

មេរៀនទី ១ មូលដ្ឋានគ្រឹះខ្លះៗនៃគណិតវិទ្យា

១

១ ស្វ័យគុណ	១
២ ឯកលក្ខណៈភាពសំខាន់ៗ	១
៣ លក្ខណៈនៃប្រភាគពីរស្មើគ្នា	១
៤ សមីការបន្ទាត់.....	១
៥ ទម្រង់ស្តង់ដារនៃស្វ័យគុណ	២
៦ ទ្រឹស្តីបទកូស៊ីនុស និងស៊ីនុស	២
៧ ផលគុណស្កាលែនៃវ៉ិចទ័រ	២
៨ ធរណីមាត្រក្នុងប្លង់ និងអនុគមន៍ត្រីកោណមាត្រ.....	២
៨.១ ការ	២
៨.២ ចតុកោណកែង	៣
៨.៣ ប្រភេទនៃត្រីកោណ	៣
៨.៤ រង្វង់	៤
៨.៥ គូប	៤
៨.៦ ប្រលេពីប៉ែតកែង	៥
៨.៧ ស៊ីឡាំង	៥
៨.៨ ស្វ៊ែរ.....	៥
៨.៩ សមភាពនៃមុំ	៥
៨.១០ តារាងមុំនៃអនុគមន៍ត្រីកោណមាត្រ	៧
៩ សមីការដឺក្រេទី២ មានមួយអញ្ញាត	៨

មេរៀនទី ២ ទំហំវ៉ិចទ័រ និងទំហំស្កាលែ

៩

១ ទំហំវ៉ិចទ័រ.....	៩
១.១ វ៉ិចទ័រពីរស្មើគ្នា	៩
១.២ ផលបូកវ៉ិចទ័រ	១០
២ ទំហំស្កាលែ	១២
៣ កូអរដោនេនៃវ៉ិចទ័រ.....	១២
៤ សំណួរ លំហាត់អនុវត្តន៍ និងកិច្ចការផ្ទះ	១៣

មេរៀនទី ៣ ចលនាអន្តរាគមន៍មួយវិមាត្រ

១៥

១ ចលនាមេកានិច.....	១៥
២ បម្លាស់ទី ល្បឿន វ៉ិចទ័រល្បឿន	១៥
២.១ ចម្ងាយចរ និងបម្លាស់ទី.....	១៥

២.២ ល្បឿន វ៉ិចទ័រល្បឿន.....	១៥
២.៣ វ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ.....	១៦
២.៤ សំទុះ សំទុះមធ្យម សំទុះខណៈ	១៦
៣ ចលនាអង្គធាតុតាមមួយវិមាត្រ	១៧
៣.១ ចលនាត្រង់ស្មើ.....	១៧
៣.២ ចលនាត្រង់ប្រែប្រួលស្មើ	១៧
៤ សំណួរ លំហាត់អនុវត្តន៍ និងកិច្ចការផ្ទះ	១៩

មេរៀនទី ៤ ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន ២១

១ កម្លាំង	២១
១.១ សញ្ញាណកម្លាំង(Force Notation)	២១
១.២ ផលបូកកម្លាំង	២៣
១.៣ បំបែកកម្លាំង	២៥
២ ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន.....	២៦
២.១ ច្បាប់ទី១ ញូតុន ឬ ច្បាប់និចលភាព.....	២៦
២.២ ច្បាប់ទី២ ញូតុន ឬ ច្បាប់គ្រឹះឌីណាមិច	២៧
២.៣ ច្បាប់ទី៣ ញូតុន ឬ ច្បាប់អំពើ និងប្រតិកម្ម.....	២៨
៣ ម៉ាស និងទម្ងន់.....	២៨
៣.១ ម៉ាស(Mass).....	២៨
៣.២ ទម្ងន់ ឬកម្លាំងទំនាញដែនដី(Weight or Gravitational Force).....	២៨
៣.៣ ភាពខុសគ្នារវាង ម៉ាស និងទម្ងន់	២៩
៤ កម្លាំងកែង និងកម្លាំងកកិត.....	៣០
៤.១ កម្លាំងកែង ឬកម្លាំងប្រតិកម្មកែង(Normal Force)	៣០
៤.២ កម្លាំងកកិត(Friction Forces).....	៣០
៥ អនុវត្តន៍ច្បាប់ញូតុន	៣២
៥.១ របៀបប្រើច្បាប់ញូតុនដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់.....	៣២
៥.២ អង្គធាតុរអិលលើប្លង់ទេរ.....	៣២
៥.៣ ម៉ាស៊ីនអាត់រ៉ូត	៣៣
៦ សំណួរ លំហាត់អនុវត្តន៍ និងកិច្ចការផ្ទះ	៣៤

មេរៀនទី ៥ កម្មន្ត ថាមពល អានុភាព ៣៧

១ កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ	៣៧
១.១ ផលគុណស្កាលែ(Scalar Product)	៣៧
១.២ កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ.....	៣៧
២ ថាមពលស៊ីនេទិច និងទ្រឹស្តីកម្មន្ត-ថាមពលស៊ីនេទិច.....	៣៧
២.១ ថាមពលស៊ីនេទិច(Kinetic Energy).....	៣៧

២.២ ទ្រឹស្តីកម្មន្ត-ថាមពលស៊ីនេទិច(The Work-Kinetic Energy Theorem)	៣៧
៣ ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល(Potential Energy).....	៣៧
៤ អានុភាព(Power).....	៣៧
៥ សំណួរ លំហាត់អនុវត្តន៍ និងកិច្ចការផ្ទះ	៣៧

១. មូលដ្ឋានគ្រឹះខ្លះៗនៃគណិតវិទ្យា

១. ស្វ័យគុណ

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

សម្លេងរូបបន្ត

$$១. a^0 = 1 \quad (a \neq 0)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

២. ឯកលក្ខណៈភាពសំខាន់ៗ

សម្លេងរូបបន្ត

$$១. (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$២. (a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

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

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

$$៥. a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$$

$$៦. a^2 + b^2 = (a + b)^2 - 2ab$$

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

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

៣. លក្ខណៈនៃប្រភាគពីរស្មើគ្នា

កត់ទៅ

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

$$១. \frac{d}{b} = \frac{c}{a} \quad (\text{ប្តូរក្នុងចុង})$$

$$២. \frac{a}{c} = \frac{b}{d} \quad (\text{ប្តូរក្នុងធុរ})$$

$$៣. a \cdot d = b \cdot c \quad (\text{ផលគុណក្នុងចុងស្មើនឹងផលគុណក្នុងធុរ})$$

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

៤. សមីការបន្ទាត់

សម្លេងរូបបន្ត

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

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

៥. ទម្រង់ស្តង់ដារនៃស្វ័យគុណ

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

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

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

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

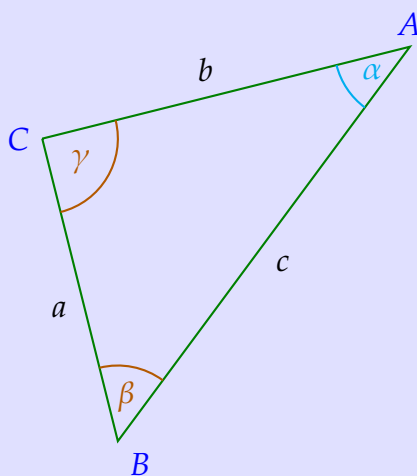
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

• ទ្រឹស្តីបទស៊ីនុស

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

R ជាកាំរង្វង់ចារឹកក្រៅត្រីកោណ

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



រូបភាពទី ១. ត្រីកោណនៃទ្រឹស្តីបទកូស៊ីនុស និងស៊ីនុស

៧. ផលគុណស្កាលែនៃព័រទិចបង់

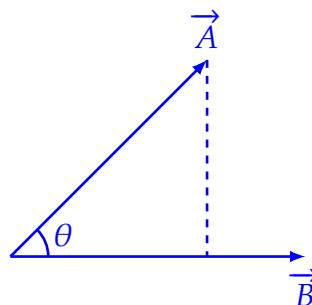
ផលគុណស្កាលែនៃព័រទិចបង់: បើគេមានវ៉ិចទ័រ \vec{A} និង \vec{B} ដែលផ្គុំគ្នាបានមុំ θ ដូចរូបខាងស្តាំ។ នោះគេអាចសរសេរ

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



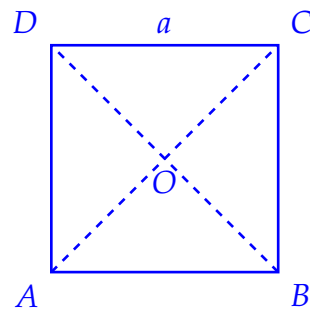
រូបភាពទី ២. ផលគុណស្កាលែនៃព័រទិចបង់

៨. ធរណីមាត្រក្នុងប្លង់ និងអនុគមន៍ត្រីកោណមាត្រ

៨.១. កាតេ

គេមានកាតេ $ABCD$ ដែលមានជ្រុង a ដូចរូប។ គេបាន

- ជ្រុង : $|AB| = |BC| = |CD| = |DA| = a$
 អង្កត់ទ្រូង : $|AC| = |BD| = a\sqrt{2}$
 ពីកំពូលទៅផ្ចិត : $|AO| = |BO| = |CO| = |DO| = \frac{a\sqrt{2}}{2}$
 បរិមាត្រ : $P = 4a$
 ផ្ទៃក្រឡា : $S = a \cdot a = a^2$

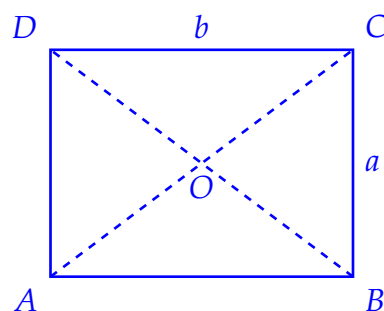


រូបភាពទី ៣. ការ៉េ

៨.២. ចតុកោណកែង

គេមានចតុកោណកែង $ABCD$ ដែលមានទទឹង a និងបណ្តោយ b ដូចរូប។ គេបាន

- ជ្រុង : $|AD| = |BC| = a, |AB| = |DC| = b$
 អង្កត់ទ្រូង : $|AC| = |BD| = \sqrt{a^2 + b^2}$
 បរិមាត្រ : $P = 2a + 2b$
 ផ្ទៃក្រឡា : $S = a \cdot b$



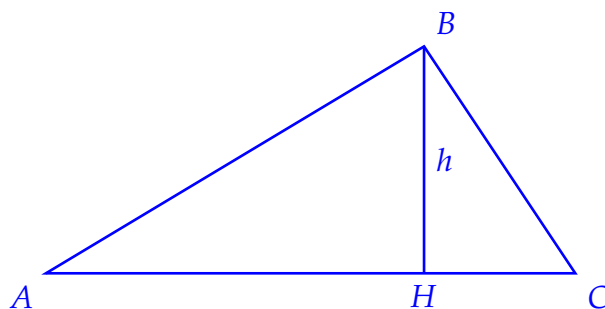
រូបភាពទី ៤. ចតុកោណកែង

៨.៣. រូបតេជនៃត្រីកោណ

១. ត្រីកោណសាមញ្ញ

គេមានត្រីកោណ ABC ដែលមានកម្ពស់ h ដូចរូប។

- យើងបាន : ផ្ទៃក្រឡា = $\frac{\text{បាត} \times \text{កម្ពស់}}{2}$
 គេអាចសរសេរ : $S = \frac{AC \times h}{2}$
 មុំ : $\alpha + \beta + \theta = 180^\circ$

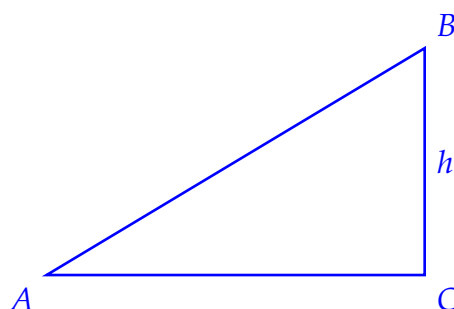


រូបភាពទី ៥. ត្រីកោណសាមញ្ញ

២. ត្រីកោណកែង

គេមានត្រីកោណកែង ABC ដែលមានកម្ពស់ h ដូចរូប។

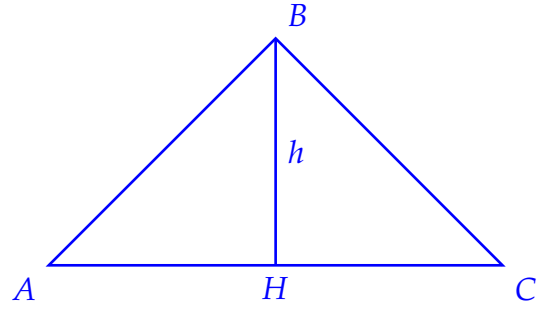
- យើងបានក្រឡាផ្ទៃ : $S = \frac{AC \times h}{2}$
 មុំ : $\alpha + \beta + \theta = 180^\circ$
 ដែល : $\theta = 90^\circ$



រូបភាពទី ៦. ត្រីកោណកែង

៣. ត្រីកោណសមបាត គេមានត្រីកោណកែងសមបាត ABC ដូចរូប។ យើងបាន

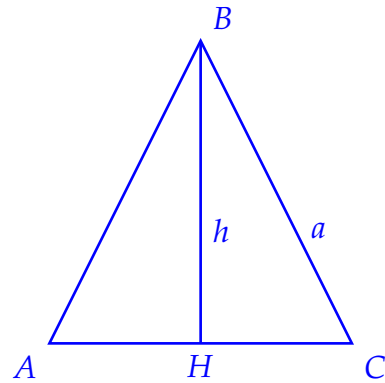
$$\begin{aligned} \text{ជ្រុង} & : |AB| = |BC| = |AC| \times \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \text{កម្ពស់} & : |BH| = |AH| = |HC| = \frac{AC}{2} \\ \text{មុំ} & : \alpha + \beta + \theta = 180^\circ \\ \text{ដែល} & : \theta = \beta = 45^\circ \end{aligned}$$



រូបភាពទី ៧. ត្រីកោណកែងសមបាត

៤. ត្រីកោណសម័ង្ស គេមានត្រីកោណសម័ង្ស ABC ដូចរូប។ យើងបាន៖

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

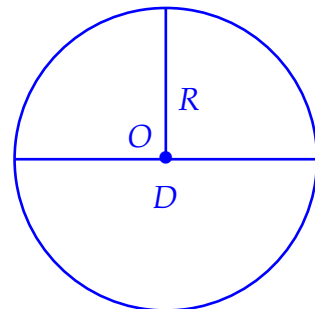


រូបភាពទី ៨. ត្រីកោណសម័ង្ស

៨.៤. រង្វង់

រង្វង់មួយមានផ្ចិត O កាំ R និងអង្កត់ផ្ចិត D ដូចរូប

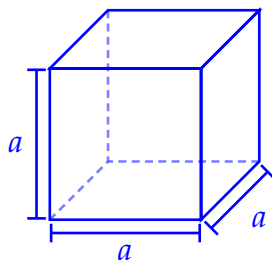
$$\begin{aligned} \text{អង្កត់ផ្ចិត} & : D = R + R = 2R \\ \text{បរិមាត្រ} & : P = \pi D = 2\pi R \\ \text{ក្រឡាផ្ទៃ} & : S = \pi R^2 = \pi \frac{D^2}{4} \end{aligned}$$



រូបភាពទី ៩. រង្វង់

៨.៥. គូប

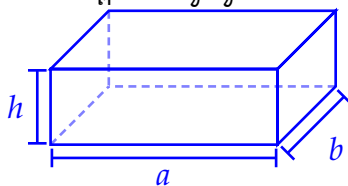
គូបមួយមានទ្រវែង a ដូចរូប។ យើងបានមាឌរបស់វាគឺ $V = a \cdot a \cdot a = a^3$



រូបភាពទី ១០. គូប

៨.៦. ប្រលេពីប៉ែតកែង

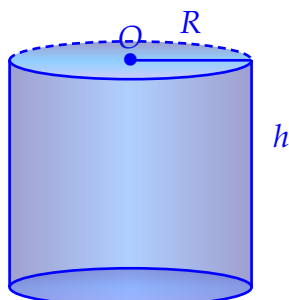
ប្រលេពីប៉ែតកែងមួយមានទ្រនុង a បណ្តោយ b និងកម្ពស់ h ដូចរូប។ យើងបានមាឌរបស់វាគឺ $V = a \cdot b \cdot h$



