សំរាប់លក់

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

វិទ្យាសាស្ត្រ

រូបវិទ្យា ១០

គ្រឹះស្ថានបោះពុម្ពនិងចែកផ្សាយ

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

រូបវិទ្យា

ថ្នាក់ទី ១០

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

បោះពុម្ពផ្សាយដោយ

គ្រឹះស្ថានបោះពុម្ពនិងចែកផ្សាយ

អគារ ១៤៨ មហាវិថី ព្រះនរោត្តម ភ្នំពេញ

គណៈកម្មការនិពន្ធ លោក ទូច ចាន់ទុំ អ្នកស្រី អៀម ច័ន្ទឌី
លោក សូ គន្ធី អ្នកស្រី ឈុំ ណារី
លោក ផាង ស្រ៊ុយ លោក ជា សែ

អ្នកវាយអត្ថបទ អ្នកស្រី ហាក់ ផាន្នី

វិចិត្រករ លោក សិដ្ឋ ចាន់រដ្ឋា

អ្នករៀបរៀង លោក ស៊ឹម ចាន់ធី

អ្នករចនាទំព័រ លោក ហាក់ វណ្ណថា

សូមថ្លែងអំណរគុណចំពោះ
ការជួយឧបត្ថម្ភរបស់អង្គការ JICA

បានទទួលការអនុញ្ញាតឱ្យបោះពុម្ពផ្សាយពី ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា តាមប្រកាសលេខ២៧៥៧ អយក.ប្រក. ចុះថ្ងៃទ១៤ ខែមិថុនា ឆ្នាំ២០០៧ ដើម្បីប្រើប្រាស់នៅតាមសាលារៀន ។

ហាមថតចម្លងសៀវភៅនេះ

រក្សាសិទ្ធិ ©
គ្រឹះស្ថានបោះពុម្ពនិងចែកផ្សាយ

បោះពុម្ពលើកទី១៣ ឆ្នាំ២០២០ ចំនួន ៣៥ ០០០ ច្បាប់

ISBN 9-789-995-000-752

អារម្ភកថា

សារសំខាន់នៃសៀវភៅរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី10 គឺឱ្យសិស្សស្គាល់ច្បាស់អំពីបាតុភូតដែលកើតឡើងនៅជុំវិញខ្លួនយើងតាមរយៈវិធីវិទ្យាសាស្ត្រ ។

សៀវភៅរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី10 មានទម្រង់ដូចខាងក្រោម :

- មេរៀននីមួយៗមានបញ្ជាក់អំពីវត្ថុបំណងច្បាស់លាស់
- ខ្លឹមសារមេរៀនផ្តើមចេញពីឧទាហរណ៍នៃបាតុភូតដែលមាននៅក្នុងជីវភាពរស់នៅ
- មេរៀនមានសកម្មភាពពិសោធន៍ដើម្បីឱ្យសិស្សយកទៅអនុវត្តន៍ផ្ទាល់
- ចុងមេរៀននីមួយៗមានសង្ខេបគន្លឹះមេរៀនដើម្បីឱ្យសិស្សចងចាំអ្វីដែលសិស្សបានរៀន
- មេរៀននីមួយៗមានសំណួរនិងលំហាត់ហើយសៀវភៅនេះក៏មានសំណួរនិងលំហាត់សម្រាប់ជំពូកនីមួយៗផងដែរ ។

ជាទីបញ្ចប់គណៈកម្មការនិពន្ធ សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅចំពោះអង្គការ JICA ជាពិសេសអ្នកឯកទេសជប៉ុន ដែលបានជួយផ្តល់យោបល់សម្រាប់អ្នកនិពន្ធ ព្រមទាំងលោកគ្រូ អ្នកគ្រូដែលបានសម្រួលនិងផ្តល់យោបល់ក្នុងការសាកល្បង រួមទាំងគណៈកម្មការវង្វាយតម្លៃដែលបានជួយត្រួតពិនិត្យនិងផ្តល់យោបល់លើសៀវភៅនេះ ។

ដើម្បីឱ្យសៀវភៅសិស្សនេះកាន់តែល្អប្រសើរ យើងខ្ញុំនឹងទទួលរាល់ការរិះគន់ និងកែលម្អបន្ថែមពីសំណាក់លោកគ្រូ អ្នកគ្រូដោយក្តីរីករាយ ។

គណៈកម្មការនិពន្ធ

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

បញ្ជីអត្ថបទ

ទំព័រ

វិធីវិទ្យាសាស្ត្រ រង្វាស់ និងសុវត្ថិភាពពិសោធន៍ 1

សេចក្តីផ្តើមរូបវិទ្យា 15

ជំពូក1 : មេកានិច 17

1. ចលនាត្រង់ 18

2. ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន 34

3. កម្មន្ត ថាមពល និងអានុភាព 48

4. សម្ពាធនៃសន្ទនីយស្តាទិច 60

ជំពូក2 : ទែម៉ូឌីណាមិច 75

1. សីតុណ្ហភាព 76

2. ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃរូបធាតុ 82

3. កម្តៅ 86

ជំពូក3 : អគ្គិសនីនិងម៉ាញេទិច 101

1. អេឡិចត្រូស្តាទិច 102

2. ចរន្តជាប់និងម៉ាញេទិច 112

3. ចរន្តឆ្លាស់ 128

ជំពូក4 : អុបទិច 137

1. ធម្មជាតិនិងដំណាលនៃពន្លឺ 138

2. ឡង់ទី 150

ជំពូក5 : ថាមពល និងជីវិត 169

1. ការបំប្លែងថាមពលដែលមានប្រភពខុសៗគ្នាឱ្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនី 170

2. ការបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីឱ្យទៅជាថាមពលផ្សេងៗ 176

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

វិធីវិទ្យាសាស្ត្រ រង្វាស់ និងសុវត្ថិភាពពិសោធន៍

1. នាទីវិទ្យាសាស្ត្រ

អ្វីៗទាំងអស់នៅជុំវិញខ្លួន និងនៅក្នុងរាងកាយយើង ពិតជាមានអាថ៌កំបាំងច្រើនរាប់មិនអស់ ។ មុខងាររបស់អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រគឺបកស្រាយនូវអាថ៌កំបាំងទាំងនោះ ។ ការងារនេះមិនខុសពីអ្នកជំនាញស៊ើបអង្កេតប៉ុន្មានដែរ ។ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រតែងតែរិះរកគ្រប់វិធីដើម្បីរកឱ្យឃើញនូវការពិតដែលមានក្នុងធម្មជាតិ ។

អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រចង់ស្វែងរកការពិតនៃហេតុការណ៍ដែលបានកើតឡើង ។អ្វីទៅជាហេតុការណ៍ ? ភាវៈរស់រាប់លានប្រភេទខុសៗគ្នាដែលមានជីវិតនៅលើផែនដី គឺជាឧទាហរណ៍មួយហេតុការណ៍ ។ ពិតមែនតែហេតុការណ៍កើតមានឡើងមានទំហំធំធេង ប៉ុន្តែវិទ្យាសាស្ត្រមានន័យទូលំទូលាយជាងនេះទៅទៀត ។

អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រជនជាតិបារាំងដ៏ល្បីល្បាញម្នាក់នៅសតវត្សទី 19 មានគំនិតថា “វិទ្យាសាស្ត្រកើតឡើងដោយហេតុការណ៍ជាច្រើន វាប្រៀបបីដូចជាផ្ទះមួយសង់ឡើងពីដុំឥដ្ឋដែរ ” ។ ប៉ុន្តែការប្រមូលផ្តុំនូវហេតុការណ៍មិនច្រើនជាងវិទ្យាសាស្ត្រ ហើយដុំឥដ្ឋមួយក៏មិនអាចស្មើនឹងផ្ទះមួយដែរ ។

ដូចនេះអ្នកវិទ្យាសាស្ត្ររកឃើញនូវហេតុការណ៍កាន់តែស្មុគស្មាញនិងស៊ីជម្រៅ ។ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រសាកល្បងប្រើប្រាស់ហេតុការណ៍ទាំងនោះដើម្បីដោះស្រាយនូវអាថ៌កំបាំងធម្មជាតិដ៏ធំធេងនេះ ។ យើងពេញចិត្តនឹងភាពឆ្លល់ដ៏ឆ្លាតវាងវៃរបស់យើងតាមរយៈការស្រាវជ្រាវរបស់អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ ។

ការប្រើប្រាស់សម្ភារៈអេឡិចត្រូនិក ឱសថព្យាបាលជំងឺ ការទស្សន៍ទាយមុននៃអាកាសធាតុ ។ ទាំងនេះបង្ហាញថា យើងមិនអាចរស់នៅដោយគ្មានការអភិវឌ្ឍផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្របានឡើយ ។

2. វិធីវិទ្យាសាស្ត្រ

វិទ្យាសាស្ត្របានផ្តល់សារៈសំខាន់យ៉ាងច្រើនដល់យើងទាំងអស់គ្នាដើម្បីឱ្យបានយល់ច្បាស់អំពីបាតុភូត ហេតុការណ៍ឬព្រឹត្តិការណ៍ណាមួយដែលកើតឡើងនៅជុំវិញខ្លួនយើង ។ ម្យ៉ាងវិញទៀតវិទ្យាសាស្ត្រជួយយើងក្នុងការទម្លាយអាថ៌កំបាំងនៃគ្រោះមហន្តរាយធម្មជាតិ តាមរយៈរបកគំហើញរូបធាតុឬបច្ចេកវិទ្យាថ្មីៗដែលធ្វើឱ្យពិភពលោកមានការអភិវឌ្ឍទាំងផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចនិងពាណិជ្ជកម្ម ។ ដើម្បីទទួលជោគជ័យក្នុងការងារវិទ្យាសាស្ត្រ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ និងអ្នកស្រាវជ្រាវអនុវត្តតាមលំដាប់លំដោយនៃវិធីមួយដែលគេឱ្យឈ្មោះថា “ **វិធីវិទ្យាសាស្ត្រ** ” ។ ទ្រឹស្តីដែលអ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានរកឃើញ យើងយកមកអនុវត្តដល់សព្វថ្ងៃនេះ ជាលទ្ធផលនៃការអនុវត្តតាមបែបវិធីវិទ្យាសាស្ត្រនេះឯង ។

លំដាប់លំដោយនៃវិធីវិទ្យាសាស្ត្រមាន 5 ជំហានគឺ

① ការកំណត់បញ្ហា

② ការបង្កើតសម្មតិកម្ម

③ ការធ្វើតេស្តសម្មតិកម្មឬការធ្វើពិសោធន៍

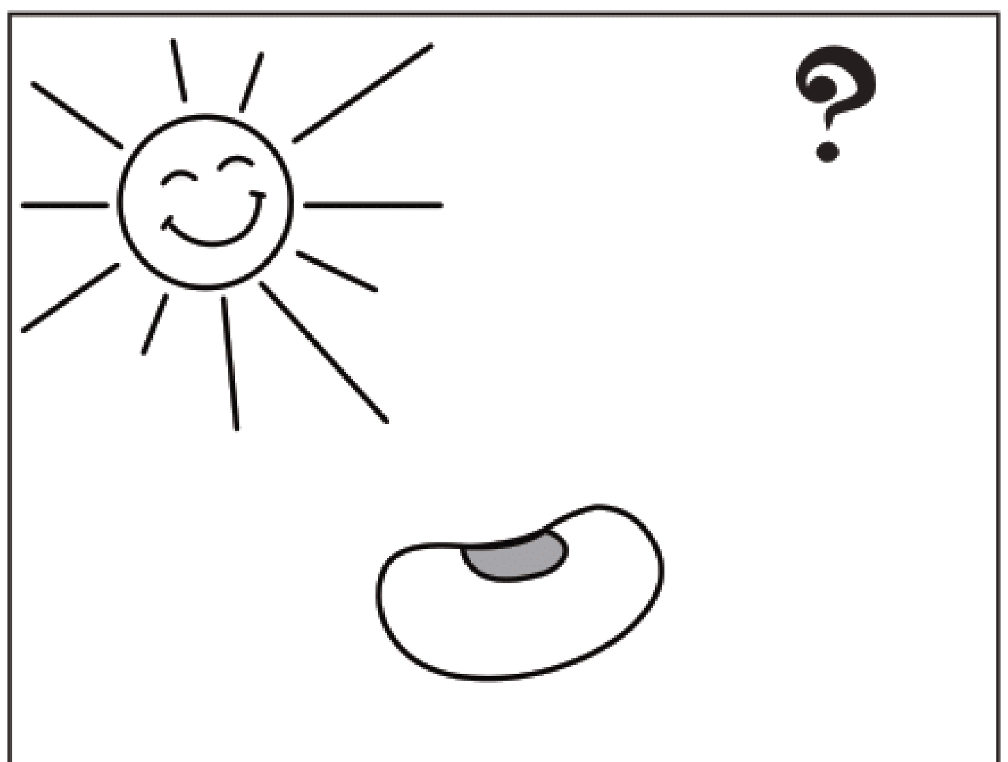
④ លទ្ធផល

⑤ ការវិភាគនិងការសន្និដ្ឋាន ។

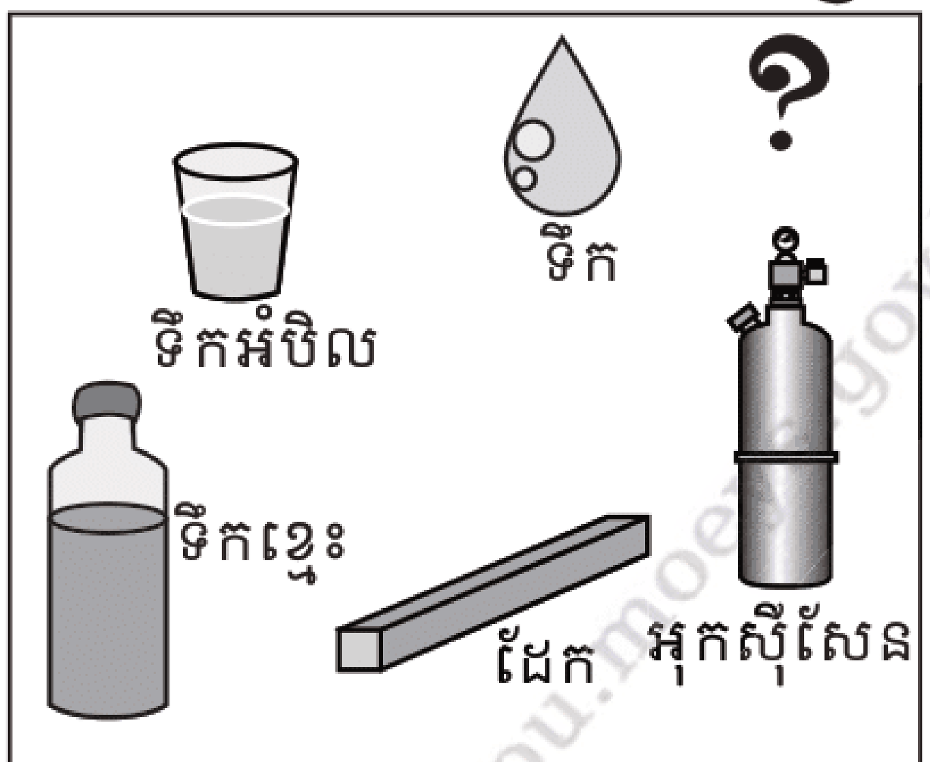
youtube.com/moeys

2.1 ការកំណត់បញ្ហា

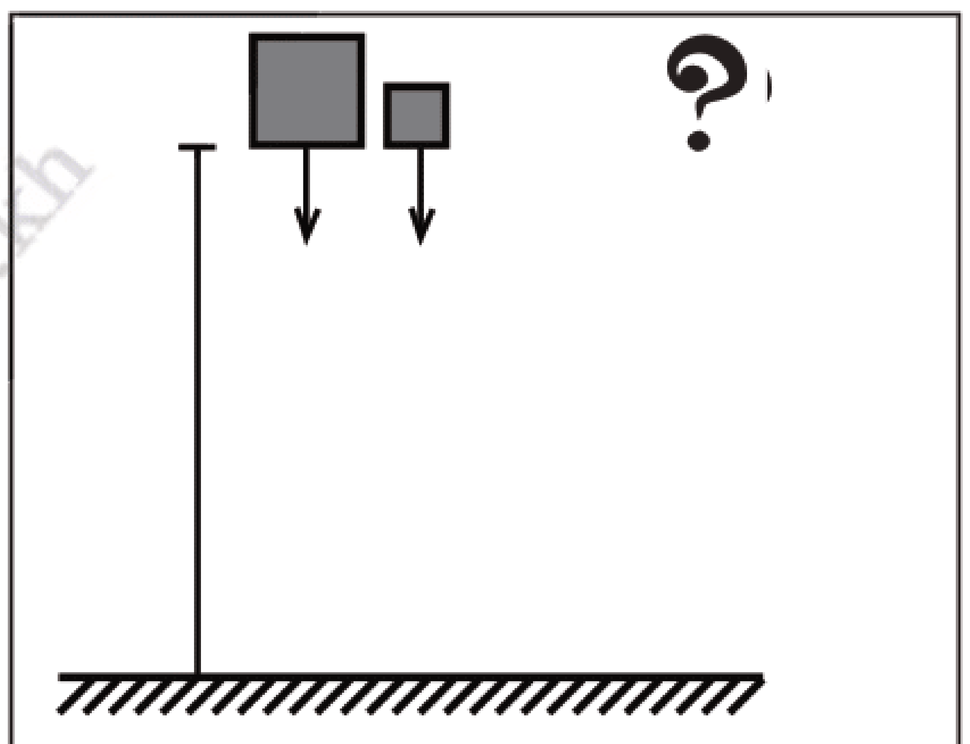
ការកំណត់បញ្ហាផ្ដើមចេញពីចំណាប់អារម្មណ៍ទៅលើបាតុភូតឬព្រឹត្តិការណ៍ណាមួយដែលកើតមានឡើងនៅជុំវិញខ្លួនយើងតាមរយៈការសង្កេតរបស់យើង ។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍ងាយៗដែលបង្ហាញពីបាតុភូតមួយចំនួនទាក់ទងទៅនឹងមុខវិជ្ជាវិទ្យាសាស្ត្រ ។



1. តើគ្រាប់រុក្ខជាតិត្រូវការពន្លឺដើម្បីដុះពន្លកឬទេ?



2. តើកត្តាអ្វីខ្លះដែលជំរុញឱ្យដែកឡើងច្រេះ?



3. តើកត្តាអ្វីដែលជះឥទ្ធិពលទៅលើល្បឿននៃការធ្លាក់ចុះ?

ដូចនេះ ការកំណត់បញ្ហាជាការបង្កើត " **សំណួរ** " ដែលកើតចេញពីចម្ងល់របស់យើងតាមរយៈការសង្កេតបាតុភូតឬហេតុការណ៍ណាមួយ ។

2.2 ការបង្កើតសម្មតិកម្ម

សម្មតិកម្មមានន័យថា លទ្ធផលសង្ឃឹមទុកជាមុនដែលអាចនឹងកើតមានឡើង ។ ដូច្នេះការបង្កើតសម្មតិកម្ម ជាការព្យាករណ៍ឬការទាយទុកជាមុន ដើម្បីស្វែងរកដំណោះស្រាយលើបញ្ហាដែលយើងបានចោទសួរពីខាងដើម ។ សម្មតិកម្ម ដែលបង្កើតហើយនេះ ត្រូវមានលក្ខណៈច្បាស់លាស់និងត្រឹមត្រូវ ហើយគេអាចយកទៅធ្វើតេស្តសម្មតិកម្មបាន ។ ឧទាហរណ៍ : ប្រសិនបើ យើងជ្រើសរើសគ្រាប់រុក្ខជាតិ តើវាជាគ្រាប់រុក្ខជាតិប្រភេទអ្វី ? គ្រាប់ស្វាយ គ្រាប់ល្ហុង គ្រាប់ខ្នុរ. . . ។ល។ ប្រសិនបើយើងជ្រើសរើសដែក តើត្រូវយកដែកប្រភេទអ្វី ? ដែកគោល ដែកថែប ដែកលួស . . ។ ម្យ៉ាងទៀត សម្មតិកម្មដែលយើងបង្កើតមានច្រើនបែបសណ្ឋានណាស់ អាស្រ័យនឹងផលដែលយើងរំពឹងទុក ។ ខាងក្រោមនេះជាសម្មតិកម្មដែលយើងលើកឡើង :

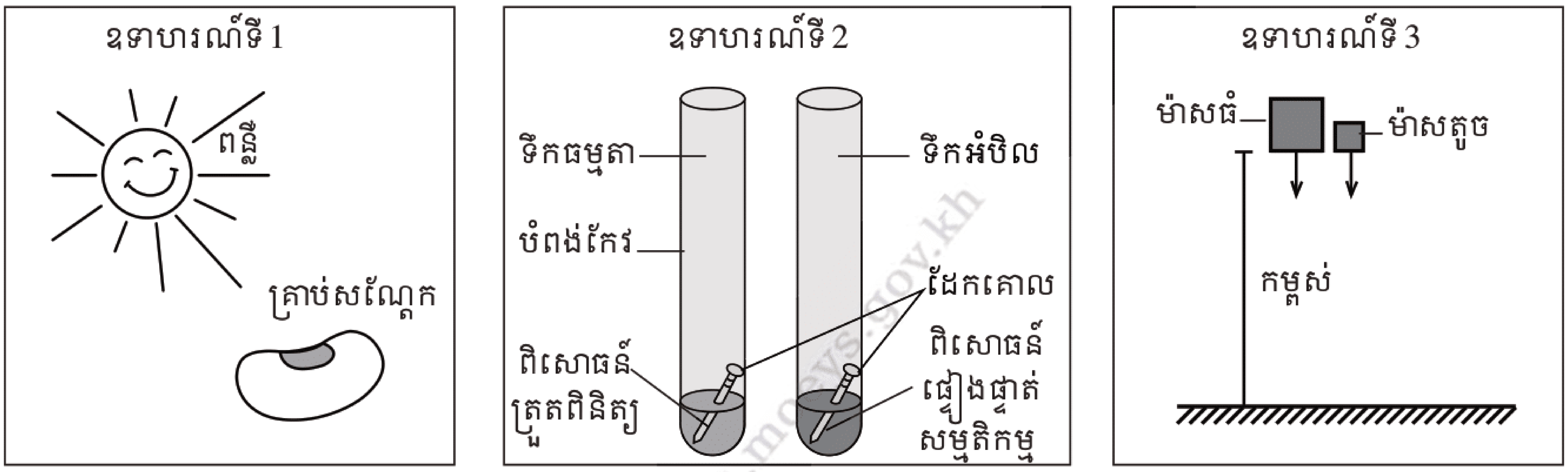
ឧទាហរណ៍ទី 1 " គ្រាប់សណ្តែកត្រូវការពន្លឺដើម្បីដុះពន្លក " ។

ឧទាហរណ៍ទី 2 " ទឹកអំបិលអាចជាកត្តាដែលជំរុញឱ្យដែកឡើងច្រែះ " ។

ឧទាហរណ៍ទី 3 " ម៉ាសអាចជាកត្តាដែលជះឥទ្ធិពលទៅលើល្បឿននៃការធ្លាក់ចុះ " ។

2.3 ការធ្វើតេស្តសម្មតិកម្ម (ពិសោធន៍)

តេស្តសម្មតិកម្មគឺជាការពិសោធជាក់ស្តែង ដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់ថា អ្វីដែលយើងបានព្យាករណ៍ទុកជាមុននោះពិតជាត្រឹមត្រូវឬមិនត្រឹមត្រូវតាមសម្មតិកម្ម ។ ម្យ៉ាងទៀតការពិសោធត្រូវមានបទដ្ឋានការងារច្បាស់លាស់រួមមាន សម្ភារៈពិសោធ ដំណើរការពិសោធនិងការពិសោធត្រួតពិនិត្យឬពិសោធន៍ប្រៀបធៀប ។



នៅក្នុងការពិសោធវាមានកត្តានិងផលប៉ះពាល់ជាច្រើនដែលធ្វើឱ្យដំណើរការពិសោធរបស់យើងមានភាពប្រែប្រួល ។ ដូច្នេះមុននឹងពិសោធ យើងត្រូវពិនិត្យលក្ខខណ្ឌឱ្យបានច្បាស់លាស់ជាមុនសិន ។

2.4 លទ្ធផល

លទ្ធផលជាទិន្នន័យ ដែលទទួលបានពីការពិសោធតាមរយៈការសង្កេតនិងការវាស់វែងយ៉ាងត្រឹមត្រូវ ។ ទិន្នន័យនេះចែកចេញជាពីរផ្នែកគឺ :

ទិន្នន័យផ្នែកបរិមាណ : ជាទិន្នន័យដែលយើងអាចវាស់វែងបានច្បាស់លាស់ ដូចជា ប្រវែង ម៉ាស មាឌ ពេលវេលា សីតុណ្ហភាព តង់ស្យុង . . . ។

ទិន្នន័យផ្នែកគុណភាព : ជាទិន្នន័យដែលយើងពិបាកនឹងវាស់វែងឱ្យបានច្បាស់លាស់មានដូចជា ក្លិន ពណ៌ រសជាតិ រូបភាព សូរ. . . ។

