PHYSICS

សំ ពីត

រូបវិទ្យាត្រៀមគ្រូឧត្តមនិងសិស្សពូកែ

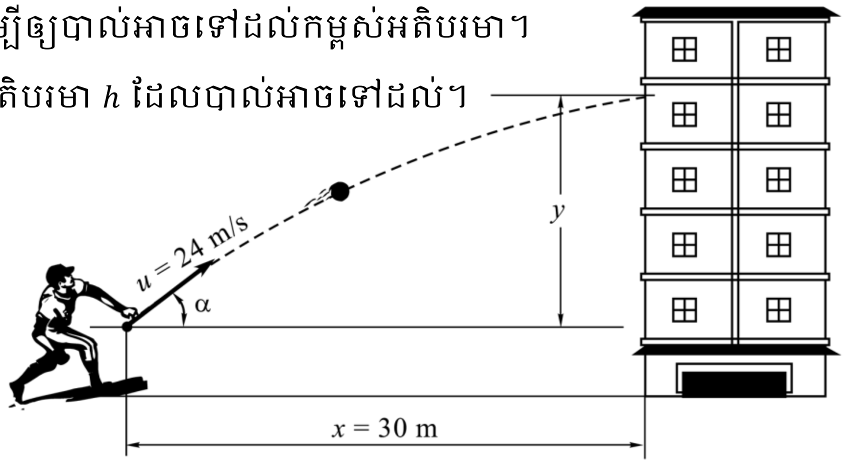
(វិញ្ញាសា+ដំណោះស្រាយ)

វិញ្ញាសាទី១

I. ក្មេងប្រុសម្នាក់ចោលបាល់ជាមួយល្បឿនដើម 24 m/s ដូចបង្ហាញលើរូប។ គេដឹងថាក្មេងប្រុសនោះចោលបាល់ចេញពីចំណុចមួយនៅចម្ងាយ 30 m ពីអាគារ។ ចូរគណនាៈ

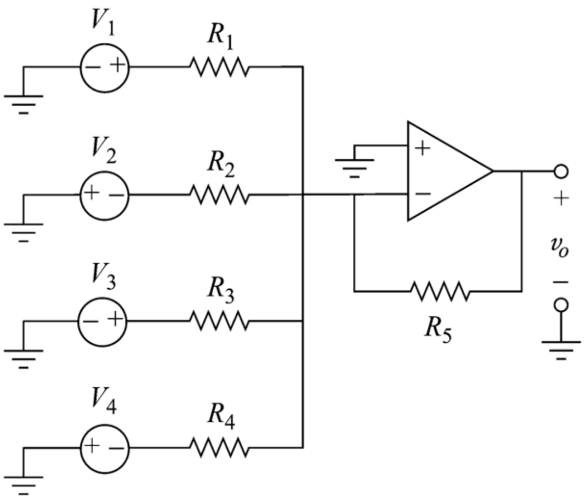
① មុំ α ដើម្បីឲ្យបាល់អាចទៅដល់កម្ពស់អតិបរមា។

② កម្ពស់អតិបរមា h ដែលបាល់អាចទៅដល់។



II. ក្នុងទិន្នផលម៉ាស៊ីនកាកណូ 40% សីតុណ្ហភាពធុងក្តៅគឺ T។ ចូររកសីតុណ្ហភាពធុងក្តៅសម្រាប់ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន 50%។

III. ចូររកតង់ស្យុងច្រកចេញ v_0 សម្រាប់សៀគ្វី Op Amp ដូចរូបខាងក្រោម។



IV. សម្រាប់រលកមួយពណ៌នាដោយ $y = A\sin(\omega t - kx)$។ ពិនិត្យចំណុច $(a)\ x = 0, (b)\ x = \frac{\pi}{4k}, (c)\ x = \frac{\pi}{2k}$ និង $(d)\ x = \frac{3\pi}{4k}$ ។ សម្រាប់ភាគល្អិតនៅចំណុចនីមួយៗនៅខណៈ $t = 0$ ចូររកល្បឿននិងសំទុះរបស់វា។

<u>អត្រាកំណែ</u>

i. គណនា

① មុំ α ដើម្បីឲ្យបាល់អាចទៅដល់កម្ពស់អតិបរមា

សិក្សាចលនាតាមអ័ក្ស

អ័ក្សដេក: បាល់មានចលនាត្រង់ស្មើ

សមីការចលនា $x = u\cos\alpha \mathrm{t}$ នាំឲ្យ $t = \dfrac{x}{u\cos\alpha}$

អ័ក្សឈរ: បាល់មានចលនាទម្លាក់សេរី

សមីការចលនា $y = u\sin\alpha t - \dfrac{1}{2}gt^2$ (1)

យក $t = \dfrac{x}{u\cos\alpha}$ ជួសក្នុងសមីការ (1)

យើងបាន $y = u\sin\alpha\left(\dfrac{x}{u\cos\alpha}\right) - \dfrac{1}{2}g\left(\dfrac{x}{u\cos\alpha}\right)^2$

$$y = x\tan\alpha - \frac{gx^2}{2u^2}\left(1+\tan^2\alpha\right)$$

តាមបម្រាប់ $x = 30\ \mathrm{m}$ និង $u = 24\ \mathrm{m/s}$

យើងបាន $y = 30\tan\alpha - 7.66\left(1+\tan^2\alpha\right)$

ដើម្បីដើម្បីឲ្យបាល់អាចទៅដល់កម្ពស់អតិបរមា កាលណា $\dfrac{dy}{d\alpha} = 0$

យើងបាន $\dfrac{d}{d\alpha}\left[30\tan\alpha - 7.66\left(1+\tan^2\alpha\right)\right] = 0$

$$\frac{1}{\cos^2\alpha}\left(30 - 15.32\tan\alpha\right) = 0$$

$$\tan\alpha = 1.9582$$

នាំឲ្យ $\alpha = 62.95^\circ$

ដូចនេះ $\alpha = 62.95^\circ$

② កម្ពស់អតិបរមា h ដែលបាល់អាចទៅដល់។

យើងមាន $y = 30\tan\alpha - 7.66\left(1+\tan^2\alpha\right)$ និង $\alpha = 62.95^\circ$

យើងបាន $h = 30\tan\left(62.95^\circ\right) - 7.66\left(1+\tan^2 62.95^\circ\right)$

នាំឲ្យ $h = 21.71\ \mathrm{m}$

ដូចនេះ $h = 21.71\ \mathrm{m}$

ii. រកសីតុណ្ហភាពធុងក្ដៅសម្រាប់ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន 50%

ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន40%

$$\frac{40}{100}=1-\frac{T_C}{T}$$

$$\frac{2}{5}=1-\frac{T_C}{T}\Rightarrow T_C=\frac{3}{5}T$$

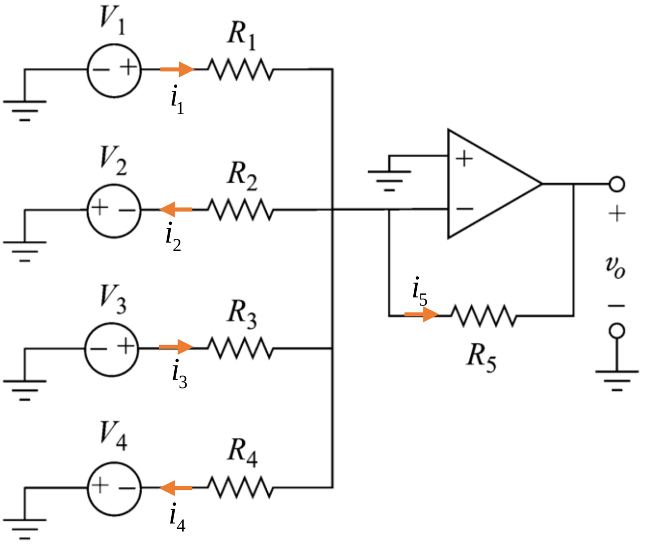
ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន 50%

$$\frac{50}{100}=1-\frac{T_C}{T_H}$$

$$\frac{1}{2}=\frac{T_C}{T_H}\Rightarrow T_H=2T_C=\frac{6}{5}T$$

ដូចនេះ $T_H=\frac{6}{5}T$

iii. រកតង់ស្យុងច្រកចេញ v_0



អនុវត្តច្បាប់ថ្នាំងយើងបាន

$$i_1=\frac{V_1}{R_1},\ i_2=-\frac{V_2}{R_2},\ i_3=\frac{V_3}{R_3},$$

$i_4=-\frac{V_4}{R_4}$ និង $i_5=\frac{v_0}{R_5}$

ម្យ៉ាងទៀត $i_1+i_3=i_4+i_2+i_5$

យើងបាន

$$\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_3}{R_3}=-\frac{V_4}{R_4}-\frac{V_2}{R_2}+\frac{v_0}{R_5}$$

$$\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_3}{R_3}+\frac{V_4}{R_4}+\frac{V_2}{R_2}=\frac{v_0}{R_5}$$

នាំឲ្យ $v_0=R_5\left(\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_3}{R_3}+\frac{V_4}{R_4}+\frac{V_2}{R_2}\right)$

ដូចនេះ $v_0=R_5\left(\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_3}{R_3}+\frac{V_4}{R_4}+\frac{V_2}{R_2}\right)$

iv. រកល្បឿននិងសំទុះរបស់ភាគល្អិត

មាន $y = A\sin(\omega t - kx)$

ល្បឿនរបស់ភាគល្អិត

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}\left[A\sin\left(\omega t - kx\right)\right]$$

$$v = \omega A\cos\left(\omega t - kx\right)$$

សំទុះរបស់ភាគល្អិត

$$a = \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2}\left[A\sin\left(\omega t - kx\right)\right]$$

$$a = -\omega^2 A\sin\left(\omega t - kx\right)$$

ចំពោះចំណុច $x = 0, t = 0$

យើងបាន $v = \omega A\cos 0^\circ = \omega A$ និង $a = -\omega^2 A\sin 0^\circ = 0$

ចំពោះចំណុច $x = \frac{\pi}{4k}, t = 0$

យើងបាន $v = \omega A\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\omega A}{\sqrt{2}}$ និង $a = -\omega^2 A\sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\omega^2 A}{\sqrt{2}}$

ចំពោះចំណុច $x = \frac{\pi}{2k}, t = 0$

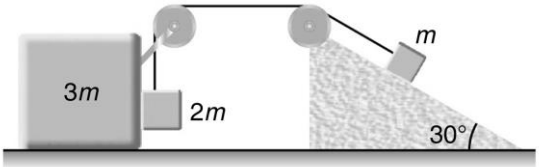
យើងបាន $v = \omega A\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 0$ និង $a = -\omega^2 A\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = \omega^2 A$

ចំពោះចំណុច $x = \frac{3\pi}{4k}, t = 0$

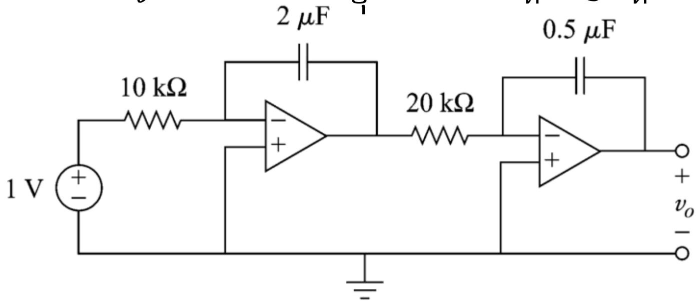
យើងបាន $v = \omega A\cos\left(-\frac{3\pi}{4}\right) = -\frac{\omega A}{\sqrt{2}}$ និង $a = -\omega^2 A\sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right) = \frac{\omega^2 A}{\sqrt{2}}$

វិញ្ញាសាទី២

I. មិនគិតកកិត ចូររកសំទុះរបស់ $m, 2m$ និង $3m$ ដូចបង្ហាញលើរូប។ ប្លង់ទេរត្រូវបានគេធ្វើឲ្យនៅនឹង។



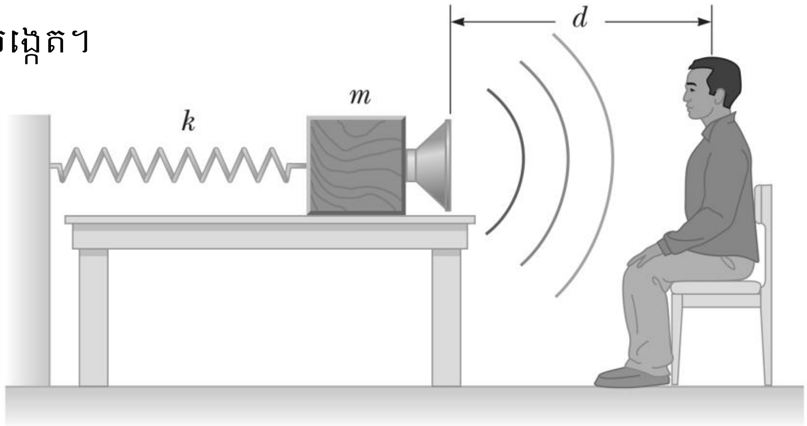
II. នៅ $t = 1.5$ ms ចូរគណនាតង់ស្យុង v_0 នៃបណ្តាញអគ្គិសនីដូចបង្ហាញលើរូប។



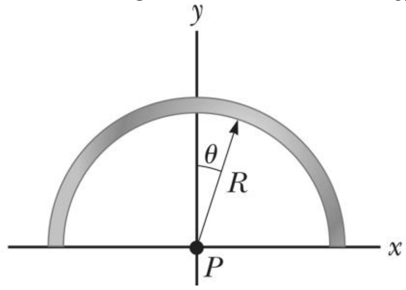
III. ដុំឈើភ្ជាប់ប្រភពសម្លេងមួយត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងរ៉ឺស័រមួយមានថេរកម្រាញ 20 N/m ហើយយោលដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ម៉ាសសរុបនៃដុំឈើនិងប្រភពសម្លេងគឺ 5 kg និងអំព្លីទុតនៃចលនាគឺ 0.5 m។ ប្រភពសម្លេងបញ្ចេញរលកសម្លេងមានប្រេកង់ 440 Hz។ ចូរកំណត់៖

① ប្រេកង់អតិបរមានិងអប្បរមាលឺដោយអ្នកសង្កេតនៅខាងស្តាំនៃប្រភពសម្លេង។

② ប្រសិនបើកម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរអតិបរមាលឺដោយអ្នកសង្កេតគឺ 60 dB នៅពេលដែលប្រភពសម្លេងនៅជិតបំផុតចម្ងាយ $d = 1$ m ពីគាត់។ ចូររកកម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរអប្បរមាលឺដោយអ្នកសង្កេត។

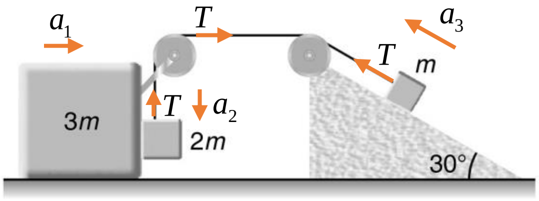


IV. របារត្រង់ផ្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន Q ត្រូវបានគេពត់ឲ្យបានរាងជាកន្លះរង្វង់មានកាំ R ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ បន្ទុកក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងតាមបណ្តោយកន្លះរង្វង់ពណ៌នាដោយ $\lambda = \lambda_0 \cos\theta$។ ចូរកំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីធ្លបមានលើបន្ទុក q នៅត្រង់ចំណុចផ្ចិតរង្វង់ P ។



អត្រាកំណែ

i. រកសំទុះរបស់ $m, 2m$ និង $3m$



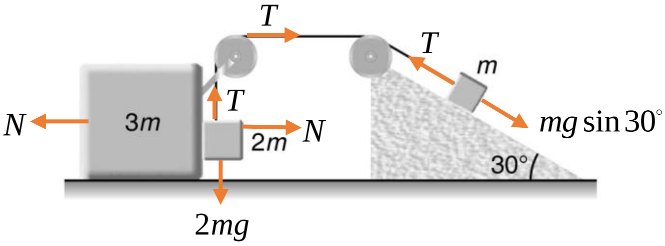
កម្មន្តផ្តល់ដោយតំណឹងខ្សែ

$\sum W = 0$

$Ta_1 - Ta_2 + Ta_3 = 0$

$a_1 - a_2 + a_3 = 0(1)$

អនុវត្តច្បាប់ទី២ញូតុនចំពោះ៖



- ម៉ាស $3m$

  $N - T = 3ma_1(2)$

- ម៉ាស $2m$

  តាមអ័ក្សដេក

  $N = 2ma_1(3)$

  តាមអ័ក្សឈរ

  $2mg - T = 2ma_2(4)$

- ម៉ាស m

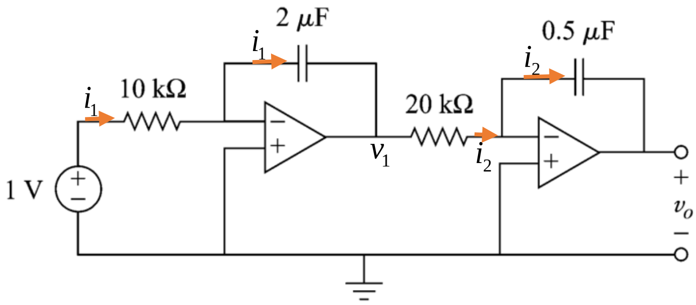
  $T - \frac{mg}{2} = ma_3(5)$

តាមសមីការទាំងអស់ខាងលើយើងបាន $a_1 = \frac{3}{17}g, a_2 = \frac{19}{34}g, a_3 = \frac{13}{34}g$

សំទុះរបស់ម៉ាស $2m$ គឺ $\sqrt{a_1^2 + a_2^2} = \frac{\sqrt{337}}{34}g$

ដូចនេះ៖ $a_{3m} = \frac{3}{17}g, a_{2m} = \frac{\sqrt{337}}{34}g, a_m = \frac{13}{34}g$

ii. គណនាតង់ស្យុង v_0



ចំពោះ Op Amp ទី១

$i_i = \frac{v_i}{R_1} = -C_1\frac{dv_1}{dt}$

$\Leftrightarrow \int_0^{v_1} dv_1 = -\frac{1}{R_1C_1}\int_0^t v_i dt$

$\Rightarrow v_1 = -\frac{1}{10^4.2.10^{-6}}\int_0^t dt = -50t$

ចំពោះ Op Amp ទី២

$$i_2 = \frac{v_1}{R_2} = -C_2\frac{dv_0}{dt}$$

$$\Leftrightarrow \int_0^{v_0} dv_0 = \frac{1}{R_2C_2}\int_0^t 50tdt$$

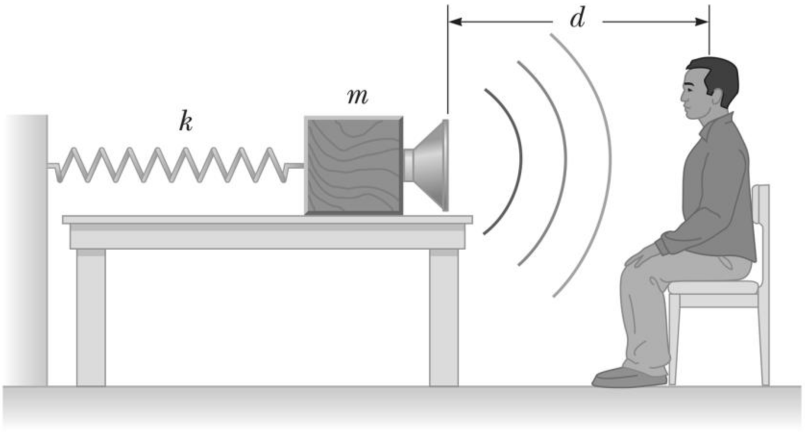
$$\Rightarrow v_0 = \frac{50}{2.10^4.5.10^{-7}}\int_0^t tdt = 2500t^2$$

ចំពោះ 1.5 ms យើងបាន

$$v_0 = 2500\left(15.10^{-4}\right) = 5.63\text{mA}$$

ដូចនេះ $v_0 = 5.63$ mA

iii. ① ប្រេកង់អតិបរមានិងអប្បរមាលឺដោយអ្នកសង្កេតនៅខាងស្តាំនៃប្រភពសម្លេង



តាង u ល្បឿនរបស់ប្រភពសម្លេង

ច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិច

$$\frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

$$\Rightarrow u = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0.5\sqrt{\frac{20}{5}} = 1\text{m/s}$$

ប្រេកង់អតិបរមា(ប្រភពសម្លេងផ្លាស់ទីទៅរកអ្នកសង្កេត)

$$f_{\max} = f\left(\frac{v}{v-u}\right) = 440\left(\frac{343}{343-1}\right) = 441\text{Hz}$$

ប្រេកង់អប្បរមា(ប្រភពសម្លេងផ្លាស់ទីចេញពីអ្នកសង្កេត)

$$f_{\min} = f\left(\frac{v}{v+u}\right) = 440\left(\frac{343}{343+1}\right) = 439\text{Hz}$$

ដូចនេះ $f_{\max} = 441\text{Hz}$ និង $f_{\min} = 439\text{Hz}$

② រកកម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរអប្បបរមាលឺដោយអ្នកសង្កេត

កម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរអតិបរមា $\beta_{\max} = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10\log\left(\frac{P}{4\pi I_0 d^2}\right)$

កម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរអប្បបរមា $\beta_{\min} = 10\log\left[\frac{P}{4\pi I_0 (d+2A)^2}\right]$

ធ្វើផលសងកម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរ

$$\beta_{\max} - \beta_{\min} = 10\log\left(\frac{P}{4\pi I_0 d^2}\right) - 10\log\left[\frac{P}{4\pi I_0 (d+2A)^2}\right]$$

$$\Leftrightarrow \beta_{\max} - \beta_{\min} = 10\log\left[\frac{P}{4\pi I_0 d^2} \times \frac{4\pi I_0 (d+2A)^2}{P}\right]$$

$$\Leftrightarrow \beta_{\max} - \beta_{\min} = 10\log\left(\frac{d+2A}{d}\right)^2$$

$$\Rightarrow \beta_{\min} = \beta_{\max} - 20\log\left(\frac{d+2A}{d}\right)$$

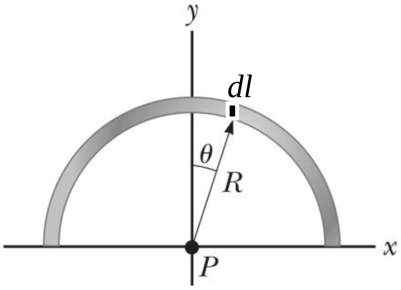
$$\Rightarrow \beta_{\min} = 60 - 20\log\left(\frac{1+2\times 0.5}{1}\right) = 54\text{dB}$$

ដូចនេះ $\beta_{\min} = 54\text{dB}$

iv. កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីផ្ទួបមានលើបន្ទុក q នៅត្រង់ចំណុចផ្ចិតរង្វង់ P

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dl ផ្ទុកអគ្គិសនី dQ បង្កើតបានមុំ $d\theta$ ជាមួយអ័ក្សអរដោនេ

បន្ទុកអគ្គិសនីសរុប



$$Q = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \lambda dl = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \lambda_0 \cos\theta (R d\theta)$$

$$\Leftrightarrow Q = [\lambda_0 R \sin\theta]_{-\pi/2}^{\pi/2}$$

$$\Rightarrow \lambda_0 = \frac{Q}{2R}$$

កម្លាំងអគ្គិសនីមានលើបន្ទុក q នៅត្រង់ចំណុចផ្ចិតរង្វង់ P

$$F = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} dF = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} k\frac{|qdQ\cos\theta|}{R^2}$$

$$\Rightarrow F = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} k\frac{q(\lambda dl)\cos\theta}{R^2}$$

$$\Rightarrow F = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} k\frac{q\lambda_0 \cos^2\theta R d\theta}{R^2}$$

$$\Rightarrow F = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} k \frac{qQ\cos^2\theta d\theta}{2R^2}$$

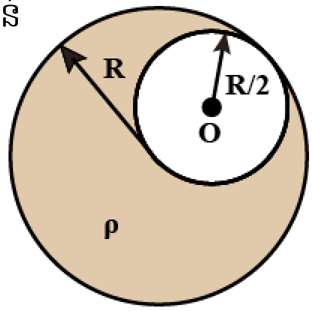
$$\Rightarrow F = \frac{kqQ}{2R^2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos^2\theta d\theta$$

$$\Rightarrow F = \frac{kqQ}{2R^2}\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

ដូចនេះ $F = \frac{kqQ}{2R^2}\left(\frac{\pi}{2}\right)$

វិញ្ញាសាទី៣

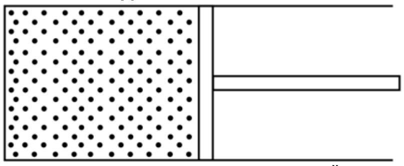
I. ស្វ៊ែប្រហោងក្នុងមួយមានកាំ R/2 ស្ថិតក្នុងស្វ៊ែតាន់ស្មើសាច់មួយមានដង់ស៊ីតេបន្ទុក ρ និងកាំ R។ ភាគល្អិតមួយផ្ទុកអគ្គិសនី q_0 ត្រូវបានគេលែងពីចំណុច O។ ចូររកថាមពលស៊ីនេទិចនៅពេលវាទង្គិចនឹងជញ្ជាំងស្វ៊ែប្រហោងក្នុង។



II. ចូរកំណត់ប្រេកង់មុំនៃប្រព័ន្ធរ៉ឺស័រនិងម៉ាសដូចបង្ហាញលើរូប។

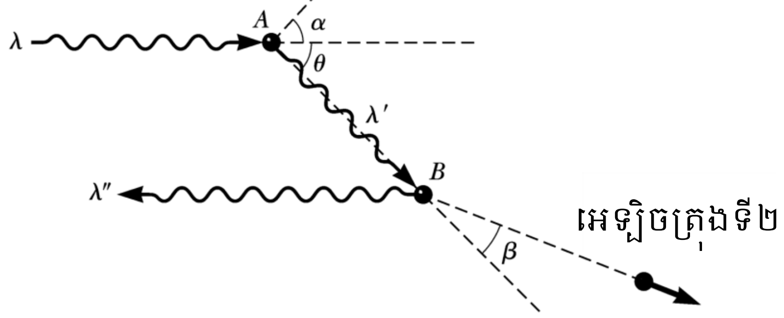
រ៉ឺស័រមានម៉ាស m

III. n ម៉ូលនៃឧស្ម័នមួយត្រូវបានគេចាក់បំពេញស៊ីឡាំងនៅសីតុណ្ហភាព T។ ប្រសិនបើឧស្ម័នរួមមាឌយ៉ាងយឺតៗក្នុងលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពថេរទៅពាក់កណ្ដាលនៃមាឌដើមរបស់វា ចូររកកម្មន្តបំពេញដោយបរិយាកាសទៅលើឧស្ម័ន។



IV. ចូរបង្ហាញថាល្បឿននៃភាគល្អិតមួយមានបរិមាណចលនា p និងម៉ាស m គឺ $u=\frac{c}{\sqrt{1+(mc/p)^2}}$។

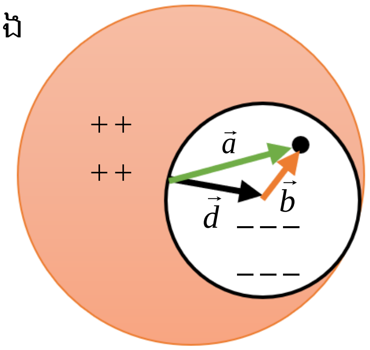
V. ផូតុងមួយមានជំហានរលក λ ចាំងប៉ះនឹងអេឡិចត្រុងសេរីមួយត្រង់ចំណុច A បង្កើតបានផូតុងទី២មួយមានជំហានរលក λ'។ ផូតុងនេះបានចាំងប៉ះនឹងអេឡិចត្រុងសេរីមួយទៀតនៅត្រង់ចំណុច B រួចបង្កើតបានផូតុងទី៣មានជំហានរលក λ'' និងផ្លាស់ទីក្នុងទិសដៅផ្ទុយពីផូតុងដើមដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ចូរកំណត់តម្លៃនៃ $\Delta\lambda = \lambda'' - \lambda$។



<u>អត្រាកំណែ</u>

I. រកថាមពលស៊ីនេទិចនៅពេលភាគល្អិតទង្គិចនឹងជញ្ជាំងស្វ៊ែប្រហោងក្នុង

ដែនអគ្គិសនីនៅត្រង់ចំនុចផ្សេងៗក្នុងស្វ៊ែប្រហោងក្នុង



$$\vec{E}=\vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$\Leftrightarrow \vec{E}=\frac{\rho\vec{a}}{3\varepsilon_0}+\left(\frac{-\rho\vec{b}}{3\varepsilon_0}\right)$$

$$\Leftrightarrow \vec{E}=\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\left(\vec{a}-\vec{b}\right)$$

$$\Leftrightarrow \vec{E}=\frac{\rho\vec{d}}{3\varepsilon_0}\Rightarrow E=\frac{\rho\left(R/2\right)}{3\varepsilon_0}=\frac{\rho R}{6\varepsilon_0}$$

កម្លាំងអគ្គិសនីអនុវត្តលើភាគល្អិត

$$F=q_0E=ma$$

$$\Leftrightarrow q_0\frac{\rho R}{6\varepsilon_0}=ma$$

$$\Rightarrow a=\frac{q_0\rho R}{6m\varepsilon_0}$$

ទំនាក់ទំនងគ្មានពេល

$$v^2-v_0^2=2a\left(R/2\right)$$

$$\Leftrightarrow v^2=2\left(\frac{q_0\rho R}{6m\varepsilon_0}\right)\frac{R}{2}$$

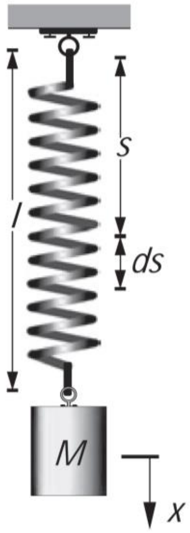
$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2=\frac{q_0\rho R^2}{12\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow K=\frac{q_0\rho R^2}{12\varepsilon_0}$$

ដូចនេះ៖ $K=\dfrac{q_0\rho R^2}{12\varepsilon_0}$

II. កំណាត់ប្រេកង់មុំនៃប្រព័ន្ធរ៉ឺស័រនិងម៉ាស

តាង l ជាប្រវែងរបស់រ៉ឺស័រក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌលំនឹង។ ពិនិត្យធាតុប្រវែង ds នៃរ៉ឺស័រនៅចម្ងាយ s ពីទីតាំងព្យួរ។ ប្រសិនបើ ρ ជាម៉ាសរបស់រ៉ឺស័រក្នុងមួយខ្នាតប្រវែងក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌលំនឹង។ ម៉ាសរបស់រ៉ឺស័រគឺ $m=\rho l$ នោះធាតុម៉ាសនៃរ៉ឺស័រគឺ $dm=\rho ds$។ គេទាញដុំម៉ាសចុះក្រោមឲ្យបានចម្ងាយ x ពីទីតាំងលំនឹង យើងទាញបានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃប្រព័ន្ធគឺ $E_p=\frac{1}{2}kx^2$។



ថាមពលស៊ីនេទិចនៃប្រព័ន្ធគឺ

$$E_c = E_{cM} + E_{cm}$$

$$\Leftrightarrow E_c = \frac{1}{2}Mx'^2 + \int_0^l \frac{1}{2}(dm)s'^2$$

$$\Leftrightarrow E_c = \frac{1}{2}Mx'^2 + \int_0^l \frac{1}{2}(\rho ds)\left(\frac{s}{l}x'\right)^2$$

$$\Leftrightarrow E_c = \frac{1}{2}Mx'^2 + \frac{1}{2}\times\frac{1}{3}\rho x'^2$$

$$\Rightarrow E_c = \frac{1}{2}\left(M + \frac{m}{3}\right)x'^2$$

ច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិចនៃប្រព័ន្ធ

$$E_m = E_c + E_p$$

$$\Leftrightarrow E_m = \frac{1}{2}\left(M + \frac{m}{3}\right)x'^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

ដេរីវេធៀបពេលលើសមីការអង្គសងខាង

$$\frac{d}{dt}(E_m) = \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{2}\left(M + \frac{m}{3}\right)x'^2 + \frac{1}{2}kx^2\right]$$

$$\Leftrightarrow \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{2}\left(M + \frac{m}{3}\right)x'^2 + \frac{1}{2}kx^2\right] = 0$$

$$\Leftrightarrow \left(M + \frac{m}{3}\right)x'x'' + kxx' = 0$$

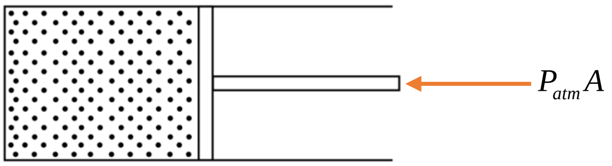
$$\Leftrightarrow \left(M + \frac{m}{3}\right)x'' + kx = 0$$

$$\Leftrightarrow x'' + \frac{k}{M + \frac{m}{3}}x = 0$$

រាង $x'' + \omega^2 x = 0$ នាំឲ្យ $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{M + \frac{m}{3}}}$

ដូចនេះ: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{M + \frac{m}{3}}}$

III. កម្មន្តបំពេញដោយបរិយាកាសទៅលើឧស្ម័ន



កម្មន្តរងដោយឧស្ម័ន

$$W=-\int F_g dx=-\int P_g A dx$$

$$\Leftrightarrow W=-\int_{v}^{(1/2)v} P_g dv$$

$$\Leftrightarrow W=-\int_{v}^{(1/2)v} \frac{nRT}{v} dv$$

$$\Rightarrow W=nRT\ln 2$$

ដូចនេះកម្មន្តបំពេញដោយបរិយាកាសទៅលើឧស្ម័ន $W=nRT\ln 2$

IV. បង្ហាញថា $u=\dfrac{c}{\sqrt{1+\left(mc/p\right)^2}}$

បរិមាណចលនាលីនេអ៊ែរធៀប $p=\gamma mu$ ដែល $\gamma=\dfrac{1}{\sqrt{1-\dfrac{u^2}{c^2}}}$

យើងបាន

$$p=\frac{mu}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}=\frac{mu}{p}$$

$$\Leftrightarrow 1-\frac{u^2}{c^2}=\frac{m^2u^2}{p^2}$$

$$\Leftrightarrow 1=u^2\left(\frac{m^2}{p^2}+\frac{1}{c^2}\right)$$

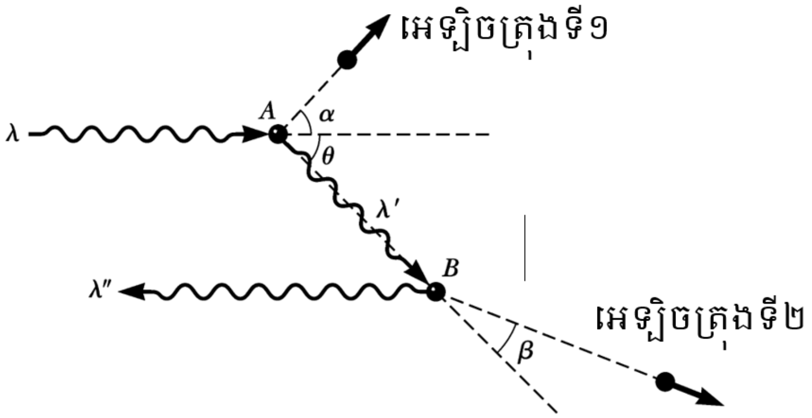
$$\Leftrightarrow 1=u^2\left(\frac{m^2c^2+p^2}{p^2c^2}\right)$$

$$\Leftrightarrow u=\frac{pc}{\sqrt{m^2c^2+p^2}}$$

$$\Leftrightarrow u=\frac{c}{\sqrt{\left(\frac{mc}{p}\right)^2+1}}$$

ដូចនេះ $u=\dfrac{c}{\sqrt{1+\left(mc/p\right)^2}}$

V. កំណត់តម្លៃនៃ $\Delta\lambda = \lambda'' - \lambda$



សិក្សាទង្គិចនៅត្រង់ A

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)(1)$$

សិក្សាទង្គិចនៅត្រង់ B

$$\lambda'' - \lambda' = \frac{h}{m_e c}\left[1 - \cos(\pi - \theta)\right] = \frac{h}{m_e c}\left[1 + \cos\theta\right](2)$$

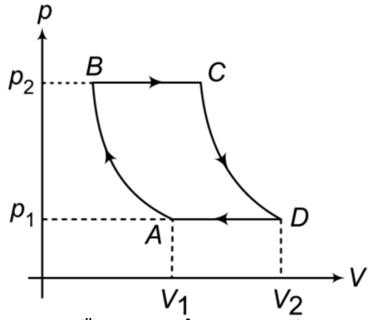
យក $(1) + (2)$ យើងបាន

$$\lambda'' - \lambda = \frac{h}{m_e c}\left[(1 + \cos\theta) + (1 - \cos\theta)\right]$$

$$\Rightarrow \lambda'' - \lambda = \frac{2h}{m_e c}$$

ដូចនេះ $\Delta\lambda = \lambda'' - \lambda = \frac{2h}{m_e c}$

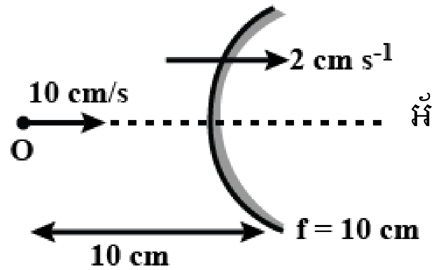
វិញ្ញាសាទី៤



I. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយទទួលរងបម្លែងបិទទែម៉ូឌីណាមិច ដែលមានលំនាំអាដ្យ៉ាបាទិចចំនួនពីរនិងលំនាំអ៊ីសូទែម ចំនួនពីរដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ចូរបង្ហាញថាកម្មន្តបំពេញក្នុងបម្លែងបិទឲ្យដោយសមីការ $W = p_1\left(V_2 - V_1\right)\ln\frac{p_2}{p_1}$ ។

II. អ្នកសង្កេតម្នាក់កំពុងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន u ចេញពីប្រភពពន្លឺនៅស្ងៀមមួយដែលបន្សាយពន្លឺមានជំហានរលក λ ។ ចូរបង្ហាញថារយៈពេលដែលកំពូលរលកថ្មីទៅប៉ះនឹងខ្លួនរបស់គាត់ឲ្យដោយ $t'=\frac{\lambda}{c}\sqrt{\frac{c+u}{c-u}}$ ដែល c ជាល្បឿនពន្លឺ។

III. ចូររកល្បឿនរបស់រូបភាពក្នុងស្ថានភាពខាងក្រោម (O វត្ថុនិ f ជាកំណុំនៃកញ្ចក់ស្វ៊ែ)។ វត្ថុនិងកញ្ចក់ស្វ៊ែផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 10 cm/s និង 2 cm/s រៀងគ្នាដូចបង្ហាញលើរូប។

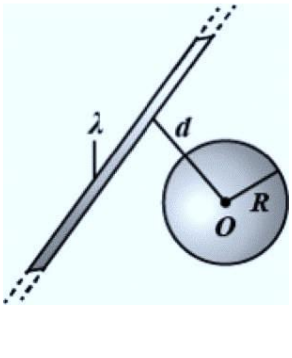


អ័ក្សអុបទិច

IV. អង្គធាតុមួយមានទម្ងន់ P ត្រូវបានគេចោលជាមួយល្បឿនដើម v_0 នៅមុំ α ធៀបនឹងទិសដេកហើយផ្លាស់ទីក្រោមអំពើនៃកម្លាំងទំនាញដីនិងកម្លាំងទប់នៃខ្យល់ R ។ ចូរកំណត់កម្ពស់អតិបរមានៃអង្គធាតុខាងលើទីតាំងដើម(ចំណុចដែលគេចោល) ប្រសិនបើកម្លាំងទប់នៃខ្យល់សមាមាត្រទៅនឹងល្បឿនកំណត់ដោយ $R=kPv$ ។

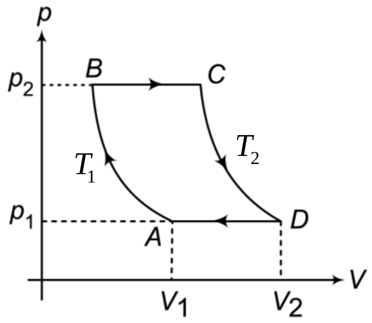
V. ចូរបង្ហាញល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុងក្នុងស្រទាប់ទី n នៃគម្រូ Bohr ក្នុងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន កំណត់ដោយ $v_n=\frac{ke^2}{n\hbar}$ ។

VI. ខ្សែចម្លងត្រង់មួយមានបន្ទុកក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង λ ស្ថិតនៅចម្ងាយ d ពីចំនុច O ដូចបង្ហាញលើរូប។ ចូរកំណត់ភ្លុចអគ្គិសនីសរុបឆ្លងកាត់ផ្ទៃនៃស្វ៊ែមួយមានកាំ R ដែលមានផ្ចិតចំនុច O ក្នុងករណី $R<d$ និង $R>d$ ។



ដំណោះស្រាយ

1. បង្ហាញថាកម្មន្តបំពេញក្នុងបម្លែងបិទឲ្យដោយសមីការ $W = p_1\left(V_2 - V_1\right)\ln\frac{p_2}{p_1}$



កម្មន្តសរុបបំពេញក្នុងបម្លែងបិទ

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

ក្នុងបម្លែង AB (អ៊ីសូទែម)

$W_{AB} = nRT_1\ln\frac{p_1}{p_2} = p_1V_1\ln\frac{p_1}{p_2}$

ក្នុងបម្លែង BC (អ៊ីសូបារ)

$W_{BC} = p_2\left(V_C - V_B\right) = p_2\left(\frac{p_1V_2}{p_2} - \frac{p_1V_1}{p_2}\right) = p_1\left(V_2 - V_1\right)$

ក្នុងបម្លែង CD (អ៊ីសូទែម)

$W_{CD} = nRT_2\ln\frac{p_2}{p_1} = p_1V_2\ln\frac{p_2}{p_1}$

ក្នុងបម្លែង DA (អ៊ីសូបារ)

$W_{DA} = p_1\left(V_A - V_D\right) = p_1\left(V_1 - V_2\right)$

យើងបាន

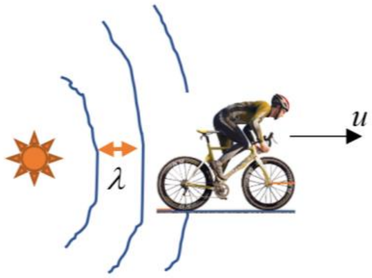
$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$

$\Leftrightarrow W = p_1V_1\ln\frac{p_1}{p_2} + p_1\left(V_2 - V_1\right) + p_1V_2\ln\frac{p_2}{p_1} + p_1\left(V_1 - V_2\right)$

$\Rightarrow W = W = p_1\left(V_2 - V_1\right)\ln\frac{p_2}{p_1}$

ដូចនេះ $W = p_1\left(V_2 - V_1\right)\ln\frac{p_2}{p_1}$

2. បង្ហាញថារយៈពេលដែលកំពូលរលកថ្មីទៅប៉ះនឹងខ្លួនរបស់គាត់ឲ្យដោយ $t' = \frac{\lambda}{c}\sqrt{\frac{c+u}{c-u}}$



ចម្ងាយចរដែលផ្លាស់ទីបានខណៈគាត់កំពុងរង់ចាំកំពូលរលកថ្មីគឺ ut។ រយៈពេលដែលពន្លឺដាលពីប្រភពមកដល់អ្នកសង្កេតដែលកំពុងផ្លាស់ទីកំណត់ដោយ $t = \frac{\lambda + ut}{c}$

សមមូល $t = \frac{\lambda}{c-u}$

ការរីកនៃពេល(Time Dilation)

$t = \gamma t'$

$\Leftrightarrow \frac{\lambda}{c-u} = \frac{t'}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$

$\Leftrightarrow t' = \left(\frac{\lambda}{c-u}\right)\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}$

$\Leftrightarrow t' = \left(\frac{\lambda}{c-u}\right)\sqrt{\frac{c^2-u^2}{c^2}}$

