



ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា  
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

# រូបវិទ្យា

មេរៀនសង្ខេប និងលំហាត់គំរូ  
សម្រាប់ជាជំនួយដល់សិស្សថ្នាក់ទី១២  
២០១៤-២០១៥



## អារម្ភកថា

មេរៀនសង្ខេប និងលំហាត់នៅក្នុងឯកសារនេះគឺគ្រាន់តែជាជំនួយស្មារតីដល់អ្នកសិក្សារូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២តែប៉ុណ្ណោះ វាមិនមែនជាឯកសារពេញលេញតាមកម្មវិធីសិក្សាថ្នាក់ទី១២ទាំងស្រុងនោះទេ។

ខ្លឹមសារនៃមេរៀននីមួយៗចែកចេញជាពីរផ្នែកគឺមេរៀនសង្ខេប និងលំហាត់អនុវត្តន៍។

ខ្លឹមសារនៅក្នុងមេរៀនសង្ខេបត្រូវបានផ្ដោតសំខាន់លើ និយមន័យ ច្បាប់ និង រូបមន្តសំខាន់ៗដើម្បីឱ្យអ្នកសិក្សាងាយយល់ និងចងចាំព្រមទាំងអាចយកទៅអនុវត្តក្នុងការដោះស្រាយលំហាត់បាន។ ម៉្យាងវិញទៀត នៅក្នុងឯកសារនេះបានកែលម្អនូវចំណុចខ្វះខាតមួយចំនួននៅក្នុងសៀវភៅសិក្សាគោលមុខវិជ្ជារូបវិទ្យារបស់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាបោះពុម្ពលើកទី១ឆ្នាំ២០១០។

នៅចុងបញ្ចប់គ្រប់មេរៀនសង្ខេបទាំងអស់ សុទ្ធតែមានលំហាត់អនុវត្តន៍ទាំងអស់ដើម្បីពង្រឹងចំណេះដឹង និងជំនាញដោះស្រាយលំហាត់របស់អ្នកសិក្សា។ រាល់ដំណោះស្រាយនៃលំហាត់នីមួយៗបានបង្ហាញពីការប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធខ្នាត និងការគណនាតាមប្រមាណវិធីតូលេខមានន័យ។

យើងខ្ញុំសង្ឃឹមថាលោកគ្រូ អ្នកគ្រូ និងអ្នកសិក្សាគ្រប់មជ្ឈដ្ឋាននឹងជួយផ្តល់យោបល់ និង ទិញ្ចេនស្ថាបនា ចំពោះកង្វះខាត និងការឆ្គាំឆ្គងដែលអាចមានឡើងដើម្បីឱ្យឯកសារនេះកាន់តែមានសង្គតិភាព និងល្អប្រសើរឡើងថែមទៀត។ យើងខ្ញុំរង់ចាំទទួលនូវការរិះគន់ដើម្បីកែលម្អពីទាំងឡាយដោយក្តីសោមនស្សរីករាយបំផុត។

### អ្នករៀបរៀង

១. លោក លាង សេងហាក់

២. លោក ង៉ា ប៉េងឡុង

### អ្នកកែលម្អ

១. លោក ង៉ា ប៉េងឡុង

២. លោក ទូច ចន្ទទុំ

៣. លោកស្រី ខែក សំណាង

៤. លោក ធី សារិន



# មាតិកា

អារម្ភកថា.....	i
មាតិកា .....	ii
កម្រិតពិបាកនៃមេរៀន .....	iii
<b>មេរៀនទី១៖ ព្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន .....</b>	<b>1</b>
<b>ជំពូក១ ទែម៉ូឌីណាមិច .....</b>	<b>5</b>
<b>មេរៀនទី២៖ ច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច .....</b>	<b>5</b>
<b>ជំពូក២ លក្ខន្តិកៈ .....</b>	<b>19</b>
<b>មេរៀនទី១៖ គោលការណ៍កម្រិតនៃលក្ខន្តិកៈ និងលក្ខន្តិកៈព្រំ .....</b>	<b>19</b>
<b>ជំពូក៣ អគ្គិសនី និងម៉ាញ៉េទិច .....</b>	<b>24</b>
<b>មេរៀនទី១៖ ដែននិងកម្លាំងម៉ាញ៉េទិច .....</b>	<b>24</b>
<b>ជំពូក៣ អគ្គិសនីនិងម៉ាញ៉េទិច .....</b>	<b>33</b>
<b>មេរៀនទី២៖ អាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិច .....</b>	<b>33</b>
<b>ជំពូក៣ អគ្គិសនី និងម៉ាញ៉េទិច .....</b>	<b>39</b>
<b>មេរៀនទី៣៖ អុតូអាំងឌុចស្យុង .....</b>	<b>39</b>
<b>ជំពូក៣ អគ្គិសនីនិងម៉ាញ៉េទិច .....</b>	<b>46</b>
<b>មេរៀនទី៤៖ សៀគ្វីចរន្តឆ្លាស់ .....</b>	<b>46</b>



## កម្រិតពិបាកនៃមេរៀន

លេខរៀង	មេរៀន	ពិបាកខ្លាំង	ពិបាកមធ្យម	មិនសូវពិបាក
១	ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន	3		
២	ច្បាប់ទីមួយ ទែម៉ូឌីណាមិច		2	
៣	ម៉ាស៊ីន			3
៤	គោលការណ៍តម្លៃនៃរលក និងរលកជញ្ជី			3
៥	អាំងទែផេរ៉ង់ និងឌីប្រាក់ស្យុង			3
៦	ដែន និងកម្លាំងម៉ាញេទិច		2	
៧	អាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច			3
៨	អូតូអាំងឌុចស្យុង			3
៩	សៀគ្វីចរន្តឆ្លាស់			3

សំគាល់៖ លេខ១ពិបាកខ្លាំង លេខ២ពិបាកមធ្យម និងលេខ៣មិនសូវពិបាក



## ជំពូក១ ទែម៉ូឌីណាមិច

### មេរៀនទី១៖ ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

- ទំនាក់ទំនងសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតនិងសីតុណ្ហភាពគិតជាសែលស៊ីស

$$T = t + 273.15$$

$T$  ជាសីតុណ្ហភាពដាច់ខាត (K),  $t$  ជាសីតុណ្ហភាពសែលស៊ីស ( $^{\circ}\text{C}$ )

- ក្នុងទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន៖ ម៉ូលេគុលឧស្ម័នមានចលនាឥតឈប់ឈរ និងគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់។ ទង្គិចរវាងម៉ូលេគុលនឹងផ្ទុកវាជាទង្គិចខ្នាត។ សន្មតនៅចន្លោះពេលទង្គិច ម៉ូលេគុលមានចលនាត្រង់ស្មើ។ តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព។

- សម្ពាធនៃឧស្ម័នសមាមាត្រនឹងចំនួនម៉ូលេគុលក្នុងមួយខ្នាតមាឌនិង តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុល

$$P = \frac{2}{3} \left( \frac{N}{V} \right) K_{av} = \frac{2}{3} \left( \frac{N}{V} \right) \frac{1}{2} m_o (v^2)_{av}$$

$P$  ជាសម្ពាធទស្សនៈ (Pa),  $N$  ជាចំនួនម៉ូលេគុលឧស្ម័ន,  $V$  ជាមាឌផ្ទុក ( $\text{m}^3$ )

$m_o$  ជាម៉ាសរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ (kg),  $v$  ជាល្បឿនរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ន (m/s)

- ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ  $n$  ម៉ូលមានសម្ពាធ  $P$ , មាឌ  $V$  និងសីតុណ្ហភាព  $T$  នោះសមីការរាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធគឺ

$$PV = Nk_B T = nRT$$

$P$  ជាសម្ពាធទស្សនៈ (Pa),  $V$  ជាមាឌឧស្ម័ន ( $\text{m}^3$ ),  $T$  សីតុណ្ហភាពឧស្ម័ន (K)

$k_B$  ជាថេរបុលស្មាន់  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ,  $n$  ជាចំនួនម៉ូលឧស្ម័ន (mol)

$R$  ជាថេរសកលនៃឧស្ម័ន  $R = 8.31 \text{ J/(mol.K)}$ ,  $N$  ជាចំនួនម៉ូលេគុលឧស្ម័ន

- ទំនាក់ទំនងរវាងចំនួនម៉ូលឧស្ម័ន  $n$  និងចំនួនម៉ូលេគុលឧស្ម័ន  $N$  គឺ

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$N_A$  ជាចំនួនអាវូកាដ្រូ  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/mol

- ទំនាក់ទំនងរវាងថេរបុលស្មាន់  $k_B$  និងថេរសកលនៃឧស្ម័ន  $R$  គឺ

$$R = k_B N_A$$

- តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលនីមួយៗគឺ

$$K_{av} = \left( \frac{1}{2} m_o v^2 \right)_{av} = \frac{3}{2} k_B T$$

$K_{av}$  ជាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលនីមួយៗ (J)

$T$  សីតុណ្ហភាពឧស្ម័ន (K)

- ថាមពលស៊ីនេទិចសរុប  $n$  ម៉ូល នៃឧស្ម័នគឺ

$$K = \frac{3}{2} N k_B T = \frac{3}{2} n R T$$

$K$  ជាថាមពលស៊ីនេទិចសរុប (J)

- ល្បឿនប្រសិទ្ធ ឬ ឬសការមធ្យមនៃល្បឿនការ (សៀវភៅគោល៖ ឬសការនៃការល្បឿនមធ្យម) របស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ន

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{(v^2)_{\text{av}}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$v_{\text{rms}}$  ជាល្បឿនប្រសិទ្ធរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ន (m/s)

$m$  ជាម៉ាស់មួយម៉ូលេគុលឧស្ម័ន (kg)

$M$  ជាម៉ាស់ម៉ូល (kg/mol)

- ទំនាក់ទំនងរវាង ម៉ាស់មួយម៉ូលេគុលឧស្ម័ន  $m$  និងម៉ាស់ម៉ូល  $M$  គឺ  $M = m_o \times N_A$
- ទំនាក់ទំនងរវាងសម្ពាធគិតជាប៉ាស្កាល់ (Pa) និងសម្ពាធគិតជាអាត់ម៉ូស្វី (atm) គឺ

$$1\text{atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

តែដើម្បីមានភាពងាយស្រួលក្នុងការគណនា ក្នុងឧទាហរណ៍ខាងក្រោម យើងយក

$$1\text{atm} = 10^5 \text{ Pa} \quad \text{។}$$

**ឧទាហរណ៍៖** មួយម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីត្រូសែនផ្សំឡើងពីអាតូមនីត្រូសែនពីរ។ គណនាម៉ាស់ម៉ូលេគុលនីត្រូសែន។ ម៉ាស់ម៉ូលនីត្រូសែនគឺ  $M = 28\text{kg/kmol}$  ។ គេឱ្យ  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/mol  
**ចម្លើយ៖** គណនាម៉ាស់ម៉ូលេគុលនីត្រូសែន

$$\text{តាមរូបមន្ត} \quad M = m_o \times N_A \Rightarrow m_o = \frac{M}{N_A}$$

$$\text{ដោយ} \quad M = 28\text{kg/kmol} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}, \quad N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ ម៉ូលេគុល/mol}$$

$$m_o = \frac{28 \times 10^{-3}}{6.02 \times 10^{23}} = 4.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

$$\text{ដូចនេះ} \quad m_o = 4.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

**ឧទាហរណ៍២៖** គណនាមាឌឧស្ម័នអុកស៊ីសែន 3.2g ដែលផ្ទុកក្នុងធុងនៅសម្ពាធ 76cmHg និងសីតុណ្ហភាព 27°C ។

**ចម្លើយ៖** គណនាមាឌឧស្ម័នអុកស៊ីសែន

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

$$PV = nRT$$

$$\text{តែ} \quad n = \frac{m}{M} \Rightarrow PV = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{គេបាន} \quad V = \frac{m \times R \times T}{M \times P}$$

$$\text{ដោយ} \quad M = 32\text{g/mol}, \quad m = 3.2\text{g}, \quad R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}, \quad T = 27^\circ\text{C} = 27 + 273 = 300\text{K},$$

$$P = 76\text{cmHg} = 1\text{atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V = \frac{3.2 \times 8.31 \times 300}{32 \times 10^5} = 0.0025 \text{ m}^3$$

ដូចនេះ  $V = 0.0025 \text{ m}^3$

**ឧទាហរណ៍៣៖** រកល្បឿនប្រសិទ្ធ ( $v_{\text{rms}}$ ) នៃម៉ូលេគុលអាសូតដោយម៉ាសម៉ូល  $M = 28 \text{ g/mol}$  នៅ  $300 \text{ K}$  ។ គេឱ្យ  $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

**ចម្លើយ៖** គណនាល្បឿន ( $v_{\text{rms}}$ )

$$\text{តាមរូបមន្ត } v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \text{ ដោយ } R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$T = 300 \text{ K}, M = 28 \text{ g/mol} = 28 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$\Rightarrow v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 300}{28 \times 10^{-3}}} = 5.2 \times 10^2 \text{ m/s}$$

ដូចនេះ  $v_{\text{rms}} = 5.2 \times 10^2 \text{ m/s}$

**ឧទាហរណ៍៤៖** គណនាសីតុណ្ហភាពដែលធ្វើឱ្យល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនស្មើ  $331 \text{ m/s}$  ?  
គេឱ្យ  $M_{\text{H}_2} = 2.0 \text{ g/mol}$  ។

**ចម្លើយ៖** គណនាសីតុណ្ហភាពដើម្បីបានល្បឿនប្រសិទ្ធ ( $v_{\text{rms}}$ )

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Leftrightarrow v_{\text{rms}}^2 = \frac{3RT}{M} \Rightarrow T = \frac{M \times v_{\text{rms}}^2}{3R}$$

$$\text{ដោយ } M_{\text{H}_2} = 2.0 \text{ g/mol} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}, v_{\text{rms}} = 331 \text{ m/s} \text{ និង } R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$T = \frac{2.0 \times 10^{-3} \times (331)^2}{3 \times 8.31} = 8.8 \text{ K}$$

ដូចនេះ  $T = 8.8 \text{ K}$

**ឧទាហរណ៍៥៖** គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាព  $727^\circ \text{C}$  ។  
គេឱ្យ  $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$  និង  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/mol ។

**ចម្លើយ៖** គណនាថាមពលមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ

$$\text{តាម } K_{\text{av}} = \frac{3}{2} k_B T \text{ ដោយ } R = k_B N_A \Rightarrow k_B = \frac{R}{N_A}$$

$$K_{\text{av}} = \frac{3}{2} \frac{RT}{N_A} \text{ តែ } T = 727 + 273 = 1000 \text{ K}$$

$$\text{គេបាន } K_{\text{av}} = \frac{3}{2} \times \frac{8.31 \times 1000}{6.02 \times 10^{23}} = 2.07 \times 10^{-20} \text{ J}$$

ដូចនេះ  $K_{\text{av}} = 2.07 \times 10^{-20} \text{ J}$

**ឧទាហរណ៍៦៖** រកតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននីមួយៗក្នុងខ្យល់នៅក្នុងបន្ទប់មានសីតុណ្ហភាព 300K គិតជាអេឡិចត្រុង-វ៉ុល។ គេឱ្យ  $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$  និង  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$

**ចម្លើយ៖** រកថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអុកស៊ីសែន

$$\text{តាម } K_{av} = \frac{3}{2} k_B T$$

$$\text{ដោយ } k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}, T = 300\text{K}$$

$$\Rightarrow K_{av} = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300 = 6.21 \times 10^{-21}\text{J}$$

$$\text{តែ } 1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$$

$$\text{គេបាន } K_{av} = \frac{6.21 \times 10^{-21}\text{J}}{1.6 \times 10^{-19}\text{J}} = 0.039\text{eV}$$

$$\text{ដូចនេះ } K_{av} = 0.039\text{eV}$$

**ឧទាហរណ៍៧៖** មួយម៉ូលេគុលនីដ្រូសែននៅពេលស្ថិតនៅលើផ្ទៃដីវាកើតមានល្បឿនប្រសិទ្ធ នៅសីតុណ្ហភាព  $0^\circ\text{C}$  ។ ប្រសិនបើវាផ្លាស់ទីឡើងត្រង់ទៅលើដោយគ្មានទង្គិចនឹងម៉ូលេគុលផ្សេងទៀត ចូរគណនាកម្ពស់ដែលវាឡើងដល់។ គេឱ្យម៉ាស់មួយម៉ូលេគុលរបស់នីត្រូសែន  $m = 4.65 \times 10^{-26}\text{kg}$ ,  $g = 10\text{m/s}^2$  ។

**ចម្លើយ៧៖** គណនាកម្ពស់ដែលវាឡើងដល់

តាមច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិច

$$K_{av} = U$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} k_B T = mgh$$

$$\text{គេបាន } h = \frac{3 k_B T}{2 mg}$$

$$\text{ដោយ } m = 4.65 \times 10^{-26}\text{kg}, k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}, g = 10\text{m/s}^2, \text{ និង}$$

$$T = 0 + 273 = 273\text{K}$$

$$\text{ដូចនេះ } h = \frac{3 \times 1.35 \times 10^{-23} \times 273}{2 \times 4.65 \times 10^{-26} \times 10} = 12.2 \times 10^3\text{m}$$



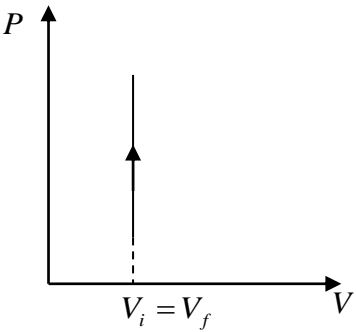
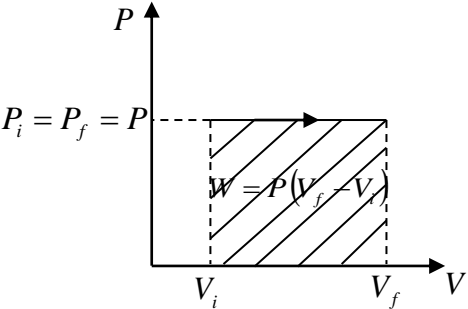
**ជំពូក១ ទែម៉ូឌីណាមិច**  
**មេរៀនទី២៖ ច្បាប់ទីមួយទែម៉ូឌីណាមិច**

- ប្រព័ន្ធគឺជាវត្ថុ ឬសំណុំវត្ថុ ដែលលើកយកមកសិក្សាធៀបនឹងវត្ថុដទៃ។
- កាលណាប្រព័ន្ធមួយផ្លាស់ប្តូរភាពដោយប្តូរតែកម្ពស់ និងកម្ដៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ គេថាប្រព័ន្ធនោះទទួលបំរែបំរួលទែម៉ូឌីណាមិច។
- បំរែបំរួលចំហគឺជាបំរែបំរួល ដែលប្រព័ន្ធផ្លាស់ប្តូរភាពដើមទៅភាពស្រេចណាមួយខុសពីមុន។
- បំរែបំរួលបិទគឺជាបំរែបំរួល ដែលប្រព័ន្ធផ្លាស់ប្តូរភាពដើមទៅភាពស្រេចណាមួយរួចត្រឡប់មករកភាពដើមវិញ។
- លំនាំមួយចំនួនក្នុងបំរែបំរួលទែម៉ូឌីណាមិច

លំនាំទែម៉ូឌីណាមិច	លក្ខណៈរបស់លំនាំ
អ៊ីសូករ	មាឌថេរ
អ៊ីសូបារ	សម្ពាធហេរ
អ៊ីសូទែម	សីតុណ្ហភាពថេរ

\* ចំណាំ៖ លំនាំអាដ្យាបាទិចគឺជាលំនាំដែលគ្មានបណ្តូរកម្ដៅ (មិនស្រូប និងមិនបញ្ចេញកម្ដៅ)។

- កម្មន្តក្នុងលំនាំមួយចំនួន

លំនាំ	កម្មន្ត	ក្រាប P V
អ៊ីសូករ	ដោយក្នុងលំនាំអ៊ីសូករ មាឌឧស្ម័នថេរ នាំឱ្យ កម្មន្ត $W = 0$	
អ៊ីសូបារ	កម្មន្ត $W = P(V_f - V_i)$  កម្មន្តជាផ្ទៃឆ្នូតក្រោមក្រាប  * W ជាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយ ឧស្ម័ន (J) ។ * $P_f$ ជាសម្ពាធស្រេចរបស់ឧស្ម័ន (Pa) ។ * $P_i$ ជាសម្ពាធដើមរបស់ឧស្ម័ន (Pa) ។	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <math>V_f</math> ជាមាឌស្រេចរបស់ឧស្ម័ន (<math>m^3</math>) ។</li> <li>* <math>V_i</math> ជាមាឌដើមរបស់ឧស្ម័ន (<math>m^3</math>) ។</li> </ul>	
សម្ពាធប្រែប្រួលស្មើ	<p>កម្មន្តក្នុងលំនាំសម្ពាធប្រែប្រួលជាផ្ទៃឆ្នូតដូចក្នុងរូប</p> $W = W_1 + W_2$ <p>ដែល <math>W_1 = P_i (V_f - V_i)</math> និង</p> $W_2 = \frac{1}{2} (P_f - P_i) (V_f - V_i)$ <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <math display="block">W = \frac{1}{2} (P_f + P_i) (V_f - V_i)</math> </div> <p>ឬ</p>	
អ៊ីសូទែម	<p>កម្មន្តក្នុងលំនាំអ៊ីសូទែម (T ថេរ) ជាផ្ទៃឆ្នូតដូចក្នុងរូប</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <math display="block">W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}</math> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>* n ជាចំនួនម៉ូលឧស្ម័ន (mol)</li> <li>* R ជាថេរសកលនៃឧស្ម័ន (<math>J/mol \cdot K</math>)</li> <li>* T ជាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ន (K)</li> </ul>	

