

មេរៀនទី ១ មូលដ្ឋានគ្រឹះខ្លះៗនៃគណិតវិទ្យា

១ ស្វ័យគុណ

ស្វ័យគុណត្រូវបានប្រើជាញឹកញាប់នៅក្នុងរូបវិទ្យា ពេលយើងសរសេរ 3^4 ដែល 4 ហៅថាស្វ័យគុណ ហើយ 3 ជាគោល។

សង្ខេបរូបមន្ត

១. $a^0 = 1 \quad (a \neq 0)$

២. $a^n = a \times a \times a \times \dots \times a \quad (a \neq 0)$

៣. $a^{-n} = \frac{1}{a^n} \quad (a \neq 0)$

៤. $a^m \cdot a^n = a^{m+n} \quad (a \neq 0, n \neq 0, m \neq 0)$

៥. $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \quad (a \neq 0, n \neq 0, m \neq 0)$

៦. $(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n \quad (n \neq 0)$

៧. $(a^m)^n = (a^n)^m = a^{m \cdot n} \quad (a \neq 0, n \neq 0, m \neq 0)$

៨. $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} \quad (b \neq 0, n \neq 0)$

៩. $\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$ និង $\sqrt[n]{a} \times \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a \times b}$

១០. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$

២ ឯកលក្ខណៈភាពសំខាន់ៗ

សង្ខេបរូបមន្ត

១. $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

២. $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$

៣. $(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$

៤. $(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$

៥. $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$

៦. $a^2 + b^2 = (a + b)^2 - 2ab$

៧. $a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$

៨. $a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$

៣ លក្ខណៈនៃប្រភាគពីរស្មើគ្នា

ជាទូទៅ

ឧបមាថាយើងមានប្រភាគពីរស្មើគ្នា $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ យើងអាចសរសេរបានដូចខាងក្រោម៖

១. $\frac{d}{b} = \frac{c}{a}$ (ប្តូរតួចុង)

២. $\frac{a}{c} = \frac{b}{d}$ (ប្តូរតួមធ្យម)

៣. $a \cdot d = b \cdot c$ (ផលគុណតួចុងស្មើនឹងផលគុណតួមធ្យម)

៤. $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{a \pm c}{b \pm d}$ (លក្ខណៈផលធៀបស្មើគ្នា)

៤ សមីការបន្ទាត់

សង្ខេបរូបមន្ត

សមីការបន្ទាត់មានរាង $y = ax + b$ ដែល a ជាមេគុណប្រាប់ទិស និង b ជាចំនួនថេរ។ បើ $b = 0$ នោះសមីការបន្ទាត់មានរាង $y = ax$ គេថាបន្ទាត់កាត់តាមគល់ ០។

មេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់គឺ : $a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$

៥ ទម្រង់ស្តង់ដារនៃស្វ័យគុណ

ទម្រង់ស្តង់ដារនៃស្វ័យគុណរបស់ចំនួនមួយគឺជាផលគុណនៃចំនួន A ដែល $1 \leq A < 10$ នឹងស្វ័យគុណ 10^n ដូចនេះទម្រង់ស្តង់ដារមានរាង $A \times 10^n$ ដែល $1 \leq A < 10$ ហើយ n ជាចំនួនគត់វិជ្ជាទីបី។

ឧទាហរណ៍

សរសេរចំនួនខាងក្រោមជាទម្រង់ស្តង់ដារ៖

ក. $550\,000\,000 = 55 \times 10^7$

គ. $0.000\,000\,000\,004\text{mm} = 4 \times 10^{-12}\text{mm}$

ខ. $0.000\,000\,343 = 343 \times 10^{-9}$

ឃ. $300\,000\text{km/s} = 3 \times 10^5\text{km/s}$

៦ ទ្រឹស្តីបទកូស៊ីនុស និងស៊ីនុស

ទ្រឹស្តីបទ

• ទ្រឹស្តីបទកូស៊ីនុស

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta$$

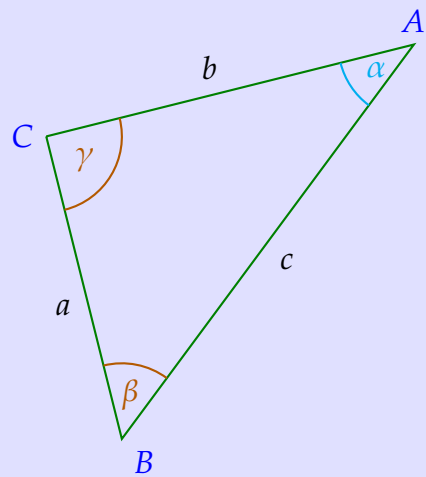
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

• ទ្រឹស្តីបទស៊ីនុស

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = 2R$$

R ជាកាំរង្វង់ចារឹកក្រៅត្រីកោណ

• ផលបូកមុំក្នុងត្រីកោណ: $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$



រូបភាព ១. ត្រីកោណនៃទ្រឹស្តីបទកូស៊ីនុស និងស៊ីនុស

៧ ផលគុណស្កាលែនៃព័រ៉ាទីបង្គំ

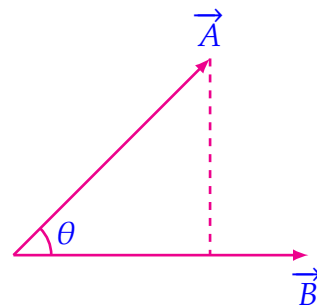
ផលគុណស្កាលែនៃព័រ៉ាទីបង្គំ: បើគេមានវ៉ិចទ័រ \vec{A} និង \vec{B} ដែលផ្គុំគ្នាបានមុំ θ ដូចរូបខាងស្តាំ។ នោះគេអាចសរសេរ

គេសរសេរ : $\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta$

ម្យ៉ាងទៀត : $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$

បើ : $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ នោះ $\vec{A} \perp \vec{B}$

ដែល : $|\vec{A}| = A$ និង $|\vec{B}| = B$ ហៅថាណាម ឬប្រវែងនៃវ៉ិចទ័រ



រូបភាព ២. ផលគុណស្កាលែនៃព័រ៉ាទីបង្គំ

៨ ធរណីមាត្រក្នុងប្លង់ និងអនុគមន៍ត្រីកោណមាត្រ

ក ការេ

គេមានការេ $ABCD$ ដែលមានជ្រុង a ដូចរូប។ គេបាន

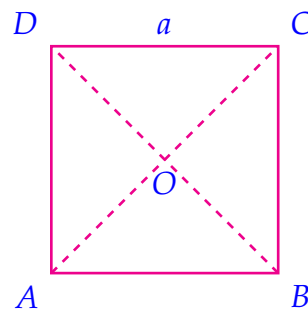
$$\text{ជ្រុង} : |AB| = |BC| = |CD| = |DA| = a$$

$$\text{អង្កត់ទ្រូង} : |AC| = |BD| = a\sqrt{2}$$

$$\text{ពីកំពូលទៅផ្ចិត} : |AO| = |BO| = |CO| = |DO| = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{បរិមាត្រ} : P = 4a$$

$$\text{ផ្ទៃក្រឡា} : S = a \cdot a = a^2$$



រូបភាព ៣. ការេ

ខ ចតុកោណកែង

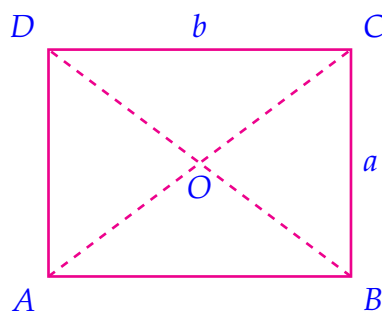
គេមានចតុកោណកែង $ABCD$ ដែលមានទទឹង a និងបណ្តោយ b ដូចរូប។ គេបាន

$$\text{ជ្រុង} : |AD| = |BC| = a, |AB| = |DC| = b$$

$$\text{អង្កត់ទ្រូង} : |AC| = |BD| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\text{បរិមាត្រ} : P = 2a + 2b$$

$$\text{ផ្ទៃក្រឡា} : S = a \cdot b$$



រូបភាព ៤. ចតុកោណកែង

គ ប្រភេទនៃត្រីកោណ

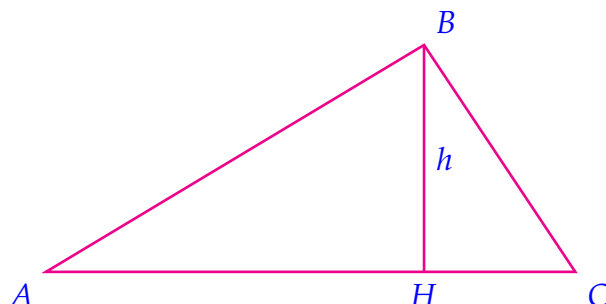
១. ត្រីកោណសាមញ្ញ

គេមានត្រីកោណ ABC ដែលមានកម្ពស់ h ដូចរូប។

$$\text{យើងបាន} : \text{ផ្ទៃក្រឡា} = \frac{\text{បាត} \times \text{កម្ពស់}}{2}$$

$$\text{គេអាចសរសេរ} : S = \frac{AC \times h}{2}$$

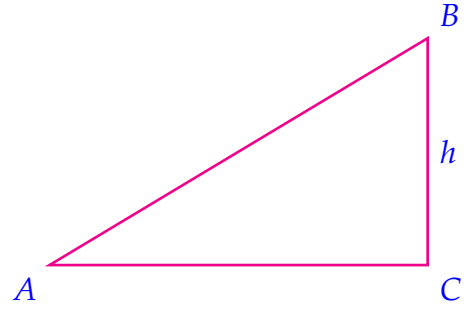
$$\text{មុំ} : \alpha + \beta + \theta = 180^\circ$$



រូបភាព ៥. ត្រីកោណសាមញ្ញ

២. ត្រីកោណកែង គេមានត្រីកោណកែង ABC ដែលមានកម្ពស់ h ដូចរូប។

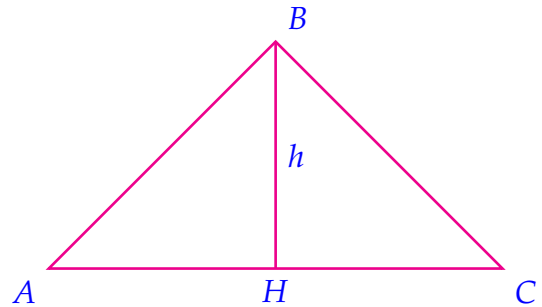
យើងបានក្រឡាផ្ទៃ : $S = \frac{AC \times h}{2}$
 មុំ : $\alpha + \beta + \theta = 180^\circ$
 ដែល : $\theta = 90^\circ$