រូបភាពទី ១១. ប្រលេពីប៉ែតកែង

៨.៧. ស៊ីឡាំង

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



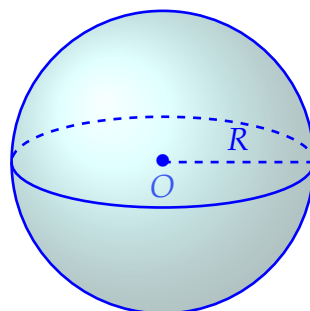
រូបភាពទី ១២. ស៊ីឡាំង

៨.៨. ផ្លែស្វាយ

ផ្លែស្វាយមានកាំ R ដូចរូប។ យើងបាន៖

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

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



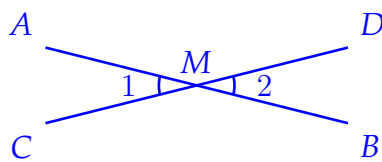
រូបភាពទី ១៣. ផ្លែស្វាយ

៨.៩. សមភាពនៃមុំ

១. មុំទល់កំពូល

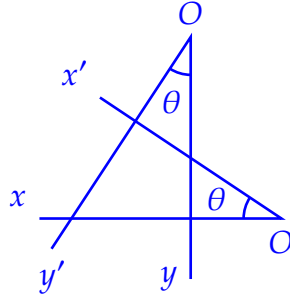
បើយើងរកឃើញ $\angle M_1$ និង $\angle M_2$ ជាមុំទល់កំពូល

យើងបាន៖ $\angle M_1 = \angle M_2$



រូបភាពទី ១៤. មុំទល់កំពូល

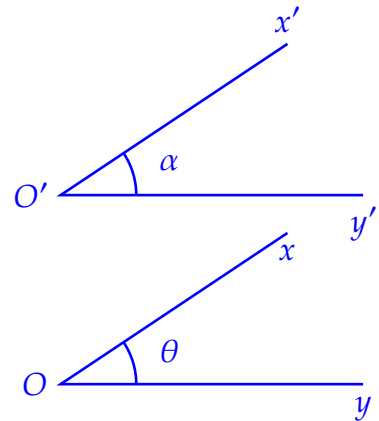
២. មុំមានរង្វង់កែងរៀងគ្នា កាលណាយើងមានមុំពីរ $\angle x'ox$ និង $\angle y'oy$ ហើយយើងមានជ្រុង $ox' \perp oy'$ និង $ox \perp oy$ យើងបាន $\angle x'ox = \angle y'oy$



រូបភាពទី ១៥. មុំមានរង្វង់កែងរៀងគ្នា

៣. មុំដែលមានរង្វង់ស្របរៀងគ្នា

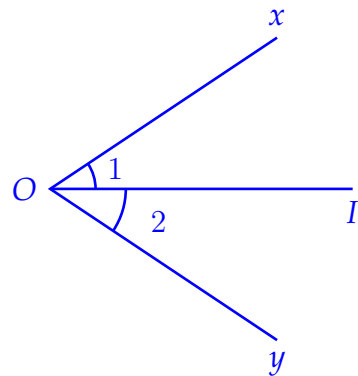
បើ $ox \parallel o'x'$ និង $oy \parallel oy'$ នោះមុំ $\angle xoy$ និង $\angle x'o'y'$ ហៅថាមុំមានជ្រុងត្រូវគ្នា ស្របរៀងគ្នាដែលមានតម្លៃស្មើគ្នា។ យើងបាន $\alpha = \theta$



រូបភាពទី ១៦. មុំដែលមានរង្វង់ស្របរៀងគ្នា

៤. កន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ

បើយើងរកឃើញថា OI ជាកន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ $\angle xoy$ នោះយើងបាន $\angle O_1 = \angle O_2$ ។



រូបភាពទី ១៧. កន្លះបន្ទាត់ពុះមុំ

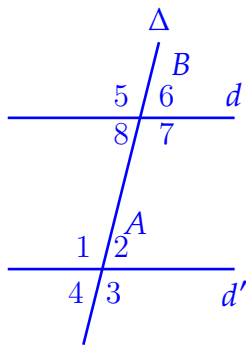
៥. មុំផ្គុំដោយបន្ទាត់ពីរស្របគ្នានិងខ្លាត់មួយ បើ $(d) \parallel (d')$ និង (Δ) ជាខ្លាត់យើងបាន៖

$$\angle A_1 = \angle B_7, \quad \angle A_2 = \angle B_8 \quad (\text{មុំឆ្លាស់ក្នុង})$$

$$\angle A_3 = \angle B_5, \quad \angle A_4 = \angle B_6 \quad (\text{មុំឆ្លាស់ក្រៅ})$$

$$\angle A_1 = \angle B_5, \quad \angle A_2 = \angle B_6, \quad \angle A_3 = \angle B_7, \quad \angle A_4 = \angle B_8 \quad (\text{មុំត្រូវគ្នា})$$

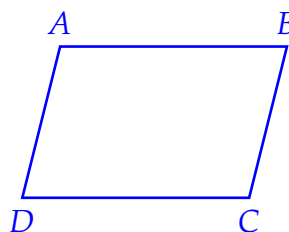
$$\angle A_1 = \angle A_3, \quad \angle A_2 = \angle A_4, \quad \angle B_5 = \angle B_7, \quad \angle B_6 = \angle B_8 \quad (\text{មុំទល់កំពូល})$$



រូបភាពទី ១៨. មុំផ្គុំដោយបន្ទាត់ពីរស្របគ្នានិងខ្លាត់មួយ

៦. មុំឈមប្រលេឡូក្រាម

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

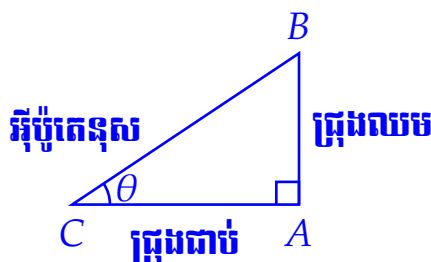


រូបភាពទី ១៩. មុំឈមប្រលេឡូក្រាម

៨.១០. 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 ។



តាមពីតាក៍រ $BC^2 = BA^2 + AC^2$

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

រូបភាពទី ២០. ទំនាក់ទំនងក្នុងត្រីកោណមាត្រ

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

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

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

២. ទំហំវ៉ិចទ័រ និងទំហំស្កាលែរ

១. ទំហំវ៉ិចទ័រ

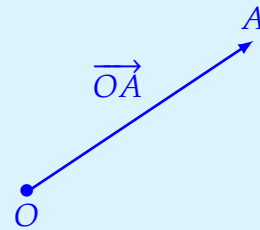
និយមន័យ

ទំហំវ៉ិចទ័រ: ជាទំហំដែលសំដែងជាតម្លៃពីជគណិត ហើយអាស្រ័យនឹង ទិស ទិសដៅ។ វ៉ិចទ័រមួយជាអង្កត់ដែលមានទិសដៅ ភ្ជាប់ពីចំណុចផ្សេងគ្នា 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៖ $|\overrightarrow{OA}|$



រូបភាពទី ១. វ៉ិចទ័រ

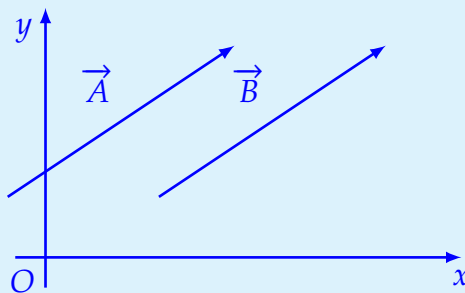
១.១. វ៉ិចទ័រពិស្មើគ្នា

និយមន័យ

វ៉ិចទ័រពិស្មើគ្នា: កាលណាវ៉ិចទ័រទាំងពីរនោះមានប្រវែងស្មើគ្នា និងមានទិសដៅដូចគ្នា។

ឧទាហរណ៍

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



រូបភាពទី ២. វ៉ិចទ័រពិស្មើគ្នា

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

គេសរសេរ៖ $\vec{A} = \vec{B}$

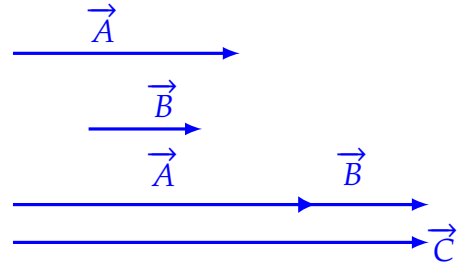
នាំឲ្យ៖ $|\vec{A}| = |\vec{B}|$ ឬ $A = B$

១.២. ផលបូកវ៉ិចទ័រ

១. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា

គេមានវ៉ិចទ័រពីរ \vec{A} និង \vec{B} ដូចរូបខាងស្តាំ។

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



រូបភាពទី ៣. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា

ក្នុងករណីដែលយើងចង់រកម៉ូឌុលនៃវ៉ិចទ័រ \vec{C} យើងត្រូវលើកអង្កទាំងពីរជាការេ

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

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

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

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

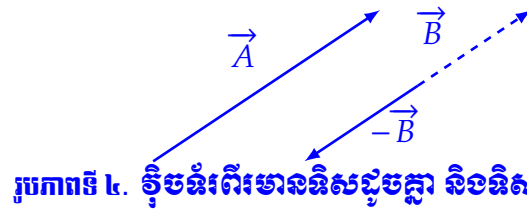
ពាទូទៅ

អាំងតង់ស៊ីតេវ៉ិចទ័រផ្គុំដែលមានទិសស្របគ្នា និងទិសដៅដូចគ្នាស្មើនឹងផលបូកអាំងតង់ស៊ីតេនៃវ៉ិចទ័រផ្គុំទាំងអស់។

២. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិសដូចគ្នា និងទិសដៅផ្ទុយគ្នា

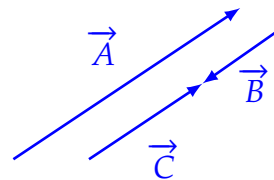
គេមានវ៉ិចទ័រពីរ \vec{A} និង \vec{B} ដូចរូបខាងស្តាំ។ គេបានវ៉ិចទ័រ

$$\vec{C} = \vec{A} + (-\vec{B}) = \vec{A} - \vec{B} \Rightarrow \boxed{C = A - B}$$



រូបភាពទី ៤. វ៉ិចទ័រពីរមានទិសដូចគ្នា និងទិសដៅផ្ទុយគ្នា

ដើម្បីសង់វ៉ិចទ័រផ្គុំ \vec{C} យើងរកិលវ៉ិចទ័រ \vec{B} ដោយរក្សាទិសរបស់វាទៅដាក់លើទិសនៃវ៉ិចទ័រ \vec{A} ដោយដាក់គល់នៃវ៉ិចទ័រ \vec{B} លើចុងស្តាប់ព្រួញនៃវ៉ិចទ័រ \vec{A} ។



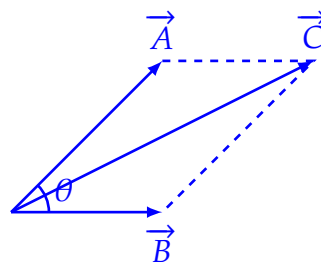
រូបភាពទី ៥. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិសដូចគ្នា និងទិសដៅផ្ទុយគ្នា

សម្គាល់

ទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រផ្គុំគឺដូចនឹងទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេធំជាងគេ។

៣. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិសបង្កើតបានមុំ θ

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



រូបភាពទី ៦. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិសបង្កើតបានមុំ θ

យើងអាចលើកអង្គទាំងពីរនៃសមីការនេះជាការេ

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

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

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

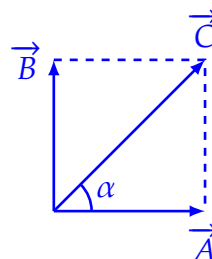
$$\text{នាំឲ្យ : } C = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

សង្ខេប

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

៤. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទិសដៅកែងគ្នា

គេមានវ៉ិចទ័រពីរ \vec{A} និង \vec{B} ដែលផ្គុំគ្នាបានមុំ 90° ឬមានទិស និងទិសដៅកែងគ្នា ដូចរូបខាងស្តាំ។ យើងបានវ៉ិចទ័រផ្គុំនៃវ៉ិចទ័រ \vec{A} និង \vec{B} គឺតាងដោយ $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$



រូបភាពទី ៧. ផលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទិសដៅកែងគ្នា

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 ។

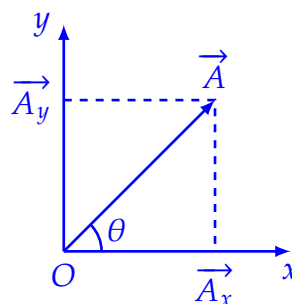
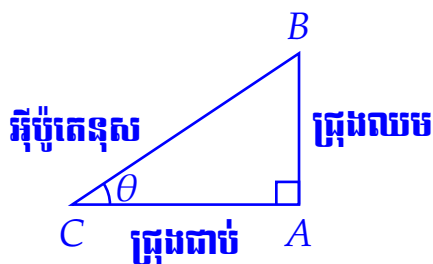
$$\sin \theta = \frac{\text{ជ្រុងឈម}}{\text{អ៊ីប៉ូតេនុស}}, \quad \cos \theta = \frac{\text{ជ្រុងជាប់}}{\text{អ៊ីប៉ូតេនុស}}, \quad \tan \theta = \frac{\text{ជ្រុងឈម}}{\text{ជ្រុងជាប់}}$$

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 យើងបានធាតុរបស់វា(Components of Vectors)គឺ \vec{A}_x និង \vec{A}_y ។ តាមលក្ខណៈនៃវ៉ិចទ័រយើងបាន៖ $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$



រូបភាពទី ៨. ដលបូកវ៉ិចទ័រពីរមានទិស និងទិសដៅកែងគ្នា

សម្រាយបញ្ជាក់.

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

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

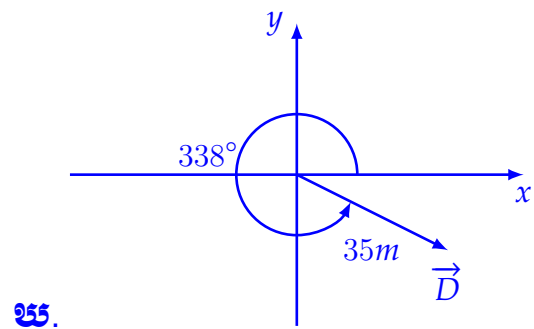
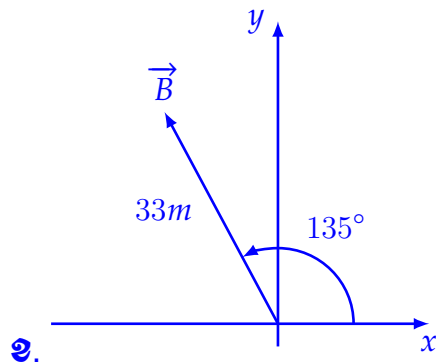
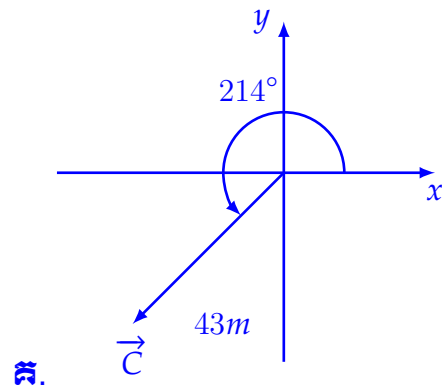
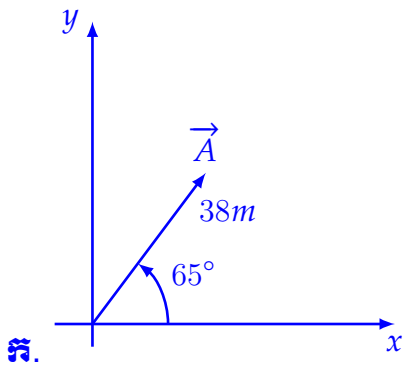
ដោយ : $\vec{A}^2 = A^2$, $\vec{A}_x^2 = A_x^2$, $\vec{A}_y^2 = A_y^2$, $(\vec{A}_x, \vec{A}_y) = 90^\circ$