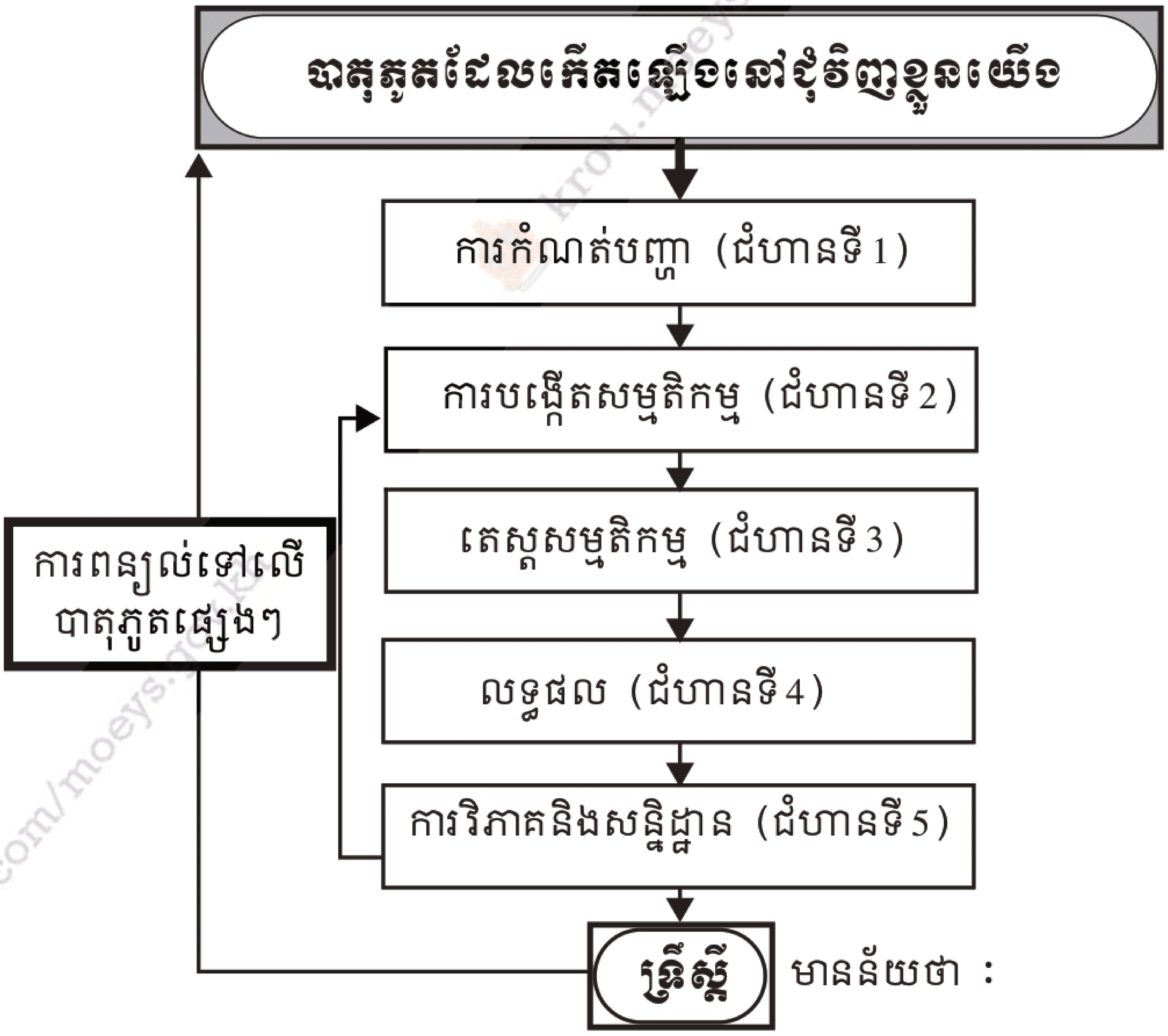
ចំពោះ***ឧទាហរណ៍ទី 2 :*** ក្រោយពីទុកវាអស់រយៈពេលមួយសប្តាហ៍មក គេទទួលបានលទ្ធផលដូចតទៅ : ដែកគោលដែលគេដាក់ក្នុងសូលុយស្យុងអំបិលមានពណ៌ត្នោតជាង ។ នេះមានន័យថា វាឡើងច្រែះជាងដែកគោលក្នុងទឹកធម្មតា ។

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

2.5 ការវិភាគនិងសន្និដ្ឋាន

ការវិភាគទិន្នន័យមានន័យថា “**ទិន្នន័យដែលទទួលបាននោះគាំទ្រឬមិនគាំទ្រសម្មតិកម្ម** ” ដែលយើងបានបង្កើត ។ ប៉ុន្តែលទ្ធផលនៅក្នុងឧទាហរណ៍ទី 2 នោះ គឺបាន**គាំទ្រសម្មតិកម្ម** ។ ដូច្នេះយើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា : “**ទឹកអំបិលអាចជំរុញឱ្យមានការឡើងច្រែះ** ” ត្រូវបានគាំទ្រដោយពិសោធន៍ ។ ករណីនេះ ហាក់ដូចជាថា ***កត្តាមួយក្នុងចំណោមកត្តាដែលជំរុញឱ្យមានការឡើងច្រែះគឺទឹកអំបិល*** ។ យើងប្រើពាក្យ **ហាក់ដូចជា**នេះ ព្រោះយើងធ្វើការពិសោធបានតែម្តង ។ យើងមិនអាចសន្និដ្ឋានការពិសោធនោះត្រឹមត្រូវបាន 100% នោះទេ ។ ប្រសិនបើយើងធ្វើការពិសោធច្រើនដងសាចុះសាឡើង ហើយលទ្ធផលនៃការពិសោធនោះ បានគាំទ្រសម្មតិកម្មគ្រប់ករណី ។ ពេលនោះសម្មតិកម្មរបស់យើងនឹងក្លាយជា **ទ្រឹស្តី** ។ ដូច្នេះទ្រឹស្តីមានន័យថា “ ***ជាការពន្យល់អំពីបាតុភូត ឬព្រឹត្តិការណ៍ផ្សេងៗជាច្រើនដែលត្រូវបានគាំទ្រដោយពិសោធន៍***” ។

ដ្យាក្រាមខាងក្រោមនេះ បង្ហាញអំពីជំហានទាំងប្រាំនៃវិធីវិទ្យាសាស្ត្រ ដែលអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ និងអ្នកស្រាវជ្រាវបានអនុវត្តក្នុងការធ្វើពិសោធជាច្រើនដង ដោយមានការគាំទ្រពីសម្មតិកម្ម ដើម្បីបង្កើតទ្រឹស្តីមួយដែលមានលក្ខណៈត្រឹមត្រូវច្បាស់លាស់ ។



1. ការពន្យល់អំពីអ្វីមួយដែលកំណត់ថានឹងកើតមានឡើងនៅជុំវិញខ្លួនយើង ។
2. ការពន្យល់ទៅលើបាតុភូតឬព្រឹត្តិការណ៍ផ្សេងៗដែលត្រូវបានគាំទ្រដោយពិសោធន៍ ។

facebook.com/moeys krou.moeys.gov.kh youtube.com/moeys

3. រង្វាស់និងខ្នាត

3.1 ទំហំរូបនិងខ្នាត SI (Système International)

រង្វាស់គឺបង្ហាញនូវក្បួននិងច្បាប់ធម្មជាតិជាមួយនឹងទំហំជាលេខ ។ ឧបករណ៍រង្វាស់នីមួយៗត្រូវបានក្រិតតាមខ្នាតគំរូ (Standard) ។ បើសិនជាយើងចង់ផ្តល់លទ្ធផលនៃរង្វាស់ទៅឱ្យអ្នកណាម្នាក់ដែលចង់ចម្លងរង្វាស់យើង នោះខ្នាតគំរូត្រូវបានកំណត់ ។ បើសិនជាជនជាតិខ្មែរយើងប្រាប់ទៅជនបរទេសនូវរង្វាស់ 5 ព្យាម ជនបរទេសនោះក៏ពុំដឹងថា ព្យាមជាអ្វីទេ ។ ប៉ុន្តែបើយើងប្រើប្រព័ន្ធខ្នាតអន្តរជាតិ ហើយប្រាប់គេថា ជញ្ជាំងមានកម្ពស់ 2m គេអាចដឹងថា វាមានប្រវែងពីរដងនៃខ្នាតគំរូ ។

គ្រប់ទំហំរូបទាំងអស់សុទ្ធតែមានតម្លៃជាលេខនិងខ្នាត ។

ឧទាហរណ៍ : 2.3m (2.3 តម្លៃជាលេខ និង m ជាខ្នាត) ។

ក្នុងឆ្នាំ 1960 គណៈកម្មការអន្តរជាតិបានបង្កើតខ្នាតគំរូសម្រាប់ទំហំរូបផ្សេងៗ ។ ប្រព័ន្ធដែលបង្កើតនោះគេឱ្យឈ្មោះហៅថា ប្រព័ន្ធខ្នាតអន្តរជាតិ (Système International) ឬសរសេរកាត់ SI ។ ក្នុងប្រព័ន្ធខ្នាតនេះ គេប្រើខ្នាតគ្រឹះប្រាំពីរដូចក្នុងតារាង :

ទំហំរូប	ឈ្មោះ	និមិត្តសញ្ញា
ប្រវែង	ម៉ែត	m
ម៉ាស	គីឡូក្រាម	kg
ពេល	វិនាទី	s
ចរន្តអគ្គិសនី	អំពែ	A
សីតុណ្ហភាព	កែលវិន	K
អាំងតង់ស៊ីតេពន្លឺ	កង់ដឺឡា	cd
បរិមាណរូបធាតុ	ម៉ូល	mol

ទំហំផ្សេងៗទៀត ត្រូវបានទាញចេញពីទំហំគ្រឹះខាងលើ***ឧទាហរណ៍*** ដូចជាល្បឿន សំទុះ .... ។

3.2 ខ្នាតគ្រឹះគំរូ

ក. ប្រវែង

ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ខ្នាតប្រវែងគឺម៉ែត (m) ។ ក្នុងឆ្នាំ 1960 និង 1970 ម៉ែត គឺជាប្រវែងស្មើនឹង

1 650 763.73 ដងនៃជំហានរលកក្នុងសុញ្ញកាសរបស់ពន្លឺលឿងទុំដែលបញ្ចេញដោយអ៊ីសូតូប 86 របស់អាតូមគ្រីបតុង (Kr) ។ តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយនៅខែតុលាឆ្នាំ 1983 ម៉ែតត្រូវបានកំណត់ឡើងវិញថា ម៉ែតគឺជាប្រវែងដាលនៃពន្លឺក្នុងសុញ្ញកាសក្នុងរយៈពេល 1/299 792 458 វិនាទី ។

ខ. ម៉ាស

ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ខ្នាតម៉ាសគិតជាគីឡូក្រាម (kg) ។ គីឡូក្រាមគឺជាម៉ាសគំរូធ្វើអំពីប្លាទីនបញ្ចុះអ៊ីរីដ្យូម (Platinum-iridium) ដែលគេតម្កល់ទុកក្នុងការិយាល័យអន្តរជាតិខាងទម្ងន់និងរង្វាស់នៅទីក្រុងសែវ (Sèvres) ប្រទេសបារាំង ។

គ. ពេល

ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ពេលត្រូវបានគិតជាវិនាទី (s) ។ មុនឆ្នាំ 1960 វិនាទីជារយៈពេលដែលស្មើនឹង 1/31 556 925.9747 នៃឆ្នាំត្រូពិច ។ ឆ្នាំត្រូពិចនេះមានរយៈពេលតូចជាងរយៈពេលដែលផែនដីវិលជុំវិញព្រះអាទិត្យបន្តិច ។ ក្នុងឆ្នាំ 1967 វិនាទីត្រូវបានកំណត់ជាថ្មីថាជារយៈពេលដែលត្រូវនឹង 9 192 631 770 ដងនៃខួបរលកពន្លឺរបស់អាតូមសេស្យូម 133 ។

3.3 បុព្វបទនៃខ្នាត SI

ដើម្បីសម្រួលក្នុងការគណនា ពហុគុណនិងអនុពហុគុណនៃខ្នាត ត្រូវបានអនុញ្ញាតឱ្យប្រើដោយគ្រាន់តែបន្ថែមនូវបុព្វបទទៅលើខ្នាតគ្រឹះ ។

តារាងបុព្វបទមួយចំនួន

	កត្តាដែលត្រូវគុណ	បុព្វបទ	និមិត្តសញ្ញា
ពហុគុណ	10^{12}	តេរា	T
	10^{9}	ហ្សីកា	G
	10^{6}	មេកា	M
	10^{3}	គីឡូ	k
	10^{2}	ហិចតូ	h
	10^{1}	ដេកា	da

ខ្នាតគ្រឹះ			
អនុពហុគុណ	10^{-1}	ដេស៊ី	d
	10^{-2}	សង់ទី	c
	10^{-3}	មីលី	m
	10^{-6}	មីក្រូ	μ
	10^{-9}	ណាណូ	n
	10^{-12}	ពីកូ	p

3.4 ការវិភាគខ្នាត

ទំហំគ្រឹះដែលប្រើសម្រាប់ពណ៌នានៅក្នុងរូបវិទ្យាហៅថា វិមាត្រ (dimension) ។ ឧទាហរណ៍ៈ ប្រវែង ម៉ាស ពេល ទាំងអស់នេះជាវិមាត្រ (dimension) ។

ក្នុងការអនុវត្តដើម្បីងាយស្រួលគេត្រូវប្រើខ្នាតជាក់លាក់ដូចជា m , s និង kg ដូចបញ្ជាក់ក្នុងតារាងខាងក្រោម ។ ការប្រើខ្នាតបែបនេះ អាចឱ្យគេធ្វើប្រមាណវិធីដូចជា ទំហំពីជគណិត ដែលអាចសម្រួលគ្នាបាន ។ ការប្រើប្រាស់ខ្នាតដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់សមីការហៅថា វិភាគខ្នាត ។

រូបមន្តរូបវិទ្យាក៏ដូចជាសមីការគណិតវិទ្យាដែរ ដែលអង្គទាំងសងខាងនៃសមីការត្រូវតែស្មើគ្នាទាំងតម្លៃនិងទាំងខ្នាត ។

ទំហំ	ខ្នាត
ម៉ាស	kg
ពេល	s
ប្រវែង	m
ផ្ទៃ	m^2
មាឌ	m^3
ល្បឿន	m/s
សំទុះ	m/s^2

ឧទាហរណ៍ទី1 : គេមានទំហំប្រវែង $a = 3.0\text{m}$ និង $b = 4.0\text{m}$ ។ បញ្ចូលតម្លៃនេះទៅក្នុងសមីការ $a \times b = c$ គេបាន $3.0\text{m} \times 4.0\text{m} = 12\text{m}^2$ ។ អង្គទាំងសងខាងមានតម្លៃស្មើគ្នា $(3 \times 4 = 12)$ ហើយអង្គទាំងសងខាងមានខ្នាតដូចគ្នា $(\text{m} \times \text{m} = \text{m}^2)$ ។

ឧទាហរណ៍ទី2 : គេមានសមីការពីរ $v = v_0 + at$ និង $x = \frac{v}{2a}$ ដែលក្នុងនោះ x ជាចម្ងាយគិតជា m , v និង v_0 ជាល្បឿនគិតជា m/s , a ជាសំទុះគិតជា m/s^2 និង t ជាពេលគិតជា s ។ តើសមីការទាំងពីរនេះផ្ទៀងផ្ទាត់ខ្នាតត្រឹមត្រូវឬទេ ?

សមីការទី 1 : $v = v_0 + at$ បញ្ចូលខ្នាតនៃទំហំនីមួយៗ យើងបាន : $\frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{s}$

ដោយសម្រួល s គេបាន : $\frac{m}{s} = \frac{m}{s} + \frac{m}{s}$ ។ ដូច្នេះសមីការទី 1 ផ្ទៀងផ្ទាត់ខ្នាតត្រឹមត្រូវ ។

សមីការទី 2 : $x = \frac{v}{2a}$

ខ្នាតរបស់ x ដែលនៅខាងឆ្វេងដៃគិតជា m

ខ្នាតរបស់ $\frac{v}{2a}$ ដែលនៅខាងស្តាំដៃគិតជា $\frac{m/s}{m/s^2} = \frac{m}{s} \times \frac{s^2}{m} = s$

ដូច្នេះសមីការនេះមិនផ្ទៀងផ្ទាត់ខ្នាតទេ ព្រោះ m មិនដូចខ្នាត s ទេ (ប្រវែង $\neq$ ពេល) ។

3.5 លេខមានន័យ

ជាញឹកញាប់អ្នកផ្តល់ទិន្នន័យជាលេខ កាលណាអ្នកដោះស្រាយលំហាត់មួយ ។ ជាទូទៅទិន្នន័យនោះអាចជាចំនួនជាក់លាក់ឬចំនួនដែលបានមកពីការវាស់វែង ។ ចំនួនជាក់លាក់ជាចំនួនដែលគ្មានល្អៀង តែចំនួនដែលបានមកពីការវាស់វែង ជាទូទៅមានកម្រិតល្អៀងមួយ ។ បញ្ហាគឺថា តើត្រូវប្រាប់ល្អៀងនៃលទ្ធផលដែលកើតឡើងនោះយ៉ាងដូចម្តេច?

ឧទាហរណ៍ : $t = \frac{x}{v} = \frac{5.3\text{m}}{1.67\text{m/s}} = 3.173652\text{s}$ តើចម្លើយគួរយកប៉ុន្មានខ្ទង់ក្រោយចុច ?

ជាគោលការណ៍តួលេខមានន័យក្នុងរង្វាស់នីមួយៗ គឺជាតួលេខដែលគេទទួលស្គាល់ថាជាតួលេខជាក់លាក់និងថែមមួយតួលេខខាងក្រោយទៀតជាលេខមិនជាក់លាក់ ។ លេខទាំងនេះបានមកពីការអានផ្ទាល់នៃឧបករណ៍រង្វាស់និងថែមមួយលេខទៀតដែលបានមកពីការប៉ាន់ស្មាននៃប្រភាគរបស់ប្រឡោះក្រិតដ៏តូច ។

ទំហំ 2.5cm មានលេខជាក់លាក់គឺលេខ 2 និងលេខមិនជាក់លាក់គឺលេខ 0.5 ។ ចំណែកទំហំ 2.54cm មានលេខជាក់លាក់ 2 និង 5 ។ ចំណែក 0.04 ជាលេខមិនជាក់លាក់ ។ គេថា 2.54cm មានភាពជាក់លាក់ជាង 2.5cm ។ 2.5cm មានតួលេខមានន័យពីរចំណែក 2.54cm មានតួលេខមានន័យបី ។ វាអាចមានការភ័ន្តច្រឡំចំពោះចំនួនខ្លះដែលមានលេខសូន្យមួយឬច្រើន ។ ក្នុងករណីនេះ គេត្រូវប្រើក្បួនដូចខាងក្រោម :

- សូន្យទាំងឡាយណាដែលនៅខាងដើមនៃចំនួន មិនមែនជាតួលេខមានន័យទេ គេប្រើវាសម្រាប់ញែកផ្នែកទសភាគប៉ុណ្ណោះ ។

ឧទាហរណ៍ : 0.0254m មានតួលេខមានន័យបីគឺ (2, 5 , 4)

- សូន្យដែលនៅចន្លោះចំនួនជាតួលេខមានន័យ ។

ឧទាហរណ៍ : 104.6m មានតួលេខមានន័យបួនគឺ (1, 0 , 4, 6)

- សូន្យនៅខាងក្រោយជាប់ចុចជាតួលេខមានន័យដែរ ។

ឧទាហរណ៍ : 2075.0 មានតួលេខមានន័យប្រាំគឺ (2, 0 , 7 , 5 , 0) ។

- ក្នុងចំនួនទាំងមូលដែលគ្មានផ្នែកទសភាគហើយបញ្ចប់ដោយលេខសូន្យមួយឬច្រើន សូន្យទាំងនោះអាចជាតួលេខមានន័យឬមិនអាចជាតួលេខមានន័យ ។

ឧទាហរណ៍ : 500kg អាចមានមួយលេខជាក់លាក់គឺ 5 អាចមានពីរលេខជាក់លាក់គឺ 50 អាចមានបីលេខជាក់លាក់គឺ 500 ។ ក្នុងករណីដោយឡែកមួយនេះគេអាចសរសេរ 500kg ជា :

5×10^2kg សម្រាប់ 1 លេខជាក់លាក់

5.0×10^2kg សម្រាប់ 2 លេខជាក់លាក់

5.00×10^2kg សម្រាប់ 3 លេខជាក់លាក់ ។

សម្គាល់ : នៅខាងក្រោមយើងតាងតួលេខមានន័យដោយអក្សរកាត់ ***(ល.ន)*** ។

លេខមានន័យក្នុងប្រមាណវិធី : ក្នុងប្រមាណវិធីគុណ និងចែកគេត្រូវរក្សាចំនួនតួលេខមានន័យយ៉ាងហោចឱ្យស្មើនឹងទំហំដែលមានតួលេខមានន័យតិចជាងគេ ។

ឧទាហរណ៍ : $\frac{5.3\text{m (2 លន)}}{1.67\text{m/s (3 លន)}} = 3.2\text{s (2 លន)}$

$\underset{\text{(2 លន)}}{2.4\text{m}} \times \underset{\text{(3 លន)}}{3.65\text{m}} = 8.76\text{m}^2 = \underset{\text{(2 លន)}}{8.8\text{m}^2}$

$\frac{725.0\text{m} \quad \text{(4 លន)}}{0.125\text{s} \quad \text{(3 លន)}} = 5800\text{m/s} = \underset{\text{(3 លន)}}{5.80 \times 10^3\text{m/s}}$

> ***ចំណាំ :*** *ផលគុណឬផលចែក ដែលបានមកពីការគុណឬចែកនឹងចំនួនថេរត្រូវគិតតាមចំនួនដែលយកមកគុណឬចែកនោះ ។*

ឧទាហរណ៍ :

$\underset{\text{(4 លន)}}{0.2786} \times 8 = \underset{\text{(4 លន)}}{2.229}$

$\frac{5.16 \quad \text{(3 លន)}}{2} = 2.58 \text{ (3 លន)}$

- ក្នុងប្រមាណវិធីដកនិងបូក គេរក្សាទុកផ្នែកទសភាគនៃចម្លើយនូវចំនួនតួលេខឱ្យស្មើនឹងចំនួនតួលេខនៃទំហំដែលមានចំនួនតួលេខតិចជាងគេក្នុងផ្នែកទសភាគ ។

ឧទាហរណ៍ : $23.1 + 0.546 + 1.45 = 25.09$

23.1 ជាចំនួនដែលតួលេខផ្នែកទសភាគមានតិចជាងគេ ។ គេសរសេរលទ្ធផលប្រហែល 25.1

$157 - 5.5 = 151.5$

157 គ្មានតួលេខក្នុងផ្នែកទសភាគទេ គេយកចម្លើយប្រហែល 152 ។

4. សុវត្ថិភាពក្នុងទីពិសោធន៍

ការធ្វើពិសោធន៍ប្រកបដោយសុវត្ថិភាពមានសារៈសំខាន់ណាស់ ។ ធាតុគីមីខ្លះធ្វើឱ្យយើងមានគ្រោះថ្នាក់ប្រសិនបើយើងប្រើប្រាស់ខុស និងខ្វះបម្រុងប្រយ័ត្ន ។ ដូច្នេះដើម្បីចៀសវាងគ្រោះថ្នាក់ យើងត្រូវមានវិធានសម្រាប់អនុវត្តក្នុងពេលពិសោធដោយមានបម្រុងប្រយ័ត្ននិងយកចិត្តទុកដាក់ដល់សុវត្ថិភាពទីពិសោធន៍ ។

ពិសោធន៍ខ្វះការប្រុងប្រយ័ត្ន

ធាតុគីមី ដូចជាទឹកក៏អាចបណ្តាលឱ្យមានគ្រោះថ្នាក់បានដែរ ។ ដើម្បីរក្សាសុវត្ថិភាពក្នុងពេលពិសោធ យើងត្រូវមានការយល់ដឹងក្នុងការប្រើប្រាស់ធាតុគីមីឱ្យបានត្រឹមត្រូវ គឺត្រូវមានបម្រុងប្រយ័ត្នជាមុន ដូចជាការពិនិត្យស្លាកសញ្ញាធាតុគីមីមុននឹងយកមកប្រើដោយអនុវត្តតាមការណែនាំជាដើម... ។

ចំណុចបម្រុងប្រយ័ត្នទាំងឡាយដែលតែងតែអនុវត្តក្នុងទីពិសោធន៍ :

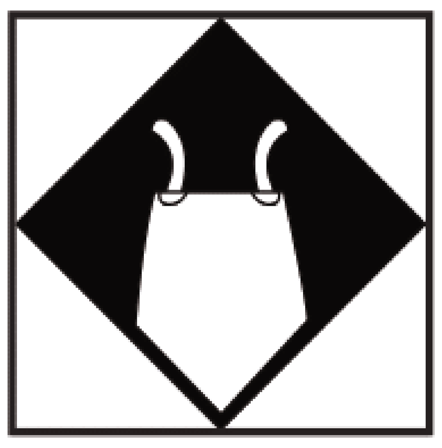
- ត្រូវពាក់អាវអៀមការពារសុវត្ថិភាពជានិច្ច ។ នៅទីពិសោធន៍មានធាតុគីមីខ្លះអាចធ្វើឱ្យខូចខាតសម្លៀកបំពាក់យើង ពេលវាខ្ទាតមកប៉ះ ដូចនេះយើងត្រូវពាក់អៀមការពារជាប់ជានិច្ចរាល់ពេលចូលធ្វើពិសោធន៍ម្តងៗ ។
- ត្រូវពាក់វ៉ែនតាការពារភ្នែកជានិច្ចនៅពេលដំណើរការពិសោធ ព្រោះប្រសិនបើសារធាតុគីមីខ្លះខ្ទាតប៉ះភ្នែកវាអាចបណ្តាលឱ្យភ្នែកយើងឈឺឬខ្វាក់ ។ ហាមពាក់វ៉ែនតា កញ្ចក់កែវនៅពេលធ្វើពិសោធន៍ ។
- មិនត្រូវធ្វើការម្នាក់ឯងនៅក្នុងទីពិសោធន៍ទេ គឺត្រូវឋិតក្រោមការដឹកនាំរបស់គ្រូជានិច្ច ។
- មិនត្រូវពាក់គ្រឿងអលង្ការដូចជា : ខ្សែក ខ្សែដៃ ក្រវិល . .. ព្រោះវាអាចខូចខាតដោយប៉ះសារធាតុគីមី ។
- ត្រូវចងសក់ទៅក្រោយឱ្យអស់ឬកាត់សក់ខ្លី ។
- ត្រូវស្លៀកសម្លៀកបំពាក់ធ្វើពីអំបោះជាការប្រសើរ ។ កុំស្លៀកសម្លៀកបំពាក់ធ្វើពីនីឡុងនិងប៉ូលីអេស្ទែរ ព្រោះវាអាចឆេះនិងរលាយរហ័សជាងអំបោះ ។
- ត្រូវពាក់ស្បែកជើងកវែងឬប៊ូដើម្បីការពារជើងពេលកំពប់សារធាតុគីមី ។ មិនត្រូវពាក់ស្បែកជើង ផ្ទាត់ សង្រែកឬស្បែកជើងកំណាត់ទេ ។