$\Leftrightarrow t' = \frac{\lambda}{c}\sqrt{\frac{c^2-u^2}{(c-u)^2}}$

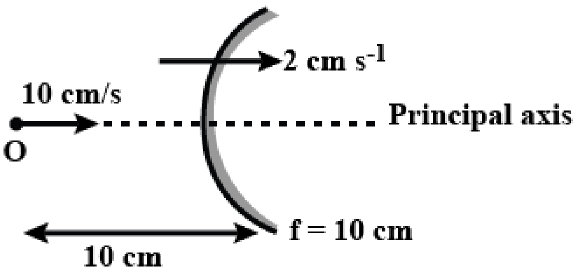
$\Leftrightarrow t' = \frac{\lambda}{c}\sqrt{\frac{(c-u)(c+u)}{(c-u)^2}}$

$\Rightarrow t' = \frac{\lambda}{c}\sqrt{\frac{c+u}{c-u}}$

ដូចនេះ $t' = \frac{\lambda}{c}\sqrt{\frac{c+u}{c-u}}$

3. រកល្បឿនរបស់រូបភាព

សមីការឡង់ទី



$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{-10} = \frac{1}{10}$

$\Rightarrow p = 5\text{cm}$

សរសេរឡើងវិញ

$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$

ធ្វើឌីផេរ៉ង់ស្យែលធៀបពេលលើសមីការ

យើងបាន

$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{p}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{q}\right) = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{f}\right)$

សមមូល

$$-p^{-2}\frac{dp}{dt}-q^{-2}\frac{dq}{dt}=0$$

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{p^2}\frac{dp}{dt}=\frac{1}{q^2}\frac{dq}{dt}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{p^2}v_p=\frac{1}{q^2}v_q$$

$$\Rightarrow v_p=-\frac{p^2}{q^2}v_q\,(1)$$

v_p និង v_q ជាល្បឿនធៀបនឹងកញ្ចក់កំពុងនៅស្ងៀម

v'_p និង v'_q ជាល្បឿនធៀបនឹងកញ្ចក់កំពុងផ្លាស់ទី

យើងបាន

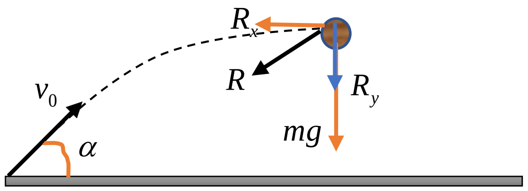
$$v'_p=-\frac{p^2}{q^2}v'_q$$

$$\Leftrightarrow (v_p-2)=-\frac{p^2}{q^2}(v_q-2)$$

$$\Rightarrow v_p=-\frac{5^2}{10^2}(10-2)+2=0$$

ដូចនេះ: $v_p=0$

4. កំណត់កម្ពស់អតិបរមានៃអង្គធាតុខាងលើទីតាំងដើម



សិក្សាចលនាតាមអ័ក្សឈរ

$$-R_y-mg=m\ddot{y}$$

$$\Leftrightarrow -kmg\dot{y}-mg=m\frac{d\dot{y}}{dt}$$

$$\Leftrightarrow -kg\dot{y}-g=\frac{d\dot{y}}{dt}$$

$$\Leftrightarrow -gk\left(\dot{y}+\frac{1}{k}\right)=\frac{d\dot{y}}{dt}\frac{dy}{dy}$$

សមមូល

$$-gk\left(\dot{y}+\frac{1}{k}\right)=\dot{y}\frac{d\dot{y}}{dy}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\dot{y}d\dot{y}}{\left(\dot{y}+\frac{1}{k}\right)}=-gkdy$$

នៅខណៈដើម $t=0,\dot{y}=v_0\sin\alpha, y=0$

ហើយនៅខណៈ $t=t,\dot{y}=\dot{y},y=y$

យើងបាន

$$\int_{v_0\sin\alpha}^{\dot{y}}\frac{\dot{y}d\dot{y}}{\left(\dot{y}+\frac{1}{k}\right)}=-gk\int_0^y dy$$

$$\Leftrightarrow \int_{v_0\sin\alpha}^{\dot{y}}\frac{\dot{y}+\frac{1}{k}-\frac{1}{k}}{\left(\dot{y}+\frac{1}{k}\right)}d\dot{y}=-gk\int_0^y dy$$

$$\Leftrightarrow \int_{v_0\sin\alpha}^{\dot{y}}d\dot{y}-\frac{1}{k}\int_{v_0\sin\alpha}^{\dot{y}}\frac{1}{\dot{y}+\frac{1}{k}}d\dot{y}=-gk\int_0^y dy$$

$$\Leftrightarrow \left[\dot{y}-\frac{1}{k}\ln\left|\dot{y}+\frac{1}{k}\right|\right]_{v_0\sin\alpha}^{\dot{y}}=-gky$$

$$\Leftrightarrow \left[\dot{y}-\frac{1}{k}\ln\left|\dot{y}+\frac{1}{k}\right|-v_0\sin\alpha+\frac{1}{k}\ln\left|v_0\sin\alpha+\frac{1}{k}\right|\right]=-gky$$

$$\Leftrightarrow \dot{y}-\frac{1}{k}\ln\left|\dot{y}+\frac{1}{k}\right|=-gky+v_0\sin\alpha-\frac{1}{k}\ln\left|v_0\sin\alpha+\frac{1}{k}\right|$$

ត្រង់កម្ពស់អតិបរមា $y=h,\dot{y}=0$

យើងបាន

$$-\frac{1}{k}\ln\frac{1}{k}=-gkh+v_0\sin\alpha-\frac{1}{k}\ln\left|v_0\sin\alpha+\frac{1}{k}\right|$$

$$\Leftrightarrow gkh=\frac{1}{k}\ln\frac{1}{k}+v_0\sin\alpha-\frac{1}{k}\ln\left|v_0\sin\alpha+\frac{1}{k}\right|$$

$$\Rightarrow h=\frac{v_0\sin\alpha}{gk}+\frac{1}{gk^2}\left[\ln\frac{1}{k}-\ln\left|v_0\sin\alpha+\frac{1}{k}\right|\right]$$

$$\Rightarrow h=\frac{v_0\sin\alpha}{gk}+\frac{1}{gk^2}\left[\ln\left(kv_0\sin\alpha+1\right)^{-1}\right]$$

$$\Rightarrow h=\frac{v_0\sin\alpha}{gk}-\frac{1}{gk^2}\ln\left(kv_0\sin\alpha+1\right)$$

ដូចនេះ $h=\dfrac{v_0\sin\alpha}{gk}-\dfrac{1}{gk^2}\ln\left(kv_0\sin\alpha+1\right)$

5. បង្ហាញល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុងក្នុងស្រទាប់ទី n នៃគម្រូ Bohr ក្នុងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន

កំណត់ដោយ $v_n=\dfrac{ke^2}{n\hbar}$

ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិច $L=mvr=n\hbar\Rightarrow r=\dfrac{n\hbar}{mv}$

ចលនារបស់អេឡិចត្រុងជុំវិញណ្វៃយ៉ូ វារងនូវកម្លាំងចូលផ្ចិតមាននាទី

ជាកម្លាំងអគ្គិសនី យើងបាន

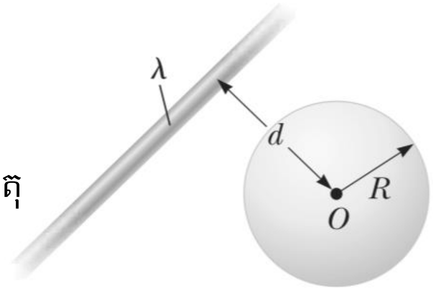
$$m\frac{v^2}{r}=k_e\frac{e^2}{r^2}$$

$$\Leftrightarrow mv^2=k_ee^2\frac{mv}{n\hbar}$$

$$\Rightarrow v=\frac{k_ee^2}{n\hbar}$$

ដូចនេះ $v_n=\dfrac{ke^2}{n\hbar}$

6. កំណត់ភ្លុចអគ្គិសនីសរុបឆ្លងកាត់ផ្ទៃនៃស្វ៊ែ

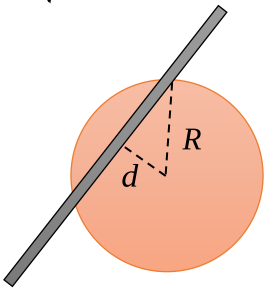


ករណី $R<d$ ស្វ៊ែមិនមានបន្ទុកអគ្គិសនីជាហេតុ

ធ្វើឲ្យភ្លុចអគ្គិសនីមានតម្លៃសូន្យ។

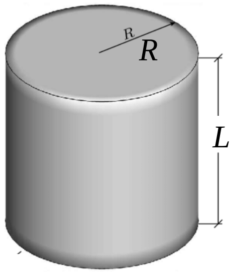
ករណី $R>d$ ខ្សែចម្លងនៅក្នុងស្វ៊ែកំណត់ដោយ $2\sqrt{R^2-d^2}$

ភ្លុចអគ្គិសនី $\phi=\dfrac{Q}{\varepsilon_0}=\dfrac{2\lambda\sqrt{R^2-d^2}}{\varepsilon_0}$

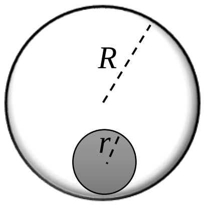


វិញ្ញាសាទី៥

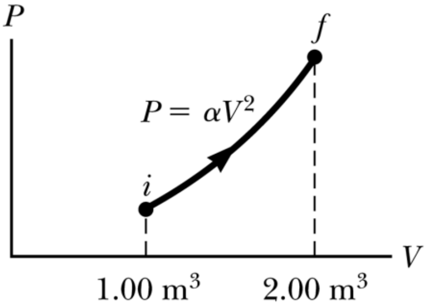
I. ស៊ីឡាំងតាន់មួយមានកាំ R ម៉ាស M និងប្រវែង L។ ចូរគណនាម៉ូម៉ង់និចលភាពរបស់ស៊ីឡាំងធៀបអ័ក្សរង្វិលត្រង់ផ្ចិតរបស់វា។



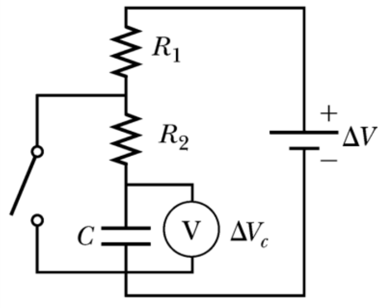
II. ចូរកំណត់ខួបនៃលំយោលតូចរបស់ស៊ីឡាំងមួយមានកាំ r ដែលរមៀលដោយមិនរអិលនៅខាងក្នុងផ្ទៃកោងរង្វង់មានកាំ R។



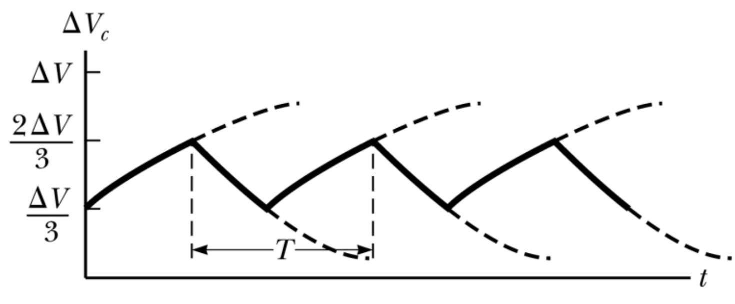
III. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានសម្ពាធប្រែប្រួលតាមមាឌកំណត់ដោយ $P=\alpha V^2$ ដែល $\alpha = 5\text{atm/m}^6$ ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ឧស្ម័នរីកមាឌពីរដងនៃមាឌដើមរបស់វា 1m^3។ ចូររកកម្មន្តបំពេញលើឧស្ម័នក្នុងបម្លែងមួយនេះ។



IV. កុងតាក់ក្នុងរូប(ក) បិទនៅពេល $\Delta V_C > \frac{2}{3}\Delta V$ ហើយបើកនៅពេល $\Delta V_C < \frac{1}{3}\Delta V$។ វ៉ុលម៉ែតអ៊ីដេអាល់ចង្អុលផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៅលើក្រាភិចដូចបង្ហាញលើរូប(ខ) ចូររកខួបនៃលំយោលអគ្គិសនីជាអនុគមន៍នៃ R_1, R_2 និង C។



រូប(ក)



រូប(ខ)

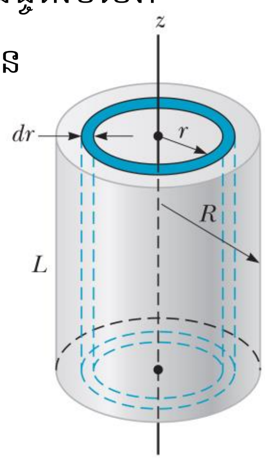
V. ភាគល្អិតមួយផ្ទុកអគ្គិសនី q ផ្លាស់ទីលើគន្លងត្រង់ជាមួយល្បឿន u ក្នុងដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន $\vec{E}$។ ល្បឿនរបស់ភាគល្អិតនិងដែនអគ្គិសនីមានទិសដៅដូចគ្នាតាមទិសដេក។ ចូរបង្ហាញថាសំទុះរបស់ភាគល្អិតកំណត់ដោយ $a=\frac{du}{dt}=\frac{qE}{m}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{3/2}$។

ដំណោះស្រាយ

1. គណនាម៉ូម៉ងនិចលភាពរបស់ស៊ីឡាំងពីអ័ក្សរង្វិលត្រង់ផ្ចិតរបស់វា

ជ្រើសរើសធាតុធាតុម៉ាស dm មានកម្រាស់ dr និងមាន

កាំ r ពីផ្ចិតរបស់ស៊ីឡាំង។



ម៉ូម៉ងនិចលភាព

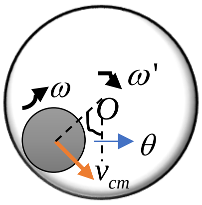
$$I=\int r^2dm=\int_0^R r^2(\rho dv)=\int_0^R r^3\rho L(2\pi dr)$$

តែ $\rho=\frac{M}{V}=\frac{M}{\pi R^2L}$

យើងបាន $I=\frac{2M}{R^2}\int_0^R r^3dr=\frac{2M}{R^2}\left[\frac{1}{4}r^4\right]_0^R=\frac{1}{2}MR^2$

ដូចនេះ $I=\frac{1}{2}MR^2$

2. កំណត់ខួបនៃលំយោលតូចរបស់ស៊ីឡាំង



ល្បឿនផ្ចិតរបស់ស៊ីឡាំងគឺ $v_{cm}=r\omega$

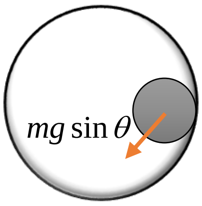
ល្បឿនមុំរបស់ស៊ីឡាំង(ធៀបនិងផ្ចិតស្វ៊ែ)គឺ

$$\omega'=\frac{v_{cm}}{R-r}=\frac{r\omega}{R-r}$$

ធ្វើដេរីវេធៀបពេលលើសមីការយើងបាន

$$\frac{d\omega'}{dt}=\left(\frac{r}{R-r}\right)\frac{d\omega}{dt}\Rightarrow\alpha'=\left(\frac{r}{R-r}\right)\alpha$$

អនុវត្តច្បាប់ចលនាញូតុនចំពោះចលនារង្វិល



$$\sum\tau=I\alpha$$

$$\Leftrightarrow mgr\sin\theta=\left(I_{cm}+mr^2\right)\alpha$$

$$\Leftrightarrow mgr\sin\theta=\left(\frac{1}{2}mr^2+mr^2\right)\alpha$$

$$\Leftrightarrow g\sin\theta=\frac{3}{2}r\alpha$$

ករណីមុំតូច $\sin\theta=\theta$ យើងបាន

$$g\theta=\frac{3}{2}r\alpha\Rightarrow\alpha=\frac{2g}{3r}\theta$$

នាំឲ្យ $\alpha'=\left(\frac{r}{R-r}\right)\alpha=\frac{2g}{3(R-r)}\theta$

យក $\alpha' = -\frac{2g}{3(R-r)}\theta$ ព្រោះមុំ θ ប្រែប្រួលពីធំទៅតូច

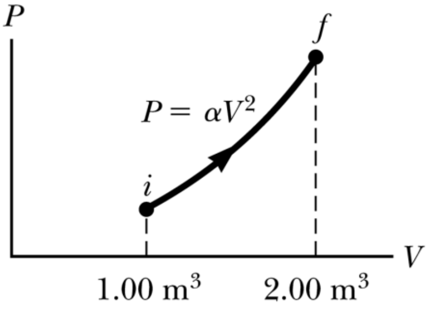
យើងបាន $\ddot{\theta} + \frac{2g}{3(R-r)}\theta = 0$

រាង $\ddot{\theta} + \omega^2\theta = 0$ នាំឲ្យ $\omega^2 = \frac{2g}{3(R-r)}$

ខួប $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{3(R-r)}{2g}}$

ដូចនេះ៖ $T = 2\pi\sqrt{\frac{3(R-r)}{2g}}$

3. រកកម្មន្តបំពេញលើឧស្ម័នក្នុងបម្លែងមួយនេះ



កម្មន្តបំពេញលើឧស្ម័ន

$$W = -\int_{V_i}^{V_f} PdV$$

$$\Leftrightarrow W = -\int_{V_i}^{V_f} \alpha V^2 dV$$

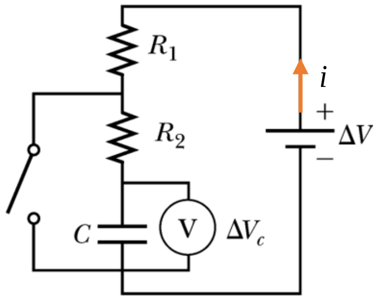
$$\Leftrightarrow W = -\alpha\left[\frac{V^3}{3}\right]_{V_i}^{V_f}$$

$$\Leftrightarrow W = -\frac{\alpha}{3}\left(V_f^3 - V_i^3\right)$$

$$\Leftrightarrow W = -\frac{5\text{atm/m}^6}{3}\left[\left(2\text{m}^3\right)^3 - \left(1\text{m}^3\right)^3\right] = -1.18\text{MJ}$$

ដូចនេះ៖ $W = -1.18\text{MJ}$

4. រកខួបនៃលំយោលអគ្គិសនីជាអនុគមន៍នៃ R_1, R_2 និង C



ពេលកុងតាក់បើក កុងដង់សាទ័រផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីពី $\frac{1}{3}C\Delta V$ ទៅ $\frac{2}{3}C\Delta V$ ។ អនុវត្តច្បាប់គៀរឆូហ្វក្នុងសៀគ្វីបិទ

$$-\Delta V + i\left(R_1 + R_2\right) + \Delta V_C = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{dq}{dt_1}\left(R_1 + R_2\right) + \frac{q}{C} = \Delta V$$

$$\Leftrightarrow \frac{dq}{dt_1} + \frac{q}{C\left(R_1 + R_2\right)} = \frac{\Delta V}{R_1 + R_2}$$

សមមូល

$$\frac{dq}{dt}=\frac{C\Delta V-q}{C\left(R_1+R_2\right)}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dq}{C\Delta V-q}=\frac{dt_1}{C\left(R_1+R_2\right)}$$

តាង $u=C\Delta V-q \Rightarrow dq=-du$

យើងបាន $-\int_{\frac{1}{3}C\Delta V}^{\frac{2}{3}C\Delta V}\frac{du}{u}=\int_0^{t_1}\frac{dt_1}{C\left(R_1+R_2\right)}$

$$\Leftrightarrow -[\ln u]_{C\Delta V/3}^{2C\Delta V/3}=\frac{t_1}{C\left(R_1+R_2\right)}$$

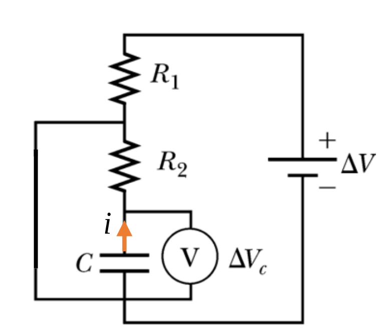
$$\Leftrightarrow \left[\ln\left(C\Delta V-q\right)\right]_{C\Delta V/3}^{2C\Delta V/3}=-\frac{t_1}{C\left(R_1+R_2\right)}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left(C\Delta V-\frac{2}{3}C\Delta V\right)-\ln\left(C\Delta V-\frac{1}{3}C\Delta V\right)=-\frac{t_1}{C\left(R_1+R_2\right)}$$

$$\Leftrightarrow \ln 2=\frac{t_1}{C\left(R_1+R_2\right)}$$

$$\Rightarrow t_1=C\left(R_1+R_2\right)\ln 2$$

ពេលកុងតាក់បិទ កុងដង់សាទ័រផ្ទេរបន្ទុកអគ្គិសនីពី $\frac{2}{3}C\Delta V$ ទៅ $\frac{1}{3}C\Delta V$ ។ អនុវត្តច្បាប់បូកតង់ស្យុង



$$\Delta V_C+iR_2=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{dq}{dt_2}=-\frac{q}{CR_2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dq}{q}=-\frac{dt_2}{CR_2}$$

សមមូល $\int_{\frac{2}{3}C\Delta V}^{\frac{1}{3}C\Delta V}\frac{dq}{q}=-\int_0^{t_2}\frac{dt_2}{CR_2}$

$$\Leftrightarrow [\ln q]_{\frac{2}{3}C\Delta V}^{\frac{1}{3}C\Delta V}=-\frac{t_2}{CR_2}$$

$$\Leftrightarrow \ln\frac{1}{3}C\Delta V-\ln\frac{2}{3}C\Delta V=-\frac{t_2}{CR_2}$$

$$\Leftrightarrow \ln 2=\frac{t_2}{CR_2}\Rightarrow t_2=CR_2\ln 2$$

ខួប $T=t_1+t_2=C\left(R_1+R_2\right)\ln 2+CR_2\ln 2=C\left(R_1+2R_2\right)\ln 2$

ដូចនេះ៖ $T=C\left(R_1+2R_2\right)\ln 2$

5. បង្ហាញថាសំទុះរបស់ភាគល្អិតកំណត់ដោយ $a=\frac{du}{dt}=\frac{qE}{m}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{3/2}$

បរិមាណចលនាធៀប $p=\gamma mu=\frac{mu}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$

កម្លាំងអគ្គិសនី $F=qE=\frac{dp}{dt}$

$$\Leftrightarrow qE=m\frac{d}{dt}\left[u\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\right]$$

$$\Leftrightarrow \frac{qE}{m}=\frac{d}{dt}\left[u\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\right]$$

$$\Leftrightarrow \frac{qE}{m}=\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\frac{du}{dt}+u\frac{d}{dt}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{qE}{m}=\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\frac{du}{dt}-\frac{u}{2}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{3}{2}}\frac{d}{dt}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{qE}{m}=\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\frac{du}{dt}-\frac{u}{2}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{3}{2}}\left(\frac{2u}{c^2}\right)\frac{du}{dt}$$

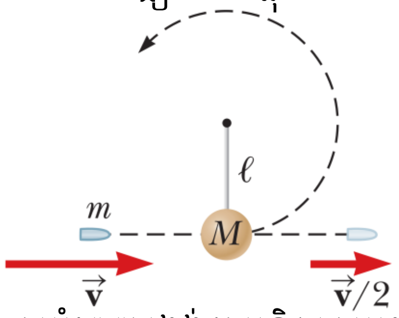
$$\Leftrightarrow \frac{qE}{m}=\frac{du}{dt}\left[\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}-\frac{u^2}{c^2}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{3}{2}}\right]$$

$$\Rightarrow a=\frac{du}{dt}=\frac{qE}{m}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{3/2}$$

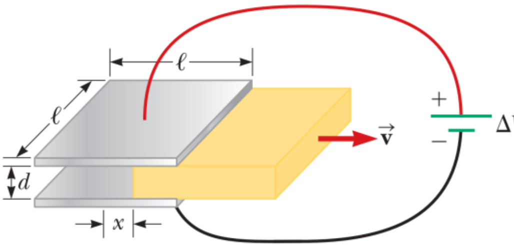
ដូចនេះ $a=\frac{du}{dt}=\frac{qE}{m}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{3/2}$

វិញ្ញាសាទី៧

I. ដូចបង្ហាញក្នុងរូប គ្រាប់កាំភ្លើងមួយមានម៉ាស m និងល្បឿន v ទម្លុះប៉ោលទោលមួយ មានម៉ាស M ។ ក្រោយទង្គិចគ្រាប់កាំភ្លើងផ្លាស់ទីជាមួយល្បឿន $v/2$ ។ ប៉ោលទោលត្រូវបានគេព្យួរដោយរបារស្តើងមានប្រវែង l និងមានម៉ាសអាចចោលបាន។ ចូររកល្បឿនអប្បបរមានៃ v ដើម្បីឲ្យប៉ោលអាចយោលបំពេញរង្វង់តាមទិសឈរ។



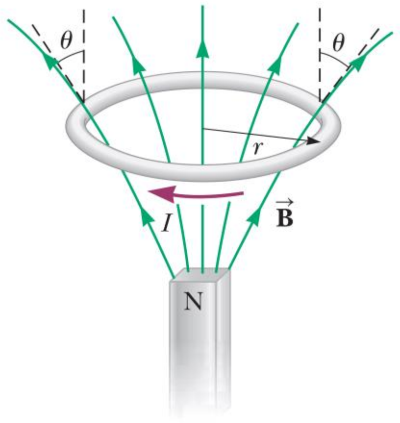
II. អាម៉ាតូពីរមានផ្ទៃជាការេនិងមានវិមាត្រ l ដាក់ផ្តេកស្របគ្នាហើយនៅចម្ងាយ d ពីគ្នា ដែល $d<<l$ ។ អាម៉ាតូទាំងពីរមានផលសងប៉ូតង់ស្យែល ΔV ។ សារធាតុម្យ៉ាងមានថេរឌីអេឡិចទ្រិច k ត្រូវបានគេចាក់បំពេញនៅចន្លោះកណ្តាលនៃអាម៉ាតូទាំងពីរ។ ឌីអេឡិចទ្រិចនោះត្រូវបានគេដកចេញពីកុងដង់សាទ័រដូចបង្ហាញលើរូប។



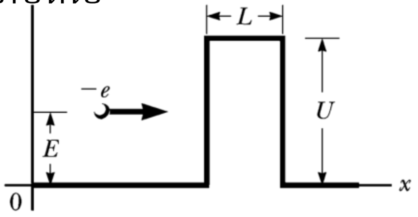
ក) ចូររកកាប៉ាស៊ីតេនៅពេលដែលឌីអេឡិចទ្រិចនៅចម្ងាយ x ពីផ្ចិតកុងដង់សាទ័រ។

ខ) បើឌីអេឡិចទ្រិចត្រូវបានគេដកចេញដោយល្បឿន v ចូររកចរន្តរត់ក្នុងសៀគ្វី។

III. មេដែកមួយត្រូវបានគេដាក់នៅខាងក្រោមចិញ្ចៀនអគ្គិសនីផ្តេកមួយមានកាំ r ហើយឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I ដូចបង្ហាញលើរូប។ បើអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ផ្គុំបានមុំ θ ជាមួយទិសឈរត្រង់ទីតាំងនៃចិញ្ចៀន ចូររកអាំងតង់ស៊ីតេនិងទិសដៅនៃកម្លាំងម៉ាញេទិចអនុវត្តលើចិញ្ចៀន។



IV. អេឡិចត្រុងមួយមានថាមពលស៊ីនេទិច $E=5\text{eV}$ ទង្គិចនឹងរបាំងប៉ូតង់ស្យែលមានកម្រាស់ $L=0.2\text{nm}$ និងកម្ពស់ $U=10\text{eV}$ ដូចរូប។ ថាមពល ចូររកប្រូបាប៊ីលីតេដែលអេឡិចត្រុងបញ្ជូនឆ្លងកាត់របាំងប៉ូតង់ស្យែលនិងមេគុណចំណាំងផ្លាត



ដំណោះស្រាយ

I. រកល្បឿនអប្បបរមានៃ v ដើម្បីឲ្យប៉ោលអាចយោលបំពេញរង្វង់តាមទិសឈរ

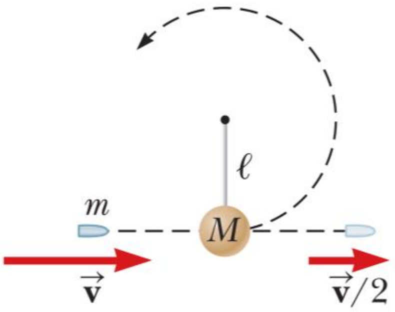
ច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិចរវាងចំណុចបាតនិងកំពូលនៃរង្វង់

$$E_i = E_f$$

$$\Leftrightarrow k_i + U_i = k_f + U_f$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}Mv_b^2 = Mg(2l)$$

$$\Rightarrow v_b = 2\sqrt{gl}$$



ច្បាប់រក្សាបរិមាណចលនា

$$p_i = p_f$$

$$\Leftrightarrow mv = Mv_b + m\left(\frac{v}{2}\right)$$

$$\Leftrightarrow mv = 2\sqrt{gl}M + \frac{mv}{2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{mv}{2} = 2\sqrt{gl}M \Rightarrow v = \frac{4M\sqrt{gl}}{m}$$

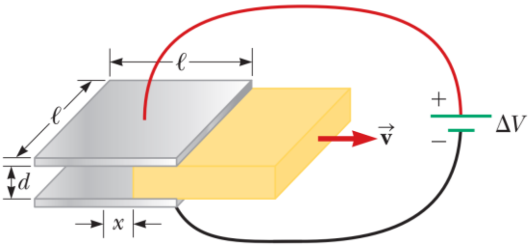
ដូចនេះ៖ $v = \dfrac{4M\sqrt{gl}}{m}$

II. ក) រកកាប៉ាស៊ីតេនៅពេលដែលឌីអេឡិចទ្រិចនៅចម្ងាយ x ពីផ្ចិតកុងដង់សាទ័រ

តាមរូបកាប៉ាស៊ីតេកើតឡើងដោយខ្យល់និងកាប៉ាស៊ីតេកើតឡើងដោយឌីអេឡិចទ្រិចតជាខ្នែងនឹងគ្នា។ យើងបានកាប៉ាស៊ីតេសមមូល

$$C = C_1 + C_2$$

$$\Leftrightarrow C = \frac{k_1\varepsilon_\circ A_1}{d} + \frac{k_2\varepsilon_\circ A_2}{d}$$



$$\Leftrightarrow C = \frac{\varepsilon_\circ\left(\frac{l}{2}+x\right)l}{d} + \frac{k\varepsilon_\circ\left(\frac{l}{2}-x\right)l}{d}$$

$$\Rightarrow C = \frac{\varepsilon_\circ l}{2d}\left[l(1+k)+2x(1-k)\right]$$

ដូចនេះ៖ $C = \dfrac{\varepsilon_\circ l}{2d}\left[l(1+k)+2x(1-k)\right]$

ខ) រកចរន្តរត់ក្នុងសៀគ្វី

ចរន្ត $i = \dfrac{dq}{dt}$

ឬយើងអាចសរសេរបាន

$$i=\frac{dq}{dx}\frac{dx}{dt}=\frac{d(C\Delta V)}{dx}\frac{dx}{dt}$$

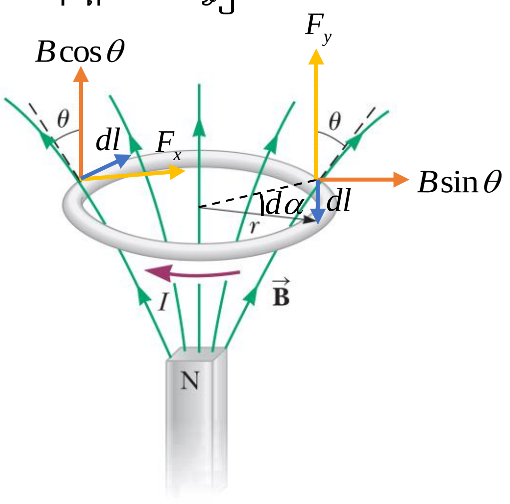
$$\Leftrightarrow i=\frac{d}{dx}\left\{\frac{\varepsilon_\circ l\Delta V}{2d}\left[l(1+k)+2x(1-k)\right]\right\}v$$

$$\Rightarrow i=\frac{\varepsilon_\circ lv\Delta V}{d}(1-k)$$

ដូចនេះ $i=\frac{\varepsilon_\circ lv\Delta V}{d}(1-k)$

III. រកអាំងតង់ស៊ីតេនិងទិសដៅនៃកម្លាំងម៉ាញេទិចអនុវត្តលើចិញ្ចៀន

ធាតុប្រវែង $dl=rd\alpha$



ធាតុកម្លាំងម៉ាញេទិចអនុវត្តតាមទិសឈរ

$$d\vec{F}_y=Id\vec{l}\times\vec{B}_x=I(rd\alpha)(B\sin\theta)\vec{j}$$

កម្លាំងម៉ាញេទិចផ្ទួប

$$\vec{F}_y=\int_0^{2\pi}IrB\sin\theta d\alpha\,\vec{j}$$

$$\Leftrightarrow\vec{F}_y=IrB\sin\theta[\alpha]_0^{2\pi}\vec{j}$$

$$\Rightarrow\vec{F}_y=2\pi IrB\sin\theta\vec{j}$$

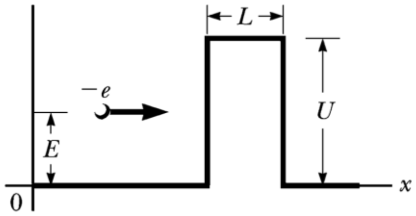
អាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំង $F_y=2\pi IrB\sin\theta$

(កម្លាំងម៉ាញេទិចផ្ទួបអនុវត្តតាមទិសដេកស្មើសូន្យ)

ដូចនេះ $F_y=2\pi IrB\sin\theta$ មានទិសដៅទៅលើ

IV. រកប្រូបាប៊ីលីតេដែលអេឡិចត្រុងបញ្ជូនឆ្លងកាត់របាំងប៉ូតង់ស្យែលនិង

មេគុណចំណាំងផ្លាត



ប្រូបាប៊ីលីតេបញ្ជូនឆ្លងកាត់របាំងប៉ូតង់ស្យែល

$$T=\exp\left(\frac{-2L\sqrt{2m(U-E)}}{\hbar}\right)$$

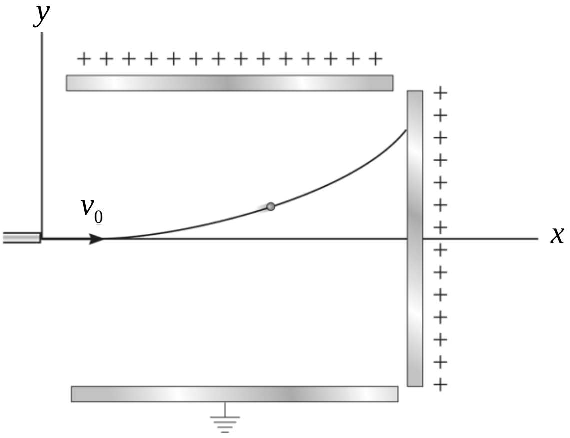
$$\Leftrightarrow T=\exp\left(\frac{-2\times10^{-10}\sqrt{2\times9.11\times10^{-31}(10-5)}}{6.626\times10^{-34}/2\pi}\right)=0.0103$$

យើងដឹងថា $R+T=1\Rightarrow R=1-T=1-0.0103=0.99$

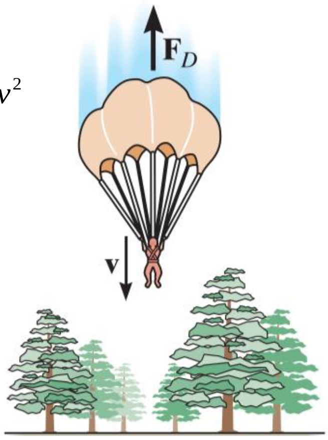
ដូចនេះ $T=0.0103$ និង $R=0.99$

<u>វិញ្ញាសាទី៨</u>

I. អេឡិចត្រុងមួយមានម៉ាស m ត្រូវបានគេបាញ់ចេញជាមួយល្បឿនដើមតាមទិសដេក v_0។ ប្រសិនបើវារងកម្លាំងតាមទិសដេក $F_x = F_0$ និងកម្លាំងតាមទិសឈរ $F_y = 0.3F_0$ ដែល F_0 ជាចំនួនថេរ។ ចូរកំណត់សមីការគន្លងនិងល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុងនៅខណៈ t។



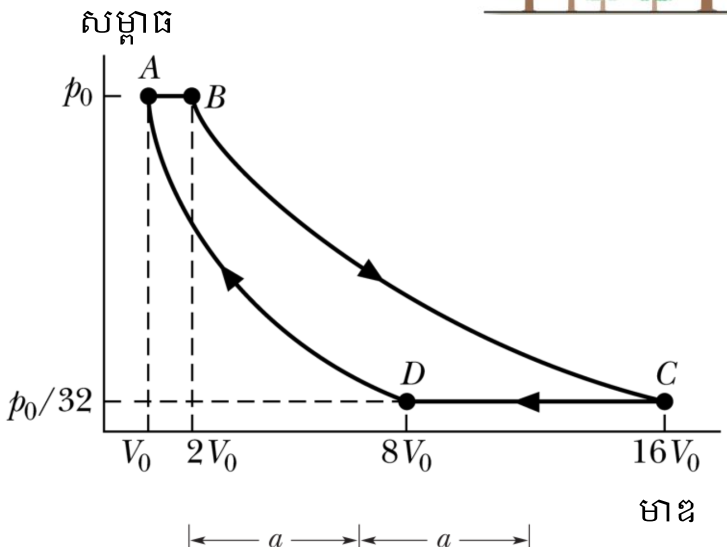
II. អ្នកលោតឆត្រយោងម្នាក់មានម៉ាស m បើកឆត្ររបស់គាត់ត្រង់ទីតាំងលំនឹងពីរយៈកម្ពស់ខ្ពស់បំផុត។ ប្រសិនបើកម្លាំងទប់នៃខ្យល់គឺ $F_D = kv^2$ ដែល k ជាចំនួនថេរ។ ចូរកំណត់ល្បឿនរបស់គាត់នៅពេលគាត់ធ្លាក់ចុះអស់រយៈពេល t។ នៅពេលសំចតលើផ្ទៃដី តើគាត់មានល្បឿនប៉ុន្មាន? ល្បឿននេះសំដៅលើល្បឿនស្រេចដែលគេវាស់បាននៅរយៈពេល $t \to \infty$។



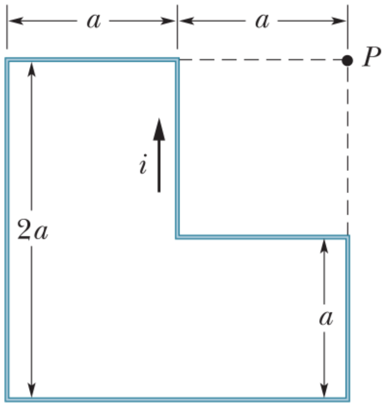
III. មួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធគឺជាសារធាតុសម្រាប់ចំហេះក្នុងម៉ាស៊ីនមួយដំណើរការជាសិចដូចបង្ហាញលើរូប។ គន្លង BC និង DA ជាបម្លែងអាដ្យាប៉ាទិច និងអាចត្រឡប់បាន។

ក) បង្ហាញថាឧស្ម័នបរិសុទ្ធនោះជាឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម។

ខ) ចូររកទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន។

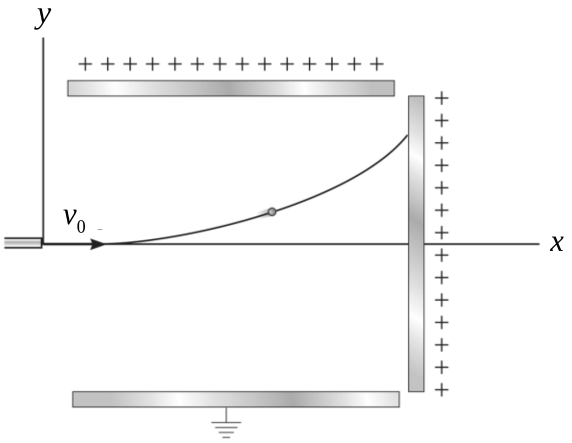


IV. ក្នុងរូប ប្រវែង $a = 4.7\text{cm}$ និងចរន្ត $i = 13\text{A}$។ ចូររកទំហំនិងទិសដៅរបស់ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច P។



ដំណោះស្រាយ

I. កំណត់សមីការគន្លងនិងល្បឿនរបស់អេឡិចត្រុងនៅខណៈ t



អនុវត្តច្បាប់ចលនាញូតុនតាមទិសដេក

$\sum F_x = ma_x$

$\Leftrightarrow F_0 = ma_x$

$\Rightarrow a_x = \dfrac{F_0}{m}$

តែ $a_x = \dfrac{dv_x}{dt}$

យើងបាន $\dfrac{dv_x}{dt} = \dfrac{F_0}{m} \Leftrightarrow dv_x = \dfrac{F_0}{m}dt$

នៅខណៈ $t=0$ អេឡិចត្រុងមានល្បឿន v_0

នៅខណៈ t អេឡិចត្រុងមានល្បឿន v_x

យើងបាន $\int_{v_0}^{v_x} dv_x = \int_0^t \dfrac{F_0}{m}dt$

$\Leftrightarrow v_x - v_0 = \dfrac{F_0 t}{m}$

$\Rightarrow v_x = \dfrac{F_0 t}{m} + v_0$

អនុវត្តច្បាប់ចលនាញូតុនតាមទិសឈរ

$\sum F_y = ma_y$

$\Leftrightarrow 0.3F_0 = ma_y$

$\Rightarrow a_y = \dfrac{0.3F_0}{m}$

តែ $a_y = \dfrac{dv_y}{dt}$

យើងបាន $\dfrac{dv_y}{dt} = \dfrac{0.3F_0}{m} \Leftrightarrow dv_y = \dfrac{0.3F_0}{m}dt$

នៅខណៈ $t=0$ អេឡិចត្រុងមានល្បឿនសូន្យ

នៅខណៈ t អេឡិចត្រុងមានល្បឿន v_y

យើងបាន $\int_0^{v_y} dv_x = \int_0^t \dfrac{0.3F_0}{m}dt$

$\Rightarrow v_y = \dfrac{0.3F_0 t}{m}$

ល្បឿនស្រេចត្រង់ចំណុចមួយ $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$

យើងបាន $v=\sqrt{\left(\frac{F_0 t}{m}+v_0\right)^2+\left(\frac{0.3F_0 t}{m}\right)^2}=\frac{1}{m}\sqrt{1.09F_0^2t^2+2mF_0tv_0+m^2v_0^2}$

សរសេរឡើងវិញ $v_x=\frac{F_0 t}{m}+v_0$ ហើយ $v_x=\frac{dx}{dt}$

យើងបាន $\frac{dx}{dt}=\frac{F_0 t}{m}+v_0$ ឬ $dx=\left(\frac{F_0 t}{m}+v_0\right)dt$

នៅខណៈ $t=0$ អេឡិចត្រុងនៅទីតាំង $x=0$

នៅខណៈ t អេឡិចត្រុងនៅទីតាំង x

យើងបាន $\int_0^x dx=\int_0^t\left(\frac{F_0 t}{m}+v_0\right)dt \Rightarrow x=\frac{F_0 t^2}{2m}+v_0 t$

ម្យ៉ាងទៀត $v_y=\frac{0.3F_0 t}{m}$ ហើយ $v_y=\frac{dy}{dt}$

យើងបាន $\frac{dy}{dt}=\frac{0.3F_0 t}{m}$ ឬ $dy=\frac{0.3F_0 t}{m}dt$

នៅខណៈ $t=0$ អេឡិចត្រុងនៅទីតាំង $y=0$

នៅខណៈ t អេឡិចត្រុងនៅទីតាំង y

យើងបាន $\int_0^y dy=\int_0^t \frac{0.3F_0 t}{m}dt \Rightarrow y=\frac{0.3F_0 t^2}{2m}$ នាំឲ្យ $t=\left(\sqrt{\frac{2m}{0.3F_0}}\right)y^{\frac{1}{2}}$

សរសេរឡើងវិញ $x=\frac{F_0 t^2}{2m}+v_0 t$ យើងបាន

$$x=\frac{F_0}{2m}\left[\left(\sqrt{\frac{2m}{0.3F_0}}\right)y^{\frac{1}{2}}\right]^2+v_0\left(\sqrt{\frac{2m}{0.3F_0}}\right)y^{\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow x=\frac{y}{0.3}+v_0\left(\sqrt{\frac{2m}{0.3F_0}}\right)y^{\frac{1}{2}}$$