យើងបាន : $A^2 = A_x^2 + A_y^2$

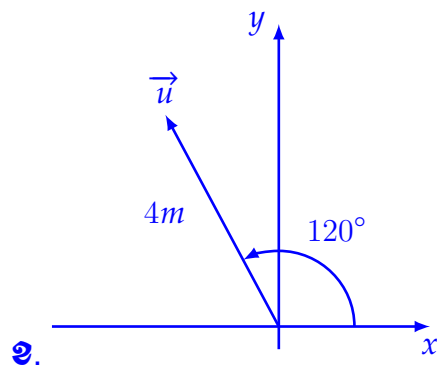
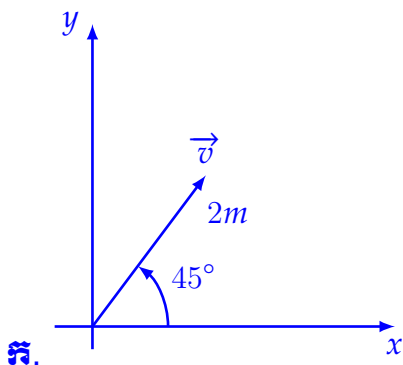
នាំឲ្យ : $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$

៤. សំណួរ លំហាត់អនុវត្តន៍ និងកិច្ចការផ្ទះ

១. ចូររកកុំប៉ូសង់នៃវ៉ិចទ័រក្នុងករណីនីមួយៗខាងក្រោម៖

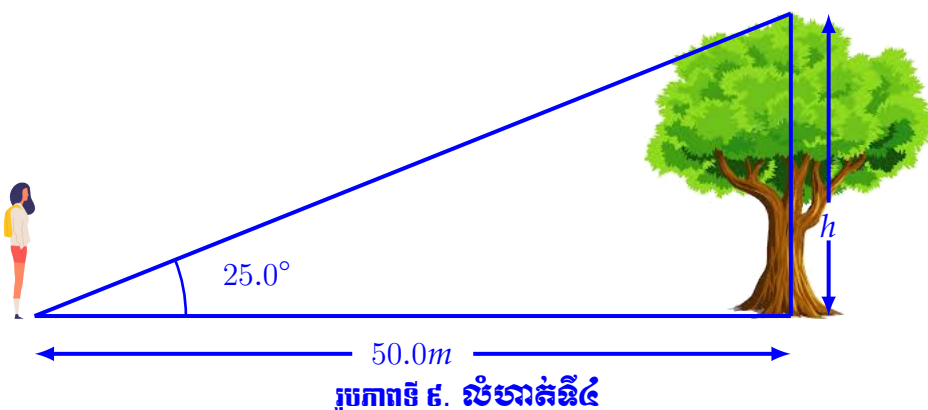


២. ចូររកកុំប៉ូសង់តាមអ័ក្សអាប់ស៊ីស និងអរដោនេនៃវ៉ិចទ័រខាងក្រោម៖

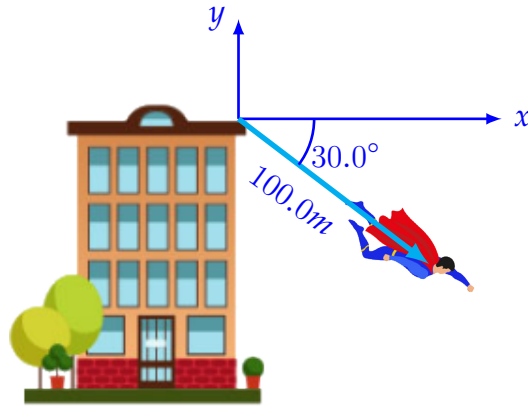


៣. គេឲ្យប្រមាស់ទីពីរគឺ $\vec{r}_1 = (6.00\vec{i} + 3.00\vec{j})\text{ m}$ និង $\vec{r}_2 = (4.00\vec{i} + 5.00\vec{j})\text{ m}$ ចូរគណនា $\vec{r}_1 + \vec{r}_2$, $\vec{r}_1 - \vec{r}_2$, $2\vec{r}_1 - \vec{r}_2$ និងម៉ូឌុលរបស់វាផង។

៤. អ្នកចង់រកកំពស់ដើមឈើតែមិនអាចវាស់ដោយផ្ទាល់បានទេ។ អ្នកឈរចម្ងាយ 50.0 m ពីដើមឈើហើយកំណត់ថា បន្ទាត់នៃការមើលឃើញពីដីទៅដល់កំពូលនៃដើមឈើបង្កើតបានមុំ 25.0° ជាមួយនឹងដី។ តើដើមឈើមានកំពស់ប៉ុន្មាន?

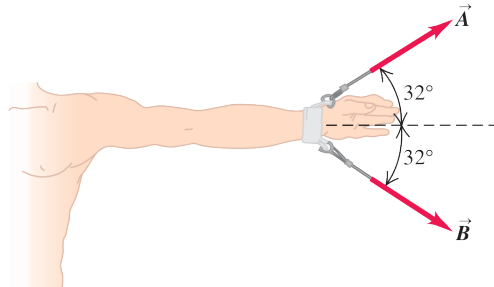


៥. រកបម្លាស់ទីតាមអ័ក្សអាប់ស៊ីស និងអ័ក្សអរដោនេនៃបម្លាស់ទី $100.0m$ របស់កំពូលវិរបុរសម្នាក់បានហោះចេញពីកំពូលនៃដំបូលអាគារមួយដូចបានបង្ហាញក្នុងរូប។



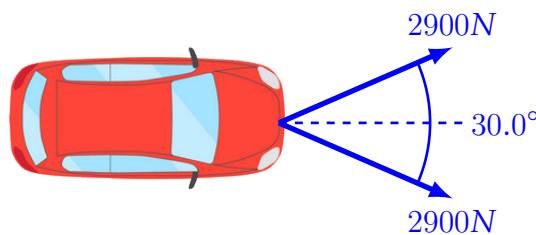
រូបភាពទី ១០. សំណាត់ទី៥

៦. អ្នកជម្ងឺម្នាក់គាត់បានកាត់ឆ្អឹងដៃ ហើយដៃរបស់គាត់បានចងទាញដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ខ្សែទាំងពីរនោះត្រូវបានទាញដោយរ៉ឺចទ័រកម្លាំងពីរគឺ \vec{A} និង \vec{B} ដែលមានតម្លៃស្មើគ្នា និងបង្កើតកម្លាំងផ្គុំដែលមានលើដៃអ្នកជម្ងឺនោះគឺ $5.60N$ ។ គណនាកម្លាំងដែលអនុវត្តលើខ្សែនីមួយៗ។



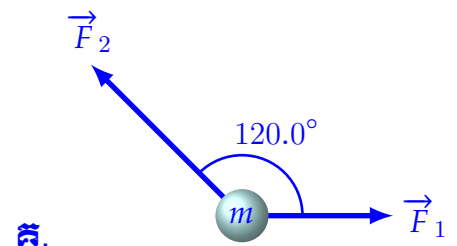
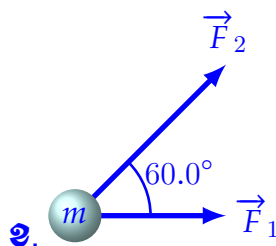
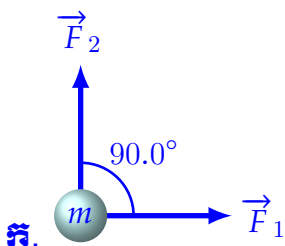
រូបភាពទី ១១. សំណាត់ទី៦

៧. ឡានមួយត្រូវបានទាញដោយកម្លាំងពីរតាមរយៈខ្សែពួរពីរខ្សែ(ដូចរូប) ខ្សែទាំងពីរនេះផ្គុំគ្នាបានមុំ 30.0° ។ តម្លៃនៃកម្លាំងដែលអនុវត្តលើខ្សែនីមួយៗគឺ $2900N$ ។ គណនាកម្លាំងផ្គុំដែលមានអំពើលើរថយន្តនេះ។



រូបភាពទី ១២. សំណាត់ទី៧

៨. រ៉ឺចទ័រនៃកម្លាំងពីរ \vec{F}_1 និង \vec{F}_2 មានអំពើលើវត្ថុមួយដែល $F_1 = 20.0N$ និង $F_2 = 15.0N$ ។ ចូរគណនាកម្លាំងផ្គុំដែលមានលើវត្ថុនេះក្នុងករណី ក,ខ និង គ។



៣. ចលនាអង្គធាតុតាមមួយទិសត្រួត

១. ចលនាមេកានិច

និយមន័យ

- បម្លាស់ប្តូរទីតាំងអង្គធាតុមួយធៀបនឹងអង្គធាតុមួយទៀត ហៅថាចលនាមេកានិច។
- ចំពោះអង្គធាតុណាមួយដែលកំណត់ចលនានៃអង្គធាតុផ្សេងទៀតធៀបនឹងវា គេហៅថាអង្គធាតុនោះថា តម្រុយ។

២. បម្លាស់ទី ល្បឿន និងចំនុចល្បឿន

យើងនឹងបែងចែកអំពីភាពខុសគ្នារវាង ចម្ងាយចរ និងបម្លាស់ទី ហើយល្បឿន និងរ៉ាឌីយ៉ង់ល្បឿន។

២.១. ចម្ងាយចរ និងបម្លាស់ទី

និយមន័យ

ចម្ងាយចរ: ជាប្រវែងសរុបនៃចលនារបស់អង្គធាតុដោយមិនគិតពីទិសដៅនៃចលនា។
បម្លាស់ទី: ជាចម្ងាយចរដែលវាស់តាមខ្សែត្រង់ និងតាមទិសដៅជាក់លាក់។

សម្គាល់

លក្ខណៈសម្គាល់ទាំងពីរនៃបម្លាស់ទីគឺ:

- **បម្លាស់ទី** គឺជាចម្ងាយចររវាងទីតាំងដើម និងទីតាំងស្រេចរបស់អង្គធាតុ។
- **បម្លាស់ទី** មានទិសដៅពីទីតាំងដើមទៅទីតាំងស្រេចរបស់អង្គធាតុ។

២.២. ល្បឿន និងចំនុចល្បឿន

១. ល្បឿន

ល្បឿននៃអង្គធាតុមួយសម្គាល់ភាពលឿន ឬភាពយឺតនៃចលនារបស់អង្គធាតុនោះ ហើយកំណត់ដោយផលធៀបរវាង ចម្ងាយចរ និងរយៈពេល។ យើងបាន: $\text{ល្បឿន} = \frac{\text{ចម្ងាយចរ}}{\text{រយៈពេល}}$ ឬ $v = \frac{d}{t}$

- ចម្ងាយចរគិតជាម៉ែត្រ (m)
- ល្បឿនគិតជាម៉ែត្រក្នុងមួយវិនាទី (m/s)
- រយៈពេលគិតជាវិនាទី (s)

ភាគច្រើននៃអង្គធាតុមិនមានចលនាដោយល្បឿនថេរទេ ល្បឿនបស់វាពេលខ្លះយឺត និងពេលខ្លះលឿន។ ហេតុនេះហើយ គេត្រូវកំណត់ល្បឿនរបស់អង្គធាតុនោះជាល្បឿនមធ្យមដែលល្បឿននេះដោយផលធៀបរវាងចម្ងាយចរសរុប និងរយៈពេលសរុប។

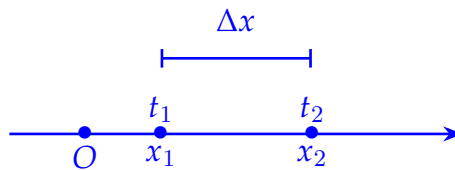
យើងបាន: $\text{ល្បឿនមធ្យម} = \frac{\text{ចម្ងាយចរសរុប}}{\text{រយៈពេលសរុប}}$ ឬ $\bar{v} = \frac{d}{t}$

២. ចំនុចល្បឿន

រ៉ាឌីយ៉ង់ល្បឿនគឺជាបម្លាស់ទីរបស់វត្ថុក្នុងមួយខ្នាតពេល។

យើងបាន: រ៉ឺឡេទីវីតេ = $\frac{\text{បម្លាស់ទី(ចម្ងាយត្រង់)}}{\text{រយៈពេលចរ}}$ ។

ឧបមាថានៅខណៈ t_1 ចល័តស្ថិតនៅត្រង់ចំណុចមួយដែលមានទីតាំង x_1 ហើយនៅខណៈ t_2 ចល័តស្ថិតនៅត្រង់ចំណុចមួយដែលមានទីតាំង x_2 ។



យើងបាន: រ៉ឺឡេទីវីតេមធ្យម = $\frac{\text{បម្លាស់ទីសរុប}}{\text{រយៈពេលចរ}}$ ឬ $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

នៅក្នុងជីវភាពរស់នៅយើងតែងតែប្រើពាក្យល្បឿនតែមួយគត់។ ប៉ុន្តែនៅក្នុងរូបវិទ្យា គេបានញែកពាក្យនេះជាពីរដាច់ចេញពីគ្នាគឺ ល្បឿន និង រ៉ឺឡេទីវីតេ។ ល្បឿន ជាចម្ងាយចរក្នុងមួយខ្នាតពេល។ ចំណែករ៉ឺឡេទីវីតេ ជាបម្លាស់ទីក្នុងមួយខ្នាតពេល។

សង្ខេប

កាលណាគេនិយាយពីរ៉ឺឡេទីវីតេនៃអង្គធាតុមួយគេត្រូវគិតដល់ល្បឿននិងទិសដៅដែលវាបានឆ្លងកាត់។

ក្នុងចលនាត្រង់ស្មើ រ៉ឺឡេទីវីតេនិងរ៉ឺឡេទីវីតេបម្លាស់ទីមានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា ដូចនេះគេអាចសរសេរ: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

២.៣. រ៉ឺឡេទីវីតេខណៈ

រ៉ឺឡេទីវីតេខណៈ v_x ជាល្បឿនត្រង់ ទីតាំងណាមួយ លើគន្លងដែលវាបានផ្លាស់ទី។ យើងបាន $v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (មានន័យថាចន្លោះពេល Δt តូចៗ ពេលគឺ $\Delta t \rightarrow 0$ ដែលនាំឲ្យចន្លោះពេលនេះក្លាយជាមួយទីតាំងតែម្តង) ហើយក្នុងគណិតវិទ្យាលីមីតនេះជាដេរីវេនៃ x ធៀបនឹងពេល t ដែលគេតាងដោយ $\frac{dx}{dt}$ ។ ដូចនេះ $v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$ វាជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះលើខ្សែកោងត្រង់ចំណុចមួយនោះ ដែលខ្សែកោងនេះជាសមីការទីតាំង $x(t)$ នៃចលនា។

២.៤. សំនុះ សំនុះមធ្យម សំនុះខណៈ

និយមន័យ

នៅពេលដែលចល័តមួយផ្លាស់ប្តូរល្បឿនធៀបនឹងពេលគេហៅអង្គធាតុនោះកំពុងមានសំនុះ។

១. សំនុះមធ្យម

ឧបមានៅខណៈ t_1 ចល័តមួយមានរ៉ឺឡេទីវីតេ v_1 ហើយនៅខណៈ t_2 វាមានល្បឿន v_2 ។ សំនុះមធ្យម \bar{a} ឬ a_{av} នៅចន្លោះពីរទីតាំងរបស់ចល័តផ្លាស់ទីមួយគឺជាផលធៀបរវាងរ៉ឺឡេទីវីតេ Δv និងចន្លោះពេល Δt ។

$$\text{យើងបានសំនុះមធ្យម} : \bar{a} = a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

២. សំនុះខណៈ

និយមន័យ

សំនុះខណៈ a នៃវត្ថុផ្លាស់ទីគឺជាសំនុះត្រង់ទីតាំងណាមួយក្នុងគន្លងរបស់វា។ មានន័យថាជាលីមីតនៃសំនុះមធ្យមនៅពេលណាដែល Δt ខិតទៅរកសូន្យ។

$$\text{យើងបាន} : a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2}$$

សង្ខេប

បើបកស្រាយតាមក្រាហ្វិច គេអាចនិយាយថា៖

- សំទុះមធ្យមគឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃទីតាំងពីរដែលនៅលើខ្សែកោង $v - t$ ។
- សំទុះខណៈនៃទីតាំងមួយលើគន្លង គឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះទៅនឹងខ្សែកោង $v - t$ ត្រង់ទីតាំងនោះ។

៣. ចលនាអង្គធាតុតាមមួយវិមាត្រ

ចលនារបស់អង្គធាតុមានច្រើនបែបច្រើនយ៉ាងដូចជា ចលនាត្រង់ ចលនារង់ ចលនាកោង ចលនាឆ្វិល ចលនារំកិល...។ ប៉ុន្តែក្នុងមេរៀននេះយើងលើកយកតែចលនាត្រង់ មកសិក្សាប៉ុណ្ណោះ។