- មិនត្រូវយកកាបូប សាក់កាដូ ឬវត្ថុផ្សេងៗ ដូចជាគ្រឿងតុបតែងខ្លួនចូលទីពិសោធន៍ទេ ត្រូវទុកវត្ថុទាំងនេះនៅលើតុរៀន ហើយយកតែសៀវភៅឬសៀវភៅកត់ត្រាមួយប៉ុណ្ណោះ ។
- ពិនិត្យដោយយកចិត្តទុកដាក់នូវស្លាកសញ្ញារបស់ធាតុគីមី ។
- ធ្វើការដោយប្រុងប្រយ័ត្ននៅក្នុងទីពិសោធន៍ ។ ពេលខ្លះយើងត្រូវយកធាតុគីមីពីកន្លែងទុកមកតុពិសោធន៍ដោយប្រុងប្រយ័ត្នកុំឱ្យទង្គិចឬប៉ះនឹងសិស្សដទៃ ។
- ហាមយកអាហារ ភេសជ្ជៈ ស្ករកៅស៊ូ និងជក់បារីនៅក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍ ។
- មិនត្រូវភ្លក់ធាតុគីមីឬប៉ះវាដោយផ្ទាល់ដៃទេ ។
- កុំកាន់ចានក្តៅ ចំពុះប៊ុនសិននិងប្រភពកម្តៅផ្សេងទៀតដែលទើបប្រើប្រាស់រួច ។
- កុំប្រើឧបករណ៍អគ្គិសនីដែលមានខ្សែដាច់រលាត់ឬរមួល ។ ជូតដៃឱ្យស្ងួតមុននឹងប្រើឧបករណ៍អគ្គិសនីដើម្បីចៀសវាងគ្រោះថ្នាក់ដោយសារភ្លើងឆក់ ។
- បើសម្លៀកបំពាក់ឆេះដោយភ្លើងយើងត្រូវទៅកន្លែងរ៉ូប៊ីណេទឹកសុវត្ថិភាព ឈរពីក្រោមវាហើយបើកទឹកដាក់កន្លែងដែលឆេះ ។
- បើសារធាតុគីមីខ្ទាតប៉ះដៃឬប៉ះភ្នែកត្រូវទៅកន្លែងរ៉ូប៊ីណេទឹកលាងដៃឬបើកភ្នែកនិងត្រលៀសគ្រាប់ភ្នែកក្នុងកែវឬផ្តិលទឹកឱ្យបាន 15 នាទី ។
- បើយើងធ្វើឱ្យកំពប់សារធាតុគីមីលើឥដ្ឋឬលើកៅអីក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍ត្រូវជម្រាបគ្រូភ្លាម កុំព្យាយាមលាងសំអាតដោយខ្លួនឯង ។ គ្រូនឹងណែនាំពីរបៀបលាងសំអាតប្រកបដោយសុវត្ថិភាព ។
- កាន់សារធាតុគីមីដោយប្រុងប្រយ័ត្នជាពិសេស អាស៊ីត បាសអាល់កាលី សារធាតុពុល និងសារធាតុឆេះ ។
- ប្រើទូសម្រួបសម្រាប់ពិសោធន៍ណាដែលទាក់ទងនឹងសារធាតុពុលឬសារធាតុដែលមានសកម្មភាពគីមីខ្លាំង ។
- ចូរកាន់ឧបករណ៍ធ្វើពីកែវដោយបម្រុងប្រយ័ត្ន ។
- ត្រូវស្គាល់កន្លែងទុកដាក់ឧបករណ៍ពន្លត់អគ្គិភ័យនិងរបៀបប្រើប្រាស់វា ។
- ត្រូវរាយការណ៍ឬផ្តល់ព័ត៌មានដល់គ្រូរាល់គ្រោះថ្នាក់ទាំងឡាយដែលកើតមានក្នុងពេលធ្វើពិសោធន៍ដើម្បីរកវិធីដោះស្រាយ ។
- ប្រើប្រាស់ធាតុគីមីតាមបរិមាណដែលសមស្របឬត្រូវការចៀសវាងយកមកលើសកម្រិត ។
- កុំយកធាតុគីមីចេញក្រៅបន្ទប់ពិសោធន៍ ។
- កុំប្រឡែងគ្នាឬធ្វើថ្លុកកំប្លែងក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍ ។

facebook.com/moeys.gov.kh youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh

- ត្រូវសំអាតសំភារៈ ឧបករណ៍ និងកន្លែងពិសោធន៍ក្រោយពេលធ្វើរួច ។
- ត្រូវលាងដៃជាមួយសាប៊ូនិងទឹកមុនពេលចេញពីបន្ទប់ពិសោធន៍ ។
- ត្រូវគោរពតាមការណែនាំឱ្យបានហ្មត់ចត់ ។
- ច្បាប់ឬបទបញ្ជាទាំងអស់នេះត្រូវអនុវត្តគ្រប់ពេលអ្នកនៅក្នុងទីពិសោធន៍ ។
- ត្រូវស្គាល់ច្បាស់ពីនិមិត្តសញ្ញានិងអត្ថន័យរបស់ស្លាកសញ្ញាសុវត្ថិភាពនៃសារធាតុគីមី ។

ចូរពិនិត្យឱ្យបានច្បាស់ពីនិមិត្តសញ្ញាសុវត្ថិភាពដូចខាងក្រោម :



អៀមឬអាវការពារ : សញ្ញានេះបញ្ជាក់ថា ត្រូវពាក់អៀមការពារសម្លៀកបំពាក់ក្នុងទីពិសោធន៍ ។

វ៉ែនតាសុវត្ថិភាព : សញ្ញានេះបញ្ជាក់ថា ត្រូវពាក់វ៉ែនតានៅក្នុងទីពិសោធន៍គ្រប់ពេល ។

លាងសំអាត : ត្រូវលាងដៃមុនពេលចាកចេញពីបន្ទប់ពិសោធន៍ ការពារដៃកុំឱ្យប៉ះមុខនិងមាត់ ។

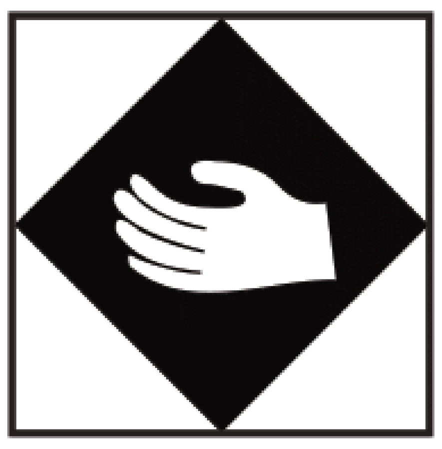
សារធាតុឬធាតុគីមីពុល :
កុំហិតឬប៉ះដោយផ្ទាល់នូវសារធាតុពុលខ្លាំង ។

សំរាមបោះចោល : ត្រូវចោលកាកសំណល់ក្នុងធុង ។
មានធាតុគីមីខ្លះធ្វើឱ្យខូចខាតដល់បរិស្ថាន ។

សុវត្ថិភាពឧបករណ៍កែវ : មិនត្រូវដាក់កែវដែលមានផ្ទុកធាតុគីមីឬរបស់ផ្សេងៗនៅកែមកៅអីឬតុពិសោធន៍ ។

សារធាតុផ្ទុះ : សារធាតុនេះជាសារធាតុដែលមានប្រតិកម្មខ្លាំងក្លានិងផ្ទុះ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys



សុវត្ថិភាពដៃ : បើធាតុគីមីជាប់នឹងស្បែកឬសម្លៀកបំពាក់ឬភ្នែកត្រូវលាងភ្លាម ។

សារធាតុងាយឆេះ : សារធាតុនេះងាយឆាបឆេះដោយអណ្តាតភ្លើង ។ វាអាចបង្កគ្រោះថ្នាក់អគ្គីភ័យ ។

សារធាតុដែលស៊ីឬកាត់ : សារធាតុនេះអាចធ្វើអោយខូចខាតនិងបំផ្លាញជាលិកា រួមមានភ្នែកនិងស្បែក ។

? សំណួរនិងលំហាត់

វិធីវិទ្យាសាស្ត្រ

1. តើវិទ្យាសាស្ត្រមាននាទីដូចម្តេច ?
2. ដូចម្តេចដែលហៅថាវិទ្យាសាស្ត្រ ?
3. តើលំដាប់លំដោយការងារអ្វីខ្លះដែលអ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានអនុវត្តក្នុងការស្រាវជ្រាវរបស់ខ្លួន ?
4. ចូរពន្យល់ពីជំហាននីមួយៗ របស់វិធីវិទ្យាសាស្ត្រ ។
5. អ្វីទៅជាទិន្នន័យផ្នែកបរិមាណនិងជាទិន្នន័យផ្នែកគុណភាព ? ចូរឱ្យជាឧទាហរណ៍ ។
6. តើទ្រឹស្តីមានអត្ថន័យយ៉ាងដូចម្តេច ?

រង្វាស់និងខ្នាត

1. គ្រប់ទំហំរូបទាំងអស់សំដែងឡើងដោយអ្វី ?
2. តើអ្វីទៅប្រព័ន្ធខ្នាតអន្តរជាតិ SI ?
3. ក្នុងប្រព័ន្ធខ្នាតអន្តរជាតិ SI តើខ្នាតគ្រឹះមានប៉ុន្មាន ? អ្វីខ្លះ ?
4. តើអ្វីទៅខ្នាតគ្រឹះគំរូ ? មានប៉ុន្មាន ? អ្វីខ្លះ ?
5. តើបុព្វបទពហុគុណនៃខ្នាតគ្រឹះមានអ្វីខ្លះ ?
6. តើបុព្វបទអនុពហុគុណនៃខ្នាតគ្រឹះមានអ្វីខ្លះ ?

7. ចូរធ្វើការវិភាគខ្នាតក្នុងរូបមន្តខាងក្រោម :

ក. $x = x_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$ ខ. $E = mc \times \Delta t$

គ. $h = \frac{1}{2}gt^2$ ឃ. $v^2 = \frac{2g}{h}$

តើរូបមន្តណាខ្លះផ្ទៀងផ្ទាត់ខ្នាតត្រឹមត្រូវ ហើយណាខ្លះមិនត្រឹមត្រូវ ?

8. តើភាពជាក់លាក់នៃរង្វាស់ត្រូវចង្អុលបង្ហាញដោយអ្វី ?

9. ក្នុងរង្វាស់ខាងក្រោម តើលេខមានន័យមានប៉ុន្មាន ?

ក. 0.025m^2 ខ. 10.5kg

គ. 201.0L ឃ. $15 \times 10^2\text{m}^3$

ង. $25.5 \times 10^3\text{kg}$ ច. 0.12cm

10. គេមានរង្វាស់ពីរ 4.3cm និង 4.35cm ។ តើរង្វាស់ណាមានភាពជាក់លាក់ជាងគេ ?

សុវត្ថិភាពក្នុងទីពិសោធន៍

1. តើយើងត្រូវពាក់វ៉ែនតាសុវត្ថិភាពនៅពេលណា ?
2. តើយើងត្រូវធ្វើដូចម្តេច នៅពេលដែលបែកឧបករណ៍ពិសោធន៍ធ្វើពីកែវ ?
3. ក្រោយពីសំអាតកន្លែងធ្វើពិសោធន៍រួច តើអ្នកត្រូវធ្វើដូចម្តេចមុននឹងចេញពីបន្ទប់ពិសោធន៍ ?
4. តើយើងត្រូវប្រើទូសម្រូបនៅពេលណា ?
5. តើផ្លាកសញ្ញានេះ

មានន័យដូចម្តេច ?

6. ចូរអានប្រយោគខាងក្រោមនេះដោយយកចិត្តទុកដាក់ហើយសរសេរពាក្យ ខុសឬត្រូវនៅខាងក្រោយប្រយោគនីមួយៗ :

ក. ត្រូវពាក់វ៉ែនតាសុវត្ថិភាពពេលដែលអ្នកដុតធាតុគីមី ________ ។

ខ. ញ៉ាំអាហារ ភេសជ្ជៈ ស្ករកៅស៊ូនិងជក់បារីក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍ ________ ។

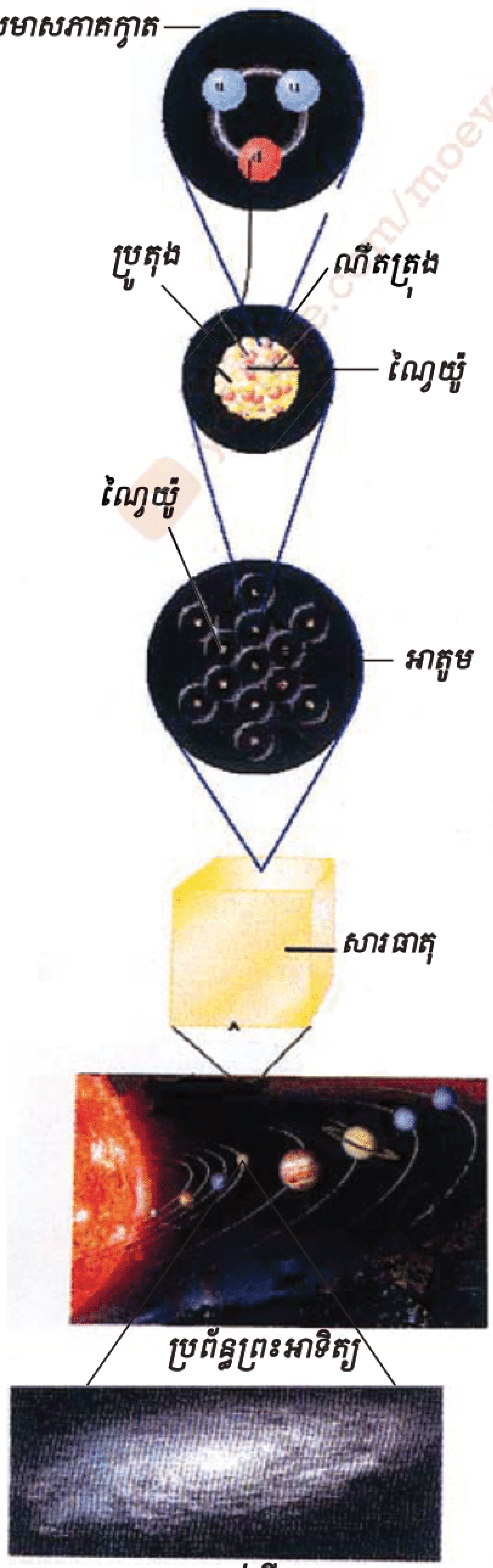
គ. ធាតុគីមីដែលមិនត្រូវប្រើ ត្រូវយកទៅទុកនៅកន្លែងដើមវិញ ________ ។

ឃ. ប្រឡែងគ្នាឬធ្វើប្លុកកំប្លែងនៅក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍ ________ ។

youtube.com/moeys
khmoeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

សេចក្ដីផ្តើម

1. បុរេកថា



យើងអាចនិយាយទៅកាន់មិត្តភក្តិឬសាច់ញាតិរបស់យើងដែលរស់នៅបរទេសនៅក្នុងពិភពលោក ដោយប្រើប្រាស់ទូរស័ព្ទឬក៏ទាក់ទងគ្នាតាមរយៈអ៊ីនធើណែត ហើយយើងក៏មានភាពសប្បាយរីករាយជាមួយនឹងទូរទស្សន៍ ម៉ាស៊ីនចាក់ស៊ីឌី វីស៊ីឌី ឬឌីវីឌីផងដែរ ។

យើងអាចធ្វើដំណើរទៅគ្រប់ទីកន្លែងទាំងអស់ដោយរថយន្ត ឬរថភ្លើង នៅពេលអនាគតយើងនឹងអាចធ្វើដំណើរទៅកាន់លំហអាកាសយ៉ាងងាយស្រួលដោយប្រើប្រាស់យានអវកាសឬកាំជ្រួច ។ យើងអាចនិយាយបានថាការរស់នៅប្រកបដោយភាពទាន់សម័យនេះគឺដោយសារតែផ្លែផ្ការបស់រូបវិទ្យា ប្រសិនបើគ្មានរូបវិទ្យានោះការរស់នៅរបស់យើងនឹងជួបប្រទះនូវការលំបាក ។ ដូច្នេះការសិក្សារូបវិទ្យាពិតជាមានសារប្រយោជន៍ខ្លាំងណាស់ សម្រាប់សង្គមមនុស្ស ។ ប្រសិនបើគ្មាននរណាម្នាក់សិក្សាពីរូបវិទ្យាទៀតទេនោះ យើងអាចទស្សន៍ទាយបានថាការរស់នៅប្រកបដោយផាសុខភាពរបស់យើងនឹងមិនអាចនឹងបន្តទៅមុខបានទៀតទេ ។

គោលបំណងនៃការសិក្សារូបវិទ្យា គឺដើម្បីស្វែងយល់ឱ្យស៊ីជម្រៅពីពិភពដែលយើងរស់នៅ មានន័យថាអ្វីៗទាំងអស់នៅក្នុងធម្មជាតិគឺសុទ្ធតែគោរពតាមច្បាប់ផ្សេងៗរបស់រូបវិទ្យា ពោលគឺរូបវិទ្យាជាអ្នកបង្កើតនូវវិធាននិងច្បាប់ទាំងឡាយក្នុងធម្មជាតិដោយចេញពីភាគល្អិតដំបូងរហូតដល់ពិភពលោកទាំងមូលដូចរូបខាងលើ ។ រូបវិទ្យាសិក្សាដោយផ្អែកលើការសង្កេត ពិសោធន៍ និងរង្វាស់ទំហំផ្សេងៗដូចជាមុខវិជ្ជាវិទ្យាសាស្ត្រដទៃទៀតដែរ ។ វត្ថុបំណងចម្បងរបស់រូបវិទ្យា គឺកំណត់ព្រំដែននៃច្បាប់គ្រឹះដែលក្ដោបទៅលើបាតុភូតធម្មជាតិ ហើយប្រើប្រាស់ច្បាប់ទាំងនោះ ដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ទ្រឹស្ដី ឬទស្សន៍ទាយនូវលទ្ធផលពិសោធន៍ក្រោយៗទៀត ។ម្យ៉ាងវិញទៀតច្បាប់គ្រឹះទាំងឡាយដែលប្រើសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍទ្រឹស្តីទាំងនោះត្រូវបានបកស្រាយដោយភាសាគណិតវិទ្យា ។

2. ប្រវត្តិរូបវិទ្យា

វិទ្យាសាស្ត្របានបង្កើតឡើងក្នុងប្រទេសក្រិកនៅសតវត្សទី 3 និងទី 4 មុនគ្រិះសករាជហើយបានផ្ដល់នូវផ្លូវដ៏ត្រចះត្រចង់ ។ នៅសម័យនោះមធ្យោបាយក្នុងការពិសោធដោយប្រើវិធីវិទ្យាសាស្ត្រពុំទាន់ត្រូវបានគេបង្កើតឡើងទេ ។ ក្នុងកំឡុងពេល 200ឆ្នាំ បន្ទាប់មកទើបអ្នករូបវិទ្យាជនជាតិអ៊ីតាលីម្នាក់ឈ្មោះ **កាលីលេ**(Galileo Galilei)(1564 -1642) បានធ្វើការបង្ហាញពីវិធីពិសោធន៍ដែលមានលក្ខណៈវិទ្យាសាស្ត្រប្លែកៗជាច្រើន ដូច្នេះហើយទើបគេហៅគាត់ថា **បិតាពិសោធន៍** ។ រូបវិទ្យាត្រូវបានអភិវឌ្ឍន៍ដោយប្រើប្រាស់វិធីពីរយ៉ាងគឺទ្រឹស្ដីនិងពិសោធន៍ ។

កាលណាមានភាពមិនស្របគ្នារវាងទ្រឹស្ដី និងពិសោធន៍កើតមានឡើង ពេលនោះទ្រឹស្ដីថ្មីៗក៏ត្រូវបានបង្កើតឡើងដែរ ដើម្បីពន្យល់និងបំបាត់ភាពមិនស្របគ្នា ឬភាពមន្ទិលនេះចេញ ។ ឧទាហរណ៍ច្បាប់ចលនារបស់លោកញូតុន (Isaac Newton) (1642 - 1727) នៅក្នុងសតវត្សទី17 បានបកស្រាយពីចលនារបស់អង្គធាតុដែលមានល្បឿនធម្មតា (តូច) ប៉ុន្តែច្បាប់នេះមិនអាចអនុវត្តបានទេ ចំពោះចលនារបស់អង្គធាតុណាមួយដែលមានល្បឿនលឿនធៀបនឹងល្បឿនពន្លឺ ប៉ុន្តែក្នុងករណីអង្គធាតុមានល្បឿនលឿន **(ធៀបបាននឹងល្បឿនពន្លឺ)** នេះត្រូវបានបកស្រាយដោយលោកអាំងស្តាំង (Albert Einstein) (1879 - 1955) ។ នៅដើមឆ្នាំ1900 គេហៅទ្រឹស្ដីនេះថា **ទ្រឹស្ដីធៀប** ហើយទ្រឹស្ដីនេះបានផ្ដល់លទ្ធផលដូចគ្នានឹងច្បាប់ចលនារបស់ញូតុនដែរ ។ ដូច្នេះទ្រឹស្ដីរបស់លោកអាំងស្តាំងមានភាពទូលំទូលាយនិងទូទៅជាងគេក្នុងទ្រឹស្ដីនៃចលនា ។

ក្នុងការសិក្សារូបវិទ្យាចែកជាពីរផ្នែកគឺ រូបវិទ្យាបុរាណឬក្លាសិច និងរូបវិទ្យាទំនើប ។

រូបវិទ្យាក្លាសិចជាផ្នែកផ្សេងៗនៃរូបវិទ្យាដែលបានអភិវឌ្ឍន៍មុនឆ្នាំ1900 ដោយគិតទាំងទ្រឹស្ដី បញ្ញត្តិ ច្បាប់ និងពិសោធន៍មានមេកានិចក្លាសិច ទែម៉ូឌីណាមិច និងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ។ លោកញូតុនជាអ្នកអភិវឌ្ឍរូបវិទ្យាជាប្រព័ន្ធទ្រឹស្ដី និងជាប្រភពដើមនៃការប្រើប្រាស់គណិតវិទ្យាសម្រាប់អនុវត្ត ។ ការអភិវឌ្ឍជាចម្បងក្នុងមេកានិចបានបន្តក្នុងសតវត្សទី 18 ប៉ុន្តែផ្នែកទែម៉ូឌីណាមិច អគ្គិសនី និងម៉ាញេទិចមិនទាន់ត្រូវបានអភិវឌ្ឍន៍នៅឡើយទេរហូតដល់ចុងសតវត្សទី 19 ។

នៅចុងសតវត្ស 19 រូបវិទ្យាទំនើបក៏ចាប់ផ្ដើមកើតឡើងដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍នូវអ្វីៗដែលរូបវិទ្យាក្លាសិចមិនអាចបកស្រាយបាន ។

ការអភិវឌ្ឍសំខាន់ៗក្នុងរូបវិទ្យាទំនើបគឺ ទ្រឹស្ដីធៀប និងមេកានិចកង់ទិច ប៉ុន្តែយើងនឹងសិក្សាទ្រឹស្ដីនៃផ្នែកទាំងពីរនេះនៅកម្រិតសាកលវិទ្យាល័យ ។

ជំពូក 1 មេកានិច

នៅក្នុងធម្មជាតិ មនុស្ស សត្វ រុក្ខជាតិសុទ្ធតែមានចលនា ។ ចលនាទាំងនោះប្រែប្រួលតាមពេលវេលាឥតឈប់ឈរ ។ កម្លាំងជាបុព្វហេតុធ្វើឱ្យមានបម្រែបម្រួលចលនា ។ ចំណេះដឹងដែលមាននៅក្នុងជំពូកនេះនឹងអាចដោះស្រាយចម្ងល់របស់អ្នកបានខ្លះៗដូចជា ហេតុអ្វីបានជាផ្លែឈើទុំជ្រុះឬវត្ថុធ្លាក់តម្រង់មករកដី? ហេតុអ្វីគេត្រូវសំលៀងកាំបិតឱ្យមុតមុននឹងយកទៅប្រើ ? ហេតុអ្វីបានជាម្ជុល មានម៉ាសតូចមួយលិចចូលក្នុងទឹក ចំណែកឯ ទូក កប៉ាល់មានម៉ាសធំបែរជាអណ្តែតលើទឹកទៅវិញ ?.... ។

មេរៀនទី 1 : ចលនាត្រង់

មេរៀនទី 2 : ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន

មេរៀនទី 3 : កម្មន្ត ថាមពល និងអានុភាព

មេរៀនទី 4 : សម្ពាធនិងសន្ទនីយស្តាទិច

facebook.com/moeys.gov.kh

មេរៀនទី

1 ចលនាត្រង់

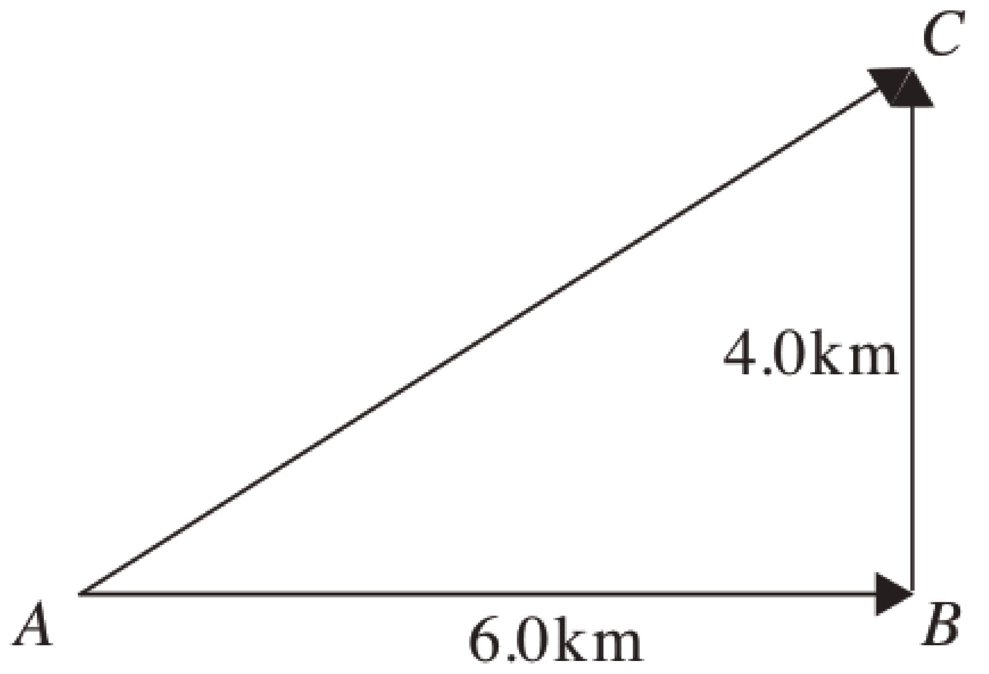
ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ពណ៌នាពីភាពខុសគ្នារវាងទំហំវ៉ិចទ័រនិងទំហំស្កាលែ ។
- បង្ហាញពីទំនាក់ទំនងរវាងបំលាស់ទី វ៉ិចទ័រល្បឿន និងសំទុះ ។
- បកស្រាយអំពីសំទុះថេរនៃអង្គធាតុធ្វើចលនាតាមមួយវិមាត្រតាមក្រាប ។