រូបភាព ៦. ត្រីកោណកែង

៣. ត្រីកោណសមបាត គេមានត្រីកោណសមបាត ABC ដូចរូប។ យើងបាន

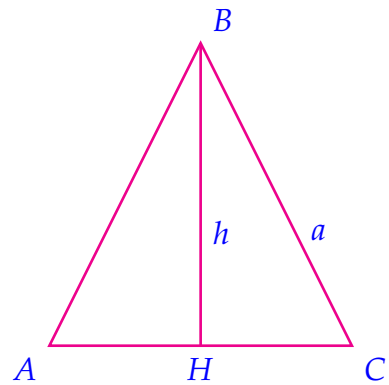
ជ្រុង : $|AB| = |BC| = |AC| \times \frac{\sqrt{2}}{2}$
 កម្ពស់ : $|BH| = |AH| = |HC| = \frac{AC}{2}$
 មុំ : $\alpha + \beta + \theta = 180^\circ$
 ដែល : $\theta = \beta = 45^\circ$



រូបភាព ៧. ត្រីកោណសមបាត

៤. ត្រីកោណសម័ង្ស គេមានត្រីកោណសម័ង្ស ABC ដូចរូប។ យើងបាន៖

ជ្រុង : $|AB| = |BC| = |AC| = a$
 កម្ពស់ : $|BH| = \frac{a\sqrt{3}}{2}$
 មុំ : $\alpha + \beta + \theta = 180^\circ$
 ដែល : $\theta = \beta = \alpha = 60^\circ$

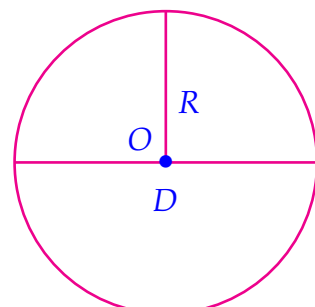


រូបភាព ៨. ត្រីកោណសម័ង្ស

ឃ រង្វង់

រង្វង់មួយមានផ្ចិត O កាំ R និងអង្កត់ផ្ចិត D ដូចរូប

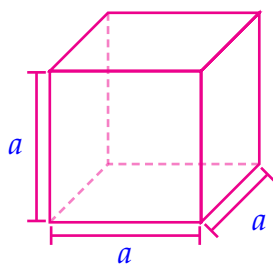
អង្កត់ផ្ចិត : $D = R + R = 2R$
 បរិមាត្រ : $P = \pi D = 2\pi R$
 ក្រឡាផ្ទៃ : $S = \pi R^2 = \pi \frac{D^2}{4}$



រូបភាព ៩. រង្វង់

១ គូប

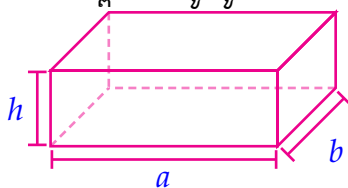
គូបមួយមានទ្រវែង a ដូចគ្នា។ យើងបានមាឌរបស់វាគឺ $V = a \cdot a \cdot a = a^3$



រូបភាព ១០. គូប

២ ប្រលេពីប៉ែតកែង

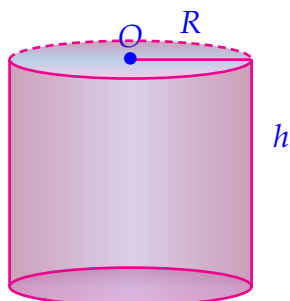
ប្រលេពីប៉ែតកែងមួយមានទ្រវែង a បណ្តោយ b និងកម្ពស់ h ដូចគ្នា។ យើងបានមាឌរបស់វាគឺ $V = a \cdot b \cdot h$



រូបភាព ១១. ប្រលេពីប៉ែតកែង

៣ ស៊ីឡាំង

ស៊ីឡាំងមួយមានមុខកាត់ជារង្វង់ដែលមានកាំ R និងកម្ពស់ h ដូចគ្នា។ យើងបានមាឌ $V = S \cdot h = \pi R^2 h$



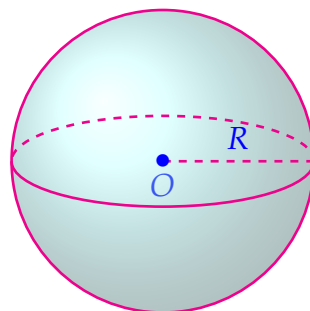
រូបភាព ១២. ស៊ីឡាំង

៤ ស្វ័យ

ស្វ័យមួយមានកាំ R ដូចគ្នា។ យើងបាន៖

$$\text{ក្រឡាផ្ទៃ} : S = 4\pi R^2 = \pi D^2$$

$$\text{មាឌ} : V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

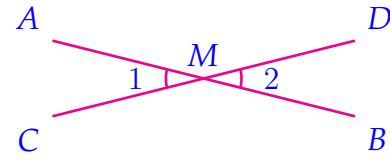


រូបភាព ១៣. ស្វ័យ

ឈ សមភាពនៃមុំ

១. មុំទល់កំពូល

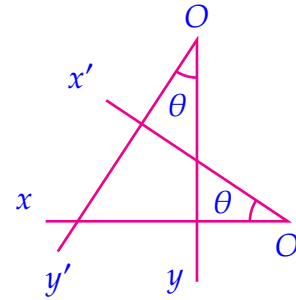
បើយើងរកឃើញ $\angle M_1$ និង $\angle M_2$ ជាមុំទល់កំពូល
យើងបាន: $\angle M_1 = \angle M_2$



រូបភាព ១៤. មុំទល់កំពូល

២. មុំមានជ្រុងកែច្នៃរៀងគ្នា

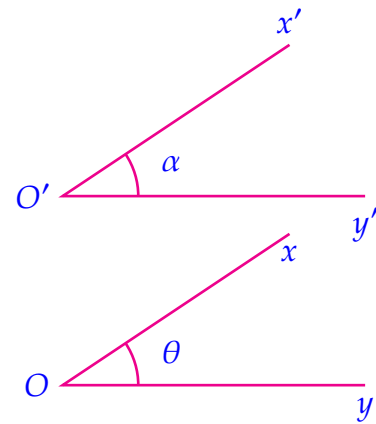
កាលណាយើងមានមុំពីរ $\angle x'ox$ និង $\angle y'oy$ ហើយយើង
មានជ្រុង $ox' \perp oy'$ និង $ox \perp oy$ ។
យើងបាន $\angle x'ox = \angle y'oy$



រូបភាព ១៥. មុំមានជ្រុងកែច្នៃរៀងគ្នា

៣. មុំដែលមានជ្រុងស្របរៀងគ្នា

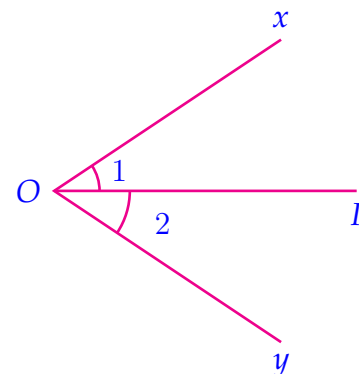
បើ $ox \parallel o'x'$ និង $oy \parallel o'y'$ នោះមុំ $\angle xoy$
និង $\angle x'o'y'$ ហៅថាមុំមានជ្រុងត្រូវគ្នា ស្របរៀងគ្នាដែល
មានតម្លៃស្មើគ្នា។ យើងបាន $\alpha = \theta$



រូបភាព ១៦. មុំដែលមានជ្រុងស្របរៀងគ្នា

៤. កន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ

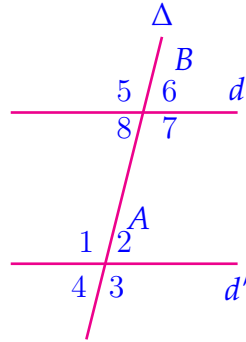
បើយើងរកឃើញថា OI ជាកន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ $\angle xoy$ នោះ
យើងបាន $\angle O_1 = \angle O_2$ ។



រូបភាព ១៧. កន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ

៥. មុំផ្គុំដោយបន្ទាត់ពីរស្របគ្នានិងខ្លាត់មួយ បើ $(d) \parallel (d')$ និង (Δ) ជាខ្លាត់យើងបាន:

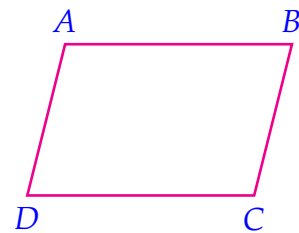
$$\begin{aligned} \angle A_1 &= \angle B_7, \quad \angle A_2 = \angle B_8 && (\text{មុំឆ្លាស់ក្នុង}) \\ \angle A_3 &= \angle B_5, \quad \angle A_4 = \angle B_6 && (\text{មុំឆ្លាស់ក្រៅ}) \\ \angle A_1 &= \angle B_5, \quad \angle A_2 = \angle B_6, \quad \angle A_3 = \angle B_7, \quad \angle A_4 = \angle B_8 && (\text{មុំត្រូវគ្នា}) \\ \angle A_1 &= \angle A_3, \quad \angle A_2 = \angle A_4, \quad \angle B_5 = \angle B_7, \quad \angle B_6 = \angle B_8 && (\text{មុំទល់កំពូល}) \end{aligned}$$



រូបភាព ១៨. មុំផ្គុំដោយបន្ទាត់ពីរស្របគ្នានិងខ្លាត់មួយ

៦. មុំឈមប្រលេឡូក្រាម

បើយើងមានប្រលេឡូក្រាម $ABCD$ ដូចរូបៗ យើងបាន $\angle A = \angle C, \angle B = \angle D$ (មុំឈមប្រលេឡូក្រាម)

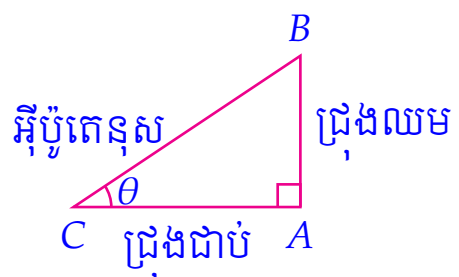


រូបភាព ១៩. មុំឈមប្រលេឡូក្រាម

៣ តារាងមុំនៃអនុគមន៍ត្រីកោណមាត្រ

$\alpha (^{\circ})$	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°	180°
$\alpha (rad)$	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{3\pi}{4}$	π
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	-1

ឧបមាថាយើងមានត្រីកោណកែង ABC ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងស្តាំ ។



តាមពីតាក័រ $BC^2 = BA^2 + AC^2$

$$\sin \theta = \frac{\text{ជ្រុងឈម}}{\text{អ៊ីប៉ូតេនុស}}, \quad \cos \theta = \frac{\text{ជ្រុងជាប់}}{\text{អ៊ីប៉ូតេនុស}}, \quad \tan \theta = \frac{\text{ជ្រុងឈម}}{\text{ជ្រុងជាប់}}$$