ដូចនេះ $x=\frac{y}{0.3}+v_0\left(\sqrt{\frac{2m}{0.3F_0}}\right)y^{\frac{1}{2}}$ និង $v=\frac{1}{m}\sqrt{1.09F_0^2t^2+2mF_0tv_0+m^2v_0^2}$

II. កំណត់ល្បឿនរបស់គាត់នៅពេលគាត់ធ្លាក់ចុះអស់រយៈពេល t រួចរកល្បឿនធ្លាក់ដល់ដី

អនុវត្តច្បាប់ចលនាញូតុន

$mg-F_D=ma$

$\Leftrightarrow mg-kv^2=m\frac{dv}{dt}$

សមមូល $\dfrac{m}{k}\dfrac{dv}{\dfrac{mg}{k}-v^2}=dt$

នៅ $t=0$ ល្បឿនរបស់គាត់គឺ $v=0$

t ល្បឿនរបស់គាត់គឺ v

យើងបាន $\dfrac{m}{k}\int_0^v \dfrac{dv}{\sqrt{\left(\dfrac{mg}{k}\right)^2}-v^2}=\int_0^t dt$ អាំងតេក្រាលទាក់ទង $\int\dfrac{dx}{a^2-x^2}=\dfrac{1}{2a}\ln\dfrac{a+x}{a-x}+C$

$$\Leftrightarrow \frac{m}{k}\left[\frac{1}{2\sqrt{\dfrac{mg}{k}}}\ln\frac{\sqrt{\dfrac{mg}{k}}+v}{\sqrt{\dfrac{mg}{k}}-v}\right]_0^v=t$$

$$\Leftrightarrow \ln\frac{\sqrt{\dfrac{mg}{k}}+v}{\sqrt{\dfrac{mg}{k}}-v}=\frac{2kt}{m}\sqrt{\frac{mg}{k}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\sqrt{\dfrac{mg}{k}}+v}{\sqrt{\dfrac{mg}{k}}-v}=\exp\left(2t\sqrt{\frac{kg}{m}}\right)$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{\frac{mg}{k}}+v=\left(\sqrt{\frac{mg}{k}}-v\right)\exp\left(2t\sqrt{\frac{kg}{m}}\right)$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{\frac{mg}{k}}+v=\sqrt{\frac{mg}{k}}\exp\left(2t\sqrt{\frac{kg}{m}}\right)-v\exp\left(2t\sqrt{\frac{kg}{m}}\right)$$

$$\Leftrightarrow v\left[\exp\left(2t\sqrt{\frac{kg}{m}}\right)+1\right]=\sqrt{\frac{mg}{k}}\left[\exp\left(2t\sqrt{\frac{kg}{m}}\right)-1\right]$$

$$\Rightarrow v=\sqrt{\frac{mg}{k}}\frac{\left[\exp\left(2t\sqrt{\dfrac{kg}{m}}\right)-1\right]}{\left[\exp\left(2t\sqrt{\dfrac{kg}{m}}\right)+1\right]}$$

នៅពេល $t\to\infty$ បុរសនោះមានសំទុះស្មើសូន្យ

$mg-kv_T^2=0$

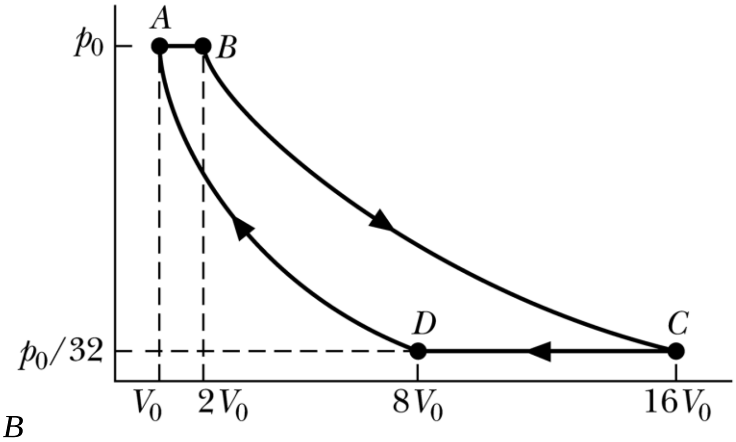
$\Leftrightarrow mg=kv_T^2$

$\Rightarrow v_T=\sqrt{\dfrac{mg}{k}}$

ដូចនេះ $v=\sqrt{\dfrac{mg}{k}}\dfrac{\left[\exp\left(2t\sqrt{\dfrac{kg}{m}}\right)-1\right]}{\left[\exp\left(2t\sqrt{\dfrac{kg}{m}}\right)+1\right]}$ និង $v_T=\sqrt{\dfrac{mg}{k}}$

III. ក) បង្ហាញថាឧស្ម័នបរិសុទ្ធនោះជាឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម

ក្នុងបម្លែងពី $D\rightarrow A$ ស្ថិតក្នុងលំនាំអាដ្យាបាទិច



យើងបាន $p_D V_D^{\gamma}=p_A V_A^{\gamma}$

$$\Leftrightarrow \frac{p_0}{32}(8V_0)^{\gamma}=p_0(V_0)^{\gamma}$$

$$\Leftrightarrow 8^{\gamma}=32\Rightarrow \gamma=\frac{5}{3}$$

តាមលទ្ធផល វាជាឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម

ខ) រកទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន

ថាមពលកម្ដៅស្រូបក្នុងបម្លែងពី $A\rightarrow B$

$$Q_H=nC_P\Delta T=\left(\frac{5}{2}R\right)\left(\frac{2p_0V_0}{R}-\frac{p_0V_0}{R}\right)=\frac{5}{2}p_0V_0$$

ថាមពលកម្ដៅបញ្ចេញចោលក្នុងបម្លែងពី $C\rightarrow D$

$$Q_C=nC_P\Delta T=\left(\frac{5}{2}R\right)\left(\frac{8p_0V_0}{32R}-\frac{16p_0V_0}{32R}\right)=-\frac{5}{8}p_0V_0$$

ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន

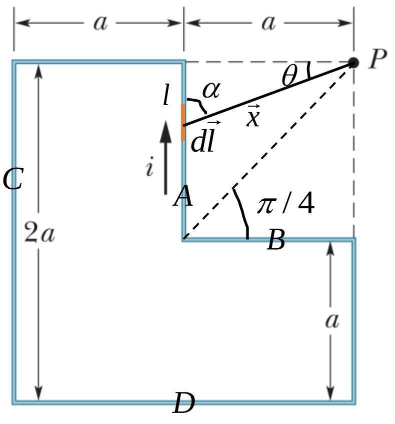
$$e=1-\frac{Q_C}{Q_H}=1-\left|\frac{\left(-\frac{5}{8}p_0V_0\right)}{\left(\frac{5}{2}p_0V_0\right)}\right|=0.75$$

ដូចនេះ $e=0.75$ ឬ $e=75\%$

IV. រកទំហំនិងទិសដៅរបស់ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច P

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dl នៅចម្ងាយ x ពីចំណុច P

ច្បាប់ Boit-Savart ចំពោះខ្សែ A



$$d\vec{B}_A=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i\left(d\vec{l}\times\vec{x}\right)}{x^3}$$

អាំងតង់ស៊ីតេ $dB_A=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{idl\sin\alpha}{x^2}$

តាមរូប $x=\dfrac{a}{\cos\theta}$ ហើយ $\tan\theta=\dfrac{l}{a}\Rightarrow l=a\tan\theta$ នាំឲ្យ $dl=\dfrac{a}{\cos^2\theta}d\theta$

យើងបាន $dB_A=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{i\sin\left(\dfrac{\pi}{2}-\theta\right)}{\left(\dfrac{a}{\cos\theta}\right)^2}\left(\dfrac{a}{\cos^2\theta}d\theta\right)=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{i\cos\theta}{a}d\theta$

ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច P មុំ θ ប្រែប្រួលពី $0\rightarrow\dfrac{\pi}{4}$

យើងបាន $B_A=\int_0^{\frac{\pi}{4}}dB=\int_0^{\frac{\pi}{4}}\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{i\cos\theta}{a}d\theta\Rightarrow B_A=\dfrac{\mu_0 i}{4\pi a}\left[\sin\theta\right]_0^{\pi/4}=\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{8\pi a}$

ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច P បង្កើតដោយចរន្តរត់កាត់ខ្សែ B គឺ $B_B=\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{8\pi a}$

ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច P បង្កើតដោយចរន្តរត់កាត់ខ្សែ C គឺ $B_C=\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{8\pi(2a)}=\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{16\pi a}$

ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច P បង្កើតដោយចរន្តរត់កាត់ខ្សែ D គឺ $B_D=\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{8\pi(2a)}=\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{16\pi a}$

ដែនម៉ាញេទិចផ្គូបត្រង់ចំណុច P បង្កើតដោយចរន្តរត់កាត់ខ្សែទាំងបួនគឺ

$\vec{B}=\vec{B}_A+\vec{B}_B+\vec{B}_C+\vec{B}_D$

$\Leftrightarrow\vec{B}=\vec{B}_{AB}+\vec{B}_{CD}$

$\Rightarrow B=(B_A+B_B)-(B_C+B_D)=2\left(\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{8\pi a}\right)-2\left(\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{16\pi a}\right)=\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 i}{8\pi a}$

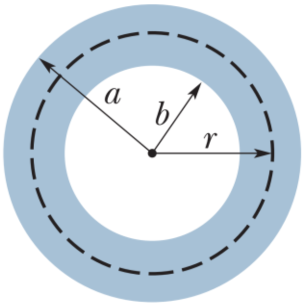
អនុវត្តជាលេខ $a=4.7\text{cm}=47\times10^{-3}\text{m}$ និង $i=13\text{A}$

យើងបាន $B=\dfrac{\sqrt{2}\left(4\pi\times10^{-7}\text{T.m/A}\right)13\text{A}}{8\pi\left(47\times10^{-3}\text{m}\right)}\approx2\times10^{-5}\text{T}$ មានទិសដៅតាម $\vec{B}_{AB}$

ដូចនេះ $B=2\times10^{-5}\text{T}$ និងមានទិសដៅចូលក្នុងប្លង់នៃក្រដាស

វិញ្ញាសាទី៩

I. ក្នុងរូបខាងស្តាំ ផ្ទៃមុខកាត់នៃស៊ីឡាំងប្រហោងក្នុងមួយមានកាំខាងក្រៅ a និងកាំខាងក្នុង b ឆ្លងកាត់ដោយចរន្តស្មើសាច់ i។

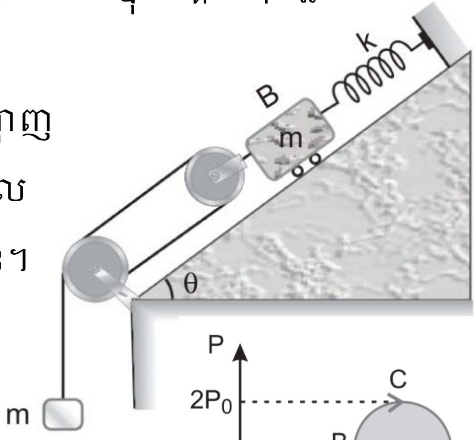


ក) ចូរបង្ហាញថាអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច $B(r)$ សម្រាប់កាំ r ក្នុងចន្លោះ $b<r<a$ ឲ្យដោយ

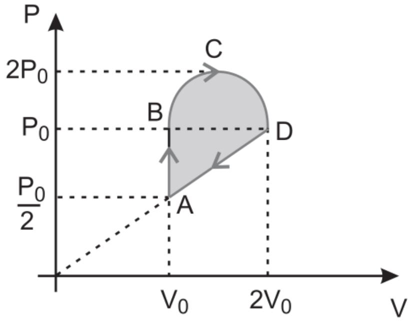
$$B=\frac{\mu_0 i}{2\pi\left(a^2-b^2\right)}\frac{r^2-b^2}{r}$$

ខ) ចូរបង្ហាញនៅពេល $r=a$ សមីការនេះឲ្យដែនម៉ាញេទិច B ត្រង់ផ្ទៃនៃខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្តឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត i។ នៅពេល $r=b$ វាឲ្យដែនម៉ាញេទិចមានតម្លៃស្មើសូន្យ។ នៅពេល $b=0$ វាឲ្យដែនម៉ាញេទិចខាងក្នុងអង្គធាតុចម្លងដែលមានកាំ a ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត i។

II. ចូររកប្រេកង់មុំធម្មជាតិនៃប្រព័ន្ធដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ រ៉កនីមួយៗមានម៉ាសអាចចោលបានហើយនិងកកិតគ្រប់ទីតាំងមិនមាន។



III. ពីរម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូមទទួលវដ្តបម្លែងបិទ $ABCDA$ ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ គន្លង BCD ជាកន្លះរង្វង់។ ចូររកទិន្នផលនៃសិច។

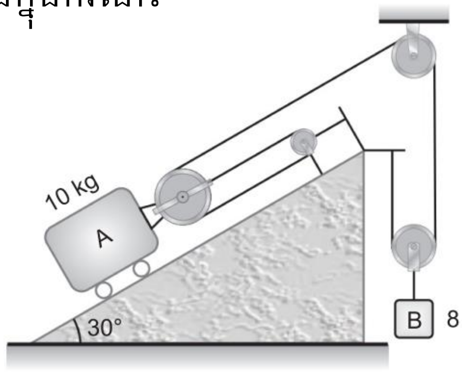


IV. អង្គធាតុចម្លងពីរមានរេស៊ីស្តង់ដូចគ្នានៅ 0°C ប៉ុន្តែមានមេគុណកម្តៅរេស៊ីស្តង់ α_1 និង α_2 រៀងគ្នា។ ចូររកមេគុណកម្តៅរេស៊ីស្តង់ក្នុងករណី៖

ក) វាទាំងពីរតជាសេរីនឹងគ្នា។

ខ) វាទាំងពីរតជាខ្នែងនឹងគ្នា។

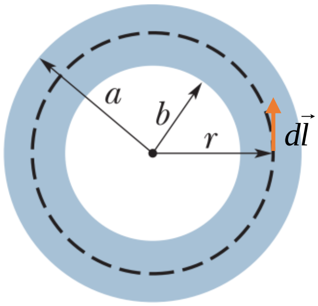
V. ប្រសិនបើប្រព័ន្ធត្រូវបានគេលែងពីនៅនឹង ចូរគណនាល្បឿនរបស់ដុំម៉ាសទាំងពីរបន្ទាប់ពីដុំម៉ាស B ផ្លាស់ទីបាន 1 m។ សន្មតម៉ាសរ៉កមិនគិតនិងកកិតគ្រប់ទីតាំងមិនមាន។ យក $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$។



ដំណោះស្រាយ

1. ក) បង្ហាញថាអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិច $B(r)$ សម្រាប់កាំ r ក្នុងចន្លោះ $b<r<a$

ឲ្យដោយ $B=\dfrac{\mu_0 i}{2\pi\left(a^2-b^2\right)}\dfrac{r^2-b^2}{r}$



ច្បាប់អំពែ $\oint \vec{B}d\vec{l}=\mu_0 I$

$\Leftrightarrow \int Bdl=\mu_0 I$

$\Leftrightarrow \int_0^{2\pi r} Bdl=\mu_0 I \quad d\vec{l}$

$\Leftrightarrow B(2\pi r)=\mu_0 I$

ដែល I ជាចរន្តឆ្លងកាត់ផ្ទៃ $\pi\left(r^2-b^2\right)$

ដង់ស៊ីតេចរន្ត $J=\dfrac{i}{\pi\left(a^2-b^2\right)}=\dfrac{I}{\pi\left(r^2-b^2\right)}\Rightarrow I=\dfrac{\left(r^2-b^2\right)i}{\left(a^2-b^2\right)}$

យើងបាន $B(2\pi r)=\mu_0\dfrac{\left(r^2-b^2\right)i}{\left(a^2-b^2\right)}\Rightarrow B=\dfrac{\mu_0\left(r^2-b^2\right)i}{2\pi r\left(a^2-b^2\right)}$

ដូចនេះ: $B=\dfrac{\mu_0 i}{2\pi\left(a^2-b^2\right)}\dfrac{r^2-b^2}{r}$

ខ) បង្ហាញនៅពេល $r=a$ សមីការនេះឲ្យដែនម៉ាញេទិច B ត្រង់ផ្ទៃនៃខ្សែចម្លងត្រង់ប្រវែងអនន្តឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត i ។ នៅពេល $r=b$ វាឲ្យដែនម៉ាញេទិចមានតម្លៃស្មើសូន្យ។ នៅពេល $b=0$ វាឲ្យដែនម៉ាញេទិចខាងក្នុងអង្គធាតុចម្លងដែលមានកាំ a ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត i

មាន $B=\dfrac{\mu_0 i}{2\pi\left(a^2-b^2\right)}\dfrac{r^2-b^2}{r}$

ករណី $r=a$ នាំឲ្យ $B=\dfrac{\mu_0 i}{2\pi\left(a^2-b^2\right)}\dfrac{a^2-b^2}{a}=\dfrac{\mu_0 i}{2\pi a}$

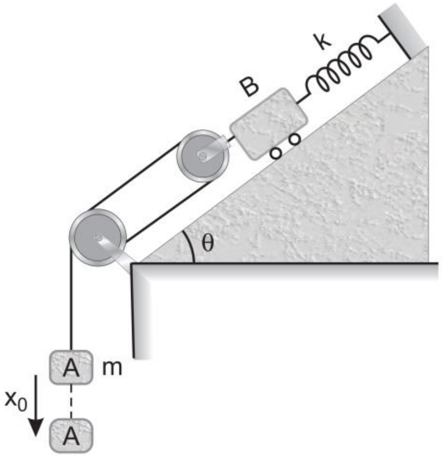
ករណី $r=b, B\propto r^2-b^2=0$ សម្រាប់ $b=0$

នាំឲ្យ $B=\dfrac{\mu_0 i}{2\pi\left(a^2\right)}\dfrac{r^2}{r}=\dfrac{\mu_0 ir}{2\pi\left(a^2\right)}$

2. រកប្រេកង់មុំធម្មជាតិនៃប្រព័ន្ធ

យក x_0 ជាបម្លាស់ទីរបស់ដុំ A ពេលមានលំនឹង

កម្មន្តផ្តល់ដោយតំណឹងខ្សែមានតម្លៃស្មើសូន្យ



$\sum W = 0$

$\Leftrightarrow -Tx_0 + 2Tl = 0$

$\Rightarrow l = \dfrac{x_0}{2}$

ដែល l ជាបម្លាស់ទីចុះក្រោមរបស់ដុំ B

ក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌលំនឹងចំពោះដុំ A

$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow T = mg(1)$

ក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌលំនឹងចំពោះដុំ B

$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow 2T + mg\sin\theta = \dfrac{kx_0}{2}(2)$

ពេលគេទាញដុំ A បានប្រវែង x ហើយល្បឿនរបស់វាគឺ v នោះល្បឿនរបស់ដុំ B គឺ $\dfrac{v}{2}$ ។ យកទីតាំងលំនឹងជាទីតាំងគល់ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល

ថាមពលមេកានិចសរុបនៃប្រព័ន្ធមានតម្លៃថេរឲ្យដោយៈ

$E_M = K + U$

$= \dfrac{1}{2}m_A v_A^2 + \dfrac{1}{2}m_B v_B^2 + \dfrac{1}{2}k\left(\dfrac{x}{2} + \dfrac{x_0}{2}\right)^2 - m_A gx - m_B g\dfrac{x}{2}\sin\theta$

$= \dfrac{1}{2}mv^2 + \dfrac{1}{2}m\left(\dfrac{v}{2}\right)^2 + \dfrac{1}{2}k\left(\dfrac{x}{2} + \dfrac{x_0}{2}\right)^2 - mgx - mg\dfrac{x}{2}\sin\theta$

$= \dfrac{5}{8}mv^2 + \dfrac{1}{8}k\left(x + x_0\right)^2 - mgx - mg\dfrac{x}{2}\sin\theta$

ដេរីវេធៀបពេលលើសមីការថាមពល

$\dfrac{dE_M}{dt} = 0$

$\Leftrightarrow 0 = \dfrac{d}{dt}\left[\dfrac{5}{8}mv^2 + \dfrac{1}{8}k\left(x + x_0\right)^2 - mgx - mg\dfrac{x}{2}\sin\theta\right]$

$\Leftrightarrow 0 = \dfrac{5}{8}m\left(2av\right) + \dfrac{1}{8}k\left[2v\left(x + x_0\right)\right] - \left(1 + \dfrac{\sin\theta}{2}\right)mgv$

$\Leftrightarrow 0 = \dfrac{5}{4}mav + \dfrac{1}{4}kv\left(x + x_0\right) - \left(1 + \dfrac{\sin\theta}{2}\right)mgv(3)$

តាមសមីការ (1) និង (2)

យើងបាន $\left(1 + \dfrac{\sin\theta}{2}\right)mg = \dfrac{kx_0}{4}$ ជួសក្នុងសមីការ (3)

យើងបាន $\dfrac{5}{4}mav + \dfrac{1}{4}kv\left(x + x_0\right) - \dfrac{kx_0}{4}v = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{5}{4}mav + \frac{1}{4}kxv = 0$$

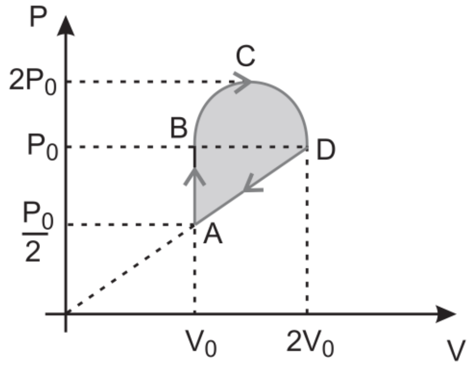
$$\Leftrightarrow 5ma = -kx$$

$$\Leftrightarrow a = -\frac{k}{5m}x$$

ហើយ $a = -\omega^2 x$

នាំឲ្យ $\omega^2 = \frac{k}{5m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{5m}}$

ដូចនេះ $\omega = \sqrt{\frac{k}{5m}}$



3. រកទិន្នផលនៃសិច

ក្នុងបម្លែងពី $A \to B$

កម្មន្ត $W_{AB} = 0$ ហើយ $Q_{AB} = \Delta U_{AB} = nC_V \Delta T = nC_V(T_B - T_A) = 2\left(\frac{3}{2}R\right)\left(\frac{P_0V_0}{2R} - \frac{P_0V_0}{4R}\right) = \frac{3}{4}P_0V_0$

ក្នុងបម្លែងពី $B \to C \to D$

កម្មន្ត $W_{BCD} = A_{BCD} + A_{BD2V_0V} = \frac{1}{2}\pi\left(P_0\frac{V_0}{2}\right) + P_0V_0 = \left(\frac{\pi}{4} + 1\right)P_0V_0$

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង $\Delta U_{BCD} = nC_V(T_D - T_B) = 2\left(\frac{3}{2}R\right)\left(\frac{2P_0V_0}{2R} - \frac{P_0V_0}{2R}\right) = \frac{3}{2}P_0V_0$

ហើយ $Q_{BCD} = W_{BCD} + \Delta U_{BCD}$

$$Q_{BCD} = \left(\frac{\pi}{4} + 1\right)P_0V_0 + \frac{3}{2}P_0V_0 = \left(\frac{\pi}{4} + \frac{5}{2}\right)P_0V_0$$

ក្នុងបម្លែងពី $D \to A$

កម្មន្ត $W_{DA} = -A_{AD2V_0V_0} = -\frac{1}{2}\left(P_0 + \frac{P_0}{2}\right)(2V_0 - V_0) = -\frac{3}{4}P_0V_0$

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង $\Delta U_{DA} = nC_V(T_A - T_D) = 2\left(\frac{3}{2}R\right)\left(\frac{P_0V_0}{4R} - \frac{2P_0V_0}{2R}\right) = -\frac{9}{4}P_0V_0$

ហើយ $Q_{DA} = W_{DA} + \Delta U_{DA} = -\frac{3}{4}P_0V_0 - \frac{9}{4}P_0V_0 = -3P_0V_0$

ទិន្នផលរបស់ស៊ិច

$$e = \frac{W_T}{Q_{ab}} = \frac{W_{AB} + W_{BCD} + W_{DA}}{Q_{AB} + Q_{BCD}} = \frac{\left(\frac{\pi}{4} + 1\right)P_0V_0 - \frac{3}{4}P_0V_0}{\frac{3}{4}P_0V_0 + \left(\frac{\pi}{4} + \frac{5}{2}\right)P_0V_0} = 0.258 \text{ ឬ } e = 25.8\%$$

4. រកមេគុណកម្តៅរេស៊ីស្តង់

តាង R_0 ជារេស៊ីស្តង់ដើមនៃអង្គធាតុចម្លងទាំងពីរនៅ 0℃

រួចតាង R_1 និង R_2 ជារេស៊ីស្តង់នៃអង្គធាតុចម្លងទាំងពីរនៅ t℃

យើងបាន $R_1 = R_0(1+\alpha_1 t)$ និង $R_2 = R_0(1+\alpha_2 t)$

ក) វាទាំងពីរតជាសេរីនឹងគ្នា

រេស៊ីស្តង់សមមូល $R_T = R_1 + R_2$

$\Leftrightarrow R_{T0}(1+\alpha_s t) = R_0(1+\alpha_1 t) + R_0(1+\alpha_2 t)$

តែ $R_{T0} = R_0 + R_0 = 2R_0$

យើងបាន $2R_0(1+\alpha_s t) = R_0(1+\alpha_1 t) + R_0(1+\alpha_2 t)$

$\Leftrightarrow 2(1+\alpha_s t) = (1+\alpha_1 t) + (1+\alpha_2 t)$

$\Leftrightarrow 2 + 2\alpha_s t = 2 + \alpha_1 t + \alpha_2 t$

$\Leftrightarrow 2\alpha_s = \alpha_1 + \alpha_2 \Rightarrow \alpha_s = \dfrac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$

ដូចនេះ $\alpha_s = \dfrac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$

ខ) វាទាំងពីរតជាខ្នែងនឹងគ្នា

រេស៊ីស្តង់សមមូល $R_T = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

$\Leftrightarrow R_{T0}(1+\alpha_s t) = \dfrac{R_0(1+\alpha_1 t) R_0(1+\alpha_2 t)}{R_0(1+\alpha_1 t) + R_0(1+\alpha_2 t)}$

ដែល $R_{T0} = \dfrac{R_0^2}{2R_0} = \dfrac{R_0}{2}$

យើងបាន $\dfrac{R_0}{2}(1+\alpha_s t) = \dfrac{R_0^2(1+\alpha_1 t)(1+\alpha_2 t)}{R_0(1+\alpha_1 t) + R_0(1+\alpha_2 t)}$

$\Leftrightarrow \dfrac{R_0}{2}(1+\alpha_s t) = \dfrac{R_0(1+\alpha_1 t)(1+\alpha_2 t)}{(1+\alpha_1 t) + (1+\alpha_2 t)}$

$\Leftrightarrow \dfrac{1}{2}(1+\alpha_s t) = \dfrac{(1+\alpha_1 t)(1+\alpha_2 t)}{(1+\alpha_1 t) + (1+\alpha_2 t)}$

$\Leftrightarrow \dfrac{1}{2}(1+\alpha_s t) = \dfrac{1+(\alpha_2+\alpha_1)t + \alpha_1\alpha_2 t^2}{\left[2+(\alpha_2+\alpha_1)t\right]}$

ដោយមេគុណកម្ដៅមានតម្លៃតូចនោះ $\alpha_1\alpha_2t^2$ អាចចោលបាន

យើងបាន $\frac{1}{2}(1+\alpha_s t) = \frac{1+(\alpha_2+\alpha_1)t}{2\left[1+\frac{(\alpha_2+\alpha_1)t}{2}\right]}$

$\Leftrightarrow (1+\alpha_s t) = \frac{1+(\alpha_2+\alpha_1)t}{\left[1+\frac{(\alpha_2+\alpha_1)t}{2}\right]}$

$\Leftrightarrow (1+\alpha_s t) = \left[1+(\alpha_2+\alpha_1)t\right]\left[1+\frac{(\alpha_2+\alpha_1)t}{2}\right]^{-1}$

តាមគណិតវិទ្យា $(1+x)^{-n} \simeq 1-nx$ និង $(1-x)^{-n} \simeq 1+nx$ ចំពោះ $x \ll 1$

សមមូល $(1+\alpha_s t) = \left[1+(\alpha_2+\alpha_1)t\right]\left[1-\frac{(\alpha_2+\alpha_1)t}{2}\right]$

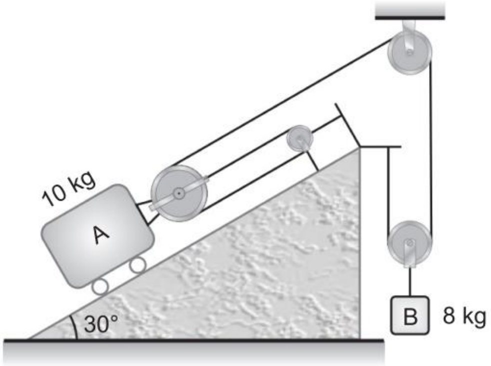
$\Leftrightarrow 1+\alpha_s t = 1-\frac{(\alpha_2+\alpha_1)t}{2}+(\alpha_2+\alpha_1)t-\frac{(\alpha_2+\alpha_1)^2t^2}{2}$

ដោយមេគុណកម្ដៅមានតម្លៃតូចនោះ $\frac{(\alpha_2+\alpha_1)^2t^2}{2}$ អាចចោលបាន

យើងបាន $\alpha_s t = -\frac{(\alpha_2+\alpha_1)t}{2}+(\alpha_2+\alpha_1)t$

ដូចនេះ $\alpha_s = \frac{\alpha_2+\alpha_1}{2}$

5. គណនាល្បឿនរបស់ដុំម៉ាសទាំងពីរ



កម្មន្តសរុបផ្ដល់ដោយតំណឹងខ្សែ

$\sum W = 0$

$\Leftrightarrow -3Tx_A + 2Tx_B = 0$

$\Leftrightarrow -3x_A + 2x_B = 0$

$\Rightarrow x_A = \frac{2}{3}x_B (1)$

ដេរីវេធៀបពេលលើសមីការ (1)

យើងបាន $v_A = \frac{2}{3}v_B (2)$

ថាមពលមេកានិច

$$0 = \frac{1}{2}m_Av_A^2 + \frac{1}{2}m_Bv_B^2 - m_Bgx_B + m_Ag\left(\frac{2}{3}x_B\sin\theta\right)$$

$$\Leftrightarrow m_Bgx_B = \frac{1}{2}m_A\left(\frac{2}{3}v_B\right)^2 + \frac{1}{2}m_Bv_B^2 + m_Ag\left(\frac{2}{3}x_B\sin\theta\right)$$

សមមូល

$$80 = 5\left(\frac{2}{3}v_B\right)^2 + 4v_B^2 + 100\left(\frac{2}{3}\sin 30^\circ\right)$$

$$\Leftrightarrow 80 = \frac{56}{9}v_B^2 + \frac{100}{3}$$

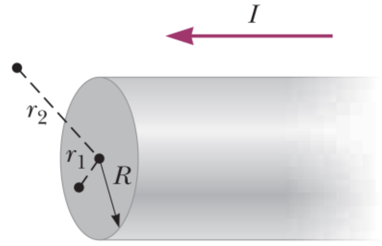
$$\Rightarrow v_B = 2.74\text{m/s}$$

ហើយ $v_A = \frac{2}{3}v_B = 1.825\text{m/s}$

ដូចនេះ $v_A = 1.825\text{m/s}$ និង $v_B = 2.74\text{m/s}$

វិញ្ញាសាទី១០

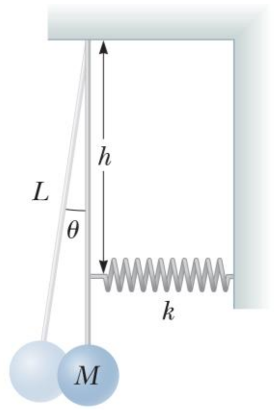
I. អង្គធាតុចម្លងវែងត្រង់មួយរាងជាស៊ីឡាំងមានកាំ R ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ដង់ស៊ីតេចរន្ត J មិនស្មើសាច់លើផ្ទៃមុខកាត់នៃអង្គធាតុចម្លង ប៉ុន្តែជាអនុគមន៍នៃកាំកំណត់ដោយ $J=br$ ដែល b ជាចំនួនថេរ។ ចូររកអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាទិច B



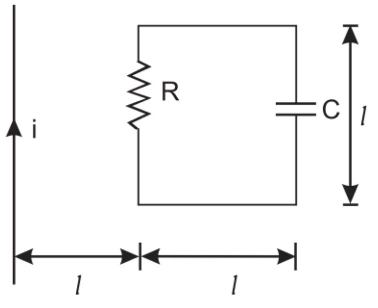
ក) នៅចម្ងាយ $r_1<R$ ពីផ្ចិតនៃអង្គធាតុចម្លង

ខ) នៅចម្ងាយ $r_2>R$ ពីផ្ចិតនៃអង្គធាតុចម្លង

II. ប៉ោលមួយប្រវែង L និងមានម៉ាស M ត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងរ៉ឺស័រមួយមានថេរកម្រាញ k នៅចម្ងាយ h ខាងក្រោមចំណុចដែលគេព្យួរវា។ ចូររកប្រេកង់នៃលំយោលរបស់ប្រព័ន្ធសម្រាប់អំព្លីទុតតូច(មុំតូច θ)។ សន្មតរបារប្រវែង L គឺតឹងតែមិនគិតម៉ាស។



III. ស៊ុមខ្សែចម្លងមួយរាងជាការេ វិមាត្រ l មានរេស៊ីស្តង់ R មួយនិងកាប៉ាស៊ីតេ C មួយត្រូវបានគេដាក់ក្បែរខ្សែចម្លងត្រង់មួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្តដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ចរន្តរត់ក្នុងខ្សែចម្លងប្រែប្រួលតាមពេល $i=\left(\frac{i_0}{t_0}\right)t$ ។



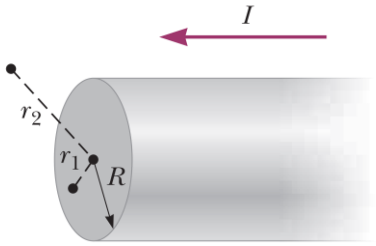
ក) ចូររកបន្ទុកអគ្គិសនីផ្ទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រនៅរាល់ខណៈ t

ខ) ចូររកផលធៀបនៃកម្ដៅកើតមានក្នុងរេស៊ីស្តរនិងថាមពលផ្ទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រជាអនុគមន៍នៃ t

គ) ប្រសិនបើតង់ស្យុងផ្អាកនៃកុងដង់សាទ័រគឺ V_0 ចូររករយៈពេលដែលប្រើដើម្បីផ្ទុកថាមពលក្នុងកុងដង់សាទ័រ។

V. អេឡិចត្រុងមួយមានម៉ាសនៅស្ងៀម m_0 បានស្ទុះយ៉ាងលឿនដោយសារប៉ូតង់ស្យែលខ្ពស់ V ។ ចូរបង្ហាញថាជំហានរលករបស់វាគឺ៖ $\lambda=\frac{hc}{\sqrt{eV\left(eV+2m_0c^2\right)}}$ ។

ដំណោះស្រាយ



1. រកអាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាទិច B

ច្បាប់អំពែ $\oint \vec{B}d\vec{l} = \mu_0 i$

ហើយ $i = \int JdA$

យើងបាន $\oint \vec{B}d\vec{l} = \mu_0 \int brdA$

ក) ករណីនៅចម្ងាយ $r_1 < R$ ពីផ្ចិតនៃអង្គធាតុចម្លង

យើងបាន

$$2\pi r_1 B = \mu_0 \int_0^{r_1} br(2\pi r dr) = 2\pi b\mu_0 \frac{r_1^3}{3}$$

$$\Rightarrow B = \frac{b\mu_0 r_1^2}{3}$$

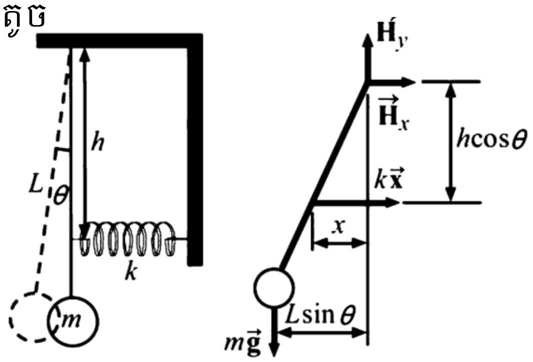
ខ) ករណីនៅចម្ងាយ $r_2 > R$ ពីផ្ចិតនៃអង្គធាតុចម្លង

យើងបាន

$$2\pi r_2 B = \mu_0 \int_0^{R} br(2\pi r dr) = 2\pi b\mu_0 \frac{R^3}{3}$$

$$\Rightarrow B = \frac{b\mu_0 R^3}{3r_2}$$

2. រកប្រេកង់នៃលំយោលរបស់ប្រព័ន្ធសម្រាប់អំព្លីទុតតូច



អនុវត្តច្បាប់ទី២ញូតុនចំពោះចលនារង្វិល

$$\sum \tau = I\alpha$$

$$\Leftrightarrow mgL\sin\theta + kx(h\cos\theta) = -mL^2\left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)$$

$$\Leftrightarrow mgL\sin\theta + k(h\sin\theta)(h\cos\theta) = -mL^2\left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)$$

ចំពោះមុំតូច $\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta, \cos\theta \simeq 1$ ម្យ៉ាងទៀត $\alpha = -\frac{d^2\theta}{dt^2}$ ព្រោះមុំដែលសិក្សាប្រែប្រួលពីធំមកតូច

យើងបាន $mgL\theta + kh^2\theta = -mL^2\left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(\frac{mgL + kh^2}{mL^2}\right)\theta = 0$$

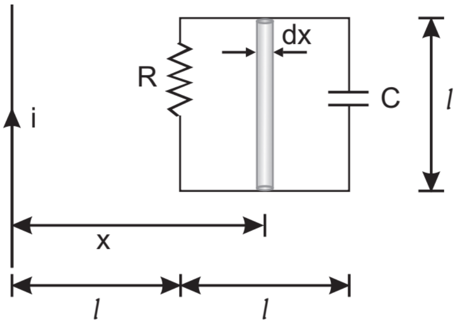
តាង $\frac{d^2\theta}{dt^2}+\omega^2\theta=0\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{mgL+kh^2}{mL^2}}$

ប្រេកង់ $f=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{mL^2}{mgL+kh^2}}$

ដូចនេះ $f=2\pi\sqrt{\frac{mL^2}{mgL+kh^2}}$

3. ក) រកបន្ទុកអគ្គិសនីផ្ទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រនៅរាល់ខណៈ t

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dx នៅចម្ងាយ x ពីខ្សែចម្លង



ភ្លុចម៉ាញេទិច $\phi=\int BdA=\int\frac{\mu_0 i}{2\pi x}ldx$

$\Rightarrow\phi=\int_l^{2l}\frac{\mu_0 i}{2\pi x}ldx=\frac{\mu_0 il}{2\pi}\ln 2=\frac{\mu_0 l}{2\pi}\left(\frac{i_0}{t_0}\right)t\ln 2$

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ

$e=\left|\frac{d\phi}{dt}\right|=\frac{\mu_0 l}{2\pi}\left(\frac{i_0}{t_0}\right)\ln 2$

សិក្សាការផ្ទុកអគ្គិសនីរបស់កុងដង់សាទ័រ

$-e+Ri+\frac{q}{C}=0$

$\Leftrightarrow\frac{dq}{dt}+\frac{q}{RC}=\frac{e}{R}$

$\Leftrightarrow\frac{dq}{dt}=\frac{eC-q}{RC}$

$\Leftrightarrow\frac{dq}{eC-q}=\frac{dt}{RC}$

នៅ $t=0$ កុងដង់ផ្ទុកអគ្គិសនី $q=0$

t កុងដង់ផ្ទុកអគ្គិសនី q

យើងបាន $\int_0^q\frac{dq}{eC-q}=\int_0^t\frac{dt}{RC}$

តាង $u=eC-q\rightarrow du=-dq\Rightarrow dq=-du$

នោះ $-\int_0^q\frac{du}{u}=\int_0^t\frac{dt}{RC}\Leftrightarrow\ln(eC-q)-\ln(eC)=-\frac{t}{RC}$

$\Leftrightarrow\ln\frac{eC-q}{eC}=-\frac{t}{RC}\Rightarrow\frac{eC-q}{eC}=\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$

$$\Leftrightarrow eC - q = eC\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

$$\Leftrightarrow q = eC - eC\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

$$\Rightarrow q = eC\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right] = \frac{\mu_0 lCi_0\ln 2}{2\pi t_0}\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]$$

ដូចនេះ $q = \frac{\mu_0 lCi_0\ln 2}{2\pi t_0}\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]$

ខ) រកផលធៀបនៃកម្តៅកើតមានក្នុងរេស៊ីស្តរនិងថាមពលផ្ទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រជាអនុគមន៍នៃ t

ចរន្តរត់ក្នុងសៀគ្វី $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}\left\{\frac{\mu_0 lCi_0\ln 2}{2\pi t_0}\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]\right\} = \frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi Rt_0}\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$

កម្តៅកើតមានក្នុងរេស៊ីស្តរ

$$H = \int_0^t Ri^2dt = R\left(\frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi Rt_0}\right)^2\int_0^t \exp\left(-\frac{2t}{RC}\right)dt$$

$$\Leftrightarrow H = -\frac{R^2C}{2}\left(\frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi Rt_0}\right)^2\int_0^t -\frac{2}{RC}\exp\left(-\frac{2t}{RC}\right)dt$$

$$\Leftrightarrow H = -\frac{C}{2}\left(\frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi t_0}\right)^2\left[\exp\left(-\frac{2t}{RC}\right)-1\right]$$

$$\Rightarrow H = \frac{C}{2}\left(\frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi t_0}\right)^2\left[1-\exp\left(-\frac{2t}{RC}\right)\right]$$

ថាមពលផ្ទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រ

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{\left(\frac{\mu_0 lCi_0\ln 2}{2\pi t_0}\right)^2\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]^2}{C}$$

$$\Rightarrow U = \frac{C}{2}\left(\frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi t_0}\right)^2\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]^2$$

យើងបានផលធៀបថាមពល

$$\frac{H}{U} = \frac{\frac{C}{2}\left(\frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi t_0}\right)^2\left[1-\exp\left(-\frac{2t}{RC}\right)\right]}{\frac{C}{2}\left(\frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi t_0}\right)^2\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]^2} = \frac{\left[1-\exp\left(-\frac{2t}{RC}\right)\right]}{\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]^2}$$

ដូចនេះ $\frac{H}{U}==\frac{\left[1-\exp\left(-\frac{2t}{RC}\right)\right]}{\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]^2}$

គ) រករយៈពេលដែលប្រើដើម្បីផ្ទុកថាមពលក្នុងកុងដង់សាទ័រ

តង់ស្យុងផ្អាកនៃកុងដង់សាទ័រ $V_0=\frac{q}{C}=\frac{\mu_0 li_0\ln 2}{2\pi t_0}\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]$

$$\Leftrightarrow \frac{2\pi t_0 V_0}{\mu_0 li_0\ln 2}=\left[1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]$$

$$\Leftrightarrow 1-\frac{2\pi t_0 V_0}{\mu_0 li_0\ln 2}=\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

$$\Leftrightarrow -\frac{t}{RC}=\ln\left(1-\frac{2\pi t_0 V_0}{\mu_0 li_0\ln 2}\right)$$

$$\Rightarrow t=RC\ln\frac{1}{\left(1-\frac{2\pi t_0 V_0}{\mu_0 li_0\ln 2}\right)}$$

ដូចនេះ $t=RC\ln\frac{1}{\left(1-\frac{2\pi t_0 V_0}{\mu_0 lRi_0\ln 2}\right)}$

4. បង្ហាញថាជំហានរលករបស់វាគឺ៖ $\lambda=\frac{hc}{\sqrt{eV\left(eV+2m_0c^2\right)}}$

ថាមពលស៊ីនេទិចរបស់អេឡិចត្រុង

$$K=E-E_0$$

$$\Leftrightarrow eV=\gamma E_0-E_0$$

$$\Leftrightarrow eV=\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-m_0c^2$$