- ច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច៖ ក្នុងបំរែងនៃម៉ូឌីណាមិច  
កម្ដៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធស្មើនឹងផលបូកកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយប្រព័ន្ធ  
និងបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ។

$$Q = \Delta U + W$$

Q កម្ដៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធគិតជា (J),  $\Delta U$  ជាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគិតជា (J), W ជាកម្មន្តដែលបានបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធគិតជា (J) ។

- សិក្សាសញ្ញារបស់  $Q$ ,  $W$  និង  $\Delta U$

អញ្ញាត	សញ្ញា	អត្ថន័យ
$Q$	+	កាលណាប្រព័ន្ធទទួលកម្ដៅ។
$Q$	-	កាលណាប្រព័ន្ធបំភាយកម្ដៅទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ។
$W$	+	កាលណាឧស្ម័នក្នុងប្រព័ន្ធធ្វើកម្មន្តដោយខ្លួនឯង។
$W$	-	កាលណាឧស្ម័នក្នុងប្រព័ន្ធទទួលកម្លាំងពីមជ្ឈដ្ឋានក្រៅដើម្បីធ្វើកម្មន្ត។
$\Delta U$	+	មានន័យថាថាមពលក្នុងកើនឡើង។
$\Delta U$	-	មានន័យថាថាមពលក្នុងថយចុះ។

- ច្បាប់ទីមួយនៃមេកានិច ចំពោះលំនាំពិសេសៗបី

លំនាំ	លក្ខណៈរបស់លំនាំ	លទ្ធផល
អាដ្យាបាទិច	$Q = 0$	$\Delta U = -W$
អ៊ីសូតែរ	$W = 0$	$\Delta U = Q$
បំប្លែងបិទ និង អ៊ីសូទែម	$\Delta U = 0$	$Q = W$

- ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធគឺជាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននោះ។
- ថាមពលក្នុង  $n$  ម៉ូល នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម  $U = \frac{3}{2}nRT$

$U$  ជាថាមពលក្នុងគិតជា (J),  $n$  ជាចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័ន (mol),  $T$  ជាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ន (K),  $R$  ជាថេរសកលនៃឧស្ម័ន  $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

- បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង  $n$  ម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម

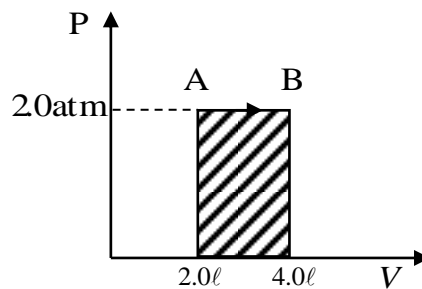
$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR(T_f - T_i)$$

$\Delta U$  ជាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម គិតជា (J)

$T_f$  ជាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ឧស្ម័ន គិតជា(K)

$T_i$  ជាសីតុណ្ហភាពដើមរបស់ឧស្ម័ន គិតជា(K)

**ឧទាហរណ៍១៖** តើផ្ទៃដែលបានគូសក្រោមក្រាប P-V ស្មើប៉ុន្មាន? តើកម្មន្តដែលបានធ្វើពីភាព A → B ស្មើប៉ុន្មាន?



**ចម្លើយ១៖** រកផ្ទៃក្រោមក្រាប P-V

តាមផ្ទៃនៃរូបជាផ្ទៃចតុកោណកែង

$$A = \text{បណ្តោយ} \times \text{ទទឹង}$$

$$\text{ទទឹង} = 2.0\text{atm} = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{បណ្តោយ} = (4.0 - 2.0)\ell = 2.0\ell = 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow A = 2.0 \times 10^5 \times 2.0 \times 10^{-3} = 4.0 \times 10^2 \text{ J}$$

កម្មន្តពីភាព A ទៅភាព B (ជាលំនាំអ៊ីសូបារ)

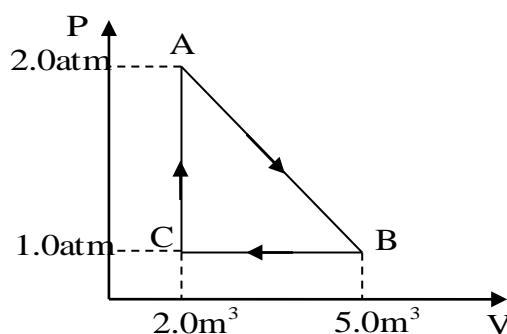
$$W = P\Delta V = P(V_B - V_A)$$

$$\text{ដោយ } P = 2.0\text{atm} = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}, V_B = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3, V_A = 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow W = 2.0 \times 10^5 (4.0 \times 10^{-3} - 2.0 \times 10^{-3}) = 4.0 \times 10^2 \text{ J}$$

ដូចនេះកម្មន្តពីភាព A ទៅភាព B គឺស្មើផ្ទៃរូបស្រង់រូប។

**ឧទាហរណ៍២៖** គណនាកម្មន្តសរុបក្នុងបំលែងបិទ ABCA?



**ចម្លើយ២៖** រកកម្មន្តក្នុងបំលែងបិទ ABCA

$$W_{ABCA} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}$$

រក  $W_{AB}$

$$W_{AB} = P_A(V_B - V_A) + \frac{1}{2}(P_B - P_A)(V_B - V_A)$$

$$\text{ដោយ } P_A = 2.0\text{atm} = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}, P_B = 1.0\text{atm} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}, V_B = 5.0 \text{ m}^3, V_A = 2.0 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow W_{AB} = 1.0 \times 10^5 (5.0 - 2.0) + \frac{1}{2} (1.0 \times 10^5 - 2.0 \times 10^5) (5.0 - 2.0) = 4.5 \times 10^5 \text{ J}$$

រក  $W_{BC}$

$$W_{BC} = P_B (V_C - V_B) = 1.0 \times 10^5 (2.0 - 5.0) = 3.0 \times 10^5 \text{ J}$$

រក  $W_{CA}$  (ជាលំនាំអ៊ីសូករ)

$$W_{CA} = 0$$

$$\text{ដូចនេះ } W_{ABCA} = 4.5 \times 10^5 + 3.0 \times 10^5 + 0 = 1.5 \times 10^5 \text{ J}$$

**ឧទាហរណ៍៣៖** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយធ្វើបំលែងជាបំលែងបិទពីស្ថានភាព A ទៅស្ថានភាព B រួចទៅស្ថានភាព C ហើយទៅស្ថានភាព D ទៀតក្រោយមកត្រឡប់ទៅស្ថានភាព A វិញដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបៗគណនា

ក. កម្មន្ត AB, BC, CD, DA

ខ. កម្មន្តសរុបក្នុងបំលែងបិទ

គ. កម្ដៅដែលទទួលបាន (ក្នុងបំលែងបិទ) ។

**ចម្លើយ៖** ក. គណនាកម្មន្ត AB, BC, CD, DA

កម្មន្តពីស្ថានភាព A ទៅស្ថានភាព B (លំនាំអ៊ីសូបារ)

$$W_{AB} = P_A (V_B - V_A)$$

$$\text{ដោយ } P_A = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}, V_B = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3,$$

$$V_A = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow W_{AB} = 2.0 \times 10^5 (2.5 \times 10^{-3} - 1.0 \times 10^{-3}) = 3.0 \times 10^2 \text{ J}$$

កម្មន្តពីស្ថានភាព B ទៅស្ថានភាព C (លំនាំអ៊ីសូករ)

$$W_{BC} = 0$$

កម្មន្តពីស្ថានភាព C ទៅស្ថានភាព D (លំនាំអ៊ីសូបារ)

$$W_{CD} = P_C (V_D - V_C)$$

$$\text{ដោយ } V_D = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3, V_C = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3, P_C = 1.0 \text{ atm} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow W_{CD} = 1.0 \times 10^5 (1.0 \times 10^{-3} - 2.5 \times 10^{-3}) = -1.5 \times 10^2 \text{ J}$$

កម្មន្តពីស្ថានភាព D ទៅស្ថានភាព A (លំនាំអ៊ីសូករ)

$$W_{DA} = 0$$

ខ. កម្មន្តសរុបក្នុងបំលែងបិទ

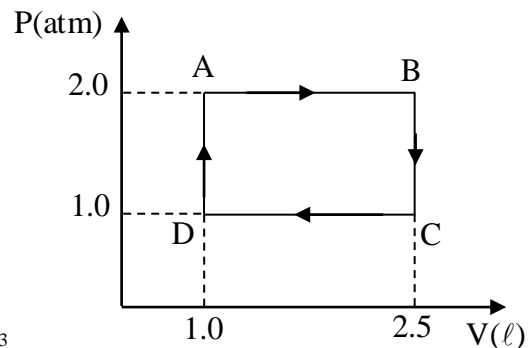
$$W_{ABCD} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$$

$$= 3.0 \times 10^2 + 0 - 1.5 \times 10^2 + 0 = 1.5 \times 10^2 \text{ J}$$

$$\text{ដូចនេះ } W_{ABCD} = 1.5 \times 10^2 \text{ J}$$

គ. កម្ដៅដែលឧស្ម័នទទួលបាន

តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច  $Q = \Delta U + W$  ដោយបំលែងជាបំលែងបិទនាំឱ្យ  $\Delta U = 0$



ដូចនេះ  $Q = W = 1.5 \times 10^2 \text{ J}$

**ឧទាហរណ៍៥៖** គេធ្វើកម្មន្ត 25kJ លើប្រព័ន្ធខស្ម័ន។ ក្រោយមកកកម្ដៅ 1.5kcal បានភាយចេញពីប្រព័ន្ធ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង។ (1cal = 4.186J)

**ចម្លើយ៖** គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

តាមច្បាប់ទី១ថែម៉ូឌីណាមិច

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Rightarrow \Delta U = Q - W$$

$$\text{ដោយ } Q = -1.5\text{kcal} = -1.5 \times 4.186 \times 10^3 = -6.279 \times 10^3 \text{ J}$$

$$W = -25\text{kJ} = -25 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \Delta U = -6.279 \times 10^3 - (-25 \times 10^3)$$

$$= 18.721 \times 10^3$$

$$\text{ដូចនេះ } \Delta U = 19 \times 10^3 \text{ J}$$

**ឧទាហរណ៍៥៖** មួយម៉ូលនៃខស្ម័ន  $O_2$  (សន្មតថាវាជាខស្ម័នបរិសុទ្ធ) ។

ក. ខស្ម័នរីកនៅសីតុណ្ហភាពថេរ  $T = 310\text{K}$  ពីមាឌដើម  $V_i = 12\ell$  ទៅ  $V_f = 19\ell$  ។

គណនាកម្មន្តក្នុងដំណើរការរីករបស់ខស្ម័ន។

ខ. ខស្ម័នរួមមាឌនៅសីតុណ្ហភាពថេរ  $T = 310\text{K}$  ពីមាឌ  $V_i = 19\ell$  ទៅ  $V_f = 12\ell$  ។

គណនាកម្មន្តក្នុងដំណើរការរួមមាឌ។

$$\ln 19 = 2.9, \ln 12 = 2.4, \ln \frac{19}{12} = 0.46, \ln \frac{12}{19} = -0.46, R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

**ចម្លើយ៖**

ក. កម្មន្តក្នុងដំណើរការពង្រីក

ដោយ  $T =$  ថេរ នោះវាជាលំនាំអ៊ីសូទែម

$$W = nRT \ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right)$$

ដោយ  $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

$$n = 1.0 \text{ mol}, T = 310\text{K}, V_f = 19 \ell, V_i = 12 \ell$$

$$\Rightarrow W = 1.0 \times 8.31 \times 310 \ln \left( \frac{19}{12} \right) = 1200 \text{ J} = 1.2 \text{ kJ}$$

ខ. កម្មន្តក្នុងដំណើរការបង្រួម

$$W = nRT \ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right) \text{ ដោយ } R = 8.31 \text{ J/mol K}$$

$$n = 1.0 \text{ mol}, T = 310\text{K}, V_f = 12 \ell, V_i = 19 \ell$$

$$\Rightarrow W = 1.0 \times 8.31 \times 310 \ln \left( \frac{12}{19} \right) = -1200 \ell = -1.2 \text{ kJ}$$

**ឧទាហរណ៍៦៖** ក្នុងប្រព័ន្ធថែម៉ូឌីណាមិចប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត 200J និងទទួលកកម្ដៅ 500J។

រកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង។

**ចម្លើយ៖** គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

តាមច្បាប់ទី១ថែម៉ូឌីណាមិច

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow \Delta U = Q - W$$



ដោយ  $Q = +500\text{J}$  ប្រព័ន្ធទទួលកម្ដៅ

$W = -200\text{J}$  ប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត

$$\Rightarrow \Delta U = 500\text{J} - 200\text{J} = 700\text{J}$$

ដូចនេះបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងគឺ  $700\text{J}$

**ឧទាហរណ៍៧៖** ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធ៖

ក.ប្រព័ន្ធស្រូបបរិមាណកម្ដៅ  $500\text{cal}$  និងធ្វើកម្មន្ត  $400\text{J}$

ខ.ប្រព័ន្ធស្រូបបរិមាណកម្ដៅ  $300\text{cal}$  និងទទួលកម្មន្ត  $420\text{J}$

គ. បរិមាណកម្ដៅ  $1200\text{cal}$  ត្រូវបានបំភាយចេញពីប្រព័ន្ធនៅពេលមានដេរ

គេឱ្យ  $1\text{cal} = 4.19\text{J}$

**ចម្លើយ៖** គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធ

ក.ប្រព័ន្ធស្រូបបរិមាណកម្ដៅ  $500\text{cal}$  និងធ្វើកម្មន្ត  $400\text{J}$

តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow \Delta U = Q - W$$

$$\text{ដោយ } Q = 500\text{cal} = 500 \times 4.19\text{J} = 2095\text{J} \text{ និង } W = 400\text{J}$$

$$\Delta U = 2095 - 400 = 1700\text{J}$$

ខ.ប្រព័ន្ធស្រូបបរិមាណកម្ដៅ  $300\text{cal}$  និងរងកម្មន្ត  $420\text{J}$

តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow \Delta U = Q - W$$

$$\text{ដោយ } Q = 300\text{cal} = 300 \times 4.19\text{J} = 1257\text{J} \text{ និង } W = -420\text{J}$$

$$\Delta U = (+1257\text{J}) - (-420\text{J}) = 1677\text{J} \quad \Delta U = 1257\text{J} - (-420\text{J}) = 1680\text{J}$$

គ. បរិមាណកម្ដៅ  $1200\text{cal}$  ត្រូវបានបំភាយចេញពីប្រព័ន្ធនៅពេលមានដេរ

តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow \Delta U = Q - W$$

$$\text{ដោយ } Q = -1200\text{cal} = -1200 \times 4.19\text{J} = -5030\text{J} \text{ និង } W = 0\text{J}$$

$$\Delta U = -5030\text{J} - 0 = -5030\text{J}$$

**ឧទាហរណ៍៨៖** ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធ៖

ក.ប្រព័ន្ធធ្វើកម្មន្ត  $5.0\text{J}$  ខណៈពេលកំដៅដោយប្រព័ន្ធនៅពេលមានដេរ

ខ.ខណៈប្រព័ន្ធរួមគ្នាដោយប្រព័ន្ធនៅពេលមានដេរ កម្មន្ត  $80\text{J}$  ត្រូវបានធ្វើលើខ្សែស្មើ

**ចម្លើយ៖** គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធ



ក.ប្រព័ន្ធធ្វើកម្មនូវ 5.0J ខណៈវាវិកអាដ្យាបាទិច

តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច  $Q = \Delta U + W \Rightarrow \Delta U = Q - W$

ដោយ  $Q = 0J$ ,  $W = 5.0J$

$$\Delta U = 0J - 5.0J = -5.0J$$

ខ.ខណៈប្រព័ន្ធរួមអាដ្យាបាទិច កម្មនូវ 80J ត្រូវបានធ្វើលើឧស្ម័ន

តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច  $Q = \Delta U + W \Rightarrow \Delta U = Q - W$

ដោយ  $Q = 0J$ ,  $W = -80J$

$$\Delta U = (0J) - (-80J) = 80J$$

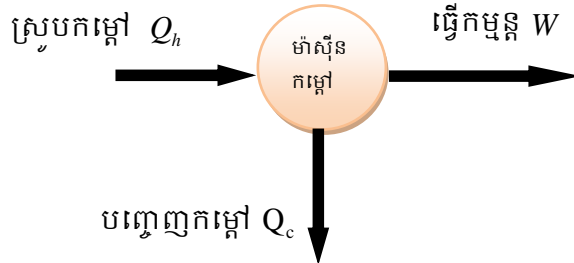


## ជំពូក១ ទែម៉ូឌីណាមិច

### មេរៀនទី៣៖ ម៉ាស៊ីន

#### ស៊ីចកាកណ្តា

- ម៉ាស៊ីនកម្ដៅ



$Q_h$  បរិមាណកម្ដៅបានពីប្រភពក្ដៅផ្តល់ឱ្យម៉ាស៊ីន(ថាមពលសរុប) (J)

$W$  កម្មន្តដែលឧស្ម័នធ្វើ(បានការ) (J)

$Q_c$  បរិមាណកម្ដៅដែលបំភាយទៅ ប្រភពត្រជាក់ឬមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ(បរិមាណកម្ដៅមិនបានការ) (J)

❖ តុល្យការថាមពល  $Q_h = Q_c + W$

❖ ទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីន  $e = \frac{W}{Q_h}$

❖ កម្មន្តដែលឧស្ម័នធ្វើ  $W = Q_h - Q_c$

❖ ទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនស  $e = \frac{W}{Q_h} = \frac{Q_h - Q_c}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$

- ទ្រឹស្តីបទកាកណ្តា៖

ដែលមានសីតុណ្ហភាពថេរមាទិន្នផលអតិបរិមា

ហើយម៉ាស៊ីនទាំងអស់ដំណើរការនៅចន្លោះ សីតុណ្ហភាពដូចគ្នាមានទិន្នផលដូចគ្នា

បើម៉ាស៊ីនមួយដំណើរការរវាងចុងពីរ

ដំណើរនេះមានភាពរេវ៉េរស៊ីប

$$e = 1 - \frac{Q_c}{Q_h} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

- ផលធៀប៖

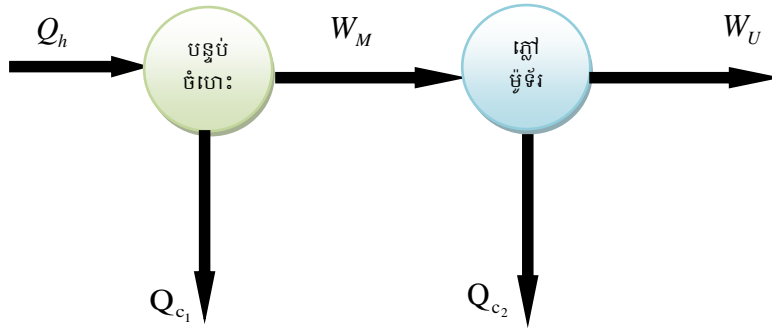
$$\frac{Q_c}{Q_h} = \frac{T_c}{T_h}$$

$T_c$  ជាសីតុណ្ហភាពប្រភពត្រជាក់ (K)

$T_h$  ជាសីតុណ្ហភាពប្រភពក្ដៅ (K)

### ម៉ាស៊ីនសំង និងម៉ាស៊ីន

- ម៉ូទ័របន្ទុះបួនវគ្គ៖ វគ្គស្រូប វគ្គបណ្ដុះ វគ្គបន្ទុះនិងបន្ទុះ វគ្គបញ្ចេញ។
- ម៉ាស៊ីនម៉ូទ័រ



➢ តុល្យការថាមពល

$$Q_h = W_M + Q_{c_1}$$

$$W_M = W_U + Q_{c_2}$$

$W_M$  ជាកម្មន្តមេកានិចគិតជាស៊ូល(J),  $W_U$  ជាកម្មន្តបានការ គិតជាស៊ូល (J),

$Q_{c_1}$  បរិមាណកម្ដៅដែលបំភាយទៅ ប្រភពត្រជាក់ឬមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ (បរិមាណកម្ដៅមិនបានការ) គិតជាស៊ូល(J)

$Q_{c_2}$  បរិមាណកម្ដៅដែលបាត់បង់ដោយសារកកិត(បរិមាណកម្ដៅមិនបានការ) គិតជាស៊ូល (J)