រូបភាព ២០. ទំនាក់ទំនងរវាងត្រីកោណមាត្រ

ទំនាក់ទំនងរវាង $\sin \theta$ និង $\cos \theta$ គឺ

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \quad \text{និង} \quad \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

៩ សមីការដឺក្រេទី២ មានមួយអញ្ញាត

សមីការដឺក្រេទី២ មានរាងៈ $ax^2 + bx + c = 0$ ដែល a ជាមេគុណទី១ ($a \neq 0$) b ជាមេគុណទី២ និង c ជាមេគុណទី៣ ហើយ x ជាអញ្ញាត។

យើងអាចដោះស្រាយសមីការនេះបានដោយប្រើ ឌីសក្រីមីណង់ $\Delta = b^2 - 4ac$ ។

ឌីសក្រីមីណង់	សមីការ $ax^2 + bx + c = 0$ ($a \neq 0$)
បើ $\Delta = b^2 - 4ac > 0$	សមីការមានឫស $x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$ (សមីការមានឫសពីរផ្សេងគ្នា)
បើ $\Delta = b^2 - 4ac = 0$	សមីការមានឫស $x_1 = x_2 = \frac{-b}{2a}$ (សមីការមានឫសឌុប)
បើ $\Delta = b^2 - 4ac < 0$	សមីការមានឫស $x_1, x_2 = \frac{-b \pm i\sqrt{\Delta}}{2a}$ (សមីការមានឫសពីរជាចំនួនកុំផ្លិច)

ចប់ដោយសង្ខេប

បេរៀនទី ២ ទំហំវ៉ិចទ័រ និងទំហំស្កាលែរ

១ ទំហំវ៉ិចទ័រ

ក ទំហំវ៉ិចទ័រ

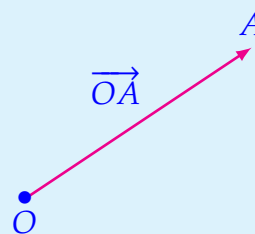
និយមន័យ

ទំហំវ៉ិចទ័រ: ជាទំហំដែលសំដែងជាតម្លៃពីជគណិត ហើយអាស្រ័យនឹង ទិស ទិសដៅ។ វ៉ិចទ័រមួយជាអង្កត់ដែលមានទិសដៅ ភ្ជាប់ពីរចំណុចផ្សេងគ្នា ដែលចំណុចចំណុចមួយជាគល់ ឬចំណុចចាប់ និងមួយទៀតជាចុងនៃវ៉ិចទ័រ។

ឧទាហរណ៍

ទំហំវ៉ិចទ័រមាន៖ កម្លាំង ល្បឿន សំទុះទំនាញដី ដែនម៉ាញ៉េទិច។ ល។ យើងអាចលើកយកវ៉ិចទ័រ \overrightarrow{OA} មកសិក្សា៖

- ចំណុចចាប់ ឬគល់៖ ត្រង់ O
- ទិស៖ ស្ថិតលើបន្ទាត់ OA
- ទិសដៅពី O ទៅ A (សម្គាល់ដោយព្រួញ)
- អាំងតង់ស៊ីតេ ឬម៉ូឌុល៖ $|\overrightarrow{OA}|$



រូបភាព ១. វ៉ិចទ័រ

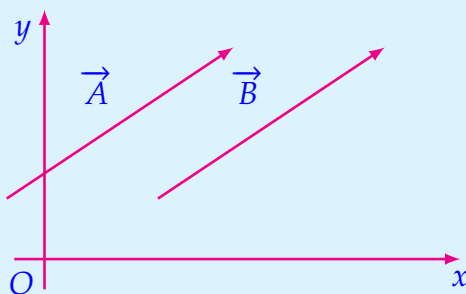
២ វ៉ិចទ័រពិស្មើគ្នា

និយមន័យ

វ៉ិចទ័រពិស្មើគ្នា: កាលណាវ៉ិចទ័រទាំងពីរនោះមានប្រវែងស្មើគ្នា និងមានទិសដៅដូចគ្នា។

ឧទាហរណ៍

ចូរពិនិត្យមើលវ៉ិចទ័រ \vec{A} និង \vec{B} ដូចរូបខាងក្រោម។ យើងឃើញថាវ៉ិចទ័រទាំងពីរនេះមានម៉ូឌុល ឬប្រវែងស្មើគ្នា និងមានទិសដៅដូចគ្នា។



រូបភាព ២. វ៉ិចទ័រពិស្មើគ្នា

ដូចនេះ វ៉ិចទ័រ \vec{A} ស្មើនឹង \vec{B} ឬវ៉ិចទ័រទាំងពីរនេះសមភាពគ្នា ទោះបីវាចេញពីគល់ផ្សេងគ្នាក៏ដោយ។

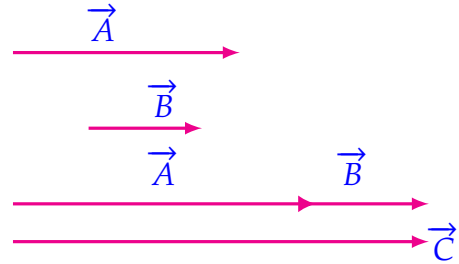
គេសរសេរ៖ $\vec{A} = \vec{B}$

$$\text{នាំឲ្យ} : |\vec{A}| = |\vec{B}| \quad \text{ឬ} \quad A = B$$

គ ផលបូកវ៉ិចទ័រ

១. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទំហំដូចគ្នា

គេមានវ៉ិចទ័រ \vec{A} និង \vec{B} ដូចរូបខាងស្តាំ។
យើងបានវ៉ិចទ័រផ្គុំនៃវ៉ិចទ័រ \vec{A} និង \vec{B} គឺ $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$



រូបភាព ៣. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទំហំដូចគ្នា

ក្នុងករណីដែលយើងចង់រកម៉ូឌុលនៃវ៉ិចទ័រ \vec{C} យើងត្រូវលើកអង្កទាំងពីរជាការេ

$$\text{យើងបាន} : \vec{C}^2 = (\vec{A} + \vec{B})^2 = \vec{A}^2 + 2\vec{A}\vec{B} + \vec{B}^2 = \vec{A}^2 + 2AB \cos(\vec{A}, \vec{B}) + \vec{B}^2$$

$$\text{ដោយ} : \vec{C}^2 = C^2, \vec{A}^2 = A^2, \vec{B}^2 = B^2, (\vec{A}, \vec{B}) = 0$$

$$\text{យើងបាន} : C^2 = A^2 + 2AB + B^2 = (A + B)^2$$

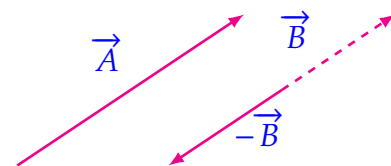
$$\text{នាំឲ្យ} : C = \sqrt{(A + B)^2} = A + B$$

ជំនួស

អាំងតង់ស៊ីតេវ៉ិចទ័រផ្គុំដែលមានទិសស្របគ្នា និងទិសដៅដូចគ្នាស្មើនឹងផលបូកអាំងតង់ស៊ីតេនៃវ៉ិចទ័រផ្គុំទាំងអស់។

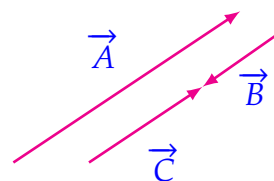
២. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិសដូចគ្នា និងទំហំផ្ទុយគ្នា

គេមានវ៉ិចទ័រ \vec{A} និង \vec{B} ដូចរូបខាងស្តាំ។ គេបានវ៉ិចទ័រ
 $\vec{C} = \vec{A} + (-\vec{B}) = \vec{A} - \vec{B} \Rightarrow \vec{C} = A - B$



រូបភាព ៤. វ៉ិចទ័រពីរមានទិសដូចគ្នា និងទំហំផ្ទុយគ្នា

ដើម្បីសង់វ៉ិចទ័រផ្គុំ \vec{C} យើងរកិលវ៉ិចទ័រ \vec{B} ដោយរក្សា
ទិសរបស់វាទៅដាក់លើទិសនៃវ៉ិចទ័រ \vec{A} ដោយដាក់គល់នៃ
វ៉ិចទ័រ \vec{B} លើចុងស្លាបព្រួញនៃវ៉ិចទ័រ \vec{A} ។



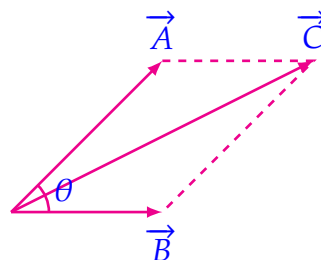
រូបភាព ៥. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិសដូចគ្នា និងទំហំដៅផ្ទុយគ្នា

សម្គាល់

ទិសដៅនៃរ៉ូតទីផ្គូផ្គងគឺដូចនឹងទិសដៅនៃរ៉ូតទីដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេធំជាងគេ។

៣. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិសបង្កើតបានមុំ θ

គេមានរ៉ូតទីពីរ \vec{A} និង \vec{B} ដែលផ្គុំគ្នាបានមុំ θ ដូចរូបខាងស្តាំ។ យើងបានរ៉ូតទីផ្គូផ្គងនៃរ៉ូតទី \vec{A} និង \vec{B} គឺតាងដោយ $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$



រូបភាព ៦. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិសបង្កើតបានមុំ θ

យើងអាចលើកអង្គទាំងពីរនៃសមីការនេះជាការេ

$$\text{យើងបាន : } \vec{C}^2 = (\vec{A} + \vec{B})^2 = \vec{A}^2 + 2\vec{A}\vec{B} + \vec{B}^2 = \vec{A}^2 + 2AB \cos(\vec{A}, \vec{B}) + \vec{B}^2$$

$$\text{ដោយ : } \vec{C}^2 = C^2, \vec{A}^2 = A^2, \vec{B}^2 = B^2, (\vec{A}, \vec{B}) = \theta$$

$$\text{យើងបាន : } C^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta$$

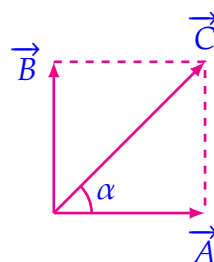
$$\text{នាំឲ្យ : } C = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

សម្គាល់

ដើម្បីសង់រ៉ូតទីផ្គូផ្គង \vec{C} ដែល $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ យើងត្រូវអនុវត្តតាមវិធានអង្កត់ទ្រូងប្រលេឡូក្រាម។

៤. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទិសដៅកែច្នៃ

គេមានរ៉ូតទីពីរ \vec{A} និង \vec{B} ដែលផ្គុំគ្នាបានមុំ 90° ឬមានទិស និងទិសដៅកែច្នៃ ដូចរូបខាងស្តាំ។ យើងបានរ៉ូតទីផ្គូផ្គងនៃរ៉ូតទី \vec{A} និង \vec{B} គឺតាងដោយ $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$