គ្រប់អង្គធាតុក្នុងធម្មជាតិមានចលនាឥតឈប់ឈរ ។ ក្នុងមេរៀននេះយើងសិក្សាអំពីចលនា **មេកានិច** ។ ចលនាមេកានិចគឺជាបំលាស់ប្តូរទីតាំងអង្គធាតុមួយធៀបទៅនឹងអង្គធាតុមួយទៀត ។ គេថាចលនានៃអង្គធាតុមួយជាចលនាត្រង់ឬចលនាកោងគឺអាស្រ័យនឹងរាងគន្លងនៃចលនា ។ គន្លងនៃចលនាគឺជាសំណុំចំណុចទាំងឡាយបន្តបន្ទាប់នៃចល័តដែលបានចរ ។

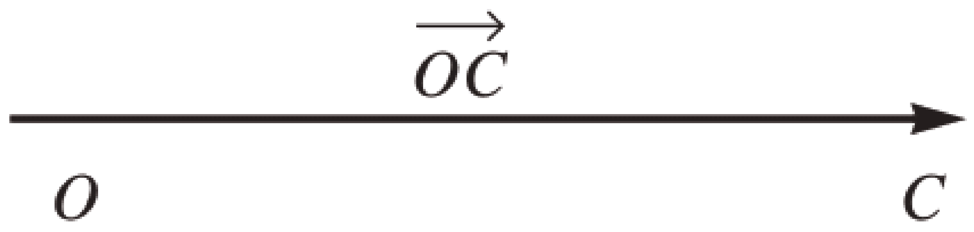
1. វ៉ិចទ័រ

ឧទាហរណ៍ : ធីតាបានធ្វើដំណើរពីភូមិ A ទៅភូមិ B ។ បន្ទាប់មកនាងធ្វើដំណើរទៅភូមិ C (រូបទី 1.1) ។ តើនាងផ្លាស់ទីបានចម្ងាយប៉ុន្មាន ? ដោយដឹងថាចម្ងាយពី A ទៅ B គឺ 6.0km និងពី B ទៅ C គឺ 4.0km ។ បំលាស់ទីពី A ទៅ C ស្មើនឹង 6.0km + 4.0km = 10km តើត្រឹមត្រូវឬទេ ? មិនត្រឹមត្រូវទេ បំលាស់ទី AC តិចជាង 10km ព្រោះតម្លៃនៃបំលាស់ទី AC គឺជាប្រវែង AC និងវាមានទិសដៅពី A ទៅ C ។ ទំហំទាំងឡាយណាដែលមានតម្លៃនិងទិសដៅហៅថា**ទំហំវ៉ិចទ័រ** ។



រូបទី *1.1*

គេតាងវ៉ិចទ័រដោយសញ្ញាព្រួញដែលមាន O ជាគល់ព្រួញតាងឱ្យគល់វ៉ិចទ័រ C ជាចុងព្រួញតាងឱ្យទិសដៅវ៉ិចទ័រនិងប្រវែង OC តាងឱ្យទំហំឬតម្លៃវ៉ិចទ័រ ។ គេសរសេរវ៉ិចទ័រ $\overrightarrow{OC}$ ។



រូបទី *1.2*

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

1.1 ទំហំវ៉ិចទ័រនិងស្កាលែ

ទំហំរូបវិទ្យាមាន ម៉ាស កម្លាំង ល្បឿន សំទុះ សម្ពាធ កម្មន្ត ថាមពល អានុភាព ពេល ចម្ងាយ បំលាស់ទី . . . ។

គេចែកទំហំទាំងនោះជាពីរ គឺទំហំវ៉ិចទ័រនិងទំហំស្កាលែ ។ ទំហំរូបវិទ្យាដែលជាទំហំវ៉ិចទ័រមាន បំលាស់ទី វ៉ិចទ័រល្បឿន សំទុះ កម្លាំង ។ល ។ ទំហំរូបវិទ្យាដែលមិនទាក់ទងនឹងទិសដៅ ហៅថាទំហំ ស្កាលែ ដូចជាសីតុណ្ហភាព សម្ពាធ ថាមពល កម្មន្ត ម៉ាស ពេល ។ល ។

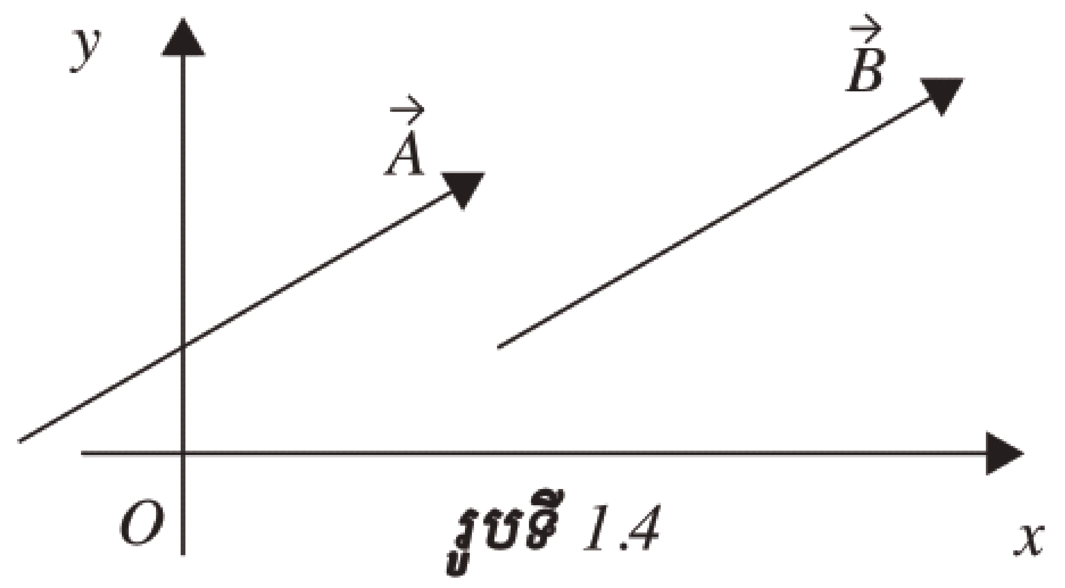
ឧទាហរណ៍ : អង្គធាតុមួយផ្លាស់ទីត្រង់តាមទិស $x'x$ ពី O ទៅ A ។ វ៉ិចទ័រ $\overrightarrow{OA}$ ហៅថា **បំលាស់ទី** ។

រូបទី *1.3*

1.2 វ៉ិចទ័រពីរស្មើគ្នា

វ៉ិចទ័រពីរ $\vec{A}$ និង $\vec{B}$ ស្មើគ្នា កាលណាវ៉ិចទ័រទាំងពីរនោះមានប្រវែងស្មើគ្នានិងទិសដៅដូចគ្នា។

ដូច្នេះ $\vec{A} = \vec{B}$ បើ $A = B$ ហើយ $\vec{A}$ និង $\vec{B}$ មានទិសដៅដូចគ្នា ។

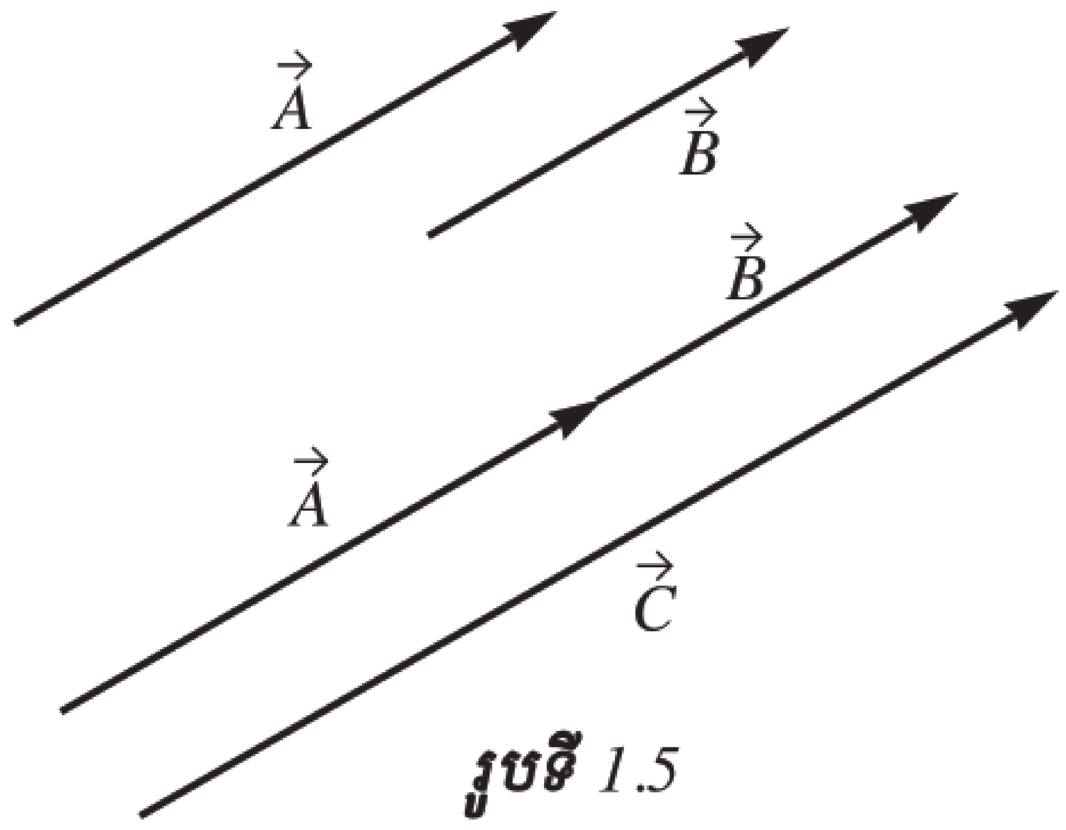


រូបទី *1.4*

1.3 ផលបូកពីរវ៉ិចទ័រ

ក. ផលបូកពីរវ៉ិចទ័រមានទិសដៅដូចគ្នា

គេមានវ៉ិចទ័រពីរ $\vec{A}$ និង $\vec{B}$ មានទិសដៅដូចគ្នា ។ គេបានវ៉ិចទ័រ $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ ។ ដើម្បីសង់វ៉ិចទ័រផ្គួប $\vec{C}$ គេរំកិលវ៉ិចទ័រ$\vec{B}$ ដោយរក្សាទិសរបស់វាទៅដាក់លើទិសនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ ដោយដាក់គល់នៃវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ត្រង់ចុងព្រួញនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ (រូបទី *1.5*) ។ យើងបានវ៉ិចទ័រផ្គួប $\vec{C}$ ដែលមានប្រវែង $C = A + B$ ។



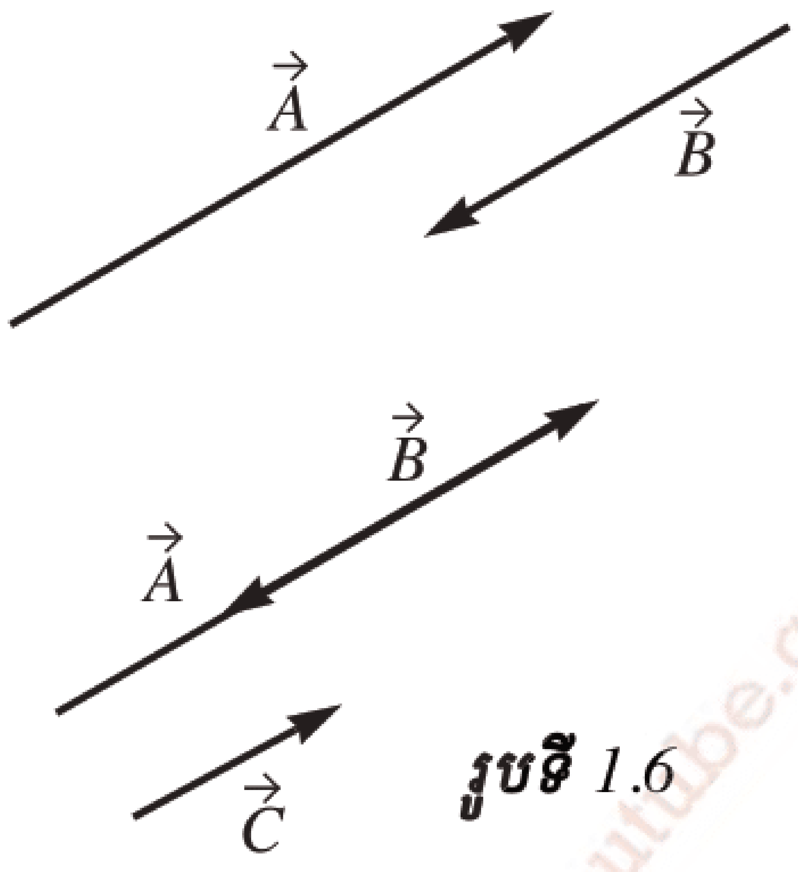
រូបទី *1.5*

ឧទាហរណ៍ : $A = 3\text{cm}$, $B = 2\text{cm}$ ។យើងបានវ៉ិចទ័រ $\vec{C}$ ដែលវ៉ិចទ័រនោះមានប្រវែង $C = 3\text{cm} + 2\text{cm} = 5\text{cm}$ ។

ខ. ផលបូកពីរវ៉ិចទ័រមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា

គេមានវ៉ិចទ័រពីរ $\vec{A}$ និង $\vec{B}$ មានទិសដៅផ្ទុយគ្នា ។ គេបានវ៉ិចទ័រ $\vec{C} = \vec{A} + (-\vec{B}) = \vec{A} - \vec{B}$ វ៉ិចទ័រផ្គួប $\vec{C}$ មានប្រវែង $C = A - B$ ។

ដើម្បីសង់វ៉ិចទ័រផ្គួប $\vec{C}$ យើងរំកិលវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ដោយរក្សាទិសរបស់វាទៅដាក់លើទិសនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ ដោយដាក់គល់នៃវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ត្រង់ចុងព្រួញនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ ។

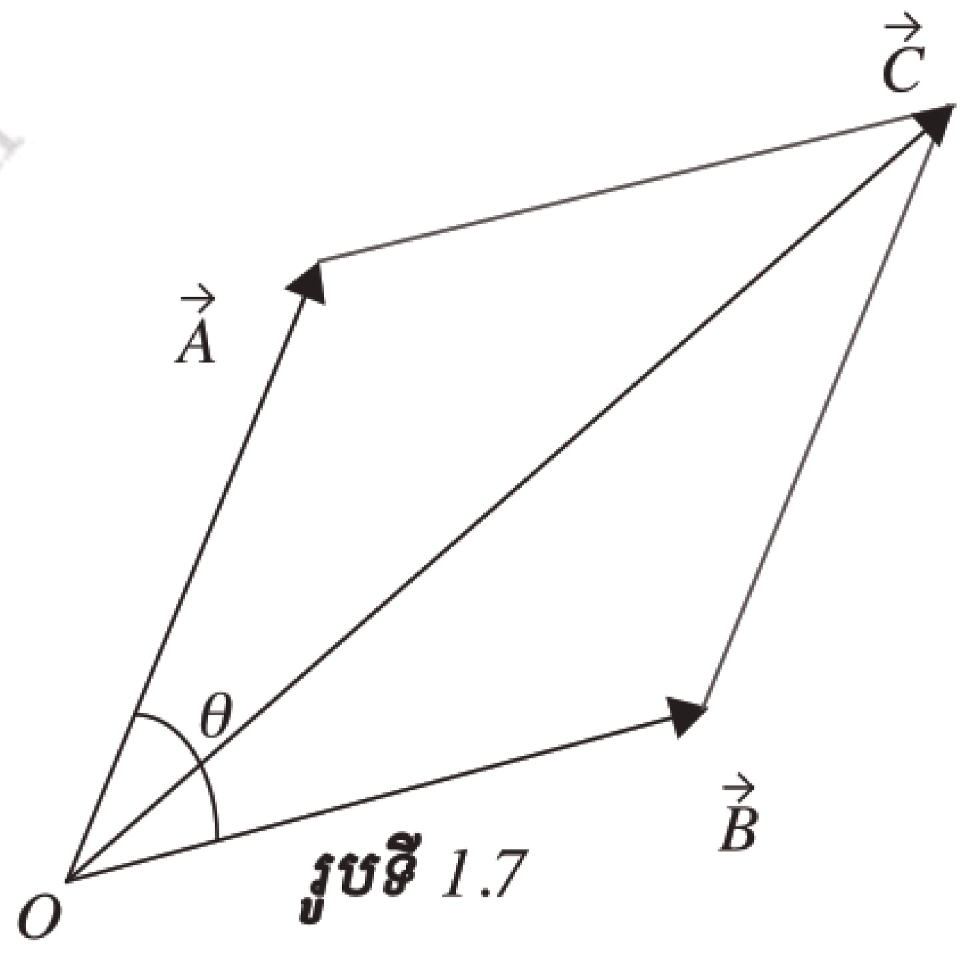


***រូបទី** 1.6*

ឧទាហរណ៍ : $A = 3\text{cm}$, $B = 2\text{cm}$ ។ យើងបានវ៉ិចទ័រ $\vec{C}$ ដែលវ៉ិចទ័រនោះមានប្រវែង $C = 3 - 2 = 1\text{cm}$ ។

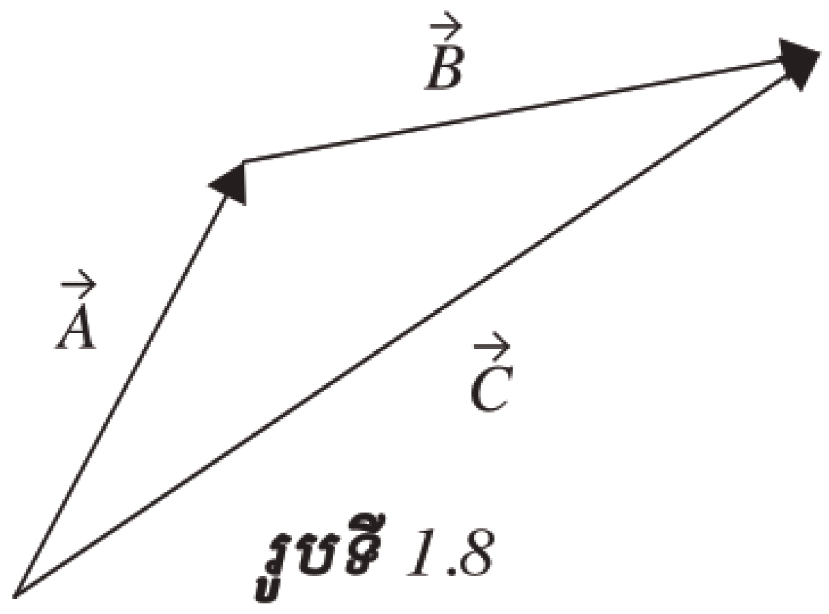
គ. ផលបូកពីរវ៉ិចទ័រមានទិសបង្កើតបានមុំ θ

ដើម្បីសង់វ៉ិចទ័រផ្គួបនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{C}$ ដែល$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ គេត្រូវអនុវត្តតាមវិធានអង្កត់ទ្រូងប្រលេឡូក្រាម ។ គេដាក់គល់នៃវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ និង $\vec{B}$ រួមគ្នា ហើយក៏ជាគល់នៃវ៉ិចទ័រផ្គួប $\vec{C}$ ដែរ ។ $\vec{C}$ ជាអង្កត់ទ្រូងរបស់ប្រលេឡូក្រាមដែលមានជ្រុង $|\vec{A}|$ និង$|\vec{B}|$ (រូបទី *1.7*) ។ ម្យ៉ាងទៀតដើម្បីសង់វ៉ិចទ័រផ្គួប $\vec{C}$ ដែល $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ គេត្រូវរំកិលវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ដោយរក្សាទិសដៅឱ្យនៅដដែល ដោយធ្វើយ៉ាងណាឱ្យគល់នៃវ៉ិចទ័រ$\vec{B}$ ភ្ជាប់ទៅនឹងចុងព្រួញនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ បន្ទាប់មកគេភ្ជាប់គល់នៃវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ ទៅនឹងចុងព្រួញនៃវ៉ិចទ័រ$\vec{B}$ (រូបទី *1.8*) ។



***រូបទី** 1.7*

ករណី $\vec{A} \perp \vec{B}$ គេបានវ៉ិចទ័រ $\vec{C}$ ដែលមានប្រវែង $C = \sqrt{A^2 + B^2}$ (រូបទី *1.9*) ។



***រូបទី** 1.8*

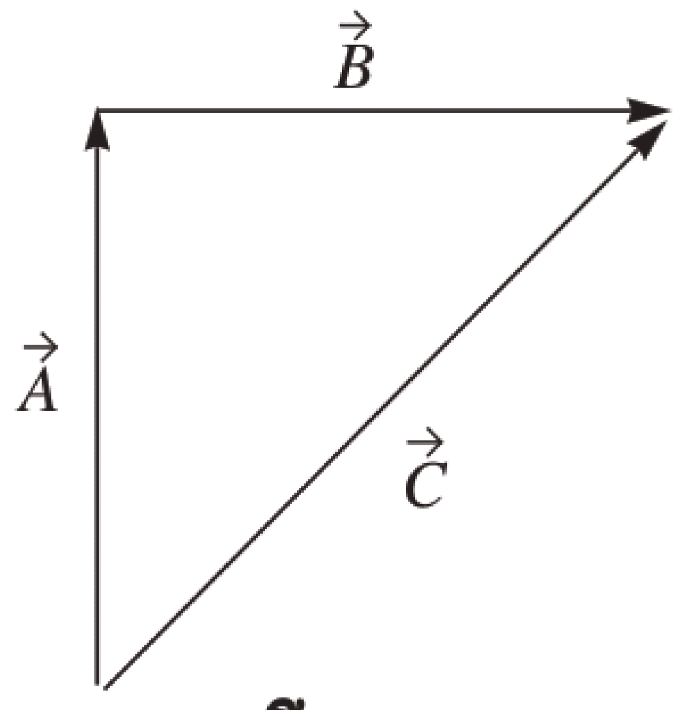
តាមឧទាហរណ៍ខាងលើ(រូបទី *1.1*) ក្នុងចំណុច 1 បង្ហាញថា បំលាស់ទី AC ដែលធីតាធ្វើបានគឺ

$$AC = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2}$$

ដោយ $AB = 6.0\text{km}$ និង $BC = 4.0\text{km}$

ដូច្នេះ

$$AC = \sqrt{(6.0\text{km})^2 + (4.0\text{km})^2} = 7.2\text{km} < 10\text{km}$$ ។

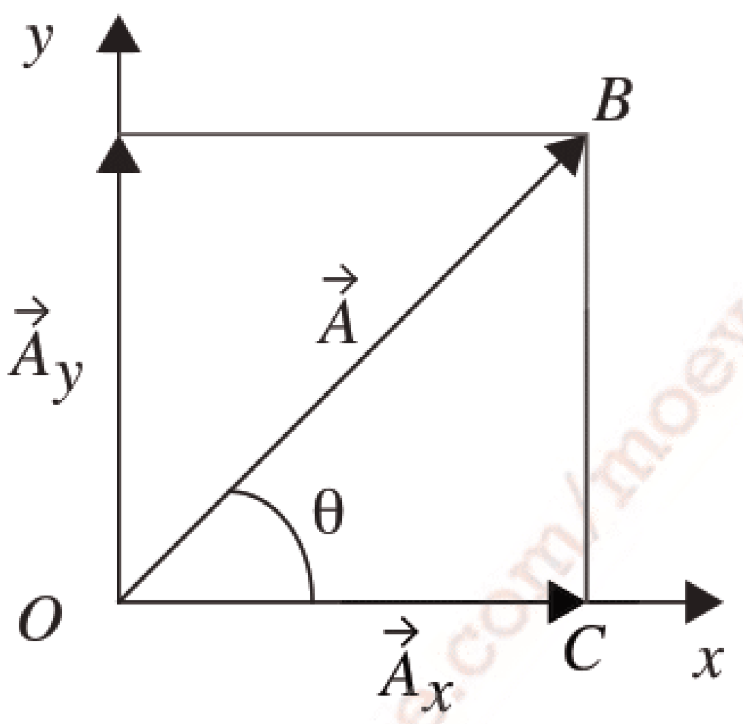


***រូបទី** 1.9*

youtube.com/moeys
facebook.com/moeys.gov.kh

1.4 កូអរដោនេនៃវ៉ិចទ័រ

គេមានវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ ស្ថិតក្នុងប្លង់ xy និងបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយអ័ក្ស Ox ។ គេធ្វើចំណោលកែងវ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ លើអ័ក្ស $\overrightarrow{Ox}$ និងលើអ័ក្ស $\overrightarrow{Oy}$ គេបាន $\overrightarrow{A_x}$ និង $\overrightarrow{A_y}$ ។



