ។ បន្ទាប់មកគេបានយក កំណាត់ខ្សែចម្លងប្រវែង l ដាក់លើរបាទាំងពីរ ដូចរូប 5.20 ។ កំណត់ផលសងប៉ូតង់ស្យែល កើតឡើងរវាងចុងទាំងពីរនៃកំណាត់ខ្សែចម្លង បើគេឲ្យកំណាត់ខ្សែចម្លងផ្លាស់ទីដោយ ចលនាត្រង់ស្មើដោយល្បឿន $v = 3\ m/s$ ។

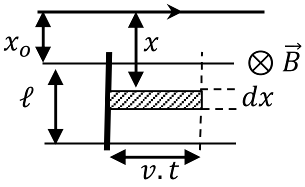


(5.20)

ចម្លើយ

កំណត់ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃកំណាត់ខ្សែចម្លង:

- ពេលកំណាត់ខ្សែចម្លងផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយចរន្តត្រង់ នាំឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌី E_c នៅលើកំណាត់ខ្សែចម្លង។ ដោយកំណាត់ខ្សែចម្លងជាសៀគ្វីបើក នាំឲ្យយើងបានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនេះក៏ជាផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃកំណាត់ខ្សែចម្លងនេះតែម្តង។ ក្នុងរយៈពេល t ណាមួយ កំណាត់ខ្សែចម្លងផ្លាស់ទីបានប្រវែង $v.t$ និងកៀសបានផ្ទៃ dS នាំឲ្យយើងបានភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃនេះ :



(5.20.1)

$$d\Phi = B.dS$$

ក្នុងនោះ: $B = \mu_o \dfrac{I}{2\pi x}$ និង $dS = vt.dx$

$$\Rightarrow d\Phi = \mu_o \frac{I.vt}{2\pi}.\frac{dx}{x}$$

នាំឲ្យ ភ្លុយម៉ាញេទិចដែលកៀសបានដោយខ្សែ l ទាំងស្រុងគឺ:

$$\Phi = \int d\Phi = \int_{x_o}^{x_o+l} \frac{\mu_o Ivt}{2\pi x} dx = \frac{\mu_o Ivt}{2\pi}.\ln\left(\frac{x_o + l}{x_o}\right)$$

$$\Rightarrow U = |E| = |-\Phi'|$$ (ដេរីវេតាម t)

$$\Rightarrow U = \mu_{\cdot} \frac{I.v}{2\pi}.\ln\left(\frac{x_o + l}{x_o}\right) = 2.10^{-7} \times 20 \times 3 \times \ln\left(\frac{51}{1}\right) \approx 4.5 \times 10^{-5} V$$

<u>ដូចនេះ:</u> ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងខ្សែចម្លងទាំងពីរ $U = 4.7 \times 10^{-5} V$ ។

21. យន្តហោះមួយគ្រឿងហោះដោយល្បឿន $v = 1500km/h$ ។ ចម្ងាយរវាងចុងស្លាបទាំងពីររបស់វាមានប្រវែង $l = 12m$ ។ កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតឡើងរវាងចុងទាំងពីរនៃស្លាបយន្តហោះ បើគេដឹងថាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចផ្ចុំកែងរបស់ផែនដីនៅកំពស់ដែលយន្តហោះនោះកំពុងហោះមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើនឹង $B = 0.5\times10^{-4}T$ ។

<u>ចម្លើយ</u>

កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីរវាងចុងទាំងពីរនៃស្លាបយន្តហោះ

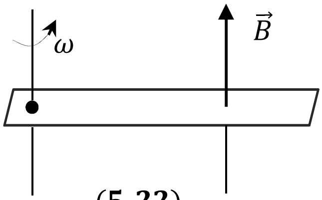
- ចាត់ទុកស្លាប់យន្តហោះ ដូចជាខ្សែចម្លងដែលផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិច តាមទិសកែងនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច (ដែនម៉ាញេទិចផ្ចុំកែងរបស់ផែនដី)។

តាមរូបមន្ត: $E_c = B.l.v = 0.5\times10^{-4}\times12\times\dfrac{15\times10^5}{3600} = 0.25$

(ព្រោះ $v = 1500km/h = \dfrac{1500\times10^3}{3600} = \dfrac{15\times10^5}{3600}\ [m/s]$)

<u>ដូចនេះ</u> កម្លាំងអគ្គិសនីចលកររវាងចុងស្លាបទាំងពីររបស់យន្តហោះស្មើ $0.25V$ ។

22. របាលោហៈមួយប្រវែង $l = 1m$ វិលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $B = 5\times10^{-2}T$ ដោយល្បឿន $\omega = 20\ rad/s$ ។ អ័ក្សរង្វិលនៃរបាកាត់តាមចុងម្ខាងនៃរបា ហើយមានទិសស្របនឹងវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ដូចរូប 5.22 ។ កំណត់ផលសងប៉ូតង់ស្យែលកើតឡើងរវាងចុងទាំងពីរនៃរបាលោហៈ។



(5.22)

<u>ចម្លើយ</u>

កំណត់ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបាលោហៈ

- ក្នុងរយៈពេល dt របាកៀសបានផ្ទៃ:

$$dS = \frac{1}{2}.\omega dt.l^2 \qquad (1)$$

(រូបមន្តក្រឡាផ្ទៃចំរៀកថាស មើលសំរាយក្នុងលំហាត់ទី២៣ ខាងក្រោម)

- ភ្លុចម៉ាញេទិចដែលរបាកៀសបានក្នុងរយៈពេល dt :

$$d\Phi = B.dS = \frac{1}{2}B\omega.l^2.dt \qquad (2)$$

- នាំឲ្យ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបាស្មើនឹងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌី:

$$U = |E| = |-\Phi'| = \frac{1}{2}B\omega l^2$$

$$\Rightarrow U = 0.5\times 5.10^{-2}\times 20\times 1^2 = 0.5$$

ដូចនេះ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបាស្មើនឹង $0.5V$ ។

23. របាលោហៈមួយមានប្រវែង $l = 1.2m$ វិលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $B = 10^{-3}T$ ដោយល្បឿន $n = 120\ tr/mn$ (ជុំ/នាទី)។ អ័ក្សរង្វិលនៃរបាកាត់តាមចំណុចមួយដែលមានចម្ងាយ $l_1 = 25cm$ ពីចុងម្ខាងនៃរបា ហើយអ័ក្សរង្វិលមានទិសស្របនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។ គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបា។

ចម្លើយ

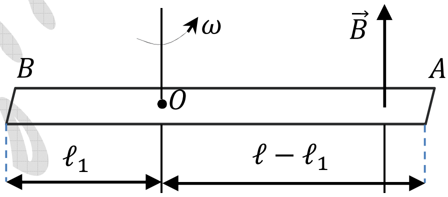
គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបាលោហៈ

យើងចែករបាជាពីរផ្នែកដូចរូប 5.23

- ក្នុងរយៈពេល dt ផ្នែកនីមួយៗកៀលបានផ្ទៃ:

$$dS_{OB} = \frac{1}{2}\omega.dt.l_1^2$$

$$dS_{OA} = \frac{1}{2}\omega.dt\left(l - l_1\right)^2$$



(5.23)

- ភ្លុចម៉ាញេទិចដែលផ្នែកនីមួយៗកៀសបានស្មើនឹង:

$$d\Phi_1 = B.dS_{OB} = \frac{1}{2}B\omega.dt.l_1^2$$

$$d\Phi_2 = B.dS_{OA} = \frac{1}{2}B\omega.dt\left(l - l_1\right)^2$$

នាំឲ្យយើងបាន ផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃផ្នែកនីមួយៗ ៖

$$\left|U_{OA}\right| = \left|-\Phi'_2\right| = \frac{1}{2}B\omega\left(l - l_1\right)^2$$

$$\left|U_{OB}\right| = \left|-\Phi_1'\right| = \frac{1}{2}B\omega.l^2$$

ដោយ U_{OA} និង U_{OB} មានទិសដៅដូចគ្នា នាំឲ្យយើងបាន:

$$U = \left|U_{OA}\right| - \left|U_{OB}\right| = \frac{1}{2}B\omega\left[\left(l - l_1\right)^2 - l_1^2\right]$$

$$U=\frac{1}{2}B\omega\left(l^2-2l.l_1\right)=\frac{1}{2}B\omega.l\left(l-2l_1\right)$$

$$U=\frac{\omega}{2}B.l\left(l-2l_1\right)=\frac{2\pi n}{2}B.l\left(l-2l_1\right)$$

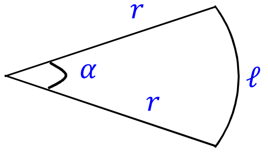
$$U=\frac{2\pi\times\frac{120}{60}}{2}\times10^{-3}\times1.2\left(1.2-2\times0.25\right)\approx5.3\times10^{-3}$$

<u>**ដូចនេះ**</u> ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងចុងទាំងពីរនៃរបាស្មើនឹង $U=5.3\times10^{-3}V=5.3mV$ ។

★★ <u>សំគាល់</u> ★★

<u>រូបមន្តគណនាក្រលាផ្ទៃចំរៀកថាស</u>

តាមរូប 5.23b យើងបានៈ ករណីមុំតូច នាំឲ្យចំរៀកថាសនេះ សមមូលទៅនឹងត្រីកោណ ដែលមានកំពស់ r និង បាត l



5.23*b*

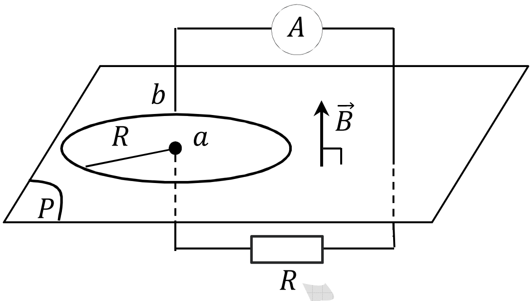
$\Rightarrow$ ក្រឡាផ្ទៃត្រីកោណ $=\frac{1}{2}$(បាត $\times$ កំពស់)

$$S=\frac{1}{2}l.r$$

តាមរូបៈ $l=r.\alpha$ និង $\alpha=\omega.t$

$\Rightarrow S=\frac{1}{2}\alpha.r^2$ ឬ $S=\frac{1}{2}\omega t.r^2$

24. ចានទង់ដែងរាងជារង្វង់មានកាំ $R=5cm$ ត្រូវបានគេយកមកដាក់ឲ្យប្លង់នៃចានកែងនឹងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $B=0.2T$ ។ ចានវិលដោយល្បឿន $n=3tr/s$ (ជុំ/វិនាទី)។ ចំណុច a និង b ជាចំណុចប៉ះដើម្បីឲ្យចរន្តអគ្គិសនីអាចឆ្លងកាត់ចានតាមកាំ ab បាន។ ប្រព័ន្ធបង្កើតបានសៀគ្វីដូចរូប 5.24 ។



(5.24)

a. កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេកម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតឡើងក្នុងសៀគ្វី។

b. កំណត់ទិសដៅចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសៀគ្វី បើខ្សែដែនម៉ាញេទិចមានទិសដៅដូចរូប ហើយចានវិលជុំវិញអ័ក្សរង្វិលតាមទិសដៅផ្ទុយពីទិសដៅទ្រនិចនាឡិកា។

ចម្លើយ

a. កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតមានក្នុងសៀគ្វី

(ដោះស្រាយដូចលំហាត់ទី ២២ និង២៣ ដែរ)

យើងបាន ភ្លុចម៉ាញេទិចកៀសដោយកាំ ab ក្នុងរយៈពេល dt ស្មើនឹង:

$$d\Phi = B.dS = \frac{1}{2}B.R^2\omega.dt$$

នាំឲ្យ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតឡើងក្នុងសៀគ្វី:

$$E_c = \left|-\frac{d\Phi}{dt}\right| = \frac{1}{2}BR^2\omega = \frac{1}{2}BR^2.2\pi n$$

$$\Rightarrow E_c = \frac{1}{2}\times 0.2\times\left(5.10^{-2}\right)^2\times 2\pi\times 3 = 4.71\times 10^{-3}V$$

ដូចនេះ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករក្នុងសៀគ្វីស្មើនឹង $4.71\times 10^{-3}V = 4.71\ mV$ ។

b. កំនត់ទិសដៅចរន្តក្នុងសៀគ្វី

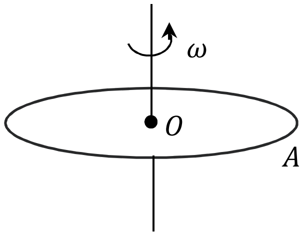
តាមវិធានដៃស្តាំ យើងកំណត់បានទិសដៅចរន្ត ពី $b\rightarrow a$

(ឬ តាមច្បាប់ឡិនៈ ចរន្តអគ្គិសនីអាំងឌុីមានទិសដៅយ៉ាងណាឲ្យផលរបស់វា ប្រឆាំងនឹងបុព្វហេតុដែលបង្កើតវា)

25. ចានលោហៈមួយមានកាំ $R=25cm$ វិលជុំវិញអ័ក្សរង្វិលរបស់វាដោយល្បឿន $n=1000tr/mn$ (ជុំ/នាទី)។ កំណត់ផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងពីរចំណុចស្ថិតនៅត្រង់ផ្ចិតចាន និងគែមចាន ក្នុងករណីៈ

a. គ្មានដែនម៉ាញេទិច

b. ដាក់ប្លង់ចានឲ្យកែងនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន ដែលមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច $B=10^{-2}T$ ។



(5.25)