៣.១. ចលនាត្រង់ស្មើ

និយមន័យ

ចលនាត្រង់ស្មើជាចលនារបស់អង្គធាតុមួយដែលមានគន្លងជាបន្ទាត់ត្រង់ និងមានល្បឿនថេរ។

ឧទាហរណ៍

បើរថយន្តមួយចរបានចម្ងាយ $10m$ រៀងរាល់មួយវិនាទី គេអាចនិយាយថា រថយន្តនោះចរដោយល្បឿនថេរគឺ $10m/s$ ។

• **សមីការចលនា** $x = vt + x_0$

• **ល្បឿន** $v = \frac{x - x_0}{t}$ ថេរ

• **សំទុះ** $a = 0$ (ព្រោះល្បឿនថេរ)

សង្ខេប

នៅលើក្នុងទំរង់ល្បឿន ល្បឿនគិតជាគីឡូម៉ែត្រក្នុងមួយម៉ោង (km/h) ឬម៉ាយក្នុងមួយម៉ោង (MPH) ឬ (mi/h)។

• $1 \text{ ម៉ាយ} = 1.61 \text{ គីឡូម៉ែត្រ}$ ឬ $1mi = 1.61km$

• $1 \text{ ម៉ោង} = 60 \text{ នាទី}$ ឬ $1h = 60min$

• $1 \text{ នាទី} = 60 \text{ វិនាទី}$ ឬ $1min = 60s$

• $1 \text{ ម៉ោង} = 3600 \text{ វិនាទី}$ ឬ $1h = 3600s$

ឧទាហរណ៍

ចល័តមួយផ្លាស់ទីដោយចលនាត្រង់ស្មើនៅខណៈ $t = 0$ វាចរបានចម្ងាយ $5m$ រយៈពេល $5s$ ក្រោយមកវាចរបានចម្ងាយ $50m$ ។ គណនាល្បឿនរបស់ចល័ត។

៣.២. ចលនាត្រង់ប្រែប្រួលល្បឿន

និយមន័យ

ចលនាត្រង់ប្រែប្រួលល្បឿន ជាចលនាដែលល្បឿនកើនឡើងឬថយចុះដោយតម្លៃស្មើគ្នាក្នុងរយៈពេលស្មើគ្នា។ គេបានបែងចែកប្រភេទនៃចលនាត្រង់ប្រែប្រួលល្បឿនជាពីរគឺ ចលនាស្ទុះស្មើ និងចលនាយឺតស្មើ។

១. ចលនាស្ទុះស្ទើរ

និយមន័យ

ចលនាមួយ ជាចលនាស្ទុះស្ទើរ កាលណាល្បឿនរបស់វាកើនឡើងដោយតម្លៃស្មើគ្នា ក្នុងរយៈពេលដូចគ្នាៗ។
ក្នុងចលនាស្ទុះស្ទើរសំខាន់ៗ $a > 0$ និងល្បឿនខណៈធំជាងល្បឿនដើម $v > v_0$ ។

២. ចលនាយឺតស្ទើរ

និយមន័យ

ចលនាមួយ ជាចលនាយឺតស្ទើរ កាលណាល្បឿនរបស់វាថយចុះដោយតម្លៃស្មើគ្នា ក្នុងរយៈពេលដូចគ្នាៗ។
ក្នុងចលនាយឺតស្ទើរសំខាន់ៗ $a < 0$ និងល្បឿនខណៈតូចជាងល្បឿនដើម $v < v_0$ ។

- សមីការចលនា ឬសមីការរាបស់ស៊ីស $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$
- សំខុះ $a = \frac{v - v_0}{t}$ (ថេរ)
- ល្បឿន $v = v_0 + at$ និង $v_{av} = \frac{v + v_0}{2}$
- ទំនាក់ទំនងគ្នាខណៈពេល $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

លំហាត់គំរូ

១. រថយន្តមួយកំពុងបើកលើផ្លូវត្រង់ដោយចលនាត្រង់ស្ទើរ ដោយល្បឿន $v_0 = 20m/s$ ។ អ្នកបើកបានឃើញស្ពាននៅខាងមុខ $53m$ បាក់ភ្លាមៗនោះគាត់ក៏ជាន់ប្រាំង រថយន្តក៏បន្តដំណើរដោយចលនាយឺតស្ទើរដែលមានសំខាន់ៗ $a = -4m/s^2$ ។ តើរថយន្តនោះធ្លាក់ស្ពាន ឬទេ?
២. ទូកមួយឆ្លងកាត់ពីមាត់ប្រាំងម្ខាងទៅមាត់ប្រាំងម្ខាងទៀតដោយល្បឿន $5m/s$ ហើយទូកនោះត្រូវចរន្តទឹកហូរដោយល្បឿន $2m/s$ ។ ចូរតាងរ៉ឺឡាទីវីតេនៃបម្លាស់ទីរបស់ទូកតាមមាត្រដ្ឋាន $1cm$ ត្រូវនឹង $1m/s$ ។
៣. ចល័តមួយធ្វើចលនាដោយល្បឿនប្រែប្រួលពី $20m/s$ ទៅ $40m/s$ ដោយប្រើរយៈពេល $2mn$ ។ គណនាល្បឿនមធ្យម និងបម្លាស់ទីរបស់ចល័តក្នុងរយៈពេល $2mn$ ។
៤. រថយន្តមួយបើកឡើងភ្នំដោយល្បឿនមធ្យម $10m/s$ ។ រថយន្តមានចលនាយឺតស្ទើរ។ គណនាល្បឿនដើមដោយដឹងថាល្បឿនស្រេចគឺ $v = 5m/s$ ។

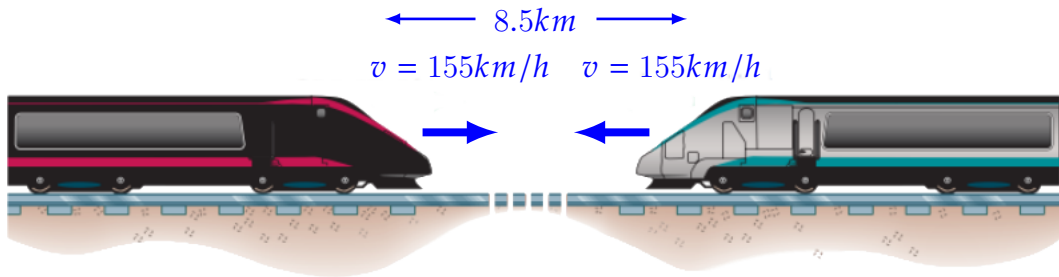
៤. សំណួរ លំហាត់អនុវត្តន៍ និងកិច្ចការផ្ទះ

១. ចូររកឧទាហរណ៍ទំហំរ៉ាឌីង និងទំហំស្កាលែនីមួយៗឲ្យបានប្រាំ។
២. ចូររកលក្ខណៈខុសគ្នារវាងទំហំរ៉ាឌីង និងទំហំស្កាលែ។
៣. តើបម្លាស់ទី និងចម្ងាយចរខុសគ្នាយ៉ាងដូចម្តេច?
៤. ចូរសរសេររូបមន្តល្បឿនមធ្យម និងរ៉ាឌីងល្បឿនមធ្យម។
៥. តើក្នុងទំរង់តួរវាស់ចម្ងាយចរ ឬបម្លាស់ទី? ចូរពន្យល់។
៦. តើក្នុងទំរង់តួរបស់អ្នកមាននាទីវាស់ល្បឿន ឬរ៉ាឌីងល្បឿន?
៧. វត្ថុមួយផ្លាស់ទីលើអ័ក្សអាប់ស៊ីសពីចំណុច $x = -1.0\text{cm}$ ទៅចំណុច $x_2 = -4.0\text{cm}$ ។ រកបម្លាស់ទីរបស់វត្ថុនោះ។
៨. រថយន្តមួយត្រូវបានគេបើកបរទៅទិសខាងកើតបានចម្ងាយ 10.0km បន្ទាប់មករថយន្តនោះបកត្រឡប់ក្រោយបានចម្ងាយ 4km ។ គណនាចម្ងាយចរ និងបម្លាស់ទីរបស់រថយន្តនេះ។
៩. ចូរបំបែកខ្នាតល្បឿន 54km/h ជា m/s , 600cm/s ជា km/h និង 20m/s ជា km/h ។
១០. កីឡាករម្នាក់រត់បានចម្ងាយ 120km ដោយប្រើពេល 10.0s ។ តើល្បឿនមធ្យមរបស់កីឡាករនេះស្មើនឹងប៉ុន្មាន?
១១. កីឡាករម្នាក់រត់បានចម្ងាយ 100m ដោយប្រើរយៈពេល 10s ។ តើកីឡាករនោះមានល្បឿនប៉ុន្មាន?
១២. រថយន្តមួយចរបានចម្ងាយ 30 ម៉ាយ ក្នុងរយៈពេល 30 នាទី។ គណនាល្បឿនរបស់រថយន្តគិតជាគីឡូម៉ែត្រក្នុងមួយម៉ោង។
១៣. រថយន្តពីរធ្វើចលនាស្មើ។ រថយន្តទី១ ចរបានចម្ងាយ 6km ក្នុងរយៈពេល 5mn និង រថយន្តទី២ ចរបានចម្ងាយ 90m ក្នុងរយៈពេល 3s ។ តើរថយន្តណាមួយមានល្បឿនធំជាង ឬល្បឿនជាង?
១៤. តើរថយន្តមួយត្រូវប្រើរយៈពេលប៉ុន្មានម៉ោង ដើម្បីឲ្យរថយន្តនោះចរបានចម្ងាយ 86km ក្នុងល្បឿន 8m/s ?
១៥. តើយន្តហោះប្រតិកម្មត្រូវមានល្បឿនប៉ុន្មាន km/h ដើម្បីឲ្យល្បឿនរបស់វាស្មើនឹងល្បឿនដំណាលនៃសូរ បើគេដឹងថាល្បឿនដំណាលនៃសូរគឺ 340m/s ។
១៦. ក្នុងរង្វិលជុំវិញព្រះអាទិត្យ ផែនដីមានល្បឿន 30km/s ។ គណនាចម្ងាយដែលផែនដីចរបានក្នុងរយៈពេលមួយថ្ងៃមួយយប់ និងក្នុងមួយឆ្នាំគិតជាម៉ែត្រ។
១៧. ក្នុងរយៈពេល $\frac{1}{2}\text{mn}$ មនុស្សម្នាក់អង្គុយក្នុងរទេះភ្លើងរាប់បាន 30 ដងនៃស្លូដែលកង់រទេះភ្លើងទង្គិចនឹងកន្លែងផ្លូវដែកភ្ជាប់គ្នា។ គណនាល្បឿននៃខ្សែរទេះភ្លើងគិតជា km/h ដោយដឹងថាផ្លូវដែកមួយកំណាត់ៗមានប្រវែង 15m ។
១៨. ចម្ងាយរវាងទីក្រុង A និង B ប្រវែង 250km ។ ពីទីក្រុងទាំងពីរ មានរថយន្តពីរចេញដំណើរដំណាលគ្នាដើម្បីជួបគ្នា។ រថយន្តចេញពីទីក្រុង A មានល្បឿន 60km/h ។ រថយន្តចេញពីទីក្រុង B មានល្បឿន 40km/h ។ គេសន្មតថា រថយន្តទាំងពីរមានចលនាស្មើ។
រករយៈពេលដែលរថយន្តទាំងពីរជួបគ្នាបន្ទាប់ពីចេញដំណើរ ហើយវាជួបគ្នានៅចម្ងាយប៉ុន្មានពី A?
១៩. រថយន្តពីរចេញពីភ្នំពេញទៅបាត់ដំបង។ រថយន្តទី១ មានល្បឿន 30km/h ចំណែករថយន្តទី២ មានល្បឿន 40km/h ។ រថយន្តទី២ ចេញដំណើរក្រោយរថយន្តទី១ រយៈពេល 10mn ។
កំណត់រយៈពេល និងទីកន្លែងដែលរថយន្តទី២ ទៅទាន់ជួបរថយន្តទី១។
២០. កំពង់ផែ A និង B ឋិតនៅចម្ងាយ 46km ពីគ្នា។ កំណត់រយៈពេលចាំបាច់សម្រាប់ឲ្យកាណូតមួយចេញពី A ទៅ B រួចពី B ទៅ A វិញ។ ល្បឿនកាណូតក្នុងទឹកនឹងគឺ 13km/h និងល្បឿនចរន្តទឹកហូរពី A ទៅ B គឺ 1.5m/s ។

២១. រថយន្តមួយចេញដំណើរពីចំណុច O តម្រង់ទៅទិសខាងលិចដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ គណនាសំទុះរបស់វា។



២២. រថភ្លើងពីរកំពុងផ្លាស់ទីមកជិតគ្នាទៅវិញទៅមកលើគន្លងស្របគ្នា ដែលរថភ្លើងនីមួយៗផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 155km/h ធៀបនឹងដី។ ប្រសិនបើដំបូងរថភ្លើងទាំងពីរនេះស្ថិតនៅចម្ងាយពីគ្នាប្រវែង 8.5km ។ តើរយៈពេលប៉ុន្មាននាទីទើបរថភ្លើងទាំងពីរជួបគ្នា?



២៣. ចលនាត្រង់មួយមានសមីការ $x = 10 + 20t - 5t^2$ ដោយ x គិតជាម៉ែត្រ (m) និង t គិតជាវិនាទី (s) ។

- ក. កំណត់ប្រភេទនៃចលនា និងគណនាសំទុះ។
- ខ. គណនាល្បឿនខណៈនៅខណៈពេល $t = 0$ និង $t = 2\text{s}$ ។
- គ. តើចល័តស្ថិតនៅទីតាំងណា នៅខណៈដែលល្បឿនរបស់វាមានតម្លៃស្មើសូន្យ។

២៤. អង្គធាតុមួយធ្វើចលនាតាមអ័ក្ស $x'ox$ ដែលមានសមីការ $x = 6 + 2t - t^2$ ដែល x គិតជាម៉ែត្រ (m) និង t គិតជាវិនាទី (s) ។

- ក. កំណត់សំទុះ ល្បឿនដើម អាប់ស៊ីសដើម និងប្រភេទចលនា។
- ខ. គណនាទីតាំង ល្បឿនខណៈ $t = 3\text{s}$ ។

៤. ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន

សេចក្តីផ្តើម

យើងបានសិក្សាអំពីចម្លើយនៅមេរៀនមុនអំពី ល្បឿន សំទុះនៃចលនារបស់អង្គធាតុដោយយើងមិនបានពិភាក្សាអំពីថាហេតុអ្វីដែលធ្វើឲ្យវាមានចលនាឡើយ(ផ្នែកស៊ីនេម៉ាទិច)។ ដោយលែងក្នុងមេរៀននេះយើងនឹងពិនិត្យមើលពីបុព្វហេតុដែលធ្វើឲ្យវត្ថុ ឬអង្គធាតុមួយមានចលនា(ផ្នែកឌីណាមិច)។ ឧទាហរណ៍ តើអ្វីដែលធ្វើឲ្យវត្ថុមួយនៅនឹងថ្កល់? ហើយអ្វីដែលធ្វើឲ្យវត្ថុមួយទៀតមានសំទុះ? កត្តាពីរដែលយើងនឹងលើកមកពិភាក្សាលើច្បាប់គ្រឹះបីនៃចលនាដែលទាក់ទងនឹងកម្លាំង និងម៉ាស់។ ច្បាប់គ្រឹះទាំងបីនេះត្រូវបានពិនិត្យពិចារណាយ៉ាងជាក់លាក់ជាងបឋមវិទ្យាមកហើយ ដែលជាច្បាប់លោក អ៊ីសាក់ ញូតុន។

នៅពេលដែលយើងយល់ច្បាស់នូវច្បាប់ទាំងបីនេះហើយ យើងអាចឆ្លើយនឹងសំណួរដូចជា តើអ្វីដែលធ្វើឲ្យវត្ថុប្តូរចលនា? និង តើហេតុអ្វីបានជាវត្ថុមួយស្ទុះលឿនជាងវត្ថុមួយទៀត? ជាដើម។