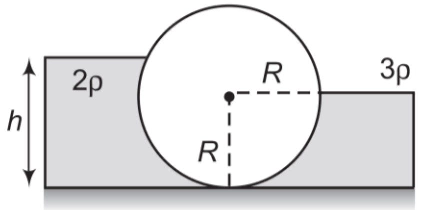
$$\Leftrightarrow 1-\frac{v^2}{c^2}=\frac{m_0^2c^4}{\left(eV+m_0c^2\right)^2}\Rightarrow v=\frac{c\sqrt{eV\left(eV+2m_0c^2\right)}}{eV+m_0c^2}$$

ជំហានរលក De Broglie

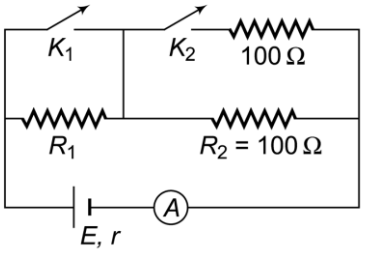
$$\lambda=\frac{h}{mv}=\frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0v}=\frac{hc}{\sqrt{eV\left(eV+2m_0c^2\right)}}$$

វិញ្ញាសាទី១១

I. ដូចបង្ហាញក្នុងរូប ស៊ីឡាំងធ្ងន់(មានកាំ R) កំពុងនៅស្ងៀមលើផ្ទៃរលោងហើយញែកអង្គធាតុរាវពីរមានម៉ាសមាឌ 2ρ និង 3ρ ឲ្យនៅដាច់ពីគ្នា។ ចូររកកម្ពស់ h ដើម្បីឲ្យស៊ីឡាំងមានលំនឹង។



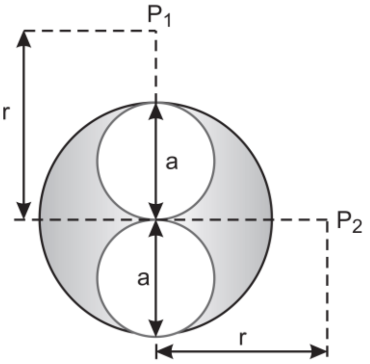
II. ក្នុងសៀគ្វីដូចបង្ហាញក្នុងរូប នៅពេលកុងតាក់ K_1 និង K_2 បិទ អំពែម៉ែតចង្អុល I_0 ប៉ុន្តែនៅពេល K_1 បើកហើយ K_2 បិទ អំពែម៉ែតចង្អុល $I_0/2$។ សន្មតរេស៊ីស្តង់ក្នុងនៃអំពែម៉ែតតិចណាស់ធៀបនឹង R_2។ ចូររកតម្លៃនៃ r និង R_1។



III. អង្គធាតុចម្លងវែងត្រង់មួយរាងស៊ីឡាំង កាំ a មានរន្ធរាងស៊ីឡាំងប្រហោងក្នុងពីរមានអង្កត់ផ្ចិត a ឆ្លងកាត់តាមបណ្តោយរបស់វាបង្ហាញតាមផ្ទៃមុខកាត់ដូចរូប។ ចរន្ត I មានទិសដៅចេញមកក្រៅតាមទំព័រសៀវភៅហើយស្មើសាច់ឆ្លងកាត់ផ្ទៃមុខកាត់នៃខ្សែចម្លង។ ចូររកអាំងតង់ស៊ីតេនិងទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចជាអនុគមន៍នៃ μ_0, I, r និង a។

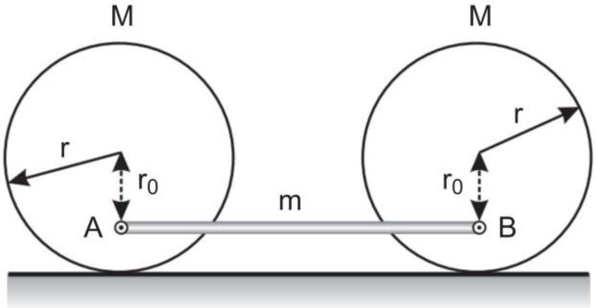
ក) ត្រង់ចំណុច P_1

ខ) ត្រង់ចំណុច P_2



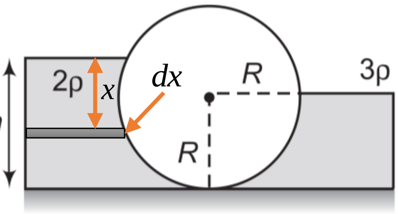
IV. សម្ពាធ P មាឌ V និងសីតុណ្ហភាព T សម្រាប់សារធាតុមួយឲ្យដោយទំនាក់ទំនង $P=\frac{\alpha T-\beta T^2}{V}$ ដែល α និង β ជាចំនួនថេរ។ ចូររកកម្មន្តបំពេញដោយសារធាតុប្រសិនបើសីតុណ្ហភាពប្តូរពី T_1 ទៅ T_2 ខណៈសម្ពាធមានតម្លៃថេរ។

V. ចូររកខួបនៃលំយោលតូចសម្រាប់ប្រព័ន្ធបង្កើតឡើងដោយស៊ីឡាំងពីរឯកលក្ខណ៍មានម៉ាស M ហើយកំពុងភ្ជាប់គ្នាដោយរបារ AB។ សន្មតមិនរអិលលើប្លង់ដេក។



ដំណោះស្រាយ

1. រកកម្ពស់ h ដើម្បីឲ្យស៊ីឡាំងមានលំនឹង



ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dx នៅចម្ងាយ x ពីផ្ទៃញែករវាងសន្ទនីយនិងខ្យល់សម្រាប់អង្គធាតុរាវទី១។ តាង L ជាបណ្ដោយនៃស៊ីឡាំង

កម្លាំងសង្កត់ទៅលើផ្ទៃនៃស៊ីឡាំង

$$F_1 = \int 2\rho g x (L dx) = \int_0^h 2\rho g L x dx = \rho g L h^2$$

ដូចគ្នាដែរ ចំពោះអង្គធាតុរាវទី២

កម្លាំងសង្កត់ទៅលើផ្ទៃនៃស៊ីឡាំង

$$F_2 = \int 3\rho g x (L dx) = \int_0^R 3\rho g L x dx = 3\rho g L \frac{R^2}{2}$$

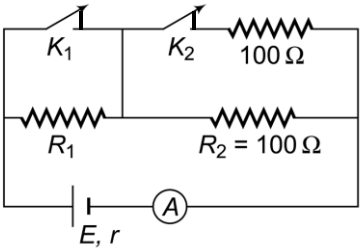
ក្នុងករណីលំនឹង $F_1 = F_2$

$$\Leftrightarrow \rho g L h^2 = 3\rho g L \frac{R^2}{2}$$

$$\Rightarrow h = R\sqrt{\frac{3}{2}}$$

ដូចនេះ $h = R\sqrt{\frac{3}{2}}$

2. រកតម្លៃនៃ r និង R_2



នៅពេលកុងតាក់ K_1 និង K_2 បិទ គ្មានចរន្តរត់កាត់រេស៊ីស្តង់ R_1។ អនុវត្ត KVL យើងបាន

$$-E + rI_0 + \left(\frac{100\times100}{100+100}\right)I_0 = 0$$

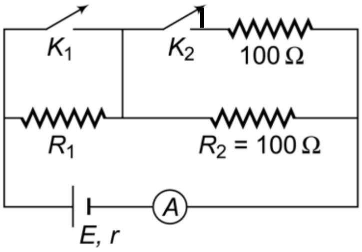
$$\Leftrightarrow -E + I_0(r+50) = 0$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{E}{r+50} (1)$$

ពេល K_1 បើកហើយ K_2 បិទ

អនុវត្ត KVL យើងបាន

$$-E + \frac{I_0}{2}(r + R_1 + 50) = 0$$



$$\Leftrightarrow \frac{I_0}{2}(r+R_1+50)=E$$

$$\Rightarrow I_0=\frac{2E}{r+R_1+50}(2)$$

ផ្ទឹមសមីការ (1) និង (2)

$$\frac{E}{r+50}=\frac{2E}{r+R_1+50}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{r+50}=\frac{2}{r+R_1+50}$$

$$\Leftrightarrow r+R_1+50=2r+100$$

$$\Rightarrow R_1=r+50(3)$$

សរសេរឡើងវិញ $I_0=\frac{E}{r+50}\Rightarrow r=\frac{E}{I_0}-50$

ហើយ $R_1=r+50=\frac{E}{I_0}-50+50=\frac{E}{I_0}$

ដូចនេះ: $r=\frac{E}{I_0}-50$ និង $R_1=\frac{E}{I_0}$

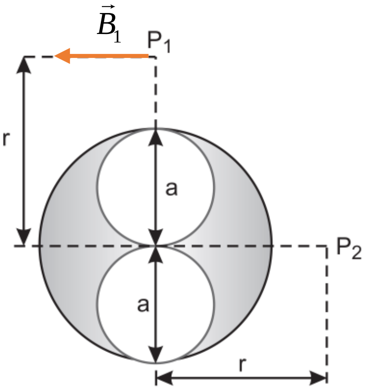
3. រកអាំងតង់ស៊ីតេនិងទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចជាអនុគមន៍នៃ μ_0, I, r និង a

ក) ត្រង់ចំណុច P_1 <u>អាចមានបញ្ហា</u>

ដោយចរន្ត I មានទិសដៅចេញមកក្រៅតាមទំព័រសៀវភៅហើយស្មើសាច់ឆ្លង កាត់ផ្ទៃមុខកាត់នៃខ្សែចម្លង នោះដែនម៉ាញេទិចមានទិសដៅមកឆ្វេង។

(សន្មតមានចរន្តវត់កាត់រន្ធប្រហោងមានទិសដៅមកក្រៅ)

ដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}_1=\vec{B}_{full}-\vec{B}_{c1}-\vec{B}_{c2}$



$$\Rightarrow B_1=B_{full}-B_{c1}-B_{c2}$$

$$\Leftrightarrow B_1=\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{J(\pi a^2)}{r}-\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{J\left[\pi\left(\frac{a}{2}\right)^2\right]}{r-\frac{a}{2}}-\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{J\left[\pi\left(\frac{a}{2}\right)^2\right]}{r+\frac{a}{2}}$$

$$\Leftrightarrow B_1=\frac{\mu_0 Ja^2}{2}\left[\frac{1}{r}-\frac{1}{4\left(r-\frac{a}{2}\right)}-\frac{1}{4\left(r+\frac{a}{2}\right)}\right]$$

$$\Rightarrow B_1=\frac{\mu_0 Ja^2}{2r}\left(\frac{2r^2-a^2}{4r^2-a^2}\right)$$

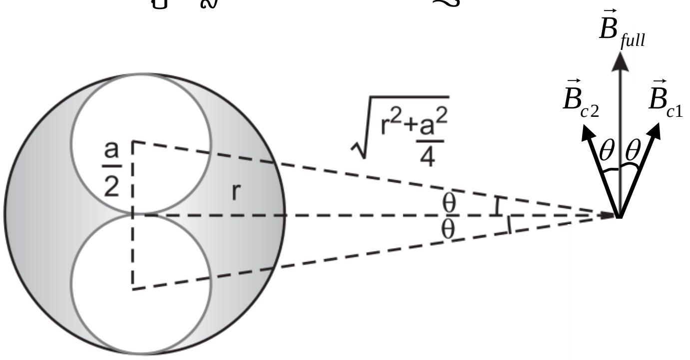
ដង់ស៊ីតេចរន្ត $J=\dfrac{I}{\pi a^2}$

យើងបាន $B_1=\dfrac{\mu_0 a^2}{2r}\left(\dfrac{I}{\pi a^2}\right)\left(\dfrac{2r^2-a^2}{4r^2-a^2}\right)=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(\dfrac{2r^2-a^2}{4r^2-a^2}\right)$

ដូចនេះ $B_1=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(\dfrac{2r^2-a^2}{4r^2-a^2}\right)$

ខ) ត្រង់ចំណុច P_2 <u>អាចមានបញ្ហា</u>

ដោយចរន្តចរន្ត I មានទិសដៅចេញមកក្រៅតាមទំព័រសៀវភៅហើយស្មើសាច់ឆ្លងកាត់ផ្ទៃមុខកាត់នៃខ្សែចម្លង នោះដែនម៉ាញេទិចមានទិសដៅឡើងលើ។



ដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}_2=\vec{B}_{full}-\vec{B}_{c1}-\vec{B}_{c2}$

$\Rightarrow B_2=B_{full}-2B_{c1}\cos\theta$

$$\Leftrightarrow B_2=\frac{\mu_0 J\left(\pi a^2\right)}{2\pi r}-2\frac{\mu_0 J\left(\pi\frac{a^2}{4}\right)}{2\pi\sqrt{r^2+\frac{a^2}{4}}}\frac{r}{\sqrt{r^2+\frac{a^2}{4}}}$$

$$\Leftrightarrow B_2=\frac{\mu_0 Ja^2}{2r}-\frac{\mu_0 Jra^2}{4\left(r^2+\frac{a^2}{4}\right)}$$

$$\Leftrightarrow B_2=\frac{\mu_0 Ja^2}{2}\left(\frac{1}{r}-\frac{r}{2r^2+\frac{a^2}{2}}\right)$$

ដង់ស៊ីតេចរន្ត $J=\dfrac{I}{\pi a^2}$

យើងបាន $B_2=\dfrac{\mu_0 a^2}{2}\left(\dfrac{I}{\pi a^2}\right)\left(\dfrac{1}{r}-\dfrac{r}{2r^2+\frac{a^2}{2}}\right)=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(\dfrac{2r^2+a^2}{4r^2+a^2}\right)$

ដូចនេះ $B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(\frac{2r^2 + a^2}{4r^2 + a^2}\right)$

4. រកកម្មន្តបំពេញដោយសារធាតុ

មាន $P = \frac{\alpha T - \beta T^2}{V} \Rightarrow V = \frac{\alpha T - \beta T^2}{P}$

យើងទាញបាន $dV = \left(\frac{\alpha - 2\beta T}{P}\right)dT$

កម្មន្ត $W = \int PdV = \int_{T_1}^{T_2} P\left(\frac{\alpha - 2\beta T}{P}\right)dT$

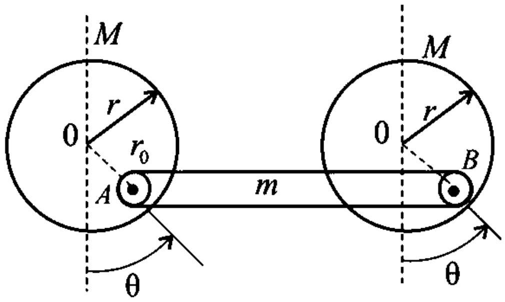
$\Leftrightarrow W = \int_{T_1}^{T_2} \alpha dT - \int_{T_1}^{T_2} 2\beta T dT$

$\Leftrightarrow W = \left[\alpha T - \beta T^2\right]_{T_1}^{T_2}$

$\Rightarrow W = \alpha\left(T_2 - T_1\right) - \beta\left(T_2^2 - T_1^2\right)$

ដូចនេះ $W = \alpha\left(T_2 - T_1\right) - \beta\left(T_2^2 - T_1^2\right)$

5. រកខួបនៃលំយោលតូច



ថាមពលមេកានិចនៃប្រព័ន្ធ

$E = K_{cyclinder} + K_{link} + U_{link}$

$= 2\left(\frac{1}{2}Mv^2\right) + 2\left(\frac{1}{2}I\omega^2\right) + \frac{1}{2}mv_{AB}^2 + mgr_0\left(1 - \cos\theta\right)$

$= Mr^2\omega^2 + \frac{1}{2}Mr^2\omega^2 + \frac{1}{2}m\left(r - r_0\right)^2\omega^2 + mgr_0\left(1 - \cos\theta\right)$

$= \frac{3}{2}Mr^2\omega^2 + \frac{1}{2}m\left(r - r_0\right)^2\omega^2 + mgr_0\left(1 - \cos\theta\right)$

$= \frac{3}{2}Mr^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}m\left(r - r_0\right)^2\dot{\theta}^2 + mgr_0\left(1 - \cos\theta\right)$

ដេរីវេសមីការថាមពលធៀបពេល

យើងបាន $\frac{dE}{dt} = 0$

$\frac{d}{dt}\left[\frac{3}{2}Mr^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}m\left(r - r_0\right)^2\dot{\theta}^2 + mgr_0\left(1 - \cos\theta\right)\right] = 0$

$\Leftrightarrow 3Mr^2\dot{\theta}\ddot{\theta} + m\left(r - r_0\right)^2\dot{\theta}\ddot{\theta} + mgr_0\sin\theta\dot{\theta} = 0$

$\Leftrightarrow 3Mr^2\ddot{\theta} + m\left(r - r_0\right)^2\ddot{\theta} + mgr_0\sin\theta = 0$

$\Leftrightarrow \left[3Mr^2 + m\left(r - r_0\right)^2\right]\ddot{\theta} + mgr_0\theta = 0$

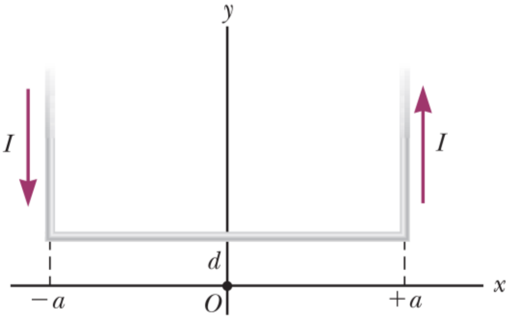
$$\Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{mgr_0}{3Mr^2 + m\left(r - r_0\right)^2}\theta = 0$$

រាង $\ddot{\theta} + \omega^2\theta = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\dfrac{mgr_0}{3Mr^2 + m\left(r - r_0\right)^2}}$

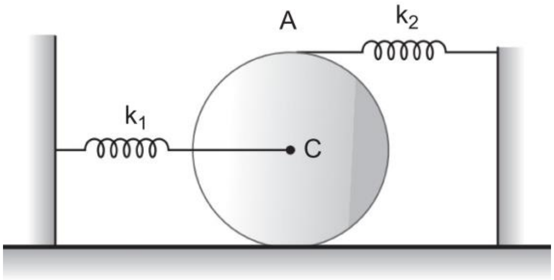
ខួប $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\dfrac{3Mr^2 + m\left(r - r_0\right)^2}{mgr_0}}$

ដូចនេះ $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{3Mr^2 + m\left(r - r_0\right)^2}{mgr_0}}$

វិញ្ញាសាទី១២

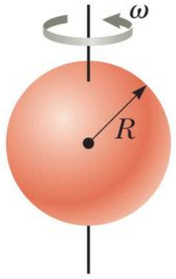


I. ចូរកំណត់ដែនម៉ាញេទិច(ជាអនុគមន៍នៃ I,a និង d) នៅត្រង់គល់តម្រុយឆ្លងកាត់ដោយចរន្តដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងស្តាំ។



II. ស៊ីឡាំងតាន់មួយមានម៉ាស m ត្រូវបានគេរក្សាឲ្យមានលំនឹងលើផ្ទៃដេក។ រ៉ឺស័រមិនយឺតពីរមានថេរកម្រាញ k_1 និង k_2 ត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងស៊ីឡាំងដូចក្នុងរូប។ ចូររកខួបនៃលំយោលតូច។ ស៊ីឡាំងរមៀលដោយមិនរអិល។

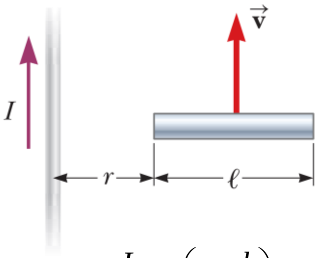
III. ធុងពីរ A និង B ផ្ទុកឧស្ម័នដូចគ្នាមានមាឌនិងសម្ពាធស្មើៗគ្នា។ ឧស្ម័នក្នុងធុង A ពង្រីកអ៊ីសូទែមទៅពីរដងនៃមាឌដើមរបស់វាហើយឧស្ម័នក្នុងធុង B ពង្រីកទៅពីរដងនៃមាឌដើមរបស់វាក្នុងបម្លែងអាដ្យាប៉ាទិច។ ប្រសិនបើកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នគឺស្មើគ្នាក្នុងបម្លែងទាំងពីរ ចូរបង្ហាញថា $\gamma(=C_p/C_v)$ បំពេញសមីការ $1-2^{1-\gamma}=(\gamma-1)\ln 2$ ។



IV. ស្វ៊ែមួយមានកាំ R និងមានដង់ស៊ីតេបន្ទុកក្នុងមួយខ្នាតមាឌ ρ ។ នៅពេលស្វ៊ែវិលជាមួយល្បឿនមុំ ω ជុំវិញអ័ក្សរង្វិលត្រង់ផ្ចិតរបស់វា ចូរគណនា៖

ក) ដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតនៃស្វ៊ែ។

ខ) ម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិចនៃស្វ៊ែ។



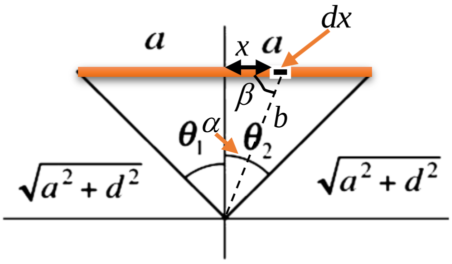
V. របារចម្លងអគ្គិសនីមួយប្រវែង l ផ្លាស់ទីជាមួយវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}$ ស្របតាមបណ្តោយខ្សែចម្លងត្រង់មួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I ។ ចូរបង្ហាញថាអាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករក្នុងរបារគឺ $|\varepsilon|=\frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\left(1+\frac{l}{r}\right)$

VI. អនុគមន៍រលកនៃភាគល្អិតមួយមានម៉ាស m កំពុងផ្លាស់ទីក្នុងប៉ូតង់ស្យែល $V(x)$ គឺ $\psi(x,t)=A\exp\left(-ikt-\frac{km}{\hbar}x^2\right)$ ដែល A និង k ជាចំនួនថេរ។ ចូររកកន្សោមនៃអនុគមន៍ប៉ូតង់ស្យែល $V(x)$ ។

ដំណោះស្រាយ

1. កំណត់ដែនម៉ាញេទិច(ជាអនុគមន៍នៃ I, a និង d)នៅត្រង់គល់តម្រុយ

ដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តរត់កាត់ខ្សែដេក



ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dx នៅចម្ងាយ b ពីគល់ O

ច្បាប់ Bio – Savart

$$dB_H = \frac{\mu_0 I \sin\beta dx}{4\pi b^2}$$

តាមរូប $\sin\beta = \sin\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right) = \cos\alpha$ និង $x = d\tan\alpha \Rightarrow dx = \frac{d}{\cos^2\alpha}d\alpha$ ហើយនិង

$b = \frac{d}{\cos\alpha}$ យើងបាន

$$dB_H = \frac{\mu_0 I\cos\alpha}{4\pi\left(\frac{d}{\cos\alpha}\right)^2}\frac{d}{\cos^2\alpha}d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}\cos\alpha d\alpha$$

$$\Rightarrow B_H = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}\int_{-\theta_1}^{\theta_2}\cos\alpha d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}(\sin\theta_1 + \sin\theta_2)$$

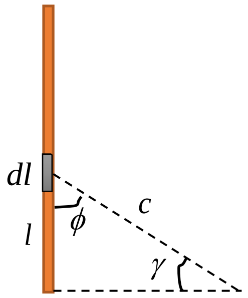
ដោយ $\sin\theta_1 = \sin\theta_2 = \frac{a}{\sqrt{a^2+d^2}}$

យើងបាន $B_H = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\frac{a}{\sqrt{a^2+d^2}}$ មានទិសដៅចូលក្នុង

ដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តរត់កាត់ខ្សែឈរខាងឆ្វេងនិងខាងស្តាំ

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dl នៅចម្ងាយ c ពីគល់ O

ច្បាប់ Bio – Savart



$$dB = \frac{\mu_0 I\sin\phi dl}{4\pi c^2}$$

តាមរូប $\sin\phi = \sin\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right) = \cos\gamma$

និង $l = a\tan\gamma \Rightarrow dl = \frac{a}{\cos^2\gamma}d\gamma$

ហើយនិង $c = \frac{a}{\cos\gamma}$

យើងបាន $dB = \frac{\mu_0 I\cos\gamma}{4\pi\left(\frac{a}{\cos\gamma}\right)^2}\frac{a}{\cos^2\gamma}d\gamma = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\cos\gamma d\gamma$

នាំឲ្យ $B_l = B_R = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos\gamma d\gamma - \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\int_0^{\frac{\pi}{2}-\theta_1}\cos\gamma d\gamma$

$\Leftrightarrow B_l = B_R = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(1-\cos\theta_1)$

ដោយ $\cos\theta_1 = \cos\theta_2 = \frac{d}{\sqrt{a^2+d^2}}$

យើងបាន $B_l = B_R = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(1-\frac{d}{\sqrt{a^2+d^2}}\right)$ មានទិសដៅមកមុខ

ដែនម៉ាញេទិចផ្គួប $B_T = 2B_R - B_H$

$\Leftrightarrow B_T = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}\left(1-\frac{d}{\sqrt{a^2+d^2}}\right) - \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\frac{a}{\sqrt{a^2+d^2}}$

$\Leftrightarrow B_T = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left[\frac{1}{a}\left(1-\frac{d}{\sqrt{a^2+d^2}}\right)-\left(\frac{1}{d}\frac{a}{\sqrt{a^2+d^2}}\right)\right]$

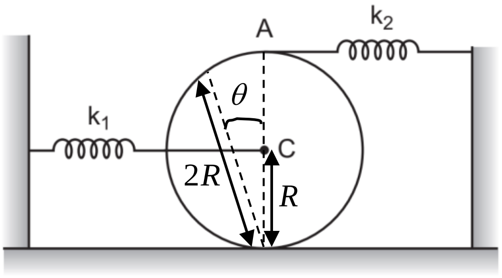
$\Leftrightarrow B_T = \frac{\mu_0 I}{2\pi ad}\left(d-\sqrt{a^2+d^2}\right)$

$\Rightarrow B_T = -\frac{\mu_0 I}{2\pi ad}\left(\sqrt{a^2+d^2}-d\right)$

សញ្ញាដកបង្ហាញថាវាមានទិសដៅចូលទៅក្នុង

ដូចនេះ៖ $B_T = \frac{\mu_0 I}{2\pi ad}\left(\sqrt{a^2+d^2}-d\right)$

2. រកខួបនៃលំយោលតូច



គេបម្លាស់ទីផ្ចិតស៊ីឡាំង C មកឆ្វេងបាន ប្រវែង x នោះរ៉ឺស័រដែលភ្ជាប់ត្រង់ C រួញខ្លីបានប្រវែង x ហើយរ៉ឺស័រដែលភ្ជាប់ត្រង់ A យឺតបានប្រវែង $2x$ ។

តាង v ជាល្បឿនរបស់ផ្ចិតស៊ីឡាំងនិង ω ជាល្បឿនមុំរបស់វា

ថាមពលមេកានិចនៃប្រព័ន្ធ (វាធ្វើចលនារង្វិលផង រំកិលផង)

$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I_C\omega^2 + \frac{1}{2}k_1x^2 + \frac{1}{2}k_2(2x)^2$

$= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mR^2\right)\left(\frac{v}{R}\right)^2 + \frac{1}{2}k_1x^2 + 2k_2x^2$

$= \frac{3}{4}mv^2 + \left(\frac{1}{2}k_1 + 2k_2\right)x^2$

ដេរីវេធៀបពេលនៃសមីការថាមពល

$$\frac{dE}{dt}=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{d}{dt}\left[\frac{3}{4}mv^2+\left(\frac{1}{2}k_1+2k_2\right)x^2\right]=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2}mva+k_1vx+4k_2vx=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2}ma+\left(k_1+4k_2\right)x=0$$

$$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2}+\frac{2}{3m}\left(k_1+4k_2\right)x=0$$

តាង $\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2x=0\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{2}{3m}\left(k_1+4k_2\right)}$

ខួបនៃលំយោល

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{3m}{2\left(k_1+4k_2\right)}}$$

ដូចនេះ $T=2\pi\sqrt{\frac{3m}{2\left(k_1+4k_2\right)}}$

3. បង្ហាញថា $\gamma(=C_p/C_v)$ បំពេញសមីការ $1-2^{1-\gamma}=(\gamma-1)\ln 2$

តាង P_0 និង V_0 ជាសម្ពាធនិងមាឌរបស់ធុងទាំងពីរនៅលក្ខខ័ណ្ឌដើម

n_1 និង n_2 ជាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នក្នុងធុងទី១និងទី២រៀងគ្នា

T_1 និង T_2 ជាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នក្នុងធុងទី១និងទី២រៀងគ្នានៅលក្ខខ័ណ្ឌដើម

យើងបាន $P_0V_0=n_1RT_1=n_2RT_2 (1)$

កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងលំនាំអ៊ីសូទែម

$$W_1=n_1RT_1\ln\frac{2V_0}{V_0}=n_1RT_1\ln 2(2)$$

កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងលំនាំអាដ្យាប៉ាទិច

$$W_2=-\Delta U$$
$$=-n_2C_V\Delta T$$
$$=-n_2\frac{i}{2}R\Delta T$$

ដោយ $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V} = \dfrac{\frac{i+2}{2}}{\frac{i}{2}} = \dfrac{i+2}{i} \Rightarrow i = \dfrac{2}{\gamma - 1}$

យើងបាន $W_2 = -n_2\left(\dfrac{1}{\gamma-1}\right)R\Delta T = \dfrac{1}{1-\gamma}n_2R\Delta T = \dfrac{1}{1-\gamma}n_2R\left(T_2' - T_2\right)(3)$

សមីការ $TV^{\gamma-1} = \text{const}$

$\Leftrightarrow T_2V_0^{\gamma-1} = T_2'\left(2V_0\right)^{\gamma-1}$

$\Rightarrow T_2' = T_2 2^{1-\gamma}$

យើងបាន $W_2 = \dfrac{1}{1-\gamma}n_2RT_2\left(2^{\gamma-1} - 1\right)(4)$

បម្រាប់ $W_1 = W_2$

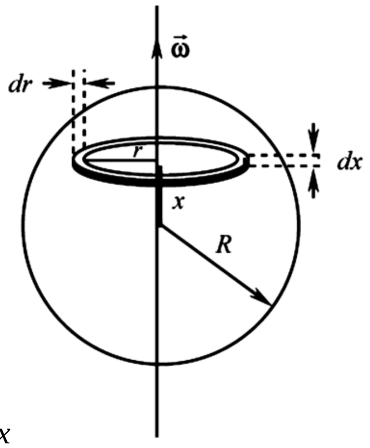
$\Leftrightarrow n_1RT_1 \ln 2 = \dfrac{1}{1-\gamma}n_2RT_2\left(2^{\gamma-1} - 1\right)$

$\Leftrightarrow \ln 2 = \dfrac{1}{1-\gamma}\left(2^{\gamma-1} - 1\right)$

$\Leftrightarrow \ln 2 = \dfrac{1}{\gamma-1}\left(1 - 2^{\gamma-1}\right)$

$\Rightarrow 1 - 2^{\gamma-1} = \left(\gamma - 1\right)\ln 2$

ដូចនេះ $1 - 2^{\gamma-1} = \left(\gamma - 1\right)\ln 2$



4. ក) គណនាដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិតនៃស្វ៊ែ

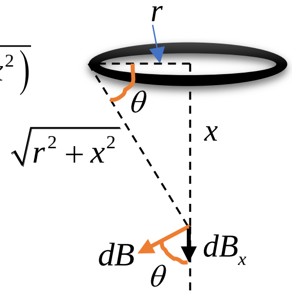
ពិនិត្យស្វ៊ែកំពុងត្រូវបានបង្កើតជាកងតូចមួយ មានកាំ r កម្រាស់ dr និងមានកម្ពស់ dx និង នៅចម្ងាយ x ពីអ័ក្សរង្វិលនៃស្វ៊ែ។

ធាតុបន្ទុក $dQ = \rho dV = \rho\left(2\pi r dr\right)\left(dx\right)$

ធាតុចរន្ត $di = \dfrac{dQ}{T} = \dfrac{\omega}{2\pi}\rho\left(2\pi r dr\right)\left(dx\right) = \rho\omega r dr dx$

ដែនម៉ាញេទិចផ្ទួបត្រង់ផ្ចិតនៃស្វ៊ែបង្កើតដោយចរន្តវត់ក្នុងកង $dB_x = dB\cos\theta(1)$

ដោយ $dB = \displaystyle\int \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{di dl \sin\left(\pi/2\right)}{\left(r^2+x^2\right)} = \int_0^{2\pi r}\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{di dl}{\left(r^2+x^2\right)} = \dfrac{\mu_0}{2}\dfrac{r di}{\left(r^2+x^2\right)}$



យើងបាន $dB_x = dB\cos\theta$

$\Leftrightarrow \dfrac{\mu_0}{2}\dfrac{r di}{\left(r^2+x^2\right)}\dfrac{r}{\sqrt{r^2+x^2}} = \dfrac{\mu_0}{2}\dfrac{r^2 di}{\sqrt[3]{r^2+x^2}} = \dfrac{\mu_0}{2}\dfrac{r^3\rho\omega dr dx}{\sqrt[3]{r^2+x^2}}$

យើងបាន $B_x = \int_{-R}^{R}\int_{0}^{\sqrt{R^2-x^2}} \frac{\mu_0}{2}\frac{r^3\rho\omega drdx}{\sqrt[3]{r^2+x^2}}$

តាង $V = r^2 + x^2 \Rightarrow dV = 2rdr$ ហើយ $r^2 = V - x^2$

យើងបាន $B_x = \int_{-R}^{R}\int_{x^2}^{R^2} \frac{\mu_0}{2}\frac{\rho\omega\left(V - x^2\right)dVdx}{2V^{3/2}}$

$\Leftrightarrow B_x = \frac{\mu_0\rho\omega}{4}\int_{-R}^{R}\int_{x^2}^{R^2}\left(V^{-1/2} - x^2V^{-3/2}\right)dVdx$

$= \frac{\mu_0\rho\omega}{4}\int_{-R}^{R}\left(2R - 4x + 2R^{-1}x^2\right)dx$

$= \frac{\mu_0\rho\omega R^2}{3}$

ដូចនេះ: $B_x = \frac{\mu_0\rho\omega R^2}{3}$

ខ) គណនាម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិចនៃស្វ៊ែ

ធាតុម៉ូម៉ង់ម៉ាញេទិច $d\mu = Adi = \left(\pi r^2\right)\rho\omega rdrdx$

យើងបាន $\mu = \int_{-R}^{R}\int_{0}^{\sqrt{R^2-x^2}} \pi\rho\omega r^3drdx$

$\Leftrightarrow \mu = \pi\rho\omega\int_{-R}^{R}\left[\int_{0}^{\sqrt{R^2-x^2}} r^3dr\right]dx$

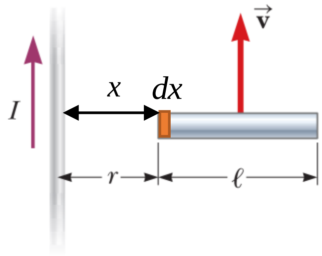
$= \pi\rho\omega\int_{-R}^{R}\frac{\left(R^2 - x^2\right)}{4}dx$

$= \frac{4}{15}\pi\rho\omega R^2$

ដូចនេះ: $\mu = \frac{4}{15}\pi\rho\omega R^2$

5. បង្ហាញថាអាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករក្នុងរបារគឺ $|\varepsilon| = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi}\ln\left(1 + \frac{l}{r}\right)$

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dx នៅចម្ងាយ x ពីខ្សែចម្លង



ដែនម៉ាញេទិច $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $|\varepsilon| = \int Bvdx = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi}\int_{r}^{r+l}\frac{dx}{x}$

$\Leftrightarrow |\varepsilon| = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi}\int_{r}^{r+l}\frac{dx}{x} = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi}\left[\ln\frac{r+l}{r}\right] = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi}\ln\left(1 + \frac{l}{r}\right)$

ដូចនេះ $\left|\varepsilon\right| = \frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\left(1+\frac{l}{r}\right)$

6. រកកន្សោមនៃអនុគមន៍ប៉ូតង់ស្យែល $V(x)$

មាន $\psi(x,t) = A\exp\left(-ikt - \frac{km}{\hbar}x^2\right)$

ដេរីវេទី១ធៀប x

$$\frac{\partial\psi}{\partial x} = \left(-2\frac{km}{\hbar}x\right)A\exp\left(-ikt - \frac{km}{\hbar}x^2\right)$$

ដេរីវេទី២ធៀប x

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} = \left(-\frac{2Akm}{\hbar}\right)\frac{\partial}{\partial x}\left[x\exp\left(-ikt - \frac{km}{\hbar}x^2\right)\right]$$

$$= \left[\frac{4k^2m^2x^2}{\hbar^2} - \frac{2km}{\hbar}\right]A\exp\left(-ikt - \frac{km}{\hbar}x^2\right)$$

$$= \left(\frac{4k^2m^2x^2}{\hbar^2} - \frac{2km}{\hbar}\right)\psi$$

សមីការ Schrödinger អាស្រ័យពេល

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + V(x)\psi$$

យើងបាន $i\hbar(-ik)\psi = -\frac{\hbar^2}{2m}\left(\frac{4k^2m^2x^2}{\hbar^2} - \frac{2km}{\hbar}\right)\psi + V(x)\psi$

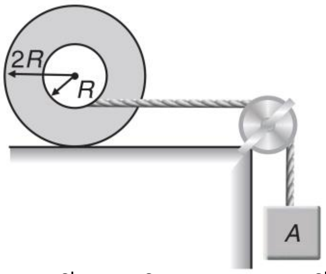
$$\Leftrightarrow -i^2\hbar k\psi = -\frac{\hbar^2}{2m}\left(\frac{4k^2m^2x^2}{\hbar^2} - \frac{2km}{\hbar}\right)\psi + V(x)\psi$$

$$\Leftrightarrow \hbar k\psi = -2k^2mx^2\psi + \hbar k\psi + V(x)\psi$$

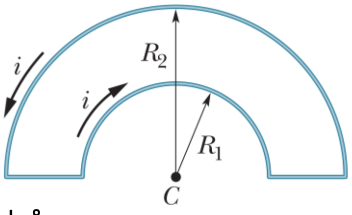
$$\Rightarrow V(x) = 2k^2mx^2 = 2k^2mx^2$$

ដូចនេះ $V(x) = 2k^2mx^2$

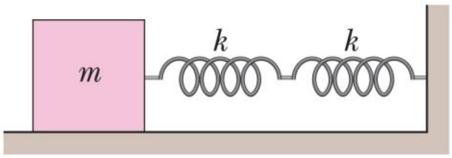
វិញ្ញាសាទី១៣



I. ខ្សែស្រាលមួយត្រូវបានគេរុំលើកងយោងមួយមានម៉ាស 3kg និងមានម៉ូម៉ង់និចលភាព 0.6kgm^2 ។ ដុំកណ្តាលមានកាំ $R = 10\text{cm}$ និងគែមខាងក្រៅមានកាំ $2R = 20\text{cm}$ ។ កងយោងត្រូវបានគេដាក់លើប្លង់គ្រើមហើយកកិតជាហេតុធ្វើឲ្យវាមិនអាចរអិលបាន។ ចូររកសំទុះនៃផ្ចិតកងយោងនិងនៃដុំដែលព្យួរមានម៉ាស 1kg ។



II. ក្នុងរូបខាងស្តាំ ខ្សែចម្លងកន្លះរង្វង់ពីរមានកាំ R_1 និង R_2 ឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត i ហើយមានផ្ចិតដូចគ្នាត្រង់ចំណុច C ។ ចូរកំណត់ទិសដៅនិងអាំងតង់ស៊ីតេនៃដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច C ។

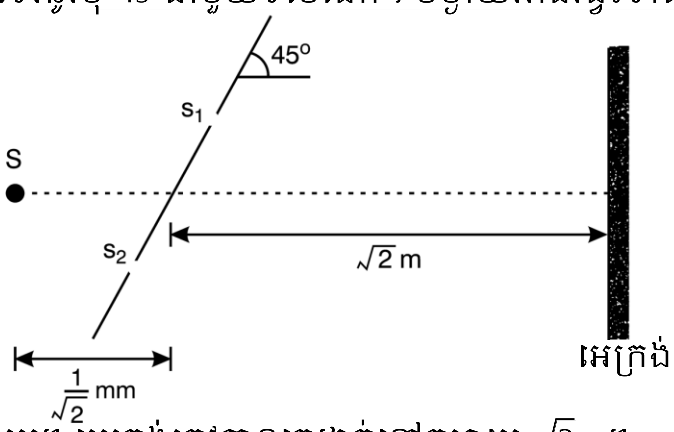


III. រ៉ឺស័រពីរភ្ជាប់គ្នាហើយភ្ជាប់ទៅនឹងដុំមួយមានម៉ាស m កំពុងយោលលើប្លង់រលោង។ រ៉ឺស័រនីមួយៗមានថេរកម្រាញ k ។ ចូររកប្រកង់ធម្មជាតិនៃលំយោល។

IV. ឧស្ម័នមួយទទួលរងបម្លែងមួយដែល $P \propto \frac{1}{T}$ ។ ប្រសិនបើចំណុះកម្តៅម៉ូលសម្រាប់បម្លែងនេះគឺ $C = 33.24\text{J/molK}$ ។ ចូររកចំនួនដឺក្រេសេរីនៃម៉ូលេគុលរបស់ឧស្ម័ន។

V. ចូរបង្ហាញថាជំហានរលករបស់ភាគល្អិតមួយមានម៉ាសនៅស្ងៀម m_0 ជាមួយថាមពលស៊ីនេទិច T ឲ្យដោយ $\lambda = \frac{hc}{\sqrt{T^2 + 2m_0c^2T}}$ ។

VI. រង្វះពីរ s_1 និង s_2 ស្ថិតលើប្លង់ទេរទ្រេមុំ 45° ជាមួយទិសដេក។ ចម្ងាយរវាងរង្វះទាំងពីរគឺ $\sqrt{2}\text{mm}$ ។ ចំណុចប្រភពម៉ូណូក្រូម៉ាទិច S មានជំហានរលក $\lambda = 5000\,\mathring{A}$ ត្រូវបានគេដាក់នៅចម្ងាយ $\frac{1}{\sqrt{2}}\text{mm}$ ពីចំណុចកណ្តាលនៃរង្វះទាំងពីរដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ អេក្រង់ត្រូវបានគេដាក់នៅចម្ងាយ $\sqrt{2}\text{m}$ ។ ចូរគណនាប្រវែងចន្លោះប្រង់។



ដំណោះស្រាយ

1. រកសំទុះនៃផ្ចិតកងយោងនិងនៃដុំដែលព្យួរមានម៉ាស 1kg

តាង a_1 ជាសំទុះនៃផ្ចិតរបស់កងយោង

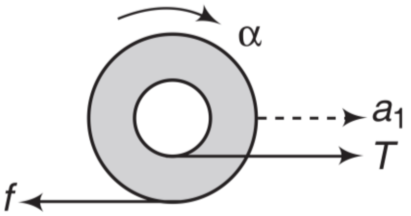
a_2 ជាសំទុះរបស់ដុំ 1kg

α ជាសំទុះមុំរបស់កងយោង

T ជាតំណាងខ្សែ

f ជាកម្លាំងកកិត

ច្បាប់ទី២ញូតុន(ចលនារំកិល) ចំពោះកងយោង



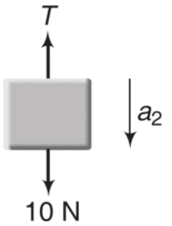
$T - f = 3a_1 (1)$

ច្បាប់ទី២ញូតុន(ចលនារង្វិល) ចំពោះកងយោង

$f(2R) - Tr = I\alpha$

$\Rightarrow \alpha = \dfrac{f(2R) - Tr}{I} = \dfrac{0.2f - 0.1T}{0.6} = \dfrac{f}{3} - \dfrac{T}{6} (2)$

ច្បាប់ទី២ញូតុន(ចលនារំកិល) ចំពោះដុំ 1kg



$10 - T = a_2 (3)$

លក្ខខ័ណ្ឌរមៀលដោយមិនរអិល

$a_1 = (2R)\alpha = 0.2\alpha (4)$

និង $a_2 = a_1 - R\alpha (5)$

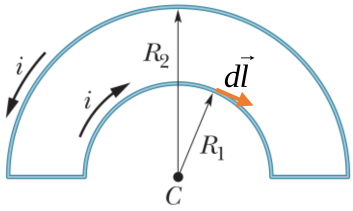
ដោះស្រាយសមីការទាំងអស់ខាងលើ យើងទទួលបាន $a_1 = 0.27\text{m/s}^2$ និង