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងពីរចំណុច O និង A ៖

- ជ្រើសរើសតំរុយជាប់នឹងដី ដើម្បីសិក្សាចលនា

a. ករណីគ្មានដែនម៉ាញេទិច

- ដោយផ្អែកលើនិចលភាព ធ្វើអេឡិចត្រុងក្នុងចានលោហៈបានផ្លាស់ទីមកប្រមូលផ្តុំនៅគែមចាន ដែលជាហេតុធ្វើឲ្យផ្នែកគែមចានលើសអេឡិចត្រុង និងផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមាន។ ចំណែកផ្ចិតចានខ្វះអេឡិចត្រុង និងផ្ទុកបន្ទុកវិជ្ជមាន។ ហេតុនេះ រវាងផ្ចិតចាន និងគែមចានកើតមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល U ។ អេឡិចត្រុងនៅគែមចានផ្លាស់ទីដោយចលនាវង់ស្មើដោយល្បឿនមុំ $\omega=2\pi n$ ក្រោមអំពើនៃកម្លាំងអគ្គិសនី ដែលមានមុខងារជាកម្លាំងចូលផ្ចិតៈ

យើងបានៈ $F_e=F_n$

$$\Leftrightarrow e.U_r=m.\omega^2.r$$

(ព្រោះ កម្លាំងចូលផ្ចិត $F_n=m\dfrac{v^2}{R}$ តែ $v=R.\omega$)

$$\Rightarrow U_r=\frac{m\omega^2.r}{e}$$

$$\Rightarrow U=\int U_r.dr=\int_0^R\frac{m\omega^2}{e}.rdr$$

$$\Rightarrow U=\frac{m_e\omega^2.R^2}{2e}=\frac{9.1\times10^{-31}\times\left(\dfrac{2\pi\times1000}{60}\right)^2\times(0.25)^2}{2\times1.67\times10^{-19}}\approx2.10^{-9}V$$

<u>ដូចនេះ</u> ករណីគ្មានដែនម៉ាញេទិច យើងបានផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U=2.10^{-9}V$ ។

b. ករណីមានដែនម៉ាញេទិច

- ករណីមានដែនម៉ាញេទិច ពេលចានវិលក្នុងដែនម៉ាញេទិច ធ្វើឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី រវាងផ្ចិតចាន និងគែមចាន:

$E_c = \frac{1}{2}.B.\omega.R^2$ (តាមសំរាយលំហាត់ទី២៣ និង ២៤)

$E_c = \frac{1}{2}\times10^{-2}\times\frac{2000\pi}{60}\times(0.25)^2 \approx 3.3\times10^{-2}V$

ដោយ អាំងតង់ស៊ីតេកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ >> ផលសងប៉ូតង់ស្យែលដែលបង្កើតឡើងដោយកម្លាំងនិចលភាពចាកផ្ចិត ហេតុនេះនាំឲ្យយើងមិនគិតអំពើនៃកម្លាំងនិចលភាពចាកផ្ចិតដែលមានអំពើលើអេឡិចត្រុងចាន។

<u>ដូចនេះ</u> ផលសងប៉ូងតង់ស្យែលរវាងពីរចំណុចខាងលើស្មើនឹង $U = E_c = 3.3\times10^{-2}V$ ។

<u>សំគាល់:</u> យើងអាចដោះស្រាយតាមវិធីខាងក្រោម:

- ពេលចានវិលក្នុងដែនម៉ាញេទិច នាំឲ្យចានរងកម្លាំងឡូរិន (ព្រោះអេឡិចត្រុងលើចានក៏វិលដូចគ្នាដែរ) នាំឲ្យយើងបានកម្លាំងអគ្គិសនីករណីនេះគឺ:

$F_e = evB \pm m\omega^2.r$ (អាស្រ័យនឹងទិសដៅរបស់ $\vec{B}$)

$\Rightarrow F_e = e.\omega r.B \pm m\omega^2.r \approx e.\omega r.B$

(ព្រោះ $m\omega.r^2 << e.\omega r.B$) នាំឲ្យយើងបាន:

$e.U' \approx e.\omega r.B$

$\Rightarrow U' = \int_0^R B\omega.rdr = \frac{1}{2}B\omega.R^2$

$\Rightarrow U = \frac{1}{2}\times10^{-2}\times\left(\frac{2000\pi}{60}\right)\times(0.25)^2 \approx 3.3\times10^{-2}V$

ដូចនេះ យើងបានចម្លើយដូចវិធីដោះស្រាយខាងលើដែរ។

26. បូប៊ីនខ្សែចម្លងមួយមាន $N=100$ ស្ពៀ វិលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $B=0.1T$ ដោយល្បឿនថេរ $n=5tr/s$ (ជុំ/វិនាទី)។ គេដឹងថា បូប៊ីនមានមុខកាត់ $S=100cm^2$ ហើយអ័ក្សរង្វិលកែងនឹងអ័ក្សបូប៊ីន និងកែងនឹងខ្សែដែនម៉ាញេទិច។ កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតឡើងក្នុងបូប៊ីន និងអាំងតង់ស៊ីតេអតិបរមារបស់វា។

<u>**ចម្លើយ**</u>

កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតឡើងក្នុងបូប៊ីន និងតម្លៃអតិបរមារបស់វា:

តាមរូបមន្តភ្លុចម៉ាញេទិច:

$$\Phi = NBS.\cos\widehat{(\vec{n},\vec{B})} = NBS.\cos(\omega t+\varphi)$$

ដែល φ: ជាមុំផ្គុំរវាងវ៉ិចទ័រណរម៉ាល់នៃផ្ទៃមុខកាត់បូប៊ីន $\vec{n}$ និង $\vec{B}$ នៅខណៈដើមពេល

$$\Rightarrow E = \left|-\Phi'_t\right| = NBS.\omega.\sin(\omega t+\varphi)$$

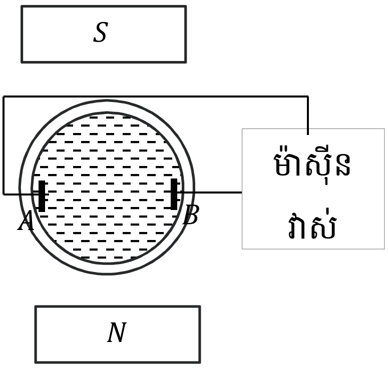
យើងមាន: $\omega = 2\pi n = 10\pi\ rad/s$, $N=100$; $B=0.1T$; $S=100cm^2=0.01m^2$

$$\Rightarrow E = 100\times 10\pi\times 0.1\times 0.01\times\sin(10\pi t+\varphi) = 3.14.\sin(10\pi t+\varphi)$$

$$E = E_{max}.\sin(\omega t+\varphi) \Rightarrow E_{max} = 3.14V$$

<u>**ដូចនេះ:**</u> $E = 3.14\sin(10\pi t+\varphi)\,[V]$ និង $E_{max} = 3.14V$ ។

27. ចូរពណ៌នាអំពីគោលការដំណើរការនៃម៉ាស៊ីនវាស់បរិមាណអង្គធាតុរាវចម្លងអគ្គិសនីក្នុងបំពង់ (ទុយោ)មួយ ដោយផ្អែកលើបាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ដូចរូប 5.27 ។ ចូរកំណត់ល្បឿនហូរនៃអង្គធាតុរាវចម្លងអគ្គិសនីក្នុងទុយោ ករណី $B=10^{-2}T$ ហើយចម្ងាយរវាងអេឡិចត្រូតទាំងពីរស្មើនឹង $d=50mm$ (ស្មើអង្កត់ផ្ចិតទុយោ)។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីដែលកើតមាននៅលើអេឡិចត្រូត AB នៅក្នុងដំណើរពិសោធន៍ស្មើនឹង $E_c = 0.25mV$ ។