ជីវប្រវត្តិសង្ខេប

លោក អ៊ីសាក់ ញូតុន(Isaac Newton) ជាអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ និងជាអ្នកគណិតវិទ្យាដ៏ល្បីល្បាញម្នាក់។ នៅថ្ងៃទី ២៥ ខែធ្នូ ឆ្នាំ ១៦៤២ ឆ្នាំតែមួយដែលកាលីលេទទទួលមរណភាពនៅអ៊ីតាលី អ្នកប្រាជ្ញមួយរូបទៀតបានចាប់កំណើតឡើង នៅក្នុងប្រទេសអង់គ្លេស... អ៊ីសាក់ ញូតុន ចាប់កំណើតឡើងនៅក្នុងកាលៈទេសៈដ៏លំបាកមួយ ទាំងនៅក្នុងគ្រួសារ និងនៅក្នុងប្រទេស។

ញូតុនចាប់កំណើតឡើងជាកូនកំព្រាឪពុក។ ឪពុករបស់ញូតុនបានទទួលមរណភាពតាំងពី ៣ខែមុនញូតុនកើត ហើយនៅពេលដែលញូតុនមានអាយុទើបនឹងបាន ៣ឆ្នាំ ម្តាយបានរៀបការប្តីថ្មី ហើយទុកចោលញូតុនឲ្យរស់នៅជាមួយនឹងជីដូនជីតាដោយសារតែប្តីថ្មីមិនចង់ឲ្យញូតុនទៅរស់នៅជាមួយ។

គាត់បានរៀន នៅ Free Grammar School និងបន្តទៅ Trinity College, University of Cambridge។ ពេលកំពុងរៀននៅអនុវិទ្យាល័យ គាត់បានចាប់អារម្មណ៍នឹងមុខវិជ្ជា គណិតវិទ្យា រូបវិទ្យា និងតារាសាស្ត្រ។ លោកញូតុន បានស្លាប់ នៅឆ្នាំ ១៧២៧ ពេលដែលគាត់មានអាយុ ៨៥ឆ្នាំ។



លោក អ៊ីសាក់ ញូតុន
(១៦៤២-១៧២៧)

១. កម្លាំង

១.១. សញ្ញាណកម្មកម្លាំង (Force Notation)

និយមន័យ

កម្លាំង ជាបុព្វហេតុ៖

- ធ្វើឲ្យអង្គធាតុមានចលនា ឬបម្រុងមានចលនា
- បញ្ឈប់ ឬផ្លាស់ប្តូរទិសដៅចលនារបស់អង្គធាតុ
- ធ្វើឲ្យអង្គធាតុខូចទ្រង់ទ្រាយ។

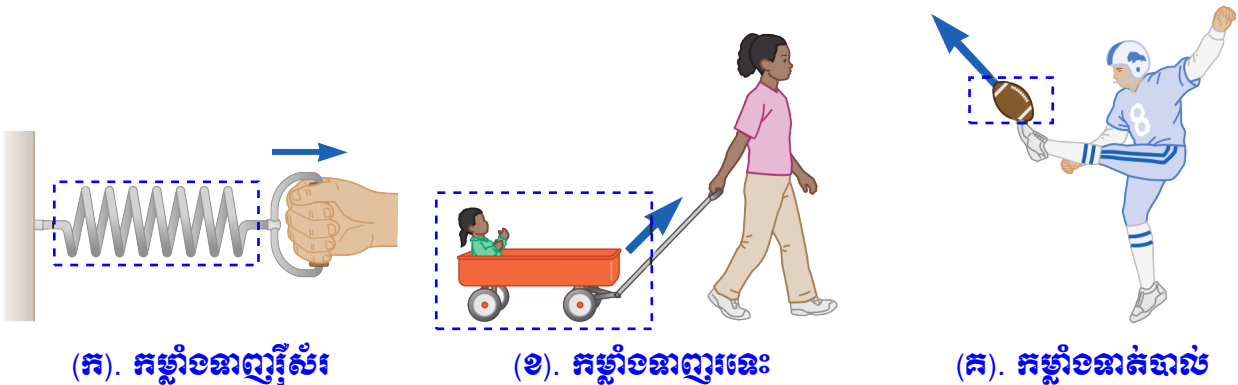
១. **កម្លាំង (Force)** ជាទំហំរ៉ឺចទ័រដែលតាងដោយអក្សរ F ដូចនេះវាមានលក្ខណៈសម្គាល់បួនយ៉ាងគឺ ចំណុចចាប់ ទិស ទិសដៅ និងម៉ូឌុល ឬអាំងតង់ស៊ីតេ។

២. **ខ្នាតនៃកម្លាំង (Unit of Force)** ក្នុងប្រព័ន្ធខ្នាតអន្តរជាតិ (SI) កម្លាំងមានខ្នាតគិតជា ញូតុន (N)។
ឧបករណ៍សម្រាប់វាស់កម្លាំងគឺ ជញ្ជីងរ៉ឺស័រ ឬឌីណាម៉ូម៉ែត្រ។

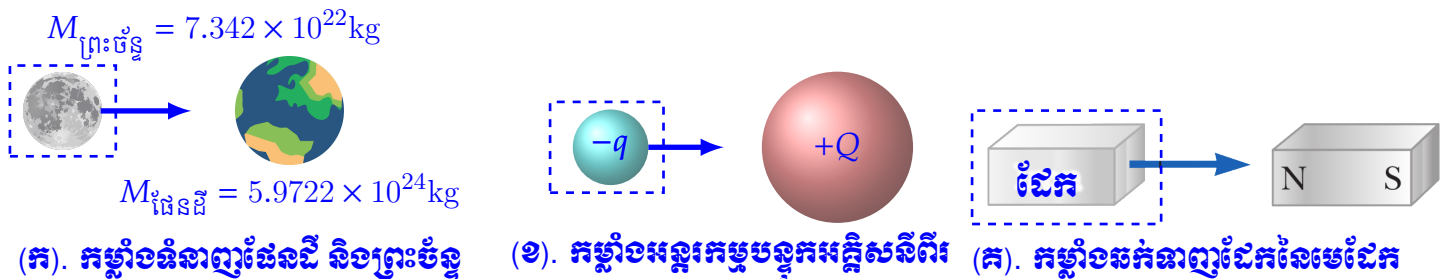
$$\text{ខ្នាតកម្លាំង} : 1\text{N} = (1\text{kg}) (1\text{m/s}^2)$$

៣. គេបានបែងចែកកម្លាំងជាពីរប្រភេទគឺ៖

ក. កម្លាំងប៉ះ ជាកម្លាំងដែលអង្គធាតុមួយបញ្ចេញលើអង្គធាតុមួយទៀត ដោយប៉ះគ្នាផ្ទាល់។ ឧទាហរណ៍ កម្លាំងទាញរ៉ឺស័រ កម្លាំងទាញរទេះ កម្លាំងទាត់បាល់។



ខ. កម្លាំងពិចម្ងាយ ឬកម្លាំងដែល ជាកម្លាំងដែលអង្គធាតុមួយបញ្ចេញលើអង្គធាតុមួយទៀត ដោយមិនចាំបាច់ប៉ះគ្នាផ្ទាល់។ ឧទាហរណ៍ កម្លាំងទំនាញផែនដី និងព្រះច័ន្ទ កម្លាំងអន្តរកម្មរវាងបន្ទុកអគ្គិសនីពីរដែលមានសញ្ញាដូចគ្នា ឬផ្ទុយគ្នា កម្លាំងឆក់ទាញដែកនៃមេដែក ជាដើម។



លំហាត់គំរូ

១. គេមានរ៉ឺចទ័រកម្លាំងពីរដែលមានប្រវែង 4cm និង 9cm។ តើកម្លាំងនីមួយៗ មានអាំងតង់ស៊ីតេប៉ុន្មាន? បើគេយកមាត្រដ្ឋាន 2cm ត្រូវនឹង 30N។
២. ម៉ាស៊ីនស្ទូចមួយបានស្ទូចរ៉ឺតមួយមានទម្ងន់ 8000N ដោយល្បឿនថេរតាមរយៈខ្សែឈរ។ ចូរតាងកម្លាំងដែលម៉ាស៊ីនស្ទូចមានអំពើលើរ៉ឺតនោះដោយរ៉ឺចទ័រតាមមាត្រដ្ឋាន 1cm ត្រូវនឹង 2000N។
៣. កម្លាំងទាញលើក្បាលរទេះភ្លើងនៅផ្លូវដែកមួយស្មើនឹង 30000N និងកម្លាំងទប់លើរទេះភ្លើងស្មើនឹង 10000N។ ចូរតាងកម្លាំងនោះដោយរ៉ឺចទ័រតាមមាត្រដ្ឋាន 1cm ត្រូវនឹង 10000N។

១.២. ផលបូកកម្លាំង

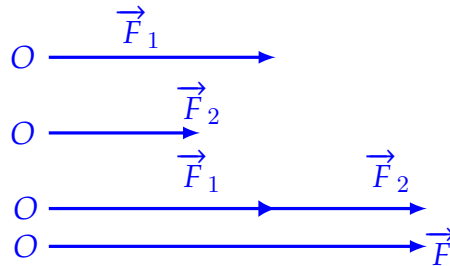
ក. ករណីកម្លាំងទំលាក់មានទិសដៅដូចគ្នា បើយើងមានវ៉ិចទ័រកម្លាំងពីរគឺ \vec{F}_1 និង \vec{F}_2 មានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា។ គេបានកម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងទាំងពីរគឺ $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ លក្ខណៈសម្គាល់នៃកម្លាំងផ្គុំ \vec{F} គឺ៖

ចំណុចចាប់ : នៅត្រង់ O

ទិស : ស្របគ្នា

ទិសដៅ : ដូចទិសដៅរបស់ \vec{F}_1 និង \vec{F}_2

អាំងតង់ស៊ីតេ : $F = F_1 + F_2$



រូបភាពទី ៣. ផលបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងទំលាក់មានទិស និងទិសដៅដូចគ្នា

ខ. ករណីកម្លាំងទំលាក់មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា បើយើងមានវ៉ិចទ័រកម្លាំងពីរគឺ \vec{F}_1 និង \vec{F}_2 មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា។ គេបានកម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងទាំងពីរគឺ $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ លក្ខណៈសម្គាល់នៃកម្លាំងផ្គុំ \vec{F} គឺ៖

ចំណុចចាប់ : នៅត្រង់ O

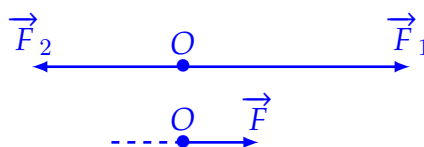
ទិស : ស្របគ្នា

ទិសដៅ : មានទិសដៅដូច

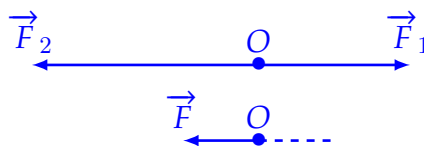
: \vec{F}_1 បើ $F_1 > F_2$ នោះ $F = F_1 - F_2$

: \vec{F}_2 បើ $F_1 < F_2$ នោះ $F = F_2 - F_1$

អាំងតង់ស៊ីតេ : $F = |F_1 - F_2|$



រូបភាពទី ៤. ផលបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងទំលាក់មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា ករណី $F_1 > F_2$



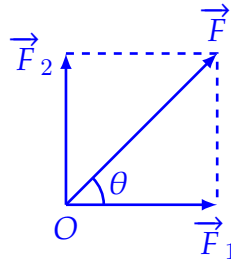
រូបភាពទី ៥. ផលបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងទំលាក់មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា ករណី $F_1 < F_2$

គ. ករណីកម្លាំងទំលាក់មានទិសដៅកែងគ្នា បើយើងមានវ៉ិចទ័រកម្លាំងពីរគឺ \vec{F}_1 និង \vec{F}_2 មានទិស និងទិសដៅកែងគ្នា។ គេបានកម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងទាំងពីរគឺ $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ លក្ខណៈសម្គាល់នៃកម្លាំងផ្គុំ \vec{F} គឺ៖

ចំណុចចាប់ : នៅត្រង់ O

ទិស : ស្ថិតលើអង្កត់ទ្រូងនៃចតុកោណកែង

ទិសដៅ : មានទិសដៅដូចរូបខាងក្រោម
 អាំងតង់ស៊ីតេ : $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$



រូបភាពទី ៦. ផលបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងពីរមានទិស និងទិសដៅកែច្នៃ

ឃ. ករណីកម្លាំងពីរមានទិសបង្កើតបានមុំ θ បើយើងមានវ៉ិចទ័រកម្លាំងពីរគឺ \vec{F}_1 និង \vec{F}_2 មានទិស និងទិសដៅបង្កើតបានមុំ θ មួយ។ គេបានកម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងទាំងពីរគឺ $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ លក្ខណៈសម្គាល់នៃកម្លាំងផ្គុំ \vec{F} គឺ៖

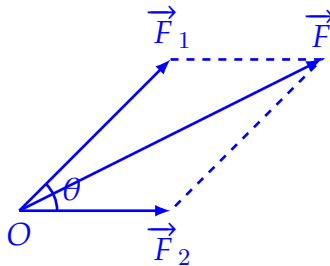
ចំណុចចាប់ : នៅត្រង់ O

ទិស : ស្ថិតលើអង្កត់ទ្រូងនៃប្រលេឡូក្រាម

ទិសដៅ : មានទិសដៅដូចរូបខាងក្រោម

អាំងតង់ស៊ីតេ : $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos(\pi - \theta)}$

ឬ : $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$



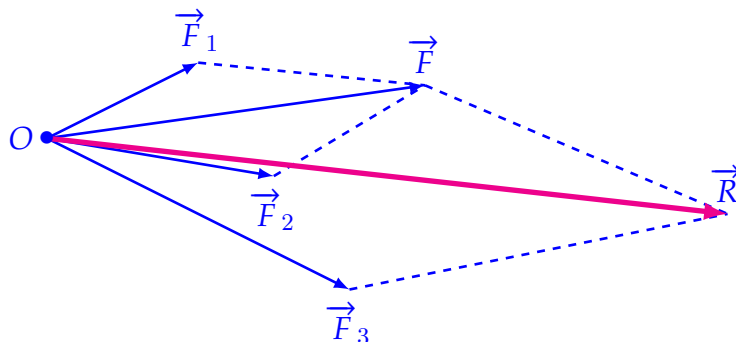
រូបភាពទី ៧. ផលបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងពីរមានទិសបង្កើតបានមុំ θ

ង. ករណីកម្លាំងច្រើនមានទិសដូចគ្នា

ផលបូកកម្លាំងរវាង \vec{F}_1 និង \vec{F}_2 : $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

នោះ : $\vec{R} = \vec{F} + \vec{F}_3$

ឬ : $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ (\vec{R} ជាកម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំង $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$)



រូបភាពទី ៨. ករណីមានវ៉ិចទ័រកម្លាំងច្រើនមានទិសដូចគ្នា

សម្គាល់

ដើម្បីសង្ខេបទំរង់កម្លាំងផ្គុំ \vec{F} ដែល $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ យើងត្រូវអនុវត្តតាមវិធានអង្កត់ទ្រូងប្រលេឡូក្រាម។

លំហាត់គំរូ

១. កម្លាំងខាងក្រោមនេះ ធ្វើអំពើលើចំណុចមួយនៃអង្គធាតុមួយ៖

- កម្លាំង 17N មានទិសឈរ និងមានទិសដៅពីក្រោមឡើងលើ
- កម្លាំង 11N មានទិសឈរ និងមានទិសដៅពីលើចុះក្រោម
- កម្លាំង 18N មានទិសដេក និងមានទិសដៅពីឆ្វេងទៅស្តាំ
- កម្លាំង 10N មានទិសដេក និងមានទិសដៅពីស្តាំទៅឆ្វេង។

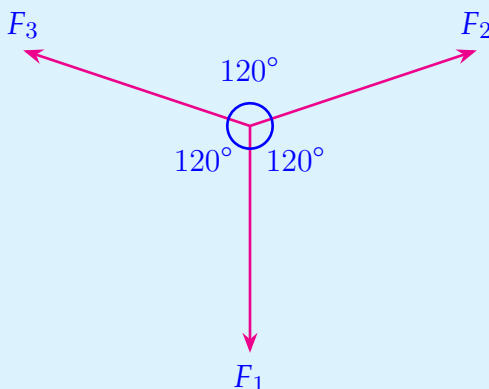
រកកម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងទាំងនោះ។

២. កំណត់កម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងពីរដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នាហើយមុំបង្កើតដោយកម្លាំងទាំងពីរស្មើនឹង 60° ។

៣. កំណត់កម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងពីរដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា។