រូបទី 1.10

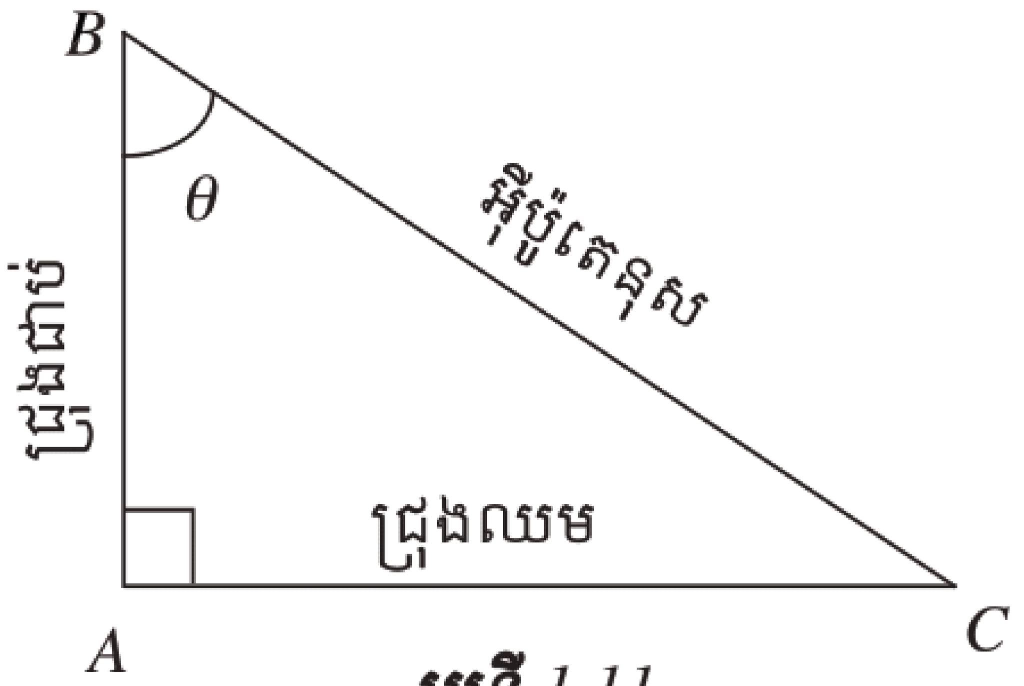
តាម(រូបទី 1.10) នៅលើអ័ក្សកូអរដោនេ គេឃើញមានវ៉ិចទ័របី ។ ក្នុងត្រីកោណកែង OBC គេបាន $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$ ដោយ $\overrightarrow{Ox} \perp \overrightarrow{Oy}$

$\Rightarrow \quad A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ (ទ្រឹស្តីបទពីតាគ័រ) ។

ដើម្បីងាយក្នុងដំណោះស្រាយលំហាត់ ចូរអ្នកចងចាំនូវរូបមន្តខ្លះខាងក្រោមហើយអ្នកនឹងទទួលបាននូវចំណេះដឹងយ៉ាងស៊ីជម្រៅ នៅពេលអ្នកសិក្សាបញ្ញត្តិនេះក្នុងមុខវិជ្ជាឯកទេសគណិតវិទ្យា :

$\sin\theta = \dfrac{AC}{BC} \qquad \cos\theta = \dfrac{AB}{BC}$

θ	$0°$	$30°$	$45°$	$60°$	$90°$	$180°$
$\sin\theta$	0	0.5	0.707	0.866	1	0
$\cos\theta$	1	0.866	0.707	0.5	0	–1

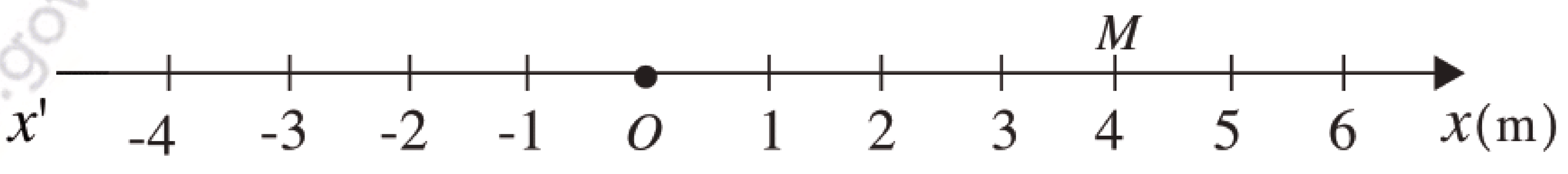


រូបទី 1.11

2. បំលាស់ទី ល្បឿន វ៉ិចទ័រល្បឿន

2.1 ចម្ងាយចរនិងបំលាស់ទី

ចម្ងាយចរជាប្រវែងសរុបនៃចលនារបស់អង្គធាតុដោយមិនគិតពីទិសដៅនៃចលនា ។ ចំណែក **បំលាស់ទីជាចម្ងាយដែលគេវាស់តាមខ្សែត្រង់និងតាមទិសដៅជាក់លាក់ ។**



រូបទី 1.12

ចំណុច M មួយផ្លាស់ទីលើបន្ទាត់ $x'x$ ។ យើងដៅទិសដៅវិជ្ជមានតាមទិសដៅ**បំលាស់ទី** ។ យើងជ្រើសរើសចំណុច O ជាគល់អាប់ស៊ីសនិងខណៈដើមពេល ។

ដើម្បីកំណត់ទីតាំងចល័ត M មួយតាំងនៅ គេត្រូវរកទីតាំងនោះធៀបទៅនឹងចំណុចតម្រុយ ដែលហៅថា **គល់អាប់ស៊ីស** (ចំណុច O) ។

បំលាស់ប្តូរទីតាំងចល័តពីទីតាំងមួយទៅទីតាំងមួយទៀតហៅថាបំលាស់ទី Δx ។

youtube.com/moeys khmou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

យើងបានបំលាស់ទី $\Delta x = x_2 - x_1$ ដែល x_1 ជាអាប់ស៊ីសនៃទីតាំងដើម និង x_2 ជាអាប់ស៊ីសនៃទីតាំងស្រេច ។ **បំលាស់ទី** ជាទំហំវ៉ិចទ័រ គិតពីតម្លៃ (ប្រវែងប៉ុន្មាន ?)និងទិសដៅ (ទៅទិសដៅខាងណា ?) ។

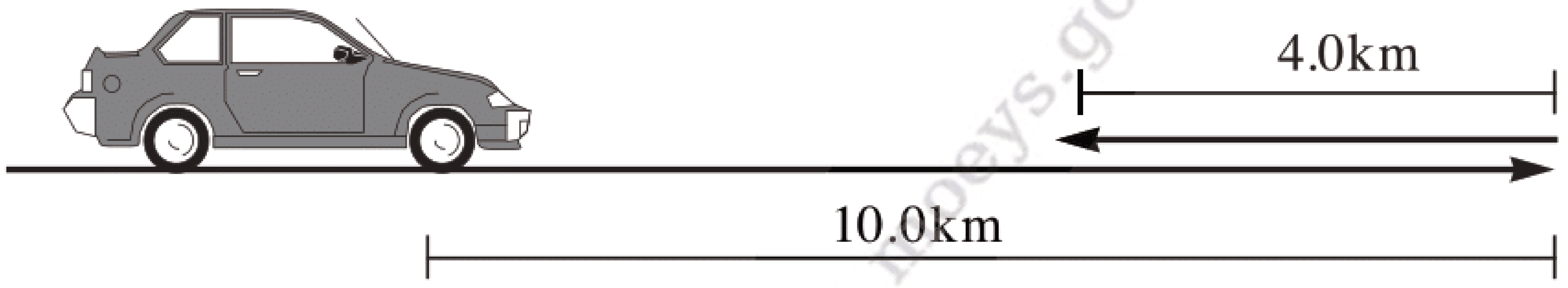
លក្ខណៈទាំងពីរនៃបំលាស់ទី :

- **បំលាស់ទី** គឺជាចម្ងាយរវាងទីតាំងដើមនិងទីតាំងស្រេច ។
- **បំលាស់ទី** មានទិសដៅពីទីតាំងដើមទៅទីតាំងស្រេច ។

ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ខ្នាតនៃបំលាស់ទីគឺម៉ែត (m) គីឡូម៉ែត (km) សង់ទីម៉ែត(cm)......... ។ល ។

ឧទាហរណ៍ទី1 : វត្ថុមួយផ្លាស់ទីលើអ័ក្ស $x'x$ ពីចំណុច $A(x_1 = -1.0\text{cm})$ ទៅចំណុច $Bx_2 = 4.0\text{cm}$ ។ បំលាស់ទីនៃវត្ថុគឺ $\Delta x = x_2 - x_1 = 4.0\text{cm} - (-1.0\text{cm}) = 5.0\text{cm}$ និងមានទិសដៅតាមទិសដៅ x វិជ្ជមាន ។

ឧទាហរណ៍ទី2 : រថយន្តមួយត្រូវបានបើកបរទៅទិសខាងកើតបានចម្ងាយ 10.0km ។ បន្ទាប់មករថយន្តនោះបរត្រឡប់ក្រោយបានចម្ងាយ 4.0km ។ គណនាចម្ងាយចរនិងបំលាស់ទី ។



***រូបទី** 1.13*

✍ ដំណោះស្រាយ

- ចម្ងាយចរ : $d = 10.0 + 4.0 = 14.0\text{km}$
- បំលាស់ទី : $\Delta x = 10.0 - 4.0 = 6.0\text{km}$ ។

2.2 ល្បឿន វ៉ិចទ័រល្បឿន

ក. ល្បឿន

ល្បឿននៃអង្គធាតុមួយសំគាល់ភាពលឿនឬយឺតនៃចលនារបស់អង្គធាតុនោះហើយកំណត់ដោយផលធៀបរវាងចម្ងាយចរនិងរយៈពេល ។

រូបមន្ត : ល្បឿន $= \dfrac{\text{ចម្ងាយចរ}}{\text{រយៈពេល}}$ ឬ $\boxed{v = \dfrac{d}{t}}$

d ជាចម្ងាយចរគិតជាម៉ែត (m) , t ជារយៈពេលគិតជាវិនាទី (s) និង v ល្បឿនគិតជាម៉ែតក្នុងមួយវិនាទី (m/s) ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys

ភាគច្រើននៃអង្គធាតុមិនមានចលនាដោយល្បឿនថេរទេ ដូចជារថភ្លើងមួយចេញដំណើរពីស្ថានីយ ចលនារបស់វាកាន់តែលឿនទៅៗរហូតដល់ល្បឿនថេរ បន្ទាប់មកវាកាន់តែយឺតទៅៗរហូតដល់ឈប់នៅស្ថានីយ ។ ហេតុនេះហើយ គេត្រូវកំណត់ល្បឿនមធ្យមនៃចលនារបស់រថភ្លើងនោះ ។

រូបមន្ត : ល្បឿនមធ្យម $= \dfrac{\text{ចម្ងាយចរសរុប}}{\text{រយៈពេលសរុប}}$ ឬ $\boxed{\bar{v} = \dfrac{d}{t}}$

d ជាចម្ងាយចរសរុបគិតជាម៉ែត (m) , t ជារយៈពេលសរុបគិតជាវិនាទី (s) និង $\bar{v}$ ល្បឿនមធ្យមគិតជាម៉ែតក្នុងមួយវិនាទី (m/s) ។

ឧទាហរណ៍ : កីឡាករម្នាក់រត់បានចម្ងាយ 120m ក្នុងរយៈពេល 10.0s ។ តើល្បឿនមធ្យមរបស់កីឡាករនោះប៉ុន្មាន ?

ដំណោះស្រាយ

- ល្បឿនមធ្យមរបស់កីឡាករ

តាមរូបមន្ត $\bar{v} = \dfrac{d}{t}$ ដោយ $d = 120\text{m}$ និង $t = 10.0\text{s}$

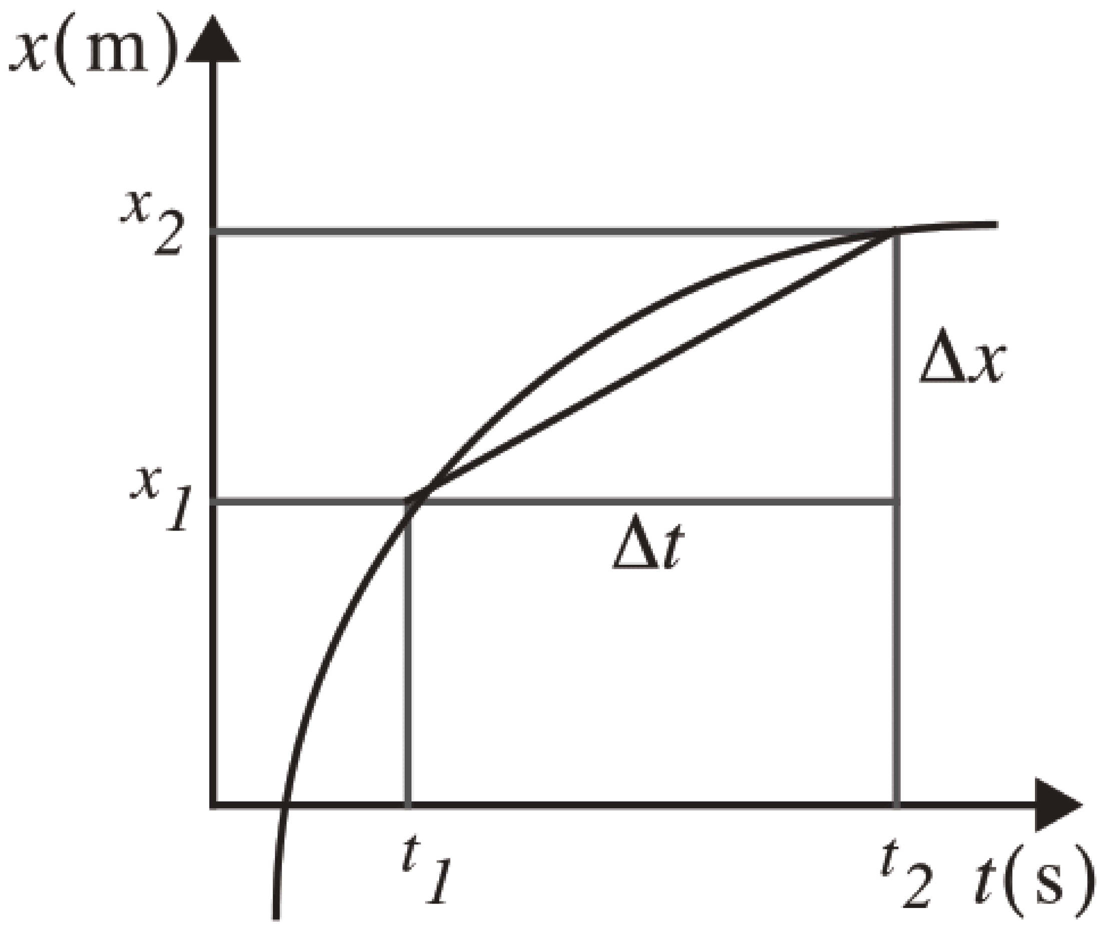
យើងបាន $\bar{v} = \dfrac{120\text{m}}{10.0\text{s}}$

ដូច្នេះ $\boxed{\bar{v} = 12.0\text{m/s}}$ ។

១. វ៉ិចទ័រល្បឿន

វ៉ិចទ័រល្បឿនគឺជាបម្រែបម្រួលបំលាស់ទីក្នុងមួយខ្នាតពេល ។ កាលណាអ្នកនិយាយពីវ៉ិចទ័រល្បឿននៃវត្ថុមួយអ្នកត្រូវគិតដល់ល្បឿននិងទិសដៅដែលបានឆ្លងកាត់ ។

$$\text{វ៉ិចទ័រល្បឿន} = \frac{\text{បំលាស់ទី(ចម្ងាយត្រង់)}}{\text{រយៈពេលចរ}}$$



រូបទី 1.14 ក្រាបតាងបំលាស់ទីអនុគមន៍នឹងពេល t

ឧបមានៅខណៈ t_1 ចល័តនៅត្រង់ចំណុចមួយដែលមានទីតាំង x_1 និងនៅខណៈ t_2 ចល័តនៅត្រង់ចំណុចមួយដែលមានទីតាំង x_2 ។

វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមគឺជាផលធៀបរវាងបំលាស់ទី Δx ដែលចរបានក្នុងចន្លោះរយៈពេល Δt និងរយៈពេល Δt នោះ ។ គេសរសេរ : $v_{av} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

ដូច្នេះ $\text{វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម} = \dfrac{\text{បំលាស់ទីសរុប}}{\text{រយៈពេលចរ}}$ ។

krou.moeys.gov.kh youtube.com/moeys facebook.com/moeys.gov.kh

លើក្រាបដែលតាងអនុគមន៍ $x(t)$ វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម v_{av} ជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ដែលភ្ជាប់ចំណុចពីរនៅលើខ្សែកោង $x(t)$: ចំណុចមួយត្រូវនឹងចំណុច x_2 នៅខណៈ t_2 ចំណុចមួយទៀតត្រូវនឹងចំណុច x_1 នៅខណៈ t_1 ។ ដូចបំលាស់ទីដែរ វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម v_{av} មានទាំងទំហំនិងទាំងទិសដៅ ។ ទំហំរបស់វាគឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ ។ v_{av} មានតម្លៃវិជ្ជមាន កាលណាបន្ទាត់ទ្រេតនោះឡើងពីឆ្វេងទៅស្តាំនិងផ្ទុយមកវិញ v_{av} មានតម្លៃអវិជ្ជមានកាលណាបន្ទាត់ទ្រេតនោះចុះពីស្តាំទៅឆ្វេង ។ វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមត្រូវតែមានសញ្ញាដូចបំលាស់ទី Δx ព្រោះ Δt មានតម្លៃវិជ្ជមានជានិច្ច ។

ឧទាហរណ៍ : ក្នុងឧទាហរណ៍ទី 2 (រូបទី *1.13*) ក្នុងចំនុច (2.1) ឧបមាថា រយៈពេលដែលរថយន្តបរគឺ $t = 0.4\text{h}$ ។ គណនាល្បឿនមធ្យមនិងវ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម ។

✍ **ដំណោះស្រាយ**

- ល្បឿនមធ្យម

តាមរូបមន្ត $\bar{v} = \dfrac{d}{t}$ ដោយ $d = 14\text{km}$ និង $t = 0.4\text{h}$

យើងបាន $\bar{v} = \dfrac{14\text{km}}{0.4\text{h}}$

ដូច្នេះ $\bar{v} = 35\text{km/h}$

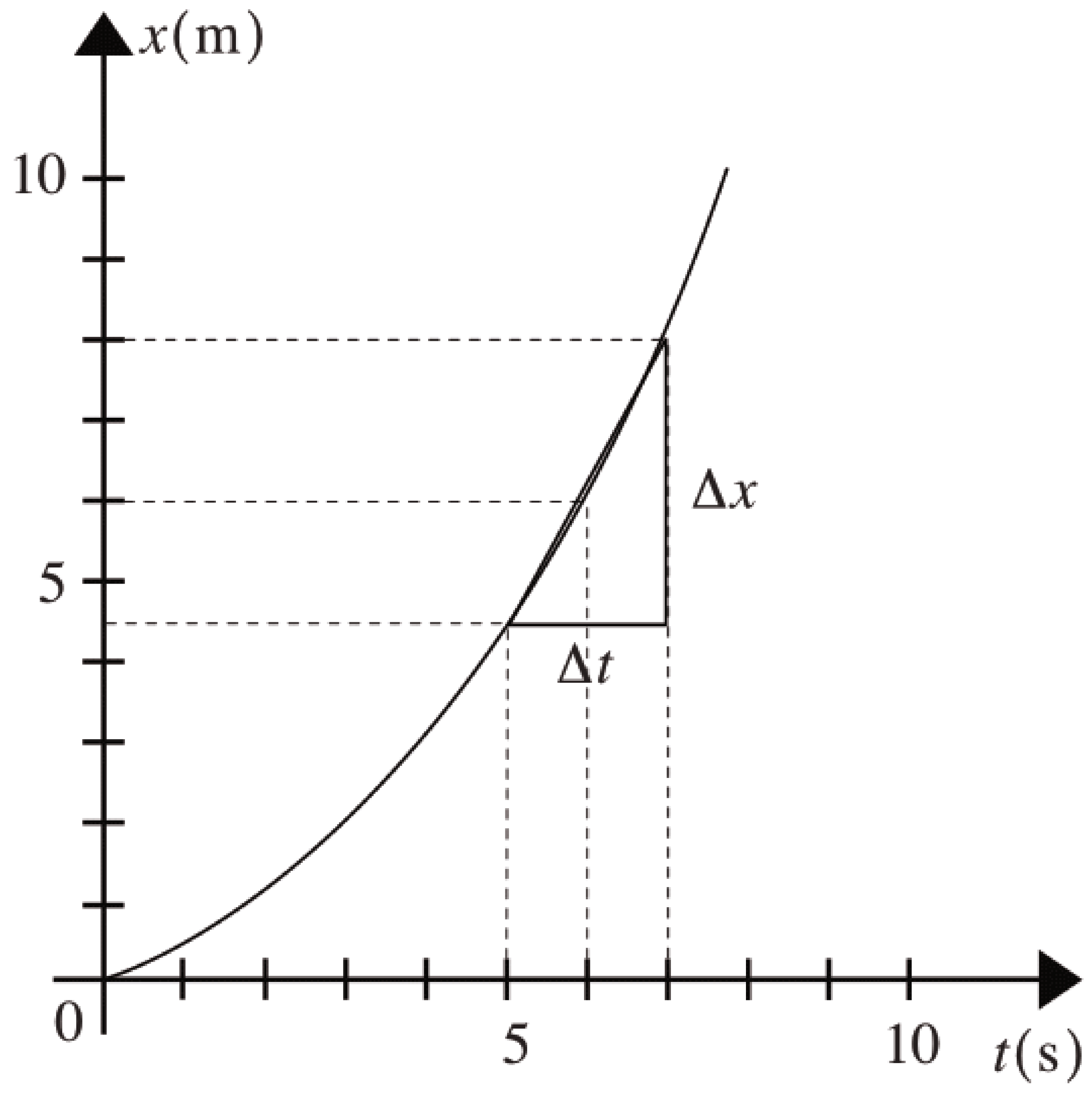
- វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម $v_{av} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{6\text{km}}{0.4\text{h}} = 15\text{km/h}$ ។

3. វ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ

តាមក្រាបដែលតាងបំលាស់ទីជាអនុគមន៍នៃពេលរបស់ចលនានៃវត្ថុមួយដែលចាប់ផ្តើមពីចំណុចគម្រុយ O វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមនៃវត្ថុក្រោយពីបានផ្លាស់ទីក្នុងរយៈ $t = 6.0\text{s}$ គឺវ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម $v_{av} = \dfrac{\text{បំលាស់ទីសរុប}}{\text{រយៈពេលចរ}}$

យើងបាន $v_{av} = \dfrac{6.0}{6.0}$

ដូច្នេះ $v_{av} = 1\text{m/s}$ ។



រូបទី *1.15*

វ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈរបស់វត្ថុនៅខណៈ $t = 6.0\text{s}$ គឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះត្រង់ចំណុច $t = 6.0\text{s}$ ។ ក្នុងករណីនេះ វ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈរបស់វត្ថុនៅខណៈ $t = 6\text{s}$ គឺ $v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$

ដោយ $\Delta x = 8.0\text{m} - 4.5\text{m} = 3.5\text{m}$ និង $\Delta t = 7.0\text{s} - 5.0\text{s} = 2.0\text{s}$

យើងបាន $v = \dfrac{3.5\text{m}}{2\text{s}}$

ដូច្នេះ $v = 1.7\text{m/s}$ មានទិសដៅចេញពីចំណុច O (រូបទី *1.15*) ។

សំគាល់ : ភាពខុសគ្នារវាងរយៈពេល Δt ក្នុងវ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមនិងវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ គឺនៅត្រង់ Δt នៅក្នុងវ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមធំជាង Δt នៅក្នុងវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ ។ ចំពោះវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ Δt ខិតទៅរកសូន្យ ហេតុនេះវាជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះនៅត្រង់ចំណុចមួយលើខ្សែកោងនៅខណៈនោះ ។

ល្បឿនជាទំហំនៃវ៉ិចទ័រល្បឿន ។ ល្បឿនជាវ៉ិចទ័រល្បឿនកាលណាល្បឿននោះបានបញ្ជាក់ទិសដៅនិងសញ្ញាពីជគណិតរបស់វា ។ វ៉ិចទ័រល្បឿនមួយគឺ $+5\text{m/s}$ និងមួយទៀតគឺ -5m/s វ៉ិចទ័រល្បឿនទាំងពីរមានល្បឿន 5m/s ប៉ុន្តែទិសដៅផ្ទុយគ្នា ។ ឧបករណ៍វាស់ល្បឿន(កុងទ័រល្បឿន)របស់រថយន្ត ទោចក្រយានយន្ត (ម៉ូតូ)ប្រើសម្រាប់វាស់ល្បឿន មិនមែនវាស់វ៉ិចទ័រល្បឿនទេ ព្រោះវាមិនបានកំណត់ទិសដៅរបស់ល្បឿនឡើយ ។

4. សំទុះ

កាលណាវ៉ិចទ័រល្បឿននៃអង្គធាតុមួយប្រែប្រួល គេថាអង្គធាតុនោះមានសំទុះ ។

4.1 សំទុះមធ្យម

ឧបមា នៅខណៈ t_1 ចល័តមានវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}_1$ និងនៅខណៈ t_2 ចល័តមានវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}_2$ ចំពោះចលនាលើអ័ក្សមួយសំទុះមធ្យមនៅចន្លោះពេល Δt គឺ $\bar{a} = \dfrac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ ។

ឧទាហរណ៍ទី1 : រថយន្តមួយចេញដំណើរពីចំណុច O តម្រង់ទៅទិសខាងលិច(រូបទី *1.16*) ។ គណនាសំទុះមធ្យម ។