(5.27)

ចម្លើយ

កំណត់ល្បឿនហូរនៃអង្គធាតុរាវក្នុងទុយោះ

- បម្លាស់ទីនៃអង្គធាតុរាវក្នុងទុយោ ចន្លោះអេឡិចត្រូតទាំងពីរ ប្រៀបបានទៅនឹងបម្លាស់ទីរបស់ខ្សែចម្លងត្រង់ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនីកំពុងសផ្លាស់ទីដោយល្បឿន v ។ ហេតុនេះវានឹងធ្វើឲ្យកើតមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីវរវាងអេឡិចត្រូតទាំងពីរ។ ម្យ៉ាងទៀត ដោយអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច និងវិមាត្រទុយោមានតម្លៃថេរ នោះយើងបានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនេះសមាមាត្រនឹងល្បឿនលំហូរនៃអង្គធាតុរាវចម្លងអគ្គិសនីក្នុងទុយោ។ ដូចនេះដើម្បីវាស់ល្បឿនអង្គធាតុរាវក្នុងទុយោ យើងគ្រាន់តែប្រើវ៉ុលម៉ែត្រដើម្បីវាស់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករវាងអេឡិចត្រូតទាំងពីរ បន្ទាប់មកយើងអាចទាញរកល្បឿនលំហូរនៃអង្គធាតុនោះបាន។ តាមរូបមន្តៈ

$$E_c = B.l.v$$

$$\Rightarrow v = \frac{E_c}{B.l} = \frac{0.25\times10^{-3}}{10^{-2}\times50\times10^{-3}} = 0.5$$

ដូចនេះ អង្គធាតុរាវចម្លងអគ្គិសនីក្នុងទុយោហូរដោយល្បឿន $v = 0.5\,m/s$ ។

28. ដើម្បីវាស់អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចរវាងប៉ូលទាំងពីរនៃមេដែកអគ្គិសនីមួយ គេបានយកវាទៅដាក់ក្នុងបូប៊ីនមួយមាន $N = 50$ ស្ពៀ, ស្ពៀនីមួយៗមានផ្ទៃមុខកាត់ $S = 2cm^2$ ។ អ័ក្សនៃបូប៊ីនស្របជាមួយខ្សែដែនម៉ាញេទិច។ បូប៊ីនត្រូវបានគេតភ្ជាប់ជាមួយអេឡិចត្រូទស្សន៍(ដើម្បីវាស់បរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់កាត់ស៊ុមខ្សែចម្លងរបស់អេឡិចត្រូទស្សន៍) ហើយអេឡិចិត្រូទស្សន៍មានរេស៊ីស្តង់ $R = 2.10^3\Omega$ ចំណែករេស៊ីស្តង់បូប៊ីន $r << R$ ។ កំណត់អាំងឌុចស្យុងដែនម៉ាញេទិសរវាងប៉ូលទាំងពីរនៃមេដែក បើគេដឹងថាពេលគេទាញបូប៊ីនយ៉ាងលឿនចេញពីមេដែក នោះស៊ុមខ្សែចម្លងរបស់អេឡិចត្រូទស្សន៍ងាកបានមុំ α ត្រូវនឹង 50 ក្រិតនៅលើបន្ទាត់ក្រិតនៃកញ្ចក់អេឡិចត្រូទស្សន៍។ គេដឹងថាប្រឡោះក្រិតនីមួយៗត្រូវនឹងបរិមាណអគ្គិសនី $2.10^{-8}C$ ឆ្លងកាត់អេឡិចត្រូទស្សន៍។

<u>ចម្លើយ</u>

កំណត់អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចនៃមេដែកអគ្គីសនី:

- យើងឃើញថា ក្នុងរយៈពេល dt យើងបានភ្លុមម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃបូប៊ីនស្មើ $d\Phi$ នាំឲ្យយើងបានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីក្នុងបូប៊ីន: $E_c = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right|$

- បរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ស៊ុមខ្សែចម្លងអេឡិចត្រូទស្សន៍:

$$dq = I.dt = \frac{E_c}{R}.dt = \frac{d\Phi}{R}$$

$$\Rightarrow \text{q}=\frac{N}{R}.\Delta\Phi$$

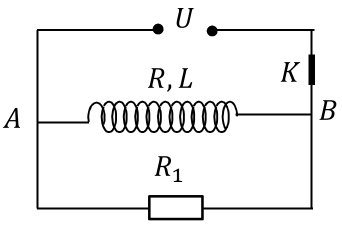
- ពេលដកបូប៊ីនចេញផុតពីមេដែក នាំឲ្យគ្មានភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់បូប៊ីនទៀតទេ:

$$q = \frac{N}{R}(\Phi_1 - \Phi_2) = \frac{N}{R}B.S \qquad ;\ (\Phi_2 = 0)$$

$$\Rightarrow B = \frac{q.R}{N.S} = \frac{50\times 2.10^{-8}\times 2.10^{-3}}{50\times 2.10^{-4}} = 0.2$$

<u>ដូចនេះ</u> មេដែកអគ្គិសនីមានអាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិចស្មើនឹង $B = 0.2T$ (តេស្លា)។

29. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 5.29 ក្នុងនោះបូប៊ីនមានអាំងឌុចតង់ $L = 6H; R = 200\Omega$ ត្រូវបានគេយកទៅតជាខ្នែងជាមួយស៊ីស្តង់ $R_1 = 1000\Omega$ ។ ផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U = 120V$ និងកុងតាក់ K សំរាប់ផ្តាច់សៀគ្វីចេញពីប្រភពតង់ស្យុង។ កំណត់ផលសងប៉ូតង់ស្យែល U_{AB} ក្រោយពេលពេលបើកុងតាក់ K (ចំហ) $\tau = 0.001s$ ។



(5.29)