គេដឹងថាមុំដែលបង្កើតដោយកម្លាំងទាំងពីរស្មើនឹង 120° ។

៤. កំណត់កម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងជួបបីដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នាបីត្រង់ប្លង់តែមួយ ហើយបង្កើតបានមុំ 120° ពីកម្លាំងមួយទៅកម្លាំងមួយទៀត(ដូចរូប)។



៥. ចូរគូសរូបដើម្បីរកកម្លាំងផ្គុំនៃកម្លាំងទាំងពីរគឺ 294N និង 392N ដែលបញ្ចេញលើអង្គធាតុមួយព្រមគ្នា និងមានទិសបង្កើតបានមុំ៖ 30° , 60° , 90° និង 120° ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេនៃកម្លាំងផ្គុំ។

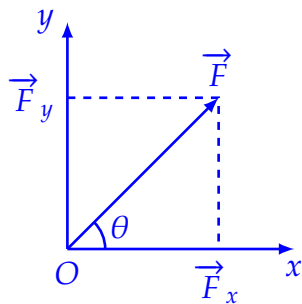
១.៣. បំបែកកម្លាំង

កម្លាំងទោលមួយអាចបំបែកជាកម្លាំងផ្គុំពីរបីឬច្រើនដែលផ្តល់ផលដូចគ្នានឹងកម្លាំងទោលដោយប្រើវិធានប្រលេឡូក្រាម។

១. បំបែកកម្លាំងមួយជាកម្លាំងពីរកែងគ្នា

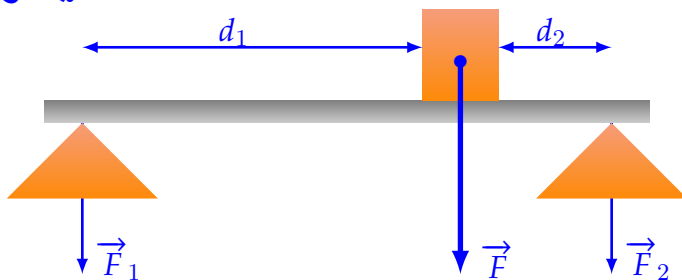
ជាវិច្ឆ័យ : $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$

ជាតម្លៃ : $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ ដែល $F_x = F \cos \theta$ និង $F_y = F \sin \theta$



រូបភាពទី ៩. បំបែកកម្លាំងមួយជាកម្លាំងពីរកែងគ្នា

២. បំបែកកម្លាំងមួយជាកម្លាំងពីរស្របគ្នា



រូបភាពទី ១០. បំបែកកម្លាំងមួយជាកម្លាំងពីរស្របគ្នា

ជាវ៉ិចទ័រ : $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

ជាម៉ូឌុល : $F = F_1 + F_2$

ម្យ៉ាងទៀត : $F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$ ឬ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$

លំហាត់គំរូ

- ១. កម្លាំង 10N មានទិសបង្កើតបាន 37° ធៀបនឹងទិសដេក។ រកកម្លាំងផ្តុំឈរ និងកម្លាំងផ្តុំដេករបស់វា។
- ២. គេដំដែកគោលមួយលើជញ្ជាំងតាមមុំ 45° នឹងប្លង់ជញ្ជាំងឈរដោយកម្លាំង 30N។ រកអាំងតង់ស៊ីតេកម្លាំងផ្តុំតាមទិសដេក និងទិសឈរ។

២. ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន

២.១. ច្បាប់ទី១ ញូតុន ឬ ច្បាប់និចលភាព

- **ច្បាប់ទី១ ញូតុនពោលថា:** កាលណាអង្គធាតុមួយមិនរងអំពើនៃកម្លាំងផ្សេងៗទេ ឬវារងកម្លាំងផ្គុំបង្កើននឹងសូន្យ នោះបើវា នៅនឹងថ្កល់ស្រាប់វានឹងនៅតែនឹងថ្កល់ដដែល តែបើវាមានចលនាស្រាប់ ចលនានោះជាចលនាត្រង់ស្មើ។
- **និចលភាព** ជាលក្ខណៈនៃគ្រប់អង្គធាតុដែលចង់រក្សាភាពមានចលនា ឬភាពនៅនឹងថ្កល់របស់វា។ គេអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀត ថា លក្ខណៈរក្សាល្បឿននៃអង្គធាតុហៅថា និចលភាព ហើយចលនាត្រង់ស្មើហៅថា ចលនាដោយនិចលភាព។
- **ច្បាប់ទី១ ញូតុន គេអាចសរសេរ** $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$

សម្គាល់

ក្នុងភាពលំនឹងមានន័យថា វត្ថុអាចនៅនឹងថ្កល់ ឬក៏កំពុងផ្លាស់ទីលើគន្លងត្រង់ដោយវ៉ិចទ័រល្បឿនថេរ(ចលនាត្រង់ស្មើ)។ លក្ខណៈបែបនេះ ហៅថានិចលភាព។

២.២. ច្បាប់ទី២ ញូតុន ឬ ច្បាប់គ្រឹះឌីណាមិច

• **ច្បាប់ទី២ ញូតុនកោលថា:** នៅពេលកម្លាំងសរុបដែលមានអំពើលើវត្ថុមួយមិនស្មើសូន្យ វត្ថុនឹងស្ទុះតាមទិសដៅកម្លាំងដែលបានប្រព្រឹត្តលើវា ហើយសំទុះសមាមាត្រដោយផ្ទាល់នឹងកម្លាំងសរុប ដែលមានអំពើលើវាហើយ ច្រាសសមាមាត្រនឹងម៉ាសរបស់វា។

សំទុះនៃចលនារបស់អង្គធាតុសមាមាត្រនឹងកម្លាំងផ្ទុប : $\vec{a} \propto \Sigma \vec{F}$

សំទុះនៃចលនារបស់អង្គធាតុច្រាសសមាមាត្រនឹងកម្លាំងផ្ទុប : $\vec{a} \propto \frac{1}{m}$

គេបាន : $\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$ ឬ $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$

ជាម៉ូឌុល : $\Sigma F = ma$ (\vec{F} និង \vec{a} មានទិសដៅដូចគ្នា)

សម្គាល់

- បើកម្លាំង \vec{F} ថេរ នាំឲ្យសំទុះថេរ៖ អង្គធាតុមានចលនាត្រង់ប្រែប្រួលស្មើ។
- បើកម្លាំង \vec{F} ថេរ និងមានទិសដៅដូចល្បឿន៖ អង្គធាតុមានចលនាត្រង់ស្ទុះស្មើ។
- បើកម្លាំង \vec{F} ថេរ និងទិសដៅផ្ទុយពីល្បឿន៖ អង្គធាតុមានចលនាត្រង់យឺតស្មើ។
- បើកម្លាំង $\vec{F} = \vec{0}$ និងមាន $\vec{a} = \vec{0}$ ៖ អង្គធាតុមានចលនាត្រង់ស្មើ។

លំហាត់កុំ

១. ក្មេងប្រុសម្នាក់រុញប្រអប់មួយដែលមានម៉ាស 10kg ដោយកម្លាំង 20N។ តើសំទុះនៃប្រអប់ស្មើនឹងប៉ុន្មាន? កកិតអាចចោលបាន។
២. រថយន្តមួយមានម៉ាស $1.0 \times 10^3 \text{kg}$ មានចលនាស្ទុះស្មើដោយចាប់ផ្តើមពីល្បឿនសូន្យទៅល្បឿន 20m/s ក្នុងរយៈពេល 10s។ គណនាកម្លាំងម៉ាស៊ីនដែលរថយន្តបញ្ចេញដើម្បីឲ្យវាទៅមុខ។ កម្លាំងកកិតអាចចោលបាន។
៣. គណនាកម្លាំងចំបាច់ ដើម្បីឲ្យវត្ថុមួយមានម៉ាស 48kg មានសំទុះ 6m/s^2 ។
៤. កម្លាំង $200 \text{g} \cdot \text{cm/s}^2$ បញ្ជូនសំទុះ 500cm/s^2 ឲ្យវត្ថុមួយ។ គណនាម៉ាសនៃវត្ថុនោះ។
៥. កម្លាំង 0.20N មានអំពើលើវត្ថុមួយដែលមានម៉ាស 100g។ គណនាសំទុះនៃវត្ថុនោះ។
៦. កម្លាំង 10^{-2}N មានអំពើលើវត្ថុមួយដែលមានម៉ាស 1g។
តើមួយវិនាទីក្រោយមក វត្ថុនោះផ្លាស់ទីបានចម្ងាយប៉ុន្មានម៉ែត្រ? តើ 5s ក្រោមមកវាមានល្បឿនប៉ុន្មាន?
៧. កម្លាំងថេរមួយមានអំពើលើវត្ថុមួយមានម៉ាស 300g ធ្វើឲ្យវត្ថុនោះចេញពីស្ថានភាពនៅស្ងៀមហើយផ្លាស់ទីបានចម្ងាយ 25m ក្នុងរយៈពេល 5s។ គណនាកម្លាំងនោះ។
៨. កូនបាល់មួយមានម៉ាស 100g កំពុងបិទនៅស្ងៀម ហើយរងកម្លាំងមួយថេរស្មើនឹង $200 \text{g} \cdot \text{cm/s}^2$ ក្នុងរយៈពេល 10s។ គណនាល្បឿនរបស់បាល់ និងចម្ងាយដែលវាផ្លាស់ទីបានក្នុងរយៈពេល 10s។

២.៣. ច្បាប់ទី៣ ញូតុន ឬ ច្បាប់អំពើ និងប្រតិកម្ម

- **ច្បាប់ទី៣ ញូតុនពោលថា:** នៅពេល វត្ថុទី១បញ្ចេញកម្លាំងមួយទៅលើវត្ថុទី២ នោះវត្ថុទី២ ក៏បញ្ចេញកម្លាំងមួយមកលើវត្ថុទី១ វិញដែរ ដែលមានតម្លៃស្មើគ្នា ប៉ុន្តែមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា។

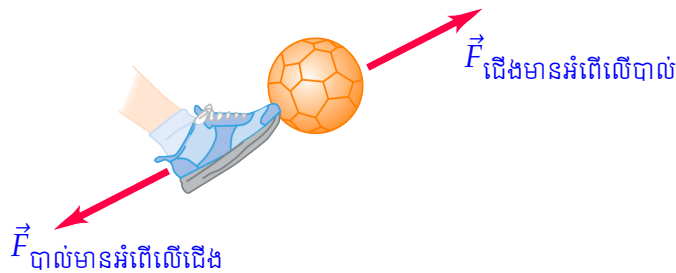
កម្លាំងអំពើ \vec{F}_{12} : ជាកម្លាំងដែលវត្ថុទី១ បញ្ចេញលើវត្ថុទី២

កម្លាំងប្រតិកម្ម \vec{F}_{21} : ជាកម្លាំងដែលវត្ថុទី២ បញ្ចេញលើវត្ថុទី១

- **ច្បាប់ទី៣ ញូតុនបង្ហាញលក្ខណៈសម្គាល់បួនយ៉ាងនៃកម្លាំង មានដូចជា៖**

- កម្លាំងកើតឡើងជាគូ។ គូកម្លាំងនេះហៅថា អំពើ និងប្រតិកម្ម។
- អំពើ និងប្រតិកម្មមាន អាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នា។
- អំពើ និងប្រតិកម្មមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា។
- អំពើ និងប្រតិកម្មមានចំណុចចាប់លើអង្គធាតុពីរផ្សេងគ្នា ដូចនេះ វាមិនមែនជាកម្លាំងលំនឹងទេ។

- **ច្បាប់ទី៣ ញូតុន គេអាចសរសេរ** $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ ជាតម្លៃ $F_{12} = F_{21}$



រូបភាពទី ១១. កម្លាំងជើងនិងបាល់បញ្ចេញអន្តរកម្មលើគ្នាទៅវិញទៅមក ដែលមានទំហំស្មើគ្នា ក្នុងទិសដៅផ្ទុយ

៣. ម៉ាស់ និងទម្ងន់

៣.១. ម៉ាស់ (Mass)

និយមន័យ

ម៉ាស់នៃអង្គធាតុមួយ ជាទំហំអាស្រ័យតែនឹងអង្គធាតុនោះផ្ទាល់ ហើយមានឥទ្ធិពលដល់ទម្ងន់របស់អង្គធាតុនោះ។ អង្គធាតុមួយមានម៉ាស់កំណត់។ បើម៉ាស់នៃអង្គធាតុកាន់តែធំ នោះនិចលភាពនៃអង្គធាតុនោះ ក៏កាន់តែធំដែរ។ ដូចនេះ ម៉ាស់ជាទំហំកំណត់និចលភាពនៃវត្ថុ។

៣.២. ទម្ងន់ ឬកម្លាំងទំនាញផែនដី (Weight or Gravitational Force)

និយមន័យ

ទម្ងន់ ឬកម្លាំងទំនាញផែនដី ជាកម្លាំងដែលផែនដីទាញវត្ថុ ហើយមានទិសដៅតម្រង់មករកផ្ចិតនៃផែនដី។ ដើម្បីគណនាទម្ងន់នៃអង្គធាតុមួយ យើងប្រើរូបមន្ត $w = m \cdot g$ ជាមួយ $w = m \cdot g$ ដែល g ជាសំទុះទំនាញផែនដី។

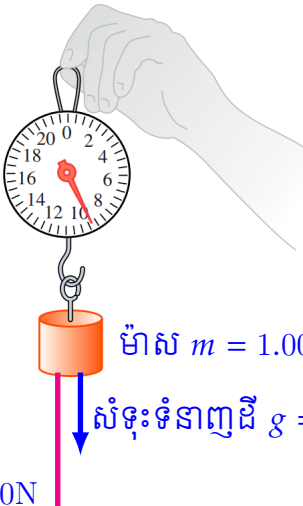
សម្គាល់

ក. ម៉ាស់បង្ហាញពីបរិមាណរូបធាតុដែលបង្កើតវត្ថុ។

ខ. ទម្ងន់បង្ហាញពីទំហំរបស់ទំនាញ។

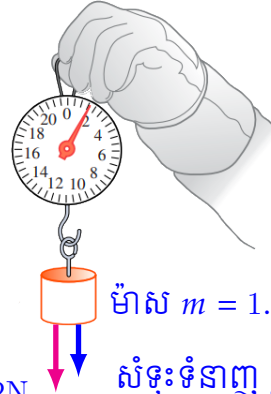
៣.៣. ភាពខុសគ្នារវាង ម៉ាស់ និងទម្ងន់

ម៉ាស់	ទម្ងន់
<ul style="list-style-type: none"> - ជាបរិមាណរូបធាតុមាននៅក្នុងអង្គធាតុ - មានតែតម្លៃ គ្មានទិសដៅ - មានខ្នាតគិតជាគីឡូក្រាម (kg) - មានតម្លៃថេរគ្រប់ទីកន្លែង - វាស់ដោយជញ្ជីង 	<ul style="list-style-type: none"> - ជាកម្លាំងទំនាញផែនដី - មានតម្លៃ និងទិសដៅ - មានខ្នាតគិតជាញូតុន (N) - ប្រែប្រួលតាមទីកន្លែង - វាស់ដោយឌីណាម៉ូម៉ែត្រ



ម៉ាស់ $m = 1.00\text{kg}$
 សំទុះទំនាញដី $g = 9.80\text{m/s}^2$
 ទម្ងន់ $w = 9.80\text{N}$

(ក). ម៉ាស់ និងទម្ងន់របស់វត្ថុស្ថិតនៅលើផែនដី



ម៉ាស់ $m = 1.00\text{kg}$
 សំទុះទំនាញ $g = 1.62\text{m/s}^2$
 ទម្ងន់ $w = 1.62\text{N}$

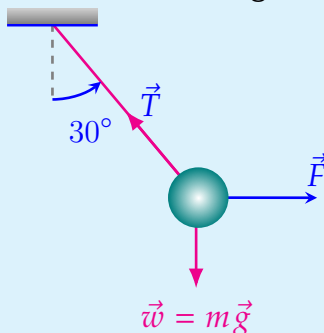
(ខ). ម៉ាស់ និងទម្ងន់របស់វត្ថុស្ថិតនៅលើឋានព្រះច័ន្ទ

សង្ខេប

ម៉ាស់របស់វត្ថុមួយមានតម្លៃថេរជានិច្ច ប៉ុន្តែទម្ងន់របស់វាប្រែប្រួលតាមទីកន្លែងដែលវាស្ថិតនៅ។