រូបភាព ៧. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទិសដៅកែច្នៃ

យើងអាចលើកអង្គទាំងពីរនៃសមីការនេះជាការេ

$$\text{យើងបាន : } \vec{C}^2 = (\vec{A} + \vec{B})^2 = \vec{A}^2 + 2\vec{A}\vec{B} + \vec{B}^2 = \vec{A}^2 + 2AB \cos(\vec{A}, \vec{B}) + \vec{B}^2$$

$$\text{ដោយ : } \vec{C}^2 = C^2, \vec{A}^2 = A^2, \vec{B}^2 = B^2, (\vec{A}, \vec{B}) = 90^\circ$$

$$\text{យើងបាន : } C^2 = A^2 + B^2$$

$$\text{នាំឲ្យ : } C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

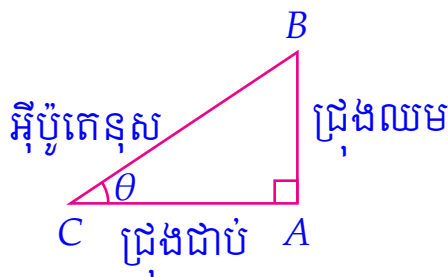
២ ទំហំស្កាលែ

និយមន័យ

ទំហំស្កាលែ: គឺជាបរិមាណចំនួន ឬទំហំក្នុងខ្នាតសមស្របមួយដែលគ្មានទិសដៅ។ នៅក្នុងរូបវិទ្យាទំហំដែលមិនទាក់ទងនឹងទិសដៅ(ទំហំស្កាលែ) មានដូចជា: សីតុណ្ហភាព សម្ពាធ ថាមពល កម្មន្ត ម៉ាស់ រយៈពេល។ ល។

៣ កូអរដោនេនៃវ៉ិចទ័រ

ឧបមាថាយើងមានត្រីកោណកែង ABC ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងស្តាំ ។



$$\sin \theta = \frac{\text{ជ្រុងឈម}}{\text{អ៊ីប៉ូតេនុស}}, \quad \cos \theta = \frac{\text{ជ្រុងជាប់}}{\text{អ៊ីប៉ូតេនុស}}, \quad \tan \theta = \frac{\text{ជ្រុងឈម}}{\text{ជ្រុងជាប់}}$$

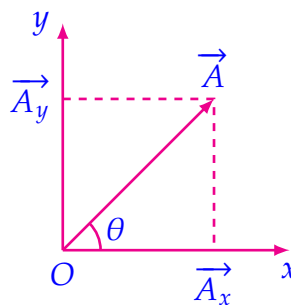
រូបភាព ៨. ទំនាក់ទំនងក្នុងត្រីកោណមាត្រ

ទំនាក់ទំនងរវាង $\sin \theta$ និង $\cos \theta$ គឺ

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \quad \text{និង} \quad \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

គេមានវ៉ិចទ័រ \vec{A} ស្ថិតក្នុងប្លង់ xy និងបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយអ័ក្ស Ox ដូចរូប។

យើងចំណោលកែងវ៉ិចទ័រ \vec{A} លើអ័ក្ស Ox និង Oy យើងបានធាតុរូបសំរាង(Components of Vectors)គឺ \vec{A}_x និង \vec{A}_y ។ តាមលក្ខណៈនៃវ៉ិចទ័រយើងបាន: $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$



រូបភាព ៩. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទិសដៅកែច្នៃ

សម្រាយបញ្ជាក់.

ដែល : $A_x = A \cos \theta$ និង $A_y = A \sin \theta$

យើងបាន : $\vec{A}^2 = (\vec{A}_x + \vec{A}_y)^2 = \vec{A}_x^2 + 2\vec{A}_x\vec{A}_y + \vec{A}_y^2 = \vec{A}_x^2 + 2A_xA_y \cos(\vec{A}_x, \vec{A}_y) + \vec{A}_y^2$

ដោយ : $\vec{A}^2 = A^2$, $\vec{A}_x^2 = A_x^2$, $\vec{A}_y^2 = A_y^2$, $(\vec{A}_x, \vec{A}_y) = 90^\circ$

យើងបាន : $A^2 = A_x^2 + A_y^2$

នាំឲ្យ : $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$

បេរៀនទី ៣ បន្ទុកអគ្គិសនី និងជំនាញអគ្គិសនី

១ អគ្គិសនីកម្ម

និយមន័យ

អគ្គិសនីកម្ម: ជាអំពើដែលធ្វើឲ្យអង្គធាតុមួយមានបន្ទុកអគ្គិសនី ពោលគឺធ្វើឲ្យវាលើស ឬខ្វះអេឡិចត្រុង។

- បើអង្គធាតុមួយលើសអេឡិចត្រុង វាផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន។
- បើអង្គធាតុមួយខ្វះអេឡិចត្រុង វាផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន។

សម្គាល់

គេបែងចែកអគ្គិសនីកម្មជាបីប្រភេទគឺ អគ្គិសនីកម្មដោយកកិត អគ្គិសនីកម្មដោយប៉ះ និងអគ្គិសនីកម្មដោយឥទ្ធិពល។

២ អាតូម និងបន្ទុកអគ្គិសនី

• អាតូម

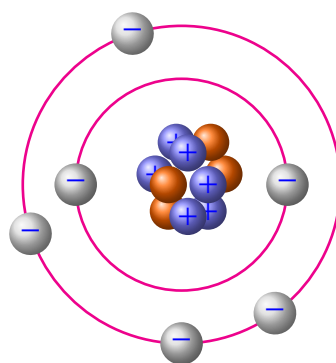
និយមន័យ

អាតូម: គឺជាភាគល្អិតតូចបំផុតនៃរូបធាតុដែលមានលក្ខណៈដូចរូបធាតុដែរ។ រូបធាតុមួយមានប្រភេទអាតូមតែមួយគត់។

ឧទាហរណ៍

កាបូនផ្សំឡើងដោយអាតូមកាបូន មាសផ្សំឡើងដោយអាតូមមាស។

អង្គធាតុទាំងអស់ផ្សំឡើងដោយម៉ូលេគុល។ ក្នុងម៉ូលេគុលមានភាគល្អិតតូចៗជាច្រើន ហៅថាអាតូម។ នៅចំណុចកណ្តាលនៃអាតូមនីមួយៗមានណ្វៃយ៉ូ ដែលនៅក្នុងនោះមានប្រូតុង និងណឺត្រុង។ នៅជុំវិញណ្វៃយ៉ូនោះមានអេឡិចត្រុងធ្វើចលនាឥតឈប់ឈរ។ ប្រូតុង និងអេឡិចត្រុងត្រូវផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីប្រភេទខុសគ្នា។



រូបភាព ១. ទម្រង់នៃអាតូម

• បន្ទុកអគ្គិសនី

និយមន័យ

បន្ទុកអគ្គិសនី: គឺជាលក្ខណៈមូលដ្ឋានមួយ (លក្ខណៈអគ្គិសនី) នៃរូបធាតុដែលកើតមានលើអង្គធាតុជាក់លាក់មួយចំនួន។ គេចែកបន្ទុកអគ្គិសនីជាពីរប្រភេទគឺ បន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន និងបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន។

• អេឡិចត្រុង និងប្រូតុង

គោលការណ៍

- **អេឡិចត្រុង:** ជាធាតុបន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន។
- **ប្រូតុង:** ជាធាតុបន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន។

ធាតុបន្ទុកអគ្គិសនី	មេឡីចត្រុង	ប្រូតុង	ណឺត្រុង
បន្ទុកអគ្គិសនី ម៉ាស់	$q_e = e^- = -1.60 \times 10^{-19} C$ $m_e = 9.11 \times 10^{-31} Kg$	$q_p = 1.60 \times 10^{-19} C$ $m_p = 1.673 \times 10^{-27} Kg$	$q_n = 0$ $m_n = 1.675 \times 10^{-27} Kg$

• អំពើនៃបន្ទុកអគ្គិសនី ឬលក្ខណៈនៃបន្ទុកអគ្គិសនី

សម្គាល់

១. បន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានប្រភេទដូចគ្នា ដាក់ជិតគ្នាវាច្រានគ្នាចេញ។
២. បន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានប្រភេទខុសគ្នា ដាក់ជិតគ្នាវាទាញគ្នាចូល។

ជំនួស

អាតូមនីមួយៗ មានចំនួនអេឡិចត្រុងស្មើនឹងចំនួនប្រូតុងរបស់វាទាំងអស់ដែលធ្វើឲ្យអាតូមណឺតតាមន័យអគ្គិសនី។
ប៉ុន្តែ អេឡិចត្រុងប្រសព្វនៅស្រទាប់ក្រៅដែលដាច់ចេញពីអាតូមដោយកកិត។

- រូបមន្តបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់វត្ថុណាមួយ: $q = Ze$ ដែល Z ជាលេខលំដាប់នៃអាតូម។
- រូបមន្តបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីនៃអន្តរាគមន៍រវាងប្រូតុង ឬអេឡិចត្រុង: $q = \pm ne$
ដែល $-n$ ប្រើចំពោះអង្គធាតុដែលលើសអេឡិចត្រុង និង $+n$ ប្រើចំពោះអង្គធាតុដែលខ្វះអេឡិចត្រុង។
- រូបមន្តបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីនៃចរន្តអគ្គិសនី: $q = It$
- បន្ទុកអ៊ីយ៉ុង: អ៊ីយ៉ុង SO_4^{2-} មានបន្ទុក $q = -2e$ អ៊ីយ៉ុង Cu^{++} មានបន្ទុក $q = +2e$

សម្គាល់

ស្វ័យស្មើសាច់ពីរប៉ុន្មានមានបន្ទុកអគ្គិសនី Q_A និង Q_B ក្រោយពេលប៉ះគ្នាស្វ័យនីមួយៗមានបន្ទុកអគ្គិសនីថ្មីដែលមានតម្លៃស្មើគ្នាគឺ $Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2}$ ។

លំហាត់អនុវត្ត

១. គេមានស្វ័យលោហៈពីរ ដែលស្វ័យទី១ លើសអេឡិចត្រុងចំនួន 4×10^{10} ហើយស្វ័យទី២ ខ្វះអេឡិចត្រុង 5×10^8 ។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនីលើស្វ័យនីមួយៗ។
២. គេមានស្វ័យលោហៈពីរដែលស្វ័យទី១មានបន្ទុកអគ្គិសនី $Q_1 = -11.2 \times 10^{-7} C$ និងស្វ័យទី២មានបន្ទុកអគ្គិសនី $Q_2 = 17.6 \times 10^{-8} C$ ។ តើស្វ័យលោហៈនីមួយៗលើស ឬខ្វះអេឡិចត្រុង? រកចំនួនអេឡិចត្រុងដែលលើស ឬខ្វះនោះ?
៣. ស្វ័យពីរមានមាឌប៉ុន្មាន មានបន្ទុករៀងគ្នា $q_A = -2 \times 10^{-7} C$ និង $q_B = +8 \times 10^{-7} C$ ។ គេដាក់ស្វ័យពីរឲ្យប៉ះ