➢ ទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីន៖

$$e_c = \frac{W_M}{Q_h}$$

➢ ទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន ឬទិន្នផលមេកានិច៖

$$e_M = \frac{W_U}{W_M}$$

➢ ទិន្នផលបានការនៃម៉ាស៊ីន៖

$$e = \frac{W_U}{Q_h} = \frac{W_U}{W_M} \times \frac{W_M}{Q_h} = e_M \times e_c$$

- ម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ីតមានទិន្នផលខ្ពស់ជាងម៉ាស៊ីនសំង។

**ឧទាហរណ៍១៖** ម៉ាស៊ីនកម្ដៅស្រូបកម្ដៅ200Jពីធុងក្ដៅដើម្បីធ្វើកម្មន្តនិងបំភាយកម្ដៅ160Jទៅធុងត្រជាក់។ គណនាទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីន

**ចម្លើយ៖** គណនាទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីន

តាមរូបមន្ត

$$e = \frac{W}{Q_h}$$

$$\text{ដោយ } Q_h = W + Q_c$$

$$\Rightarrow W = Q_h - Q_c$$

$$\text{នោះ } e = \frac{Q_h - Q_c}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$$

$$\text{ដោយ } Q_c = 160J, Q_h = 200J$$

$$e = 1 - \frac{160}{200} = 0.20 = 20\%$$

**ឧទាហរណ៍២៖** ម៉ាស៊ីនមួយមានទិន្នផលកម្ដៅ35%។ គណនា៖

ក. កម្មន្តដែលបានធ្វើ ប្រសិនបើស្រូបកម្ដៅ150Jធុងក្ដៅ។

ខ. កម្ដៅភាយចេញទៅធុងត្រជាក់។

**ចម្លើយ៖** ក. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើក្នុងមួយខួប

$$\text{តាមទិន្នផលកម្ដៅ } e = \frac{W}{Q_h}$$

$$\Rightarrow W = e \times Q_h$$

$$\text{ដោយ } Q_h = 150J, e = 0.35$$

$$W = 0.35 \times 150 = 52J$$

ខ. គណនាកម្ដៅ $Q_c$

តាមតុល្យការថាមពល

$$Q_h = W + Q_c \Rightarrow Q_c = Q_h - W$$

$$Q_c = 150J - 52.5J = 98J$$

**ឧទាហរណ៍៣៖** ម៉ាស៊ីនកាកណ្តាធ្វើការរវាងធុងក្ដៅពីរនៅ500K និង300K។

ក. រកទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនកាកណ្តា។

ខ. ប្រសិនបើស្រូបកម្ដៅ200kJពីធុងក្ដៅ។ គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើ។

**ចម្លើយ៖** ក. រកទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនកាកណ្តា

$$\text{តាមរូបមន្ត } e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

$$\text{ដោយ } T_c = 300K, T_h = 500K$$

$$e = 1 - \frac{300}{500} = 0.4 = 40\%$$

## ខ. គណនាកម្មន្ត

$$\text{តាម } e = \frac{W}{Q_h} \Rightarrow W = e \times Q_h$$

$$\text{ដោយ } Q_h = 200\text{kJ}, e = 0.4\text{J}$$

$$\Rightarrow W = 0.4 \times 200 = 80\text{kJ}$$

**ឧទាហរណ៍៥៖** ម៉ាស៊ីនពិតធ្វើការរវាងធុងក្ដៅពី 500K និង 300K។ វាបំភាយកម្ដៅ 500kJ ពីធុងក្ដៅ និងធ្វើកម្មន្ត 150kJ ក្នុងរាល់ខួប។

ក. គណនាទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីន

ខ. គណនាទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនពិត

**ចម្លើយ៖** ក. គណនាទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនពិត

តាមរូបមន្ត

$$e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

$$\text{ដោយ } T_c = 300\text{K}, T_h = 500\text{K}$$

$$e = 1 - \frac{300}{500} = 0.4 = 40\%$$

ខ. គណនាទិន្នផលពិតនៃម៉ាស៊ីន

$$\text{តាមរូបមន្ត } e = \frac{W}{Q_h}$$

$$\text{ដោយ } W = 150\text{kJ}, Q_h = 500\text{kJ}$$

$$e = \frac{150}{500} = 0.3 = 30\%$$

**ចំណាំ៖**

- ម៉ាស៊ីននេះមិនមែនជាម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់ទេ ព្រោះទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនពិតមានតែ 30% ទេ ចំណែកឯទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់មាន 40% ។

- យើងមិនអាចប្រើរូបមន្ត  $e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$  ព្រោះវាជារូបមន្តទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់

មិនមែនម៉ាស៊ីនពិតទេ។

**ឧទាហរណ៍៥៖** ម៉ាស៊ីនកាកណ្តាដែលមានប្រភពត្រជាក់  $7.0^\circ\text{C}$  ហើយមានទិន្នផលកម្ដៅ 50% ។ ម៉ាស៊ីននេះមានទិន្នផលកម្ដៅកើនឡើងដល់ 70% ។ តើសីតុណ្ហភាពនៃប្រភពក្ដៅកើនឡើងបានប៉ុន្មានអង្សាសេ  $^\circ\text{C}$  ?

**ចម្លើយ៖** រកកំណើនសីតុណ្ហភាព  $\Delta T_h$  (នៅប្រភពក្ដៅ)

ក្នុងករណីដំបូង

$$e = 1 - \frac{T_c}{T_h} \Rightarrow \frac{T_c}{T_h} = 1 - e$$

$$\Rightarrow T_h = \frac{T_c}{1 - e}$$

$$\text{ដោយ } T_c = 7 + 273 = 280\text{K}, e = 0.50$$

$$T_h = \frac{280}{1 - 0.50} = 560\text{K}$$

ក្នុងករណីស្រេច

$$e'_c = 1 - \frac{T_c}{T'_h} = T'_h = \frac{T_c}{1 - e'_c}$$

$$\text{ដោយ } e'_c = 0.70$$

$$T'_h = \frac{280}{1 - 0.70} = 933.33$$

$$\Delta T_h = T'_h - T_h = 933.33 - 560 = 373.33\text{K}$$

ដោយកំណើនសីតុណ្ហភាពជា K និង °C មានតម្លៃស្មើគ្នា

$$\Delta t_h = \Delta T_h = 373.33^\circ\text{C}$$

**ឧទាហរណ៍៖** ម៉ូទ័រម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូតនៃរថយន្តមួយដែលទិន្នផលកម្ដៅ 0.43 ហើយវាស្រូបបរិមាណកម្ដៅ 4.0MJ។ គណនា៖

- កម្មន្តមេកានិចដែលបានពីស្ដុង
- បរិមាណកម្ដៅដែលបញ្ចេញទៅក្នុងបរិយាកាស។
- កម្មន្តបានការ បើគេដឹងថាទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន 0.82។

ចម្លើយ៖ ក. គណនាកម្មន្តមេកានិច

$$\text{ទិន្នផលកម្ដៅ } e_c = \frac{W_M}{Q_h}$$

$$\Rightarrow W_M = e_c \times Q_h$$

$$\text{ដោយ } Q_h = 4.0\text{MJ} = 4.0 \times 10^6\text{J}, e_c = 0.43$$

$$W_M = 0.43 \times 4.0 \times 10^6 = 1.7 \times 10^6\text{J}$$

- គណនាបរិមាណកម្ដៅដែលបំភាយចេញ  
តាមតុល្យការថាមពល

$$Q_h = W_M + Q_c \Rightarrow Q_c = Q_h - W_M$$

$$Q_c = 4.0 \times 10^6 - 1.7 \times 10^6 = 2.3 \times 10^6\text{J}$$

- គណនាកម្មន្តបានការ

$$\text{ទិន្នផលគ្រឿងទទួល } e_M = \frac{W_U}{W_M}$$

$$\Rightarrow W_U = e_M \times W_M$$

$$\text{ដោយ } e_M = 0.82, W_M = 1.7 \times 10^6\text{J}$$

$$W_U = 0.82 \times 1.7 \times 10^6 = 1.4 \times 10^6\text{J}$$

**ឧទាហរណ៍៧៖** គណនាទិន្នផលអតិបរិមា របស់ម៉ាស៊ីនកម្ដៅដែលធ្វើការរវាងសីតុណ្ហភាព  $100^{\circ}\text{C}$  និង  $400^{\circ}\text{C}$  ។

**ចម្លើយ៧៖** គណនាទិន្នផលអតិបរិមា របស់ម៉ាស៊ីនកម្ដៅ

ម៉ាស៊ីនដែលមានទិន្នផលអតិបរិមា គឺជាម៉ាស៊ីនកាកណ្តា

$$\text{តាមរូបមន្ត} \quad e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

$$\text{ដោយ } T_c = 100 + 273 = 373\text{K}, T_h = 400 + 273 = 673\text{K}$$

$$\text{គេបាន } e = 1 - \frac{373}{673} = 0.446$$

**ឧទាហរណ៍៨៖** ម៉ាស៊ីនចំហាយទឹកធ្វើការរវាងសីតុណ្ហភាព  $220^{\circ}\text{C}$  និងសីតុណ្ហភាព  $35^{\circ}\text{C}$

បានផ្តល់អានុភាព  $8.0\text{hp}$  ។ ប្រសិនបើទិន្នផលរបស់វាស្មើនឹង  $30$

%នៃទិន្នផលម៉ាស៊ីនកាកណ្តាដែលធ្វើការរវាងសីតុណ្ហភាពពីរដូចខាងលើ។

តើមានបរិមាណកម្ដៅប៉ុន្មានកាឡូរីដែលស្រូបដោយធុងទឹកក្ដៅរាល់វិនាទី?

តើមានបរិមាណកម្ដៅប៉ុន្មានកាឡូរីដែលបញ្ចេញឱ្យធុងទឹកត្រជាក់រាល់វិនាទី?

គេឱ្យ  $1.0\text{hp} = 746\text{W}$  និង  $1.0\text{cal} = 4.2\text{J}$

**ចម្លើយ៨៖** បរិមាណកម្ដៅស្រូបដោយធុងទឹកក្ដៅរាល់វិនាទី

ទិន្នផលកម្ដៅម៉ាស៊ីនចំហាយទឹកស្មើនឹង  $30\%$ នៃទិន្នផលម៉ាស៊ីនកាកណ្តា

$$e' = 0.30e = 0.30 \left( 1 - \frac{T_c}{T_h} \right)$$

$$\text{ដោយ } T_c = 35 + 273 = 308\text{K}, T_h = 220 + 273 = 493\text{K}$$

$$\text{គេបាន } e' = 0.30 \left( 1 - \frac{308}{493} \right) = 0.1125$$

$$\text{តាម } e' = \frac{W}{Q_h} \Rightarrow Q_h = \frac{W}{e'}$$

$$\text{តែ } P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = Pt$$

$$\text{ដោយ } P = 8.0\text{hp} = 8.0 \times 746 = 5968\text{W}, t = 1.0\text{s}$$

$$\text{នោះ } W = 5968 \times 1.0 = 5968\text{J}$$

$$\text{ដូចនេះ } Q_h = \frac{5968}{0.1125} = 53048.89\text{J} = \frac{53048.89}{4.2} = 12660\text{J}$$

$$Q_h = 13000\text{cal} = 13\text{kcal}$$

បរិមាណកម្ដៅបញ្ចេញឱ្យធុងទឹកត្រជាក់រាល់វិនាទី

តាមសមីការតុល្យការថាមពល

$$\begin{aligned} Q_h &= W + Q_c \Rightarrow Q_c = Q_h - W \\ &= Q_h - Q_h e' \\ &= Q_h (1 - e') \end{aligned}$$

នៅ:  $Q_c = 12660(1 - 0.1125) = 11235\text{J} = 11\text{kJ}$

## ជំពូក២ លេក

### មេរៀនទី១៖ គោលការណ៍តម្រួតនៃលេក និងលេកជញ្ជី

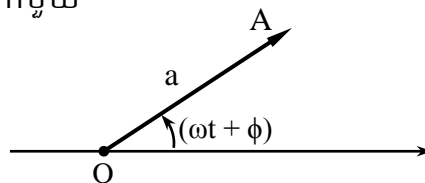
- លេកគឺជាការបណ្តូនថាមពលពីចំណុចមួយទៅចំណុចផ្សេងទៀតតាមរយៈមជ្ឈដ្ឋានណាមួយ។
- គោលការណ៍តម្រួតនៃលេក៖ កាលណាលេកពីរ ឬច្រើនដាលកាត់គ្នាក្នុងមជ្ឈដ្ឋានតែមួយ បម្លាស់ទីសរុបនៃរាល់ចំណុចណាក៏ដោយនៃលេកស្មើនឹងផលបូកវ៉ិចទ័រនៃបណ្តាចំណុចបម្លាស់ទីលេកទោលទាំងនោះ លេកបែបនេះហៅថាលេកលីនេអ៊ែរ ឬលេកតម្រួត។
- សំណង់ប្រែប្រួល  
សមីការនៃចលនាស៊ីនុយសូអ៊ីតមានរាង៖

$$y = a \sin(\omega t + \phi)$$

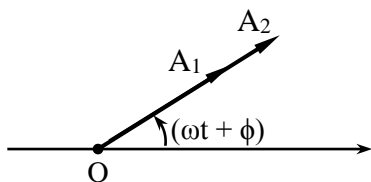
$y$  ជាអេឡុងកាស្យុង(m),  $\omega t + \phi$  ជាផាសនៅខណៈ(t),  $a$  ជាអំព្លឺទុត(m),  
 $\omega$  ជាពុលសាស្យុង(rad/s),  $\phi$  ជាផាសដើម(rad) ។

ដើម្បីសម្រួលក្នុងការសិក្សាចលនាស៊ីនុយសូអ៊ីត ត្រូវបានតាងដោយវ៉ិចទ័រ  $\overrightarrow{OA}$  មួយដែលគេកំណត់ដូចខាងក្រោម៖

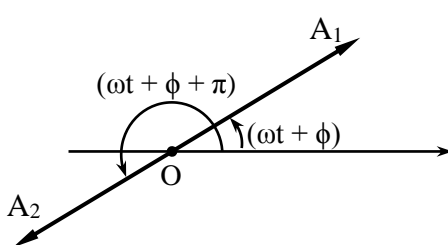
- ទិស៖ បង្កើតបានមុំ  $\omega t + \phi$  ធៀបទៅនឹងអ័ក្សណាមួយដែលគេជ្រើសរើសជាគល់នៃជា។
- គល់៖ ចំណុច O ណាមួយនៅលើអ័ក្ស។
- ម៉ូឌុល៖ អំព្លឺទុតនៃចលនា។



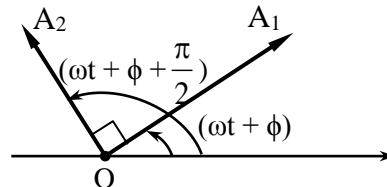
#### • ករណីពិសេស



ចលនាពីរស្របជាសគ្នា  
 (ផលសង់ជាស  $\Delta\phi = 0$ )



ចលនាពីរឈមជាសគ្នា  
 (ផលសង់ជាស  $\Delta\phi = \pi$ )



ចលនាពីរខ្វែងជាសគ្នា  
 (ផលសង់ជាស  $\Delta\phi = \frac{\pi}{2}$ )

#### • ផលបូកអនុគមន៍ស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរ

ឧបមាថា នៅពេលជាមួយគ្នាចំណុច M មួយទទួលបានចលនាស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរ ដែលមានទិស

ខួប ប្រេកង់ និងជំហានលេកដូចគ្នាតែជាសខុសគ្នា យើងអាចសរសេរ៖



$$y_1 = a_1 \sin(\omega t + \phi_1) \text{ និង } y_2 = a_2 \sin(\omega t + \phi_2)$$

តាមគោលការណ៍តម្រូវ៖

$$y = y_1 + y_2 = a \sin(\omega t + \phi)$$

➢ ផលសងជាស

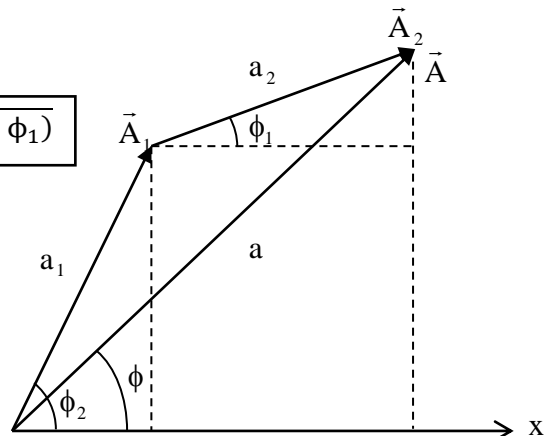
$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$$

➢ អំព្លីទុត

$$a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos(\phi_2 - \phi_1)}$$

➢ ជាសដើមរបស់រលកតម្រូវ

$$\tan\phi = \frac{a_1\sin\phi_1 + a_2\sin\phi_2}{a_1\cos\phi_1 + a_2\cos\phi_2}$$



• ផលបូកអនុគមន៍ស៊ីនុសសូអ៊ីតច្រើនជាងពីរ

ឧបមាថា នៅពេលជាមួយគ្នាចំណុច M មួយទទួលនូវចលនាស៊ីនុសសូអ៊ីតចំនួន n

ដែលមានប្រេកង់ ជំហានរលក និងខួប  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  ដូចគ្នាតែជាសខុសគ្នាគឺ

$$y_1 = a_1 \sin(\omega t + \phi_1)$$

$$y_2 = a_2 \sin(\omega t + \phi_2)$$

.....

$$y_n = a_n \sin(\omega t + \phi_n)$$

➢ តាមគោលការណ៍តម្រូវនៃរលកយើងបាន៖

$$y = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n = a \sin(\omega t + \phi)$$

➢ អំព្លីទុត

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

ដែល

$$a_x = a_1\cos\phi_1 + a_2\cos\phi_2 + \dots + a_n\cos\phi_n$$

និង

$$a_y = a_1\sin\phi_1 + a_2\sin\phi_2 + \dots + a_n\sin\phi_n$$

➢ ជាសដើមរបស់រលកតម្រូវ

$$\tan\phi_0 = \frac{|a_y|}{|a_x|}$$

• សម្គាល់៖

$$\circ \quad a_y > 0, a_x > 0 \Rightarrow \phi = \phi_0 \quad (\text{I})$$

$$\circ \quad a_y > 0, a_x < 0 \Rightarrow \phi = \pi - \phi_0 \quad (\text{II})$$

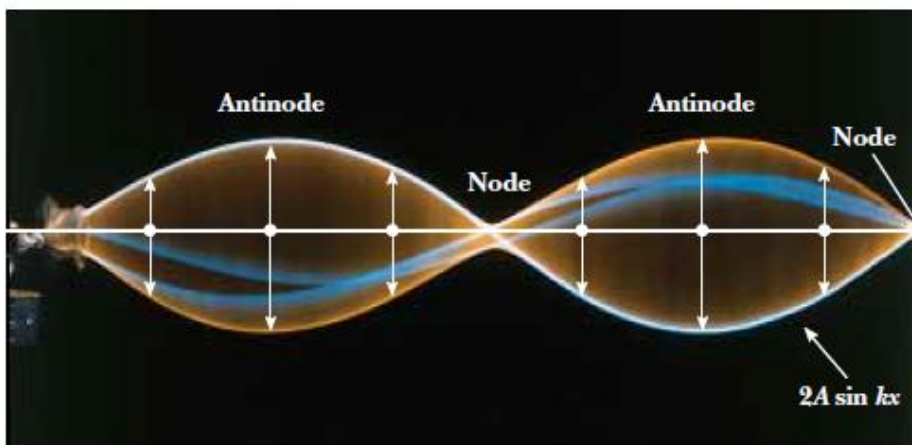
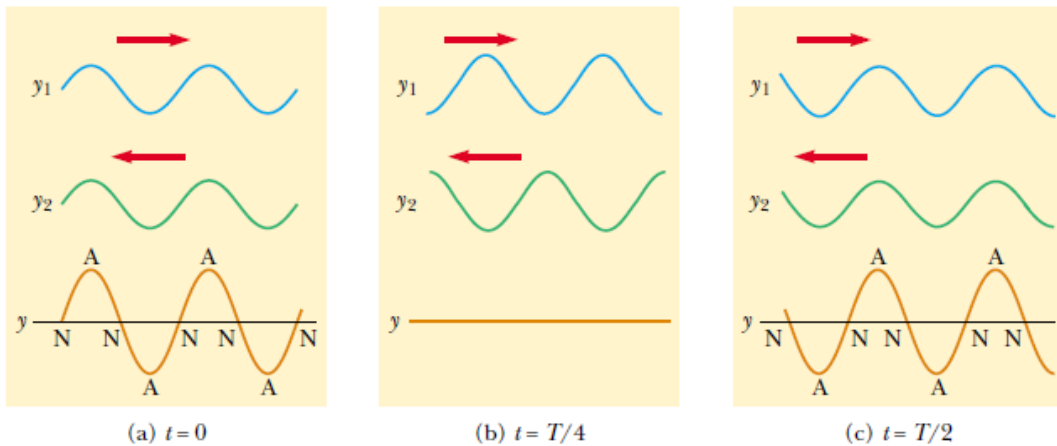
$$\circ \quad a_y < 0, a_x < 0 \Rightarrow \phi = \pi + \phi_0 \quad (\text{III})$$

$$\circ \quad a_y < 0, a_x > 0 \Rightarrow \phi = -\phi_0 \quad (\text{IV})$$

$$= 2\pi - \phi_0$$



- រលកជញ្ជ្រុះ បើរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរ ដែលមានអំព្លីទុតនិងជំហររលកដូចគ្នាផ្លាស់ទីតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា នោះតម្រូវនៃរលកទាំងពីរបង្កើតបានជារលកជញ្ជ្រុះ។