$a_2 = 0.135\text{m/s}^2$ ។

2. កំណត់ទិសដៅនិងអាងតង់ស៊ីតេនៃដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុច C

ជ្រើសរើស dl នៅចម្ងាយ R_1 ពីចំណុច C ចំពោះខ្សែចម្លងកន្លះរង្វង់មានកាំ R_1

ដែនម៉ាញេទិច



$d\vec{B}_1 = \dfrac{\mu_0}{4\pi} \dfrac{i(d\vec{l} \times \vec{R}_1)}{R_1^3}$

$\Rightarrow dB_1 = \dfrac{\mu_0}{4\pi} \dfrac{idl}{R_1^2}$

យើងបាន $B_1=\frac{\mu_0 i}{4\pi R_1^2}\int_0^{\pi R_1} dl=\frac{\mu_0 i}{4\pi R_1^2}(\pi R_1)=\frac{\mu_0 i}{4R_1}$ មានទិសដៅចូលក្នុងទំព័រក្រដាស

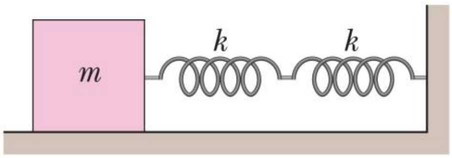
សម្រាយដូចគ្នាដែរចំពោះដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តរត់ខ្សែចម្លងកន្លះរង្វង់មានកាំ R_2 គឺ $B_2=\frac{\mu_0 i}{4R_2}$ មានទិសដៅចេញមកក្រៅទំព័រក្រដាស

ដែនម៉ាញេទិចផ្គួបត្រង់ចំណុច C

$$B=B_1-B_2=\frac{\mu_0 i}{4R_1}-\frac{\mu_0 i}{4R_2}=\frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

ដូចនេះ $B=\frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$

3. រកប្រេកង់ធម្មជាតិនៃលំយោល



យើងទាញដុំម៉ាសមកឆ្វេង រួចលែងទៅវិញ

ច្បាប់ Hooke

$$F=kx_1=kx_2=k_{eq}x_s(1)$$

យើងបាន $x_1=\frac{F}{k},x_2=\frac{F}{k}$ និង $x_s=\frac{F}{k_{eq}}$

តែ $x_1+x_2=x_s(2)$

យើងបាន $\frac{F}{k}+\frac{F}{k}=\frac{F}{k_{eq}}\Rightarrow k_{eq}=\frac{k^2}{2k}=\frac{k}{2}$

ថាមពលមេកានិច

$$E=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}k_{eq}x_s^2$$

ធ្វើដេរីវេធៀបពេលលើសមីការថាមពល

$$\frac{dE}{dt}=\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}k_{eq}x_s^2\right)=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m(2av)+\frac{1}{2}k_{eq}(2vx_s)=0$$

$$\Leftrightarrow a+\frac{k_{eq}}{m}x_s=0$$

រាង $a+\omega^2x_s=0$ នាំឲ្យ $\omega=\sqrt{\frac{k_{eq}}{m}}=\sqrt{\frac{k}{2m}}$

ប្រេកង់ធម្មជាតិ $f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{2m}}$

4. រកចំនួនដឺក្រេសេរីនៃម៉ូលេគុលរបស់ឧស្ម័ន

បម្រាប់ $P \propto \frac{1}{T}$ នាំឲ្យ $P = \frac{k}{T}$ យើងបាន $PT = k(1)$ ដែល k ជាចំនួនថេរ

សមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $PV = RT \Rightarrow T = \frac{PV}{R}$ (យើងយកឧស្ម័នតែមួយម៉ូលទេ)

តាម (1) យើងបាន $P\left(\frac{PV}{R}\right) = k \Leftrightarrow P^2V = C \Rightarrow PV^{1/2} = Z(2)$

ដែល C, Z ជាចំនួនថេរ

តាម (2) យើងអាចសរសេរ $P_iV_i^{1/2} = P_fV_f^{1/2} = Z$

ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច

$$Q = W + \Delta U$$
$$\Leftrightarrow C\Delta T = W + C_V\Delta T$$
$$\Rightarrow C = C_V + \frac{W}{\Delta T}(3)$$

កម្មន្ត $W = \int PdV = Z\int_{V_i}^{V_f} V^{-1/2}dV = 2\left(ZV_f^{1/2} - ZV_i^{1/2}\right)$

$$\Leftrightarrow W = 2\left(P_fV_f^{1/2}V_f^{1/2} - P_iV_i^{1/2}V_i^{1/2}\right)$$
$$\Leftrightarrow W = 2\left(P_fV_f - P_iV_i\right)$$
$$\Leftrightarrow W = 2R\left(T_f - T_i\right)$$
$$\Rightarrow \frac{W}{\Delta T} = 2R$$

តាម (3) យើងបាន $C = C_V + 2R(4)$

យើងដឹងថា $R = C_P - C_V \Rightarrow C_V = \frac{R}{\gamma - 1}$

តាម (4) យើងបាន $C = \frac{R}{\gamma - 1} + 2R$

$$\Leftrightarrow 33.24 = 8.31\left(\frac{1}{\gamma - 1} + 2\right)$$
$$\Rightarrow \gamma = 1.5$$

ហើយ $\gamma = 1 + \frac{2}{i} \Leftrightarrow 1.5 = 1 + \frac{2}{i} \Rightarrow i = 4$

ដូចនេះ $i = 4$

5. បង្ហាញថាជំហានរលករបស់ភាគល្អិតមួយមានម៉ាសនៅស្ងៀម m_0 ជាមួយថាមពលស៊ីនេទិច T ឲ្យដោយ $\lambda = \dfrac{hc}{\sqrt{T^2 + 2m_0c^2T}}$

ថាមពលសរុប $E = T + m_0c^2 (1)$

ម្យ៉ាងទៀត $E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4 (2)$

យើងបាន $\left(T + m_0c^2\right)^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$

$\Leftrightarrow T^2 + 2Tm_0c^2 + m_0^2c^4 = p^2c^2 + m_0^2c^4$

$\Rightarrow pc = \sqrt{T^2 + 2Tm_0c^2}$

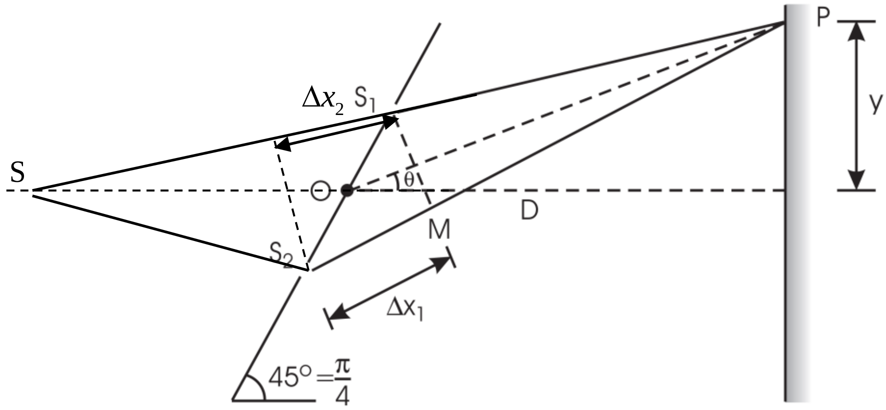
ជំហានរលក de Broglie

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{hc}{pc} = \frac{hc}{\sqrt{T^2 + 2Tm_0c^2}}$$

ដូចនេះ $\lambda = \dfrac{hc}{\sqrt{T^2 + 2m_0c^2T}}$

6. គណនាប្រវែងចន្លោះប្រង់

សម្រាប់មុំតូច θ យើងអាចសរសេរ $\angle s_1s_2M \simeq \dfrac{\pi}{4} - \theta$



យើងបានប្រវែង $\Delta x_1 = s_2P - s_1P \simeq s_2M$

$$\Leftrightarrow \Delta x_1 = d\cos\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)$$

$$\Leftrightarrow \Delta x_1 = d\left[\cos\theta\cos\frac{\pi}{4} + \sin\theta\sin\frac{\pi}{4}\right]$$

$$\Rightarrow \Delta x_1 = \frac{d\sqrt{2}}{2}\left(\cos\theta + \sin\theta\right)$$

ករណីមុំតូច $\sin\theta \simeq \theta$ និង $\cos\theta \simeq 1$

យើងបាន $\Delta x_1 = \frac{d\sqrt{2}}{2}(1+\theta)$

ក្នុងរូប $\Delta x_2 = ss_1 - ss_2$

ផលសងដំណើរ $\Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2 = \frac{d\sqrt{2}}{2}(1+\theta) - \Delta x_2$

ហើយ $\Delta x = n\lambda$

$$\Leftrightarrow \frac{d\sqrt{2}}{2}(1+\theta) - \Delta x_2 = n\lambda$$

$$\Leftrightarrow \frac{d\sqrt{2}}{2}\left(1+\frac{y}{D}\right) - \Delta x_2 = n\lambda$$

$$\Leftrightarrow 1+\frac{y}{D} = \frac{2}{d\sqrt{2}}\left(n\lambda + \Delta x_2\right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{y}{D} = \frac{2}{d\sqrt{2}}\left(n\lambda + \Delta x_2\right) - 1$$

$$\Rightarrow y = \frac{2D\left(n\lambda + \Delta x_2\right) - Dd\sqrt{2}}{d\sqrt{2}}$$

ចំពោះប្រង់ភ្លឺទី n យើងបាន $y_n = \frac{2D\left(n\lambda + \Delta x_2\right) - Dd\sqrt{2}}{d\sqrt{2}}$

ចំពោះប្រង់ភ្លឺទី $n+1$ យើងបាន $y_{n+1} = \frac{2D\left[(n+1)\lambda + \Delta x_2\right] - Dd\sqrt{2}}{d\sqrt{2}}$

ចន្លោះប្រង់ភ្លឺ $i = y_{n+1} - y_n$

$$\Leftrightarrow i = \frac{2D\left[(n+1)\lambda + \Delta x_2\right] - Dd\sqrt{2}}{d\sqrt{2}} - \frac{2D\left(n\lambda + \Delta x_2\right) - Dd\sqrt{2}}{d\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow i = \frac{2D\lambda}{d\sqrt{2}} = \sqrt{2}\lambda\frac{D}{d}$$

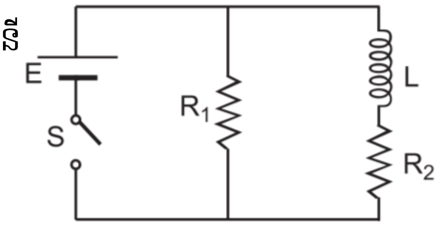
អនុវត្តជាលេខ $\lambda = 5000\,\mathring{A}, D = \sqrt{2}\text{m}$ និង $d = \sqrt{2}\text{mm}$

យើងបាន $i = 0.7\text{mm}$

ដូចនេះ $i = 0.7\text{mm}$

<u>វិញ្ញាសាទី១៨</u>

I. អាំងឌុចទ័រមួយមានអាំងឌុចតង់ $L=400\text{mH}$ និងរេស៊ីស្តរពីរមានរេស៊ីស្តង់ $R_1=2\Omega$ និង $R_2=2\Omega$ ត្រូវបានភ្ជាប់ទៅជនីតាមួយមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $E=12\text{V}$ ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ រេស៊ីស្តង់ក្នុងនៃជនីតាអាចចោលបាន។ កុងតាក់បិទនៅខណៈ $t=0$។

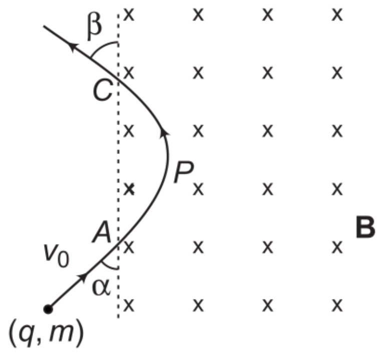


ចូរកំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌ្វីកើតមានក្នុងអាំងឌុចទ័រជាអនុគមន៍នៃពេល។
គេបើកកុងតាក់បន្ទាប់ពីមានចរន្តថេររត់កាត់រេស៊ីស្តង់ R_2 ចូរកំណត់ទិសដៅនិងអាំងតង់ស៊ីតេនៃចរន្តរត់កាត់រេស៊ីស្តង់ R_1 ជាអនុគមន៍នៃពេល។

II. ចូររកកម្តៅម៉ាសម៉ូលនៃបម្លែង $P=\frac{a}{T}$ សម្រាប់ឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម ដោយ a ជាចំនួនថេរ។

III. ចូរបង្ហាញថាផលសងរវាងកម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរ β_1 និង β_2 គឺជាទំនាក់ទំនងទៅនឹងផលធៀបនៃចម្ងាយ r_1 និង r_2 ពីប្រភពសម្លេងកំណត់ដោយ $\beta_2-\beta_1=20\log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$។

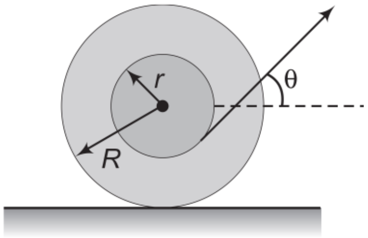
IV. ភាគល្អិតផ្ទុកអគ្គិសនីមួយ (q,m) ចូលក្នុងតំបន់ដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $\vec{B}$ នៅមុំ α ដូចបង្ហាញក្នុងរូបជាមួយល្បឿន v_0។ ចូររក



ក) មុំ β នៅចំណុចដែលវាចេញពីដែនម៉ាញេទិច។
ខ) រយៈពេលដែលចរក្នុងដែនម៉ាញេទិច។
គ) ចម្ងាយ AC។

V. ចូរគណនាដង់ស៊ីតេចរន្តប្រូបាប៊ីលីតេ $j(x)$ សម្រាប់អនុគមន៍រលក $\psi(x)=u(x)\exp[i\phi(x)]$ ដែល u និង ϕ ជាចំនួនពិត។

VI. ខ្នារ(អំបោះ)មួយត្រូវបានគេទាញនៅមុំ θ ជាមួយទិសដេកលើប្លង់ដេកគ្រើមដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ប្រសិនបើខ្នារនៅស្ងៀមដដែល ចូរកំណត់មុំ θ។

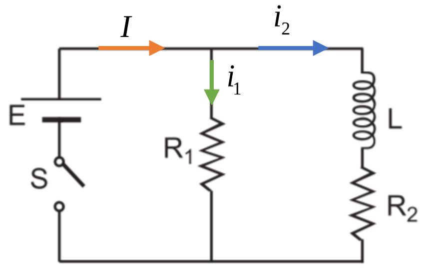


VII. អនុគមន៍រលកមិនអាស្រ័យពេលនៃភាគល្អិតមួយមានម៉ាស m កំពុងផ្លាស់ទីក្នុងតំបន់ប៉ូតង់ស្យែល $V(x)=\alpha^2x^2$ គឺ $\psi(x)=\exp\left[-\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}x^2\right]$ ដែល α ជាចំនួនថេរ។
ចូររកថាមពលនៃប្រព័ន្ធ។

ដំណោះស្រាយ

1. កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌីកើតមានក្នុងអាំងឌុចទ័រជាអនុគមន៍នៃពេល រួចកំណត់ទិសដៅនិងអាំងតង់ស៊ីតេនៃចរន្តរត់កាត់រេស៊ីស្តង់ R_1 ជាអនុគមន៍នៃពេល ពេលមានចរន្តថេររត់កាត់រេស៊ីស្តង់ R_2

<u>ពេលកុងតាក់បិទ</u>



$$-E+R_2i_2+\left|L\frac{di}{dt}\right|=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{di}{dt}=\frac{E-R_2i_2}{L}$$

$$\Rightarrow \frac{di}{E-R_2i_2}=\frac{dt}{L}$$

នៅខណៈ: $t=0$ ចរន្ត $i_2=0$ រត់កាត់ L

នៅខណៈ: t ចរន្ត i_2 រត់កាត់ L

យើងបាន $\displaystyle\int_0^{i_2}\frac{di}{E-R_2i_2}=\int_0^t\frac{dt}{L}$

តាង $u=E-R_2i_2 \Rightarrow di=-\dfrac{du}{R_2}$

យើងបាន $\displaystyle -\frac{1}{R_2}\int_0^{i_2}\frac{du}{u}=\int_0^t\frac{dt}{L}$

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{R_2}\left[\ln u\right]_0^{i_2}=\frac{t}{L}$$

$$\Leftrightarrow \left[\ln\left(E-R_2i_2\right)\right]_0^{i_2}=-\frac{R_2t}{L}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left(E-R_2i_2\right)-\ln E=-\frac{R_2t}{L}$$

$$\Leftrightarrow \frac{E-R_2i_2}{E}=\exp\left(-\frac{R_2t}{L}\right)$$

$$\Rightarrow i_2=\frac{E}{R_2}\left[1-\exp\left(-\frac{R_2t}{L}\right)\right]$$

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌី

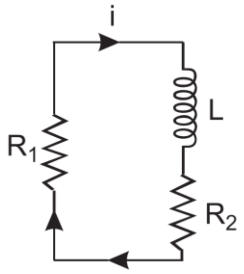
$$V=\left|L\frac{di_2}{dt}\right|=\frac{LE}{R_2}\frac{d}{dt}\left[1-\exp\left(-\frac{R_2t}{L}\right)\right]=E\exp\left(-\frac{R_2t}{L}\right)$$

$$\Rightarrow V=12e^{-5t}\mathrm{V}$$

ដូចនេះ: $V=12e^{-5t}$

ពេលកុងតាក់បើក

$i(R_1+R_2)+\left|L\frac{di}{dt}\right|=0$



$\Leftrightarrow \frac{di}{dt}=-\frac{(R_1+R_2)i}{L}$

$\Rightarrow \frac{di}{i}=-\frac{(R_1+R_2)}{L}dt$

នៅខណៈ $t=0$ ចរន្ត $i=\frac{E}{R_2}$ រត់កាត់ L

នៅខណៈ t ចរន្ត i រត់កាត់ L

យើងបាន $\int_{E/R_2}^{i}\frac{di}{i}=-\int_0^t\frac{(R_1+R_2)}{L}dt$

$\Leftrightarrow \ln i-\ln\frac{E}{R_2}=-\frac{(R_1+R_2)}{L}t$

$\Leftrightarrow \frac{R_2 i}{E}=\exp\left[-\frac{(R_1+R_2)}{L}t\right]$

$\Rightarrow i=\frac{E}{R_2}\exp\left[-\frac{(R_1+R_2)}{L}t\right]=6e^{-10t}\text{A}$

ដូចនេះ $i=6e^{-10t}\text{A}$

2. រកកម្តៅម៉ាសម៉ូល

ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច $dQ=dW+dU$

កម្តៅម៉ាសម៉ូល $C=\frac{dQ}{dT}=\frac{dW}{dT}+\frac{dU}{dT}=\frac{PdV}{dT}+\frac{C_V dT}{dT}=C_V+\frac{PdV}{dT}(1)$

សមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $PV=RT\Rightarrow V=\frac{RT}{P}=\frac{RT^2}{a}$

ដេរីវេ $\frac{dV}{dT}=\frac{2RT}{a}$

តាម (1) យើងបាន $C=C_V+\frac{2RPT}{a}=C_V+2R=\frac{3}{2}R+2R=\frac{7}{2}R$

ដូចនេះ $C=(7/2)R$

3. បង្ហាញថា $\beta_2-\beta_1=20\log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$

កម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរ $\beta=10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

យើងបាន $\beta_2-\beta_1=10\log\left[\frac{I_2}{I_0}\right]-10\log\left[\frac{I_1}{I_0}\right]=10\log\left[\frac{I_2}{I_1}\right]$(1)

ហើយអាំងតង់ស៊ីតេសូរ $I\equiv\frac{(Power)_{avg}}{A}=\frac{P}{4\pi r^2}$

នាំឲ្យ $\frac{I_2}{I_1}=\frac{\left(\frac{P}{4\pi r_2^2}\right)}{\left(\frac{P}{4\pi r_1^2}\right)}=\frac{P}{4\pi r_2^2}\times\frac{4\pi r_1^2}{P}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$

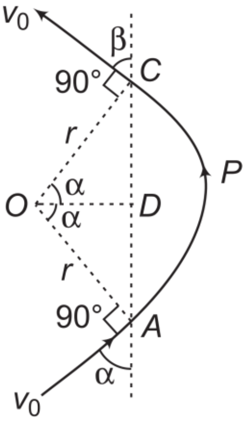
តាម (1) យើងបាន $\beta_2-\beta_1=10\log\left[\frac{I_2}{I_1}\right]=10\log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2=20\log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$

ដូចនេះ $\beta_2-\beta_1=20\log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$

4. ក) រកមុំ β នៅចំណុចដែលវាចេញពីដែនម៉ាញេទិច

វ៉ិចទ័រល្បឿនរបស់ភាគល្អិតគឺស្ថិតនៅក្នុងប្លង់នៃក្រដាសខណៈដែលដែនម៉ាញេទិច គឺកែងនឹងប្លង់ក្រដាសចូលទៅក្នុង។ មុំដែលផ្គុំឡើងរវាង $\vec{v}_0$ និង $\vec{B}$ គឺ 90° ដូចនេះ

គន្លងរបស់វាមានរាងជារង្វង់។ កាំនៃគន្លងគឺ $r=\frac{mv_0}{qB}$



យក O ជាផ្ចិតនៃរង្វង់ ក្នុងត្រីកោណ AOC

$\angle OCD=\angle OAD$

$90^\circ-\beta=90^\circ-\alpha$

$\Rightarrow\beta=\alpha$

ដូចនេះ $\beta=\alpha$

ខ) រករយៈពេលដែលចរក្នុងដែនម៉ាញេទិច

មុំ $\angle AOC=2\alpha$

ភាគល្អិតធ្វើចលនាវង់ស្មើក្នុងដែនម៉ាញេទិច

យើងបា $t=\frac{2\alpha r}{v_0}=\frac{2\alpha\left(\frac{mv_0}{qB}\right)}{v_0}=\frac{2\alpha m}{qB}$

ដូចនេះ $t=\frac{2\alpha m}{qB}$

គ) រកចម្ងាយ AC

តាមរូប $AC=2AD=2r\sin\alpha=2\frac{mv_0}{qB}\sin\alpha$

ដូចនេះ $AC = 2\frac{mv_0}{qB}\sin\alpha$

5. គណនាដង់ស៊ីតេចរន្តប្រូបាប៊ីលីតេ $j(x)$

មាន $\psi(x) = u(x)\exp[i\phi(x)] \Rightarrow \psi^*(x) = u(x)\exp\left[(-i)\phi(x)\right]$

ធ្វើដេរីវេធៀប x នៃ $\psi(x)$

$$\frac{\partial\psi}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\left[u(x)\exp(i\phi)\right] = \exp(i\phi)\frac{\partial u}{\partial x} + iu\frac{\partial\phi}{\partial x}\exp(i\phi)$$

ធ្វើដេរីវេធៀប x នៃ $\psi^*(x)$

$$\frac{\partial\psi^*}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\left[u(x)\exp(-i\phi)\right] = \exp(-i\phi)\frac{\partial u}{\partial x} - iu\frac{\partial\phi}{\partial x}\exp(-i\phi)$$

ដង់ស៊ីតេចរន្តប្រូបាប៊ីលីតេ

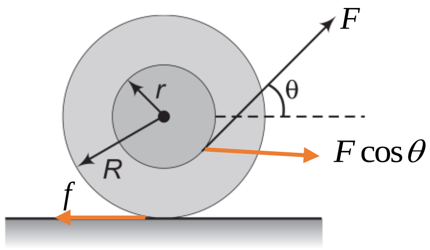
$$j(x) = \frac{i\hbar}{2m}\left(\psi\frac{\partial\psi^*}{\partial x} - \psi^*\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)$$

$$= \frac{i\hbar}{2m}\left[-2iu^2\frac{\partial\phi}{\partial x}\right] = \frac{\hbar}{m}u^2\frac{\partial\phi}{\partial x}$$

ដូចនេះ $j(x) = \frac{\hbar}{m}u^2\frac{\partial\phi}{\partial x}$

6. កំណត់មុំ θ

លំនឹងក្នុងចលនារំកិលតាមទិសដេក



$f = F\cos\theta (1)$

លំនឹងក្នុងចលនារង្វិល

$fR - Fr = 0$

$\Leftrightarrow FR\cos\theta = Fr$

$\Leftrightarrow R\cos\theta = r$

$\Leftrightarrow \cos\theta = \frac{r}{R}$

$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}\left(\frac{r}{R}\right)$

ដូចនេះ $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{r}{R}\right)$

7. រកថាមពលនៃប្រព័ន្ធ

មាន $\psi(x) = \exp\left[-\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}x^2\right]$

ធ្វើដេរីវេទី១ធៀប x

$$\frac{\partial\psi}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial x}\left\{\exp\left[-\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}x^2\right]\right\}=-2x\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}\exp\left[-\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}x^2\right]$$

ធ្វើដេរីវេទី២ធៀប x

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}=\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left\{\exp\left[-\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}x^2\right]\right\}=-2x\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}\left(1-2x^2\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}\right)\exp\left[-\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}x^2\right]$$

សមីការ Schrödinger មិនអាស្រ័យពេល

$$E\psi=-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+V\psi$$

យើងបាន $E\psi=\frac{\hbar^2}{m}\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}\left(1-2x^2\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}\right)\psi+\alpha^2x^2\psi$

$$\Leftrightarrow E=\frac{\hbar^2}{m}\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}\left(1-2x^2\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}\right)+\alpha^2x^2$$

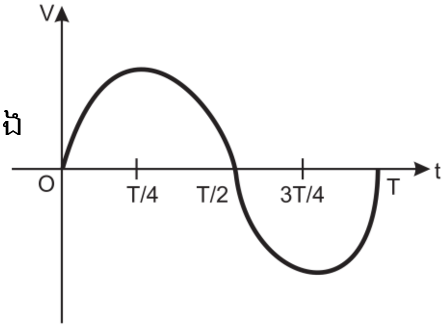
$$\Leftrightarrow E=\frac{\hbar^2}{m}\sqrt{\frac{m\alpha^2}{2\hbar^2}}-\alpha^2x^2+\alpha^2x^2$$

$$\Rightarrow E=\hbar\sqrt{\frac{\alpha^2}{2m}}=\frac{\hbar\alpha}{\sqrt{2m}}$$

ដូចនេះ $E=\frac{\hbar\alpha}{\sqrt{2m}}$

វិញ្ញាសាទី១៥

I. ល្បាយឧស្ម័នក្នុងធុងបិទជិតមួយរួមមានមួយម៉ូលនៃឧស្ម័ន A ជាមួយ $\gamma = \frac{5}{3}$ និងបរិមាណខ្លះទៀតនៃឧស្ម័ន B ជាមួយ $\gamma = \frac{7}{5}$ នៅសីតុណ្ហភាព T ។ ឧស្ម័នទាំងពីរមិនមានប្រតិកម្មជាមួយគ្នាទេហើយសន្មតជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។ ចូររកចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន B ប្រសិនបើ γ សម្រាប់ល្បាយឧស្ម័នគឺ $\frac{19}{13}$ ។

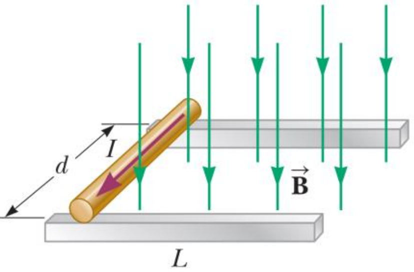


II. ក្នុងសៀគ្វីអគ្គិសនីសេរី RL មួយ គេអនុវត្តតង់ស្យុងស៊ីនុយសូអ៊ីត $V = V_0 \sin \omega t$ ។ គេឲ្យ $L = 35\text{mH}$, $R = 11\Omega$, $V_{rms} = 220\text{V}$, $\frac{\omega}{2\pi} = 50\text{Hz}$ និង $\pi = \frac{22}{7}$ ។ ចូររកអំព្លីទុតនៃចរន្តនិងផលសងផាសរវាងចរន្តនិងតង់ស្យុង។ សង់ក្រាបនៃលំយោលរបស់ចរន្តក្នុងមួយខួប។

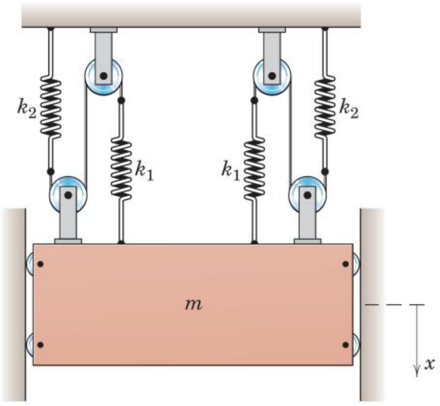
III. ដោយប្រើសមីការ Schrödinger មិនអាស្រ័យពេល ចូររកប៉ូតង់ស្យែល $V(x)$ និងថាមពល E សម្រាប់អនុគមន៍រលក $\psi(x) = \left(\frac{x}{x_0}\right)^n e^{-x/x_0}$ ដែល n និង x_0 ជាចំនួនថេរ។ សន្មត $x \to \infty$ នាំឲ្យ $V(x) \to 0$ ។

IV. តើពេលណាទើប $\vec{E} \uparrow\uparrow \vec{B}$ ហើយវិចទ័រល្បឿនរបស់ភាគល្អិតកែងទៅនឹងដែនទាំងពីរ?

V. របារលោហៈមួយមានម៉ាស m មានកាំ r នៅស្ងៀមលើរ៉ែពីរដាក់ស្របគ្នាហើយនៅចម្ងាយពីគ្នា d ពីគ្នា។ រ៉ែនីមួយៗមានប្រវែង L ។ របារឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I ក្នុងទិសដៅដូចបង្ហាញក្នុងរូបហើយរមៀលលើរ៉ែទាំងពីរដោយមិនរអិល។ ដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន B មានទិសដៅកែងនឹងរបារនិងរ៉ែទាំងពីរ។ ប្រសិនបើរបារចាប់ផ្ដើមពីនៅនឹង ចូររកល្បឿនរបស់វាពេលធ្លាក់ចេញពីរ៉ែទាំងពីរ។



VI. ចូរគណនាប្រេកង់ធម្មជាតិ f_n នៃលំយោល ប្រសិនបើម៉ាសត្រូវបានគេទាញចេញពីទីតាំងលំនឹងរបស់វារួចលែងមកវិញពីនៅស្ងៀម។ គូនៃរ៉ឺស័រនីមួយៗត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយខ្សែមិនយឺត។



ដំណោះស្រាយ

I. រកចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន B

យើងដឹងថា $R = C_P - C_V \Rightarrow C_V = \dfrac{R}{\gamma - 1}$

ចំពោះឧស្ម័ន A យើងបាន $(C_V)_A = \dfrac{R}{\left(\frac{5}{3}\right) - 1} = \dfrac{3}{2}R$

ចំពោះឧស្ម័ន B យើងបាន $(C_V)_B = \dfrac{R}{\left(\frac{7}{5}\right) - 1} = \dfrac{5}{2}R$

ចំពោះល្បាយឧស្ម័ន យើងបាន $(C_V)_{\text{mix}} = \dfrac{R}{\left(\frac{19}{13}\right) - 1} = \dfrac{13}{6}R$

ច្បាប់រក្សាបម្រែបម្រួលក្នុង

$\Delta U_{\text{mix}} = \Delta U_A + \Delta U_B$

$\Leftrightarrow (n_A + n_B)(C_V)_{\text{mix}}\Delta T = n_A (C_V)_A \Delta T + n_B (C_V)_B \Delta T$

$\Leftrightarrow \dfrac{13}{6}R(n_A + n_B) = \dfrac{3}{2}Rn_A + \dfrac{5}{2}Rn_B$

$\Leftrightarrow \dfrac{13}{6}(n_A + n_B) = \dfrac{3}{2}n_A + \dfrac{5}{2}n_B$

$\Rightarrow n_B = 2\text{mol}$

ដូចនេះ $n_B = 2\text{mol}$

II. រកចរន្តអតិបរមានិងផលសងផាសរវាងចរន្តនិងតង់ស្យុង រួចសង់ក្រាបនៃលំយោលរបស់ចរន្តក្នុងមួយខួប

រេអាក់តង់នៃបង្គុំ

$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{(11)^2 + \left(50 \times 2\pi \times 35 \times 10^{-3}\right)^2}$

$\Rightarrow Z = 11\sqrt{2}\Omega$

អំព្លីទុតនៃតង់ស្យុង $V_0 = V_{rms}\sqrt{2} = 220\sqrt{2}\text{V}$

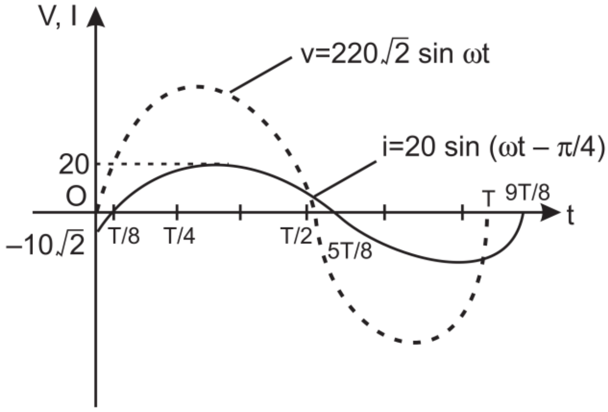
យើងបានអំព្លីទុតនៃចរន្ត

$i_0 = \dfrac{V_0}{Z} = \dfrac{220\sqrt{2}}{11\sqrt{2}} = 20\text{A}$

ផលសងផាស $\phi = \tan^{-1}\left(\dfrac{L\omega}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\dfrac{11}{11}\right) = \dfrac{\pi}{4}$

យើងបានសមីការចរន្តខណៈ $i = i_0 \sin(\omega t - \phi) = 20\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)$

សង់ក្រាប



III. រកប៉ូតង់ស្យែល $V(x)$ និងថាមពល E

អនុគមន៍រលក $\psi(x) = \left(\frac{x}{x_0}\right)^n e^{-x/x_0}$

ដេរីវេទី១ធៀប x

$$\frac{\partial\psi}{\partial x} = \frac{n}{x_0}\left(\frac{x}{x_0}\right)^{n-1} e^{-x/x_0} + \left(-\frac{1}{x_0}\right)\left(\frac{x}{x_0}\right)^n e^{-x/x_0}$$

ដេរីវេទី២ធៀប x

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} = \frac{n(n-1)}{x_0^2}\left(\frac{x}{x_0}\right)^{n-2} e^{-x/x_0} - \frac{2n}{x_0^2}\left(\frac{x}{x_0}\right)^{n-1} e^{-x/x_0} + \frac{1}{x_0^2}\left(\frac{x}{x_0}\right)^n e^{-x/x_0}$$

$$= \left[\frac{n(n-1)}{x^2} - \frac{2n}{x_0 x} + \frac{1}{x_0^2}\right]\psi$$

សមីការ Schrödinger មិនអាស្រ័យពេល

$$E\psi = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + V\psi$$

$$\Leftrightarrow E\psi = -\frac{\hbar^2}{2m}\left[\frac{n(n-1)}{x^2} - \frac{2n}{x_0 x} + \frac{1}{x_0^2}\right]\psi + V\psi$$

$$\Rightarrow E - V = -\frac{\hbar^2}{2m}\left[\frac{n(n-1)}{x^2} - \frac{2n}{x_0 x} + \frac{1}{x_0^2}\right]$$

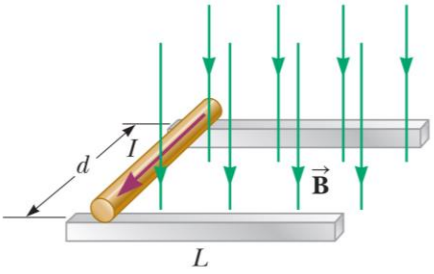
សន្មត $x \to \infty$ នាំឲ្យ $V(x) \to 0$

យើងបាន $E = -\frac{\hbar^2}{2mx_0^2}$ និង $V = -\frac{\hbar^2}{2m}\left[\frac{n(n-1)}{x^2} - \frac{2n}{x_0 x}\right]$

ដូចនេះ $E = -\frac{\hbar^2}{2mx_0^2}$ និង $V = -\frac{\hbar^2}{2m}\left[\frac{n(n-1)}{x^2} - \frac{2n}{x_0 x}\right]$

IV. រកល្បឿនរបស់វាពេលធ្លាក់ចេញពីរ៉ែទាំងពីរ

ទ្រឹស្តីបទកម្មន្តនិងថាមពល



$$W=\Delta K$$

$$\Leftrightarrow FL\cos 0^{\circ}=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}I\omega^2$$

$$\Leftrightarrow FL=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mr^2\right)\left(\frac{v}{r}\right)^2$$

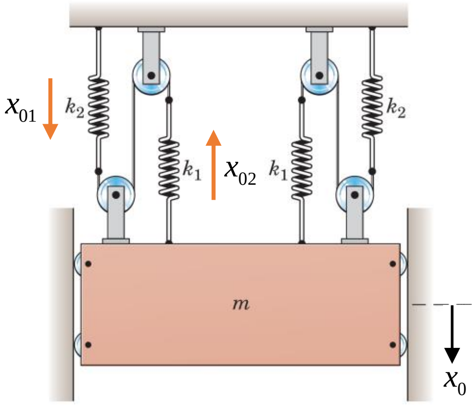
$$\Leftrightarrow FL=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{4}mv^2$$

$$\Leftrightarrow FL=\frac{3}{4}mv^2$$

$$\Rightarrow v=\sqrt{\frac{4LF}{3m}}=\sqrt{\frac{4L(IdB)}{3m}}=\sqrt{\frac{4IdBL}{3m}}$$

ដូចនេះ $v=\sqrt{\frac{4IdBL}{3m}}$

V. គណនាប្រេកង់ធម្មជាតិ f_n នៃលំយោល



ប្រវែងសាច់លូតសរុបក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌលំនឹង

$$x_{01}+x_{02}=3x_0$$

$$\Leftrightarrow \frac{F_0}{k_1}+\frac{F_0}{k_1}=3x_0$$

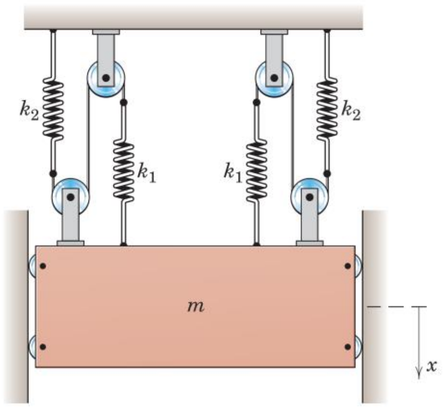
$$\Rightarrow F_0=\left(\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}\right)3x_0=\frac{3k_1k_2}{k_1+k_2}x_0$$

លក្ខខ័ណ្ឌលំនឹង

$$6F_0=mg$$

$$\Rightarrow \frac{18k_1k_2}{k_1+k_2}x_0=mg$$

យើងទាញដុំ m ឲ្យផ្លាស់ទីចុះក្រោមបានប្រវែង x រួចលែងមកវិញ។ យក v ជាល្បឿនរបស់វា ថាមពលមេកានិចនៃប្រព័ន្ធ



$$E=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}\left(\frac{2k_1k_2}{k_1+k_2}\right)(3x_0+3x)^2-mgx$$

ដេរីវេទី១ធៀបពេលលើសមីការថាមពល

$$\frac{dE}{dt}=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}\left(\frac{2k_1k_2}{k_1+k_2}\right)(3x_0+3x)^2-mgx\right]=0$$

សមមូល $\frac{1}{2}m(2av)+\frac{6k_1k_2}{k_1+k_2}v(3x_0+3x)-mgv=0$

$$\Leftrightarrow ma+\frac{18k_1k_2}{k_1+k_2}x_0+\frac{18k_1k_2}{k_1+k_2}x-mg=0$$

$$\Leftrightarrow ma+\frac{18k_1k_2}{k_1+k_2}x=0$$

$$\Rightarrow a+\frac{18k_1k_2}{m(k_1+k_2)}x=0$$

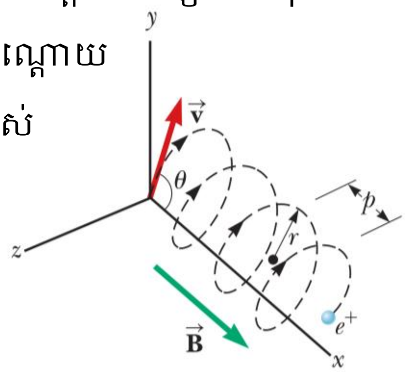
រាង $a+\omega^2x=0\Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{18k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$

ប្រេកង់ $f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{18k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$

ដូចនេះ $f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{18k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$

វិញ្ញាសាទី១៦

I. ដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន B មានទិសដៅវិជ្ជមានតាមបណ្តោយអ័ក្សអាប់ស៊ីស។ ប៉ូស៊ីត្រុងមួយកំពុងផ្លាស់ទីជាមួយល្បឿន v ចូលតាមបណ្តោយដែនបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយអ័ក្សអាប់ស៊ីស។ ចលនារបស់ភាគល្អិតមានគន្លងជាខ្សែខ្ចៅដូចបង្ហាញក្នុងរូប។

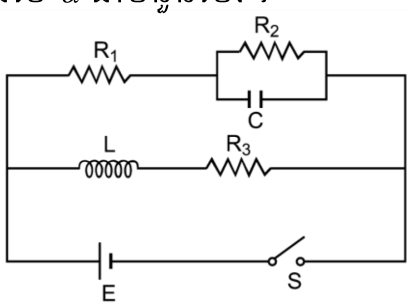


ក) ចូរគណនាប្រវែង p។

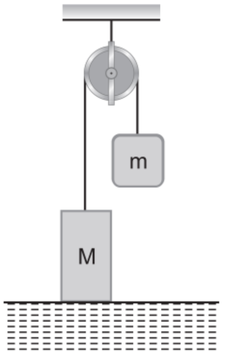
ខ) ចូរគណនាកាំនៃគន្លង r។

II. សម្រាប់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយ កាប៉ាស៊ីតេកម្តៅម៉ូលប្រែប្រួលកំណត់ដោយ $C=C_V+3\alpha T^2$។ ចូររកសមីការនៃបម្លែងក្នុងបម្រែបម្រួល (T,V) ដែល α ជាចំនួនថេរ។

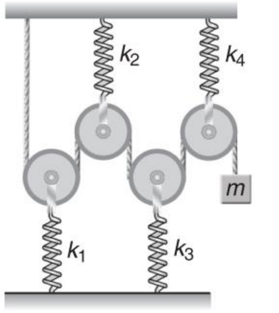
III. កុងតាក់ S ត្រូវបានបិទក្នុងសៀគ្វីនៅ $t=0$។ ចូររកចរន្តឆ្លងកាត់កុងដង់សាទ័រនិងអាំងឌុចទ័រនៅរាល់រយៈពេល t។



IV. រ៉កប្រព័ន្ធម៉ាសដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ស៊ីឡាំងស្មើសាច់មានម៉ាស M ដែល $(M>m)$។ ខ្សែមិនយឺតនិងមិនមានកកិតគ្រប់ទីតាំង។ ចូររកសំទុះនៃស៊ីឡាំងជាអនុគមន៍នៃប្រវែងរបស់ស៊ីឡាំង x ក្នុងសន្ទនីយ។ ចូររកល្បឿនរបស់ប្រព័ន្ធនៅពេលស៊ីឡាំងលិចទាំងស្រុងក្នុងសន្ទនីយ។ ρ_s និង ρ_l ជាម៉ាសមាឌនៃស៊ីឡាំងនិងសន្ទនីយរៀងគ្នា។ ប្រវែងរបស់ស៊ីឡាំងគឺ L។



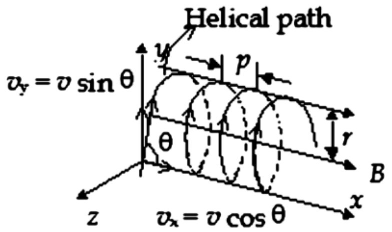
V. ក្នុងប្រព័ន្ធមេកានិចដូចបង្ហាញក្នុងរូប រ៉កនិងខ្សែមានម៉ាសអាចចោលបាន។ k_1,k_2,k_3 និង k_4 ជាថេរកម្រាញនៃរ៉ឺស័រនីមួយៗ។ ចូរគណនាខួបនៃលំយោលតូចតាមទិសឈររបស់ដុំមានម៉ាស m។