គ្នា ស្វែងរកទាំងពីរធ្វើអគ្គិសនីកម្មដោយប៉ះពាល់ស្វ័យមានបន្ទុកអគ្គិសនីថ្មីគឺ q'_A និង q'_B ។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃស្វ័នីមួយៗក្រោយពេលប៉ះគ្នា។

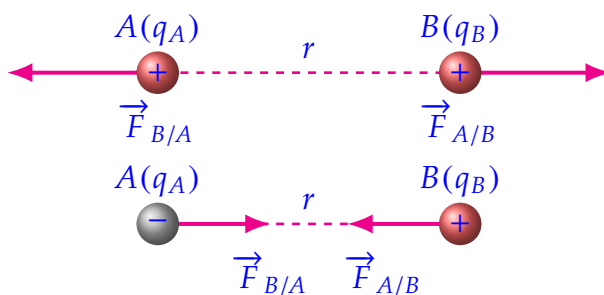
៤. ស្វ័នីលោហៈមួយមានបន្ទុកអគ្គិសនី $q_1 = +3 \times 10^{-7} C$ ត្រូវបានគេយកទៅប៉ះនឹងស្វ័នីមួយទៀតណាមួយដែលមានមាឌប៉ុនគ្នា។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃស្វ័នីទាំងពីរក្រោយពេលប៉ះគ្នា។

៣ ច្បាប់គូឡុំ

ក ពិណ្ឌលច្បាប់គូឡុំ

ពិណ្ឌល

តម្លៃនៃកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើរវាងចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ q_A និង q_B ស្ថិតនៅចម្ងាយ r ពីគ្នាប្រាសសមាមាត្រនឹងការេនៃចម្ងាយដែលឃ្លាតពីគ្នាហើយសមាមាត្រនឹងតម្លៃដាច់ខាតនៃផលគុណបន្ទុកអគ្គិសនី q_A និង q_B ។



រូបភាព ២. អន្តរកម្មនៃបន្ទុកអគ្គិសនីពីរមានប្រភេទដូចគ្នា និងខុសគ្នា

ខ កន្សោមគូឡុំ

១. កន្សោមរំលងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងអគ្គិសនី តាមពិណ្ឌលច្បាប់គូឡុំ

យើងបាន : $F \sim \frac{1}{r^2}$ និង $F \sim |q_A \times q_B|$

នោះ : $F \sim \frac{|q_A \times q_B|}{r^2}$

នាំឲ្យ : $F = k \frac{|q_A \times q_B|}{r^2}$, k ជាមេគុណសមាមាត្រ

ដែល q_A និង q_B គិតជា (C)(គូឡុំ) r គិតជា (m) F គិតជា (N)។

សម្គាល់

k អាស្រ័យនឹងប្រព័ន្ធខ្នាតដែលគេជ្រើសរើសនិងអាស្រ័យនឹងមជ្ឈដ្ឋានឌីអេឡិចត្រិចដែលបន្ទុកអគ្គិសនីស្ថិតនៅ។

គេយក : $k = \frac{1}{4\pi\epsilon} \Rightarrow F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \times \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2}$

$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ហៅថា ពែរមីទីវីតេនៃមជ្ឈដ្ឋានណាមួយ។

ϵ_r ហៅថា ពែរមីទីវីតេធៀបនៃមជ្ឈដ្ឋាន ហើយ ϵ_0 ជាពែរមីទីវីតេនៃសុញ្ញាកាស។

- ក្នុងប្រព័ន្ធអន្តរជាតិ SI ប៊េឌីអេឡិចទ្រិចជាខ្យល់ ឬសុញ្ញាកាសគេយក $\epsilon = \epsilon_0$

គេបាន : $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2}$ ដោយ $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi 10^9} \approx 8.85 \times 10^{-12} SI$

គេបាន : $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$

នាំឲ្យ : $F = 9 \times 10^9 \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2}$

២. កន្សោមអំពូលគ្នាស្តីពីកម្លាំងអគ្គិសនី(មជ្ឈដ្ឋានអេឡិចទ្រិច)

បើមជ្ឈដ្ឋានឌីអេឡិចទ្រិចខុសពីខ្យល់ ឬសុញ្ញាកាសកម្លាំងដែលមានអំពើទៅវិញទៅមកថយចុះ។ កម្លាំងថយចុះទៅតាមទំហំមួយនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានតាងដោយ ϵ_r ហៅថាថេរឌីអេឡិចទ្រិច ពែរមីទីវីតេធៀប ឬអំណាចអាំងឌុចទ័រសម្គាល់។

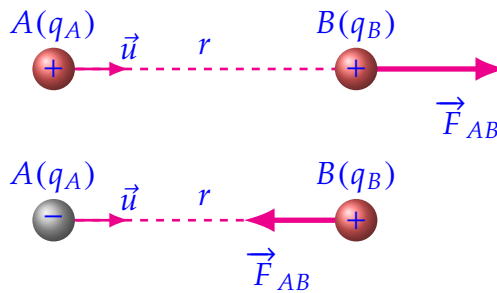
គេយក $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}$

គេអាចសរសេរ : $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \times \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2}$ ឬ $F = \frac{1}{\epsilon_r} \times 9 \cdot 10^9 \times \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2}$

៣. កន្សោមទ្វីបង់កម្លាំងអគ្គិសនី

បើគេកំណត់យករ៉ឺចទ័រឯកតា \vec{n} មានទិស AB ហើយទិសដៅពី A ទៅ B គេបានកន្សោមរ៉ឺចទ័រ

$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \times \frac{q_A \cdot q_B}{r^2} \vec{n}$ ជាម៉ូឌុល $F_{AB} = F_{BA} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \times \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2}$



រូបភាព ៣. កន្សោមទ្វីបង់កម្លាំងអគ្គិសនី

សម្គាល់

\vec{F}_{AB} តាងឲ្យកម្លាំងអគ្គិសនីដែលបន្ទុក q_A មានអំពើទៅលើបន្ទុក q_B នៅត្រង់ B ។ កម្លាំងនេះមានទិស AB ហើយមានទិសដៅអាស្រ័យនឹងសញ្ញានៃបន្ទុក q_A និង q_B ។

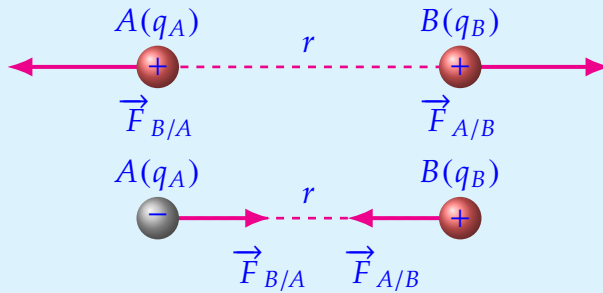
- បើបន្ទុក q_A និង q_B មានសញ្ញាដូចគ្នា $q_A \cdot q_B > 0$ កម្លាំង \vec{F}_{AB} មានទិសដៅដូច \vec{n} គេថាកម្លាំង \vec{F}_{AB} ជាកម្លាំងចម្រានចេញដូចរូប។
- បើបន្ទុក q_A និង q_B មានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា $q_A \cdot q_B < 0$ កម្លាំង \vec{F}_{AB} មានទិសដៅផ្ទុយពី \vec{n} គេថាកម្លាំង \vec{F}_{AB} ជាកម្លាំងទំនាញចូលដូចរូប។

៤. បង្ខំនៃទ្វីបង់កម្លាំងអគ្គិសនី

បើបន្ទុកអគ្គិសនី q រងនូវអំពើនៃបន្ទុកអគ្គិសនីច្រើន $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ កម្លាំងដែលមានអំពើលើបន្ទុក q ត្រូវស្មើនឹងផលបូកធរណីមាត្រនៃកម្លាំងនីមួយៗ ដែលមានអំពើទៅលើវាគឺ $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_N$ ។

សង្ខេបបូកបញ្ចូល

១. ច្បាប់គូឡុំ: កម្លាំងប្រាសគ្នា ឬទាញគ្នារវាងបន្ទុកពីរសមាមាត្រនឹងផលគុណបន្ទុកទាំងពីរ ហើយប្រាសសមាមាត្រនឹងការេនៃចម្ងាយបន្ទុកទាំងពីរ គឺ: $F = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$ ដែល $k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$ ហើយ $\epsilon = \epsilon_0 \times \epsilon_r, \epsilon_0 \approx 8.85 \times 10^{-12} SI$



រូបភាព ៤. អន្តរកម្មនៃបន្ទុកអគ្គិសនីពីរមានប្រភេទដូចគ្នា និងខុសគ្នា

២. កន្សោមច្បាប់គូឡុំ

- ករណីបង្កើនជាខ្យល់ ឬសុញ្ញភាព: $k = 9 \times 10^9 Nm^2/C^2$

គេសរសេរ : $F = 9 \times 10^9 \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$

- F ជាកម្លាំងអគ្គិសនីគិតជា (N)
- r ជាចម្ងាយគិតជា (m)
- q_1 និង q_2 ជាបន្ទុកអគ្គិសនីគិតជា (C)
- $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ពែរមីទីវីតេនៃមជ្ឈដ្ឋានណាមួយ

- ករណីបង្កើនដែលមានមេរីអេឡិចត្រិច ϵ_r

គេអាចសរសេរ : $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \times \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2}$ ឬ $F = \frac{1}{\epsilon_r} \times 9 \cdot 10^9 \times \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2}$

៤ លំហាត់អនុវត្តន៍

១. គេយកចំណុចអគ្គិសនីពីរ $q_1 = +2 \times 10^{-9}C$ និង $q_2 = +8 \times 10^{-9}C$ ទៅដាក់ត្រង់ពីរចំណុច A និង B ដែលមានចម្ងាយ $a = 27cm$ ពីគ្នា។

ក. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើរវាងបន្ទុកទាំងពីរ។

ខ. ចូរអ្នកកំណត់ទីតាំងនៃចំណុច M មួយស្ថិតនៅចន្លោះ A និង B ដើម្បីឲ្យបន្ទុក $q > 0$ ដាក់នៅត្រង់ចំណុចនោះមានលំនឹង។

២. គេយកចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_1 = +2nC$ និង $q_2 = +8nC$ ដាក់នៅត្រង់ពីរចំណុច A និង B ដែលមានចម្ងាយ $d = 30cm$ ពីគ្នា។