***រូបទី** 1.16*

✍ **ដំណោះស្រាយ**

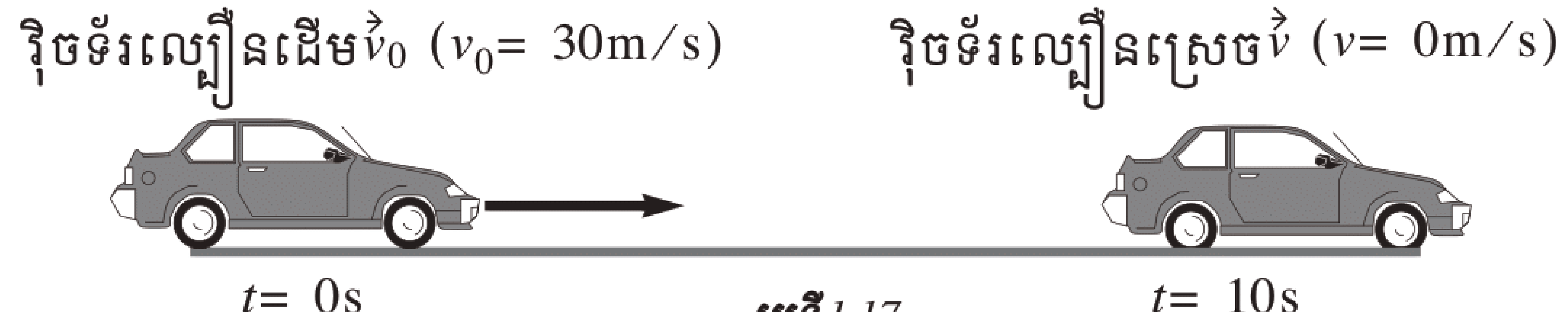
- សំទុះមធ្យម $\bar{a} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$

ដោយ $\Delta v = 20\text{m/s} - 0\text{m/s} = 20\text{m/s}$ និង $\Delta t = 10\text{s} - 0\text{s} = 10\text{s}$

ដូច្នេះ $\bar{a} = \dfrac{20\text{m/s}}{10\text{s}} = 2\text{m/s}^2$ ឆ្ពោះទៅទិសខាងលិច ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

ឧទាហរណ៍ទី2 : រថយន្តមួយបើកបរលើផ្លូវត្រង់ដោយល្បឿន $v = 30\text{m/s}$ ។ ក្រោយ 10s រថយន្តនោះឈប់(រូបទី *1.17*) ។ គណនាសំទុះមធ្យម ។



រូបទី *1.17*

✍ **ដំណោះស្រាយ**

- សំទុះមធ្យម $\bar{a} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ តែ $\Delta v = 0\text{m/s} - 30\text{m/s} = -30\text{m/s}$ និង

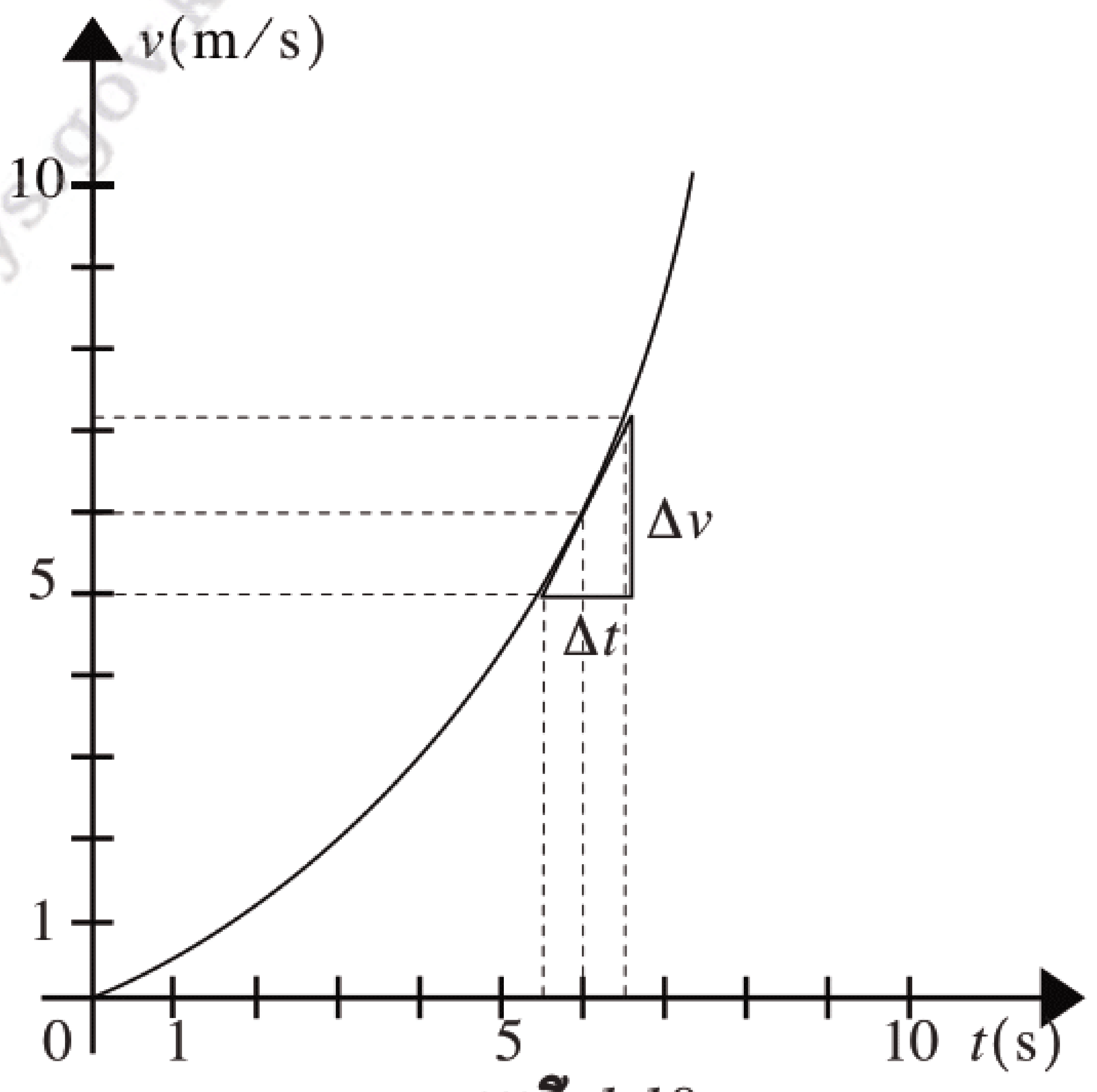
  $\Delta t = 10\text{s} - 0\text{s} = 10\text{s}$ ដូច្នេះ $\bar{a} = \dfrac{-30\text{m/s}}{10\text{s}} = -3\text{m/}s^2$ ។

សញ្ញាអវិជ្ជមានបញ្ជាក់ថា សំទុះមធ្យមមានតម្លៃអវិជ្ជមាន មានន័យថាក្នុងរយៈពេល10s នេះ វ៉ិចទ័រល្បឿនថយចុះ ។ គេថាចលនារបស់រថយន្តជាចលនាយឺត ។

4.2 សំទុះខណៈ

ឧបមានៅខណៈពីរជិតគ្នា t និង $t + \Delta t$ $\vec{v}$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿននៅខណៈt និង$\vec{v} + \Delta\vec{v}$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿននៅខណៈ $t + \Delta t$ ។

សំទុះមធ្យមសរសេរ : $\bar{a} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ បើ Δt ខិតទៅរកសូន្យ Δv ក៏ខិតទៅរកសូន្យដែរ ។ សំទុះមធ្យម $\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ ខិតទៅរកតម្លៃកម្រិតមួយដែលសំគាល់បម្រែបម្រួលល្បឿននៃចល័តនៅខណៈ t ។ តម្លៃកម្រិតនេះហៅថា**សំទុះខណៈ** ។



រូបទី *1.18*

តាមក្រាបនៃ(រូបទី *1.18*) យើងអាចកំណត់សំទុះខណៈ នៅខណៈ $t = 6\text{s}$ ។

សំទុះខណៈគឺ $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$

ដោយ $\Delta v = 7.3\text{m/s} - 5.0\text{m/s} = 2.3\text{m/s}$ និង $\Delta t = 6.5\text{s} - 5.5\text{s} = 1.0\text{s}$

យើងបាន $a = \dfrac{2.3\text{m/s}}{1\text{s}}$

ដូច្នេះ $a = 2.3\text{m/}s^2$ ទិសដៅចេញពីចំនុច O ។

ដូច្នេះ **សំទុះខណៈគឺជាបម្រែបម្រួលវ៉ិចទ័រល្បឿននៅខណៈនោះ** ។ តាមក្រាបនេះ សំទុះនៅខណៈណាមួយគឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះខ្សែកោង $v(t)$ នៅខណៈនោះ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

វ៉ិចទ័រសំទុះ $\vec{a}$ មាន :

- គល់ត្រង់ទីនៃចំណុចចល័តនោះ
- ទិសដៅ តាមទិសដៅអវិជ្ជមាននៃគន្លងបើ $a<0$ តាមទិសដៅវិជ្ជមាននៃគន្លងបើ $a>0$ ។
- តម្លៃស្មើនឹងតម្លៃកម្រិតនៃ $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ ។

ល្បឿនគិតជាម៉ែតក្នុងមួយវិនាទី (m/s) និងរយៈពេលគិតជាវិនាទី (s) ។ ដូច្នេះសំទុះគិតជាម៉ែតក្នុងមួយវិនាទីការេ (m/s^2) ។

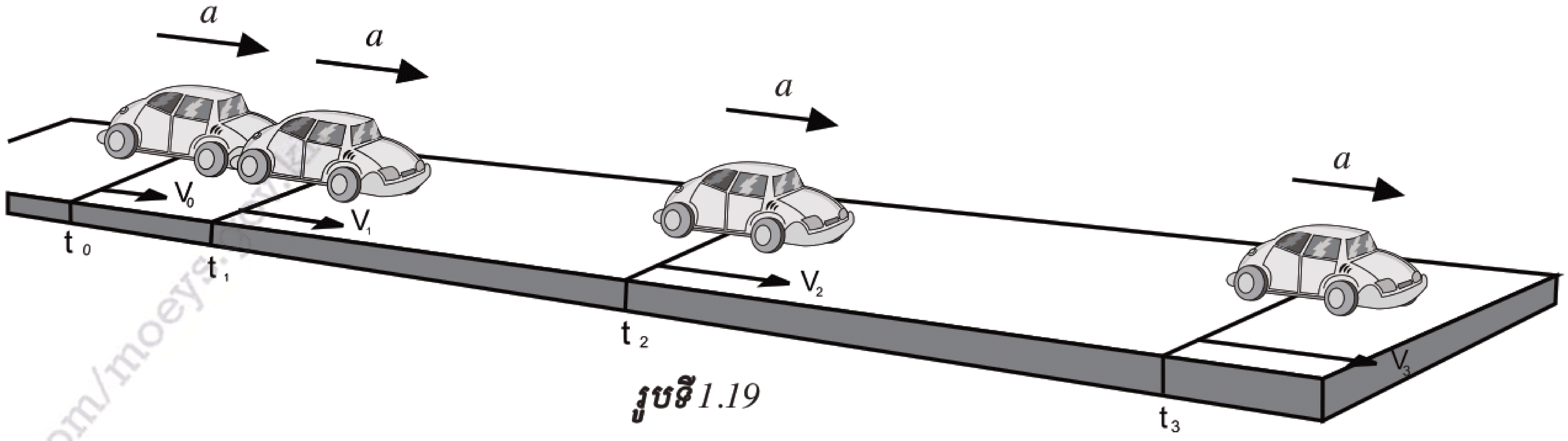
5. ចលនាអង្គធាតុតាមមួយវិមាត្រ

ចលនានៃចំណុចរូបធាតុមួយដែលមានសំទុះប្រែប្រួលជាអនុគមន៍នៃពេល វាជាចលនាដែលមានភាពសាំញ៉ាំនិងពិបាកវិភាគ ។ នៅក្នុងមេរៀននេះយើងសិក្សាពីចលនាណាដែលមានសំទុះថេរ ។ ចលនាលើអ័ក្សមួយដែលមានសំទុះថេរ ជា**ចលនាត្រង់ប្រែប្រួលស្មើ**។

ឧបមាថាវត្ថុមួយមានចលនានៅដើមពេល $t = 0$ ចល័តធ្វើចលនាដោយល្បឿនដើម v_0 ។ បន្ទាប់មកនៅខណៈ t វត្ថុនោះផ្លាស់ទីដោយល្បឿន v ។គេអាចសរសេរសំទុះមធ្យមជាផលធៀបរវាងបម្រែបម្រួលវ៉ិចទ័រល្បឿននិងរយៈពេលនៅចន្លោះបម្រែបម្រួលនៃវ៉ិចទ័រល្បឿននោះ ។ ប៉ុន្តែដោយសំទុះមិនប្រែប្រួល សំទុះមធ្យមនិងសំទុះខណៈមានតម្លៃដូចគ្នា ។

ដូច្នេះ គេបាន : $a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - 0}$

$$\boxed{v = v_0 + at}$$ ។



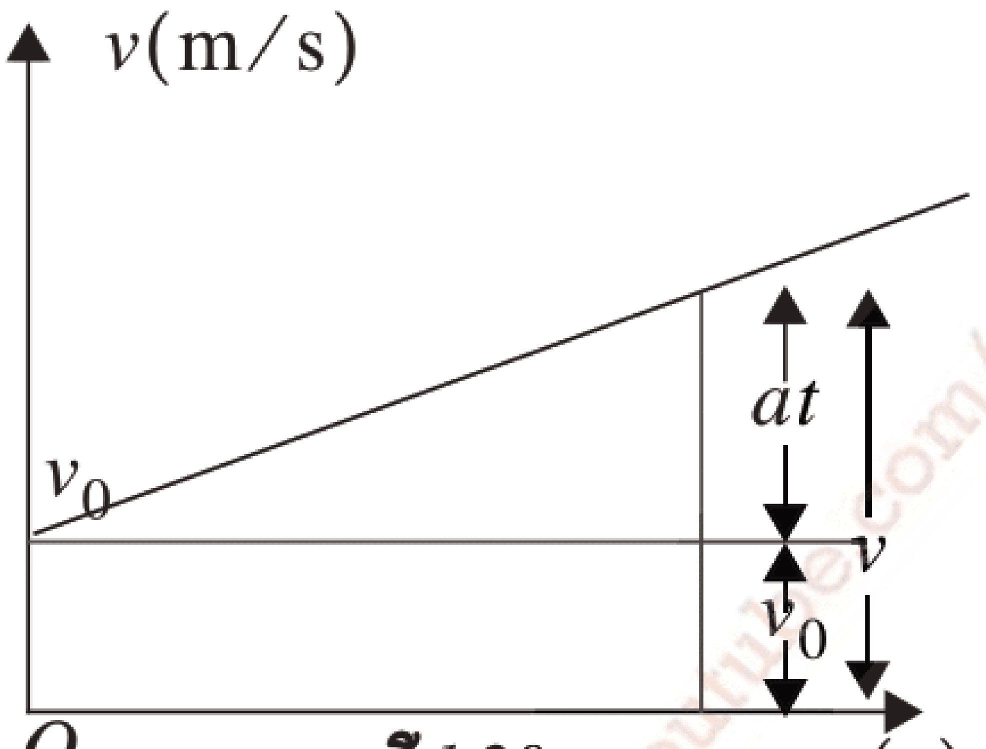
រូបទី *1.19*

តាមទំនាក់ទំនងខាងលើនេះ បង្ហាញឱ្យឃើញថា វ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈសមាមាត្រនឹងរយៈពេល ។ ក្រាបនេះជាបន្ទាត់ដែលមានមេគុណប្រាប់ទិសជាសំទុះ a ដែល $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ មានតម្លៃថេរ ។ តម្លៃវិជ្ជមាននៃមេគុណប្រាប់ទិសនេះបញ្ជាក់ពីតម្លៃវិជ្ជមាននៃសំទុះ ។ ប្រសិនបើសំទុះមានតម្លៃអវិជ្ជមាន មានន័យថាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ទ្រេតនោះចុះពីឆ្វេងទៅស្តាំ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys

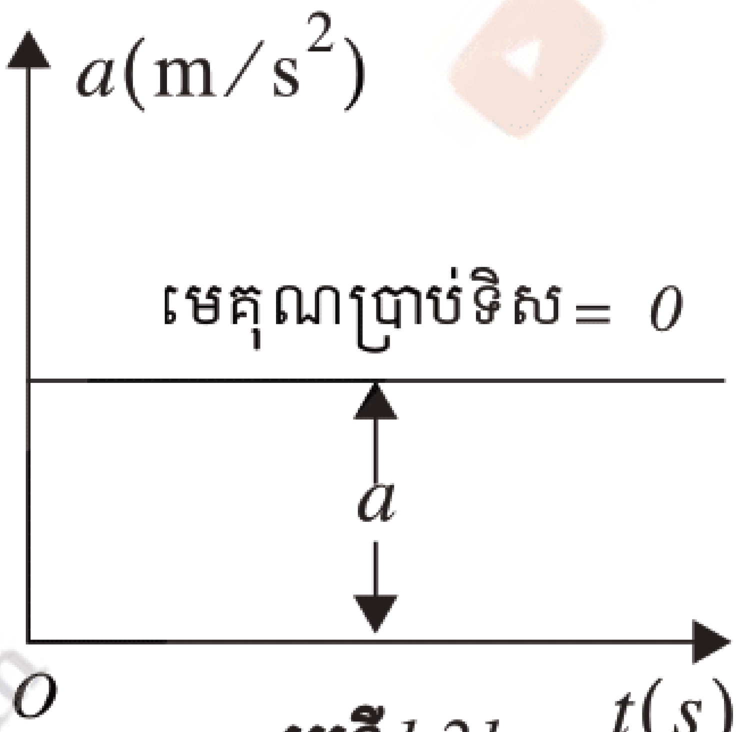
កាលណាសំទុះមានតម្លៃថេរ ក្រាប(សំទុះ-ពេល)ជាបន្ទាត់ដែលមានមេគុណប្រាប់ទិសមានតម្លៃស្មើនឹងសូន្យ ។ ដូច្នេះ $a = \frac{v - v_0}{t}$ = ថេរ ។

រ៉ិចទ័រល្បឿនដែលមានសំទុះថេរ ប្រែប្រួលជាអនុគមន៍លីនេអ៊ែនៃពេលនិងមានសមីការ $v = v_0 + at$ ។



រូបទី 1.20

គេអាចសរសេរ រ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមនៅចន្លោះពេលមួយតាមមធ្យមនព្វន្តដែលមានរ៉ិចទ័រល្បឿនដើម v_0 និងរ៉ិចទ័រល្បឿនចុងក្រោយ v គឺ : $v_{av} = \frac{v + v_0}{2}$ (1)



រូបទី 1.21

ឧបមានៅខណៈ $t = 0$ វត្ថុមួយស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំង x_0 ។ បន្ទាប់មកនៅខណៈ t វត្ថុនោះស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំង x ។ រ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមនៅចន្លោះពេលពី 0 ទៅ t គឺ

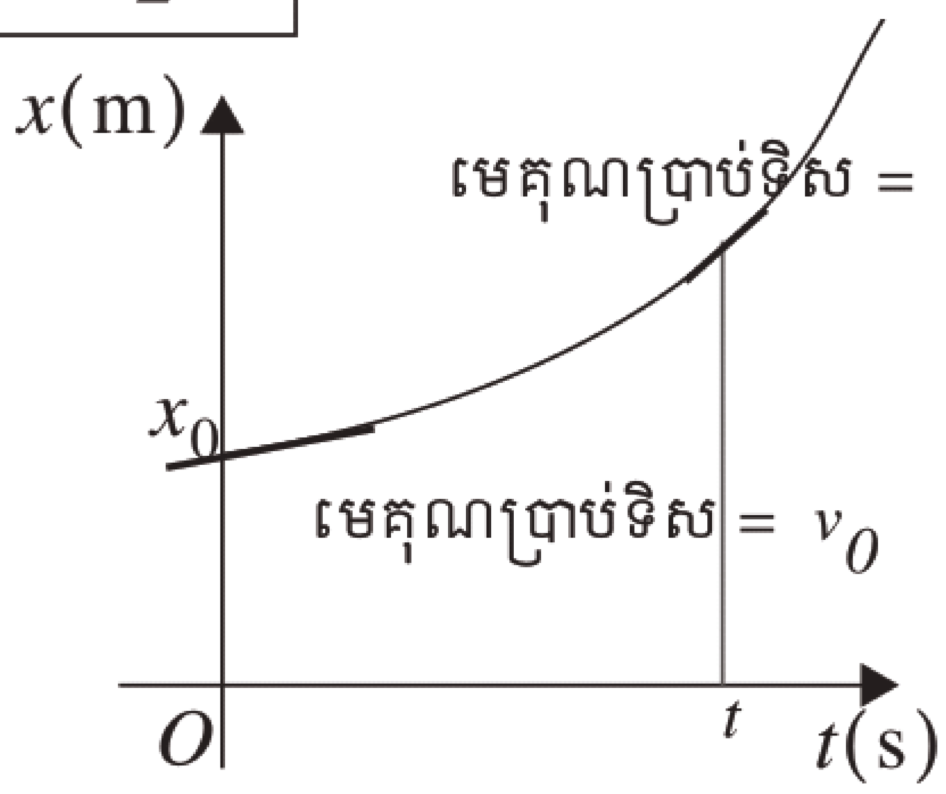
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - 0} = \frac{x - x_0}{t} \quad (2)$$

និង $v = v_0 + at$ (3)

(1)(2) និង(3)គេបាន $\frac{v_0 + at}{2} + \frac{v_0}{2} = \frac{x - x_0}{t}$

ដូច្នេះ $\boxed{x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2}$ ឬ $\boxed{x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2}$ ។

ក្រាប(បំលាស់ទី -ពេល)នៃចលនាត្រង់មួយដែលមានសំទុះវិជ្ជមាននិងថេរមានសមីការ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ ខ្សែកោងនេះមានរាងជាប៉ារ៉ាបូល ។



រូបទី 1.22 ក្រាបតាង(បំលាស់ទី-ពេល)ចលនាត្រង់

មេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះនៃខ្សែកោងនៅខណៈ $t = 0$ ស្មើនឹងរ៉ិចទ័រល្បឿនដើម v_0 និងមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះនៃខ្សែកោងនៅខណៈ t ស្មើនឹងរ៉ិចទ័រល្បឿននៅខណៈនោះ v ។

តាមទំនាក់ទំនង $v = v_0 + at \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a}$

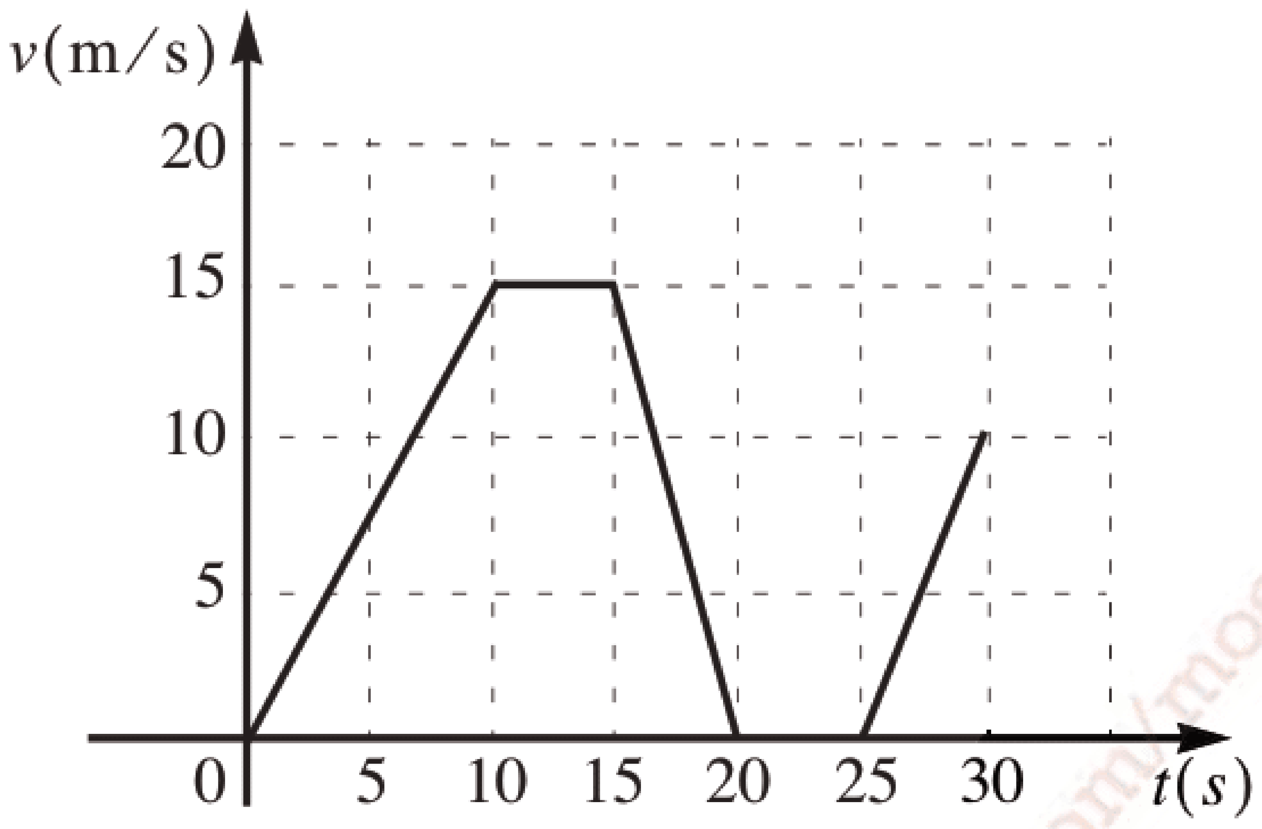
$$x - x_0 = v_0\frac{v - v_0}{a} + \frac{1}{2}a\left(\frac{v - v_0}{a}\right)^2 = 2a(x - x_0) = (v - v_0)v - (v_0 + 2v_0)$$