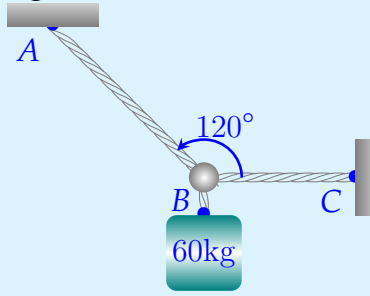
លំហាត់គំរូ

- អង្គធាតុមួយមានទម្ងន់ 100N នៅលើផែនដី។ បើគេយកអង្គធាតុនោះទៅកាន់ភពមួយដែលមានសំទុះទំនាញស្មើនឹង 2m/s^2 ។ តើអង្គធាតុនោះមានទម្ងន់ប៉ុន្មាននៅលើភពនោះ?
- នៅចុងខ្សែមួយបានចងភ្ជាប់នឹងកូនជញ្ជីង 50kg ។ គេទាញកូនជញ្ជីងចេញពីទីតាំងលំនឹងបានមុំ 30° ។ រកកម្លាំងដែលទាញកូនជញ្ជីងពីទីតាំងលំនឹង និងតំណឹងនៃខ្សែ។



- តំណក់ទឹកភ្លៀងជាមធ្យមមានម៉ាស់ 0.05g ។ ដោយសារខ្យល់បក់តាមទិសដេក ទើបតំណក់ទឹកភ្លៀងធ្លាក់ចុះមកដីតាមទិសដែលធ្វើបានមុំ 60° ជាមួយប្លង់ដេក។ រកកម្លាំងខ្យល់បក់លើតំណក់ទឹកភ្លៀង។

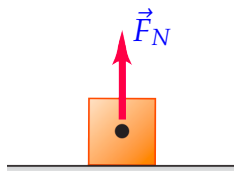
៤. គេព្យួរវត្ថុមួយដែលមានម៉ាស់ 60kg ទៅនឹងចុងខ្សែពីរដែលទិសវាបង្កើតបានមុំ ABC ស្មើនឹង 120° (ដូចរូប)។ រកតំណឹងនៃខ្សែទាំងពីរគឺខ្សែ AB និងខ្សែ BC ។



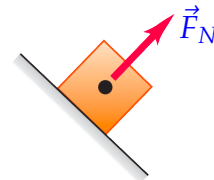
៤. កម្លាំងកែង និងកម្លាំងកកិត

៤.១. កម្លាំងកែង ឬកម្លាំងប្រតិកម្មកែង(Normal Force)

មុនយើងនិយាយពីកម្លាំងកកិត យើងនឹងរៀនអំពីកម្លាំងថ្មីមួយទៀត ហៅថាកម្លាំងកែង។ កម្លាំងកែង មានអំពើលើវត្ថុដែលប៉ះនឹងផ្ទៃ។ វាមានអំពើកែងជានិច្ចនឹងផ្ទៃប៉ះ។ គេតាងវិចិត្រកម្លាំងកែងដោយ \vec{F}_N



(ក). កម្លាំងកែងលើប្លង់ដេក



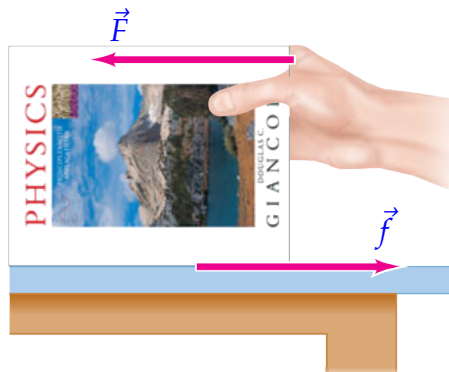
(ខ). កម្លាំងកែងលើប្លង់ទ្រុឌ

រូបមន្តដើម្បីគណនាកម្លាំងកែងគឺ : $\vec{F}_N = -\vec{w} = -m\vec{g}$ (ប្លង់ដេក)

ជាម៉ូឌុល : $F_N = w = mg$

៤.២. កម្លាំងកកិត(Friction Forces)

ឥឡូវ យើងនឹងនិយាយអំពីកកិត។ ឧបមាថាយើងរុញសៀវភៅមួយក្បាលក្រោមល្បឿនថេរ ដោយកម្លាំង \vec{F} លើផ្ទៃតុមួយនោះយើងនឹងសង្កេតឃើញថាកកិតរវាងផ្ទៃតុ និងសៀវភៅកើតមានឡើង។ កម្លាំងដែលកើតឡើងដោយសារកកិតរវាងវត្ថុពីរនោះហៅថាកម្លាំងកកិតដែលតាងដោយ \vec{f} ហើយមានទិសដៅផ្ទុយនឹងកម្លាំងដែលកំពុងរុញសៀវភៅនោះគឺ \vec{F} ។



រូបភាពទី ១២. កម្លាំងកកិត

និយមន័យ

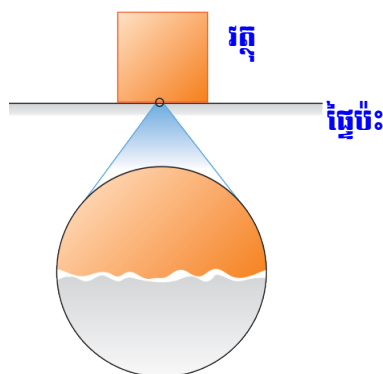
កម្លាំងកកិត ជាកម្លាំងដែលកើតមានឡើងនៅត្រង់ផ្ទៃប៉ះគ្នារវាងវត្ថុពីរ។ យើងតាងវ៉ិចទ័រកម្លាំងកកិតដោយ f ។ កម្លាំងកកិតមានពីរប្រភេទគឺ

- កកិតស្ថានីយ (Static Friction) : ជាកកិតដែលកើតមានឡើង កាលណាកម្លាំងទប់(កម្លាំងកកិត) និងកម្លាំងបញ្ចេញលើវត្ថុមួយ ធ្វើឲ្យអង្គធាតុនោះនៅនឹងថ្កល់។ កកិតស្ថានីយអាចហៅថា កកិតនឹងថ្កល់។ គេតាងកម្លាំងកកិតស្ថានីយដោយ f_s ។
- កកិតស៊ីនេទិច (Kinetic Friction) : ជាកកិតដែលកើតមានឡើងកាលណាវត្ថុមានចលនា ហើយវាប្រឆាំងនឹងទិសដៅនៃបម្លាស់ទីរបស់វត្ថុ។ កកិតស៊ីនេទិចមានពីរប្រភេទគឺ កកិតដោយរអិល និងកកិតដោយរមៀល។ គេតាងកម្លាំងកកិតស៊ីនេទិចដោយ f_k ។

សម្លេងបូកបន្ថែម

មេគុណកកិត ជាផលធៀបរវាងកម្លាំងកកិត នឹងកម្លាំងកែង។

$$\begin{aligned} \text{គេសរសេរ} &: \text{មេគុណកកិត } (\mu) = \frac{\text{កម្លាំងកកិត } (f)}{\text{កម្លាំងកែង } (F_N)} \\ \text{កម្លាំងកកិតស្ថានីយ} &: f_s = \mu_s F_N \text{ ដែល } \mu_s \text{ ជាមេគុណកកិតស្ថានីយ} \\ \text{កម្លាំងកកិតស៊ីនេទិច} &: f_k = \mu_k F_N \text{ ដែល } \mu_k \text{ ជាមេគុណកកិតស៊ីនេទិច} \end{aligned}$$



រូបភាពទី ១៥. កម្លាំងកកិត

លំហាត់គំរូ

១. នៅលើផ្លូវដេកត្រង់មួយរថយន្តដែលមានម៉ាស់ $m = 1$ តោន បានចាប់ប្រឡាំងដើម្បីឈប់គោរពតាមស្លាកសញ្ញាចរាចរ។ កម្លាំងកកិត ២ នៃប្រឡាំងទាំងអស់សមមូលនឹងកម្លាំងថេរតែមួយដែលមានទិសដៅផ្ទុយពីចលនារបស់រថយន្ត និងមានតម្លៃ $f = 2000\text{N}$ ។ គណនាសំទុះនៃចលនារបស់រថយន្ត។



២. រថយន្តមួយផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 10m/s លើផ្លូវដេកត្រង់រាបស្មើ។ ចាប់ពីពេលពន្លត់ម៉ាស៊ីនរហូតដល់ពេលឈប់ ស្បៀមរថយន្តរត់បានចម្ងាយ 150m ។ តើរថយន្តរត់លើចម្ងាយផ្លូវនេះក្នុងរយៈពេលប៉ុន្មាន? មេគុណកកិតប៉ុន្មាន? (គេមិនពិតកម្លាំងទប់នៃខ្យល់)។ គេឲ្យ $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។

៥. អនុវត្តច្បាប់ញូតុន

នៅចំណុចនេះយើងនឹងសិក្សាអំពីការប្រើ ឬការអនុវត្តច្បាប់ទាំងបីរបស់ ញូតុន ដើម្បីធ្វើការដោះស្រាយលំហាត់ ក៏ដូចជា ស្វែងយល់បន្ថែមអំពីបាតុភូតជាក់ស្តែងរបស់លំហាត់។

៥.១. របៀបប្រើច្បាប់ញូតុនដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់

គន្លឹះដោះស្រាយលំហាត់

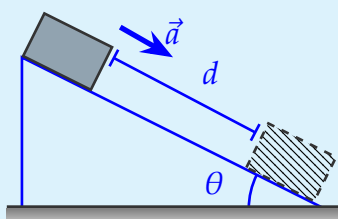
ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់ទាក់ទងនឹងច្បាប់ញូតុន យើងត្រូវ៖

១. វិភាគប្រធានលំហាត់ និងបាតុភូតរួចគូសរូប
២. គូសដ្យាក្រាមកម្លាំងក្រៅទាំងអស់ដែលមានអំពើលើអង្គធាតុនីមួយៗ
៣. ទម្លាក់ចំណោលកែងកម្លាំងនីមួយៗលើអ័ក្ស (\vec{ox}) និង (\vec{oy})
៤. អនុវត្តច្បាប់ ញូតុន ទៅតាមសម្មតិកម្មដែលគេប្រាប់៖
 - បើអង្គធាតុមានលំនឹង ឬមានចលនាត្រង់ស្មើ៖ យើងត្រូវប្រើច្បាប់ទី១ ញូតុន ពោលគឺ ឲ្យផលបូកនៃរ៉ឺចទ័រកម្លាំងទាំងអស់ដែលមានអំពើលើអង្គធាតុស្មើសូន្យ គេសរសេរ $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$
 - បើអង្គធាតុផ្លាស់ទីដោយសំទុះថេរ ឬមានចលនាត្រង់ប្រែប្រួលស្មើ យើងត្រូវប្រើច្បាប់ទី២ ញូតុន ពោលគឺ ឲ្យផលបូកនៃរ៉ឺចទ័រកម្លាំងទាំងអស់ដែលមានអំពើលើអង្គធាតុស្មើនឹង ម៉ាស់គុណនឹងសំទុះរបស់វា គេសរសេរ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
៥. សរសេរកន្សោមរ៉ឺចទ័រខាងលើ ជាម៉ូឌុល
៦. បង្កើតជាសមីការ រួចដោះស្រាយសមីការនោះ ដើម្បីរកអញ្ញាតដែលគេចង់សួររក។

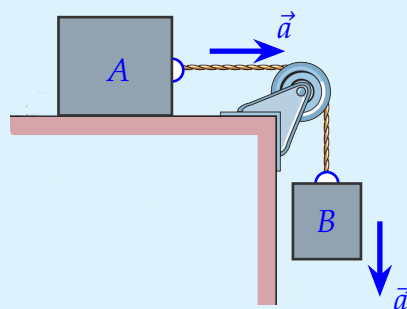
៥.២. អង្គធាតុរំពឹងលើប្លង់ទេរ

ឧទាហរណ៍

១. ធុងមួយមានម៉ាស់ m ដាក់លើផ្ទៃរលោង(កកិតអាចចោលបាន)នៃប្លង់ទេរ មួយដែលបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយប្លង់ដេកដូចរូបខាងក្រោម។ ចូរសិក្សាចលនារបស់ធុងក្រោយពីវាត្រូវបានគេលែង។
២. រូបខាងក្រោម មេគុណកកិតស៊ីនេទិចរវាងដុំម៉ាស់ A នឹងតុល្លើ ០.២។ ដុំម៉ាស់ $m_A = 25\text{kg}$ និង $m_B = 15\text{kg}$ ។ ម៉ាស់ខ្សែ ម៉ាសរ៉ក និងកកិតរវាងខ្សែនឹងរ៉កអាចចោលបាន។ សំទុះទំនាញដី $g = 9.80\text{m/s}^2$
 - ក. គូសដ្យាក្រាមកម្លាំងនៃដុំម៉ាស់នីមួយៗ។
 - ខ. រកសំទុះនៃដុំម៉ាស់នីមួយៗ។
 - គ. រកពំលឹងខ្សែ។
 - ឃ. តើ ដុំ ម៉ាស់ នី មួយ ៗ ផ្លាស់ទី បាន ប្រវែង ប៉ុន្មាន ក្នុងរយៈពេល ៣s ដំបូងក្រោយពេលលែងដុំម៉ាស់ B



(ក). ធុងរំពឹងលើប្លង់ទេរ

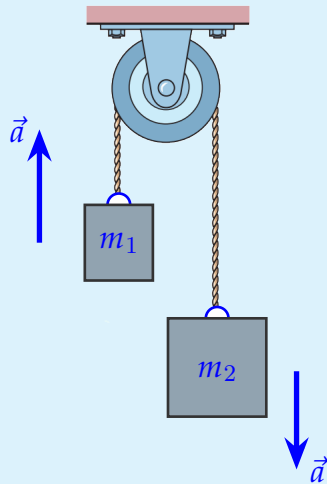


(ខ). ប្រព័ន្ធរ៉ក

៥.៣. ម៉ាស៊ីនអាត់ទូត

ឧទាហរណ៍

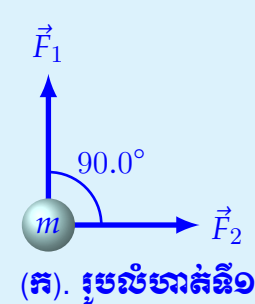
កាលណាវត្ថុពីរមានម៉ាស់មិនស្មើគ្នា ចងភ្ជាប់តាមរយៈខ្សែដែលឆ្លងកាត់រ៉ក។ កកិតរវាងរ៉ក និងខ្សែអាចចោលបាន។ ម៉ាស់ខ្សែ និងម៉ាស់រ៉កអាចចោលបាន។ ប្រព័ន្ធដែលបានរៀបរាប់នេះហៅថា ម៉ាស៊ីនអាត់ទូត។ កំណត់សំទុះវត្ថុទាំងពីរ និងតំណឹងខ្សែ។ ចូរអនុវត្តជាលេខបើ $m_1 = 1.0\text{kg}$, $m_2 = 2.0\text{kg}$ និង $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។



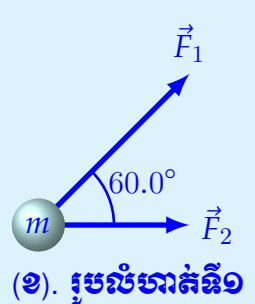
រូបភាពទី ១៧. ម៉ាស៊ីនអាត់ទូត

លំហាត់គំរូ

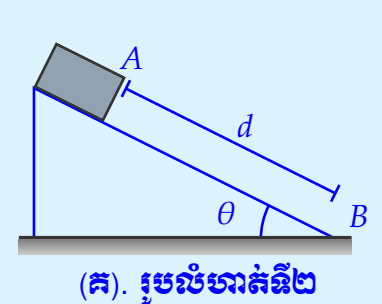
១. កម្លាំងពីរមានអំពើលើវត្ថុមួយមានម៉ាស់ $m = 4.0\text{kg}$ ។ បើ $F_1 = 20.0\text{N}$ និង $F_2 = 15.0\text{N}$ ។ ចូរគណនា៖
- ក. កម្លាំងផ្ទុបដែលមានអំពើលើវត្ថុនោះ។
 - ខ. គណនាសំទុះនៃវត្ថុនោះ។
២. ឈើមួយដុំរាងប្រលេពីប៉ែតកែងបានរអិលដោយគ្មានកកិតចុះតាមបណ្តោយប្លង់ទេ(ដូចរូប)។ មុំរវាងប្លង់ទេរ និងប្លង់ដេកគឺ $\theta = 30^\circ$ ។ ដុំឈើនោះចាប់ផ្តើមផ្លាស់ទីពី A ចុះក្រោមតាមបណ្តោយប្លង់ទេរបានប្រវែង $d = 2.0\text{m}$ ។
- ក. គូសដ្យាក្រាមតាងឲ្យកម្លាំងដែលមានអំពើលើដុំឈើនោះ។
 - ខ. គណនាសំទុះនៃឈើនោះ។
 - គ. គណនាល្បឿននៅខណៈដែលដុំឈើនោះមកដល់ចំណុច B។ គេយក $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។
៣. អេឡិចត្រុងមួយមានម៉ាស់ $9.11 \times 10^{-31}\text{kg}$ ធ្វើចលនាត្រង់ដោយល្បឿនដើម $2.0 \times 10^5\text{m/s}$ និងផ្លាស់ទីបាន 5.0cm ។ គេដឹងថាសំទុះនៃអេឡិចត្រុងថេរនិងល្បឿនស្រេចគឺ $6.0 \times 10^5\text{m/s}^2$ ។
- ក. កំណត់កម្លាំងដែលមានអំពើលើអេឡិចត្រុង។
 - ខ. ប្រៀបធៀបកម្លាំងនេះនឹងទម្ងន់របស់អេឡិចត្រុង។ គេឲ្យ $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។