<u>ចម្លើយ</u>

គណនា U_{AB} ក្រោយពេលបើក(ចំហ)កុងតាក់ K រយៈពេល $0.001s$ ៖

- ពេលកុងតាក់ K បិទ: តាមច្បាប់អូមចំពោះសៀគ្វី 2.29 យើងបាន:

$$U_{AB} = U_L - IR = IR_1 \qquad (1)$$

ហើយ $$-L\frac{dI}{dt} = I(R + R_1) \qquad (2)$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{I} = -\frac{R + R_1}{L}.dt \qquad (3)$$ (បំពាក់អាំងតេក្រាយអង្គទាំងពីរនៃសមីការ)

$$\Rightarrow \int \frac{dI}{I} = -\frac{R+R_1}{L}\int dt$$

$$\Rightarrow \ln I - \ln I_o = -\frac{R+R_1}{L}.t$$

$$\Rightarrow \ln I = \ln I_o - \frac{R+R_1}{L}.t$$

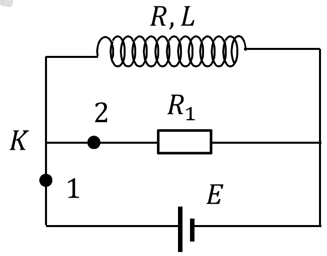
$$\Rightarrow I = I_o.e^{-\frac{R+R_1}{L}.t} \qquad (*)$$

នៅពេល $t=0 \Rightarrow I = I_o = \dfrac{U}{R} \Rightarrow I = \dfrac{U}{R}.e^{-\frac{R+R_1}{L}.t}$

នាំឲ្យ $U_{AB} = I.R_1 = \dfrac{R_1}{R}.U.e^{-\frac{R+R_1}{L}.t} = \dfrac{1000}{200}\times 120.e^{-\frac{1000+200}{6}\times 0.001} \approx 490V$

<u>ដូចនេះ</u> ផលសងប៉ូតង់ស្យែល $U_{AB} = 490V$ ។

30. គេឲ្យសៀគ្វីដូចរូប 5.30 ដែលបូប៊ីនមានអាំងឌុចតង់ $L = 2.10^{-6}H$ និងរេស៊ីស្តង់ $R = 3V$ ។ ក្រោយពេលចរន្តអគ្គិសនីក្នុងបូប៊ីនមានរបបអចិន្ត្រៃយ៍ គេក៏បានប្តូរទីតាំងនៃកុងតាក់ K ពី (1) ទៅ (2) យ៉ាងលឿន។ ចូររកបរិមាណកម្តៅភាយចេញពី $R_1 = 2\Omega$ ។ សន្មត់រេស៊ីស្តង់ក្នុងជនិតា និងរេស៊ីស្តង់ខ្សែចម្លងតូចណាស់អាចចោលបាន។



(5.30)

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាបរិមាណកម្តៅភាយចេញពីរេស៊ីស្តង់ R_1 :

- អានុភាពកម្តៅនៃរេស៊ីតង់នីមួយៗសមាមាត្រនឹងអាំងតង់ស៊ីតេរេស៊ីស្តង់នោះ៖

$$\Rightarrow \frac{P_{R1}}{P_{R2}} = \frac{I^2R_1}{I^2R} = \frac{R_1}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_1}{Q_R} = \frac{R_1}{R} \Leftrightarrow \frac{Q_1}{Q_R+Q_1} = \frac{R_1}{R+R_1}$$

$$\Rightarrow Q_R = \frac{R}{R_1}Q_1 \qquad (1)$$

នាំឲ្យយើងបាន បរិមាណកម្តៅសរុប ស្មើនឹងថាមពលដែនម៉ាញេទិចរបស់បូប៊ីន៖

$$Q = Q_R + Q_1 = \frac{1}{2}L.I_o^2 = \frac{LU^2}{2R^2} \qquad (2)$$

យក (1) ជួស(2) យើងបាន: $\frac{R}{R_1}Q_1 + Q_1 = \frac{LU^2}{2R^2}$

$$\Leftrightarrow Q_1\left(\frac{R}{R_1}+1\right) = \frac{LU^2}{2R^2}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \frac{R_1}{R+R_1} \times \frac{LU^2}{2R^2} = \frac{2}{2+1} \times \frac{2.10^{-6} \times 3^2}{2 \times 1^2} = 6.10^{-6} J$$

<u>ដូចនេះ</u> រេស៊ីស្តង់ R_1 បញ្ចេញបរិមាណកម្តៅ $Q_1 = 6.10^{-6} J$ ។

31. គណនាអាំងឌុចតង់ L នៃបូប៊ីនវែងប្រវែង $l = 20cm$ មាន $N = 400$ ស្នៀ និងស្នៀនីមួយៗមានផ្ទៃមុខកាត់ $S = 9cm^2$ ក្នុងករណី:

a. បូប៊ីនគ្មានស្នូលដែក។

b. បូប៊ីនមានស្នូលដែក ដែលមានពែមីអាប៊ីលីតេ (ជំរាប់ម៉ាញេទិច) $\mu = 400$ ។

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាអាំងឌុចតង់នៃបូប៊ីនវែង:

ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃមុខកាត់បូប៊ីន:

$$\Phi = BNS = \mu\mu_o \frac{N}{l} I.N.S$$

$$\Rightarrow L = \frac{\Phi}{I} = \mu\mu_o \frac{N^2S}{l}$$

a. ករណីបូប៊ីនគ្មានស្នូលដែក $\mu = 1$:

$$\Rightarrow L_o = \mu_o \frac{N^2S}{l} = 4\pi.10^{-7} \frac{(400)^2 \times 9.10^{-4}}{0.2} \approx 9.10^{-4}$$

<u>ដូចនេះ</u> បូប៊ីនគ្មានស្នូលដែកមានអាំងឌុចតង់ $L_o = 9.10^{-4} H$ ។

b. ករណីបូប៊ីនមានស្នូលដែក $\mu = 400$:

$$\Rightarrow L = \mu\mu_o \frac{N^2S}{l} = \mu.L_o = 400 \times 9.10^{-4} = 0.36$$

<u>ដូចនេះ</u> បូប៊ីនមានស្នូលដែកមានអាំងឌុចតង់ $L = 0.36H$ ។

32. បូប៊ីនវែងមួយមានប្រវែង l អង្កត់ផ្ចិត $D=12cm$ មានអាំងឌុចតង់ $L=0.01H$ ត្រូវបានរុំដោយខ្សែចម្លងដែលមានអង្កត់ផ្ចិត $d=0.6mm$ ។ ស្ពៀនីមួយៗត្រូវបានរុំកៀកៗគ្នា និងរុំតែមួយជាន់ប៉ុណ្ណោះ។ គណនាចំនួនស្ពៀរបស់បូប៊ីន $(N=?)$ ។