គេបាន $2a(x - x_0) = v^2 - v_0^2$ ។

នៅខណៈ $t = 0$, $x_0 = 0$ សមីការខាងលើទៅជា $\boxed{2ax = v^2 - v_0^2}$ ។

facebook.com/moeys.gov.kh
youtube.com/moeys

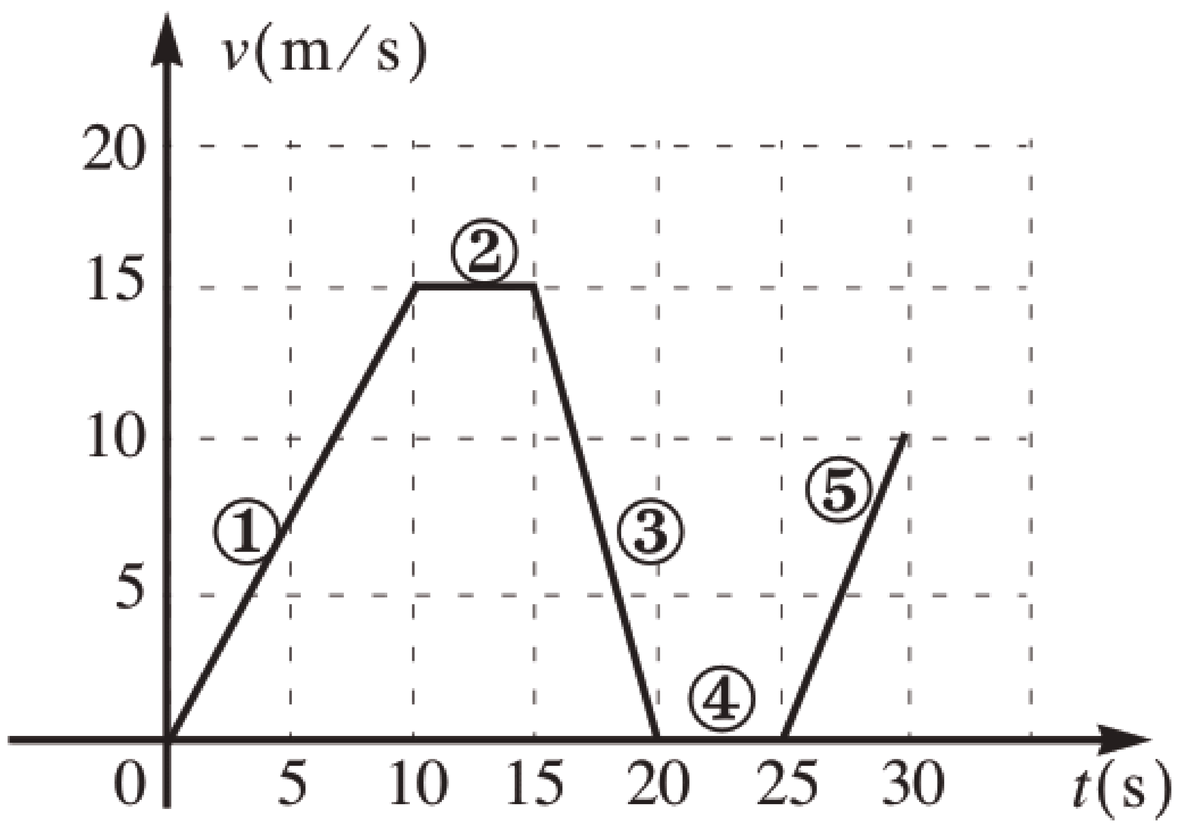
ឧទាហរណ៍ : រថយន្តមួយបើកបរដោយល្បឿនប្រែប្រួលជាអនុគមន៍នៃពេល តាងដោយក្រាបខាងស្តាំ ។ ចូរពណ៌នានិងគូសក្រាបតាង(សំទុះ-ពេល) នៃចលនារបស់រថយន្តនោះ ។



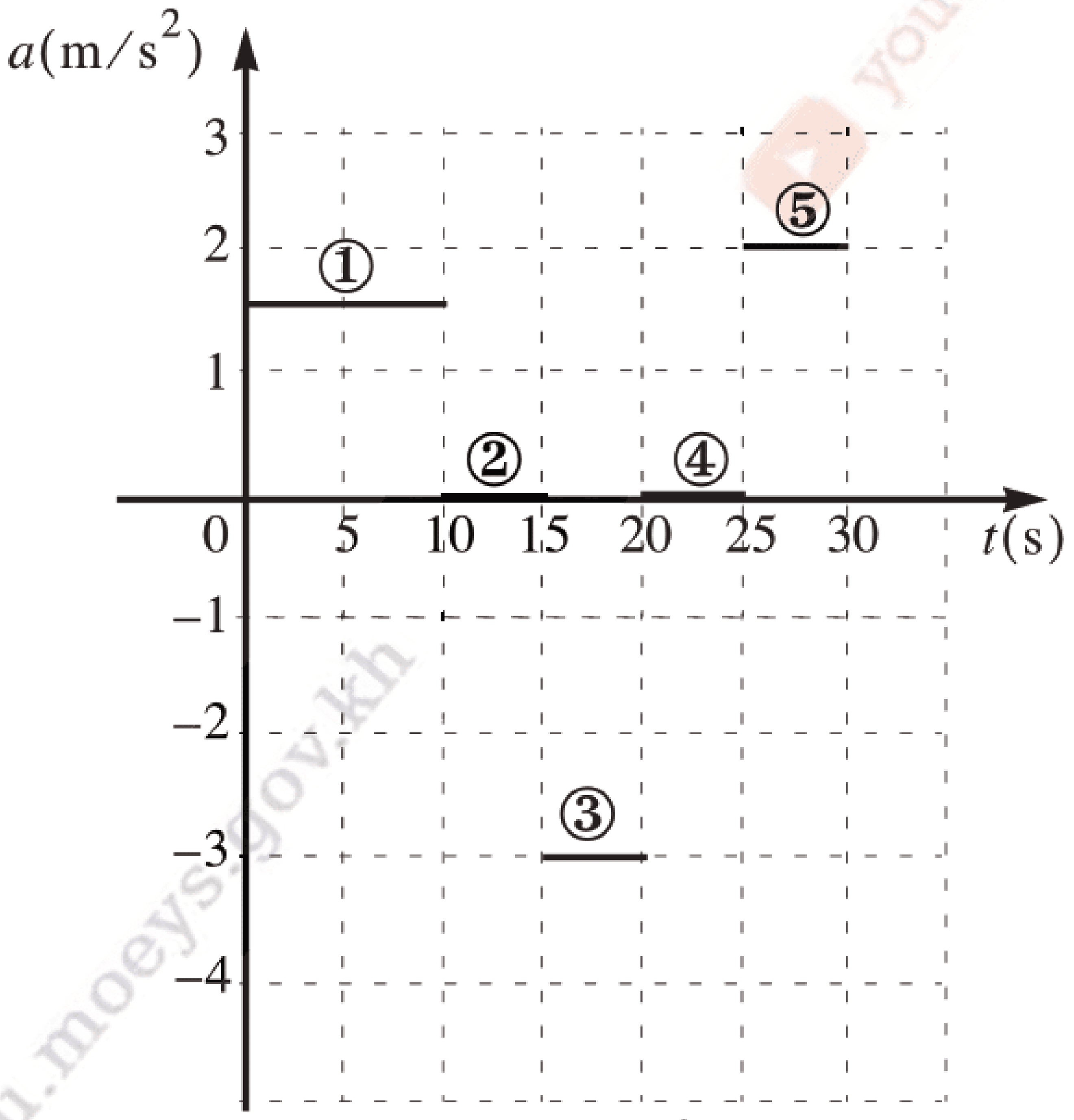
រូបទី *1.23*

ដំណោះស្រាយ

ពណ៌នានិងគូសក្រាបតាង(សំទុះ-ពេល) នៃចលនារបស់រថយន្តនោះ



រូបទី *1.24* ***ពណ៌នាចលនារបស់រថយន្ត***



រូបទី *1.25* ***ក្រាបតាង(សំទុះ-ពេល)***

ទីតាំង	រយៈពេល	ចលនា
①	0s ដល់ 10s	វ៉ិចទ័រល្បឿនកើនស្មើពី 0m/s ដល់ 15m/s សំទុះថេរ $a = \frac{15-0}{10} = 1.5\text{m/s}^2$ ។ រថយន្តធ្វើចលនាស្ទុះស្មើ ។
②	10s ដល់ 15s	វ៉ិចទ័រល្បឿនថេរ 15m/s សំទុះ = 0m/s ។ រថយន្តធ្វើចលនាត្រង់ស្មើ ។
③	15s ដល់ 20s	វ៉ិចទ័រល្បឿនថយចុះស្មើពី 15m/s មក 0m/s សំទុះថេរ $a = \frac{0-15}{5} = -3\text{m/s}^2$ ។ រថយន្តមានចលនាយឺតស្មើ ។
④	20s ដល់ 25s	វ៉ិចទ័រល្បឿនមានតម្លៃសូន្យ ។ រថយន្តនៅស្ងៀម ។
⑤	25s ដល់ 30s	វ៉ិចទ័រល្បឿនកើនស្មើពី 0m/s ដល់ 10m/s សំទុះមានតម្លៃថេរ $a = \frac{10-0}{5} = 2\text{m/s}^2$ ។រថយន្តធ្វើចលនាស្ទុះស្មើ ។

krou.moeys.gov.kh youtube.com/moeys facebook.com/moeys.gov.kh

ពិសោធន៍ទន្លាក់សេរី

ក្នុងជីវភាពរស់នៅយើងសង្កេតឃើញវត្ថុទាំងអស់ធ្លាក់ចុះសំដៅមករកផែនដី ។ នៅក្នុងមេរៀននេះយើងធ្វើពិសោធន៍អំពីទន្លាក់សេរី ។ ទន្លាក់សេរីនៃវត្ថុមួយជាចលនាក្រោមអំពើតែមួយគត់នៃទម្ងន់ ។ វាជាចលនាស្ទុះស្មើដែលមានទិសដៅពីលើចុះក្រោមនិងមានសំទុះ $\vec{g}$ ថេរ ។

សមីការនៃចលនាទន្លាក់សេរីគឺ

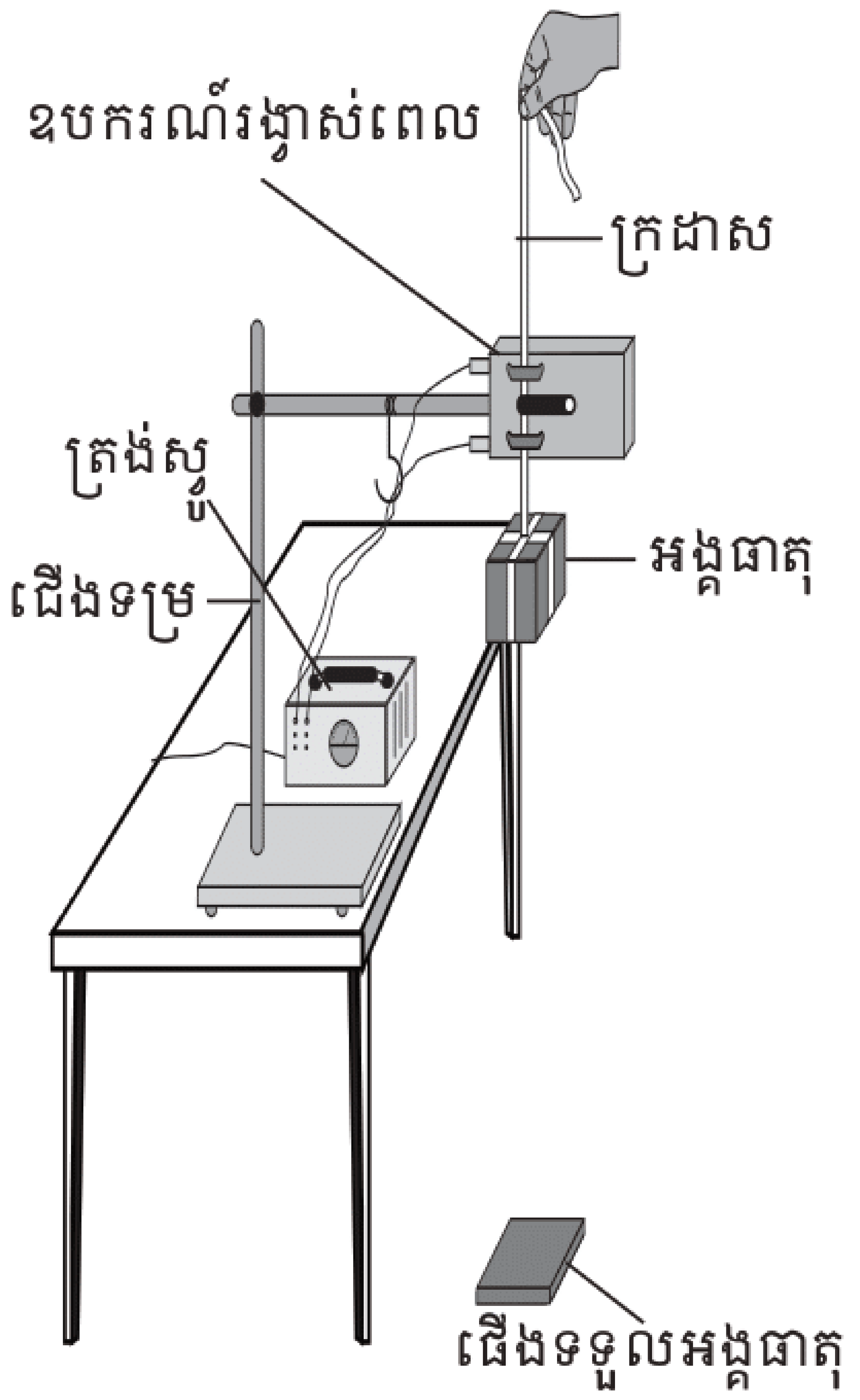
- កម្ពស់ធ្លាក់ $s = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2$
- ល្បឿន $v = v_0 + gt$
- សំទុះ $a = g = 9.80\text{m}/\text{s}^2$

1. វត្ថុបំណង : ដើម្បីគណនាសំទុះនៃទន្លាក់សេរី ។

2. សំភារះ: ឧបករណ៍វង្វាស់ពេលមួយ (Recording - timer) ត្រង់ស្វូមួយ ប្រភពចរន្តឆ្លាស់មួយដែលមានប្រេកង់ $f = 50\text{Hz}$ អង្គធាតុមួយដុំ ជើងទម្រមួយ ក្រដាសមួយសន្លឹក (A4) ស្កុត កន្ត្រៃនិងក្រដាសកាបូន $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ មួយសន្លឹក ។

3. ដំឡើងសំភារះនិងពិសោធន៍

- កាត់ក្រដាសទទឹង 1cm ឱ្យបាន 5 ជម្រៀក រួចបិទស្កុតបន្តគ្នាឱ្យបានប្រវែងប្រហែល 1.4m ។
- ប្រើស្កុតបិទក្រដាសកាបូនលើឧបករណ៍វង្វាស់ពេល ។
- ស៊កក្រដាសដែលបានកាត់រួចនោះក្នុងឧបករណ៍វង្វាស់ពេល ។
- ភ្ជាប់ចុងក្រដាសផ្នែកខាងក្រោមទៅនឹងអង្គធាតុ ។
- យកឧបករណ៍វង្វាស់ពេលដែលបានរៀបចំហើយទៅភ្ជាប់នឹងផ្នែកខាងលើនៃជើងទម្រ ។
- មួលតម្រូវប៊ូតុងនៃត្រង់ស្វូត្រង់ 3V ។
- ភ្ជាប់ត្រង់ស្វូទៅនឹងប្រភព បន្ទាប់មកភ្ជាប់ឧបករណ៍វង្វាស់ពេលទៅនឹងត្រង់ស្វូ ។
- លើកផ្នែកខាងលើនៃក្រដាសឱ្យត្រង់ឡើងលើ ។
- លែងក្រដាសទន្ទឹមនឹងការបិទសៀគ្វី ។

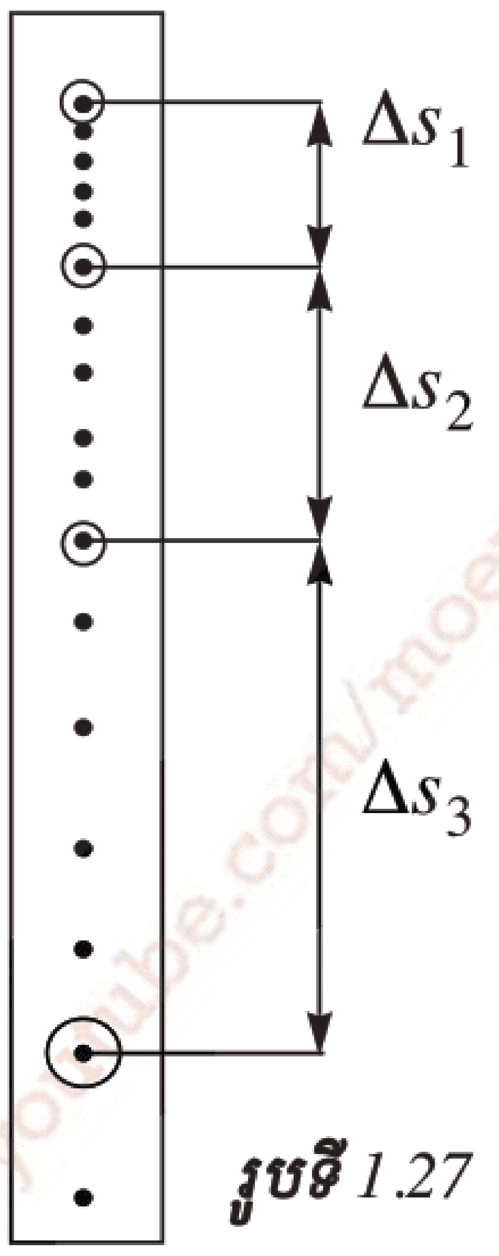


រូបទី 1.26 ពិសោធន៍ទន្លាក់សេរី

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

4. សង្កេត-លទ្ធផល

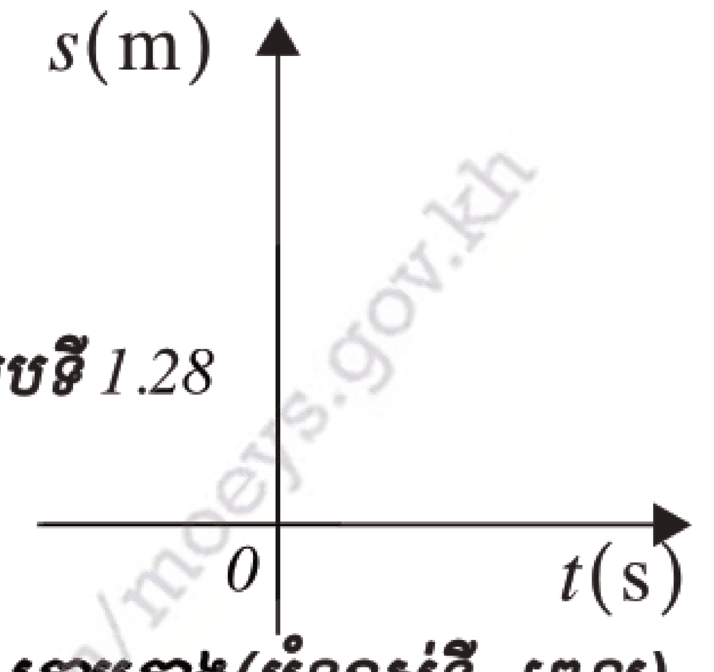
- សង្កេតនូវស្នាមចំណុចៗលើក្រដាសស រួចវង់លើចំណុចដែលត្រូវវាស់ចម្ងាយរៀង 5 ចំណុចម្ដងដូច(រូប *1.27*) ។
- រយៈពេលដៅពីចំណុចមួយទៅចំណុចមួយទៀតគឺ $\frac{1}{50}$s
- រយៈពេលសម្រាប់ 5 ចំណុចគឺ $\frac{1 \times 5}{50}\text{s} = \frac{1}{10}\text{s}$
- តាងចម្ងាយពីចំណុចនៃវង់ទី1 ទៅចំណុចនៃវង់ទី2 និងចំណុចនៃវង់បន្តបន្ទាប់គឺ Δs_1 , Δs_2 , Δs_3 .... រៀងគ្នា ។
- វាស់ Δs_1 , Δs_2 , Δs_3 .... ដោយប្រើម៉ែត ។
- ស្រង់តម្លៃដែលវាស់បាននិងគណនាដាក់ចូលក្នុងតារាងខាងក្រោម



រូបទី 1.27

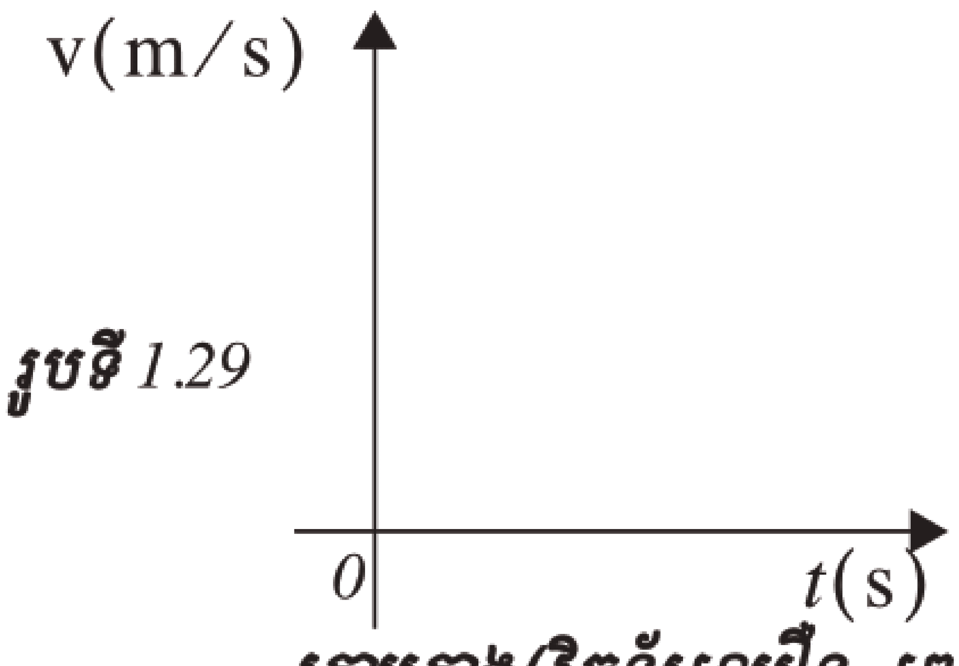
ចំណុច	t(s)	s(cm)	Δt(s)	Δs(cm)	v(cm/s)	Δv(cm/s)	a(cm/s^2)
ទី 0	t_0 =	S_0 =					
ទី 5	t_1 =	S_1 =	$\Delta t_1 = t_1 - t_0$	$\Delta s_1 = s_1 - s_0$	$v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1}$	$\Delta v_1 = v_2 - v_1$	$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1}$
ទី 10	t_2 =	S_2 =	$\Delta t_2 = t_2 - t_1$	$\Delta s_2 = s_2 - s_1$	$v_2 = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2}$	$\Delta v_2 = v_3 - v_2$	$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2}$
ទី 15	t_3 =	S_3 =	$\Delta t_3 = t_3 - t_2$	$\Delta s_3 = s_3 - s_2$	$v_3 = \frac{\Delta s_3}{\Delta t_3}$	$\Delta v_3 = v_4 - v_3$	$a_3 = \frac{\Delta v_3}{\Delta t_3}$
ទី 20	t_4 =	S_4 =	$\Delta t_4 = t_4 - t_3$	$\Delta s_4 = s_4 - s_3$	$v_4 = \frac{\Delta s_4}{\Delta t_4}$	$\Delta v_4 = v_5 - v_4$	$a_4 = \frac{\Delta v_4}{\Delta t_4}$
ទី 25	t_5 =	S_4 =	$\Delta t_5 = t_5 - t_4$	$\Delta s_5 = s_5 - s_4$	$v_5 = \frac{\Delta s_5}{\Delta t_5}$		

- បន្ទាប់ពីបានទិន្នន័យហើយគូសក្រាបទាំងបីដូចខាងក្រោម



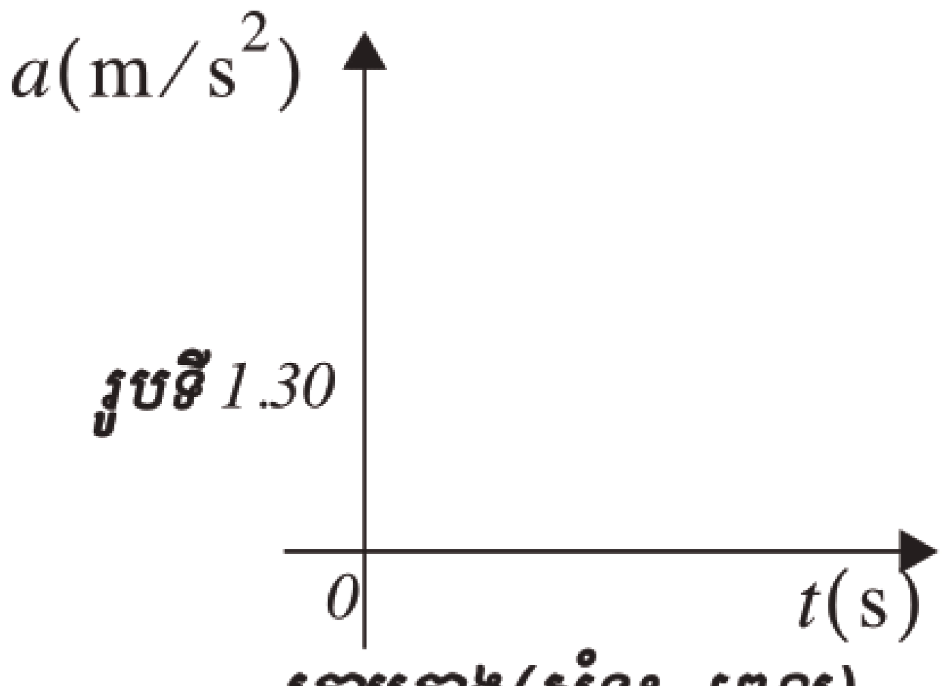
រូបទី 1.28

ក្រាបតាង(បំលាស់ទី-ពេល)



រូបទី 1.29

ក្រាបតាង(វ៉ិចទ័រល្បឿន-ពេល)



រូបទី 1.30

ក្រាបតាង(សំទុះ-ពេល)

- សំទុះនៃចលនាទន្លាក់សេរី $a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$
- កម្រិតល្អៀង $= \left|\frac{g - a}{g}\right| \times 100 = \left|\frac{9.80 - a}{9.80}\right| \times 100 = ... \%$

5. សន្និដ្ឋាន

តើសំទុះទន្លាក់នៃពិសោធន៍មានតម្លៃប៉ុន្មាន? តើវាមានកម្រិតល្អៀងមានប៉ុន្មានភាគរយ?