(ក). រូបលំហាត់ទី១



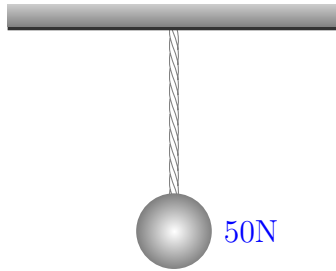
(ខ). រូបលំហាត់ទី២



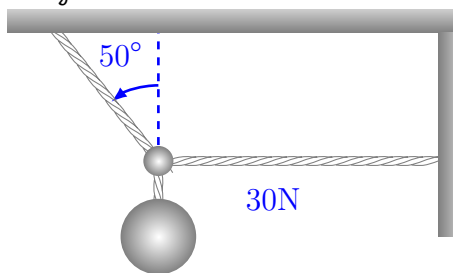
(គ). រូបលំហាត់ទី៣

៦. សំណួរ លំហាត់អនុវត្តន៍ និងកិច្ចការផ្ទះ

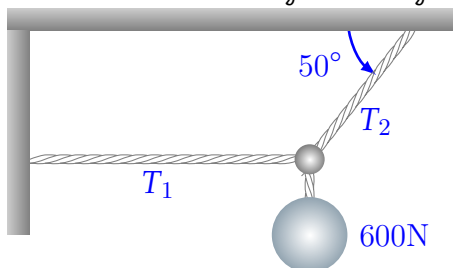
១. អង្គធាតុមួយមានទម្ងន់ 50N ត្រូវបានគេព្យួរដោយប្រើខ្សែទៅនឹងចំណុចនឹងមួយដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ចូរគណនាតំណឹងខ្សែ។



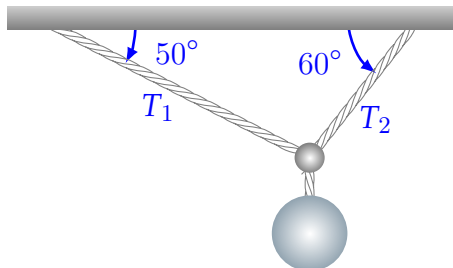
២. គេតម្លើងប្រព័ន្ធមួយដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ប្រសិនបើតំណឹងរបស់ខ្សែដេកស្មើនឹង 30N ។ ចូររកទម្ងន់របស់អង្គធាតុដែលគេយកទៅព្យួរ។



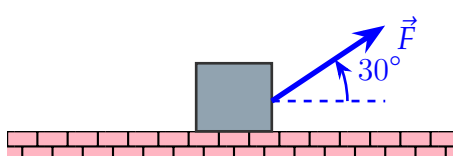
៣. គេតម្លើងប្រព័ន្ធមួយដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ចូររកតម្លៃនៃ T_1 និង T_2 ប្រសិនបើទម្ងន់របស់អង្គធាតុដែលត្រូវបានគេព្យួរគឺ 600N ។



៤. គេតម្លើងប្រព័ន្ធមួយដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ប្រសិនបើគេដឹងថា តំណឹងរបស់ខ្សែ T_1 ស្មើនឹង 30N ចូររកតំណឹងរបស់ខ្សែ T_2 និងតម្លៃទម្ងន់របស់វត្ថុ។

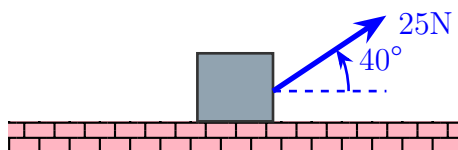


៥. ប្រអប់មួយមានទម្ងន់ 100N ស្ថិតនៅស្បើមនៅលើកម្រាលឥដ្ឋ។ ប្រសិនបើគេដឹងថា មេគុណកកិតស្តាទិចរវាងប្រអប់នេះនឹងកម្រាលឥដ្ឋស្មើនឹង 0.4 ។ ចូររកកម្លាំងអប្បបរមា F ដែលត្រូវប្រើលើប្រអប់នេះដើម្បីឲ្យប្រអប់នេះចាប់ផ្តើមធ្វើចលនា(ដូចរូប)។

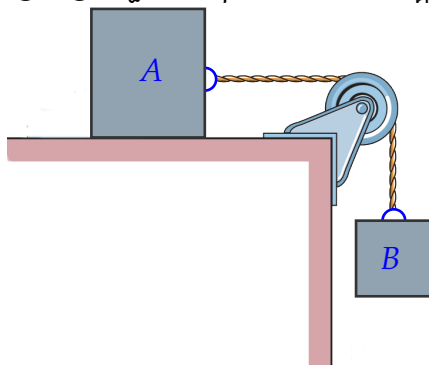


៦. ប្រអប់មួយមានទម្ងន់ 50N ត្រូវបានគេធ្វើឲ្យរាវអិលនៅលើកម្រាលឥដ្ឋដោយឈ្លៀសថេរ ត្រូវប្រើកម្លាំង 25N តាមទិសដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម។

- ក. ចូររក កម្លាំង កកិត ដែលកើតមាន ពេលដែល ប្រអប់ មានចលនា។ ខ. រកកម្លាំងផ្អែកែង។

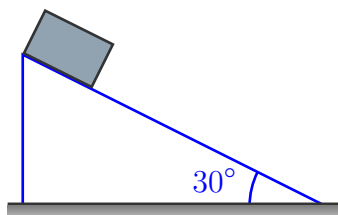


៧. ពិនិត្យមើលរូបខាងក្រោម។ អង្គធាតុ A មានម៉ាស់ 5.0kg អង្គធាតុ B មានម៉ាស់ 2.0kg ត្រូវបានចងភ្ជាប់គ្នាដោយខ្សែមិនយឺត មិននិងមិនគិតម៉ាស់ហើយឆ្លងកាត់រ៉កមួយ។ គេឃើញអង្គធាតុ A ផ្លាស់ទីទៅស្តាំឯអង្គធាតុ B ផ្លាស់ទីទៅខាងឆ្វេង។ ចូរកំណត់សំទុះ និងតំណឹងខ្សែនៃប្រព័ន្ធ។ មេគុណកកិតរវាងអង្គធាតុ A នឹងផ្ទៃតុក៏ 0.2 ។



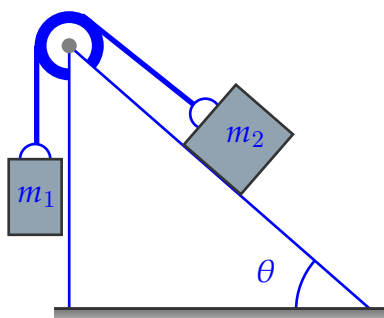
៨. ដុំម៉ាស់ A ដែលមានម៉ាស់ 10kg កំពុងរាវអិលផ្លាស់ទីចុះក្រោមតាមបណ្តោយបង្គោលដែលបង្កើតបានមុំ 30° ជាមួយទិសដេក។ មេគុណកកិតស៊ីនេទិចរវាងដុំម៉ាស់ និងបង្គោលស្មើនឹង 0.5 ។ សំទុះទំនាញដី $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។

- ក. ចូរគូសដ្យាក្រាមកម្លាំងដែលមានអំពើលើដុំម៉ាស់។ ខ. រកកម្លាំងប្រតិកម្មកែង។ គ. រកកម្លាំងកកិតដែលមានអំពើលើដុំម៉ាស់។ ឃ. រកសំទុះនៃដុំម៉ាស់ និងកម្លាំងផ្ទុបដែលមានអំពើលើដុំម៉ាស់។

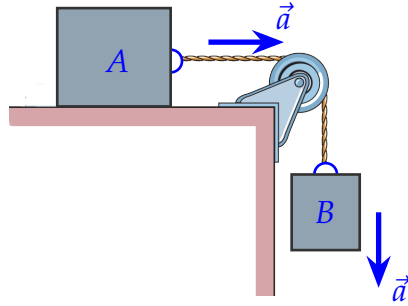


៩. គេភ្ជាប់អង្គធាតុពីរដោយខ្សែដែលឆ្លងកាត់រ៉កមួយ(កកិតរវាងខ្សែ និងរ៉កអាចចោលបាន) ដូចរូប រួចគេលែងវត្ថុទាំងនោះដោយឈ្លៀសដើមស្មើសូន្យ។ គេឲ្យ $m_1 = 2.0\text{kg}$, $m_2 = 5.0\text{kg}$ និង $\theta = 60^\circ$ ។ គេយក $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។

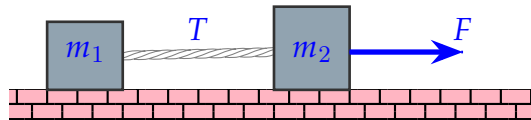
- ក. គណនាសំទុះនៃអង្គធាតុ។ ខ. គណនាតំណឹងខ្សែដែលចងភ្ជាប់អង្គធាតុទាំងពីរ។ គ. គណនា ឈ្លៀស របស់ អង្គធាតុ នី មួយ ៗ ក្រោយពីចេញដំណើរបានរយៈពេល 2.0s ។



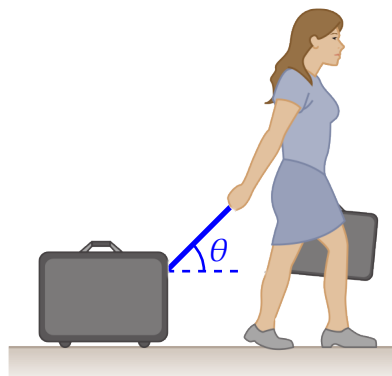
១០. រូបខាងក្រោម មេគុណកកិតស្តីនៃទិចរវាងដុំម៉ាស A នឹងតុស្មើ 0.2 ។ ដុំម៉ាស $m_A = 25\text{kg}$ និង $m_B = 15\text{kg}$ ។ ម៉ាសខ្សែម៉ាសរ៉ក និងកកិតរវាងខ្សែនឹងរ៉កអាចចោលបាន។ សំទុះទំនាញដី $g = 9.80\text{m/s}^2$ តើអង្គធាតុ B ធ្លាក់បានចម្ងាយប៉ុន្មាន ក្នុងរយៈពេល 3s បន្ទាប់ពីគេលែងប្រព័ន្ធ?



១១. ដុំឈើពីរភ្ជាប់គ្នាដោយខ្សែស្រាលមួយត្រូវបានគេទាញដោយកម្លាំងតាមទិសដេក \vec{F} ដូចរូប។
ឧបមា $F = 68\text{N}$, $m_1 = 12.0\text{kg}$ និង $m_2 = 18.0\text{kg}$ ហើយកកិតស្តីនៃទិចរវាងដុំឈើ នឹងផ្ទៃប៉ះស្មើ 0.100 ។
- ក. ចូរគូសដ្យាក្រាម(រូបទំរង់កម្លាំងលើដុំឈើនីមួយៗ)។
 - ខ. ចូរកំណត់តំណឹងខ្សែ និងសំទុះរបស់ប្រព័ន្ធ។



១២. នៅអាកាសយានដ្ឋានមួយ ស្ត្រីម្នាក់កំពុងទាញវ៉ាលីរបស់គាត់ដែលមានម៉ាស 20.0kg ឲ្យផ្លាស់ទីដោយល្បឿនថេរ ហើយប្រើកម្លាំងដែលមានទិសដៅបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយអ័ក្សដេក និងមានតម្លៃ 35.0N ដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ កម្លាំងកកិតដែលមានអំពើលើវ៉ាលីមានតម្លៃស្មើ 20.0N ។
- ក. ចូរគូសដ្យាក្រាមកម្លាំងដែលមានអំពើលើវ៉ាលីនេះ។
 - ខ. រកតម្លៃរបស់មុំ θ ។
 - គ. រកតម្លៃរបស់កម្លាំងកែងដែលផ្ទៃដីមានអំពើលើវ៉ាលី។



១៣. គេចោលអង្គធាតុមួយពីក្រោមឡើងទៅលើតាមទិសឈរដោយល្បឿនដើម 30m/s ។
ក្រោយរយៈពេល 2.5s អង្គធាតុឡើងដល់ចំណុចខ្ពស់បំផុត។
គណនាកម្លាំងទប់មធ្យមនៃខ្យល់ដែលរងដោយអង្គធាតុក្នុងពេលវាឡើង។ គេឲ្យម៉ាសអង្គធាតុ 40g និង $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។
១៤. តើគេត្រូវការកម្លាំងប្រាំងប៉ុន្មានញូតុន ដើម្បីបញ្ឈប់រថយន្តមួយមានម៉ាស 1500kg ដែលកំពុងបើកបរដោយល្បឿន 100km/h ឲ្យនៅស្ងៀមក្នុងចម្ងាយ 55m ។

៥. កម្មន្ត ថាមពល អានុភាព

១. កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ

១.១. ផលគុណស្កាលែរ (Scalar Product)

១.២. កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ

២. ថាមពលស៊ីនេទិច និងទ្រឹស្តីកម្មន្ត-ថាមពលស៊ីនេទិច

២.១. ថាមពលស៊ីនេទិច (Kinetic Energy)

២.២. ទ្រឹស្តីកម្មន្ត-ថាមពលស៊ីនេទិច (The Work-Kinetic Energy Theorem)

៣. ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល (Potential Energy)

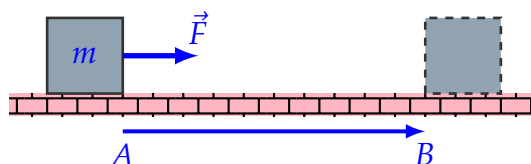
និយមន័យ

ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល:

៤. អានុភាព (Power)

៥. សំណួរ លំហាត់អនុវត្តន៍ និងកិច្ចការផ្ទះ

- ស្ត្រីម្នាក់ទូលល្អិតមួយមានចេកពេញ។ គាត់ធ្វើដំណើរសំដៅទៅផ្សារដើម្បីលក់ចេក។ តើកម្លាំងដែលគាត់ទូលល្អិតនោះបានបំពេញកម្មន្តដែរ ឬទេ? ព្រោះអ្វី?
- ស្ត្រីម្នាក់រុញកូនរទេះមួយនៅក្នុងផ្សារទំនើប។ បើគាត់បញ្ចេញកម្លាំង 30.0N ទៅលើកូនរទេះក្នុងទិសដៅនៃបង្គោលទីនោះ កូនរទេះផ្លាស់ទីបានចម្ងាយ 5.00m ។ គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយកម្លាំងលើកូនរទេះ។
- ដើម្បីឲ្យវត្ថុមួយមានម៉ាស់ m ផ្លាស់ទីពី A ទៅ B ដែល $AB = 5\text{m}$ គេត្រូវប្រើកម្លាំង $F = 20\text{N}$ ។
 - ចូរគូសក្រាបតាង(កម្លាំង-បង្គោលទី)។
 - តាមក្រាបនេះ ចូរគណនាក្រឡាផ្ទៃរបស់ចតុកោណដែលមានជ្រុងស្មើនឹង F និង AB ។
 - គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើនោះ។



- [1] សៀវភៅរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១០, ក្រសួងអប់រំយុវជន និងកីឡា, ២០១៩
- [2] សៀវភៅរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១០ មេរៀន សំណួរ ចម្លើយ និងកំណែលំហាត់, ឈន់ ផេន, ២០១៤
- [3] សៀវភៅកំណែលំហាត់ រូបវិទ្យា ផ្នែកឌីណាមិច, ស៊ុន សារ៉ាត, ២០១៩
- [4] College Physics, **Hugh D. Young**, 9th
- [5] Physics Principles with Applications, **Douglas C. Giancoli**, 7th