ចម្លើយ

គណនាចំនួនស្ពៀរបស់បូប៊ីន (N) ៖

រូបមន្តអាំងឌុចតង់៖ $L=\mu\mu_o\dfrac{N^2S}{l}=\mu_o.n.N.S$

ព្រោះ $\mu=1;$ និង $n=\dfrac{N}{l}$ ឬ $n=\dfrac{1}{d}$ ជាចំនួនស្ពៀក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង

$$\Rightarrow N=\frac{L}{\mu_o.n.S}=\frac{L.d}{\mu_o.\pi.\dfrac{D^2}{4}}$$

$$\Rightarrow N=\frac{4L.d}{\mu_o\pi.D^2}=\frac{4\times0.001\times0.6\times10^{-3}}{4\pi\times10^{-7}\times\pi\times(0.04)^2}=379.95\ \Rightarrow N\approx380 \text{ ស្ពៀ}$$

ដូចនេះ បូប៊ីនមានចំនួន 380 ស្ពៀ។

33. ស្នូលមួយមានរាងស៊ីឡាំងអង្កត់ផ្ចិតផ្ទៃបាត $d=12cm$ ត្រូវបានគេយកមករុំខ្សែចម្លងចំនួន $N=100$ ស្ពៀ ធ្វើជាបូប៊ីនមួយប្រវែង $l=6cm$ (រុំចំនួន១ជាន់)។ កំណត់អាំងឌុចតង់បូប៊ីនខាងលើ បើគេដឹងថាអាំងឌុចតង់នៃបូប៊ីនត្រូវបានគេគណនាតាមរូបមន្ត $L=\alpha.L_\infty$ ។ ក្នុងនោះ L_∞ ជាអាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីតប្រវែងអានន្ត និង α ជាមេគុណសមាមាត្រកំណត់ដោយរូបមន្ត $\alpha=\dfrac{1}{1+\left(0.45d/l\right)}$ ។

ចម្លើយ

តាមរូមន្ត៖ $L=\alpha.L_\infty=\dfrac{1}{1+0.45d/l}.\mu\mu_o\dfrac{N^2S}{l}=\dfrac{\mu\mu_oN^2.\pi d^2}{4(l+0.45d)}$

ព្រោះ $S=\pi\dfrac{d^2}{4}$, $\mu=1;\ \mu_o=4\pi\times10^{-7};l=0.06m;\ d=0.12m;N=100$

$$\Rightarrow \text{L}=\frac{4\pi^2\times10^{-7}(100)^2\times(0.12)^2}{4(0.06+0.45\times0.12)}\approx1.3\times10^{-3}\text{ H}$$

ដូចនេះ បូប៊ីនខាងលើមានអាំងឌុចតង់ $L=1.3\times10^{-3}H$ ។

34. ស៊ុមខ្សែចម្លងមានរាងចតុកោណកែងធ្វើពីខ្សែចម្លងដែលមានអង្កត់ផ្ចិត $d=2mm$ ។ គេដឹងថា ស៊ុមនេះមានប្រវែងបណ្តោយ $(a=10m)$ ធំណាស់បើធៀបនឹងប្រវែងទទឹង $(b=10cm)$ របស់វា។ កំណត់អាំងឌុចតង់ L នៃស៊ុមខ្សែចម្លង។ សន្មត់ថា ជំរាបម៉ាញេទិចនៃមជ្ឈដ្ឋាន $\mu=1$ ។ ដែនម៉ាញេទិចក្នុងខ្សែចម្លងតូចណាស់អាចចោលបាន។

ចម្លើយ

គណនាអាំងឌុចតង់នៃស៊ុមខ្សែចម្លងខាងលើៈ

- ភ្លុចសរុបឆ្លងកាត់ស៊ុមស្មើនឹងផលបូកភ្លុចកៀសបានដោយជ្រុងទាំង៤ ។

តែដោយ $a>>b$ នាំឲ្យ ភ្លុចដែលកៀសដោយជ្រុង b $<<$ ធៀបនឹងភ្លុចកៀសដោយ a

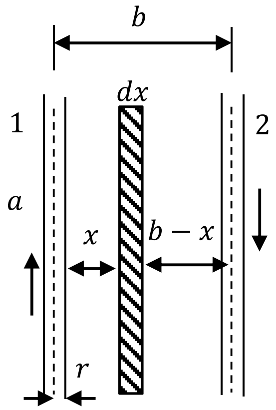
- នាំឲ្យភ្លុចដែលកៀសបានដោយជ្រុងវែង a ទាំងពីរមានទាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា និងបង្កើតឲ្យមានដែនម៉ាញេទិច ដូចខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអានន្ត(ចរន្តត្រង់)។

- សិក្សាចំរៀកតូចមួយ រាងចតុកោណកែង ដែលមានបណ្តោយ a និងទទឹង dx ដែលមានចម្ងាយ x ពីជ្រុងម្ខាង (1) និងចម្ងាយ $b-x$ ពីជ្រុង (2) ដូចរូប 5.34 ។

យើងបានភ្លុចម៉ាញេទិចកៀលបានដោយផ្ទៃ $dS=a.dx$ ស្មើនឹងៈ

$$d\Phi=\left(B_1+B_2\right)dS$$

$$d\Phi=\left(\frac{\mu\mu_o I}{2\pi.x}+\frac{\mu\mu_o I}{2\pi\left(b-x\right)}\right).a.dx$$



(5.34)

នាំឲ្យ ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ស៊ុមទាំងស្រុងៈ

$$\Phi=\int d\Phi=\int_r^{b-r}\left(\frac{\mu\mu_o I}{2\pi.x}+\frac{\mu\mu_o I}{2\pi\left(b-x\right)}\right).a.dx$$

$$\Phi=\frac{\mu\mu_o I.a}{2\pi}\int_r^{b-r}\left(\frac{1}{x}-\frac{1}{b-x}\right)dx=\frac{\mu\mu_o I.a}{\pi}\ln\left(\frac{b-r}{r}\right)$$

តែ $L=\dfrac{\Phi}{I}=\dfrac{\mu\mu_o.a}{\pi}\ln\left(\dfrac{b-r}{r}\right)$

$$\Rightarrow L=\frac{4\pi\times10^{-7}\times10}{\pi}\ln\left(\frac{100-1}{1}\right)\approx1.84\times10^{-5}$$

ដូចនេះៈ ស៊ុមខ្សែចម្លងរាងចតុកោណខាងលើមានអាំងឌុចតង់ $L=1.84\times10^{-5}H$ ។

35. បូប៊ីនពីរមានអំពើទៅវិញទៅមកស្មើនឹង $M = 0.005H$ ។ បូប៊ីនទី១ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = I_o \sin \omega t$ ដែល $I_o = 10A;\ \omega = {}^{2\pi}\!/_{T}$; $T = 0.02s$ ។ គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃអំពើទៅវិញទៅមកក្នុងបូប៊ីនទី២ និងអាំងតង់ស៊ីតេអតិបរមារបស់វា។

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃអំពើទៅវិញទៅមកក្នុងបូប៊ីនទី២ និងតម្លៃអតិបរមារបស់វា:

តាមរូបមន្ត: $E = \frac{d\Phi}{dt} = M\frac{dI}{dt} = M.\frac{d}{dt}(I_o \sin \omega t)$

$$\Rightarrow E = M.I_o.\omega.\cos \omega t$$

តែ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.02} = 100\pi\ [rad/s]$

$$\Rightarrow E = 0.005 \times 10 \times 100\pi.\cos 100\pi t \approx 15.57.\cos 100\pi t$$

$$\Rightarrow E_{max} = 15.7V$$

<u>ដូចនេះ:</u> $E = 15.7\cos(100\pi t)\ [V]$ និង $E_{max} = 15.7V$ ។

36. បូប៊ីនពីរមានអាំងឌុចតង់រៀងគ្នា $L_1 = 3.10^{-3}H$ និង $L_1 = 5.10^{-3}H$ ត្រូវបានគេយកតជាស៊េរីនឹងគ្នា លៃយ៉ាងណាឲ្យដែនម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយបូប៊ីនទាំងពីរមានទិសដៅដូចគ្នា ពេលនោះយើងបានអាំងឌុចតង់នៃបង្គុំស្មើនឹង $L = 11.10^{-3}H$ ។ ចូរគណនាអាំងឌុចតង់នៃបង្គុំបូប៊ីនក្នុងករណីដែលដែនម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយបូប៊ីនទាំងពីរមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា (ឈមគ្នា) តែរក្សាទីតាំងបូប៊ីនទាំងពីរដូចករណីខាងលើដដែល។

<u>ចម្លើយ</u>

គណនាអាំងឌុចតង់នៃបង្គុំបូប៊ីន ពេលដែនម៉ាញេទិចផ្ទុយគ្នា:

- ករណីបូប៊ីនទាំងពីរត្រូវបានតភ្ជាប់គ្នាឲ្យដែនម៉ាញេទិចមានទិសដៅដូចគ្នា នាំឲ្យភ្លុចឆ្លងកាត់ប្រព័ន្ធមានអំពើលើគ្នាទៅវិញទៅមក ជាហេតុធ្វើឲ្យភ្លុចកើនឡើង:

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_{12} + \Phi_{21}$$

$$\Leftrightarrow LI = L_1.I + L_2.I + MI + MI$$

$$\Leftrightarrow L = L_1 + L_2 + 2M \qquad (1)$$

- ដូចគ្នាដែរចំពោះករណី ដែនម៉ាញេទិចនៃបូប៊ីនទាំងពីរមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា នាំឲ្យៈ

$$\Phi' = \Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_{12} - \Phi_{21}$$

$$\Leftrightarrow L' = L_1 + L_2 - 2M \qquad (2)$$

ដែល M ជាអំពើទៅវិញទៅមកនៃបូប៊ីនទាំងពីរ

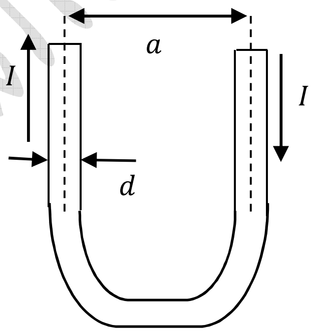
តាម $(1)+(2) \Rightarrow L' = 2(L_1 + L_1) - L$

$$\Rightarrow L' = 2\left(3.10^{-3} + 5.10^{-3}\right) - 11.10^{-3}$$

$$\Rightarrow L' = 5.10^{-3} H$$

ដូចនេះ ពេលតឲ្យដែនម៉ាញេទិចមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា បង្គុំបូប៊ីនមាន $L' = 5.10^{-3} H$ ។

37. ខ្សែចម្លងវែងមួយមានអង្កត់ផ្ចិត $d = 2mm$ ត្រូវបានគេយកមកពត់ជារាងអក្សរ U ដូចរូប 5.37 លៃយ៉ាងណាឲ្យចំងាយរវាងផ្ចិតខ្សែទាំងពីរខាងស្មើនឹង $a = 3cm$ ហើយដែនម៉ាញេទិចក្នុងខ្សែចម្លងអាចចោលបាន។ ខ្សែចម្លងត្រូវបានឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 3A$ ។ ចូរអ្នកគណនាអាំងឌុចតង់ និងថាមពល ក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងនៃខ្សែចម្លងរាងអក្សរ U នេះ។



(5.37)

ចម្លើយ

គណនាអាំងឌុចតង់ L និងថាមពល ក្នុងមួយខ្នាត់ប្រវែងៈ

(តាមសំរាយលំហាត់ទី៣៤)

★ អាំងឌុចតង់ក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងៈ

$$L = \frac{\mu\mu_o.l}{\pi}\ln\left(\frac{a-d}{d}\right)$$

$$\Rightarrow L = \frac{4\pi.10^{-7}\times 1}{\pi}\ln\left(\frac{30-2}{2}\right) \approx 1.0\times 10^{-6} H$$

ដូចនេះ អាំងឌុចតង់ក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងនៃខ្សែចម្លងអក្សរ U ស្មើនឹង $L = 10^{-6} H$ ។

★ ថាមពលក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងៈ

$$W = \frac{1}{2}L.I^2 = 0.5\times 10^{-6}\times 3^2 = 4.7\times 10^{-6} J$$

ដូចនេះ ក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងខ្សែចម្លងអក្សរ U មានថាមពល $W = 4.7\times 10^{-6} J$ ។

38. បូប៊ីនវែងមួយមានប្រវែង $l=50cm$ មានផ្ទៃមុខកាត់ $S=2cm^2$ និងអាំងឌុចតង់ $L=2.10^{-7}H$ ។ កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់បូប៊ីន ដើម្បីឲ្យដង់ស៊ីតេថាមពលរបស់បូប៊ីនស្មើនឹង $w=10^{-3}J/m^3$ ។

ចម្លើយ

គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់បូប៊ីនៈ

- ដង់ស៊ីតេថាមពលដែនម៉ាញេទិច គឺជាថាមពលម៉ាញេទិចក្នុងមួយខ្នាតមាឌ ត្រូវបានកំណត់ដោយរូបមន្តៈ

$$w=\frac{W}{V}=\frac{\frac{1}{2}LI^2}{S.l}$$

$$\Rightarrow I=\sqrt{\frac{2Slw}{L}}=\sqrt{\frac{2\times2.10^{-4}\times0.5\times10^{-3}}{2\times10^{-7}}}=1A$$

ដូចនេះ៖ ចរន្តឆ្លងកាត់បូប៊ីនមានអាំងតង់ស៊ីតេ $I=1A$ ។

39. គេយកខ្សែចម្លងទង់ដែងមានអង្កត់ផ្ចិត $d=1mm$ មករុំលើរបាជ័ររាងស៊ីឡាំងមួយដែលមានប្រវែង $l=50cm$ និងអង្កត់ផ្ចិត $D=3cm$ រុំចំនួនមួយស្រទាប់ដើម្បីធ្វើជាបូប៊ីន។ បន្ទាប់មកយកបូប៊ីននេះទៅភ្ជាប់នឹងជនិតាដែលមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $E=1.4V$ ដូចរូប 5.39 ។

a. រករយៈពេល t ដើម្បីឲ្យចរន្តថយចុះ 1000 ដងក្រោយពេលប្តូរ K ពីទីតាំង (1) ទៅ (2) ?