Antinode (A) ជាពោះ និង Node (N) ជាថ្នាំង

យើងតាងអនុគមន៍រលកទីមួយដាលពីស្តាំទៅឆ្វេង  $y_1 = A \sin(kx - \omega t)$   
និងអនុគមន៍រលកទីពីរដាលពីស្តាំទៅឆ្វេង  $y_2 = A \sin(kx + \omega t)$  នៅពេលត្រួតរលកទាំងពីរ  
គេបាន៖

$$y = y_1 + y_2 = A \sin(kx - \omega t) + A \sin(kx + \omega t) = A[\sin(kx - \omega t) + \sin(kx + \omega t)]$$

$$\text{ដោយប្រើរូបមន្ត } \sin a + \sin b = 2 \sin\left(\frac{a+b}{2}\right) \cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$$

$$\text{ដូចនេះ: } \boxed{y = (2A \sin kx) \cos \omega t}$$

- $2A \sin kx$  ជាកន្សោមអំព្លីទុតនៃរលកជញ្ជ្រុះ

ទីតាំងពេនរបស់រលកជញ្ជី  
 ត្រង់ទីតាំងពេនជាទីតាំងដែលមានអំព្លីទុតអតិបរិមា  
 $2A\sin kx$  មានតម្លៃអតិបរិមាលុះត្រាតែ  $\sin kx = \pm 1$

$$\Rightarrow kx = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \dots$$

$$\Rightarrow x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \dots = n\frac{\lambda}{4} \text{ ជាទីតាំងពេន (អំព្លីទុតអតិបរិមា) ដែល } n = 1, 3, 5, 7, \dots$$

\* ទីតាំងថ្នាំងរបស់រលករលកជញ្ជី  
 ត្រង់ទីតាំងជាទីតាំងដែលមានអំព្លីទុតសូន្យ

$$\begin{aligned} 2A\sin kx &= 0 \\ \sin kx &= 0 \\ \Rightarrow kx &= 0, \pi, 2\pi, 3\pi, \dots \end{aligned}$$

$$\Rightarrow x = 0, \frac{\lambda}{2}, \lambda, \frac{3\lambda}{2}, \dots = n\frac{\lambda}{2} \text{ ជាទីតាំងថ្នាំង (អំព្លីទុតស្មើសូន្យ) ដែល } n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

**ឧទាហរណ៍១៖** បម្លាស់ទីនៃរលកមួយឲ្យដោយសមីការ  $y = 0.10\sin(0.10x - 0.10t)$  (m)

គណនាអំព្លីទុតនៃរលក ចំនួនរលក ជំហានរលក ខួបនៃរលក និងល្បឿនដំណាលរលក។

**ចម្លើយ៖** យើងមានសមីការរាង  $y = A\sin(kx - \omega t)$

អំព្លីទុតនៃរលក  $A = 0.10\text{m}$ , ចំនួនរលក  $k = 0.1 \text{ rad/m}$ ,

ជំហានរលក  $\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{0.10} = 20\pi \text{ m}$ , ខួបនៃរលក  $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{0.10} = 20\pi \text{ s}$

ល្បឿនដំណាលរលក  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{20\pi}{20\pi} = 1.0\text{m/s}$

**ឧទាហរណ៍២៖** គណនាប្រេកង់ និងល្បឿនដំណាលរលក ដែលសមីការរលកឱ្យដោយ

$$y = 0.60\sin\left[2\pi\left(\frac{x}{55} - \frac{t}{0.05}\right)\right] \text{ (m)}$$

**ចម្លើយ៖** យើងមានសមីការរាង  $y = A\sin(kx - \omega t)$

$$\text{ប្រេកង់ } f = \frac{1}{T}$$

$$\text{ដោយ } T = 0.05\text{s}$$

$$f = \frac{1}{0.05} = 20\text{Hz}$$

ល្បឿនដំណាលរលក

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{55}{0.05} = 1100\text{m/s}$$

**ឧទាហរណ៍៣៖** រករលកតម្រូវនៃលំយោល

$$\text{កិ. } y_1 = 4.0\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$$

$$y_2 = 6.0\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

$$2. y_1 = 7.0 \sin(10\pi t) \text{ (cm)}$$

$$y_2 = 8.0 \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

$$y_3 = 9.0 \sin\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$$

ចម្លើយព័ន្ធ ក. តាមគោលការណ៍តម្រួត

$$y = y_1 + y_2 = a \sin(\omega t + \phi)$$

$$\begin{aligned} * \text{ អំពីទំុត } a &= \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos(\phi_2 - \phi_1)} \\ &= \sqrt{4^2 + 6^2 + 2 \times 4 \times 6\cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}\right)} = 8.7 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$* \text{ ជាស } \tan\phi = \frac{a_1\sin\phi_1 + a_2\sin\phi_2}{a_1\cos\phi_1 + a_2\cos\phi_2} = \frac{4\sin\frac{\pi}{6} + 6\sin\frac{\pi}{2}}{4\cos\frac{\pi}{6} + 6\cos\frac{\pi}{2}} = 2.309$$

$$\phi = \tan^{-1}(2.309) = 66.50^\circ = 1.2 \text{ rad}$$

$$y = 8.7 \sin(5\pi t + 1.2) \text{ cm}$$

ខ. តាមគោលការណ៍តម្រួត

$$* a_x = a_1\cos\phi_1 + a_2\cos\phi_2 + a_3\cos\phi_3 = 7.0\cos 0 + 8.0\cos\frac{\pi}{2} + 9.0\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 7.0 \text{ cm}$$

$$* a_y = a_1\sin\phi_1 + a_2\sin\phi_2 + a_3\sin\phi_3 = 7.0\sin 0 + 8.0\sin\frac{\pi}{2} + 9.0\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = -1.0 \text{ cm}$$

$$* \text{ អំពីទំុត } a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{7^2 + (-1)^2} = 7.1 \text{ cm}$$

$$* \text{ ជាសដើមរបស់រលកតម្រួត } \tan\phi = \frac{a_y}{a_x}$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-1}{7}\right) = -0.14 \text{ rad}$$

$$y = 7.1 \sin(10\pi t - 0.14) \text{ cm}$$

**ឧទាហរណ៍៥៖** រលកពីរដាលតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា កាត់គ្នា និងបង្កើតជាលកជញ្ជីរ។ សមីការរលកនីមួយៗ

$$y_1 = 4.0 \sin(3.0x - 2.0t) \text{ (cm)}$$

$$y_2 = 4.0 \sin(3.0x + 2.0t) \text{ (cm)}$$

ក. គណនាបម្លាស់ទីអតិបរមារបស់ភាគល្អិតនៅត្រង់ទីតាំង  $x = 2.3 \text{ cm}$  ។

ខ. រកទីតាំងពោះ និងទីតាំងថ្នាំងនៃរលកជញ្ជីរ។

ចម្លើយ៖ ក. គណនាបម្លាស់ទីអតិបរមាត្រង់ទីតាំង  $x = 2.3 \text{ cm}$

$$y = y_1 + y_2 = a \sin(kx - \omega t) + a \sin(kx + \omega t)$$

$$y = a[\sin(kx - \omega t) + \sin(kx + \omega t)] = (2a \sin kx) \cos \omega t$$

$$\text{បម្លាស់ទីអតិបរមា } y_m = (2a \sin kx) = 2 \times 4.0 \sin(3.0 \times 2.3) = 4.6 \text{ cm}$$

ខ. រកទីតាំងពោះ និងទីតាំងថ្នាំងនៃរលកជញ្ជីរ

$$\text{ជំហានរលក } \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{3} \text{ (cm)}$$

$$\text{➤ ទីតាំងពោះ } x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \dots = \frac{2\pi}{12}, \frac{6\pi}{12}, \frac{10\pi}{12}, \dots \text{ (cm)}$$

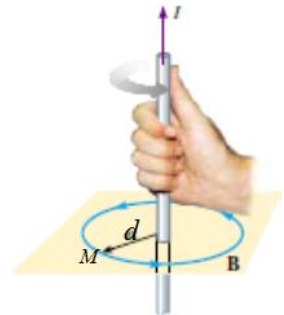
$$\text{➤ ទីតាំងថ្នាំង } x = 0, \frac{\lambda}{2}, \lambda, \frac{3\lambda}{2}, \dots = 0, \frac{2\pi}{6}, \frac{2\pi}{3}, \frac{6\pi}{6}, \dots \text{ (cm)}$$

**ជំពូក៣ អគ្គិសនី និងម៉ាញេទិច**  
**មេរៀនទី១៖ ដែននិងកម្លាំងម៉ាញេទិច**

- មេដែកមានប៉ូលពីរ គឺប៉ូលជើង (N) និងប៉ូលត្បូង (S) ។
- អន្តរកម្មម៉ាញេទិច៖ មេដែកពីរមានប៉ូលដូចគ្នាដាក់ជិតគ្នាច្រានគ្នាចេញ និងប៉ូលខុសគ្នាទាញគ្នាចូល។
- ប្រភពរបស់ដែនម៉ាញេទិចគឺ មេដែក ដែនដី និងចរន្តអគ្គិសនី។
- មេដែកជាអង្គធាតុដែលអាចឆក់ដែកបាន។
- មេដែកចែកចេញជាពីរគឺ មេដែកធម្មជាតិ (ដូចជាសំណាក  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) និងមេដែកសិប្បនិម្មិត (មនុស្សបង្កើតឡើងដោយយករបារដែកថែប ឬមូលដែកថែបទៅបន្លឺឱ្យក្លាយជាមេដែក)។
- មេដែកសិប្បនិម្មិតមាន របារមេដែក មូលមេដែក និងមេដែករាង U ឬរាងក្រចកសេះ។ល។
- ដែនម៉ាញេទិចនៃចរន្តត្រង់

\* ករណីក្នុងខ្យល់ ឬសុញ្ញកាល

$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi d}$$



B ជាដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តត្រង់ គិតជាតេស្តា (T)

d ជាចម្ងាយពីខ្សែចម្លងទៅចំណុច M គិតជា (m)

I ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងត្រង់គិតជាអំពែ (A)

$\mu_0$  ជាជម្រាបម៉ាញេទិចនៃខ្យល់ ឬសុញ្ញកាល  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

\* ករណីក្នុងមជ្ឈដ្ឋានណាមួយ

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{I}{2\pi d}$$

$\mu_r$  ជាជម្រាបម៉ាញេទិចធៀបនៃមជ្ឈដ្ឋាន

- ដែនម៉ាញេទិចនៃចរន្តរង (កាំ R)

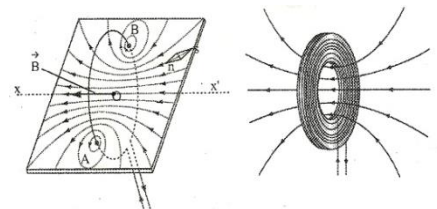
\* ករណីរងមួយស្មើ  $B = \mu_0 \frac{I}{2R}$

R ជាកាំរងនៃស្មើ គិតជា (m)

I ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងរងគិតជា (A)

\* ករណីរង N ស្មើ  $B = \mu_0 \frac{NI}{2R}$

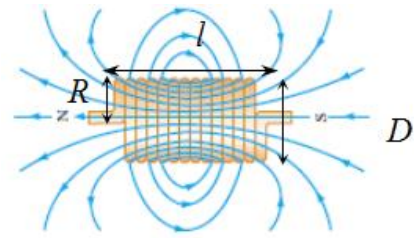
R ជាកាំរងមធ្យមរបស់ស្មើ N គិតជា (m)



- ដែនម៉ាញេទិចនៃសូលេណូអ៊ីត ( $\ell \geq 5R$ )

សូលេណូអ៊ីត(បូមីនវែង)

$$B = \mu_0 nI = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$$



របៀបរកចំនួនស្លៀ N (តាមប្រវែងសូលេណូអ៊ីត  $\ell$ )

- ករណីមិនគិតកម្រាស់អ៊ីសូឡង់ស្រោបខ្សែ

$$\ell = N \times d \Rightarrow N = \frac{\ell}{d}$$

ដែល d ជាអង្កត់ធ្នូតខ្សែចម្លង គិតជា (m)

- ករណីខ្សែស្រោបដោយអ៊ីសូឡង់ដែលមានកម្រាស់ e

$$\ell = N \times (d + 2e) \Rightarrow N = \frac{\ell}{(d + 2e)}$$

- ករណីខ្សែស្រោបដោយអ៊ីសូឡង់ដែលមានកម្រាស់ e ហើយរុំច្រើនស្រទាប់ ឬច្រើនជាន់

$$N = \frac{\ell \cdot x}{(d + 2e)}$$

B ដែនម៉ាញេទិចគិតជា (T), I ចរន្តអគ្គិសនីគិតជា (A),

R កាំសូលេណូអ៊ីតគិតជា (m)

D អង្កត់ធ្នូតសូលេណូអ៊ីតគិតជា (m),  $\ell$  ប្រវែងសូលេណូអ៊ីតគិតជា (m),

N ចំនួនស្លៀ, d ជាអង្កត់ធ្នូតខ្សែចម្លង គិតជា (m), n ជាចំនួនស្លៀក្នុងមួយម៉ែត្រ

e ជាកម្រាស់អ៊ីសូឡង់ គិតជា (m)

x ជាចំនួនស្រទាប់ ឬជាន់

- ប្រវែងខ្សែចម្លងដែលរុំជាសូលេណូអ៊ីត

$$\ell' = 2\pi R N$$

- កម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច៖

$$\vec{F} = I \vec{\ell} \times \vec{B}$$

- តាមការពិសោធបង្ហាញឱ្យឃើញថាកម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

មាន៖

\* ចំណុចចាប់ស្ថិតត្រង់ចំណុចកណ្តាលនៃភាគខ្សែដែលស្ថិតក្នុងដែន

\* ទិសកែងនឹងប្លង់កំណត់ដោយវ៉ិចទ័រ B និងចរន្ត I

\* ទិសដៅកំណត់តាមវិធានដៃស្តាំ (ដំបូងម្រាមទាំង 4 លាទៅតាមទិសដៅចរន្ត I ហើយបត់តាមវ៉ិចទ័រ B មេដៃកន្លែកឱ្យកែងនឹងម្រាមដៃនោះមេដៃចង្អុលទិសដៅនៃកម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច)

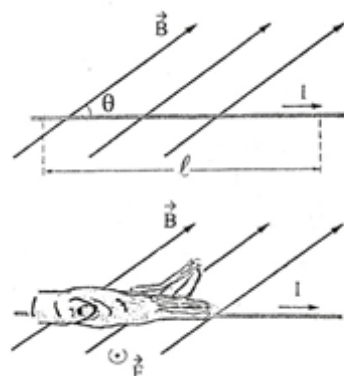
\* ម៉ូឌុលកម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

$$F = I \ell B \sin \theta$$

B ដែនម៉ាញេទិចគិតជា (T), I ជាអាំងស៊ីតេចរន្តគិតជា (A)

$\ell$  ប្រវែងខ្សែចម្លងគិតជា (m),

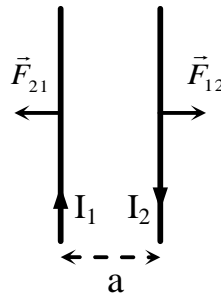
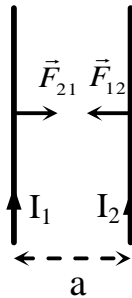
F ជាកម្លាំងមានអំពើលើខ្សែចម្លងគិតជា (N)



- បើសិនជាខ្សែចម្លងកែងនឹង  $\vec{B}(\theta = 90^\circ)$  គេបានម៉ូឌុលកម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

$$F = I\ell B$$

- អំពើទៅវិញទៅមករវាងចរន្តត្រង់ពីរ



- \* ខ្សែចម្លងវែងត្រង់ពីរដាក់ស្របគ្នា ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅដូចគ្នា ខ្សែចម្លងទាំងពីរទាញគ្នាចូលទៅវិញទៅមក។
- \* ខ្សែចម្លងវែងត្រង់ពីរដាក់ស្របគ្នា ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា ខ្សែចម្លងទាំងពីរប្រានគ្នាចេញ។
- ខ្សែចម្លងវែង  $\ell$  ត្រង់ពីរស្របគ្នា ស្ថិតនៅចម្ងាយពីគ្នា  $a$  ហើយឆ្លងកាត់ដោយចរន្តរៀងគ្នា  $I_1$  និង  $I_2$  នោះកម្លាំងដែលខ្សែចម្លងទាំងពីរមានអំពើលើគ្នាគឺ

$$F_{12} = F_{21} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi a}$$

$\ell$  ជាប្រវែងខ្សែចម្លងត្រង់គិតជា (m)

$I_1, I_2$  ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងទី១ និងខ្សែចម្លងទី២រៀងគ្នាគិតជា (A)

$a$  ចម្ងាយរវាងខ្សែចម្លងទី១ និងខ្សែចម្លងទី២គិតជា (m)

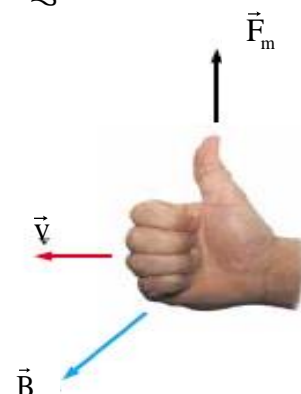
- កម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ៖ កាលណាផង់ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី  $q$  ផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិច  $\vec{B}$  ដោយល្បឿន  $\vec{v}$ ,  $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$  នោះផង់រងនូវកម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ៖

$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\text{មានម៉ូឌុល } F_m = |q| \times v \times B \sin \alpha$$

ករណី  $q > 0$  នោះ  $\vec{F}_m$  មានទិសដៅដូចមេដៃ

ករណី  $q < 0$  នោះ  $\vec{F}_m$  មានទិសដៅផ្ទុយពីមេដៃ



- ផង់ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី  $q$  ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $\vec{v}$  ចូលក្នុងដែនម៉ាញ៉េទិច  $\vec{B}$  ( $\vec{v} \perp \vec{B}$ ) នោះចលនាផង់ជាចលនារង្វង់ស្មើលើរង្វង់មួយដែលមានកាំ

$$R = \frac{mv}{|q|B}$$

$R$  ជាកាំរង្វង់ចលនារង្វង់ស្មើរបស់ផង់គិតជា (m) ,

$v$  ជាល្បឿនរបស់ផង់គិតជា (m/s) ,

$q$  ជាបន្ទុករបស់ផង់គិតជា (C) ,  $B$  ជាដែនម៉ាញ៉េទិច (T)

- \* ខួបនៃចលនារង្វង់ស្មើជារយៈពេលចាំបាច់ដែលផង់ផ្លាស់ទីបានមួយជុំរង្វង់ពេញ។ រូបមន្តខួប

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{|q|B}$$

- \* ប្រេកង់នៃចលនារង្វង់ស្មើជាចំនួនជុំដែលផង់ផ្លាស់ទីបានក្នុងមួយវិនាទី

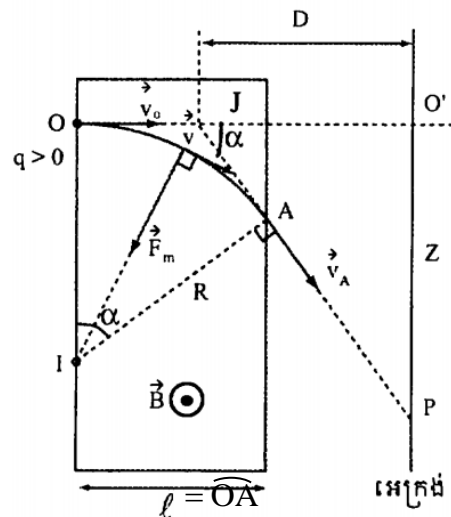
$$N = \frac{1}{T} = \frac{|q|B}{2\pi m}$$