ក. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើរវាងចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងពីរ។

ខ. កំណត់ទីតាំងនៃចំណុច P មួយស្ថិតនៅចន្លោះ A និង B ដើម្បីឲ្យបន្ទុក $q > 0$ ដាក់នៅត្រង់ចំណុចនោះមានលំនឹង។

៣. ស្វ៊ែរលោហៈពីរមានបន្ទុកអគ្គិសនីរៀងគ្នា $q_A = +2 \times 10^{-7}C$ និង $q_B = +4.5 \times 10^{-7}C$ មានអំពើរវាងគ្នានូវកម្លាំងអគ្គិសនី $F = 0.1N$ (ក្នុងសុញ្ញកាស)។ គណនាចម្ងាយរវាងបន្ទុកទាំងពីរ។

៤. ដោយប្រើលំហាត់ទី៣៖ បើគេបង្កើនបន្ទុក q_A ពីរដងនិងបង្កើនបន្ទុក q_B បីដង រួចចម្ងាយ $r' = \frac{r}{2}$ ។ ចូរគណនាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើរវាងបន្ទុកទាំងពីរ។

៥. នៅត្រង់កំពូល A, B, C នៃត្រីកោណសម័ង្សដែលមានជ្រុង $a = 30cm$ គេដាក់ជាបន្តបន្ទាប់នូវចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q = +10^{-9}C$ ដូចគ្នា។

ក. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក q នៅត្រង់កំពូល A ។

ខ. គេដាក់បន្ទុក q' មួយនៅត្រង់ផ្ចិត O នៃត្រីកោណ។ ចូរអ្នកកំណត់សញ្ញា និងតម្លៃនៃបន្ទុក q' ដើម្បីឲ្យបន្ទុក q នៅត្រង់កំពូល A មានលំនឹង។

៦. នៅត្រង់កំពូល A, B, C នៃត្រីកោណសម័ង្ស ABC ដែលមានជ្រុង $a = 30cm$ គេដាក់ជាបន្តបន្ទាប់នូវចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q = +2nC$ ដូចគ្នា។ គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក q នៅត្រង់កំពូល A ។

៧. នៅត្រង់កំពូល A, B, C, D នៃការេ $ABCD$ ដែលមានជ្រុង a គេដាក់ជាបន្តបន្ទាប់នូវចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q, 2q, 3q$ និង $4q$ ដែល $q > 0$ ។

ក. រកន្សោមកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក $q' = q$ នៅត្រង់ផ្ចិត O ។

ខ. គណនាតម្លៃនៃកម្លាំងនោះ បើគេឲ្យ $a = 10cm$ ហើយ $q = 1nC$ ។

៨. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី q_1 និង q_2 មានបន្ទុកសរុប $q = 4nC$ ។ កាលណាវាស្ថិតនៅចម្ងាយ $a = 30cm$ វាច្រានគ្នាចេញដោយកម្លាំងអគ្គិសនី $3 \times 10^{-7}N$ ។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនី q_1 និង q_2 ។

៩. គេមានចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_1 = +3 \times 10^{-9}C$ និង $q_2 = -4 \times 10^{-9}C$ ទៅដាក់ត្រង់ ២ ចំណុច A និង B ដែលមានចម្ងាយ $AB = 5cm$ ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក $q = +10^{-9}C$ ដាក់ត្រង់ចំណុច M មួយដែលមានចម្ងាយ $3cm$ ពី A និង $4cm$ ពី B ។

១០. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើរវាងចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q_1 = +3 \times 10^{-9}C$ និង $q_2 = -5 \times 10^{-9}C$ ដាក់នៅត្រង់ពីរចំណុច A និង B ដែលមានចម្ងាយពីគ្នា $r = 5cm$ ពីគ្នា ហើយស្ថិតនៅក្នុងប្រេងកាតដែលមានព័ទ្ធិទីរ៉េតេជ្យែប $\epsilon_r = 2$ ។

១១. នៅលើកំពូល A, B, C នៃត្រីកោណសម័ង្ស ABC ដែលមានរង្វាស់ $10cm$ គេដាក់បន្ទុកអគ្គិសនីដូចគ្នា q ដែល $q = 10^{-9}C$ ។ នៅត្រង់កំពូល C គេដាក់បន្ទុកអគ្គិសនី q' ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងដែលមានអំពើលើបន្ទុក q ត្រង់កំពូល A ក្នុងករណី៖

ក. $q' = q$

ខ. $q' = -q$

គ. $q' = 2q$

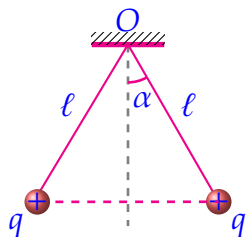
១២. គេមានចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_1 = 20nC$ និង $q_2 = 80nC$ ដាក់រៀងគ្នាត្រង់ A, B ដែល $a = |AB| = 12cm$ ។ កំណត់រកចំណុច M នៃ $[AB]$ ដែលបន្ទុកវិជ្ជមាន q ដាក់ត្រង់ M រងនូវកម្លាំងផ្ទុបស្មើសូន្យ។

១៣. គេមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានពីរ Q និង $4Q$ ស្ថិតរៀងគ្នាត្រង់ A និង B ដែលមានចម្ងាយ ℓ ពីគ្នា។

ក. កំណត់ P នៃ $[AB]$ ដើម្បីឲ្យបន្ទុក $q > 0$ ដាក់ត្រង់ P មានលំនឹង។

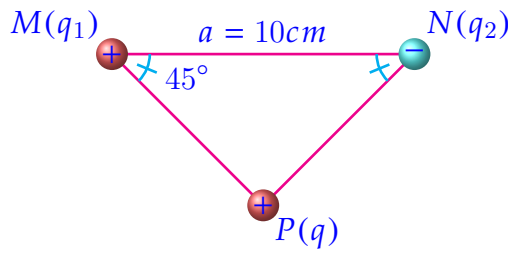
ខ. តើលំនឹងខាងលើជាលំនឹងស៊ីម៉េទ្រិកឬទេ? រកលក្ខខណ្ឌដើម្បីបានលំនឹងមិនស៊ីម៉េទ្រិក។

១៤. លេខលំដាប់នៃសារធាតុមួយក្នុងតារាងខួបស្មើ 20។ ណ្វៃយ៉ូនៃសារធាតុនេះ បានបែកចេញជាពីរផ្នែក។ ផ្នែកទី១ ស្ថិតត្រង់ A មានបន្ទុកអគ្គិសនីស្មើ $\frac{1}{4}$ នៃបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់ផ្នែកទី២ ដែលស្ថិតត្រង់ B ចម្ងាយពី A $16mm$ ។ កំណត់កម្លាំងអគ្គិសនីដែលផ្នែកនីមួយៗរង។
១៥. ស្វ៊ែរលោហៈតូចពីរ ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានរៀងគ្នា q_1, q_2 ហើយច្រានគ្នាចេញដោយកម្លាំង $F = 180N$ កាលណាវាស្ថិតនៅចម្ងាយ $d = 20cm$ ពីគ្នា។ គេដាក់ស្វ៊ែរទាំងពីរឲ្យប៉ះគ្នា រួចដាក់វាចម្ងាយពីគ្នា $d' = 10cm$ គេបានកម្លាំងច្រានគ្នាគឺ $F' = 810N$ ។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនី q_1, q_2 ។
១៦. អង្គធាតុចម្លងតូចមួយ A ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី q_A ស្ថិតនៅលើបន្ទាត់ឈរចម្ងាយ $5cm$ ខាងក្រោមអង្គធាតុតូចមួយទៀតដែលមានបន្ទុក $q_B = -25 \times 10^{-6}C$ ។ គេសង្កេតឃើញថាទម្ងន់របស់អង្គធាតុ A ថយចុះ $75N$ ។ ចូររកតម្លៃពីជគណិតនៃបន្ទុក q_A ។
១៧. ស្វ៊ែរលោហៈពីរប៉ុនគ្នាដែលស្វ៊ែរនីមួយៗមានម៉ាស់ $m = 1g$ ។ ស្វ៊ែរ A ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី $q_A = 10nC$ នៅនឹង ស្វ៊ែរ B មានបន្ទុកអគ្គិសនី $q_B = -400nC$ ដាក់ក្រោមស្វ៊ែរ A លើខ្សែឈរជាមួយគ្នា(ស្វ៊ែរ B ចល័តតែតាមខ្សែឈរ)។
- ក. តើត្រូវដាក់ស្វ៊ែរ B ចម្ងាយប៉ុន្មានពីស្វ៊ែរ A ដើម្បីឲ្យវាមានលំនឹង? គេឲ្យ: $g = 10m/s^2$
- ខ. តើលំនឹងនៃស្វ៊ែរ B ជាលំនឹងស៊ីប័បឬទេ?
១៨. ស្វ៊ែរពីរមានម៉ាស់នីមួយៗ $m = 0.01g$ ត្រូវបានគេព្យួរទៅនឹងចំណុចនឹងមួយ O ដោយខ្សែសូតពីរប្រវែងស្មើគ្នា $50cm$ (ម៉ាស់នៃខ្សែចោលបាន)។ កាលណាស្វ៊ែរទាំងពីរផ្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន q ដូចគ្នា វាច្រានគ្នាចេញ ហើយស្ថិតក្នុងទីតាំងលំនឹងមួយចម្ងាយពីគ្នា $7cm$ ។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនី q នៃស្វ៊ែរនីមួយៗ។ ($g = 10m/s^2$)
១៩. ស្វ៊ែរពីរប៉ុនគ្នាមានម៉ាស់នីមួយៗ $m = 100mg$ ត្រូវបានគេព្យួរទៅនឹងចំណុចនឹងមួយ O ដោយខ្សែសូតដែលមានប្រវែងស្មើគ្នា $\ell = 30cm$ ដែលមានម៉ាស់អាចចោលបាន ក្រោយពីបានទទួលបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន q ដូចគ្នា វាច្រានគ្នា ហើយមានលំនឹង កាលណាវាស្ថិតចម្ងាយ $1.8cm$ ពីគ្នា។ ដោយសន្មតមុំងាក α នៃស្វ៊ែរប៉ោលមានតម្លៃតូច ចូរគណនា:
- ក. កម្លាំងអគ្គិសនីដែលស្វ៊ែរនីមួយៗរង
- ខ. បន្ទុកអគ្គិសនី q នៃស្វ៊ែរនីមួយៗរង
- គ. តំណឹងខ្សែដែលស្វ៊ែរនីមួយៗរង។ គេឲ្យ: $g = 10m/s^2$
២០. ស្វ៊ែរពីរប៉ុនគ្នាមានម៉ាស់នីមួយៗ $m = 1mg$ ត្រូវបានគេព្យួរទៅនឹងចំណុចនឹងមួយ O ដោយខ្សែសូតដែលមានប្រវែងស្មើគ្នា $\ell = 50cm$ ដែលមានម៉ាស់អាចចោលបាន ក្រោយពីបានទទួលបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន q ដូចគ្នាវាច្រានគ្នាចេញ ហើយមានលំនឹងមួយ កាលណាវាស្ថិតចម្ងាយ $7cm$ ពីគ្នា។ ដោយសន្មតមុំងាក α នៃស្វ៊ែរប៉ោលមានតម្លៃតូច ចូរគណនា:
- ក. កម្លាំងអគ្គិសនីដែលស្វ៊ែរនីមួយៗរង
- ខ. បន្ទុកអគ្គិសនី q នៃស្វ៊ែរនីមួយៗរង
- គ. តំណឹងខ្សែដែលស្វ៊ែរនីមួយៗរង។