VI. ចូររកសមីការទូទៅសម្រាប់ប្រូបាប៊ីលីតេ ប្រសិនបើប៉ូតង់ស្យែលក្នុងសមីការ Schrödinger មានទម្រង់ $V(r)=V_1(r)+iV_2(r)$ ដែល V_1 និង V_2 ជាចំនួនពិត។

ដំណោះស្រាយ

I. ក) គណនាប្រវែង p



ប៉ូស៊ីត្រុងផ្លាស់ទីក្នុងដែនម៉ាញេទិច វារងតែកម្លាំងមួយគត់(កម្លាំងទំនាញដីអាចចោលបាន)គឺកម្លាំងម៉ាញេទិចដែលមានទិសដៅកែងនឹងល្បឿន v_y ជានិច្ច។ កម្លាំងនេះមាននាទីជាកម្លាំងចូលផ្ចិត $F_m = F_c$

$$\Leftrightarrow ev_yB = m\frac{v_y^2}{r}$$

$$\Leftrightarrow v_y = \frac{eBr}{m} (1)$$

បម្លាស់ទីមួយខួបពេញលើគន្លងវង់ $2\pi r = v_yT \Rightarrow v_y = \frac{2\pi r}{T}$

យើងបាន $\frac{2\pi r}{T} = \frac{eBr}{m} \Rightarrow T = \frac{2\pi m}{eB}$

បម្លាស់ទីតាមអ័ក្សអាប់ស៊ីស $p = v_xT = v\cos\theta\left(\frac{2\pi m}{eB}\right) = \frac{2\pi m}{eB}v\cos\theta$

ដូចនេះ $p = \frac{2\pi m}{eB}v\cos\theta$

ខ) គណនាកាំនៃគន្លង r

សរសេរឡើងវិញ

$$v_y = \frac{eBr}{m} \Rightarrow r = \frac{mv_y}{eB} = \frac{mv\sin\theta}{eB}$$

ដូចនេះ $r = \frac{mv\sin\theta}{eB}$

II. រកសមីការនៃបម្លែងក្នុងបម្រែបម្រួល (T,V)

ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច

$$dQ = dW + dU$$

$$\Leftrightarrow CdT = PdV + C_VdT$$

$$\Leftrightarrow \left(C_V + 3\alpha T^2\right)dT = PdV + C_VdT$$

$$\Leftrightarrow 3\alpha T^2dT = PdV$$

$$\Leftrightarrow 3\alpha TdT = \frac{R}{V}dV$$

ធ្វើអាំងតេក្រាលលើសមីការ

យើងបាន $3\alpha\int TdT=\int\frac{R}{V}dV$

$\Leftrightarrow\frac{3\alpha T^2}{2R}=\ln V+\ln k$

$\Leftrightarrow\frac{3\alpha T^2}{2R}=\ln kV$

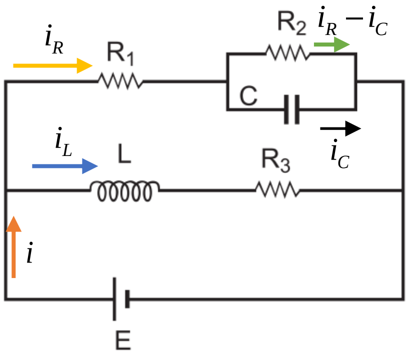
$\Leftrightarrow kV=\exp\left(\frac{3\alpha T^2}{2R}\right)$

$\Rightarrow V\exp\left(-\frac{3\alpha T^2}{2R}\right)=\frac{1}{k}=\text{const}$

ដូចនេះ $V\exp\left(-\frac{3\alpha T^2}{2R}\right)=\text{const}$

III. រកចរន្តឆ្លងកាត់កុងដង់សាទ័រនិងអាំងឌុចទ័រនៅរាល់រយៈពេល t

អនុវត្ត KVL ចំពោះវង់ ELR_3E



$-E+L\frac{di_L}{dt}+i_LR_3=0$

$\Leftrightarrow L\frac{di_L}{dt}=E-i_LR_3$

$\Leftrightarrow\frac{di_L}{dt}=\frac{E-i_LR_3}{L}$

$\Leftrightarrow\frac{di_L}{E-i_LR_3}=\frac{dt}{L}$

នៅ $t=0$ ចរន្ត $i_L=0$

នៅ t ចរន្ត i_L

យើងបាន $\int_0^{i_L}\frac{di_L}{E-i_LR_3}=\int_0^t\frac{dt}{L}$

$\Leftrightarrow-\frac{1}{R_3}\int_0^{i_L}\frac{-R_3di_L}{E-i_LR_3}=\int_0^t\frac{dt}{L}$

$\Leftrightarrow-\frac{1}{R_3}\left[\ln\left(E-i_LR_3\right)-\ln E\right]=\frac{t}{L}$

$\Leftrightarrow-\frac{1}{R_3}\ln\frac{E-i_LR_3}{E}=\frac{t}{L}$

$\Leftrightarrow\ln\frac{E-i_LR_3}{E}=-\frac{R_3t}{L}$

សមមូល

$$\frac{E-i_LR_3}{E}=\exp\left(-\frac{R_3t}{L}\right)$$

$$\Leftrightarrow E-i_LR_3=E\exp\left(-\frac{R_3t}{L}\right)$$

$$\Rightarrow i_L=\frac{E}{R_3}\left[1-\exp\left(-\frac{R_3t}{L}\right)\right]$$

អនុវត្ត KVL ចំពោះវង់ ER_1R_2E

$$-E+R_1i_R+R_2\left(i_R-i_C\right)=0$$

$$\Rightarrow R_1i_R+R_2\left(i_R-i_C\right)=E(1)$$

អនុវត្ត KVL ចំពោះវង់ ER_1CE

$$-E+R_1i_R+\frac{q}{C}=0$$

$$\Leftrightarrow R_1i_R+\frac{q}{C}=E(2)$$

$$\Rightarrow i_R=\frac{EC-q}{R_1C}$$

យក $(2)-(1)$ យើងបាន

$$\frac{q}{C}-R_2\left(i_R-i_C\right)=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{q}{C}-R_2\left(\frac{EC-q}{R_1C}-i_C\right)=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{q}{C}-R_2\left(\frac{EC-q}{R_1C}-\frac{dq}{dt}\right)=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{q}{C}-\frac{R_2}{R_1C}\left(EC-q\right)+R_2\frac{dq}{dt}=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{R_1q-R_2EC+R_2q}{R_1C}+R_2\frac{dq}{dt}=0$$

$$\Leftrightarrow R_2\frac{dq}{dt}=\frac{R_2EC-q\left(R_1+R_2\right)}{R_1C}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dq}{dt}=\frac{R_2EC-q\left(R_1+R_2\right)}{R_2R_1C}$$

$$\Rightarrow \frac{dq}{R_2EC-q\left(R_1+R_2\right)}=\frac{dt}{R_2R_1C}$$

នៅ $t=0$ កុងដង់ផ្ទុកអគ្គិសនី $q=0$

នៅ t កុងដង់ផ្ទុកអគ្គិសនី q

យើងបាន $\int_0^q \frac{dq}{R_2EC - q\left(R_1+R_2\right)} = \int_0^t \frac{dt}{R_2R_1C}$

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{\left(R_1+R_2\right)}\int_0^q \frac{-\left(R_1+R_2\right)dq}{R_2EC - q\left(R_1+R_2\right)} = \int_0^t \frac{dt}{R_2R_1C}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{\left(R_1+R_2\right)}\left\{\ln\left[R_2EC - q\left(R_1+R_2\right)\right] - \ln R_2EC\right\} = \frac{t}{R_2R_1C}$$

$$\Leftrightarrow \ln\frac{R_2EC - q\left(R_1+R_2\right)}{R_2EC} = -\frac{\left(R_1+R_2\right)t}{R_2R_1C}$$

$$\Leftrightarrow \frac{R_2EC - q\left(R_1+R_2\right)}{R_2EC} = \exp\left[-\frac{\left(R_1+R_2\right)t}{R_2R_1C}\right]$$

$$\Leftrightarrow R_2EC - q\left(R_1+R_2\right) = R_2EC\exp\left[-\frac{\left(R_1+R_2\right)t}{R_2R_1C}\right]$$

$$\Leftrightarrow q\left(R_1+R_2\right) = R_2EC\left\{1-\exp\left[-\frac{\left(R_1+R_2\right)t}{R_2R_1C}\right]\right\}$$

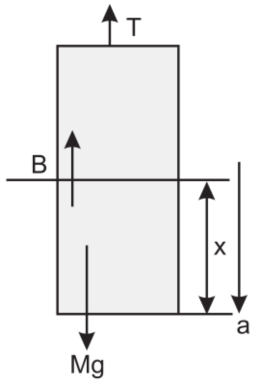
$$\Rightarrow q = \frac{R_2EC}{\left(R_1+R_2\right)}\left\{1-\exp\left[-\frac{\left(R_1+R_2\right)t}{R_2R_1C}\right]\right\}$$

ចរន្ត $i_C = \frac{dq}{dt} = \frac{R_2EC}{\left(R_1+R_2\right)}\frac{d}{dt}\left\{1-\exp\left[-\frac{\left(R_1+R_2\right)t}{R_2R_1C}\right]\right\}$

$$\Rightarrow i_C = \frac{E}{R_1}\exp\left[-\frac{\left(R_1+R_2\right)t}{R_2R_1C}\right]$$

ដូចនេះ $i_C = \frac{E}{R_1}\exp\left[-\frac{\left(R_1+R_2\right)t}{R_2R_1C}\right]$ និង $i_L = \frac{E}{R_3}\left[1-\exp\left(-\frac{R_3t}{L}\right)\right]$

IV. សំទុះនៃស៊ីឡាំងជាអនុគមន៍នៃប្រវែងរបស់ស៊ីឡាំង x ក្នុងសន្ទនីយ រួចរកល្បឿនរបស់ប្រព័ន្ធនៅពេលស៊ីឡាំងលិចទាំងស្រុងក្នុងសន្ទនីយ



កម្លាំងដំណោលអ័ក្សស៊ីម៉ែត

$$B = \rho_l Vg = \pi r^2 x\rho_l g = \left(\frac{M}{\rho_s L}\right)x\rho_l g$$

ច្បាប់ទី២ញូតុនចំពោះស៊ីឡាំងមានម៉ាស M

$$Mg - T - B = Ma$$

$$\Rightarrow Mg - T - \left(\frac{M}{L}\frac{x}{\rho_s}\right)\rho_l g = Ma(1)$$

ច្បាប់ទី២ញូតុនចំពោះដុំមានម៉ាស m

$$T - mg = ma(2)$$

យក (1)+(2) យើងបាន

$$(M-m)g-\left(\frac{M}{L}\frac{x}{\rho_s}\right)\rho_l g=a(M+m)$$

$$\Rightarrow a=\left[\frac{(M-m)L\rho_s-Mx\rho_l}{(M+m)L\rho_s}\right]g$$

ម្យ៉ាងទៀត $a=\frac{dv}{dt}=\frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt}=v\frac{dv}{dx}$

យើងបាន $v\frac{dv}{dx}=\frac{(M-m)}{(M+m)}g-\frac{M\rho_l g}{L\rho_s(M+m)}x$

$$\Rightarrow vdv=\frac{(M-m)}{(M+m)}gdx-\frac{M\rho_l g}{L\rho_s(M+m)}xdx$$

ធ្វើអាំងតេក្រាល

$$\int vdv=\int\frac{(M-m)}{(M+m)}gdx-\int\frac{M\rho_l g}{L\rho_s(M+m)}xdx$$

$$\Rightarrow\frac{v^2}{2}=\frac{(M-m)}{(M+m)}gx-\frac{M\rho_l g}{2L\rho_s(M+m)}x^2$$

លក្ខខ័ណ្ឌដើម $x=0, v=0\Rightarrow C=0$

យើងបាន $v=\sqrt{\frac{2(M-m)}{(M+m)}gx-\frac{M\rho_l g}{L\rho_s(M+m)}x^2}$

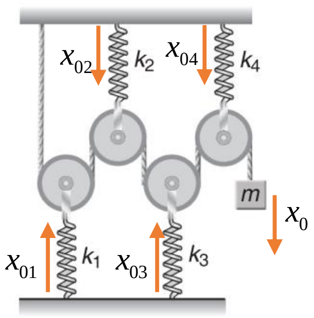
ពេលស៊ីឡាំងលិចទាំងស្រុងក្នុងសន្ទនីយ $x=L$

យើងបាន $v=\sqrt{\frac{2(M-m)}{(M+m)}gL-\frac{M\rho_l g}{\rho_s(M+m)}L}=\sqrt{\frac{2gL}{M+m}\left(M-m-\frac{M\rho_l}{2\rho_s}\right)}$

ដូចនេះ៖ $a=\left[\frac{(M-m)L\rho_s-Mx\rho_l}{(M+m)L\rho_s}\right]g$ និង $v=\sqrt{\frac{2gL}{M+m}\left(M-m-\frac{M\rho_l}{2\rho_s}\right)}$

V. គណនាខួបនៃលំយោលតូចតាមទិសឈររបស់ដុំមានម៉ាស m

ប្រវែងសាច់លូតក្រោយពេលមានលំនឹង



$$2x_{01}+2x_{02}+2x_{03}+2x_{04}=x_0$$

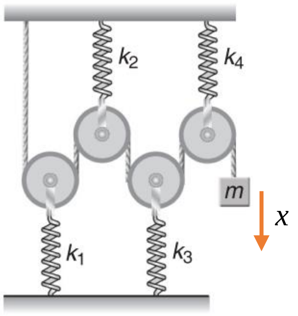
$$\Leftrightarrow x_{01}+x_{02}+x_{03}+x_{04}=\frac{1}{2}x_0$$

$$\Leftrightarrow\frac{2F_0}{k_1}+\frac{2F_0}{k_2}+\frac{2F_0}{k_3}+\frac{2F_0}{k_4}=\frac{1}{2}x_0$$

$$\Rightarrow F_0=\left(\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4}\right)x_0$$

ម្យ៉ាងទៀត $F_0 = mg \Rightarrow \left(\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4}\right)x_0 = mg\,(1)$

យើងទាញដុំ m ឲ្យផ្លាស់ទីចុះក្រោមបានប្រវែង x រួចលែងមកវិញ។ យក v ជាល្បឿនរបស់វា ថាមពលមេកានិចនៃប្រព័ន្ធ



$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4}\right)(x_0+x)^2 - mgx$$

ដេរីវេទី១ធៀបពេលលើសមីការថាមពល

$$\frac{dE}{dt} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{d}{dt}\left\{\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4}\right)(x_0+x)^2 - mgx\right\} = 0$$

$$\Leftrightarrow mav + v\left(\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4}\right)(x_0+x) - mgv = 0$$

$$\Leftrightarrow ma + \left(\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4}\right)(x_0+x) - mg = 0$$

$$\Leftrightarrow ma + \left(\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4}\right)x = 0$$

$$\Rightarrow a + \left(\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4m}\right)x = 0$$

រាង $a + \omega^2 x = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4m}}$

ខួប $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{4m}{k_1+k_2+k_3+k_4}} = 4\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2+k_3+k_4}}$

ដូចនេះ៖ $T = 4\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2+k_3+k_4}}$

VI. រកសមីការទូទៅសម្រាប់ប្រូបាប៊ីលីតេ

ដង់ស៊ីតេប្រូបាប៊ីលីតេ $P(r,t) = \psi\psi^*$

យើងបាន $i\hbar\frac{\partial P}{\partial t} = i\hbar\frac{\partial}{\partial t}(\psi\psi^*) = i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}\psi^* + i\hbar\frac{\partial\psi^*}{\partial t}\psi$

សមីការ Schrödinger អាស្រ័យពេល

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial r^2} + V\psi$$

$$\Rightarrow i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi + (V_1 + iV_2)\psi$$

ម្យ៉ាងទៀត $-i\hbar\frac{\partial\psi^*}{\partial t}=-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi^*}{\partial r^2}+V\psi^*$

$\Rightarrow i\hbar\frac{\partial\psi^*}{\partial t}=\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi^*-\left(V_1-iV_2\right)\psi^*$

យើងបាន $i\hbar\frac{\partial P}{\partial t}=i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}\psi^*+i\hbar\frac{\partial\psi^*}{\partial t}\psi$

$\Leftrightarrow i\hbar\frac{\partial P}{\partial t}=\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi+\left(V_1+iV_2\right)\psi\right]\psi^*+\left[\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi^*-\left(V_1-iV_2\right)\psi^*\right]\psi$

$\Leftrightarrow i\hbar\frac{\partial P}{\partial t}=-\frac{\hbar^2}{2m}\psi^*\nabla^2\psi+\left(V_1+iV_2\right)\psi\psi^*+\frac{\hbar^2}{2m}\psi\nabla^2\psi^*-\left(V_1-iV_2\right)\psi\psi^*$

$\Leftrightarrow i\hbar\frac{\partial P}{\partial t}=\frac{\hbar^2}{2m}\left(\psi\nabla^2\psi^*-\psi^*\nabla^2\psi\right)+2iV_2\psi\psi^*$

$\Leftrightarrow i\hbar\frac{\partial P}{\partial t}=\frac{\hbar^2}{2m}\nabla\left(\psi\nabla\psi^*-\psi^*\nabla\psi\right)+2iV_2P$

$\Leftrightarrow i^2\hbar^2\frac{\partial P}{\partial t}=\frac{i\hbar^3}{2m}\nabla\left(\psi\nabla\psi^*-\psi^*\nabla\psi\right)+2i^2\hbar V_2P$

$\Leftrightarrow\frac{\partial P}{\partial t}=-\frac{i\hbar}{2m}\nabla\left(\psi\nabla\psi^*-\psi^*\nabla\psi\right)+\frac{2V_2P}{\hbar}$

$\Rightarrow\frac{\partial P}{\partial t}+\nabla.\frac{i\hbar}{2m}\left(\psi\nabla\psi^*-\psi^*\nabla\psi\right)=\frac{2V_2P}{\hbar}$

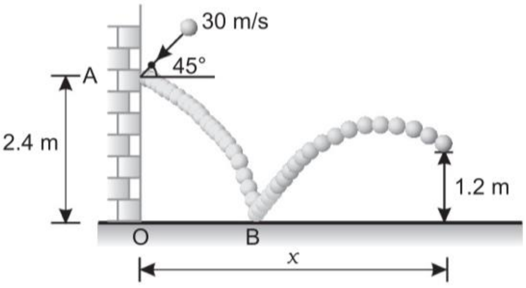
ដែល $J\left(r,t\right)=\frac{i\hbar}{2m}\left(\psi\nabla\psi^*-\psi^*\nabla\psi\right)$ ដង់ស៊ីតេចរន្តប្រូបាប៊ីលីតេ

យើងបាន $\frac{\partial P}{\partial t}+\nabla.J\left(r,t\right)=\frac{2V_2P}{\hbar}$

ដូចនេះ $\frac{\partial P}{\partial t}+\nabla.J\left(r,t\right)=\frac{2V_2P}{\hbar}$

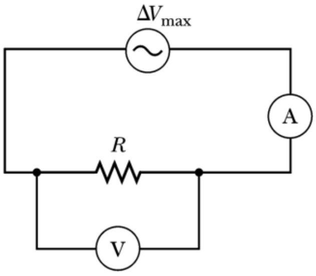
វិញ្ញាសាទី១៧

I. បាល់មួយទង្គិចនឹងជញ្ជាំងត្រង់ចំណុច $A(e_1=0.5)$ ហើយទង្គិចនឹងដីត្រង់ $B(e_2=0.3)$ ។ចូររកចម្ងាយ x ពីចំណុច O ដែលអាចឲ្យឧបករណ៍ចាប់បាល់បាននៅកម្ពស់ 1.2m ពីដី។ e ទីនេះជាមេគុណត្រឡប់និងយក $g=10\text{m/s}^2$ ។

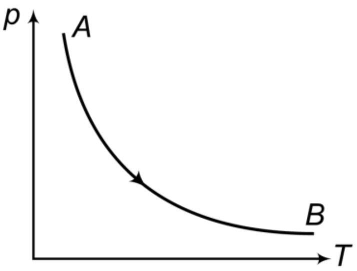


II. ចូរស្រាយបញ្ជាក់សមីការ Special-Relativity របស់ Albert Einstein គឺ $E=mc^2$ ។

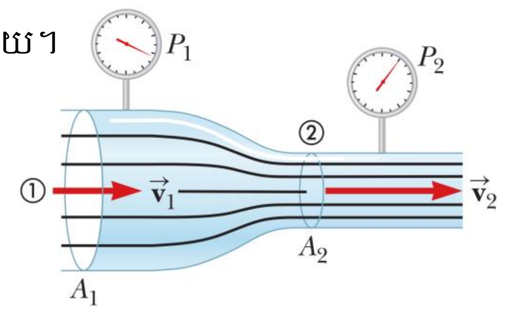
III. ប្រភពចរន្តឆ្លាស់មួយផលិតតង់ស្យុងអតិបរមា $\Delta V_{max}=100\text{V}$ ។ ប្រភពនេះត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងរេស៊ីស្តរ $R=24.0\Omega$ ហើយចរន្តនិងតង់ស្យុងរបស់រេស៊ីស្តរត្រូវបានវាស់ជាមួយអំពែម៉ែត្រចរន្តឆ្លាស់អ៊ីដេអាល់មួយនិងវ៉ុលម៉ែតដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ អំពែម៉ែត្រអ៊ីដេអាល់គ្មានរេស៊ីស្តង់ក្នុងនិងវ៉ុលម៉ែតអ៊ីដេអាល់មានរេស៊ីស្តង់ក្នុងស្មើអានន្ត។ ចូររកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រនិងវ៉ុលម៉ែត្រ។



IV. ពីរម៉ូលនៃឧស្ម័នម៉ូណូអាតូមត្រូវបានពង្រីកអាស្រ័យនឹងសមីការ PT ស្មើថេរពីភាពដើម (P_0,V_0) ទៅភាពស្រេចដែលសម្ពាធរបស់វាក្លាយមកពាក់កណ្ដាលនៃសម្ពាធដើម។ ចូររកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ន។

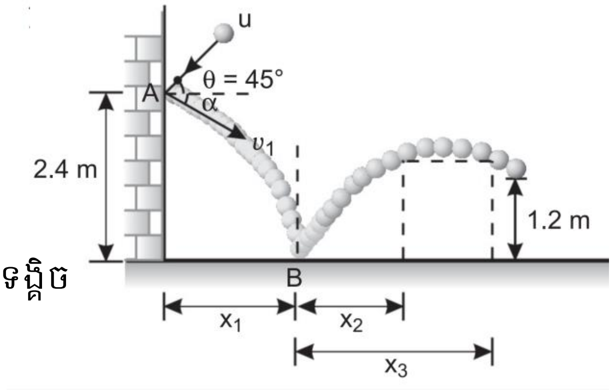


V. បំពង់វង់តូចមួយដូចបង្ហាញក្នុងរូប ត្រូវបានគេប្រើដើម្បីវាស់ល្បឿនលំហូរនៃសន្ទនីយមួយ។ ចូរគណនាល្បឿនលំហូរនៅត្រង់ចំណុចទី 2 ប្រសិនបើផលសងសម្ពាធ P_1-P_2 ត្រូវបានគេស្គាល់។ យក ρ ជាម៉ាសមាឌនៃសន្ទនីយ។



ដំណោះស្រាយ

I. រកចម្ងាយ x ពីចំណុច O



ទង្គិចត្រង់ A

ល្បឿនកែងទៅនឹងជញ្ជាំងគឺ $30\cos 45^\circ$

ល្បឿនស្របទៅនឹងជញ្ជាំងគឺ $30\sin 45^\circ$

សិក្សាល្បឿនកែងនឹងជញ្ជាំងមុននិងក្រោយទង្គិច

$$\frac{v_1\cos\alpha}{30\cos 45^\circ}=e_1$$

$$\Rightarrow v_1\cos\alpha=30e_1\cos 45^\circ=7.5\sqrt{2}\text{m/s}$$

បម្លាស់ទីពី $A\to B$ តាមទិសឈរ(ល្បឿនស្របទៅនឹងជញ្ជាំងមិនប្រែប្រួលឡើយក្រោយពេលទង្គិច)

$$2.4=5t_{AB}^2+15\sqrt{2}t_{AB}$$

$$\Rightarrow t_{AB}=0.11\text{s}$$

បម្លាស់ទីពី $A\to B$ តាមទិសឈរ

$$x_1=v_1t_{AB}\cos\alpha=1.17\text{m}$$

ទង្គិចត្រង់ B

ល្បឿនតាមទិសដេកក្រោយទង្គិច $v_x=v_1\cos\alpha=7.5\sqrt{2}\text{m/s}$

ល្បឿនតាមទិសឈរក្រោយទង្គិច $v_y=e_2\left(30\sin 45^\circ+gt\right)=6.7\text{m/s}$

សិក្សាចលនាតាមទិសឈរក្រោយទង្គិច

$$1.2=-\frac{1}{2}gt^2+v_yt$$

$$\Leftrightarrow 1.2=-5t^2+6.7t$$

$$\Rightarrow t_1=0.213\text{s},t_2=1.127\text{s}$$

សម្រាប់ $t_1=0.213\text{s}\Rightarrow x_2=7.5\sqrt{2}\times0.213=2.26\text{m}$

សម្រាប់ $t_2=1.127\text{s}\Rightarrow x_3=7.5\sqrt{2}\times1.127=11.95\text{m}$

តម្លៃ x មានពីរគឺ $x=x_1+x_2=3.43\text{m}$ និង $x=x_1+x_3=13.12\text{m}$

ដូចនេះ $x=3.43\text{m}$ និង $x=13.12\text{m}$

II. ស្រាយបញ្ជាក់សមីការ Special-Relativity របស់ Albert Einstein គឺ $E=mc^2$

តាង m_0 ជាម៉ាសនៅស្ងៀមរបស់ភាគល្អិត

ថាមពលសរុប $E = K + m_0c^2 (1)$

ម៉ាសធៀប $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

$\Leftrightarrow m^2\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = m_0^2$

$\Rightarrow m^2c^2 - m^2v^2 = m_0^2c^2$

ធ្វើឌីផេរ៉ង់ស្យែលធៀប m លើសមីការ

$2mc^2dm - 2mv^2dm - 2m^2vdv = 0$

$\Leftrightarrow \left(c^2 - v^2\right)dm = mvdv$

$\Leftrightarrow \int_{m_0}^{m}\left(c^2 - v^2\right)dm = \int_0^v mvdv$

$\Rightarrow \left(c^2 - v^2\right)\left(m - m_0\right) = \frac{1}{2}mv^2$

ទ្រឹស្តីបទកម្មន្តនិងថាមពល

$dK = dW = Fdx$

យើងបាន $dK = \frac{dP}{dt}dx = \frac{d\left(mv\right)}{dt}dx$

$\Leftrightarrow dK = mvdv + v^2dm$

$\Leftrightarrow \int_0^K dK = \int_0^v mvdv + \int_{m_0}^{m} v^2dm$

$\Leftrightarrow K = \frac{1}{2}mv^2 + v^2\left(m - m_0\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = K - v^2\left(m - m_0\right)$

យើងបាន $K - v^2\left(m - m_0\right) = \left(c^2 - v^2\right)\left(m - m_0\right)$

$\Rightarrow K = c^2\left(m - m_0\right)$

សរសេរឡើងវិញ $E = K + m_0c^2$

$\Leftrightarrow E = c^2\left(m - m_0\right) + m_0c^2$

$\Rightarrow E = mc^2$

ដូចនេះ $E = mc^2$

III. រកកំណត់ចង្អុលរបស់អំពែម៉ែត្រនិងវ៉ុលម៉ែត្រ

អាំប៉ែដង់ $R = \frac{V_{Rm}}{I_{Rm}} = \frac{\Delta V_{max}}{I_{Rm}} \Rightarrow I_{Rm} = \frac{\Delta V_{max}}{R} = \frac{100}{24} = 4.166\text{A}$

ហើយ $I_{R(rms)} = \frac{I_{Rm}}{\sqrt{2}} = \frac{4.166}{\sqrt{2}} = 2.946\text{A}$

ម្យ៉ាងទៀត $V_{R(rms)} = \frac{V_{Rm}}{\sqrt{2}} = \frac{\Delta V_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70.71\text{V}$

ដូចនេះ $I_{R(rms)} = 2.946\text{A}$ និង $V_{R(rms)} = 70.71\text{V}$

IV. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ន។

បម្រាប់ $PT = const$

$$\Leftrightarrow P_1T_1 = P_2T_2 \Leftrightarrow P_0T_1 = \frac{1}{2}P_0T_2$$

$$\Rightarrow T_2 = 2T_1$$

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

$$\Delta U = nC_V\left(T_2 - T_1\right)$$

$$= 2\left(\frac{3}{2}\right)R\left(2T_1 - T_1\right)$$

$$= 3RT_1 = 3R\frac{P_0V_0}{2R} = \frac{3P_0V_0}{2}$$

ដូចនេះ $\Delta U = \frac{3P_0V_0}{2}$

V. គណនាល្បឿនលំហូរនៅត្រង់ចំណុចទី 2

សមីការប៊ែនូលី $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = const$

យើងបាន $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 (1)$

សមីការជាប់ $A_1v_1 = A_2v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{A_2v_2}{A_1}$

តាម (1) យើងបាន

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho\left(\frac{A_2v_2}{A_1}\right)^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

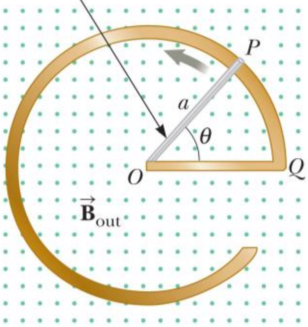
$$\Leftrightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]$$

សមមូល $v_2 = \sqrt{\frac{2\left(P_1 - P_2\right)}{\rho\left[1 - \left(A_2/A_1\right)^2\right]}}$

ដូចនេះ $v_2 = \sqrt{\frac{2\left(P_1 - P_2\right)}{\rho\left[1 - \left(A_2/A_1\right)^2\right]}}$

វិញ្ញាសាទី១៨

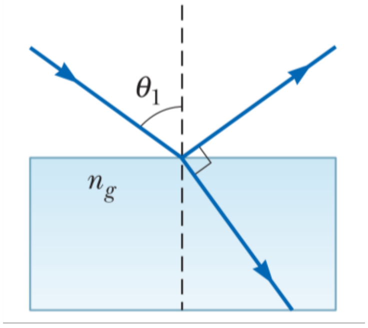
I. រូបខាងក្រោមបង្ហាញពីអង្គធាតុចម្លងស្ថិតនៅសៀមមួយដែលមានរាងជាអក្សរ e។ ផ្នែករបស់វារាងជារង្វង់មានកាំ $a = 50\ \mathrm{cm}$។ វាត្រូវបានគេដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន 0.5 T មានទិសដៅមកក្រៅទំព័រ។ របារត្រង់ចម្លងអគ្គិសនីប្រវែង 50 cm ត្រូវបានគេធ្វើឲ្យមានលំនឹងត្រង់ចំណុច O ហើយវិលដោយល្បឿនមុំ 2 rad/s។ របាវិលជុំវិញចំណុច O គេឲ្យផ្ទៃនៃស៊ុមគឺ $\theta a^2/2$។



ក) គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីកើតមានក្នុងស៊ុមខ្សែចម្លង POQ។

ខ) ប្រសិនបើអង្គធាតុចម្លងទាំងអស់មានរេស៊ីស្តង់ក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង $5\ \Omega/\mathrm{m}$។ ចូររកចរន្តអាំងឌីក្នុងស៊ុមខ្សែចម្លង POQ នៅខណៈ 0.25 s បន្ទាប់ពីចំណុច P កាត់ចំណុច Q។

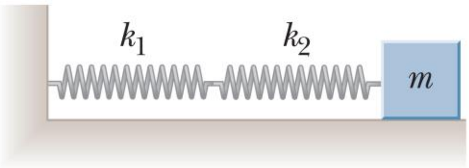
II. បាច់ពន្លឺមួយចាំងផ្លាតផង ចាំងបែរផងនៅត្រង់ផ្ទៃញែករវាងខ្យល់និងកែវដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ប្រសិនបើសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរគឺ n_g ចូររកមុំចាំងប៉ះ θ_1 ក្នុងខ្យល់ដែលជាលទ្ធផលកាំចំណាំងប៉ះកែងនឹងកាំចំណាំងបែរ។



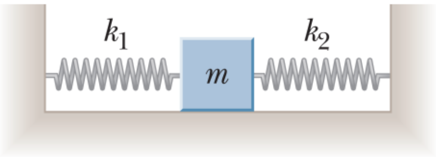
III. ដុំមួយមានម៉ាស m ត្រូវបានគេភ្ជាប់ទៅនឹងរ៉ឺស័រពីរមានថេរកម្រាញ k_1 និង k_2 ក្នុងពីររបៀបដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម។ ក្នុងករណីទាំងពីរ ដុំម៉ាសផ្លាស់ទីលើប្លង់តុរលោងបន្ទាប់ពីវាត្រូវបានគេទាញឲ្យមានបម្លាស់ទីពីទីតាំងលំនឹងហើយលែងមកវិញ។ ចូររកខួបនៃលំយោលអាម៉ូនិច

ក) ក្នុងករណីទី១

ខ) ក្នុងករណីទី២



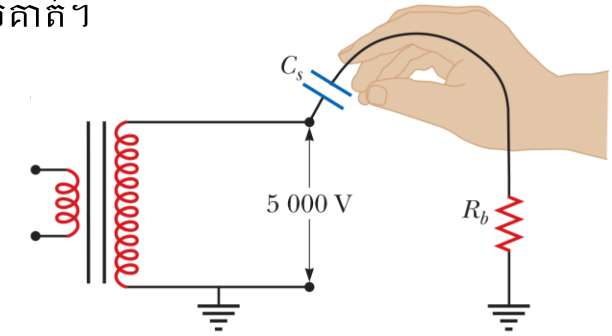
ករណីទី១



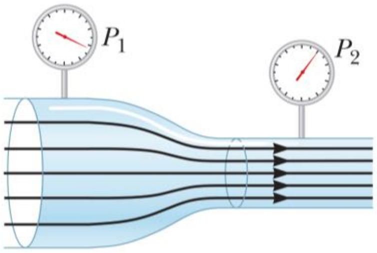
ករណីទី២

IV. ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នមួយកំណត់ដោយ $U = 2PV$ ។ វាពង្រីកមាឌពី V_0 ទៅ $2V_0$ ក្នុងលំនាំមានសម្ពាធថេរ P_0 ។ ចូររកកម្ដៅស្រូបដោយឧស្ម័នក្នុងបម្លែងនេះ។

V. មនុស្សម្នាក់កំពុងធ្វើការនៅក្បែរបុំមធ្យមនៃត្រង់ស្វូមួយដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម។ តង់ស្យុងនៃបុំបឋមគឺ 120V នៅប្រេកង់ 60Hz ។ តង់ស្យុងនៃបុំមធ្យមគឺ 5000V ។ កាប៉ាស៊ីតេ C_s ជាកាប៉ាស៊ីតេមានតម្លៃតូចរវាងដៃរបស់គាត់និងខ្យល់គឺ 20pF ។ សន្មតមនុស្សម្នាក់នោះមានរេស៊ីស្តង់ដែលភ្ជាប់ទៅនឹងដីគឺ $R_b = 50\text{k}\Omega$ ។ ចូររកតង់ស្យុងប្រសិទ្ធឆ្លងកាត់រាងកាយរបស់គាត់។



VI. បំពង់វង់តូរីដូចបង្ហាញក្នុងរូបអាចត្រូវបានគេប្រើជាលំហូរម៉ែតសន្ទនីយ។ ឧបមាថាឧបករណ៍ត្រូវបានគេប្រើនៅស្ថានីយដើម្បីវាស់អត្រាលំហូរប្រេងសាំង $\left(\rho = 7\times10^2\,\text{kg/m}^3\right)$ ឆ្លងកាត់បំពង់មួយដែលមានកាំច្រកចេញ 1.2cm ។ ប្រសិនបើផលសងសម្ពាធត្រូវបានគេវាស់បានតម្លៃ $P_1 - P_2 = 1.2\text{kPa}$ ហើយនិងកាំបំពង់ច្រកចូល 2.4cm ។ ចូររក



ក) ល្បឿននៃប្រេងសាំងនៅពេលវាចេញពីបំពង់

ខ) អត្រាលំហូរសន្ទនីយគិតជាម៉ែតគូបក្នុងមួយវិនាទី(ជារមាឌនៃសន្ទនីយ)

VII. អ៊ីយ៉ុងមួយមានម៉ាស m ស្ទុះពីនៅនឹងដោយផលសងប៉ូតង់ស្យែល ΔV។ បន្ទាប់មកវាត្រូវបានគេបង្វែរដោយដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន(កែងទៅនឹងល្បឿនរបស់អ៊ីយ៉ុង)ចូលទៅក្នុងកន្លះរង្វង់មានកាំ R។ ឥឡូវបន្ទុកពីរដងនៃអ៊ីយ៉ុងមួយមានម៉ាស m' ត្រូវបានស្ទុះឆ្លងកាត់ផលសងប៉ូតង់ស្យែល ΔV និងបង្វែរដោយដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានដដែលចូលក្នុងកន្លះរង្វង់មានកាំ $R' = 2R$។ ចូររកផលធៀបម៉ាស $\frac{m'}{m}$ របស់អ៊ីយ៉ុងទាំងពីរ។

ដំណោះស្រាយ

1. ក) គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌីកើតមានក្នុងស៊ុមខ្សែចម្លង POQ។

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ

$$|e| = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt}(BA) = B\frac{d}{dt}\left(\frac{\theta a^2}{2}\right) = B\frac{d}{dt}\left(\frac{\omega t a^2}{2}\right) = \frac{B\omega a^2}{2}$$

$$= \frac{5\times10^{-1}\times2\times\left(5\times10^{-1}\right)^2}{2} = 125\times10^{-3} = 125\text{mV}$$

ដូចនេះ $|e| = 125\text{mV}$

ខ) រកចរន្តអាំងឌីក្នុងស៊ុមខ្សែចម្លង POQ នៅខណៈ 0.25 s

ចរន្តអាំងឌី

$I = \frac{|e|}{R} = \frac{B\omega a^2}{2R}$ ដែល $R_{POQ} = (5\Omega/\text{m})(PQ+OQ+OP) = 5(\theta a+1)$

យើងបាន $I = \frac{B\omega a^2}{2R} = \frac{B\omega a^2}{10(\theta a+1)} = \frac{B\omega a^2}{10(\omega t a+1)} = \frac{0.5\times2\times(0.5)^2}{10(0.25+1)} = 0.02\text{A}$

ដូចនេះ $I = 0.02\text{A}$

2. រកមុំចាំងប៉ះ θ_1 ក្នុងខ្យល់

ច្បាប់ Snell

$$\sin\theta_1 = n_g \sin\left[\pi - \left(\frac{\pi}{2}+\theta_1\right)\right]$$

$$\sin\theta_1 = n_g \sin\left(\frac{\pi}{2}+\theta_1\right)$$

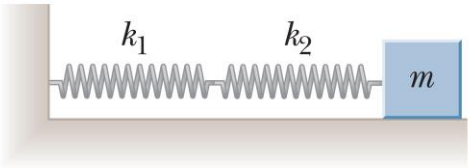
$$\sin\theta_1 = n_g\cos\theta_1 \Rightarrow \theta_1 = \tan^{-1} n_g$$

ដូចនេះ $\theta_1 = \tan^{-1} n_g$

3. រកខួបនៃលំយោលអាម៉ូនិច

ក) ក្នុងករណីទី១

ថាមពលមេកានិចនៃប្រព័ន្ធ



$$E_M = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}\right)x^2$$

ដេរីវេសមីការថាមពលធៀបពេល

$$0=\frac{1}{2}m(2av)+\frac{1}{2}\left(\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}\right)(2vx)$$

$$\Leftrightarrow 0=ma+\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}x$$

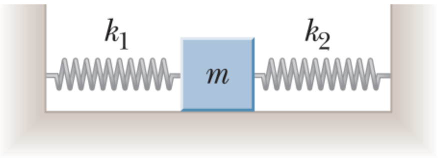
$$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}x=0$$

សមីការមានរាង $\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2x=0\Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$

ខួបនៃលំយោល

$$T=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}}=2\pi\sqrt{\frac{m(k_1+k_2)}{k_1k_2}}$$

ខ) ក្នុងករណីទី២



ថាមពលមេកានិចនៃប្រព័ន្ធ

$$E_M=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}(k_1+k_2)x^2$$

ដេរីវេសមីការថាមពលធៀបពេល

$$0=\frac{1}{2}m(2av)+\frac{1}{2}(k_1+k_2)(2vx)$$

$$\Leftrightarrow 0=ma+(k_1+k_2)x$$

$$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k_1+k_2}{m}x=0$$

សមីការមានរាង $\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2x=0\Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

ខួបនៃលំយោល

$$T=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}}=2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$$

ដូចនេះ $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$

4. រកម្តៅស្រូបដោយឧស្ម័ន

មាន $U=2PV$

នៅភាពដើម $U_i = 2P_0V_0$

នៅភាពស្រេច $U_f = 2P_0\left(2V_0\right) = 4P_0V_0$

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

$$\Delta U = U_f - U_i = 4P_0V_0 - 2P_0V_0 = 2P_0V_0$$

ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច

$$Q = W + \Delta U$$
$$= P_0\left(2V_0 - V_0\right) + 2P_0V_0$$
$$= 3P_0V_0$$

ដូចនេះ $Q = 3P_0V_0$

5. រកតង់ស្យុងប្រសិទ្ធ

តង់ស្យុងប្រសិទ្ធ

$$V_{R_b}\left(rms\right) = I_{rms}R_b = \frac{V_{rms}R_b}{\sqrt{R_b^2 + \frac{1}{4\pi^2 f^2 C_s^2}}}$$

$$= \frac{5000\times 50\times 10^3}{\sqrt{\left(50\times 10^3\right)^2 + \frac{1}{4\pi^2\left(60\right)^2\left(20\times 10^{-12}\right)^2}}}$$

$$= 1.88\text{V}$$

ដូចនេះ $V_{R_b}\left(rms\right) = 1.88\text{V}$

6. ក) រកល្បឿននៃប្រេងសាំងនៅពេលវាចេញពីបំពង់

សមីការប៊ែនូលី $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{const}$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\Leftrightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right)$$

$$\Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{2}{\rho}\left(P_1 - P_2\right)(1)$$

សមីការជាប់ $A_1v_1 = A_2v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{A_2v_2}{A_1} = \frac{\pi r_2^2 v_2}{\pi r_1^2} = \frac{r_2^2 v_2}{r_1^2}$

តាម (1)

$$v_2^2 - v_1^2 = \frac{2}{\rho}\left(P_1 - P_2\right)$$

$$\Leftrightarrow v_2^2 - \frac{r_2^4 v_2^2}{r_1^4} = \frac{2}{\rho}\left(P_1 - P_2\right)$$

$$\Leftrightarrow v_2^2\left(1 - \frac{r_2^4}{r_1^4}\right) = \frac{2}{\rho}\left(P_1 - P_2\right)$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2}{\rho\left(1 - \frac{r_2^4}{r_1^4}\right)}\left(P_1 - P_2\right)} = \sqrt{\frac{2\times1.2\times10^3}{7\times10^2\left[1-\left(\frac{1.2}{2.4}\right)^4\right]}}$$

$$= 1.91\text{m/s}$$

ដូចនេះ $v_2 = 1.91\text{m/s}$

ខ) រកធារមាឌនៃសន្ទនីយ

ធារមាឌ $\frac{V}{T} = A_2 v_2 = \pi r_2^2 v_2 = 1.91\pi\left(1.2\times10^{-2}\right)^2 = 8.64\times10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$

ដូចនេះធារមាឌ $8.64\times10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$

7. រកផលធៀបម៉ាស $\frac{m'}{m}$ របស់អ៊ីយ៉ុងទាំងពីរ

យក q និង q' ជាបន្ទុករបស់អ៊ីយ៉ុងនីមួយៗ

ចំពោះអ៊ីយ៉ុងផ្ទុកបន្ទុក q

ទ្រឹស្តីបទ កម្មន្តនិងថាមពល

$$W = K_f - K_i$$

$$\Leftrightarrow |q|\Delta V = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2|q|\Delta V}{m}}$$

ពេលចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិច កម្លាំងម៉ាញេទិចមាននាទីជាកម្លាំងចូលផ្ចិត

$$m\frac{v^2}{R} = |q|vB \Rightarrow R = \frac{mv}{|q|B} = \frac{m\sqrt{\frac{2|q|\Delta V}{m}}}{|q|B} = \frac{\sqrt{2m|q|\Delta V}}{|q|B} \quad (1)$$

ចំពោះអ៊ីយ៉ុងផ្ទុកបន្ទុក q'

$$R' = 2R \Leftrightarrow \frac{\sqrt{2m'|q'|\Delta V}}{|q'|B} = \frac{\sqrt{m'|q|\Delta V}}{|q|B}$$

$$\Rightarrow R = \frac{\sqrt{m'|q|\Delta V}}{2|q|B} \quad (2)$$

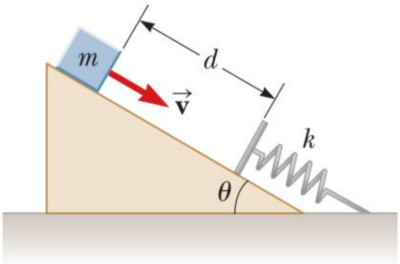
តាម *(1)* និង *(2)*

$$\frac{\sqrt{2m|q|\Delta V}}{|q|B}=\frac{\sqrt{m'|q|\Delta V}}{2|q|B}\Leftrightarrow 2m|q|\Delta V=\frac{m'|q|\Delta V}{4}\Rightarrow\frac{m'}{m}=8$$

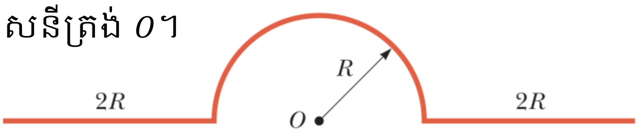
ដូចនេះ $m'/m=8$

វិញ្ញាសាទី១៩

I. មុំចំណោទ $\theta = 20^\circ$ នៃប្លង់ទេរមួយមានរ៉ឺស័រមួយដែលថេរកម្រាញ $k = 500\ \mathrm{N/m}$ ត្រូវបានភ្ជាប់នៅខាងក្រោមដើម្បីឲ្យរ៉ឺស័រស្របនឹងផ្ទៃដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ដុំមួយមានម៉ាស $m = 2.5\ \mathrm{kg}$ ត្រូវបានគេដាក់លើប្លង់នៅចម្ងាយ $d = 0.3\ \mathrm{m}$ ពីរ៉ឺស័រ។ ពីស្ថានភាពនេះ វាត្រូវបានគេរំពឹងថាចុះក្រោមឆ្ពោះទៅរករ៉ឺស័រជាមួយល្បឿន $v = 0.75\ \mathrm{m/s}$ ។ ភ្លាមៗនោះដុំម៉ាសមានលំនឹង ចូររកប្រវែងរួញខ្លីនៃរ៉ឺស័រ។



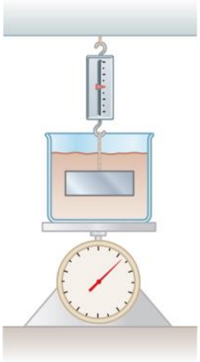
II. ខ្សែមួយមានដង់ស៊ីតេបន្ទុកលីនេអ៊ែ λ ត្រូវបានគេពត់ឲ្យមានរាងដូចបង្ហាញលើរូប។ ចូររកប៉ូតង់ស្យែលអគ្គិសនីត្រង់ O។



III. កែវមួយមានម៉ាស m_b រួមមានប្រេងដែលមានម៉ាស m_0 និងម៉ាសមាឌ ρ_0 នៅស្ងៀមលើជញ្ជីងថ្លឹងទម្ងន់មួយ។ ដុំដែកមួយមានម៉ាស m_{Fe} ព្យួរពីញូតុនម៉ែត្រមួយត្រូវបានគេពន្លិចទាំងស្រុងក្នុងប្រេងដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ យក ρ_{Fe} ជាម៉ាសមាឌរបស់ដែក ចូររកលំនឹងកំណាត់ចង្អុលនៃ

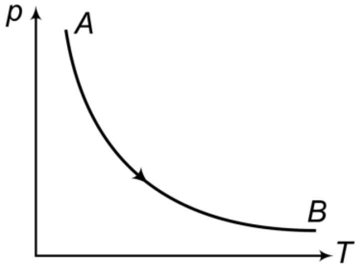
ក) ញូតុនម៉ែត្រនិង

ខ) ជញ្ជីងថ្លឹងទម្ងន់



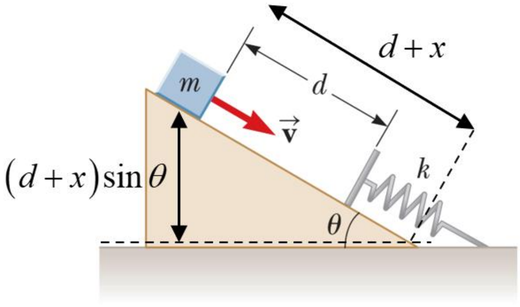
IV. កុងដង់សាទ័រពីរផ្ដល់កាប៉ាស៊ីតេសមមូល C_p នៅពេលភ្ជាប់ជាខ្នែងហើយកាប៉ាស៊ីតេសមមូល C_s នៅពេលភ្ជាប់ជាសេរី។ ចូររកកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ។

V. ពីរម៉ូលនៃឧស្ម័នម៉ូណូអាតូមត្រូវបានពង្រីកអាស្រ័យនឹងសមីការ PT ស្មើថេរពីភាពដើម (P_0,V_0) ទៅភាពស្រេចដែលសម្ពាធរបស់វាក្លាយមកពាក់កណ្ដាលនៃសម្ពាធដើម។ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងគឺ



ដំណោះស្រាយ

1. រកប្រវែងរួញខ្លីនៃរ៉ឺស័រ



ច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិច

$E_M(i) = E_M(f)$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 + mg(d+x)\sin\theta = \frac{1}{2}kx^2$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}kx^2 - \frac{1}{2}mv^2 - mgd\sin\theta - mgx\sin\theta = 0$

យើងបាន

$\frac{1}{2}kx^2 - mgx\sin\theta - m\left(\frac{1}{2}v^2 + gd\sin\theta\right) = 0$

$\Leftrightarrow 250x^2 - 8.379x - 3.21 = 0$

$\Leftrightarrow x^2 - 0.033x - 0.0128 = 0$

តាម $\Delta = (-0.033)^2 - 4(-0.0128) = 0.052 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 0.23$

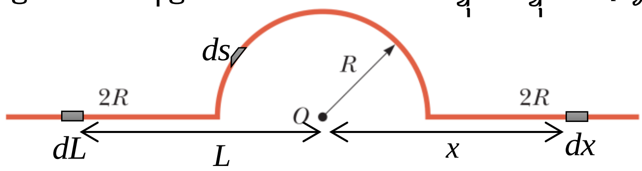
ឫសនៃសមីការ

$x = \frac{0.033 + 0.23}{2} = 0.131\text{m}$

ដូចនេះ $x = 0.131\text{m}$

2. រកប៉ូតង់ស្យែលអគ្គិសនីត្រង់ O

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dL, ds និង dx ផ្ទុកបន្ទុក dq ដូចគ្នាដូចរូប



ប៉ូតង់ស្យែលអគ្គិសនីត្រង់ 0 ds

$V = V_L + V_R + V_r$

$= k_e\int\frac{dq}{(-L)} + k_e\int\frac{dq}{R} + k_e\int\frac{dq}{x}$

$= -k_e\int_{-3R}^{-R}\frac{\lambda dL}{L} + k_e\int_0^{\pi R}\frac{\lambda ds}{R} + k_e\int_R^{3R}\frac{\lambda dx}{x}$

$= -k_e\lambda[\ln L]_{-3R}^{-R} + \frac{k_e\lambda}{R}[s]_0^{\pi R} + k_e\lambda[\ln x]_R^{3R}$

$= k_e\lambda\left[-\ln\frac{1}{3} + \pi + \ln 3\right]$

សមមូល

$V = k_e\lambda[\ln 3+\pi+\ln 3]$

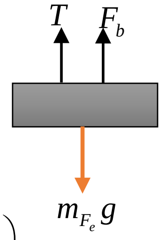
$= k_e\lambda(2\ln 3+\pi)$

ដូចនេះ $V = k_e\lambda(2\ln 3+\pi)$

3. រកលំនឹងកំណត់ចង្អុលនៃ

ក) ញូតុនម៉ែត្រនិង

លក្ខខ័ណ្ឌលំនឹងចំពោះដុំដែក



$T + F_b - m_{F_e}g = 0$

$\Rightarrow T = m_{F_e}g - F_b = m_{F_e}g - \rho_0 V_{F_e}g$

$= m_{F_e}g - \rho_0\left(\frac{m_{F_e}}{\rho_{F_e}}\right)g = m_{F_e}g\left(1-\frac{\rho_{F_e}}{\rho_{F_e}}\right)$

ដូចនេះ $T = m_{F_e}g\left(1-\frac{\rho_{F_e}}{\rho_{F_e}}\right)$

ខ) ជញ្ជីងថ្លឹងទម្ងន់

លក្ខខ័ណ្ឌលំនឹងប្រព័ន្ធ(កែវ ប្រេងនិងដុំដែក)

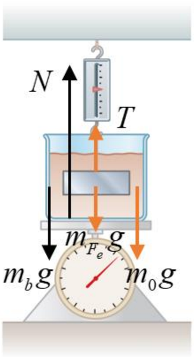
$T + N = m_b g + m_0 g + m_{F_e}g$

$\Rightarrow N = (m_b g + m_0 g + m_{F_e}g) - T$

$= m_b g + m_0 g + m_{F_e}g - m_{F_e}g + \rho_0\left(\frac{m_{F_e}}{\rho_{F_e}}\right)g$

$= m_b g + m_0 g + \rho_0\left(\frac{m_{F_e}}{\rho_{F_e}}\right)g$

$= g\left[m_b + m_0 + \rho_0\left(\frac{m_{F_e}}{\rho_{F_e}}\right)\right]$



ដូចនេះ $N = g\left[m_b + m_0 + \rho_0\left(\frac{m_{F_e}}{\rho_{F_e}}\right)\right]$

4. រកកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ។

តាង C_1 ជាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រទី១

C_2 ជាកាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់សាទ័រទី២

ករណីតជាខ្សែង

$C_p = C_1 + C_2 (1)$

ករណីតជាសេរី

$$C_s = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2} = \frac{C_1C_2}{C_p} \Rightarrow C_1 = \frac{C_pC_s}{C_2}$$

តាម (1)

$$C_p = \frac{C_pC_s}{C_2} + C_2$$

$$\Leftrightarrow C_pC_2 = C_pC_s + C_2^2$$

$$\Rightarrow C_2^2 - C_pC_2 + C_pC_s = 0$$

ចម្លើយនៃសមីការ

$$C_1 = \frac{1}{2}C_p \pm \sqrt{\frac{1}{4}C_p^2 - C_pC_s}$$

បើ $C_1 = \frac{1}{2}C_p + \sqrt{\frac{1}{4}C_p^2 - C_pC_s} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{2}C_p - \sqrt{\frac{1}{4}C_p^2 - C_pC_s}$

បើ $C_1 = \frac{1}{2}C_p - \sqrt{\frac{1}{4}C_p^2 - C_pC_s} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{2}C_p + \sqrt{\frac{1}{4}C_p^2 - C_pC_s}$

5. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

តាមបម្រាប់

$$PT = const \Rightarrow P_1T_1 = P_2T_2 \Leftrightarrow P_0T_1 = \frac{1}{2}P_0T_2$$

$$\Rightarrow T_2 = 2T_1$$

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

$$\Delta U = nC_V\left(T_2 - T_1\right)$$

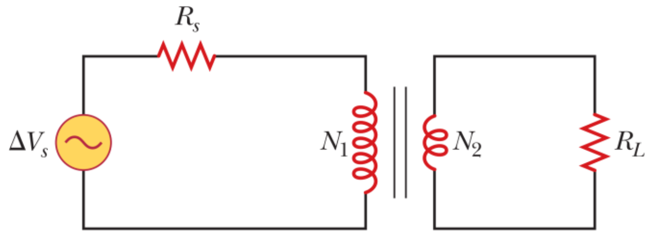
$$= 2\frac{3}{2}R\left(2T_1 - T_1\right)$$

$$= 3RT_1 = 3R\frac{P_0V_0}{2R} = \frac{3P_0V_0}{2}$$

ដូចនេះ $\Delta U = \frac{3P_0V_0}{2}$

វិញ្ញាសាទី២០

I. ត្រង់ស្វូរដូចបង្ហាញក្នុងរូប បន្ទុកមានរេស៊ីស្តង់ $R_L = 50\Omega$ ។ ផលធៀបចំនួនស្ពៀ N_1 / N_2 គឺ 2.5 ហើយនិងប្រភពតង់ស្យុងប្រសិទ្ធ $\Delta V_s = 80V$ ។ ប្រសិនបើវ៉ុលម៉ែតមួយឆ្លងកាត់រេស៊ីស្តង់បន្ទុកវាស់បានតង់ស្យុងប្រសិទ្ធ 25V ។ ចូររកប្រភពរេស៊ីស្តង់ R_s ។

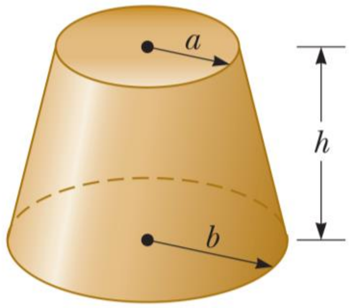


II. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយមានអានុភាពច្រកចេញ P ។ ម៉ាស៊ីនដំណើរការចន្លោះសីតុណ្ហភាព T_C និង T_h ។ ចូររក៖

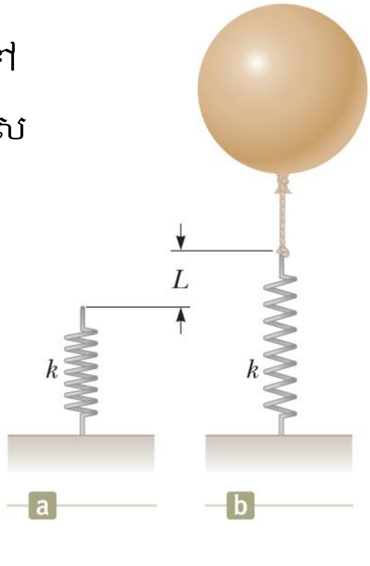
ក) ថាមពលកម្តៅបញ្ជូនទៅម៉ាស៊ីននៅចន្លោះពេល Δt ។

ខ) ថាមពលកម្តៅបំភាយទៅបរិយាកាសនៅចន្លោះពេល Δt ។

III. សារធាតុមួយមានរេស៊ីស្ទីវីតេ ρ ត្រូវបានគេធ្វើឲ្យមានរាងជាកំណាត់កោនមានកម្ពស់ h ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ បាតក្រោមមានកាំ b និងបាតលើមានកាំ a ។ សន្មតចរន្តអគ្គិសនីរាយយ៉ាងស្មើសាច់លើផ្ទៃមុខកាត់រង្វង់ខ្លះនៃកោនដើម្បីឲ្យដង់ស៊ីតេចរន្តមិនអាស្រ័យទីតាំងកាំ។ ចូរបង្ហាញថារេស៊ីស្តង់រវាងបាតលើនិងបាតក្រោមគឺ $R = \frac{\rho}{\pi}\left(\frac{h}{ab}\right)$ ។

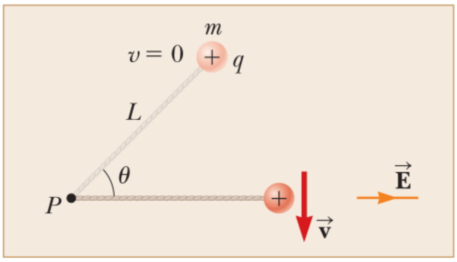


IV. រ៉ឺស័រស្រាលមួយមានថេរកម្រាញ k ត្រូវបានគេភ្ជាប់ទៅនឹងតុតាមទិសឈរ(មើលរូប a)។ បាឡុងមួយមានម៉ាស m ត្រូវបានគេផ្ទុកពេញជាមួយអេល្យូម(ម៉ាសមាឌ ρ) ទៅមាឌ V ហើយបន្ទាប់មកត្រូវបានគេភ្ជាប់ជាមួយខ្សែស្រាលទៅនឹងរ៉ឺស័រដែលបណ្តាលឲ្យរ៉ឺស័រយឺតដូចបង្ហាញក្នុងរូប b ។ ចូរកំណត់ប្រវែងសាច់លូត L នៅពេលបាឡុងស្ថិតក្នុងស្ថានភាពលំនឹង។ យក ρ_0 ជាម៉ាសមាឌនៃខ្យល់។

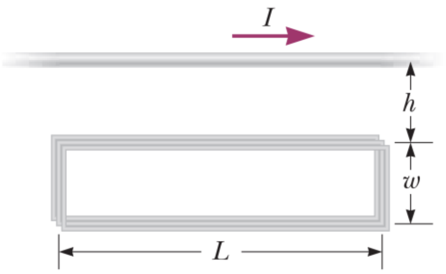


V. របារលោហៈមួយមានម៉ាស m កំពុងឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត I ចលនាលើរ៉ែផ្តេកពីរដាក់នៅចម្ងាយ d ពីគ្នា។ ប្រសិនបើមេគុណកកិតស៊ីនេទិចរវាងរបារនិងរ៉ែគឺ μ។ ចូររកដែនម៉ាញេទិចតាមទិសឈរដើម្បីរក្សាល្បឿនរបស់របារឲ្យមានតម្លៃថេរ។

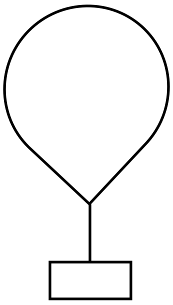
VI. ភាគល្អិតមួយមានបន្ទុក q និងម៉ាស m ត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងខ្សែមួយប្រវែង L ហើយចងភ្ជាប់ទៅនឹងអ័ក្សរង្វិលត្រង់ចំណុច P។ ភាគល្អិត ខ្សែនិងអ័ក្សរង្វិលផ្តេកលើប្លង់គ្មានកកិត។ ភាគល្អិតត្រូវបានគេលែងពីនៅនឹងនៅពេលខ្សែបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយដែនអគ្គិសនីឯកសណ្ឋាន E។ ចូររកល្បឿនរបស់ភាគល្អិតនៅពេលខ្សែស្របនឹងដែនអគ្គិសនី។



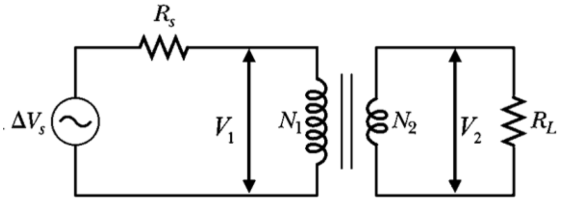
VII. ខ្សែចម្លងត្រង់វែងអានន្តឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = I_{max}\sin(\omega t+\phi)$។ ខ្សែចម្លងផ្តេកក្នុងប្លង់នៃរបុំខ្សែចម្លងរាងចតុកោណកែងចំនួន N ស្ទៀដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ បរិមាណ I_{max}, ω និង ϕ ជាចំនួនថេរ។ ចូររកកម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតមានក្នុងរបុំខ្សែចម្លង។



VIII. តើអេល្យូមប៉ុន្មានម៉ែតគូបដើម្បីលើកបាឡុងស្រាលមួយជាមួយកន្ត្រក់ 400kg ទៅកម្ពស់ 8000m? យក $\rho_{He} = 0.179\text{kg/m}^3$។ សន្មតបាឡុងរក្សាមាឌថេរនិងម៉ាសមាឌនៃខ្យល់ថយចុះតាមរយៈកម្ពស់ z កំណត់ដោយ $\rho_{air} = \rho_0 e^{-z/8000}$ ដែល z គិតជាម៉ែតនិង $\rho_0 = 1.20\text{kg/m}^3$ ជាម៉ាសមាឌនៃខ្យល់នៅនីវ៉ូសមុទ្រ។



ដំណោះស្រាយ



1. រកប្រភពរេស៊ីស្តង់ R_s

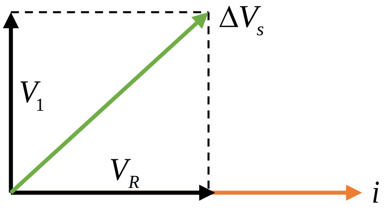
បម្រាប់ $\frac{N_1}{N_2}=\frac{V_1}{V_2}=2.5 \Rightarrow V_1=2.5V_2=62.5\text{V}$

សម្រាប់សៀគ្វីចរន្តមាន R_L

អាំប៉េដង់ $Z_R=R_L=\frac{V_2}{I_2} \Rightarrow I_2=\frac{V_2}{R_L}=0.5\text{A}$

សម្រាប់របុំបឋម

ធ្វើសំណង់ប្រេណែល



តាមសំណង់ប្រេណែល

$$(\Delta V_s)^2=(V_1)^2+(V_R)^2$$
$$\Rightarrow V_R=\sqrt{(\Delta V_s)^2-(V_1)^2}=\sqrt{(80)^2-(62.5)^2}=50\text{V}$$

សរសេរឡើងវិញ

$$\frac{N_1}{N_2}=\frac{V_1}{V_2}=\frac{I_2}{I_1}=2.5 \Rightarrow I_1=\frac{I_2}{2.5}=\frac{0.5}{2.5}=0.2\text{A}$$

អាំប៉េដង់ $R_s=\frac{V_R}{I_1}=\frac{50}{0.2}=250\Omega$

ដូចនេះ៖ $R_s=250\Omega$

2. ក) រកថាមពលកម្តៅបញ្ជូនទៅម៉ាស៊ីននៅចន្លោះពេល Δt

ទិន្នផល $e=1-\frac{T_C}{T_h}=\frac{T_h-T_C}{T_h}$ ហើយ $e=\frac{W}{Q_h}=\frac{W/\Delta t}{Q_h/\Delta t}=\frac{P}{Q_h/\Delta t}$

យើងបាន $\frac{T_h-T_C}{T_h}=\frac{P}{Q_h/\Delta t} \Rightarrow Q_h=\frac{PT_h\Delta t}{T_h-T_C}$

ដូចនេះ៖ $Q_h=PT_h\Delta t/(T_h-T_C)$

ខ) រកថាមពលកម្ដៅបំភាយទៅបរិយាកាសនៅចន្លោះពេល Δt

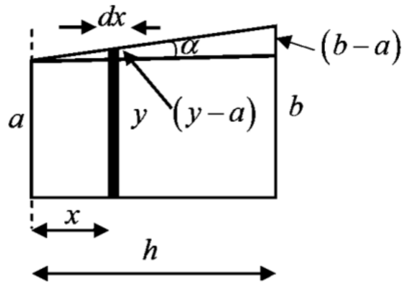
បរិមាណកម្ដៅ $Q_h = W + Q_C \Rightarrow Q_C = Q_h - W = \dfrac{PT_h\Delta t}{T_h - T_C} - P\Delta t = P\Delta t\left(\dfrac{T_C}{T_h - T_C}\right)$

ដូចនេះ៖ $Q_h = P\Delta t\left(\dfrac{T_C}{T_h - T_C}\right)$

3. បង្ហាញថា $R = \dfrac{\rho}{\pi}\left(\dfrac{h}{ab}\right)$

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dx នៅចម្ងាយ x ពីគល់តម្រុយ

រេស៊ីស្តង់ $R = \int dR = \int \rho \dfrac{dx}{\pi y^2}$



តាមរូប $\tan\alpha = \dfrac{y-a}{x} = \dfrac{b-a}{h} \Rightarrow y = a + \left(\dfrac{b-a}{h}\right)x$

យើងបាន

$$R = \int \rho \frac{dx}{\pi y^2} = \frac{\rho}{\pi}\int_0^h \frac{dx}{\left[a + \left(\frac{b-a}{h}\right)x\right]^2}$$

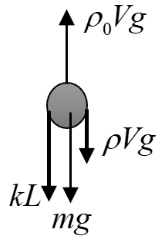
$$= \frac{\rho h}{\pi(b-a)}\int_0^h \left(\frac{b-a}{h}\right)\left[a + \left(\frac{b-a}{h}\right)x\right]^{-2} dx$$

$$= -\frac{\rho h}{\pi(b-a)}\left\{\frac{1}{\left[a + \left(\frac{b-a}{h}\right)x\right]}\right\}_0^h = -\frac{\rho h}{\pi(b-a)}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right) = \frac{\rho h}{\pi ab}$$

ដូចនេះ៖ $R = \dfrac{\rho}{\pi}\left(\dfrac{h}{ab}\right)$

4. កំណត់ប្រវែងសាច់លូត L

លំនឹងតាមទិសឈរ



$\sum F_y = 0$

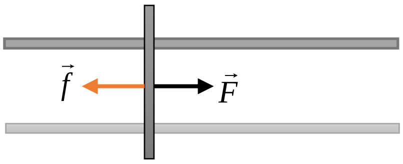
$\Leftrightarrow \rho_0 Vg - mg - kL - \rho Vg = 0$

$\Leftrightarrow kL = g\left(\rho_0 V - m - \rho V\right)$

$\Rightarrow L = \dfrac{g\left(\rho_0 V - m - \rho V\right)}{k}$

ដូចនេះ៖ $L = \dfrac{g\left(\rho_0 V - m - \rho V\right)}{k}$

5. រកដែនម៉ាញេទិចតាមទិសឈរ



ច្បាប់ទី២ញូតុនតាមអ័ក្សឈរ

$\vec{N} + m\vec{g} = \vec{0}$

$\Rightarrow N = mg$

ច្បាប់ទី២ញូតុនតាមអ័ក្សដេក

$\vec{F} + \vec{f} = m\vec{a}$

$\Leftrightarrow IBd - \mu N = 0$

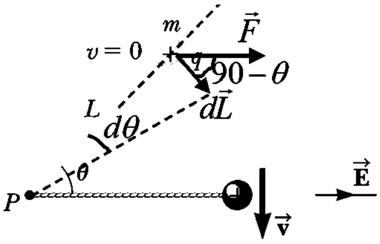
$\Leftrightarrow IBd - \mu mg = 0$

$\Rightarrow B = \dfrac{\mu mg}{Id}$

ដូចនេះ $B = \dfrac{\mu mg}{Id}$

6. រកល្បឿនរបស់ភាគល្អិតនៅពេលខ្សែស្របនឹងដែនអគ្គិសនី

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង $d\vec{L}$ គៀសបានមុំ $d\theta$



កម្មន្ត $W = \int dW = \int F dL \cos(90 - \theta)$

$\Leftrightarrow W = \int_{\theta}^{0} FL \sin\theta d\theta$

$= FL[-\cos\theta]_{\theta}^{0} = FL(\cos\theta - 1)$

ទ្រឹស្តីបទកម្មន្តនិងថាមពល

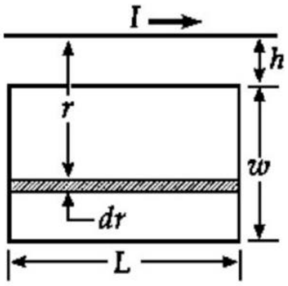
$W = \frac{1}{2} mv^2$

$\Leftrightarrow FL(\cos\theta - 1) = \frac{1}{2} mv^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{2FL(\cos\theta - 1)}{m}}$

ដូចនេះ $v = \sqrt{\dfrac{2FL(\cos\theta - 1)}{m}}$

7. រកកម្លាំងអគ្គិសនីចលករកើតមានក្នុងរបុំខ្សែចម្លង



ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dr នៅចម្ងាយ r ពីខ្សែចម្លង

ដែនម៉ាញេទិច $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

ភ្លុចម៉ាញេទិច

$$\phi=\int d\phi=\int BdA=\int\frac{\mu_0 I}{2\pi r}Ldr=\frac{\mu_0 IL}{2\pi}\int_h^{h+w}\frac{dr}{r}$$

$$=\frac{\mu_0 IL}{2\pi}\ln\left(1+\frac{w}{h}\right)=\frac{\mu_0 L}{2\pi}\ln\left(1+\frac{w}{h}\right)I_{\max}\sin\left(\omega t+\varphi\right)$$

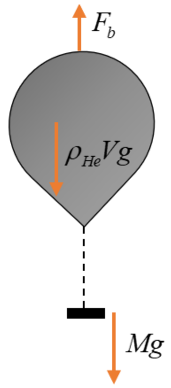
កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ

$$e=-N\frac{d\phi}{dt}=-\frac{d}{dt}\left[\frac{\mu_0 L}{2\pi}\ln\left(1+\frac{w}{h}\right)I_{\max}\sin\left(\omega t+\varphi\right)\right]$$

$$=-N\frac{\mu_0 L}{2\pi}\ln\left(1+\frac{w}{h}\right)I_{\max}\omega\cos\left(\omega t+\varphi\right)$$

ដូចនេះ $e=-N\frac{\mu_0 L}{2\pi}\ln\left(1+\frac{w}{h}\right)I_{\max}\omega\cos\left(\omega t+\varphi\right)$

8. រកមាឌរបស់អេល្យូម



លក្ខខណ្ឌលំនឹងនៅកម្ពស់ 8000m

$$F_b=Mg+\rho_{He}Vg$$

$$\Leftrightarrow \rho_{air}Vg=Mg+\rho_{He}Vg$$

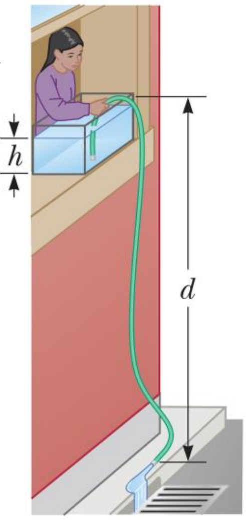
$$\Leftrightarrow V\left(\rho_{air}-\rho_{He}\right)=M$$

$$\Rightarrow V=\frac{M}{\rho_{air}-\rho_{He}}=\frac{400}{1.20e^{-8000/8000}-0.179}=1532.56\text{m}^3$$

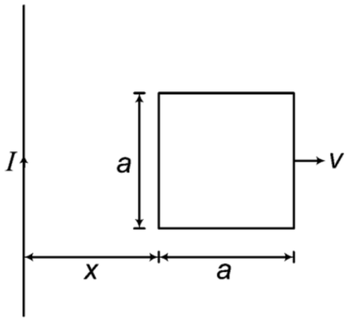
ដូចនេះ $V=1532.56\text{m}^3$

<u>វិញ្ញាសាទី២១</u>

I. ស្ត្រីម្នាក់កំពុងបង្ហូរទឹកចេញពីផើងចិញ្ចឹមត្រីរបស់នាងដោយស្រូបយកទឹកទៅខាងក្រៅដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ផើងរាងប្រលេពីប៉ែតកែងមានផ្ទៃបាតក្រោម A និងជម្រៅ h ។ ទីតាំងបង្ហូរចេញស្ថិតនៅចម្ងាយ d ខាងក្រោមផ្ទៃទឹកក្នុងផើងដែល $d>>h$។ ផ្ទៃមុខកាត់នៃបំពង់បង្ហូរចេញគឺ A'។ ទឹកហូរដោយគ្មានកកិត ចូរបង្ហាញថារយៈពេលដើម្បីបង្ហូរទឹកឲ្យអស់ពីផើងកំណត់ដោយ $\Delta t=\frac{Ah}{A'\sqrt{2gd}}$ ។



II. ចរន្តថេរ I ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងវែងត្រង់ប្រវែងអនន្តដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ស៊ុមការេចាប់ផ្តើមផ្លាស់ទីមកស្តាំជាមួយល្បឿនថេរ v។

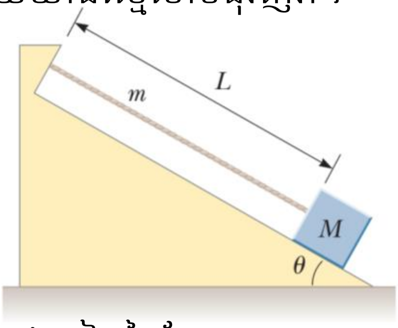


ក) ចូររកកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតក្នុងស៊ុមខ្សែចម្លងជាអនុគមន៍នៃ x។

ខ) ប្រសិនបើរេស៊ីស្តង់សរុបនៃស៊ុមគឺ R ចូររកចរន្តរត់ក្នុងស៊ុមខ្សែចម្លង។

III. កងលោហៈមួយមានបន្ទុកជាមួយកាំ b មានបន្ទុកសរុប q រាយយ៉ាងស្មើសាច់ជុំវិញវា។ តើអាំងតង់ស៊ីតេនៃដែនអគ្គិសនីត្រង់ផ្ចិតនៃកងស្មើប៉ុន្មាន?

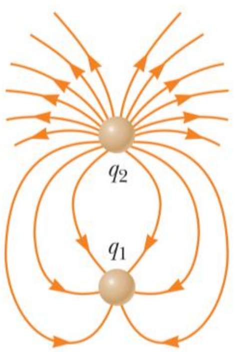
IV. ដុំមួយមានម៉ាស M ទ្រដោយខ្សែមួយ ស្ថិតនៅស្ងៀមលើប្លង់ទេរលោងមួយបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយទិសដេក។ ខ្សែមានប្រវែង L និងម៉ាសរបស់វាគឺ $m<<M$។ ចូររករយៈពេលដែលប្រើសម្រាប់រលកទទឹងមួយដាលពីចុងម្ខាងទៅចុងចុងម្ខាងទៀតនៃខ្សែ។



V. រូបខាងក្រោមបង្ហាញពីខ្សែដែនអគ្គិសនីសម្រាប់ភាគល្អិតផ្ទុកអគ្គិសនីដាក់នៅចម្ងាយខ្លីដាច់ពីគ្នា។

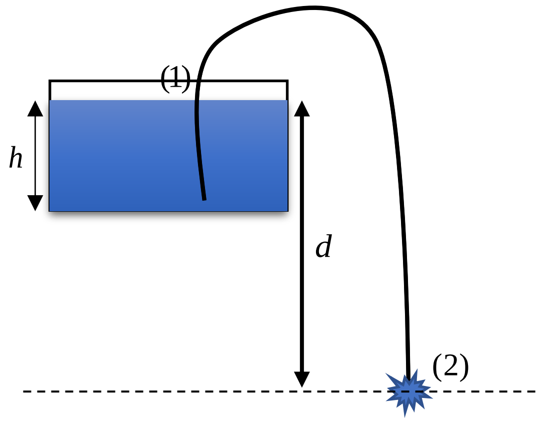
ក) គណនាផលធៀប q_1/q_2។

ខ) ចូរកំណត់សញ្ញានៃ q_1 និង q_2។



ដំណោះស្រាយ

1. បង្ហាញថារយៈពេលដើម្បីបង្ហូរទឹកឲ្យអស់ពីធុងកំណាត់ដោយ $\Delta t = \dfrac{Ah}{A'\sqrt{2gd}}$



សមីការប៊ែនូលី

$P_0 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gd = P_0 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ ដោយ $v_1 = 0$ ព្រោះ $A >> A'$

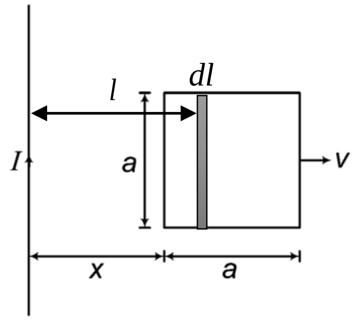
យើងបាន $gd = \frac{1}{2}v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gd}$

អត្រាលំហូរនៃទឹក(ធារមាឌ) $\dfrac{V}{\Delta t} = \dfrac{Ah}{\Delta t} = A'v_2 \Leftrightarrow \dfrac{Ah}{\Delta t} = A'\sqrt{2gd} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{Ah}{A'\sqrt{2gd}}$

ដូចនេះ $\Delta t = \dfrac{Ah}{A'\sqrt{2gd}}$

2. ក) រកកម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីកើតក្នុងស៊ុមខ្សែចម្លងជាអនុគមន៍នៃ x

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dl នៅចម្ងាយ l ពីខ្សែចម្លងត្រង់ភ្លួចម៉ាញេទិច



$\phi = \int d\phi = \int BdA = \dfrac{\mu_0 Ia}{2\pi}\int_x^{x+a}\dfrac{dl}{l}$

$= \dfrac{\mu_0 Ia}{2\pi}\ln\left(1 + \dfrac{a}{x}\right)$

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី

$$|\varepsilon| = \left|\frac{d\phi}{dt}\right| = \frac{\mu_0 Ia}{2\pi}\left|\frac{d}{dt}\left[\ln\left(1+\frac{a}{x}\right)\right]\right| = \frac{\mu_0 Ia}{2\pi}\left|\frac{d}{dt}\left[\ln\left(1+ax^{-1}\right)\right]\right|$$

$$= \frac{\mu_0 Ia}{2\pi}\left|\frac{\frac{d}{dt}\left(1+ax^{-1}\right)}{\left(1+\frac{a}{x}\right)}\right| = \frac{\mu_0 Ia}{2\pi}\left[\frac{av/x^2}{\left(1+\frac{a}{x}\right)}\right] = \frac{\mu_0 Ia^2 v}{2\pi x\left(x+a\right)}$$

ដូចនេះ $|\varepsilon| = \dfrac{\mu_0 Ia^2 v}{2\pi x(x+a)}$

ខ) រកចរន្តរត់ក្នុងស៊ុមខ្សែចម្លង។

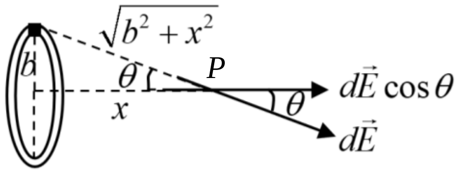
ច្បាប់អូម $i = \dfrac{|\varepsilon|}{R} = \dfrac{\mu_0 Ia^2 v}{2\pi Rx(x+a)}$

ដូចនេះ $i = \dfrac{\mu_0 Ia^2 v}{2\pi Rx(x+a)}$

3. រកអាំងតង់ស៊ីតេនៃដែនអគ្គិសនីត្រង់ផ្ចិតនៃកង

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែងលើកង dL ផ្ទុកអគ្គិសនី dq

ដែនអគ្គិសនីត្រង់ P



$$E = \int dE\cos\theta = k_e \int \frac{dq}{x^2+b^2}\frac{x}{\left(x^2+b^2\right)^{1/2}}$$

តាង λ ដង់ស៊ីតេបន្ទុកលើខ្នាតប្រវែងមាន $\lambda = \dfrac{q}{L} = \dfrac{q}{2\pi b}$ ហើយ $\lambda = \dfrac{dq}{dL} \Rightarrow dq = \lambda dL$

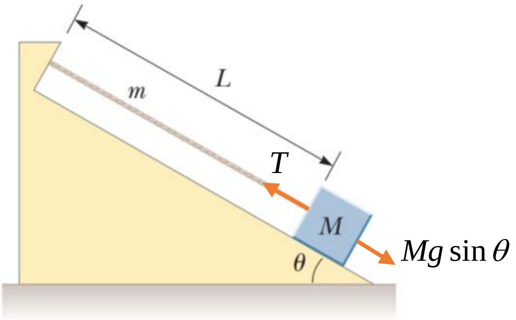
យើងបាន $E = \dfrac{k_e xq}{2\pi b\left(x^2+b^2\right)^{3/2}}\displaystyle\int_0^{2\pi b} dL = \dfrac{k_e xq}{\left(x^2+b^2\right)^{3/2}}$

សិក្សាដែនត្រង់ផ្ចិត $x = 0 \Rightarrow E = 0$

ដូចនេះដែនអគ្គិសនីត្រង់ផ្ចិតនៃកងគឺសូន្យ

4. រករយៈពេលដែលប្រើសម្រាប់រលកទទឹងមួយដាលពីចុងម្ខាងទៅចុងចុងម្ខាងទៀត

សិក្សាលំនឹងរបស់ដុំម៉ាស M



$\sum F_x = 0$

$\Leftrightarrow T - Mg\sin\theta = 0$

$\Rightarrow T = Mg\sin\theta$

ល្បឿនដំណាលរលកទទឹង

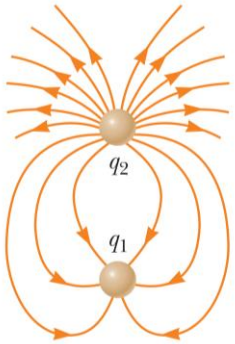
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{Mg\sin\theta}{(m/L)}} = \sqrt{\frac{MgL\sin\theta}{m}}$$

រយៈពេលដំណាល

$$t=\frac{L}{v}=\frac{L}{\sqrt{\frac{MgL\sin\theta}{m}}}=\sqrt{\frac{mL}{Mg\sin\theta}}$$

ដូចនេះ $t=\sqrt{\frac{mL}{Mg\sin\theta}}$

5. ក) គណនាផលធៀប q_1/q_2



ចំនួនខ្សែដែនបញ្ចេញពីបរិមាណបន្ទុក

យើងបាន $q_2=18\text{C}$ និង $q_1=-6\text{C}$

នាំឲ្យ $\frac{q_1}{q_2}=\frac{-6}{18}=-\frac{1}{3}$

ដូចនេះ $\frac{q_1}{q_2}=-\frac{1}{3}$

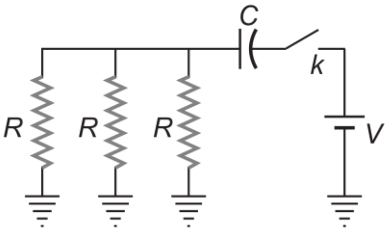
ខ) កំណត់សញ្ញានៃ q_1 និង q_2

តាមរូប $q_1<0$ និង $q_2>0$

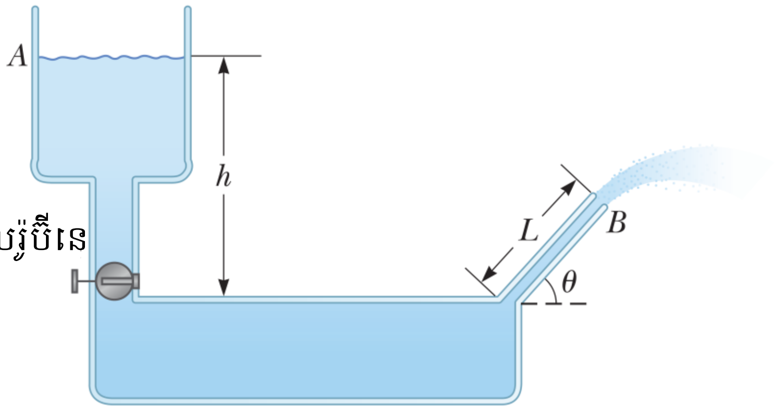
ដូចនេះ $q_1<0$ និង $q_2>0$

វិញ្ញាសាទី២២

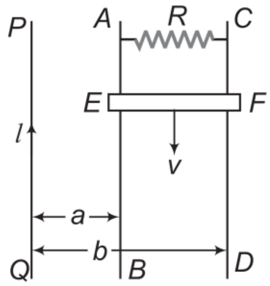
I. កុងតាក់ដូចបង្ហាញក្នុងរូបត្រូវបានគេបិទនៅ $t=0$។ ចូររកបន្ទុកលើកុងដង់សាទ័រជាអនុគមន៍នៃពេល។



II. រូបខាងក្រោមបង្ហាញពីក្បាលរ៉ូប៊ីនេមួយចែកអាងស្តុកទឹកនិងផើងទឹកដាច់ពីគ្នា។ ប្រសិនបើក្បាលរ៉ូប៊ីនេត្រូវបានគេបើក ចូររកកម្ពស់អតិបរមាខាងលើចំណុច B សម្រេចដោយខ្សែទឹកចេញពីផ្នែកខាងស្តាំនៃផើង។ ផ្ទៃមុខកាត់ត្រង់ A ធំខ្លាំងបើប្រៀបធៀបជាមួយចំណុច B។