- \* លំដាក់ម៉ាញ៉េទិច  $\alpha$

$$\alpha(\text{rad}) = \frac{\ell}{R} = \frac{\ell|q|B}{mv_0}$$

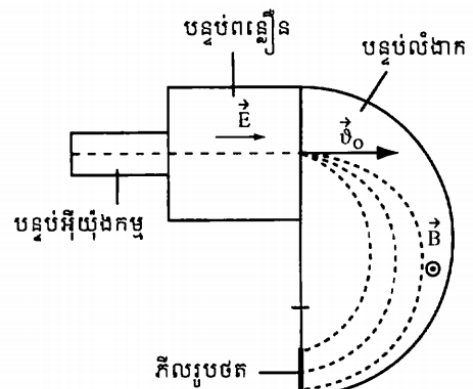
- \* ដេផ្លិចស្បង់ម៉ាញ៉េទិច

$$Z = D \tan \alpha = \frac{D\ell|q|B}{mv_0}$$



- ស្មើចក្រាបអាចឱ្យគេឆ្លើយផង់ផ្ទុកអគ្គិសនី ដែលមានបន្ទុកក្នុងមួយខ្នាតនៃម៉ាស់  $\frac{|q|}{m}$  ខុសៗគ្នា។ នៅពេលផង់ចេញពីបន្ទប់លំដាក់ គេបានធៀបដល់ធៀប

$$\frac{|q|}{m} = \frac{2V}{B^2 R^2}$$



**ឧទាហរណ៍១៖** ខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្តឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត  $I = 0.50\text{A}$  ដែលមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញជាខ្សែលំ។

ក. គណនាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិចត្រង់ចំណុច M ចម្ងាយ  $2.0\text{m}$  ពីខ្សែចម្លង។

ខ. គេដឹងថាត្រង់ចំណុច N មានអាំងឌុចស្យុង  $10^{-8}\text{T}$  ។ ចូរគណនាចម្ងាយពីចំណុច N ទៅខ្សែចម្លង។ គេឱ្យ  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$

**ចម្លើយ៖** ក. គណនាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិចត្រង់ចំណុច M

តាមរូបមន្ត

$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi d} \quad \text{ដោយ } I = 0.50\text{A}, d = 2.0\text{m}, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{0.50}{2\pi \times 2.0} = 5.0 \times 10^{-8}$$

ខ. គណនាចម្ងាយពីចំណុច N ទៅខ្សែចម្លង

$$\text{តាមរូបមន្ត } B = \mu_0 \frac{I}{2\pi d} \Rightarrow d = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} \quad (B = 10^{-8}\text{T})$$

$$d = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.50}{2\pi \times 10^{-8}} = 10\text{m}$$

**ឧទាហរណ៍២៖** ខ្សែចម្លងវង់មួយមានផ្ចិត O មានកាំ  $R = 10\text{cm}$  ។ ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តដែលមាន

អាំងតង់ស៊ីតេ  $10\text{A}$  ។ គណនាតម្លៃអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិចត្រង់ផ្ចិត O បង្កើតដោយចរន្តក្នុងខ្សែចម្លង ដែលមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញជាខ្សែលំ។ គេឱ្យ  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$

**ចម្លើយ៖** តម្លៃអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិចត្រង់ផ្ចិត O បង្កើតដោយចរន្តក្នុងសៀគ្វីវង់

$$\text{តាមរូបមន្ត } B = \mu_0 \frac{I}{2R}$$

$$\text{ដោយ } I = 10\text{A}, R = 10\text{cm} = 0.10\text{m}, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{10}{2 \times 0.10} = 6.3 \times 10^{-5} \text{T}$$

**ឧទាហរណ៍៣៖** សូលេណូអ៊ីតគ្មានសូលមួយត្រូវមានរំពងន្ទះ  $2000$  ស្ប៉េ ហើយមានអង្កត់ផ្ចិត  $2.0\text{cm}$  និងប្រវែង  $60\text{cm}$  ។ ប្រសិនបើសូលេណូអ៊ីតឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី  $5.0\text{A}$  ។ គណនា

ក ដែនម៉ាញ៉េទិចឆ្លងកាត់សូលេណូអ៊ីត

ខ ប្រវែងខ្សែចម្លងដែលរុំជាសូលេណូអ៊ីត

**ចម្លើយ៖** ក គណនាដែនម៉ាញ៉េទិចឆ្លងកាត់សូលេណូអ៊ីត។

$$\text{តាមរូបមន្ត } B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$$

$$\text{ដោយ } I = 5.0\text{A}, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}, N = 2000, \ell = 60\text{cm} = 0.60\text{m}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{2000}{0.60} \times 5 = 0.021\text{T}$$

ខ គណនាប្រវែងខ្សែចម្លងដែលរុំជាសូលេណូអ៊ីត



$$\text{តាមរូបមន្ត } L = 2\pi RN = \pi DN$$

$$\text{ដោយ } D = 2.0\text{cm} = 2.0 \times 10^{-2}\text{m}$$

$$\Rightarrow L = 3.14 \times 2.0 \times 10^{-2} \times 2000 = 130\text{m}$$

**ឧទាហរណ៍៤៖** បូមីនសំប៉ែតមួយមានចំនួនស្បៀង  $N=100$  ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តមានអាំងតង់ស៊ីតេ  $I=10\text{A}$  ហើយស្បៀងមានកាំមធ្យម  $R=20\text{cm}$  ។ ចូរគណនាតម្លៃអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិចត្រង់ផ្ចិតបូមីន។ បើស្នូលបូមីនជាលោហៈមានជម្រាបម៉ាញ៉េទិចធៀប  $\mu_r = 1000$  ។

**ចម្លើយ៖** គណនាអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិចត្រង់ផ្ចិតបូមីន

$$\text{តាមរូបមន្ត } B = \mu_0 \mu_r N \frac{I}{2R}$$

$$\text{ដោយ } I = 10\text{A}, R = 20\text{cm} = 0.20\text{m}, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}, \mu_r = 1000, N = 100$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 100 \frac{10}{2 \times 0.20} = \pi \text{T}$$

**ឧទាហរណ៍៥៖** ខ្សែចម្លងមួយមានប្រវែង  $\ell = 25\text{cm}$  ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត  $T = 4.0\text{A}$

ស្ថិតក្នុងដែនម៉ាញ៉េទិច ឯកសណ្ឋានដែលមានអាំងឌុចស្យុង  $B = 2.0\text{T}$  ។

គណនាកម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិចដែលមានអំពើ លើរង្វង់ក្នុងករណីដែលខ្សែចម្លងផ្គុំបានមុំ  $\theta_1 = 30^\circ, \theta_2 = 60^\circ, \theta_3 = 90^\circ$  ជាមួយអាំងឌុចស្យុង ម៉ាញ៉េទិច។

**ចម្លើយ៖** គណនាកម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិចដែលមានអំពើលើរង្វង់

$$\text{តាមរូបមន្ត } F = I\ell B \sin \theta$$

$$\text{ដោយ } \ell = 25\text{cm} = 0.25\text{m}, I = 4.0\text{A}, B = 2.0\text{T}$$

$$* \text{ ករណី } \theta_1 = 30^\circ \text{ នាំឱ្យ } F_1 = 4 \times 0.25 \times 2.0 \sin 30^\circ = 1.0\text{N}$$

$$* \text{ ករណី } \theta_2 = 60^\circ \text{ នាំឱ្យ } F_2 = 4 \times 0.25 \times 2.0 \sin 60^\circ = 1.7\text{N}$$

$$* \text{ ករណី } \theta_3 = 90^\circ \text{ នាំឱ្យ } F_3 = 4 \times 0.25 \times 2.0 \sin 90^\circ = 2.0\text{N}$$

**ឧទាហរណ៍៦៖** គណនាកម្លាំងឡូរិនដែលមានអំពើលើប្រូតុងកំពុងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន

$v = 4.0 \times 10^6 \text{m/s}$  ចូលក្នុងដែនម៉ាញ៉េទិចដែលមានទិសដៅកែងនឹងអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិច  $B = 2.0\text{T}$  ។

**ចម្លើយ៖** គណនាកម្លាំងឡូរិនដែលមានអំពើលើប្រូតុង

$$\text{តាមរូបមន្ត } F = |q|vB \sin \alpha$$

$$\text{ដោយ } |q| = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}, v = 4.0 \times 10^6 \text{m/s}, B = 2.0\text{T}, \alpha = 90^\circ$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 4.0 \times 10^6 \times 2.0 \times \sin 90^\circ = 13 \times 10^{-13} \text{N}$$

**ឧទាហរណ៍៧៖** អ៊ីយ៉ុងនៃផង់អាល់ហ្វា ( $\text{He}^{2+}$ ) មួយផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ ហើយកែងនឹងដែនម៉ាញ៉េទិច

$B = 4.22 \times 10^{-1} \text{T}$  ។ ប្រសិនបើកាំគន្លងរបស់ផង់ដែលងាកក្នុងដែនម៉ាញ៉េទិច គឺ  $1.5 \times 10^{-3} \text{m}$  ។

គណនាល្បឿនរបស់អ៊ីយ៉ុងនៃផង់អាល់ហ្វា។ គេឱ្យម៉ាស់ផង់អាល់ហ្វា  $m = 6.65 \times 10^{-27} \text{kg}$  ។

ចម្លើយ៧ ៖ គណនាល្បឿនរបស់ផង់អាល់ហ្វា

$$\text{តាមរូបមន្ត } R = \frac{mv}{|q|B}$$

$$\text{នាំឱ្យ } \Rightarrow v = \frac{R|q|B}{m}$$

$$\text{ដោយ } m = 6.65 \times 10^{-27} \text{ kg}, |q| = +2e = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, R = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}, B = 4.22 \times 10^{-1} \text{ T}$$

$$v = \frac{1.5 \times 10^{-3} \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 4.22 \times 10^{-1}}{6.65 \times 10^{-27}} = 3.1 \times 10^4 \text{ m/s}$$

**ឧទាហរណ៍៨៖** គណនាផលធៀបបន្ទុកលើម៉ាសនៃផង់មួយដែលផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $3.6 \times 10^5 \text{ m/s}$  ហើយមានកាំកំណោង  $7.4 \times 10^{-2} \text{ m}$  នៅពេលវាផ្លាស់ទីចូល ហើយកែងនឹងដែនម៉ាញ៉េទិច  $B = 0.61 \text{ T}$  ។

ចម្លើយ៨ ៖ គណនាផលធៀបបន្ទុកលើម៉ាសនៃផង់

$$\text{តាមរូបមន្ត } R = \frac{mv}{|q|B}$$

$$\text{គេបាន } \frac{|q|}{m} = \frac{v}{B \times R}$$

$$\text{ដោយ } R = 7.4 \times 10^{-2} \text{ m}, B = 0.61 \text{ T}, v = 3.6 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$\text{នោះ } \frac{|q|}{m} = \frac{3.6 \times 10^5}{0.61 \times 7.4 \times 10^{-2}} = 8.0 \times 10^7 \text{ C/kg}$$

**ឧទាហរណ៍៩៖** ក្នុងបំពង់កាំរស្មីកាតូត (CRT) អេឡិចត្រុងត្រូវបានពន្លឿនពីនៅស្ងៀម ក្រោមផលសងប៉ូតង់ស្យែល  $1.4 \times 10^3 \text{ V}$  ។ អេឡិចត្រុងនេះបានផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ដែនម៉ាញ៉េទិច  $B = 2.2 \times 10^{-2} \text{ T}$  ។ សន្មតថា

អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីកែងនឹងដែនម៉ាញ៉េទិច។ គណនាកាំនៃគន្លងរបស់អេឡិចត្រុង។

ចម្លើយ៩ ៖ គណនាកាំនៃគន្លងរបស់អេឡិចត្រុង។

$$\text{តាមរូបមន្ត } R = \frac{mv}{|q|B}$$

$$\text{តាមច្បាប់រក្សាថាមពល } \frac{1}{2}mv^2 = |q|V$$

$$\text{គេបាន } v = \sqrt{\frac{2|q|V}{m}}$$

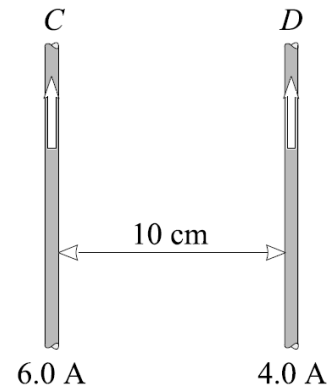
$$\text{ដោយ } |q| = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, V = 1.4 \times 10^3 \text{ V}, m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{នាំឱ្យ } v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1.4 \times 10^3}{9.1 \times 10^{-31}}} = 2.22 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$\text{នោះ } R = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 2.22 \times 10^7}{1.6 \times 10^{-19} \times 2.2 \times 10^{-2}} = 5.7 \times 10^{-3} \text{ m}$$

**ឧទាហរណ៍១០៖** ខ្សែចម្លងវែងពីរស្របគ្នាស្ថិតនៅចម្ងាយ 10cm ពីគ្នា ហើយឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត 6.0A និង 4.0A ។ គណនាកម្លាំងដែលធ្វើលើខ្សែ D ប្រវែង 1.0m (ដូចរូបខាងស្តាំ) ប្រសិនបើចរន្ត

- ក. ចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងមានទិសដៅស្របគ្នា។
- ខ. ចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា។



**ចម្លើយ១០ ៖** គណនាកម្លាំងដែលធ្វើលើខ្សែ D

- ក. ចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងមានទិសដៅស្របគ្នា  
ដែនម៉ាញ៉េទិចដែលបង្កើតដោយ ខ្សែ C នៅត្រង់ខ្សែ D

$$B_D = \mu_0 \frac{I_C}{2\pi d}$$

ដោយ  $I_C = 6.0\text{A}$ ,  $d = 10\text{cm} = 0.10$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$

$$\text{គេបាន } B_D = 4\pi \times 10^{-7} \frac{6.0}{2\pi \times 0.10} = 1.2 \times 10^{-5} \text{T}$$

នាំឱ្យគេបាន  $F = I_D \ell B_D \sin \theta$ , ( $\theta = 90^\circ$ ) ពីព្រោះ  $\vec{\ell} \perp \vec{B}$

$$F = I_D \ell B_D \sin \theta = 4.0 \times 1.0 \times 1.2 \times 10^{-5} \sin 90^\circ = 48 \times 10^{-6} \text{N}$$

(ខ្សែចម្លងទាំងពីរទាញគ្នាចូល)

- ខ. ចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា។

ដោយសារចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា នោះកម្លាំងមានអំពើលើខ្សែ D

ក៏មានទិសដៅផ្ទុយពីមុន(ច្រានគ្នាចេញ) តែមានតម្លៃដូចមុន គឺ  $F = 48 \times 10^{-6} \text{N}$  ។

**ឧទាហរណ៍១១៖** អ៊ីយ៉ុង  $^{58}\text{Ni}$  ដែលមានបន្ទុក  $+e$  និងមានម៉ាស់ស្មើ  $9.62 \times 10^{-26} \text{kg}$

ត្រូវបានពន្លឿនក្រោមតង់ស្យុង 3000V ហើយបានងាកក្នុងដែនម៉ាញ៉េទិច 0.12T ។

- ក. គណនាកាំកំណោងនៃគន្លងអ៊ីយ៉ុង។
- ខ. គណនាផលសងកាំកំណោងរវាងអ៊ីយ៉ុង  $^{58}\text{Ni}$  និង  $^{60}\text{Ni}$  ។  
(សន្មតថាផលធៀបម៉ាស់គឺ 58:60)

**ចម្លើយ១១ ៖** ក. គណនាកាំកំណោងនៃគន្លងអ៊ីយ៉ុង។

$$\text{តាមរូបមន្ត } \frac{|q|}{m} = \frac{2V}{B^2 R^2} \Rightarrow R = \sqrt{\frac{2mV}{|q|B^2}}$$

ដោយ  $m = 9.62 \times 10^{-26} \text{kg}$ ,  $B = 0.12\text{T}$ ,  $V = 3000\text{V}$ ,  $|q| = +1.6 \times 10^{-19} \text{C}$

$$\text{គេបាន } R = \sqrt{\frac{2 \times 9.62 \times 10^{-26} \times 3000}{1.6 \times 10^{-19} \times (0.12)^2}} = 0.50\text{m}$$

- ខ. គណនាផលសងកាំកំណោងរវាងអ៊ីយ៉ុង  $^{58}\text{Ni}$  និង  $^{60}\text{Ni}$

តាង  $R_1$  និង  $R_2$  ជាកាំកំណោងនៃអ៊ីយ៉ុង  $^{58}\text{Ni}$  និង  $^{60}\text{Ni}$  រៀងគ្នា។

$$\text{យើងមាន } R_1 = \sqrt{\frac{2m_1 V}{|q|B^2}} \text{ និង } R_2 = \sqrt{\frac{2m_2 V}{|q|B^2}}$$

$$\text{គេបាន } \frac{R_2}{R_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{60}{58}} = 1.017$$

$$\text{នោះ } R_2 = 1.017R_1 = 1.017(0.501\text{m}) = 0.510\text{m}$$

ដូចនេះផលសងកាំកំណេងរវាងអ៊ីយ៉ុង  $^{58}\text{Ni}$  និង  $^{60}\text{Ni}$  គឺ

$$R_2 - R_1 = 0.510 - 0.501 = 9.0 \times 10^{-3}\text{m}$$

## ជំពូក៣ អគ្គិសនីនិងម៉ាញ៉េទិច

### មេរៀនទី២៖ អំពូលឧបសគ្គអន្តរកម្មម៉ាញ៉េទិច

- បម្រែបម្រួលក្នុងម៉ាញ៉េទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃនៃសៀគ្វីខ្សែចម្លង អាចបង្កើតនូវចរន្តអគ្គិសនី ហៅថា ចរន្តអាំងឌ្វី។ ចរន្តនេះកើតមានតែក្នុងពេលដែលមានបម្រែបម្រួលក្នុងម៉ាញ៉េទិចប៉ុណ្ណោះ។
- ក្នុងម៉ាញ៉េទិចគឺជាចំនួនខ្សែដែនម៉ាញ៉េទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃបិទមួយ។ បើអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិច  $B$  បង្កើតបានមុំ  $\theta$  ជាមួយខ្សែកែងនឹងផ្ទៃ នោះក្នុងម៉ាញ៉េទិចអាចគណនាតាមរូបមន្ត៖

$$\Phi = BA \cos \theta$$

- $\Phi$  ក្នុងម៉ាញ៉េទិចត្រូវបាន គិតជាវ៉ែប៊ែ (Wb)
- $B$  ជាម៉ូឌុលនៃវ៉ិចទ័រអាំងឌុចស្យុងម៉ាញ៉េទិច  $B$  គិតជា តេស្លា (T)
- $A$  ជាផ្ទៃបិទ ដែលវ៉ិចទ័រ  $B$  ឆ្លងកាត់ ( $m^2$ )
- $\theta$  ជាមុំផ្ទុំឡើងរវាង  $B$  ជាមួយខ្សែកែងនឹងផ្ទៃ គិតជាដឺក្រេ ( $^{\circ}$ )

- កាលណាក្នុងម៉ាញ៉េទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃនៃសៀគ្វីដែលមាន  $N$  សៀ បម្រែបម្រួល  $\Delta\Phi$  ក្នុងរយៈពេល  $\Delta t$  នោះកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វី ឱ្យតាមរូបមន្ត៖

$$E = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \frac{\Phi_f - \Phi_i}{t_f - t_i} \quad \text{ឬ} \quad |E| = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = N \frac{|\Phi_f - \Phi_i|}{t_f - t_i}$$

- $E$  ជាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វី គិតជាវ៉ុល (V)
- $N$  ជាចំនួនសៀរបស់រូបខ្សែចម្លង
- $\Phi_f$  ជាក្នុងម៉ាញ៉េទិចស្រេច (Wb)
- $\Phi_i$  ជាក្នុងម៉ាញ៉េទិចដើម (Wb)
- $t_f$  ជារយៈពេលស្រេច (s)
- $t_i$  ជារយៈពេលដើម (s)

- ច្បាប់ឡឺនពោលថាចរន្តអាំងឌ្វីមានទិសដៅយ៉ាងណាឱ្យផលរបស់វាប្រឆាំងនឹងបុព្វហេតុ ដែលបង្កើតវា ឬចរន្តអាំងឌ្វីបង្កើតនូវដែនម៉ាញ៉េទិចមួយថ្មី ដើម្បីប្រឆាំងនឹងបម្រែបម្រួលក្នុងម៉ាញ៉េទិចដែលឆ្លងកាត់វា។

- បើប្រែប្រួលខ្សែចម្លងមានប្រវែង  $\ell$  ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v$  ក្នុងដែនម៉ាញ៉េទិចកសណ្ឋាន  $B$  ដែលមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីដែលកើតក្នុងខ្សែចម្លងគឺ

$$|E| = vB\ell \sin \alpha$$

ករណី  $\vec{v}$  កែង  $\vec{B}$  នោះ  $\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$

$$|E| = vB\ell \quad \text{ហើយ} \quad I = \frac{|E|}{R} = \frac{vB\ell}{R}$$

$|E|$  ជាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វី (V)

$v$  ជាល្បឿនរបារពេលផ្លាស់ទីកែងនឹងដែនម៉ាញេទិច (m/s)

$\ell$  ជាប្រវែងរបារខ្សែចម្លង (m)

$R$  រេស៊ីស្តង់ខ្សែចម្លង ( $\Omega$ )

$I$  អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអាំងឌ្វី (A)

- ជនិតាអគ្គិសនីជាឧបករណ៍

ដែលបំប្លែងថាមពលមេកានិចដើម្បីផលិតនូវថាមពលអគ្គិសនី។ កន្សោមកម្លាំង

អគ្គិសនីចលករ៖

$$e(t) = NBA\omega \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

ដែល  $E_m = NBA\omega$  ជាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអតិបរិមាគិតជាវ៉ុល (V)