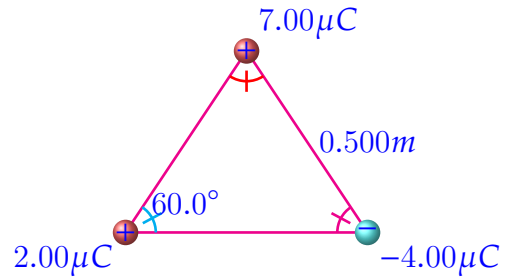
រូបភាព ៥. រូបសម្រាប់គណនាលំហាត់ទី ១៨ ១៩ និង ២០

២១. គេមានត្រីកោណកែងសមបាតមួយដែលមានជ្រុង $a = 10\text{cm}$ (ដូចរូប)។ នៅត្រង់ចំណុច $M; N; P$ គេដាក់បន្ទុកអគ្គិសនី រៀងគ្នា $q_1 = 5\mu\text{C}$; $q_2 = -5\mu\text{C}$; $q = 2\mu\text{C}$ ។ ចូរកំណត់កម្លាំងដែលមានអំពើលើបន្ទុក q ។



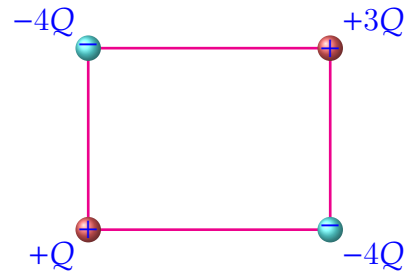
២២. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីបីត្រូវបានដាក់លើកំពូលនៃត្រីកោណសម័ង្សមួយ ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។

គណនា កម្លាំង អគ្គិសនី ផ្គុំ ដែល មាន លើ បន្ទុកអគ្គិសនី $7.00\mu\text{C}$ ។



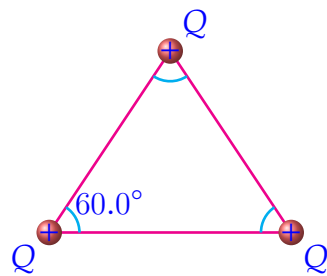
២៣. គេមានបន្ទុកអគ្គិសនី $Q, -2Q, 3Q$ និង $-4Q$ ត្រូវបានគេយកទៅដាក់ត្រង់កំពូលនៃចតុកោណកែងមួយដែលមាន វិមាត្រ $3a$ និង $4a$ ។

គណនាតម្លៃ និងទិសដៅនៃកម្លាំងផ្គុំដែលមានអំពើលើ បន្ទុកអគ្គិសនី Q ។



២៤. គេមានបន្ទុកអគ្គិសនីបីដែលបន្ទុកអគ្គិសនីនីមួយៗ Q ស្ថិតត្រង់កំពូលនៃត្រីកោណសម័ង្សមួយមានជ្រុង a ។

គណនា អាំងតង់ស៊ីតេ និងទិសដៅនៃកម្លាំងផ្គុំដែល មានអំពើលើបន្ទុកអគ្គិសនីនីមួយៗ។

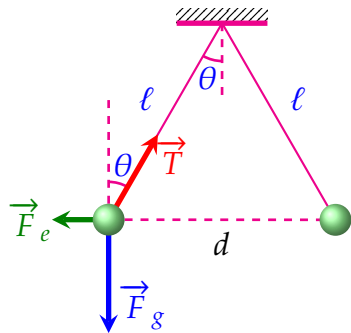


២៥. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីបួនស្ថិតក្នុងប្រព័ន្ធកូអរដោនេ xy ដូចតទៅ៖

$Q_1 = -1\text{mc}$ ស្ថិតត្រង់ $(-3\text{cm}, 0\text{cm})$: $Q_2 = -1\text{mc}$ ស្ថិតត្រង់ $(+3\text{cm}, 0\text{cm})$
 $Q_3 = +1.024\text{mc}$ ស្ថិតត្រង់ $(0\text{cm}, 0\text{cm})$: $Q_4 = +2\text{mc}$ ស្ថិតត្រង់ $(0\text{cm}, -4\text{cm})$

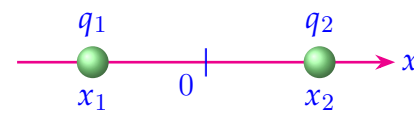
គណនាកម្លាំងផ្គុំដែល Q_1, Q_2 និង Q_3 មានអំពើលើបន្ទុកអគ្គិសនី Q_4

២៦. ស្វ៊ែរបន្ទុកអគ្គិសនីឯកលក្ខណ៍ពីរត្រូវបានគេព្យួរទៅនឹងចំណុចនឹងមួយ ដោយខ្សែមិនយឺតនិងមិនគិតម៉ាស់ដែលមានប្រវែង $\ell = 1.50m$ (ដូចរូប)។ បន្ទុកអគ្គិសនី $q = 25.0\mu C$ ត្រូវបានបញ្ជូនទៅឲ្យកូនបាល់នីមួយៗ ក្រោយមកវាបានចេញគ្នាបានមុំ 25.0° ជាមួយអ័ក្សឈរ។ តើម៉ាស់របស់កូនបាល់នីមួយៗមានតម្លៃប៉ុន្មាន?
២៧. ស្វ៊ែរតូចពីរមានម៉ាស់ដូចគ្នាគឺ $0.681kg$ និងមានបន្ទុកអគ្គិសនីឯកលក្ខណ៍ $18.0\mu C$ គេព្យួរវាទាំងពីរទៅនឹងចំណុចនឹងមួយ ដោយខ្សែពីរមិនយឺត និងមិនគិតម៉ាស់មានប្រវែងដូចគ្នា ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូប។ បើមុំដែលផ្គុំគ្នារវាងខ្សែជាមួយខ្សែឈរបានមុំ 20.0° តើខ្សែដែលយកមកព្យួរស្វ៊ែរតូចទាំងពីរនោះមានប្រវែងប៉ុន្មាន?
២៨. ស្វ៊ែរតូចពីរឯកលក្ខណ៍ និងផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានដូចគ្នា។ ស្វ៊ែរនីមួយៗមានម៉ាស់ $0.50m$ ត្រូវបានព្យួរនឹងខ្សែឆ្មារប្រវែង $0.15m$ ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម។ ស្វ៊ែរទាំងពីរបានគ្នាចេញ និងមានលំនឹងដោយបង្កើតបានមុំ 10° ជាមួយនឹងខ្សែឈរ។
- ក. ចូរកំណត់បន្ទុកលើស្វ៊ែរនីមួយៗ។
- ខ. គណនាចំនួនអេឡិចត្រុងដែលលើសក្នុងស្វ៊ែរនីមួយៗ។ គេឲ្យ: $K = 9.0 \times 10^9 Nm^2/C^2$ និង $g = 9.8N/kg$ ។



រូបភាព ៦. រូបសម្រាប់គណនាលំហាត់ទី ២៥ ២៦ និង ២៧

២៩. ដូចបង្ហាញក្នុងរូប គេមានចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីទី១ $3.94\mu C$ ត្រូវបានដាក់ត្រង់ $x_1 = -4.7m$ និងចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីទី២ $6.14\mu C$ ត្រូវបានដាក់ត្រង់ $x_2 = 12.2m$ ។ តើតម្លៃនៃអាប់ស៊ីស x ដែលធ្វើឲ្យកម្លាំងផ្គុំបរវាងបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងពីរមានអំពើលើបន្ទុកអគ្គិសនី មួយទៀត $0.300\mu C$ ស្មើសូន្យ?



៣០. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $-q$ និង $+q$ ស្ថិតនៅរៀងគ្នាត្រង់ A និង B ដែល $AB = 2a$ ។ M ជាចំណុចមួយនៅលើមេដ្យាទ័រនៃ $[AB]$ ចម្ងាយ y ពីចំណុច O កណ្តាល $[AB]$ ។ គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុកអគ្គិសនី $Q > 0$ ដាក់ត្រង់ចំណុច M ជាអនុគមន៍នៃ Q, q, a និង y ។
៣១. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ q_1 និង q_2 ស្ថិតក្នុងមជ្ឈដ្ឋានដែលមាន $\epsilon_r = 4$ ចម្ងាយពីគ្នា $d = 10.0cm$ ពីគ្នា ហើយទាញគ្នាចូលដោយកម្លាំង $F = 9 \times 10^{-6}N$ ។ គណនាបន្ទុក q_1 និង q_2 បើផលបូកវ៉ុលស្មើ $3nC$ ។
៣២. ប៉ោលពីរឯកលក្ខណ៍ព្យួរត្រង់ចំណុច O ដូចគ្នា។ ប៉ោលនីមួយៗមានម៉ាស់ $m = 0.1g$ និងមានបន្ទុក $q = 10^{-8}C$ ដូចគ្នាវាបានគ្នា ហើយមានលំនឹងកាលណាវាស្ថិតនៅចម្ងាយ $d = 30cm$ ពីគ្នា។ គណនាមុំលំដាក់ α នៃប៉ោលនីមួយៗ។ យក $g = 10m/s^2$

៥ ដែនអគ្គិសនី

ក. ដែនអគ្គិសនី

និយមន័យ

ដែនអគ្គិសនី: ជាលំហំដែលកើតមានជុំវិញបន្ទុកអគ្គិសនី និងតាមរយៈដែននេះអាចឲ្យបន្ទុកមួយមានអំពើលើបន្ទុកមួយទៀត។

ឧបមាថា គេយកចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q > 0$ ទៅដាក់ត្រង់ចំណុច A មួយ។ បើគេយកបន្ទុកសាក $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ ទៅដាក់នៅត្រង់ចំណុច B មួយ វាវងនូវកម្លាំង $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n$ ។ ផលធៀបរវាងកម្លាំងអគ្គិសនីនឹងបន្ទុកអគ្គិសនីមានតម្លៃថេរ។