b. រកបរិមាណកម្តៅស៊ូលដែលភាយចេញពីបូប៊ីន ក្រោយពេលប្តូរទីតាំង K ។

c. រកថាមពលម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីនមុនពេលប្តូរទីតាំង K បើគេឲ្យ $\rho_{Cu}=1.7\times10^{-8}\Omega.m$ ។

ចម្លើយ

a. រករយៈពេល t ដើម្បីឲ្យចរន្តថយចុះ 1000 ដង

តាមរូបមន្តអាំងឌុចតង់ៈ

$$L=\mu\mu_o\frac{N^2S}{l}=\mu\mu_o n^2.l.\pi\frac{D^2}{4}$$

$$\Rightarrow L=\mu\mu_o\left(\frac{1}{d}\right)^2.l.\pi\frac{D^2}{4}=\pi.\mu\mu_o\frac{l.D^2}{4d^2}\quad (\text{ព្រោះ៖ } n=\frac{1}{d})$$

$$\Rightarrow L=\pi\times4\pi.10^{-7}\times0.5\times\frac{(0.03)^2}{4\times(0.001)^2}\approx1.78\times10^{-5}H$$

រេស៊ីស្តង់ខ្សែចម្លង:

$$R=\rho.\frac{l'}{S_o}=\rho.\frac{\pi D.N.l}{\pi.\frac{d^2}{4}}=\frac{4\rho.D.l}{d^3}$$

$$\Rightarrow \text{R}=\frac{4\times 1.7\times 10^{-8}\times 0.003\times 0.5}{(0.001)^3}=0.204\Omega$$

តាមសំរាយលំហាត់ទី២៩ យើងបាន ចរន្តឆ្លងកាត់បូប៊ីនពេលប្តូរទីតាំង K ភ្លាមៗ:

$$I=I_o.e^{-\frac{R}{L}t}$$

$$\Rightarrow t=-\frac{L}{R}\ln\left(\frac{I}{I_o}\right)=-\frac{1.78\times 10^{-5}}{0.204}\ln\left(\frac{1}{1000}\right)$$

$$\Rightarrow t\approx 6.03\times 10^{-4}s$$

<u>**ដូចនេះ**</u> ចរន្តក្នុងសៀគ្វីថយចុះ1000 ដងក្នុងរយៈពេល $t=0.603ms$ ។

b. រកថាមពលកម្តៅភាយចេញពីបូប៊ីន

ថាមពលកម្តៅភាយចេញពីបូប៊ីន គឺជាថាមពលកម្តៅភាយចេញពីខ្សែចម្លង ស្មើនឹងថាមពលម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីន:

$$Q=\int_0^{\infty}RI^2dt=\int_0^{\infty}I_o^2R.e^{-\frac{2R}{L}t}.dt=\frac{1}{2}LI_o^2=\frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R}\right)^2=W$$

$$\Rightarrow \text{Q=W=}\frac{1}{2}\times 1.78\times 10^{-5}\times\left(\frac{1.4}{2}\right)^2\approx 4.4\times 10^{-6}J$$

<u>**ដូចនេះ**</u> ថាមពលកម្តៅដែលបូប៊ីនភាយចេញស្មើនឹង $4.4\times 10^{-4}J$ ។

c. ថាមពលម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីន

ថាមពលម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីន: $W=Q=4.4\times 10^{-6}J$

<u>**ដូចនេះ**</u> ថាមពលម៉ាញេទិចក្នុងបូប៊ីនស្មើនឹង $4.4\times 10^{-6}J$ ។

IV. ចម្លើយលំហាត់ទំរង់បិទ

1. ចម្លើយ *a*
2. ចម្លើយ *c*
3. ចម្លើយ *d*
4. ចម្លើយៈ ៣,៥,៦,៧ "ត្រូវ" និង ១,២.៤ "ខុស"
5. ចម្លើយ *c*
6. ចម្លើយ *a*
7. ចម្លើយ *c*
8. ចម្លើយ *b*
9. ចម្លើយ *c*
10. ចម្លើយ *b*
11. ចម្លើយ *c*
12. ចម្លើយៈ ៣, ៦ "ត្រូវ" និង ១,២,៤,៥ "ខុស"
13. ចម្លើយ *a*
14. ចម្លើយ *b*
15. ចម្លើយ *d*
16. ចម្លើយ *a*
17. ចម្លើយ *b*
18. ចម្លើយ *c*
19. ចម្លើយ *c*
20. ចម្លើយ *b*
21. ចម្លើយ *b*
22. ចម្លើយ *b*
23. ចម្លើយ *d*
24. ចម្លើយ *c*
25. ចម្លើយ *b*

26. ចម្លើយ b

27. ចម្លើយ c

28. ចម្លើយ b

29. ចម្លើយ c

30. ចម្លើយ c

31. ចម្លើយ d

32. ចម្លើយ c

33. ចម្លើយ b

ចប់មេរៀនទី៥ អាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

ហាមយកធ្វើអាជីវកម្ម

ចប់សៀវភៅ ភាគ២

ហាណូយ ថ្ងៃទី០១ ខែមករា ឆ្នាំ២០១៤

ហត្ថលេខា

ពុំ ស៊ីមន

ពាមបារាំងក្រុងរ៉ូ

ឯកសារយោង

១. រូបវិទ្យាមូលដ្ឋាន និងកំរិតខ្ពស់ផ្នែកអគ្គិសនីសំរាប់សិស្សពូកែវិទ្យាល័យ (វៀត ណាម)

២.រូបវិទ្យាទូទៅភាគ២-អគ្គិសនី និងម៉ាញេទិច-*សាលកវិទ្យាល័យពហុបច្ចេកទេស ហាណូយ*

៣. ប្រជុំវិញ្ញាសាររូបវិទ្យាផ្នែកអគ្គិសនី ប្រលងចូលមហាវិទ្យាល័យ (វៀត ណាម)

៤. Fundamentals of Physics Extended, 8th Edition (អង់គ្លេស)

៥. រូបវិទ្យាមូលដ្ឋាន ផ្នែកអគ្គិសនី-*សាលកវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ* (ទៀង ប៉ាង)

ហាមថតចម្លង ធ្វើអាជីវកម្មសៀវភៅនេះ..!!!

ហាណូយ ថ្ងៃទី០១ ខែមករា ឆ្នាំ២០១៤

ហត្ថលេខា

ពុំ ស៊ីមន

និស្សិតស្រុកស្រែ...!!!