$N$  ជាចំនួនស្ប៉េនៃបូមីន,  $B$  អាំងឌុចស្យុងម៉ាញេទិច (T),

$A$  ផ្ទៃរបស់បូមីន ( $m^2$ ),  $\omega$  ល្បឿនមុំនៃបូមីន (rad/s)

- ម៉ូទ័រជាឧបករណ៍ ដែលបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលមេកានិច។

**ឧទាហរណ៍៖** របុំខ្សែចម្លងមួយរាងជារង្វង់មាន 50 ស្ប៉េ និងមានកាំ 3.0cm ។ គេដាក់របុំនេះក្នុងដែនម៉ាញេទិចតែធ្វើយ៉ាងណាឱ្យខ្សែដែនម៉ាញេទិចកែងនឹងផ្ទៃមុខកាត់របុំខ្សែចម្លង។ ឧបមាថាដែនម៉ាញេទិចប្រែប្រួលពី 0.10T ទៅ 0.35T ក្នុងរយៈពេល 2ms ។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីក្នុងរបុំខ្សែចម្លង។

**ចម្លើយ៖** កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីក្នុងរបុំខ្សែចម្លង

$$\text{តាមរូបមន្ត } |E| = N \frac{|\Phi_f - \Phi_i|}{t_f - t_i} = N \frac{|(B_f - B_i)\pi R^2 \cos 0|}{t_f - t_i}$$

$$\text{តែ } \Phi_f = B_f A \cos \theta = B_f (\pi R^2) \cos 0^\circ, \Phi_i = B_i A \cos \theta = B_i (\pi R^2) \cos 0^\circ$$

$$\Rightarrow |E| = N \frac{|(B_f - B_i)\pi R^2 \cos 0|}{t_f - t_i} = N \frac{|(B_f - B_i)\pi R^2|}{t_f - t_i}$$

$$\text{ដោយ } B_f = 0.35T, B_i = 0.10T, R = 3.0\text{cm} = 0.030\text{m}, t_f - t_i = 2.0\text{ms} = 0.0020\text{s}, N = 50$$

$$|E| = 50 \frac{|(0.35 - 0.10) \times 3.14 \times 0.03^2|}{0.0020} = 18V$$

**ឧទាហរណ៍២៖** របំប៉នខ្សែចម្លងមួយមាន 50 ស្លៀត្រូវបានទាញពីមុខនៃមេដៃក្នុងរយៈពេល 0.02s នាំឱ្យ ភូមិម៉ាញ៉េទិចឆ្លងកាត់របំប៉នខ្សែចម្លងប្រែប្រួលពី  $3.1 \times 10^{-4} \text{ Wb}$  ទៅ  $0.1 \times 10^{-4} \text{ Wb}$  ។ គណនាកម្លាំង អគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីក្នុងរបំប៉នខ្សែចម្លង។

**ចម្លើយ៖** កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីក្នុងរបំប៉នខ្សែចម្លង

$$\text{តាមរូបមន្ត } |E| = N \frac{|\Phi_f - \Phi_i|}{t_f - t_i}$$

$$\text{តែ } \Phi_f = 0.10 \times 10^{-4} \text{ Wb}, \Phi_i = 3.1 \times 10^{-4} \text{ Wb}, N = 50, t_f - t_i = 0.020 \text{ s}$$

$$\text{គេបាន } |E| = 50 \frac{|0.10 \times 10^{-4} - 3.1 \times 10^{-4}|}{0.020} = 0.75V$$

**ឧទាហរណ៍៣៖** របំប៉នខ្សែចម្លង  $5.0\Omega$  មួយមាន 100 ស្លៀត និងមានអង្កត់ផ្ចិត 6.0cm ។ គេសិក្សាបារមេដៃក ចូលក្នុងរបំប៉នខ្សែចម្លង ភូមិម៉ាញ៉េទិចឆ្លងកាត់ផ្ទៃនៃរបំប៉នខ្សែចម្លង។ រួចទុកឱ្យនៅស្ងៀម នៅខណៈ ដែលសិក្សាបារមេដៃកចូល ពេលនោះ គេឃើញថាបន្ទុកអគ្គិសនី  $1.0 \times 10^{-4} \text{ C}$  ផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់កាតូដម៉ែត 595Ω ដែលភ្ជាប់នឹងចុងសងខាងនៃរបំប៉នខ្សែចម្លង។ គណនាដែនម៉ាញ៉េទិចរវាងប៉ូលទាំងពីរនៃបារមេដៃក។

**ចម្លើយ៖** គណនាដែនម៉ាញ៉េទិចរវាងប៉ូលទាំងពីរនៃបារមេដៃក

$$\text{តាមរូបមន្ត } |E| = N \frac{|\Phi_f - \Phi_i|}{\Delta t} = N \frac{|\Phi_i|}{\Delta t} = N \frac{BA}{\Delta t} \quad \text{ពីព្រោះ } \Phi_f = 0$$

$$\text{ហើយតាមច្បាប់អូម } |E| = RI = R \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$\text{នាំឱ្យគេបាន } R \frac{\Delta q}{\Delta t} = N \frac{BA}{\Delta t} \Rightarrow B = \frac{R \Delta q}{AN}$$

$$\text{ដោយ } R = 595 + 5 = 600\Omega, A = \pi \frac{d^2}{4} = \pi \frac{0.060^2}{4} = 2.83 \times 10^{-3} \text{ m}^2, \Delta q = 1.0 \times 10^{-4} \text{ C}, N = 100$$

$$B = \frac{600 \times 1.0 \times 10^{-4}}{2.83 \times 10^{-3} \times 100} = 0.21T$$

**ឧទាហរណ៍៤៖** ទម្រង់ខ្សែចម្លងពីរដាក់ឱ្យស្របគ្នាក្នុងប្លង់ដេកដែលចុងទាំងពីរបស់វាភ្ជាប់គ្នាដោយ វេស៊ីស្តង់  $R = 2.0\Omega$  ហើយទម្រង់ទាំងពីរនៅឃ្លាតគ្នាចម្ងាយ 20cm ។ បារមេដៃក MN មួយដាក់ឱ្យកែងលើទម្រង់ទាំងពីរ។ ប្លង់ទម្រង់នឹងដែនម៉ាញ៉េទិចឯកសណ្ឋានមានអាំងឌុចស្យុង  $B = 0.020T$  ។ គេរុញបារមេដៃក MN ឱ្យផ្លាស់ទីលើទម្រង់ទាំងពីរដោយល្បឿន 50m/s ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអាំងឌ្វីឆ្លងកាត់វេស៊ីស្តង់ បើបារមេដៃក និងទម្រង់មានវេស៊ីស្តង់អាចចោលបាន។

ចម្លើយ៤៖ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអាំងឌ្វិឌ្យងកាត់វេស៊ីស្តង់

$$\text{គេមាន } I = \frac{|E|}{R}$$

$$\text{កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វិឌ្យង } |E| = vB\ell$$

$$\text{ដោយ } B = 0.020\text{T}, v = 50\text{m/s}, \ell = 20\text{cm} = 0.20\text{m}, R = 2.0\Omega$$

$$|E| = 0.02 \times 50 \times 0.2 = 0.2\text{V} \quad |E| = 0.020 \times 50 \times 0.20 = 0.20\text{V}$$

$$\text{នាំឱ្យ } I = \frac{0.20}{2.0} = 0.10\text{A}$$

**ឧទាហរណ៍៥៖** ស៊ីមខ្សែចម្លងមួយមានរាងចតុកោណកែងមានចំនួនស្បៀង  $N = 30$

ស៊ីមនេះស្ថិតនៅក្នុងដែន ម៉ាញេទិចកសណ្ឋានចន្លោះប៉ូលមេដែករាងប៉ែកអាំងឌុចស្យុង  $B = 0.20\text{T}$  ដោយបង្វង់ស៊ីមកែងនឹងខ្សែអាំងឌុចស្យុង។ ដោយដឹងថាវិមាត្រ  $a = 20\text{cm}$ ,  $b = 10\text{cm}$  គេទាញស៊ីមឱ្យផ្លាស់ទីស្របខ្លួនយ៉ាងរហ័សចេញពីចន្លោះប៉ូលមេដែកដោយប្រើរយៈពេលតែ  $\Delta t = 0.010\text{s}$  ។

ក. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វិឌ្យងក្នុងស៊ីម។

ខ. បើស៊ីមជាសៀគ្វីបិទមានវេស៊ីស្តង់  $R = 10\Omega$  គណនាចរន្តអាំងឌ្វិឌ្យង។

ចម្លើយ៥៖ ក. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វិឌ្យងដែលកើតក្នុងស៊ីម

$$\text{គេមាន } |E| = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = N \frac{A|B_f - B_i|}{\Delta t}$$

$$\text{ដោយ } N = 30, A = a \times b = 20 \times 10 = 200\text{cm}^2 = 0.020\text{m}^2$$

$$B_f = 0, B_i = 0.20\text{T}, \Delta t = 0.010\text{s}$$

$$\text{នាំឱ្យ } |E| = 30 \frac{0.020 \times |0 - 0.20|}{0.010} = 12\text{V}$$

ខ. គណនាចរន្តអាំងឌ្វិឌ្យង

$$\text{គេមាន } I = \frac{|E|}{R} = \frac{12}{10} = 1.2\text{A}, R = 10\Omega$$

**ឧទាហរណ៍៦៖** ខ្សែចម្លងមួយប្រវែង  $1.6\text{m}$  ត្រូវបានរុំជាបូមីនមួយមានកាំ  $3.2\text{cm}$  ។ បើបូមីនវិលដោយល្បឿន  $95$  ជុំក្នុងមួយនាទី ក្នុងដែនម៉ាញេទិចដែលមានតម្លៃ  $0.070\text{T}$  ចូរគណនាតម្លៃអតិបរិមាណៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វិឌ្យង។

ចម្លើយ៦៖ គណនាតម្លៃអតិបរិមាណៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វិឌ្យង

$$\text{គេមាន } E_m = NBA\omega$$

$$\text{ដោយ } L = 1.6\text{m}, R = 3.2\text{cm} = 3.2 \times 10^{-2}\text{m}, B = 0.070\text{T}, f = \frac{95}{60} = 1.58\text{Hz}$$

$$A = \pi R^2 = 3.14 \times (3.2 \times 10^{-2})^2 = 3.22 \times 10^{-3}\text{m}^2$$

$$\text{តែ } N = \frac{1}{2\pi R} = \frac{1.6}{2 \times 3.14 \times 3.2 \times 10^{-2}} = 8 \text{ ស្បៀង}$$

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 1.58 = 10\text{rad/s}$$



$$E_m = 8 \times 0.070 \times 3.21 \times 10^{-3} \times 10 = 0.018V$$

**ឧទាហរណ៍៧៖** នៅពេលជនិតាអគ្គិសនីវិលបាន  $1500$  ជុំ/ $mm$  ផលិតបានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអតិបរិមា  $100V$  ។ គណនា ចំនួនជុំក្នុង  $1$  នាទី (ជុំ/ $mm$ ) ប្រសិនបើវាអាចផលិតកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអតិបរិមា  $120V$  ។

**ចម្លើយ៖** គណនាចំនួនជុំក្នុង១នាទី ( $N_2$ )

ពីព្រោះតែកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអតិបរិមាសមាមាត្រនឹង ចំនួនជុំក្នុងមួយនាទី

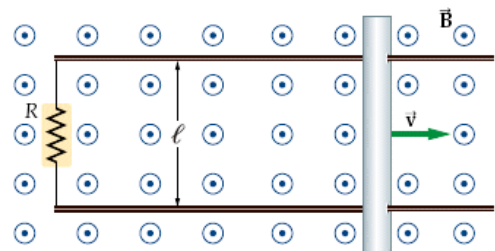
$$\text{យើងទាញបាន } \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_2 = N_1 \frac{E_2}{E_1}$$

$$N_2 = (1500) \frac{120}{100} = 1800 \text{ ជុំ } / mm$$

**ឧទាហរណ៍៨៖** ទម្រង់អង្គធាតុចម្លងពីរដាក់ឱ្យស្របគ្នាក្នុងប្លង់ដេកដែលចុងទាំងពីររបស់វាភ្ជាប់គ្នាដោយវេស៊ីស្តង់

$R = 12.5\Omega$  ទម្រង់ទាំងពីរនៅឃ្លាតគ្នាចម្ងាយ  $0.45m$  ។

រោងរលោហៈ មួយដាក់ឱ្យកែងលើទម្រង់ទាំងពីរ(ដូចរូបខាងស្តាំ)។ ប្លង់ទម្រង់កែងនឹងដែនម៉ាញ៉េទិចឯកសណ្ឋាន



មានអាំងឌុចស្យុង  $B = 0.75T$  ។ គេទាញរោងរលោហៈ ឱ្យផ្លាស់ទីលើទម្រង់ទាំងពីរ

គេទទួលបានចរន្តអគ្គិសនី  $I = 0.155A$  ។ គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វី

និងល្បឿនរបស់រោងរលោហៈ ។ គេមិនគិតកកិតរវាងទម្រង់ និងរោង ហើយ រោង និង

ទម្រង់មានវេស៊ីស្តង់អាចចោលបាន។

**ចម្លើយ៖** គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វី

$$\text{តាមរូបមន្ត } |E| = RI \text{ ដោយ } R = 12.5\Omega, I = 0.155A$$

$$\text{គេបាន } |E| = (12.5)(0.155) = 1.94V$$

គណនាល្បឿនរបស់រោងរលោហៈ (រ៉ឺចទ័រល្បឿន កែងនឹងរ៉ឺចទ័រដែនម៉ាញ៉េទិច)

$$\text{តាមរូបមន្ត } |E| = Bv\ell \Rightarrow v = \frac{|E|}{B\ell} = \frac{RI}{B\ell}$$

$$\text{ដោយ } B = 0.75T, \ell = 0.45m$$

$$\text{គេបាន } v = \frac{12.5 \times 0.155}{0.75 \times 0.45} = 5.7m/s$$

**ឧទាហរណ៍៩៖** របំប៉ែនចម្លងមួយមានកាំ  $3.2cm$  និងប្រវែង  $1.6m$  ។ ដើម្បីបង្កើតកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ

អាំងឌ្វីខ្សែចម្លងត្រូវបានបង្វិល  $95$  ជុំ/ $mm$  ក្នុងដែនម៉ាញ៉េទិច  $B = 0.070T$  ។ គណនាកម្លាំង

អគ្គិសនីចលករអាំងឌ្វីអតិបរិមា។

ចម្លើយ៖ គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌ្យូអតិបរិមា

$$\text{តាមរូបមន្ត } E_m = NBA\omega$$

$$\text{ដោយ } \omega = 2\pi f, N = \frac{L}{2\pi R}, A = \pi R^2 \text{ នៅ: } \Rightarrow E_m = \frac{L}{2\pi R} B \cdot \pi R^2 \cdot 2\pi f = \pi LBRf$$

$$f = 95 \text{ ជុំ / mn} = \frac{95}{60} \text{ ជុំ / s}, B = 0.070\text{T}, R = 3.2\text{cm} = 3.2 \times 10^{-2} \text{ m}, L = 1.6\text{m}$$

$$\text{គេបាន } E_m = 3.14 \times 1.6 \times 0.070 \times 3.2 \times 10^{-2} \times \frac{95}{60} = 1.8 \times 10^{-2} \text{ V}$$

## ជំពូក៣ អគ្គិសនី និងម៉ាញេទិច មេរៀនទី៣៖ អូមូរ៉េនឌុចស្យុង

- បាតុភូតអូមូរ៉េនឌុចស្យុងកើតមានកាលណាមានបម្រែបម្រួលចរន្តនៅក្នុងសៀគ្វីដែលមានបូមីនមានអាំងឌុចតង់  $L$  ។
- ចរន្តអូមូរ៉េនឌុចស្យុងកើតក្នុងបូមីនប្រឆាំងនឹងបម្រែបម្រួលនៃចរន្តនៅក្នុងសៀគ្វី។ ឧទាហរណ៍៖ បាតុភូតអូមូរ៉េនឌុចស្យុងកើតមាននៅពេលគេបិទសៀគ្វីធ្វើឱ្យអំពូលដែលតជាសេរីជាមួយនឹងបូមីនមិនក្លីតាមរបប ធម្មតា ភ្លាមទេ។
- អាំងឌុចតង់ ជាមេគុណសមមាត្ររវាង  $\Phi$  និង  $i$  អាស្រ័យនឹងលក្ខណៈធរណីមាត្រនៃសៀគ្វី៖

$$\Phi = L i$$

$\Phi$  ជាតូចម៉ាញេទិច (Wb)

$L$  ជាអាំងឌុចតង់ គិតជាហង់រី (H)

$i$  ជាចរន្តអគ្គិសនី (A)

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូមូរ៉េនឌុចស្យុង ដែលកើតមានក្នុងបូមីនឱ្យដោយកន្សោម៖

$$e = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \quad \text{ឬ} \quad e = -L \frac{di}{dt}$$

$e$  ជាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូមូរ៉េនឌុចស្យុង (V)

$L$  ជាអាំងឌុចតង់ (H)

$i$  ជាកន្សោមចរន្តអគ្គិសនី (A)

- អាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីតដែលគ្មានស្នូលដែកឱ្យដោយរូបមន្ត៖

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} A \quad \text{ដែល} \quad A = \pi R^2 = \pi \frac{D^2}{4}$$

$L$  អាំងឌុចតង់ (H),  $\Phi$  ជាតូចម៉ាញេទិច (Wb)

$i$  ជាចរន្តអគ្គិសនី (A),  $A$  ផ្ទៃមុខកាត់សូលេណូអ៊ីត ( $m^2$ ),

$\ell$  ប្រវែងសូលេណូអ៊ីត (m),  $N$  ជាចំនួនសៀសូលេណូអ៊ីត

$R$  កាំសូលេណូអ៊ីត (m),  $D$  អង្កត់ផ្ចិតសូលេណូអ៊ីត (m)

- តង់ស្យុង  $V_{AB}$  រវាងគោលនៃបូមីន ( $r, L$ ) ឱ្យដោយ

$$V_{AB} = ri + L \frac{di}{dt}$$

$r$  ជាស៊ីស្តង់ក្នុងរបស់បូមីន ( $\Omega$ )

i ជាកន្សោមចរន្តអគ្គិសនី (A)

L អាំងឌុចតង់ (H)

$V_{AB}$  ជាតង់ស្យុង រវាងគោលនៃបូមីន (V)

- ថេរពេល ( $\tau$ ) ក្នុងសៀគ្វី ( $R, L$ ) ឱ្យដោយរូបមន្ត  $\tau = \frac{L}{R}$

T ជាថេរពេលក្នុងសៀគ្វី ( $R, L$ ) (s)

R ជារស្មីស្តង់ស្របរបស់សៀគ្វី ( $R, L$ ) ( $\Omega$ )

- សមីការចរន្តអគ្គិសនីនៅខណៈ t ក្នុងសៀគ្វី ( $R, L$ )

$$i(t) = I_p \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

ដែល  $I_p = \frac{E}{R}$  ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តក្នុងរបបអចិន្ត្រៃយ៍ គិតជាអំពែ (A)

$\tau$  ជាថេរពេលក្នុងសៀគ្វី ( $R, L$ ) (s)

t ជាខណៈពេលមួយ (s)

i(t) ជាកន្សោមចរន្តអគ្គិសនី (A)

- ក្នុងករណីបើកកុងតាក់ (ចំហសៀគ្វី)៖

$$i(t) = I_p e^{-\frac{t}{\tau}}$$

- ថាមពលម៉ាញ៉េទិច  $E_L$  ក្នុងបូមីនមួយដែលមានអាំងឌុចតង់ L ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត i ស្មើ

$$E_L = \frac{1}{2} Li^2$$

$E_L$  ជាថាមពលអេឡិចត្រូម៉ាញ៉េទិចក្នុងបូមីនគិតជាស៊ូល (J)

i ជាតម្លៃចរន្តអគ្គិសនី គិតជាអំពែ (A)

L អាំងឌុចតង់របស់បូមីនគិតជា(H)

- ក្នុងរយៈពេលនៃលំយោលអគ្គិសនីស៊េរីមិនថយនៃសៀគ្វី ( $L, C$ ) តង់ស្យុងរវាងគោលនៃកុងដង់សាទ័រគោរពតាមសមីការឌីផេរ៉ង់ស្យែល៖

$$\frac{d^2 V_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} V_c = 0 \quad \text{ឬ} \quad \ddot{V}_c + \frac{1}{LC} V_c = 0$$

L ជាអាំងឌុចតង់របស់ប្លង់ (H)

C ជាកាប៉ាស៊ីតេ របស់កុងដង់សាទ័រ (F)

$V_c$  ជាកន្សោមតង់ស្យុងរបស់គោលកុងដង់សាទ័រ (V)

- អនុគមន៍  $V_c(t) = V_m \cos(\omega_o t + \phi_o)$  ជាចម្លើយរបស់សមីការឌីផេរ៉ង់ស្យែល

$$\frac{d^2 V_c(t)}{dt^2} + \frac{1}{LC} V_c(t) = 0 \quad \text{ហើយ} \quad \omega_o = \frac{2\pi}{T_o} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$\omega_o$  ពុលសាស្យុងផ្ទាល់របស់លំយោលអគ្គិសនី (rad/s)