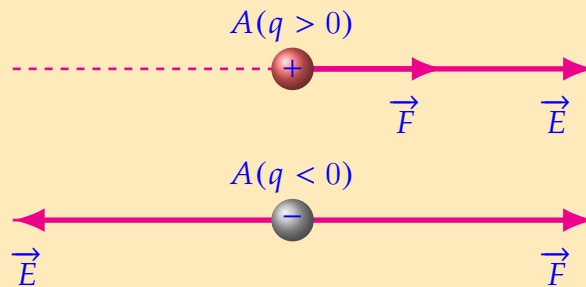
គេសរសេរ : $\frac{\vec{F}_1}{q_1} = \frac{\vec{F}_2}{q_2} = \frac{\vec{F}_3}{q_3} = \dots = \frac{\vec{F}_n}{q_n} = \text{ថេរ}$

រូបភាព ៧. ទំហំកម្លាំងអគ្គិសនី

គេតាងតម្លៃថេរដោយរ៉ូចទំរ \vec{E} ហៅថារ៉ូចទំរដែនអគ្គិសនី $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ឬ $\vec{F} = q\vec{E}$

សម្គាល់

អាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គិសនីជាទំហំរ៉ូចទំរដែលមានលក្ខណៈសម្គាល់ដូចជា:



រូបភាព ៨. ទំហំកម្លាំងអគ្គិសនី និងទំហំដែនអគ្គិសនី

- ចំណុចចាប់នៅត្រង់ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី
- ទិសជាទិសនៃកម្លាំងអគ្គិសនី \vec{F}
- ទិសដៅដូចកម្លាំង \vec{F} បើ $q > 0$ ហើយផ្ទុយពីកម្លាំង \vec{F} បើ $q < 0$
- អាំងតង់ស៊ីតេ $E = \frac{F}{|q|}$ ដែល F គិតជា (N), q គិតជា (C) និង E គិតជា (N/C) ឬ (V/m)

ខ. ទ្រឹស្តីបទសម្រាប់គណនាលំហាត់

- បន្ទុកអគ្គិសនី $Q > 0$ បង្កើតត្រង់ចំណុចនីមួយៗជុំវិញវាជានូវដែន \vec{E} ចាកផ្ចិត។
- បន្ទុកអគ្គិសនី $Q < 0$ បង្កើតត្រង់ចំណុចនីមួយៗជុំវិញវាជានូវដែន \vec{E} ចូលផ្ចិត។

ក ដែនអគ្គិសនីបង្កើតដោយចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីតែមួយ

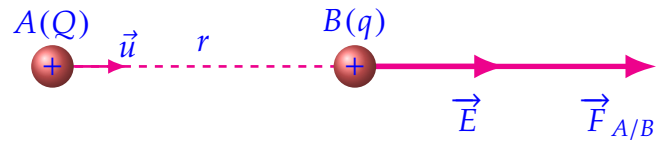
១. កន្សោមដែនអគ្គិសនី

- គេដាក់បន្ទុក q ត្រង់ B វាងនូវកម្លាំងអគ្គិសនី

$$\vec{F} = K \frac{Q \times q}{r^2} \vec{u}$$

- តាមនិយមន័យ: $\vec{E} = \frac{\vec{F}_{A/B}}{q} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}$

- ជាមួយ: $E = K \frac{Q}{r^2}$ ដែល $K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$



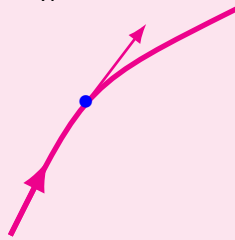
រូបភាព ៩. កន្សោមវ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនី

- ករណីឌីអេឡិចទ្រីចជាសុញ្ញាកាស: $E = 9 \times 10^9 \frac{Q}{r^2}$ ព្រោះ $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 SI$
- ករណីឌីអេឡិចទ្រីចមិនមែនជាសុញ្ញាកាស: $E = \frac{1}{\epsilon_r} 9 \times 10^9 \frac{Q}{r^2}$ ព្រោះ $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r}$

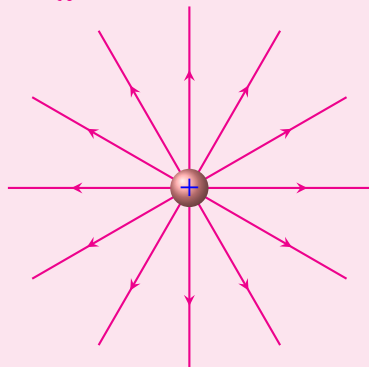
២. ខ្សែដែនអគ្គិសនី

និយមន័យ

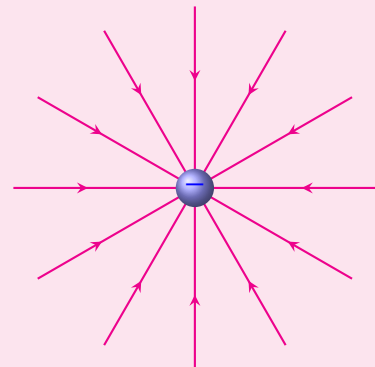
ខ្សែដែនអគ្គិសនី គឺជាខ្សែដែលប៉ះនឹងវ៉ិចទ័រដែនអគ្គិសនី \vec{E} ត្រង់ចំណុចនីមួយៗរបស់វា។



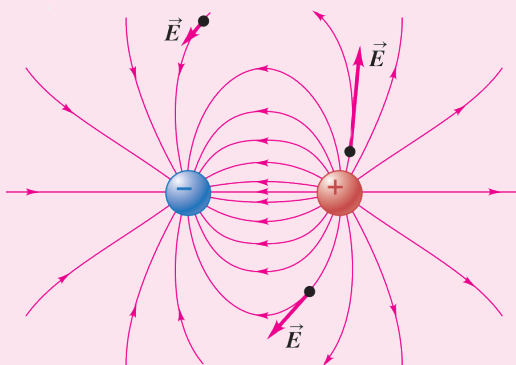
រូបភាពខ្សែដែនអគ្គិសនី



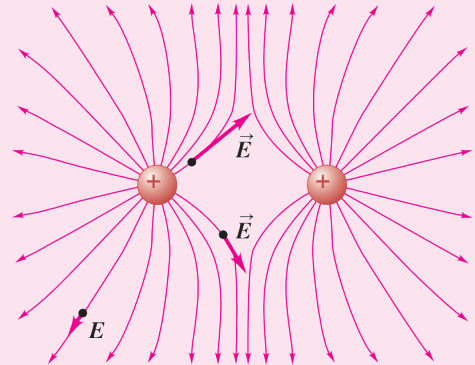
(ក). ខ្សែដែននៃបន្ទុកវិជ្ជមាន



(ខ). ខ្សែដែននៃបន្ទុកអវិជ្ជមាន



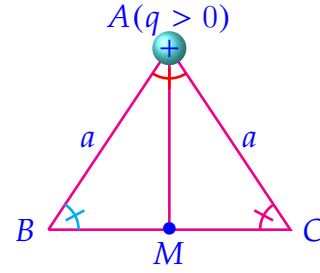
(គ). ខ្សែដែននៃបន្ទុកពីរដែលមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា



(ឃ). ខ្សែដែននៃបន្ទុកពីរដែលមានសញ្ញាដូចគ្នា

៦ លំហាត់អនុវត្ត

១. គេយកចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q = +2 \times 10^{-9}C$ ទៅដាក់ត្រង់កំពូល A នៃត្រីកោណសម័ង្ស ABC ដែលមានជ្រុង $a = 30cm$ ។ គណនាដែនអគ្គិសនីដែលកើតមានត្រង់ចំណុចកណ្តាល M នៃបាត BC ។



២. គេយកចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរគឺ $q_1 = -10nC$ និង $q_2 = 40nC$ ទៅដាក់ត្រង់ពីរចំណុច A និង B ដែលមានចម្ងាយ $5cm$ ពីគ្នា។
- ក. គណនាដែនអគ្គិសនីត្រង់ចំណុច M មួយស្ថិតនៅចម្ងាយ $3cm$ ពី A និង $4cm$ ពី B ។
 - ខ. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីរវាងដោយបន្ទុក $q' = -10^{-9}C$ ដាក់ត្រង់ M
៣. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_A = 5nC$ និង $q_B = -2nC$ ស្ថិតនៅរៀងគ្នាត្រង់ A និង B ដែល $AB = 10cm$ ។
- ក. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុកអគ្គិសនីនីមួយៗ
 - ខ. ទាញរកតម្លៃនៃដែនអគ្គិសនីត្រង់ A និងត្រង់ B ។
៤. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_A = -25nC$ និង $q_B = 5nC$ ស្ថិតនៅរៀងគ្នាត្រង់ A និង B ដែល $AB = 5cm$ ។
- ក. គណនាដែនអគ្គិសនីត្រង់ A បង្កើតដោយបន្ទុក q_B
 - ខ. គណនាដែនអគ្គិសនីត្រង់ B បង្កើតដោយបន្ទុក q_A
 - គ. ទាញរកកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក q_A និង q_B រួចធ្វើការសន្និដ្ឋាន។
៥. នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមួយមានព័ទ្ធិជ័រតែមួយ $\epsilon_r = 3$ គេមានចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_A = 4\mu C$ និង $q_B = 2\mu C$ ស្ថិតនៅរៀងគ្នាត្រង់ចំណុច A និង B ដែល $AB = 20cm$ ។ គណនាដែនអគ្គិសនីត្រង់ចំណុច O កណ្តាល $[AB]$ ។
៦. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនីពីរ $q_A = 2nC$ និង $q_B = -2nC$ ស្ថិតនៅរៀងគ្នាត្រង់ A និង B ដែល $AB = 6cm$ ។ នៅត្រង់ O កណ្តាល $[AB]$ គេដាក់ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q = -1\mu C$ ។
- ក. គណនាដែនអគ្គិសនីត្រង់ចំណុច O ។
 - ខ. ទាញរកកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក q ។
៧. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $q < 0$ ស្ថិតត្រង់ចំណុច O បានបង្កើតដែនអគ្គិសនីតម្លៃ $10 \times 10^4 N/C$ ត្រង់ចំណុច A ។ គណនាដែនអគ្គិសនីបង្កើតដោយបន្ទុក q នៅត្រង់ចំណុច B ដែល $OB = 2OA$ រួចទាញរកកម្លាំងអគ្គិសនីដែលមានអំពើលើបន្ទុក $Q = -2pC$ ដាក់ត្រង់ B ។
៨. ចំណុចបន្ទុកអគ្គិសនី $(+)$ ពីរ $4Q$ និង Q ស្ថិតនៅរៀងគ្នាត្រង់ A និង B ដែល $AB = 30cm$ ។ កំណត់ទីតាំងនៃចំណុច M មួយលើ $[AB]$ ដែលត្រង់ M មានដែនអគ្គិសនីសូន្យ។