III. PQ គឺជាខ្សែចម្លងមួយប្រវែងអានន្តឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី។ AB និង CD គឺជារបាររលោងចម្លងអគ្គិសនីដែលស្ថិតនៅលើរបារទាំងពីរនេះមានអង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនី EF មួយផ្លាស់ទីជាមួយល្បឿនថេរ v ដូចរូប។ ចូររកកម្លាំងត្រូវការដើម្បីឲ្យ EF ផ្លាស់ទីដោយល្បឿនថេរ។

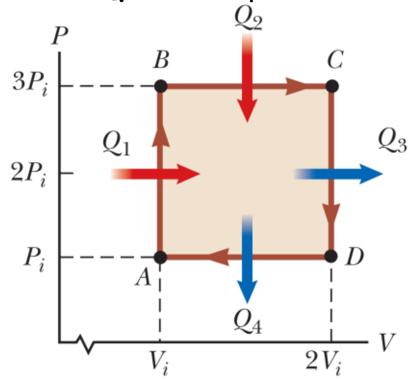


IV. មួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូមទទួលរងបម្លែងបិទដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ នៅចំណុច A សម្ពាធ មាឌនិងសីតុណ្ហភាពគឺ P_i, V_i និង T_i រៀងគ្នា។ ជាអនុគមន៍នៃ R និង T_i។ ចូររក

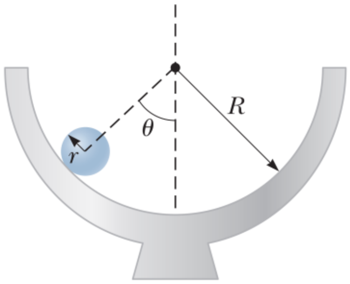
ក) កម្ដៅសរុបបញ្ចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធក្នុងមួយស៊ិច

ខ) កម្ដៅសរុបបញ្ចេញដោយប្រព័ន្ធក្នុងមួយស៊ិច

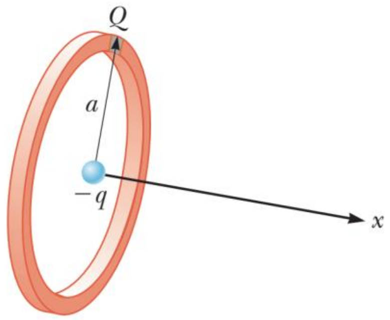
គ) ទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនដំណើរការក្នុងមួយស៊ិច



V. ស្វ៊ែតាន់មួយមានកាំ r ត្រូវបានគេដាក់ខាងលើផ្ទៃក្នុងកន្លះស្វ៊ែមួយមានកាំ R។ ស្វ៊ែត្រូវបានគេលែងពីនៅនឹងនៅមុំ θ ធៀបនឹងអ័ក្សឈរហើយរមៀលដោយមិនរអិល។ ចូរគណនាល្បឿនមុំនៃស្វ៊ែនៅពេលវាទៅដល់បាតនៅកន្លះស្វ៊ែ។



VI. ភាគល្អិតមួយផ្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន $-q$ ត្រូវបានគេដាក់នៅត្រង់ផ្ចិតនៃកងលោហៈមួយដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីស្មើសាច់ Q ដូចរូប។ ភាគល្អិតត្រូវបានគេទាញឲ្យផ្លាស់ទីតាមបណ្តោយអ័ក្សអាប់ស៊ីសក្នុងរយៈចម្ងាយខ្លី x ដែល $x<<a$ រួចលែងមកវិញ។ ចូរបង្ហាញថាភាគល្អិតធ្វើចលនាលំយោលអាម៉ូនិចជាមួយប្រេកង់ $f=\frac{1}{2\pi}\left(\frac{k_eqQ}{ma^3}\right)^{1/2}$។



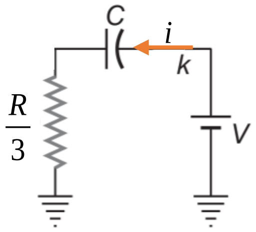
VII. បន្ទះលោហៈពីរស្របគ្នាមានផ្ទៃនីមួយៗ A ត្រូវបានគេដាក់ក្នុងប្លង់ដេកហើយដាក់នៅចម្ងាយដាច់ពីគ្នា $3d$។ ខ្សែដីមួយភ្ជាប់ទៅបន្ទះទាំងពីរហើយនៅខណៈដើមបន្ទះនីមួយៗគ្មានបន្ទុក។ ឥឡូវបន្ទះលោហៈទីបីឯកលក្ខណ៍ផ្ទុកអគ្គិសនី Q ត្រូវបានគេបញ្ចូលនៅចន្លោះបន្ទះលោហៈទាំងពីរហើយស្របនឹងបន្ទះទាំងពីរ ដាក់នៅចម្ងាយ d ពីបន្ទះខាងលើដូចបង្ហាញក្នុងរូប។

ក) ចូររកបន្ទុកផ្ទុកលើបន្ទះលោហៈនីមួយៗនៃបន្ទះដើមទាំងពីរ។

ខ) ចូររកផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងបន្ទះកណ្តាលនិងបន្ទះខាងលើហើយនិងបន្ទះខាងក្រោម។

ដំណោះស្រាយ

1. រកបន្ទុកលើកុងដង់សាទ័រជាអនុគមន៍នៃពេល



អនុវត្ត KVL

$$-V+\frac{q}{C}+\frac{R}{3}i=0$$

$$\Leftrightarrow \frac{q}{C}+\frac{R}{3}\frac{dq}{dt}=V$$

$$\Leftrightarrow \frac{R}{3}\frac{dq}{dt}=\frac{CV-q}{C}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dq}{dt}=\frac{3(CV-q)}{RC}$$

$$\Rightarrow \frac{dq}{3(CV-q)}=\frac{dt}{RC}$$

នៅ $t=0, q=0$

នៅ t កុងដង់ផ្ទុកបន្ទុក q

យើងបាន $\int_0^q \frac{dq}{3(CV-q)}=\int_0^t \frac{dt}{RC}$

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{3}\int_0^q \frac{-3dq}{3(CV-q)}=\int_0^t \frac{dt}{RC}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left[3(CV-q)\right]_0^q=-\frac{3t}{RC}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left[3(CV-q)\right]-\ln(3CV)=-\frac{3t}{RC}$$

$$\Leftrightarrow \ln\frac{3(CV-q)}{3CV}=-\frac{3t}{RC}$$

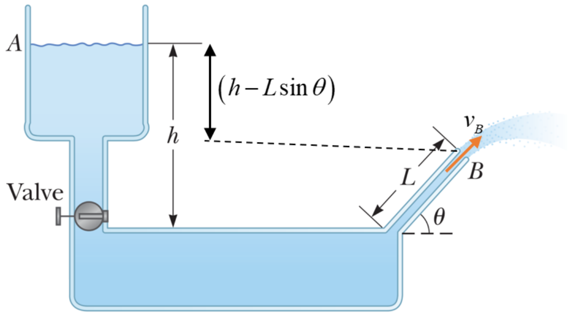
$$\Leftrightarrow \frac{3(CV-q)}{3CV}=\exp\left(-\frac{3t}{RC}\right)$$

$$\Leftrightarrow 3CV-3q=3CV\exp\left(-\frac{3t}{RC}\right)$$

$$\Rightarrow q=CV\left[1-\exp\left(-\frac{3t}{RC}\right)\right]$$

ដូចនេះ $q=CV\left[1-\exp\left(-\frac{3t}{RC}\right)\right]$

2. រកកម្ពស់អតិបរមាខាងលើចំណុច B



សមីការប៊ែនូលីរវាង A និង B

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{const}$$

យើងបាន

$$P_0 + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g\left(h - L\sin\theta\right) = P_0 + \frac{1}{2}\rho v_B^2$$

សមីការជាប់ $Av = const \Leftrightarrow A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow v_A = \dfrac{A_B v_B}{A_A} = 0, \left(A_A >> A_B\right)$

យើងបាន $g\left(h - L\sin\theta\right) = \dfrac{1}{2}v_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{2g\left(h - L\sin\theta\right)}$

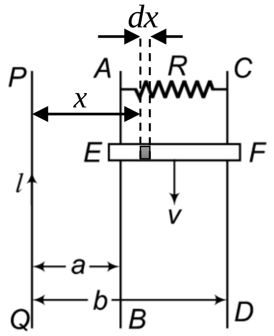
សិក្សាចលនារបស់ខ្សែទឹកតាមទិសឈរ

$$0^2 - \left(v_B \sin\theta\right)^2 = -2gz$$

$$\Leftrightarrow 2g\left(h - L\sin\theta\right)\sin^2\theta = 2gz$$

$$\Rightarrow z = \left(h - L\sin\theta\right)\sin^2\theta$$

ដូចនេះ៖ $z = \left(h - L\sin\theta\right)\sin^2\theta$



3. រកកម្លាំងត្រូវការដើម្បីឲ្យ EF ផ្លាស់ទីដោយល្បឿនថេរ

ជ្រើសរើសធាតុប្រវែង dx នៅចម្ងាយ x

ដែនម៉ាញេទិច $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi x}$

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី

$$|\varepsilon| = \int d|\varepsilon| = \int Bv dx = \frac{\mu_0 I v}{2\pi}\int_a^b \frac{dx}{x} = \frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\frac{b}{a}$$

ចរន្តអាំងឌុី $i = \dfrac{|\varepsilon|}{R} = \dfrac{\mu_0 I v}{2\pi R}\ln\dfrac{b}{a}$

កម្លាំងម៉ាញេទិច

$$F = \int dF = \int iB dx = \frac{\mu_0^2 I^2 v}{4\pi^2 R}\ln\frac{b}{a}\int_a^b \frac{dx}{x} = \frac{\mu_0^2 I^2 v}{4\pi^2 R}\left(\ln\frac{b}{a}\right)^2$$

ដូចនេះ៖ $F = \dfrac{\mu_0^2 I^2 v}{4\pi^2 R}\left(\ln\dfrac{b}{a}\right)^2$

4. កម្តៅស្រូបក្នុងគន្លង AB

$$Q_1 = nC_V\left(T_B - T_A\right) = \frac{3}{2}R\left(\frac{3PV_i}{R} - T_i\right) = \frac{3}{2}R\left(3T_i - T_i\right) = 3RT_i$$

កម្តៅស្រូបក្នុងគន្លង BC

$$Q_2 = nC_P\left(T_C - T_B\right) = \frac{5}{2}R\left(\frac{6P_iV_i}{R} - 3T_i\right) = \frac{5}{2}R\left(6T_i - 3T_i\right) = 7.5RT_i$$

កម្តៅបញ្ចេញក្នុងគន្លង CD

$$Q_3 = nC_V\left(T_D - T_C\right) = \frac{3}{2}R\left(\frac{2P_iV_i}{R} - 6T_i\right) = \frac{3}{2}R\left(2T_i - 6T_i\right) = -6RT_i$$

កម្តៅបញ្ចេញក្នុងគន្លង DA

$$Q_4 = nC_P\left(T_A - T_D\right) = \frac{5}{2}R\left(T_i - 2T_i\right) = -2.5RT_i$$

ក) កម្តៅសរុបបញ្ចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធក្នុងមួយស៊ិច

$$Q_{in} = \left|Q_1 + Q_2\right| = \left|(3+7.5)RT_i\right| = 10.5RT_i$$

ដូចនេះ $Q_{in} = 10.5RT_i$

ខ) កម្តៅសរុបបញ្ចេញដោយប្រព័ន្ធក្នុងមួយស៊ិច

$$Q_l = \left|Q_3 + Q_4\right| = \left|-6RT_i - 2.5RT_i\right| = 8.5RT_i$$

ដូចនេះ $Q_l = 8.5RT_i$

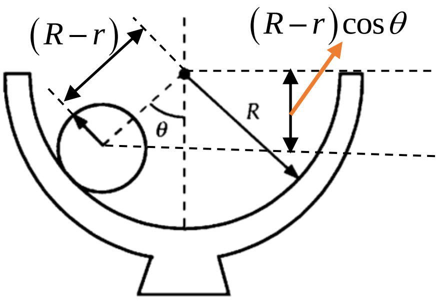
គ) ទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនដំណើរការក្នុងមួយស៊ិច

ទិន្នផលកម្តៅ $e = \dfrac{Q_{in} - Q_l}{Q_{in}} = \dfrac{10.5RT_i - 8.5RT_i}{10.5RT_i} = 0.19$

ដូចនេះ $e = 0.19$

5. គណនាល្បឿនមុំនៃស្វ៊ែនៅពេលវាទៅដល់បាតនៅកន្លះស្វ៊ែ

ច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិច



$$E_M(i) = E_M(f)$$

$$\Leftrightarrow mg\left(R-r\right)\left(1-\cos\theta\right) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$\Leftrightarrow mg\left(R-r\right)\left(1-\cos\theta\right) = \frac{1}{2}m\left(r\omega\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mr^2\right)\omega^2$$

$$\Leftrightarrow g\left(R-r\right)\left(1-\cos\theta\right) = r^2\omega^2\left[\frac{1}{2} + \frac{1}{5}\right]$$

$$\Leftrightarrow g\left(R-r\right)\left(1-\cos\theta\right) = \frac{7}{10}r^2\omega^2$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{10g\left(R-r\right)\left(1-\cos\theta\right)}{7r^2}}$$

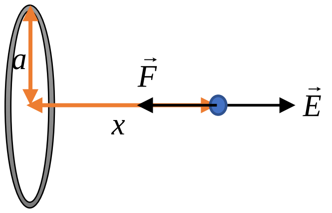
ដូចនេះ $\omega = \sqrt{\dfrac{10g\left(R-r\right)\left(1-\cos\theta\right)}{7r^2}}$

6. បង្ហាញថាភាគល្អិតធ្វើចលនាលំយោលអាម៉ូនិចជាមួយប្រេកង់ $f=\frac{1}{2\pi}\left(\frac{k_e qQ}{ma^3}\right)^{1/2}$

ដែនអគ្គិសនីលើអ័ក្សនៅចម្ងាយ x ពីផ្ចិតនៃកង

$E=\frac{k_e xQ}{\left(x^2+a^2\right)^{3/2}}$ (មើលគម្រូស្រាយក្នុងលំហាត់ទី3 វិញ្ញាសាទី២១)

ច្បាប់ទី២ញូតុន



$\frac{k_e xqQ}{\left(x^2+a^2\right)^{3/2}}=-m\frac{d^2x}{dt^2}$

$\Rightarrow m\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k_e xqQ}{\left(x^2+a^2\right)^{3/2}}=0$

ករណី $x<<a$ នាំឲ្យ x ខិតទៅរកសូន្យចំពោះប្រមាណវិធីបូកនិងដក

យើងបាន $\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{k_e xqQ}{ma^3}=0$

សមីការមានរាង $\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2x=0$

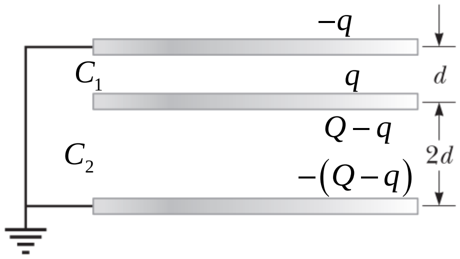
ប្រេកង់មុំ $\omega=\sqrt{\frac{k_e qQ}{ma^3}}$

ប្រេកង់ $f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{1}{2\pi}\left(\frac{k_e qQ}{ma^3}\right)^{1/2}$

ដូចនេះ $f=\frac{1}{2\pi}\left(\frac{k_e qQ}{ma^3}\right)^{1/2}$

7. ក) ចូររកបន្ទុកផ្ទុកលើបន្ទះលោហៈនីមួយៗនៃបន្ទះដើមទាំងពីរ

បន្ទុករត់ពីដីមកបន្ទះលើនិងក្រោមដូចបង្ហាញលើរូប



យើងបាន $C_1=\frac{\varepsilon_0 A}{d}$ តជាខ្សែងជាមួយ $C_2=\frac{\varepsilon_0 A}{2d}$

នាំឲ្យផលសងប៉ូតង់ស្យែល $\Delta V_1=\Delta V_2 \Leftrightarrow \frac{q}{C_1}=\frac{Q-q}{C_2}\Rightarrow q=\frac{2}{3}Q$

បន្ទុកផ្ទុកលើបន្ទះលោហៈខាងលើ $-q=-\frac{2}{3}Q$

បន្ទុកផ្ទុកលើបន្ទះលោហៈខាងក្រោម $-(Q-q)=-\left(Q-\frac{2}{3}Q\right)=-\frac{1}{3}Q$

ដូចនេះបន្ទុកផ្ទុកលើបន្ទះលោហៈខាងលើគឺ $-\frac{2}{3}Q$ និងខាងក្រោមគឺ $-\frac{1}{3}Q$

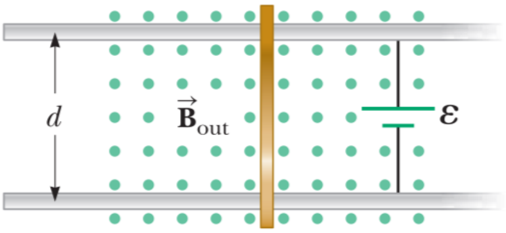
ខ) ចូររកផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងបន្ទះកណ្ដាលនិងបន្ទះខាងលើហើយ និងបន្ទះខាងក្រោម

សរសេរឡើងវិញ $\Delta V_1=\Delta V_2=\frac{q}{C_1}=\frac{2}{3}\frac{Qd}{\varepsilon_0 A}$

ដូចនេះ $\Delta V_1=\Delta V_2=\frac{2}{3}\frac{Qd}{\varepsilon_0 A}$

វិញ្ញាសាទី២៣

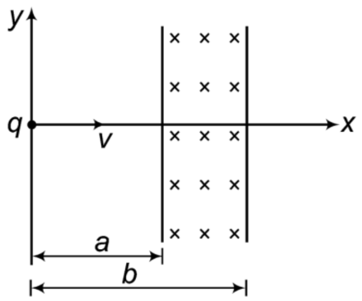
I. របារមួយមានម៉ាស m និងរេស៊ីស្តង់ R រអិលដោយគ្មានកកិតក្នុងប្លង់ដេក ផ្លាស់ទីលើរ៉ែដែកស្របគ្នាពីរដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ រ៉ែដែកទាំងពីរដាក់ដាច់ពីគ្នាដោយចម្ងាយ d ។ ជនីតាមួយមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ε ត្រូវបានគេភ្ជាប់រវាងរ៉ែដែកទាំងពីរហើយដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $\vec{B}$ មានទិសដៅចេញមកមុខកែងនឹងទំព័រ។ សន្មតរបារចាប់ផ្តើមពីនៅនឹងនៅខណៈ $t=0$ ។ ចូរបង្ហាញថានៅខណៈ t វាផ្លាស់ទីជាមួយល្បឿន $v=\frac{\varepsilon}{Bd}\left(1-e^{-B^2d^2t/mR}\right)$ ។



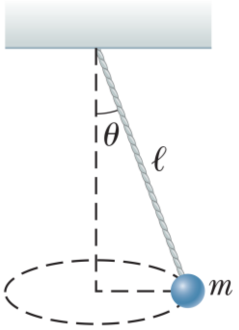
II. សម្រាប់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយ កាប៉ាស៊ីតេកម្តៅម៉ូលប្រែប្រួលកំណត់ដោយ $C=C_V+3\alpha T^2$ ។ ចូររកសមីការនៃបម្លែងក្នុងបម្រែបម្រួល (T,V) ដែល α ជាចំនួនថេរ។

III. រថយន្តសេរីចាស់មួយស្ទុះពី 0 ទៅល្បឿន v ក្នុងរយៈពេល Δt។ រថយន្តសេរីទំនើបមួយស្ទុះពី 0 ទៅ $2v$ ក្នុងរយៈពេលដូចគ្នា។ សន្មតថាមពលបានមកពីម៉ាស៊ីនសម្តែងចេញជាថាមពលស៊ីនេទិចតែមួយគត់នៃរថយន្តទាំងពីរ។ ចូរប្រៀបធៀបអនុភាពរបស់រថយន្តពីរនេះ។

IV. ក្នុងសៀគ្វីដូចបង្ហាញក្នុងរូប បន្ទុក q មួយកំពុងផ្លាស់ទីជាមួយល្បឿន v តាមបណ្តោយអ័ក្សអាប់ស៊ីសចូលក្នុងតំបន់ដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន។ រកតម្លៃអតិបរមានៃ v ដើម្បីឲ្យបន្ទុក q អាចចូលទៅក្នុងតំបន់ $x>b$ ។



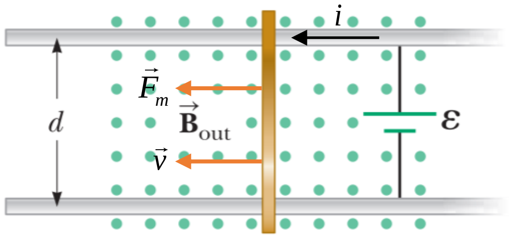
V. ប៉ោលកោនមួយកើតឡើងដោយសារដុំមួយមានម៉ាស m ធ្វើចលនាវង់ក្នុងប្លង់ដេកដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ កំឡុងពេលមានចលនា ខ្សែដែលព្យួរប្រវែង ℓ បង្កើតបានមុំថេរ θ ជាមួយខ្សែឈរ។ ចូរបង្ហាញថាអាំងតង់ស៊ីតេនៃម៉ូម៉ងស៊ីនេទិចរបស់ដុំម៉ាសពីខ្សែឈរគឺ $L=\left(\frac{m^2g\ell^3\sin^4\theta}{\cos\theta}\right)^{1/2}$ ។



ដំណោះស្រាយ

1. បង្ហាញថានៅខណៈ t វាផ្លាស់ទីជាមួយល្បឿន $v=\frac{\varepsilon}{Bd}\left(1-e^{-B^2d^2t/mR}\right)$

អនុវត្ត KVL ក្នុងសៀគ្វី



$-\varepsilon+Ri+\varepsilon_i=0$

$\Leftrightarrow Ri=\varepsilon-Bvd$

$\Rightarrow i=\frac{\varepsilon-Bvd}{R}$

ច្បាប់ទី២ញូតុន

$F_m=ma$

$\Leftrightarrow Bid=m\frac{dv}{dt}$

$\Leftrightarrow B\left(\frac{\varepsilon-Bvd}{R}\right)d=m\frac{dv}{dt}$

$\Rightarrow \frac{dv}{B\varepsilon d-B^2d^2v}=\frac{dt}{mR}$

នៅ $t=0$ របារមានល្បឿន $v=0$

នៅ t របារមានល្បឿន v

យើងបាន $\int_0^v \frac{dv}{B\varepsilon d-B^2d^2v}=\int_0^t \frac{dt}{mR}$

តាង $u=B\varepsilon d-B^2d^2v \Rightarrow dv=-\frac{du}{B^2d^2}$

យើងបាន $-\frac{1}{B^2d^2}\int_0^v \frac{du}{u}=\int_0^t \frac{dt}{mR}$

$\Leftrightarrow -\frac{1}{B^2d^2}\left[\ln\left(B\varepsilon d-B^2d^2v\right)-\ln B\varepsilon d\right]=\frac{t}{mR}$

$\Leftrightarrow \ln\frac{B\varepsilon d-B^2d^2v}{B\varepsilon d}=-\frac{B^2d^2t}{mR}$

$\Leftrightarrow \frac{B\varepsilon d-B^2d^2v}{B\varepsilon d}=e^{-B^2d^2t/mR}$

$\Leftrightarrow B\varepsilon d-B^2d^2v=B\varepsilon de^{-B^2d^2t/mR}$

$\Leftrightarrow B^2d^2v=B\varepsilon d\left(1-e^{-B^2d^2t/mR}\right)$

$\Rightarrow v=\frac{\varepsilon}{Bd}\left(1-e^{-B^2d^2t/mR}\right)$

ដូចនេះ $v=\frac{\varepsilon}{Bd}\left(1-e^{-B^2d^2t/mR}\right)$

2. រកសមីការនៃបម្លែងក្នុងបម្រែបម្រួល (T,V)

ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច

$dQ = dW + dU$

$\Leftrightarrow CdT = PdV + C_V dT$

$\Leftrightarrow \left(C_V + 3\alpha T^2\right)dT = PdV + C_V dT$

$\Leftrightarrow 3\alpha T^2 dT = PdV$

$\Leftrightarrow 3\alpha TdT = \frac{R}{V}dV$

ធ្វើអាំងតេក្រាលលើសមីការ

យើងបាន $3\alpha\int TdT = \int\frac{R}{V}dV$

$\Leftrightarrow \frac{3\alpha T^2}{2R} = \ln V + \ln k$

$\Leftrightarrow \frac{3\alpha T^2}{2R} = \ln kV$

$\Leftrightarrow kV = \exp\left(\frac{3\alpha T^2}{2R}\right)$

$\Rightarrow V\exp\left(-\frac{3\alpha T^2}{2R}\right) = \frac{1}{k} = \text{const}$

ដូចនេះ $V\exp\left(-\frac{3\alpha T^2}{2R}\right) = \text{const}$

8. ប្រៀបធៀបអនុភាពរបស់រថយន្តពីរនេះ

រថយន្តមានម៉ាសដូចគ្នាគ្រាន់តែខុសសេរីគ្នាតែប៉ុណ្ណោះ

ទ្រឹស្តីកម្មន្តនិងថាមពល

$W = \Delta K = P\Delta t \Rightarrow P = \frac{\Delta K}{\Delta t}$

អានុភាពចំពោះរថយន្តសេរីចាស់

$P_1 = \frac{\Delta K_1}{\Delta t} = \frac{(1/2)mv^2 - 0}{\Delta t} = \frac{mv^2}{2\Delta t}$

អានុភាពចំពោះរថយន្តសេរីទំនើប

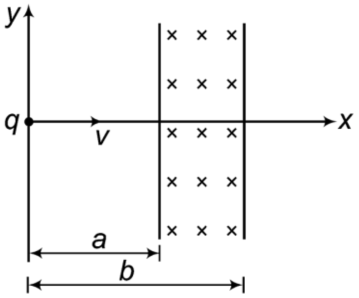
$P_2 = \frac{\Delta K_2}{\Delta t} = \frac{2mv^2 - 0}{\Delta t} = \frac{2mv^2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{mv^2}{\Delta t} = \frac{P_2}{2}$

សរសេរឡើងវិញ

$$P_1 = \frac{mv^2}{2\Delta t} = \frac{P_2}{4} \Rightarrow P_2 = 4P_1$$

ដូចនេះអានុភាពរបស់រថយន្តសេរីទំនើបធំជាងបួនដងនៃរថយន្តសេរីចាស់

6. រកតម្លៃអតិបរមានៃ v



ពេលចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិច កម្លាំងម៉ាញេទិច

មាននាទីជាកម្លាំងចូលផ្ចិត

$$m\frac{v^2}{R} = qvB \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

ពេលវាចូលក្នុងតំបន់ $x > b$ យើងបានកាំ R កំណត់ដោយ $R = b - a$

សរសេរឡើងវិញ $R = \frac{mv}{qB}$

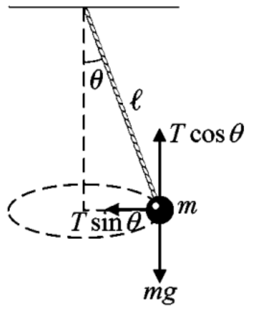
$$\Leftrightarrow b - a = \frac{mv}{qB}$$

$$\Rightarrow v = \frac{qB(b-a)}{m}$$

ដូចនេះ $v = \frac{qB}{m}(b-a)$

7. បង្ហាញថាអាំងតង់ស៊ីតេនៃម៉ូម៉ងស៊ីនេទិចរបស់ដុំម៉ាសពីខ្សែឈរគឺ $L = \left(\frac{m^2 g\ell^3 \sin^4\theta}{\cos\theta}\right)^{1/2}$

ម៉ូម៉ងស៊ីនេទិច $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v} \Rightarrow L = \ell \sin\theta mv$



ច្បាប់ទី២ញូតុន

$$\sum F_x = ma$$

$$\Leftrightarrow T\sin\theta = m\frac{v^2}{\ell\sin\theta}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{T\ell\sin^2\theta}{m}}$$

លំនឹងតាមទិសឈរ

$$\sum F_y = 0$$

$$\Leftrightarrow T\cos\theta - mg = 0$$

$$\Rightarrow T = \frac{mg}{\cos\theta}$$

សរសេរឡើងវិញ

$$v = \sqrt{\frac{T\ell\sin^2\theta}{m}} = \sqrt{\frac{g\ell\sin^2\theta}{\cos\theta}}$$

យើងបាន

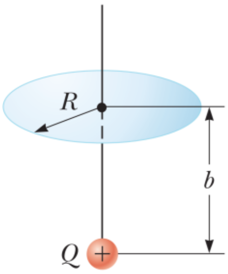
$$L = \ell \sin\theta m v = \ell \sin\theta m \sqrt{\frac{g\ell \sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{\frac{m^2 g \ell^3 \sin^4\theta}{\cos\theta}}$$

$$= \left(\frac{m^2 g \ell^3 \sin^4\theta}{\cos\theta}\right)^{1/2}$$

ដូចនេះអាំងតង់ស៊ីតេនៃម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិច $L = \left(\frac{m^2 g \ell^3 \sin^4\theta}{\cos\theta}\right)^{1/2}$

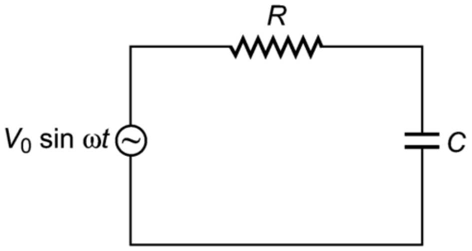
វិញ្ញាសាទី២៤

I. ភាគល្អិតមួយជាមួយបន្ទុក Q ត្រូវបានគេដាក់លើអ័ក្សនៃរង្វង់មួយមានកាំ R នៅចម្ងាយ b ពីប្លង់នៃរង្វង់។ ចូរបង្ហាញថា ប្រសិនបើមួយភាគបួននៃផ្លុចអគ្គិសនីពីបន្ទុកឆ្លងកាត់រង្វង់ បន្ទាប់មក $R=\sqrt{3}b$ ។

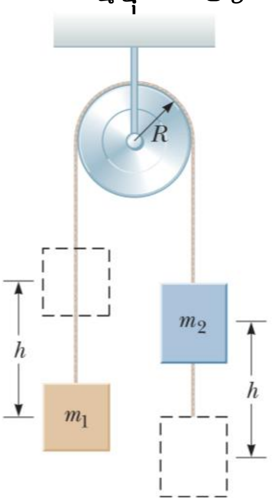


II. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយបិទជិតក្នុងស៊ីឡាំងមួយដែលមានពីស្តុងអាចចលនាដោយសេរីនៅកំពូល។ ពីស្តុងមានម៉ាស m និងផ្ទៃ A ហើយរអិលឡើងលើឬចុះក្រោមដោយសេរីដោយរក្សាសម្ពាធរបស់ឧស្ម័នឲ្យថេរ។ ចូររកកម្មន្តបំពេញលើឧស្ម័ន។ សីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ន n ម៉ូលកើនឡើងពី T_1 និង T_2។

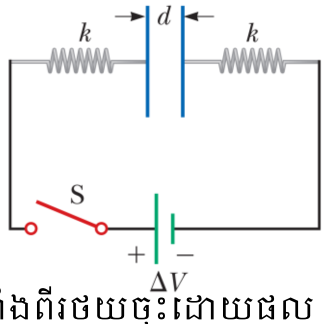
III. ប្រភពចរន្តឆ្លាស់មួយ $V=V_0\sin\omega t$ ត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងរេស៊ីស្តង់ R និងកាប៉ាស៊ីតេ C ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ គេឲ្យ $R=1/C\omega$ និងចរន្តអតិបរមាគឺ I_0។ ប្រសិនបើប្រេកង់មុំនៃប្រភពតង់ស្យុងត្រូវបានគេប្តូរទៅ $\omega/\sqrt{3}$ ចូររកចរន្តអតិបរមាថ្មីក្នុងសៀគ្វី។



IV. ដុំពីរមានម៉ាសផ្សេងគ្នា m_1 និង m_2 ត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយខ្សែមួយឆ្លងកាត់រ៉កមួយដូចរូប។រ៉កមានកាំ R និងម៉ូម៉ង់និចលភាព I ពីអ័ក្សរង្វិលរបស់វា។ ខ្សែមិនរអិលលើរ៉កហើយប្រព័ន្ធត្រូវបានគេលែងពីនៅនឹង។ ចូររកល្បឿនរំកិលរបស់ដុំទាំងពីរបន្ទាប់ពីដុំទី២ចុះក្រោមបានប្រវែង h និងរកល្បឿនមុំរបស់រ៉កនៅខណៈនេះ។

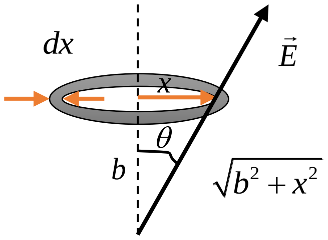


V. សៀគ្វីក្នុងរូបកើតឡើងដោយសារបន្ទះលោហៈស្របគ្នាពីរឯកលក្ខណ៍បានភ្ជាប់ទៅនឹងរ៉ឺស័រពីរឯកលក្ខណ៍ កុងតាក់ និងជនីតា 100V ។ កុងតាក់ចំហ បន្ទះទាំងពីរមិនត្រូវបានផ្ទុកអគ្គិសនី ដាក់នៅចម្ងាយ $d=8\text{mm}$ និងមានកាប៉ាស៊ីតេ $C=2\mu\text{F}$ ។ នៅពេលកុងតាក់ត្រូវបានគេបិទ ចម្ងាយរវាងបន្ទះទាំងពីរថយចុះដោយផលគុណកត្តា 0.5។ ចូររកបន្ទុកលើបន្ទះនីមួយៗនិងថេរកម្រាញសម្រាប់រ៉ឺស័រនីមួយៗ



ដំណោះស្រាយ

I. បង្ហាញថា $R=\sqrt{3}b$



យកធាតុប្រវែង dx នៅចម្ងាយ x ពីផ្ចិតនៃរង្វង់

ភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់រង្វង់

$$\phi_c=\int \vec{E}d\vec{A}=\int EdA\cos\theta$$

$$=\int \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{b^2+x^2}(2\pi x dx)\frac{b}{\sqrt{b^2+x^2}}$$

$$=\frac{Qb}{2\varepsilon_0}\int_0^R \frac{x}{\left(b^2+x^2\right)^{3/2}}dx$$

$$=-\frac{Qb}{2\varepsilon_0}\left[\frac{1}{\sqrt{b^2+x^2}}\right]_0^R$$

$$=-\frac{Qb}{2\varepsilon_0}\left[\frac{1}{\sqrt{b^2+R^2}}-\frac{1}{b}\right]$$

$$=\frac{Q}{2\varepsilon_0}\left[1-\frac{b}{\sqrt{b^2+R^2}}\right]$$

បម្រាប់ $\phi_c=\frac{1}{4}\phi_F=\frac{Q}{4\varepsilon_0}$

យើងបាន $\frac{Q}{2\varepsilon_0}\left[1-\frac{b}{\sqrt{b^2+R^2}}\right]=\frac{Q}{4\varepsilon_0}$

$$\Leftrightarrow\left[1-\frac{b}{\sqrt{b^2+R^2}}\right]=\frac{1}{2}\Leftrightarrow\frac{1}{2}=\frac{b}{\sqrt{b^2+R^2}}$$

$$\Leftrightarrow\sqrt{b^2+R^2}=2b\Rightarrow R=\sqrt{3}b$$

ដូចនេះ $R=\sqrt{3}b$

II. រកកម្មន្តបំពេញលើឧស្ម័ន

កម្មន្តបំពេញលើឧស្ម័ន $W=-\int PdV$

សមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $PV=nRT\Rightarrow dV=\frac{nR}{P}dT$

យើងបាន $W=-\int PdV$

$$\Leftrightarrow W=-\int_{T_1}^{T_2} nRdT$$

$$\Leftrightarrow W=-nR\left(T_2-T_1\right)$$

$$\Rightarrow W=nR\left(T_1-T_2\right)$$

ដូចនេះ $W=nR\left(T_1-T_2\right)$

III. រកចរន្តអតិបរមាថ្មីក្នុងសៀគ្វី

មុន $Z_1 = R_1\sqrt{2} = \frac{V_0}{I_0} \Rightarrow V_0 = \frac{1}{C\omega}\sqrt{2}I_0 (1)$

និងក្រោយ $Z_2 = R_2\sqrt{2} = \frac{V_0}{I_0'} \Rightarrow V_0 = \frac{1}{C\omega/\sqrt{3}}\sqrt{2}I_0'(2)$

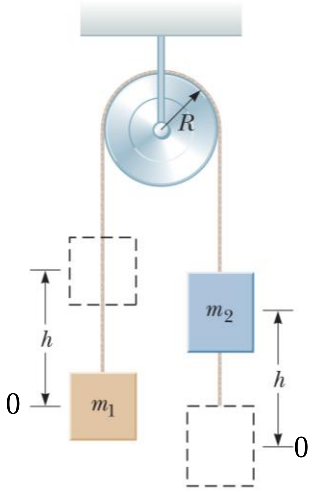
តាម (1) និង (2) យើងបាន

$$\frac{1}{C\omega/\sqrt{3}}\sqrt{2}I_0' = \frac{1}{C\omega}\sqrt{2}I_0$$

$$\Rightarrow I_0' = \frac{I_0}{\sqrt{3}}$$

ដូចនេះចរន្តអតិបរមាថ្មីក្នុងសៀគ្វីគឺ $\frac{I_0}{\sqrt{3}}$

IV. រកល្បឿនរំកិលរបស់ដុំទាំងពីរនិងល្បឿនមុំរបស់រ៉ក



ច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិចនៃប្រព័ន្ធ

$$E_M(i) = E_M(f)$$

$$\Leftrightarrow m_2gh = \frac{1}{2}m_1v^2 + \frac{1}{2}m_2v^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 + m_1gh$$

$$\Leftrightarrow (m_2 - m_1)gh = \frac{1}{2}m_1v^2 + \frac{1}{2}m_2v^2 + \frac{1}{2}I\frac{v^2}{R^2}$$

$$\Leftrightarrow (m_2 - m_1)gh = \frac{1}{2}v^2\left(m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}\right)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(m_2 - m_1)gh}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}}$$

ហើយ $v = R\omega \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{2(m_2 - m_1)gh}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}}$

ដូចនេះ $v = \sqrt{\frac{2(m_2 - m_1)gh}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}}$ និង $\omega = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{2(m_2 - m_1)gh}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}}}$

V. រកបន្ទុកលើបន្ទះនីមួយៗនិងថេរកម្រាញសម្រាប់រ៉ឺស័រនីមួយៗ

កាប៉ាស៊ីតេដើមមុនកុងតាក់បិទ $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

កាប៉ាស៊ីតេថ្មីក្រោយកុងតាក់បិទ $C' = \frac{\varepsilon_0 A}{d'} = \frac{\varepsilon_0 A}{0.5d} = 2C$

យើងបានបន្ទុកផ្ទុកលើបន្ទះនីមួយៗគឺ

$q = C'\Delta V = 2C\Delta V = 2\times 2\times 100 = 400\mu\text{C}$

បន្ទះនីមួយៗបង្កើតដែនអគ្គិសនីមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើពាក់កណ្ដាលនៃដែនផ្គួបរវាងបន្ទះទាំងពីរ។ យើងបាន $\frac{E}{2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{(q/A)}{2\varepsilon_0} = \frac{q}{2\varepsilon_0 A} = \frac{C\Delta V}{\varepsilon_0 A}$

កម្លាំងអគ្គិសនីដែលបន្ទះនីមួយៗមានអំពើលើបន្ទុកនៃបន្ទះនៅក្បែរវាគឺ

$$F = \frac{qE}{2} = q\left(\frac{C\Delta V}{\varepsilon_0 A}\right) = 2C\Delta V\left(\frac{C\Delta V}{\varepsilon_0 A}\right) = \frac{2C^2(\Delta V)^2}{\varepsilon_0 A} = \frac{2C(\Delta V)^2}{d}$$

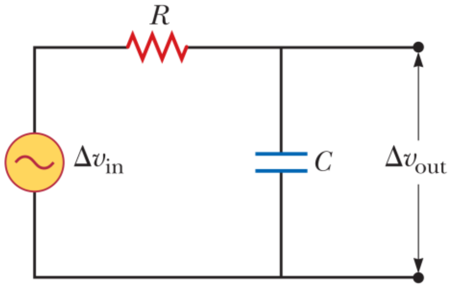
កម្លាំងអគ្គិសនីមាននាទីជាកម្លាំងទាញនៃរ៉ឺស័រហើយរ៉ឺស័រនីមួយៗលូតបានប្រវែង $x = \frac{d}{4}$ យើងបាន $\frac{2C(\Delta V)^2}{d} = kx \Rightarrow k = \frac{8C(\Delta V)^2}{d^2} = \frac{8\times 2\times 10^{-6}(100)^2}{(8\times 10^{-3})^2} = 2.5\text{kN/m}$

ដូចនេះ $q = 400\mu\text{C}$ និង $k = 2.5\text{kN/m}$

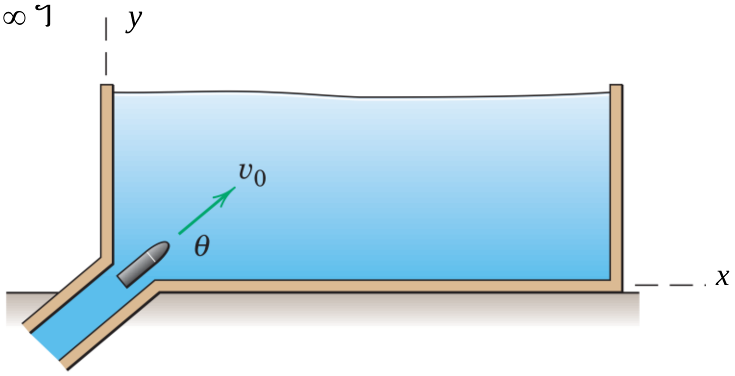
វិញ្ញាសាទី២៥

I. ពិនិត្យសៀគ្វីច្រោះតង់ស្យុងដូចរូប ចូរបង្ហាញថាផលធៀប អំព្លីទុតនៃតង់ស្យុងច្រកចេញនិងតង់ស្យុងច្រកចូលគឺ

$$\frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}}=\frac{1/C\omega}{\sqrt{R^2+\frac{1}{C^2\omega^2}}}$$



II. គ្រាប់បាញ់មួយត្រូវបានគេបាញ់ចូលទៅក្នុងសន្ទនីយនៅដើមពេល $t=0$។ ល្បឿនដើមគឺ v_0 និងមុំ θ ធៀបនិងទិសដេក។ កម្លាំងកកិតមានលើគ្រាប់បាញ់ជាហេតុធ្វើឲ្យវាមានសំទុះ $\vec{a}_D=-k\vec{v}$ ដែល k ជាចំនួនថេរនិង v ជាល្បឿនរបស់គ្រាប់បាញ់។ ចូរកំណត់កំប៉ូសង់នៃល្បឿននិងបម្លាស់ទីជាអនុគមន៍នៃពេល រួចរល្បឿនស្រេចរបស់វានៅខណៈ $t\to\infty$។



III. សន្ទនីយផ្សេងគ្នាចំនួនបីមានកម្តៅម៉ាសនិងសីតុណ្ហភាពខុសៗគ្នាត្រូវបានគេលាយបញ្ចូលគ្នា។ ចូររកសីតុណ្ហភាពលំនឹង។ គេឲ្យម៉ាស កម្តៅម៉ាសនិងសីតុណ្ហភាព៖

m_1,s_1,T_1 សម្រាប់សន្ទនីយទី១

m_2,s_2,T_2 សម្រាប់សន្ទនីយទី២

m_3,s_3,T_3 សម្រាប់សន្ទនីយទី៣

IV. សម្លេងពោទ៍រថភ្លើងមួយ $(f=400\text{Hz})$ មានប្រេកង់ទាបឬខ្ពស់អាស្រ័យទៅលើថាតើវាខិតចូលជិតឬចេញឆ្ងាយពីអ្នកសង្កេត។

ចូរបង្ហាញថាបម្រែបម្រួលប្រេកង់រវាងសម្លេងពោទ៍រថភ្លើងខិតចូលជិតនិងចេញឆ្ងាយគឺ

$\Delta f=\frac{2u/v}{1-u^2/v^2}f$ ដែល u ជាល្បឿនរបស់រថភ្លើងនិង v ជាល្បឿនសម្លេង។