$T_o$  ជាខួបផ្ទាល់របស់លំយោលអគ្គិសនីដែល  $T_o = 2\pi\sqrt{LC}$  គិតជា (s)

$V_m$  តម្លៃតង់ស្យុងអតិបរិមា (V)

$\phi_o$  ជាស្ថានភាពរបស់លំយោលអគ្គិសនី (rad)

- ប្រេកង់ផ្ទាល់របស់លំយោលអគ្គិសនី៖  $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  (Hz) ។

- ថាមពលកុងដង់សាទ័រ៖

$$E_c = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} qV$$

q បន្ទុកអគ្គិសនី គិតជាកូឡុំ (C)

- កន្សោមបន្ទុកនៃកុងដង់សាទ័រ  $q(t) = q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \phi_o\right)$  ដែល  $q_m$  ជាបន្ទុកអតិបរិមារបស់កុងដង់សាទ័រគិតជាកូឡុំ (C)

- កន្សោមអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត

$$i(t) = i_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \phi_o + \frac{\pi}{2}\right) = -i_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \phi_o\right)$$

ដែល  $i_m$  ជាតម្លៃអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអតិបរិមាក្នុងសៀគ្វី(L, C) គិតជាអំពែ(A)

- ទំនាក់ទំនងរវាង អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអតិបរិមា  $i_m$  និងបន្ទុកអតិបរិមារបស់កុងដង់សាទ័រ  $q_m$  គឺ

$$i_m = q_m \frac{2\pi}{T_o} = CV_m \frac{2\pi}{T_o}, \quad q_m = CV_m$$

- ក្នុងករណីសៀគ្វីអ៊ីដេអាល់ (LC) ថាមពលនៃសៀគ្វីរក្សាតម្លៃថេរ

$$E_{LC} = E_L + E_C = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} CV_c^2 = \text{ថេរ}$$

$E_{LC}$  ថាមពលសរុបនៃសៀគ្វី(LC) (J)

$E_L$  ថាមពលម៉ាញ៉េទិច ក្នុងប្លង់ (J)

$E_C$  ថាមពលអគ្គិសនី ក្នុងកុងដង់សាទ័រ (J)

- តែកាលណាបើ  $V_C = V_L$ ,  $i = 0$  ឬ កាលណា បើ  $V_C = 0$ ,  $i = i_m$  នោះគេអាចសរសេរ៖

$$E_{LC} = \frac{1}{2} C V_m^2 = \frac{1}{2} L i_m^2$$

**ឧទាហរណ៍៖** សូលេណូអ៊ីតមួយមានប្រវែង  $\ell = 1.0\text{m}$  មានអង្កត់ផ្ចិត  $D = 4.0\text{cm}$  និងមានចំនួនស្បៀ

$N = 100$  ។ យក  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (\text{T} \cdot \text{m}/\text{A})$

ក. គណនាអាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីត

ខ. គេធ្វើឱ្យចរន្តប្រែប្រួល  $i = (5.0t + 2.0) (\text{A})$  ឆ្លងកាត់សូលេណូអ៊ីត។

គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វី ដែលកើតមានក្នុងសូលេណូអ៊ីត។

**ចម្លើយ៖** ក. គណនាអាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីត

$$\text{តាមរូបមន្ត } L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} A$$

$$\text{ដោយ } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (\text{T} \cdot \text{m}/\text{A}), N = 100, A = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \frac{0.040^2}{4} = 1.256 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$\ell = 1.0\text{m}$$

$$L = 4 \times 3.14 \times 10^{-7} \frac{100^2 \times 1.256 \times 10^{-3}}{1.0} = 1.6 \times 10^{-5} \text{H}$$

ខ. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វី

គេធ្វើឱ្យចរន្តប្រែប្រួល  $i = 5.0t + 2.0$  ឆ្លងកាត់សូលេណូអ៊ីត

$$\text{តាមរូបមន្ត } e = -L \frac{di(t)}{dt}$$

$$\text{ដោយ } L = 1.577 \text{mH} = 1.577 \times 10^{-5} \text{H}, \frac{di(t)}{dt} = \frac{d(5.0t+2.0)}{dt} = 5.0 \text{A/s}$$

$$e = -(1.577 \times 10^{-5}) \times 5.0 = -7.9 \times 10^{-5} \text{V}$$

**ឧទាហរណ៍២៖** ក.គណនាអាំងឌុចតង់របស់សូលេណូអ៊ីតដែលមានចំនួនស្បៀ 300 ។ ប្រសិនបើប្រវែងសូលេណូអ៊ីត 25cm និងផ្ទៃមុខកាត់របស់សូលេណូអ៊ីត  $4.0\text{cm}^2$ ។

ខ. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វីក្នុងសូលេណូអ៊ីត បើចរន្តថយចុះដោយ

អត្រា  $50 \text{ A/s}$ ។ គេឱ្យ  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m}/\text{A}$

**ចម្លើយ៖** ក.អាំងឌុចតង់របស់សូលេណូអ៊ីត

$$\text{តាមរូបមន្ត } L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} A$$

$$\text{ដោយ } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (\text{T} \cdot \text{m})/\text{A}, N = 300, A = 4.0\text{cm}^2 = 4.0 \times 10^{-4} \text{m}^2,$$

$$\ell = 25\text{cm} = 0.25\text{m}$$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{300^2}{0.25} 4.0 \times 10^{-4} = 0.18 \times 10^{-3} \text{H}$$

ខ.គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វីក្នុងសូលេណូអ៊ីត

$$\text{តាមរូបមន្ត } e = -L \frac{di(t)}{dt}$$

$$\text{ដោយ } L = 0.1809 \text{mH} = 1.809 \times 10^{-4} \text{H}, \frac{di(t)}{dt} = -50 \text{A/s}$$

$$\text{នាំឱ្យ } e = -(1.809 \times 10^{-4}) \times (-50) = 9.0 \times 10^{-3} \text{V}$$

**ឧទាហរណ៍៣៖** ក. គេផ្ទុកកុងដង់សាទ័រមួយដែលមានកាប៉ាស៊ីតេ  $C = 1.0\mu\text{F}$  ក្រោមតង់ស្យុង

$V = E = 2.0\text{V}$  ។ គណនាថាមពលដែលស្តុកក្នុងកុងដង់សាទ័រនៅពេលផ្ទុក។

ខ. កុងដង់សាទ័រដែលផ្ទុករួចនោះ ត្រូវបានគេតភ្ជាប់ទៅនឹងគោលនៃបូមីនមួយ ដែលមានអាំងឌុចតង់  $L = 0.10\text{H}$  និងមានវេស៊ីស្តង់ក្នុងអាចចោលបាន។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអតិបរិមា  $i_m$  ។

**ចម្លើយ៣៖** ក. គណនាថាមពលដែលផ្ទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រនៅពេលផ្ទុក

តាមរូបមន្ត  $E_C = \frac{1}{2}CV^2$  ដោយ  $C = 1.0\mu\text{F} = 1.0 \times 10^{-6}\text{F}$  និង  $V = E = 2.0\text{V}$

$$E_C = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 10^{-6} \times 2.0^2 = 2.0 \times 10^{-6} \text{ J}$$

ខ. គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអតិបរិមា

តាមច្បាប់រក្សាថាមពល  $E_C = E_L = \frac{1}{2}Li_m^2$

$$\text{នាំឱ្យ } i_m = \sqrt{\frac{2E_C}{L}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.0 \times 10^{-6}}{0.10}} = 6.3 \times 10^{-3} \text{ A}$$

**ឧទាហរណ៍៤៖** បូមីនមួយមានវេស៊ីស្តង់ក្នុង  $R = r = 6.0\Omega$  និងមានអាំងឌុចតង់  $L$ ។

គណនាអាំងឌុចតង់ បើថេរពេលមានតម្លៃ  $\tau = 2.0 \times 10^{-3}\text{s}$ ។

**ចម្លើយ៤៖** គណនាអាំងឌុចតង់

តាមរូបមន្ត  $\tau = \frac{L}{R} \Rightarrow L = \tau \times R$

ដោយ  $R = r = 6.0\Omega$  និង  $\tau = 2.0 \times 10^{-3}\text{s}$

$$\text{នាំឱ្យ } L = 2.0 \times 10^{-3} \times 6.0 = 12 \times 10^{-3} \text{ H}$$

**ឧទាហរណ៍៥៖** គណនាអាំងឌុចតង់ របស់សៀគ្វីលំយោលអគ្គិសនី LC ដែលមានប្រេកង់  $f = 120\text{Hz}$  នៅពេលកុងដង់សាទ័រ  $C = 8.0\mu\text{F}$  ។

**ចម្លើយ៥៖** គណនាអាំងឌុចតង់ ( $L$ )

តាមរូបមន្ត  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow L = \frac{1}{f^2 4\pi^2 C}$

ដោយ  $f = 120\text{Hz}$  និង  $C = 8.0\mu\text{F} = 8.0 \times 10^{-6}\text{F}$

$$\text{នាំឱ្យ } L = \frac{1}{120^2 \times 4 \times 3.14^2 \times 8.0 \times 10^{-6}} = 0.22\text{H}$$

**ឧទាហរណ៍៦៖** គេមានសៀគ្វីដូចរូបខាងក្រោមដែលមានវេស៊ីស្តង់  $55\Omega$  ចំនួនបួន និងបូមីន  $37\text{mH}$  មួយ ភ្ជាប់ទៅនឹងបាតេរី  $6.0\text{V}$  ។

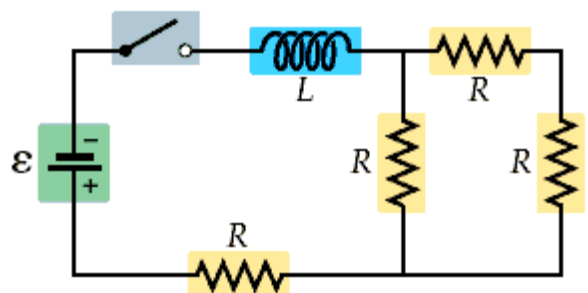
ក. គណនាវេស៊ីស្តង់សមមូលនៃសៀគ្វី។

ខ. គណនាថេរពេលនៃសៀគ្វី ក្រោយពេលបិទកុងតាក់។

គ. គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តនៅខណៈ

ពេល  $t = 2\tau$ ,  $t = \infty$  ក្រោយពេលបិទ

កុងតាក់។



ចម្លើយ៖ ក.គណនាស៊ីស្តង់សមមូល

$$\text{តាមរូបមន្ត } R_{eq} = R + \left( \frac{2R \times R}{2R + R} \right) = \frac{3R^2 + 2R^2}{3R} = \frac{5}{3}R = \frac{5}{3} \times 55 = 91.7 = 92\Omega$$

ខ.គណនាថេរពេលនៃសៀគ្វី

$$\text{តាមរូបមន្ត } \tau = \frac{L}{R_{eq}} \text{ ដោយ } R_{eq} = 91.7\Omega, L = 37\text{mH} = 0.037\text{H}$$

$$\text{គេបាន } \tau = \frac{0.037}{91.7} = 4.0 \times 10^{-4} \text{s}$$

គ.គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តនៅខណៈពេល  $t = 2\tau, t = \infty$

$$\text{យើងមាន } i(t) = I_p \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) = \frac{E}{R_{eq}} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$\text{បើ } t = 2\tau \text{ នោះ } i = \frac{6.0}{91.7} \left( 1 - e^{-\frac{2\tau}{\tau}} \right) = 0.057\text{A}$$

$$\text{បើ } t = \infty \text{ នោះ } i = \frac{6.0}{91.7} \left( 1 - e^{-\frac{\infty}{\tau}} \right) = 0.065\text{A}$$

**ឧទាហរណ៍៧៖** សូលេណូអ៊ីតមួយមានប្រវែង 1.5m និងមាន 470 ស្បៀក្នុង 1.0m

ផ្ទុកថាមពលម៉ាញ៉េទិច 0.31J នៅពេលមានចរន្តអគ្គិសនី 12A ឆ្លងកាត់វា។ គេឱ្យ

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m} / \text{A}$$

ក. គណនាអាំងឌុចតង់របស់សូលេណូអ៊ីត

ខ. គណនាផ្ទៃមុខកាត់របស់សូលេណូអ៊ីត

ចម្លើយ៖ ក.គណនាអាំងឌុចតង់របស់សូលេណូអ៊ីត

$$\text{តាមរូបមន្ត } E_L = \frac{1}{2} Li^2 \Rightarrow L = \frac{2E_L}{i^2}$$

$$\text{ដោយ } E_L = 0.31\text{J} ; i = 12\text{A}$$

$$\text{គេបាន } L = \frac{2(0.31)}{(12)^2} = 0.0043\text{H}$$

ខ.គណនាផ្ទៃមុខកាត់របស់សូលេណូអ៊ីត

$$\text{តាមរូបមន្ត } L = \mu_0 n^2 A \ell \Rightarrow A = \frac{L}{\mu_0 n^2 \ell}$$

$$\text{ដោយ } L = 0.0043\text{H}, \ell = 1.5\text{m}, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m} / \text{A}, n = 470 \text{ស្បៀ} / \text{m}$$

$$\text{គេបាន } A = \frac{(0.0043)}{(4\pi \times 10^{-7})(470)^2 (1.5)} = 1.0 \times 10^{-2} \text{m}^2$$

**ឧទាហរណ៍៨៖** សូលេណូអ៊ីតប្រវែង 0.75m មានចំនួន 455 ស្បៀក្នុង 1.0m និងមានផ្ទៃមុខកាត់

$1.81 \times 10^{-3} \text{m}^2$  ។ ចរន្តឆ្លងកាត់សូលេណូអ៊ីតកើនពីសូន្យ រហូតដល់ 2.0A ក្នុងរយៈពេល 45.5ms ។

គណនាអាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីតនិងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វិកើតមានក្នុងសូលេណូអ៊ីត។

$$\text{គេឱ្យ } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m} / \text{A}$$



ចម្លើយ៨៖ គណនាអាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីត

$$\text{តាមរូបមន្ត } L = \mu_0 n^2 A \ell$$

$$\text{ដោយ } A = 1.81 \times 10^{-3} \text{ m}^2, \ell = 0.75 \text{ m}, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}, n = 455 \text{ ត្រង់/m}$$

$$\text{គេបាន } L = (4\pi \times 10^{-7})(455)^2(1.81 \times 10^{-3})(0.75) = 3.5 \times 10^{-4} \text{ H}$$

គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វីកើតមានក្នុងសូលេណូអ៊ីត

$$\text{តាមរូបមន្ត } e = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$\text{ដោយ } L = 0.000353 \text{ H}, \Delta i = i_2 - i_1 = 2.0 - 0 = 2.0 \text{ A}, \Delta t = 45.5 \text{ ms} = 45.5 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$\text{គេបាន } e = -353 \times 10^{-6} \frac{2.0}{45.5 \times 10^{-3}} = -16 \times 10^{-3} \text{ V}$$

### ជំពូក៣ អគ្គិសនីនិចម៉ាញេទិច មេរៀនទី៤៖ សៀគ្វីចរន្តឆ្លាស់

- ចរន្តឆ្លាស់ ជាចរន្តអគ្គិសនីដែលប្តូរទិសដៅពីរដងក្នុងមួយខួប។
- ចរន្តឆ្លាស់ដែលងាយជាងគេ គឺចរន្តឆ្លាស់ស៊ីនុស្សអ៊ីតដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេខណៈ  $i(t)$  នៅខណៈ  $t$  មានកន្សោម  $i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi)$

$i(t)$  ជាកន្សោមចរន្ត ;  $\omega$  ជាពុលសាស្ស័ង គិតជា (rad / s)

$I_m$  ជាអំព្លឺទុកឬអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអតិបរិមា គិតជា (A)

$\varphi$  ជាផាសដើមរបស់ចរន្តឆ្លាស់ស៊ីនុស្សអ៊ីត (rad)

- ចរន្តឆ្លាស់មានផលប៉ះ គឺ ផលគីមី ផលកម្ដៅ និងផលម៉ាញេទិច។
- អាំងតង់ស៊ីតេប្រសិទ្ធនៃចរន្តឆ្លាស់ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តជាប់ដែលឆ្លងកាត់អេស៊ីស្តង់ ដូចគ្នាហើយក្នុងរយៈពេលដូចគ្នាមានភាយបរិមាណកម្ដៅស្មើគ្នា។ គេបាន

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$I$  ជាអាំងតង់ស៊ីតេប្រសិទ្ធគិតជា (A) ,

$I_m$  ជាអាំងតង់ស៊ីតេអតិបរិមាគិតជា (A)

- កន្សោមតង់ស្យុងខណៈ មានកន្សោម  $V(t) = V_m \sin \omega t$

$V(t)$  ជាកន្សោមតង់ស្យុង (V)

$V_m$  ជាតង់ស្យុងអតិបរិមាគិតជា (V)

- តង់ស្យុងប្រសិទ្ធ ស្មើនឹងតង់ស្យុងថេរមួយរវាងចុងទាំងពីរនៃអេស៊ីស្តង់សុទ្ធមួយដែលក្នុង រយៈពេលដូចគ្នាញ៉ាំងឱ្យមានបរិមាណកម្ដៅស្មើគ្នា។ គេបាន

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$V$  ជាតង់ស្យុងប្រសិទ្ធគិតជា (V)

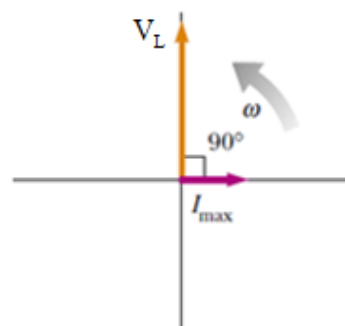
- កំណត់សៀគ្វីមានតែអាំងឌុចតង់សុទ្ធ មានអំប៉ែដង៖

$$Z_L = L\omega \quad \text{ហើយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត យឺតជាស} \frac{\pi}{2}$$

ជាតង់ស្យុង ។

$Z_L$  ជាអំប៉ែដងបូប៊ីន ( $\Omega$ )

$L$  ជាអាំងឌុចតង់របស់បូប៊ីន (H)



ករណីបូមីនមានអស៊ីស្តង់  $Z_L = \sqrt{R_L^2 + (L\omega)^2}$  ដែល  $R_L$  ជាអស៊ីស្តង់របស់បូមីន។

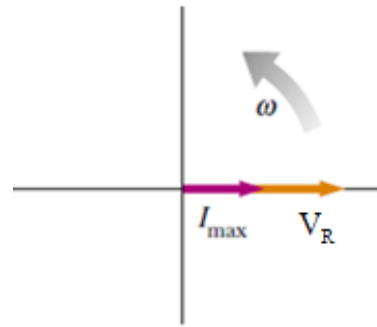
- កំណត់សៀគ្វីមានតែអស៊ីស្តង់សុទ្ធ មានអំប៊ែដង់

$$Z_R = R \quad \text{ហើយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត}$$

និងតង់ស្យុងស្របជាសក្តា។

$Z_R$  ជាអំប៊ែដង់អស៊ីស្តង់សុទ្ធ គិតជា ( $\Omega$ )

$R$  ជាអស៊ីស្តង់របស់អស៊ីស្តង់ គិតជា ( $\Omega$ )



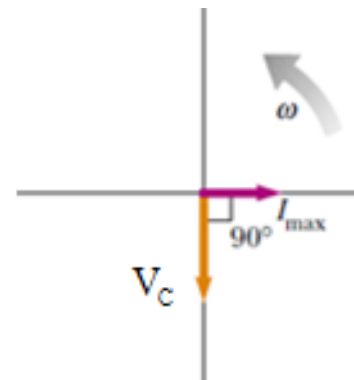
- កំណត់សៀគ្វីមានតែកុងដង់សាទ័រសុទ្ធ មានអំប៊ែដង់

$$Z_c = \frac{1}{C\omega} \quad \text{ហើយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត ល្បឿនជាស} \quad \frac{\pi}{2}$$

ជាតង់ស្យុង ។

$Z_c$  ជាអំប៊ែដង់កុងដង់សាទ័រសុទ្ធ គិតជា ( $\Omega$ )

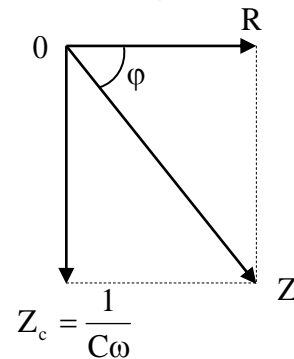
$C$  ជាកាប៉ាស៊ីតេរបស់កុងដង់សាទ័រ គិតជា (F)



- កំណត់សៀគ្វី ( $RC$ ) មានអស៊ីស្តង់ និង កុងដង់សាទ័រតជាស៊េរី មានអំប៊ែដង់

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2} \quad \text{ហើយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តល្បឿនជាសជាតង់ស្យុង} \quad \varphi \quad \text{ដែល}$$

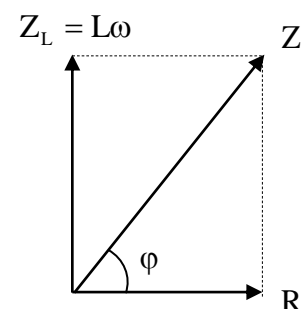
$$\tan \varphi = \frac{\frac{1}{C\omega}}{R} = \frac{1}{RC\omega}$$



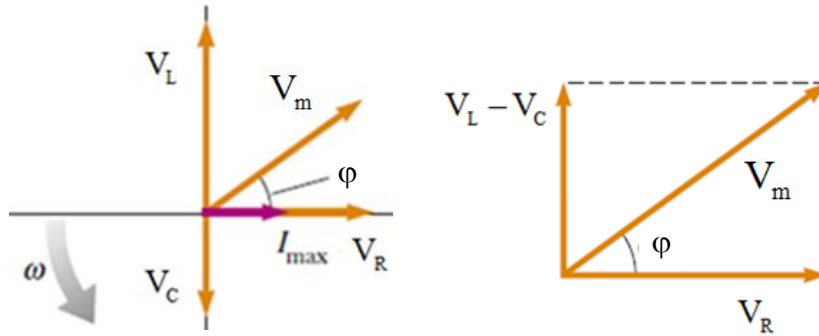
- កំណត់សៀគ្វី ( $RL$ ) មានបូមីន និងអស៊ីស្តង់ តជាស៊េរី មានអំប៊ែដង់  $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$

ហើយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត យឺតជាសជាតង់ស្យុង  $\varphi$  ដែល

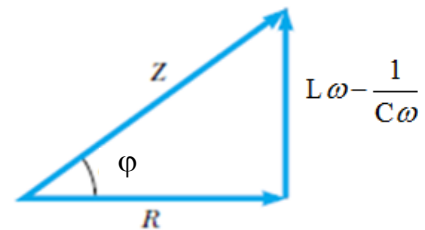
$$\tan \varphi = \frac{L\omega}{R}$$



- កំណត់សៀគ្វី (RLC) មានបូមីន (L) កុងដង់សាទ័រ (C) និងរេស៊ីស្តង់ (R) តជាស៊េរីមានអំប៊ែដង់



$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$



គម្លាតជាសរាង អាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត  
និងតង់ស្យុងអាចគណនាតាមរូបមន្ត

$$\tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \quad \text{ឬ} \quad \cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

- \* បើ  $L\omega > \frac{1}{C\omega}$  ចរន្តយឺតជាសរាងតង់ស្យុង។
- \* បើ  $L\omega < \frac{1}{C\omega}$  ចរន្តលឿនជាសរាងតង់ស្យុង។
- \* បើ  $L\omega = \frac{1}{C\omega}$  ចរន្តស្របជាសរាងតង់ស្យុង។

- ក្នុងសៀគ្វី (RLC) វេស្វណង់អគ្គិសនីកើតមានកាលណា៖

$$Z_L = Z_C \Leftrightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega} \quad \text{ឬ} \quad LC\omega^2 = 1$$

ដូចនេះ  $Z = R, \varphi = 0$  អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តមានតម្លៃអតិបរិមាហើយ  $i(t)$  និង  $V(t)$  ស្របជាសគ្នា។

- អានុភាពមធ្យមផ្ទេរក្នុងសៀគ្វីមួយជាផលធៀបរវាងថាមពលសរុបនឹងរយៈពេលផ្ទេរនោះ។

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{នាំឱ្យ} \quad P = VI \cos \varphi$$

$\cos \varphi$  ជាកត្តាអានុភាព

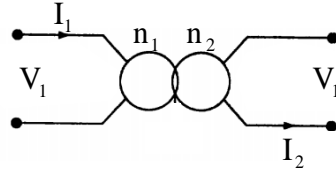
P ជាអានុភាពមធ្យម (W)

W ជាថាមពលសរុប (J)

VI ជាអានុភាពទំនង (W)

- ត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រជាឧបករណ៍សម្រាប់ដំឡើង ឬបន្ថយតង់ស្យុងចរន្តឆ្លាស់។
- រូបមន្តផលធៀបបំប្លែងត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រ ៖

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} = K$$



- រូបមន្តផលធៀបបំប្លែងត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រអ៊ីដេអាល់ (ទិន្នផល 100% ដែល) ៖

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{I_1}{I_2} = K$$

$V_2$  ជាតង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៅរ៉ឺម៉ក (V)

$V_1$  ជាតង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៅប៉ូបម (V)

$I_1$  ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តប្រសិទ្ធនៅប៉ូបម (A)

$I_2$  ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តប្រសិទ្ធនៅរ៉ឺម៉ក (A)

$n_2$  ជាចំនួនស្ប៉ូលនៅរ៉ឺម៉ក

$n_1$  ជាចំនួនស្ប៉ូលនៅប៉ូបម

K ជាផលធៀបបំប្លែងរបស់ត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រ

\* បើ  $K > 1$  ត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រនោះជាប្រដាប់ដំឡើងតង់ស្យុងហៅថា ស្វ័យម៉ាទ័រ។

\* បើ  $K < 1$  ត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រនោះជាប្រដាប់បន្ថយតង់ស្យុងហៅថា ស្វ័យម៉ាទ័រ។

- ទិន្នផលត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រ ឱ្យដោយរូបមន្ត  $R_d = \frac{Pe_2}{Pe_1}$

- តុល្យភាពអានុភាពនៃត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រ  $Pe_1 = Pe_2 + P_j$

ដែល  $Pe_2 = V_2 I_2$  និង  $Pe_1 = V_1 I_1$

$Pe_2$  ជាអានុភាពច្រកចេញនៃត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រ (នៅរ៉ឺម៉ក) គិតជាវ៉ាត់ (W)

$Pe_1$  ជាអានុភាពច្រកចូលនៃត្រង់ស្វ័យម៉ាទ័រ (នៅប៉ូបម) គិតជាវ៉ាត់ (W)

$P_j$  ជាអានុភាពខាតបង់ គិតជាវ៉ាត់ (W)

**ឧទាហរណ៍១៖** តង់ស្យុងចេញរបស់ប្រភពចរន្តឆ្លាស់ ឱ្យដោយ  $V(t) = (200V)\sin \omega t$  ។ គណនា ចរន្តប្រសិទ្ធ ពេលភ្ជាប់ទៅនឹង អស៊ីស្តង់  $R = 100\Omega$  ។

**ចម្លើយ៖** គណនាចរន្តប្រសិទ្ធ

$$\text{តាមរូបមន្ត } I = \frac{V}{R} \text{ តែ } V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$\text{ដោយ } V_m = 200V \text{ នាំឱ្យ } V = \frac{200}{\sqrt{2}} = 141V$$

$$\text{នោះ } I = \frac{V}{R} = \frac{141}{100} = 1.41A$$

**ឧទាហរណ៍២៖** សៀគ្វី AC បូមីនសុទ្ធ ដែលមានអាំងឌុចតង់  $L = 25.0mH$  និងតង់ស្យុងប្រសិទ្ធ  $V = 150V$  ។ គណនាអំប៉ែដង់នៃសៀគ្វី AC និងចរន្តប្រសិទ្ធ ប្រសិនបើប្រេកង់សៀគ្វី  $f = 60.0Hz$  ។

**ចម្លើយ២៖** គណនាអំប៉ែដង់នៃសៀគ្វី AC

$$\text{កំណត់សៀគ្វីមានតែបូមីនសុទ្ធ មានអំប៉ែដង់ } Z_L = L\omega = 2\pi fL$$

$$\text{ដោយ } L = 25.0mH = 25.0 \times 10^{-3}H \text{ និង } f = 60.0Hz$$

$$Z_L = 2\pi fL = 2 \times 3.14 \times 60(25 \times 10^{-3}) = 9.42\Omega$$

$$\text{ចរន្តប្រសិទ្ធ } I = \frac{V}{Z_L} = \frac{150}{9.42} = 15.9A$$

**ឧទាហរណ៍៣៖** កុងដង់សាទ័រ មានកាប៉ាស៊ីតេ  $C = 8.00\mu F$  ត្រូវបានភ្ជាប់ ទៅនឹងប្រភពចរន្តឆ្លាស់ ដែលមានប្រេកង់  $f = 60.0Hz$  និងតង់ស្យុងប្រសិទ្ធ  $V = 150V$  ។ គណនាអំប៉ែដង់និង ចរន្តប្រសិទ្ធរបស់សៀគ្វី។

**ចម្លើយ៣៖** គណនាអំប៉ែដង់ និងចរន្តប្រសិទ្ធនៃសៀគ្វី

$$\text{កំណត់សៀគ្វីមានតែកុងដង់សាទ័រសុទ្ធ មានអំប៉ែដង់ } Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

$$\text{តែ } \omega = 2\pi f \Rightarrow Z_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$\text{ដោយ } C = 8.00\mu F = 8.00 \times 10^{-6}F \text{ និង } f = 60.0Hz$$

$$Z_C = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 60.0 \times 8.00 \times 10^{-6}} = 332\Omega$$

$$\text{អាំងតង់ស៊ីតេប្រសិទ្ធ}$$

$$I = \frac{V}{Z_C} = \frac{150}{332} = 0.452A$$

**ឧទាហរណ៍៤៖** សៀគ្វី ចរន្តឆ្លាស់ RLC តជាស៊េរីម៉ា  $R = 425\Omega$ ,  $L = 1.25H$ ,  $C = 3.50\mu F$ ,  $\omega = 377\text{rad/s}$

និង  $V_m = 150V$  ។

ក. កំណត់  $Z_L$ ,  $Z_C$ ,  $Z$

ខ. គណនាចរន្តអតិបរិមាបស់សៀគ្វី

គ. គណនាគម្លាតជាសរុបរវាងចរន្ត និងតង់ស្យុង

ឃ. គណនាតង់ស្យុងអតិបរិមា និង កន្សោមតង់ស្យុងរវាងគោលនៃធាតុនីមួយៗ

**ចម្លើយ៖** ក. កំណត់  $Z_L$ ,  $Z_C$ ,  $Z$

$$\text{តាម } Z_L = L\omega, Z_C = \frac{1}{C\omega}, Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

ដោយ  $R = 425\Omega$ ,  $L = 1.25H$ ,  $C = 3.50\mu F = 3.50 \times 10^{-6}F$ ,  $\omega = 377\text{rad/s}$

$$Z_L = L\omega = (1.25)(377) = 471\Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{3.50 \times 10^{-6} \times 377} = 758\Omega$$

$$Z = \sqrt{425^2 + (471 - 758)^2} = 513\Omega$$

ខ. គណនាចរន្តអតិបរិមាបស់សៀគ្វី

$$I_m = \frac{V_m}{Z} = \frac{150}{513} = 0.292A$$

គ. គណនាគម្លាតជាសរុប រវាងចរន្ត និងតង់ស្យុង

$$\tan \varphi = \frac{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}{R}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left( \frac{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}{R} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{471 - 758}{425} \right) = -0.594\text{rad} \quad \text{rad}$$

ឃ. គណនាតង់ស្យុងអតិបរិមារវាងគោលនៃធាតុនីមួយៗ

$$V_{R\max} = I_{\max} R = (0.292)(425) = 124V$$

$$V_{L\max} = I_{\max} Z_L = (0.292)(471) = 138V$$

$$V_{C\max} = I_{\max} Z_C = (0.292)(758) = 221V$$

កន្សោមតង់ស្យុង រវាងគោលនៃធាតុនីមួយៗ

$$V_R(t) = V_{R\max} \sin(\omega t) = 124 \sin(377t) \quad (V)$$

$$V_L(t) = V_{L\max} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 138 \cos(377t) \quad (V)$$

$$V_C(t) = V_{C\max} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = -221 \cos(377t) \quad (V)$$

**ឧទាហរណ៍៖** សៀគ្វី RLC តជាស៊េរី ដែលមានរេស៊ីស្តង់  $40.0\Omega$  កុងដង់សាទ័រ  $5.00\mu\text{F}$  និងបូមីន  $3.00\text{mH}$  ។

ក. គណនាអំប៉ែដង់នៃសៀគ្វី នៅពេលប្រេកង់នៃប្រភពស្មើ  $60\text{Hz}$  និង  $10\text{kHz}$  ។

ខ. ប្រសិនបើតង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៃប្រភព  $V=120\text{V}$  ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តប្រសិទ្ធ  $I$  ក្នុងករណីប្រេកង់នៃប្រភពនីមួយៗខាងលើ។

**ចម្លើយ៖** ក. គណនាអំប៉ែដង់នៃសៀគ្វី

$$\text{តាមរូបមន្ត } Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$\text{តែ } Z_L = L\omega \text{ និង } Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

$$\text{គេបាន } Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

$$\text{ដោយ } L = 3.00\text{mH} = 3.00 \times 10^{-3}\text{H}, C = 5.00\mu\text{F} = 5.00 \times 10^{-6}\text{F}, R = 40.0\Omega, \omega = 2\pi f$$

$$\text{នោះ } Z = \sqrt{40.0^2 + \left(3.00 \times 10^{-3} \times 2\pi f - \frac{1}{5.00 \times 10^{-6} \times 2\pi f}\right)^2}$$

- បើ  $f = 60.0\text{Hz}$  គេបាន

$$Z = \sqrt{40.0^2 + \left(3.00 \times 10^{-3} \times 2\pi \times 60.0 - \frac{1}{5.00 \times 10^{-6} \times 2\pi \times 60.0}\right)^2} = 531\Omega$$

- បើ  $f = 10.0\text{kHz} = 1.00 \times 10^4\text{Hz}$  គេបាន

$$Z = \sqrt{40.0^2 + \left(3.00 \times 10^{-3} \times 2\pi \times 1.00 \times 10^4 - \frac{1}{5.00 \times 10^{-6} \times 2\pi \times 1.00 \times 10^4}\right)^2} = 190\Omega$$

ខ. គណនា  $I$  ក្នុងករណីប្រេកង់នៃប្រភពនីមួយៗដូចខាងលើ

$$\text{តាមរូបមន្ត } I = \frac{V}{Z} \text{ តែ } V = 120\text{V}$$

$$\text{- ចំពោះ } f = 60\text{Hz} \text{ គេបាន } I = \frac{120}{531} = 0.226\text{A}$$

$$\text{- ចំពោះ } f = 10\text{kHz} \text{ គេបាន } I = \frac{120}{190} = 0.633\text{A}$$

**ឧទាហរណ៍៖** សៀគ្វី RLC តជាស៊េរី ដូចមុន ដែលមានរេស៊ីស្តង់  $40\Omega$  កុងដង់សាទ័រ  $5.0\mu\text{F}$  និងបូមីន  $3.0\text{mH}$  ។

ក. គណនាប្រេកង់រេសូណង់

ខ. ចូរគណនាអាំងតង់ស៊ីតេប្រសិទ្ធ  $I$  ប្រសិនបើតង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៃប្រភព  $V = 220\text{V}$

**ចម្លើយ៖** ក. គណនាប្រេកង់រេសូណង់

$$\text{តាមរូបមន្ត } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\text{ដោយ } L = 3.0\text{mH} = 3.0 \times 10^{-3}\text{H}, C = 5.0\mu\text{F} = 5.0 \times 10^{-6}\text{F}$$



$$\text{គេបាន } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{3.0 \times 10^{-3} \times 5.0 \times 10^{-6}}} = 1.3 \times 10^3 \text{ Hz}$$

ខ. ចូរគណនា I

$$\text{តាមរូបមន្ត } I = \frac{V}{R}$$

$$\text{គេបាន } I = \frac{220}{40} = 5.5 \text{ A}$$

**ឧទាហរណ៍៧៖** សៀគ្វី RLC គឺជាស៊េរី ដែលមានអស៊ីស្តង់  $40\Omega$  កុងដង់សាទ័រ  $7.0\mu\text{F}$  និងបូមីន  $4.0\text{mH}$  និងតង់ស្យុងប្រសិទ្ធិរបស់ប្រភព  $V=120\text{V}$  ។

ក. គណនាកត្តាអានុភាព និងមុំផាស ចំពោះប្រេកង់  $f=60\text{Hz}$

ខ. គណនាអានុភាពមធ្យម នៅប្រេកង់  $f=60\text{Hz}$

គ. គណនាអានុភាពមធ្យម នៅប្រេកង់អសូណ៍

**ចម្លើយ៖** ក. គណនាកត្តាអានុភាព និងមុំផាស ចំពោះប្រេកង់  $f=60\text{Hz}$

$$\text{តាមរូបមន្ត } \cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\text{តែ } Z = \sqrt{R^2 + \left( L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}$$

ដោយ  $L = 4.0\text{mH} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ H}$ ,  $C = 7.0\mu\text{F} = 7.0 \times 10^{-6} \text{ F}$ ,  $R = 40\Omega$ ,  $\omega = 2\pi \times 60 = 120\pi \text{ rad}$

$$\text{នោះ } Z = \sqrt{40^2 + \left( 4 \times 10^{-3} \times 2 \times 3.14 \times 60 - \frac{1}{7 \times 10^{-6} \times 2 \times 3.14 \times 60} \right)^2} = 380\Omega$$

$$Z = \sqrt{40.0^2 + \left( 4.0 \times 10^{-3} \times 120\pi - \frac{1}{7.0 \times 10^{-6} \times 120\pi} \right)^2} = 380\Omega$$

$$\text{គេបាន } \cos \varphi = \frac{40}{380} = 0.1052$$

$$\text{មុំផាស } \varphi = \cos^{-1}(0.1052) = 84^\circ$$

ខ. គណនាអានុភាពមធ្យមនៅប្រេកង់  $f=60\text{Hz}$

$$\text{តាមរូបមន្ត } P = VI \cos \varphi \quad \text{តែ } I = \frac{V}{Z}$$

$$P = \frac{V^2}{Z} \cos \varphi = \frac{(120)^2}{380} \times 0.1052 = 4.0 \text{ W}$$

គ. គណនាអានុភាពមធ្យម នៅប្រេកង់អសូណ៍

$$\text{តាមរូបមន្ត } P = VI \cos \varphi \quad \text{ចំពោះនៅត្រង់ប្រេកង់អសូណ៍ } \cos \varphi = 1$$

$$\text{គេបាន } P = VI = \frac{V^2}{Z} = \frac{(120)^2}{380} = 38 \text{ W}$$

**ឧទាហរណ៍៨៖** សៀគ្វី RLC តជាស៊េរី ដែលមានតង់ស្យុងអតិបរិមាណនៃគោលអេស៊ីស្តង់ ឬប៊ីន និងកុងដង់សាទ័រ ស្មើ 24V 180V និង 120V រៀងគ្នា។ ចូរគណនាមុំជាសរាង ចរន្តនិងតង់ស្យុងនៃសៀគ្វី។ តើចរន្តលឿន ឬយឺតជាសរាងតង់ស្យុង ចម្លើយ៖ ក. គណនាមុំជាសរាង ចរន្តនិងតង់ស្យុងនៃសៀគ្វី

$$\text{តាមរូបមន្ត } \tan \varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$$

$$\text{ដោយ } V_L = 180\text{V}, V_C = 120\text{V}, V_R = 24\text{V}$$

$$\text{គេបាន } \tan \varphi = \frac{180 - 120}{24} = 2.5 \text{ នាំឱ្យ } \varphi = \tan^{-1}(2.5) = 68^\circ$$

ចរន្តយឺតជាសរាងតង់ស្យុង។

**ឧទាហរណ៍៩៖** សៀគ្វី RLC តជាស៊េរីដែលមានអេស៊ីស្តង់ 500Ω កុងដង់សាទ័រ 7.00μF និងឬប៊ីន 4.00H ។ សៀគ្វីយោលក្រោមតង់ស្យុងអតិបរិមាណ 36.0V ហើយមានប្រេកង់ 60.0Hz ។ គណនាតង់ស្យុងអតិបរិមាណនៃគោលនៃធាតុនីមួយៗ។

ចម្លើយ៖ គណនាតង់ស្យុងអតិបរិមាណនៃគោលនៃធាតុនីមួយៗ។

$$\text{គណនា } Z_L, Z_C$$

$$\text{ដោយ } L = 4.00\text{H}, C = 7.00\mu\text{F} = 7.00 \times 10^{-6}\text{F}, f = 60.0\text{Hz}$$

$$\text{គេបាន } Z_L = L\omega = L(2\pi f) = 4.00 \times 2\pi \times 60.0 = 1508\Omega$$

$$\text{និង } Z_C = \frac{1}{C(2\pi f)} = \frac{1}{7.00 \times 10^{-6} \times 2\pi \times 60.0} = 378.9\Omega$$

$$\text{តែ } I_m = \frac{V_m}{Z} = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{36}{\sqrt{500^2 + (1508 - 378.9)^2}} = 0.0292\text{A}$$

$$\text{តាមរូបមន្ត } V_{Rm} = I_m R, V_{Lm} = I_m Z_L, V_{Cm} = I_m Z_C$$

$$\text{គេបាន } V_{Rm} = 500 \times 0.0292 = 14.6\text{V}, V_{Lm} = 1508 \times 0.0292 = 44.0\text{V}$$

$$V_{Cm} = 378.9 \times 0.0292 = 11.1\text{V}$$