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

មេរៀនសង្ខេប

- ទំហំវ៉ិចទ័រគឺជាទំហំដែលត្រូវគិតទាំងតម្លៃនិងទិសដៅ ។ គេតាងវ៉ិចទ័រដោយសញ្ញាព្រួញ ។
- ទំហំស្កាលែជាទំហំដែលគេគិតតែតម្លៃរបស់វាប៉ុណ្ណោះ ។
- វ៉ិចទ័រផ្គួបនៃវ៉ិចទ័រពីរគឺជាអង្កត់ទ្រូងនៃប្រលេឡូក្រាមដែលមានវ៉ិចទ័រទាំងពីរជាជ្រុង ។
- វ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ មួយអាចបំបែកជាវ៉ិចទ័រកែងពីរ $\vec{A_x}$ និង $\vec{A_y}$ ដែល $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ ។
- បំលាស់ទីគឺជាចម្ងាយពីទីតាំងដើមទៅទីតាំងស្រេច គេបាន $\Delta x = x - x_0$ ។ បំលាស់ទីជាទំហំវ៉ិចទ័រ ។
- វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមគឺជាផលធៀបរវាងបំលាស់ទីនិងរយៈពេលនៃបំលាស់ទីនោះ $v_{av} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ ។
- វ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ គឺជាតម្លៃកម្រិតនៃវ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមឬមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់នៅត្រង់ចំណុចពីរជិតគ្នាបំផុតនៃខ្សែកោងនៃក្រាប(ចម្ងាយ-ពេល) ។
- សំទុះមធ្យម $\bar{a} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ ។ សំទុះខណៈនៅខណៈណាមួយជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃខ្សែកោង $v(t)$ នៅត្រង់ចំណុចនោះ ។
- ក្នុងចលនាតាមមួយវិមាត្រដែលមានសំទុះថេរ សមីការពេលសរសេរ : $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ និង $v = v_0 + at$ ។
- ទន្លាក់សេរីជាចលនាតាមអ័ក្សតែមួយ(ជាចលនាស្ទុះស្មើដែលមានទិសដៅពីលើចុះក្រោម) ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូររកឧទាហរណ៍ទំហំវ៉ិចទ័រនិងទំហំស្កាលែនីមួយៗឱ្យបានប្រាំ ។
2. ចូររកលក្ខណៈខុសគ្នារវាងទំហំវ៉ិចទ័រនិងទំហំស្កាលែ ។
3. តើបំលាស់ទីនិងចម្ងាយចរខុសគ្នាយ៉ាងដូចម្តេច ?
4. ចូរសរសេររូបមន្តល្បឿនមធ្យម ។
5. ចូរសរសេរសមីការដែលបញ្ជាក់ពីទំនាក់ទំនង a, x, v_0 និង t ក្នុងចលនាតាមមួយវិមាត្រ ។
6. ដូចម្តេចដែលហៅថាទន្លាក់សេរី ?
7. ចូរសង់វ៉ិចទ័រផ្គួបនិងវាស់តម្លៃរបស់វា ដែល $a = 3\text{cm}$ $b = 4\text{cm}$ និង $(\vec{a} \perp \vec{b}) = 90°$ ។

8. មនុស្សម្នាក់រត់បានចម្ងាយ 120m ក្នុងរយៈពេល 12s ។ តើល្បឿនមធ្យមរបស់គាត់មានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

9. រថយន្តមួយចេញដំណើរពីល្បឿនសូន្យតាមផ្លូវត្រង់មួយ ។ ក្រោយរយៈពេលពីរនាទីមករ៉ិចទ័រល្បឿនរថយន្តនោះគឺ 20m/s ។ រកសំទុះមធ្យមរបស់រថយន្តនោះ ។

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

ក. កំណត់ប្រភេទនៃចលនានិងគណនាសំទុះ ។

ខ. គណនាល្បឿនខណៈនៅខណៈ $t = 0$ និង $t = 2\text{s}$ ។

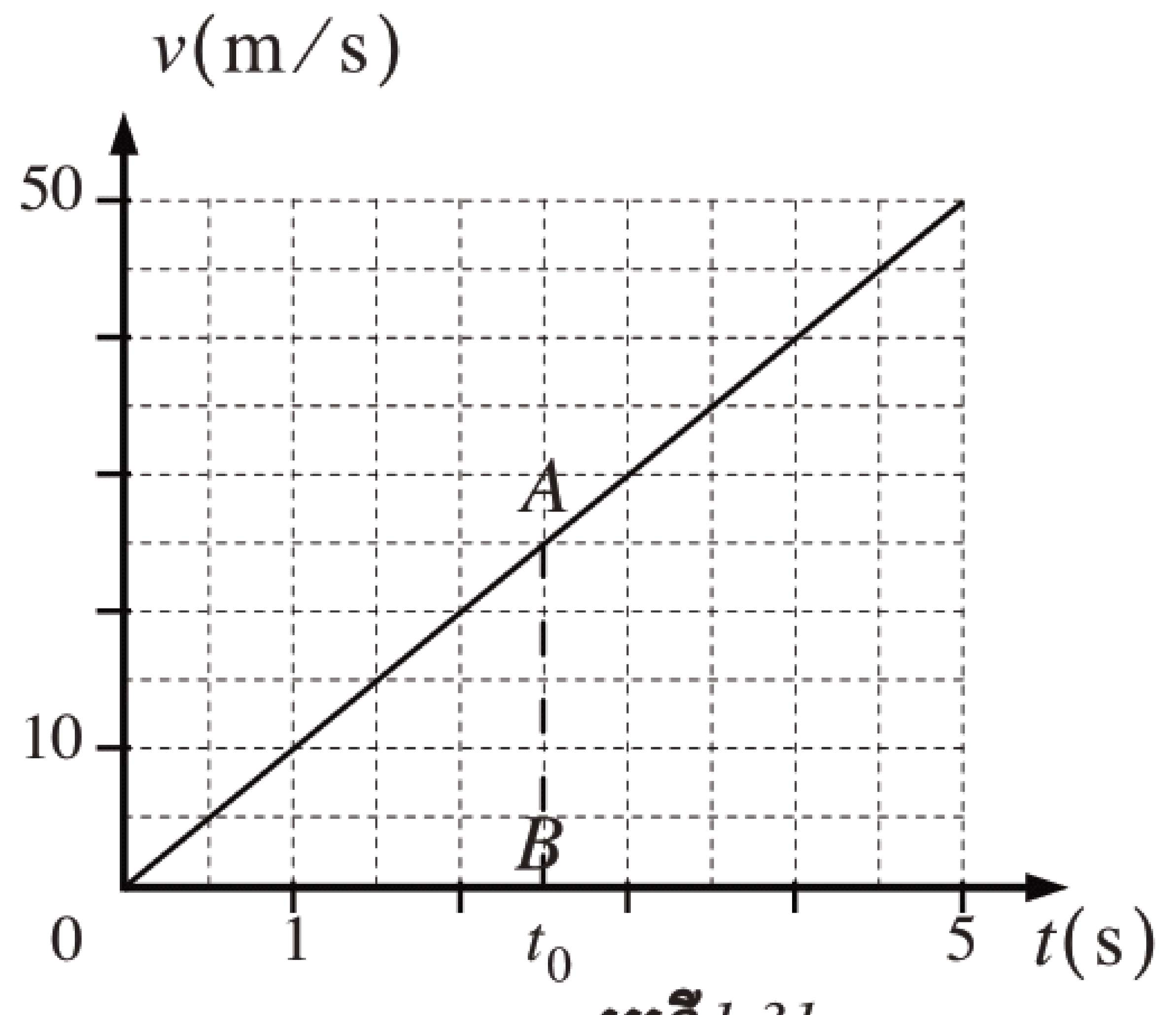
គ. តើចល័តឋិតនៅទីតាំងណា នៅខណៈដែលល្បឿនមានតម្លៃស្មើនឹងសូន្យ?

11. គេចោលបាល់មួយត្រង់ឡើងលើដោយល្បឿនដើម$20\text{m}/s$ ។ ពីរវិនាទីក្រោយមកគេចោលបាល់មួយទៀតត្រង់ឡើងលើដែរក្នុងលក្ខខណ្ឌដូចបាល់ទីមួយ ។ តើបាល់ទាំងពីរនោះនឹងជួបគ្នានៅខណៈណានិងនៅទីតាំងណា គេសន្មតថាចលនារបស់បាល់ជាចលនាទន្លាក់សេរីនិងយក $g \approx 9.80\text{m}/\text{s}^2$ ។

12. ឃ្លីមួយធ្លាក់ដោយសេរី ។ ល្បឿនរបស់វាជាអនុគមន៍នៃពេលបញ្ជាក់ដោយក្រាភិចខាងស្ដាំនេះ ។

ក. រកទំនាក់ទំនងរវាង v និង t ។ ចូរទាញរកទំនាក់ទំនងដែលមានចម្ងាយចរ x និងពេល t ។

ខ. បង្ហាញថានៅខណៈ t_0 ចម្ងាយចរ x សមាមាត្រនឹងផ្ទៃក្រឡានៃត្រីកោណ OAB ។



រូបទី1.31

គ. តាមក្រាបនិងតាមការគណនា ។ ចូរកំណត់ចម្ងាយចររវាងខណៈ $t = 2\text{s}$ និង $t = 5\text{s}$ ។

មេរៀនទី

2 ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

❒ បង្ហាញពីច្បាប់ទី 1 ញូតុនឬច្បាប់និចលភាព ។

❒ បង្ហាញពីច្បាប់ទី 2 ញូតុន $F = ma$ ឬ $\vec{F} = m\vec{a}$ ។

❒ បង្ហាញពីច្បាប់ទី 3 ញូតុន(អំពើនិងប្រតិកម្ម) $F_1 = -F_2$ ឬ $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ ។

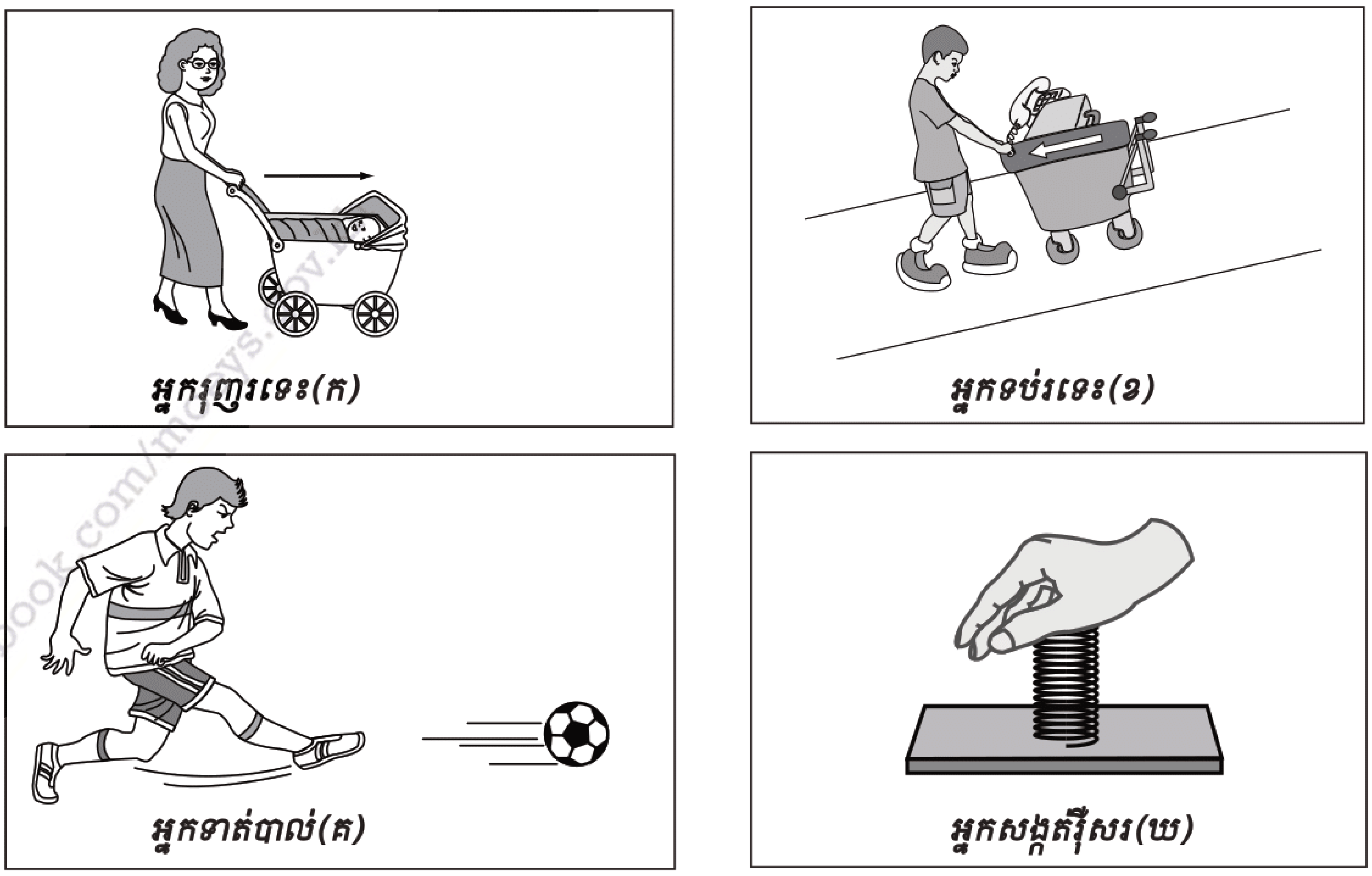
youtube.com/moeys

1. កម្លាំង

ពេលយើងសិក្សាអំពីកម្លាំង យើងនឹកដល់អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រដ៏ល្បីម្នាក់ឈ្មោះ **អ៊ីសាក់ញូតុន** ។ គាត់កើតនៅប្រទេសអង់គ្លេសនៅឆ្នាំ **1642** ។ គាត់ជាអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ និងគណិតវិទូដែរ ។ គាត់បានបង្កើតគណិតវិទ្យាវិភាគ បានអភិវឌ្ឍន៍ច្បាប់នៃចលនា បានបង្កើតរូបមន្តនៃច្បាប់ទំនាញសកលនិងបានរកឃើញលក្ខណៈជាច្រើននៃពន្លឺ ។

krou.moeys.gov.kh

1.1 សញ្ញាណកម្លាំង



facebook.com/moeys

រូបទី 1.32

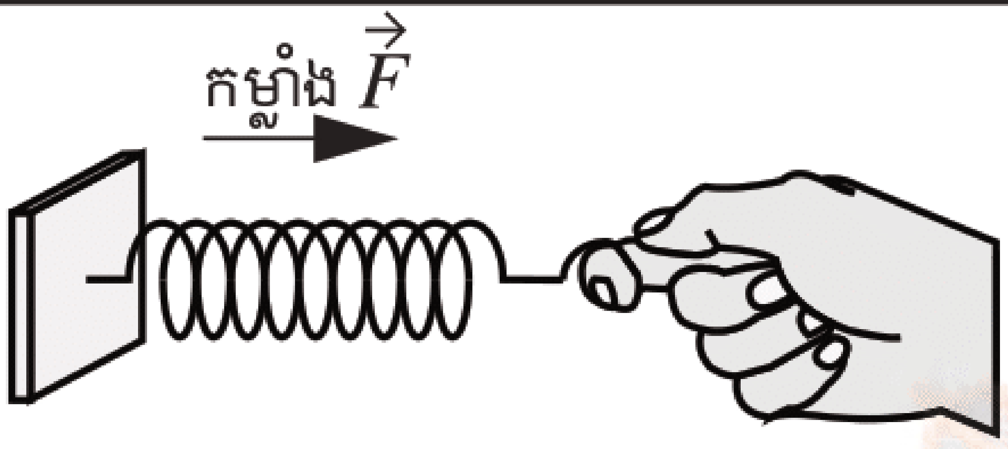
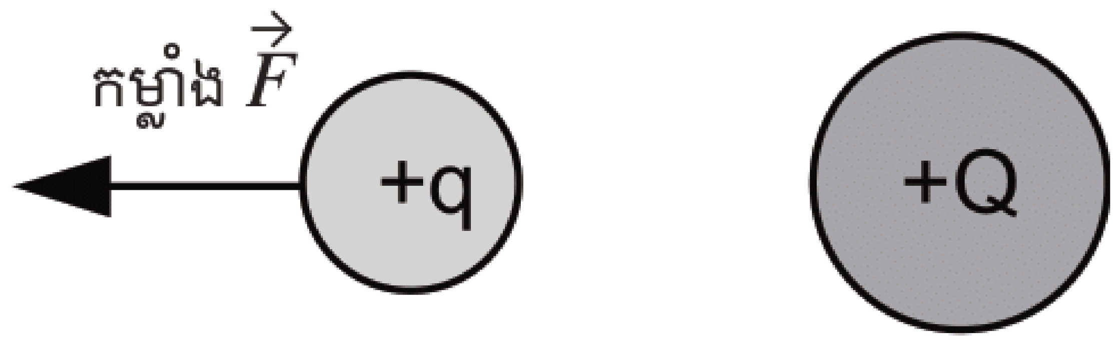
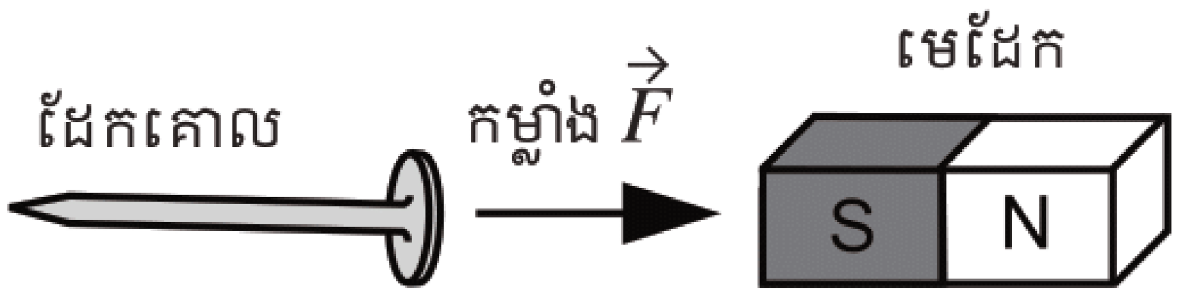
តាម(រូបទី *1.32* (ក))តើអ្នកគិតថារទេះនឹងផ្លាស់ទីដែរឬទេ ? វាជាការពិតណាស់ បើក្មេងនោះមានកាយសម្បទារឹងមាំ រទេះនោះនឹងផ្លាស់ទី ផ្ទុយទៅវិញបើក្មេងនោះពុំមាំមួនទេ រទេះនោះគ្រាន់តែបម្រុងនឹងផ្លាស់ទីប៉ុណ្ណោះ ។ ឯ(រូបទី *1.32* (ខ))បង្ហាញឱ្យឃើញថាកុមារនោះអាចបញ្ឈប់រទេះមិនឱ្យមានចលនា ។ (រូបទី *1.32* (គ))បាល់មួយកំពុងរមៀលលើទីលាន អ្នកទាត់បាល់នឹងអាចប្រែប្រួលល្បឿននិងអាចប្តូរទិសដៅនៃចលនា ។ (រូបទី *1.32* (ឃ))អ្នកសង្កត់រ៉ឺស័រ រ៉ឺស័រខូចទ្រង់ទ្រាយ ។

តាមឧទាហរណ៍ទាំងបួននេះបង្ហាញថា **កម្លាំងជាបុព្វហេតុ** :

- ធ្វើឱ្យអង្គធាតុមានចលនាឬបម្រុងមានចលនា
- បញ្ឈប់ឬផ្លាស់ប្តូរទិសដៅចលនានៃអង្គធាតុ
- ធ្វើឱ្យអង្គធាតុខូចទ្រង់ទ្រាយ ។

កម្លាំងជាទំហំវ៉ិចទ័រ ។ គេតាងកម្លាំងដោយ $\vec{F}$ ដែលមាននិមិត្តសញ្ញា $\xrightarrow{\vec{F}}$ ខ្នាតនៃកម្លាំងគឺញូតុន (N) ។ គេចែកកម្លាំងជាពីរយ៉ាង គឺកម្លាំងប៉ះនិងកម្លាំងពីចម្ងាយ ។

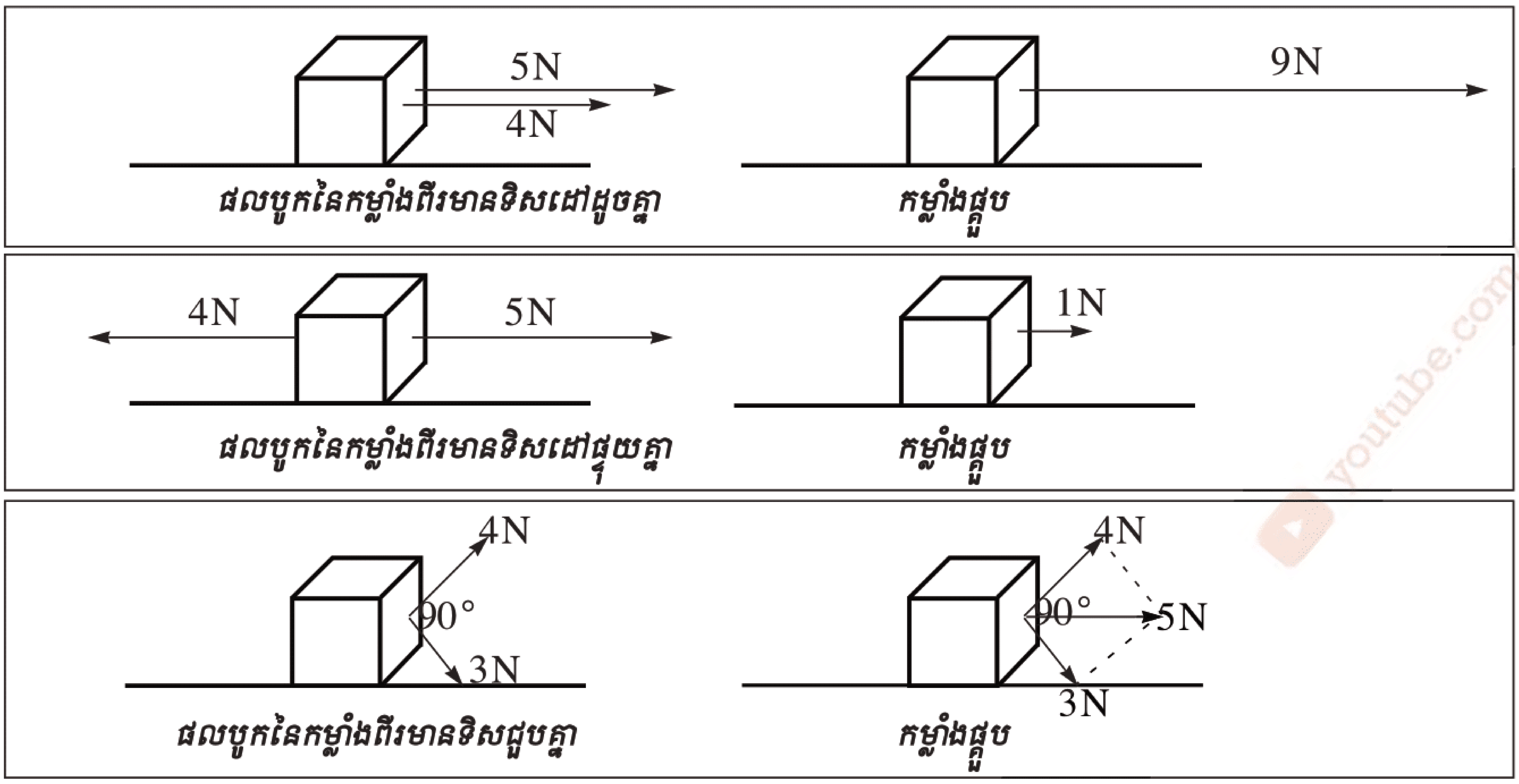
ឧទាហរណ៍កម្លាំងផ្សេងៗ

កម្លាំងប៉ះ	**កម្លាំងពីចម្ងាយ**
 ***កម្លាំងទាញរ៉ឺស័រ***	 ***កម្លាំងអង្គធាតុ*** M ***ទាញអង្គធាតុ*** *m*
  កម្លាំងរុញរទេះ	 ***កម្លាំងចម្រានចេញរវាងបន្ទុក*** $+Q$ ***ច្រានបន្ទុក*** $+q$
  កម្លាំងទាត់បាល់	 ***កម្លាំងឆក់ទាញរវាងមេដែកនិងដែកគោល***

រូបទី *1.33*

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

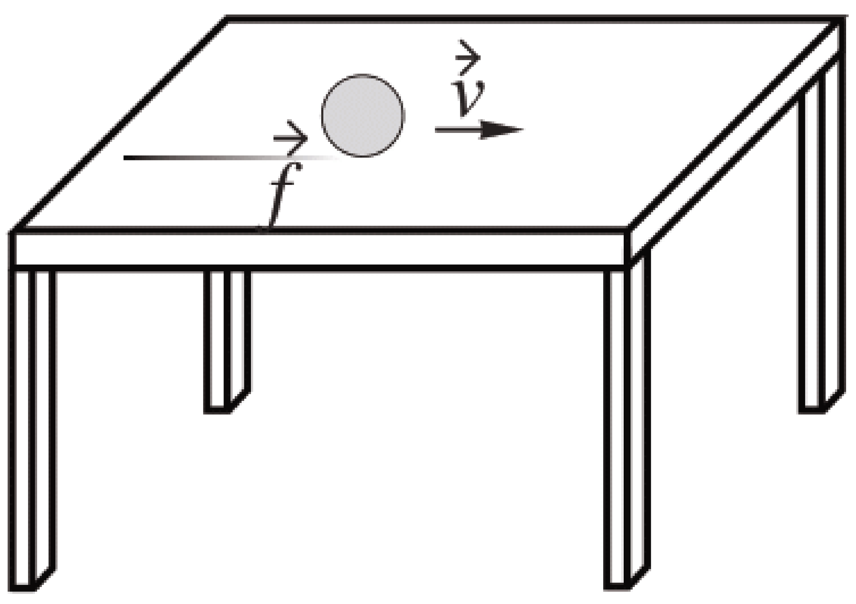
1.2 ផលបូកកម្លាំង



រូបទី 1.34

2. ច្បាប់ទី 1 ញូតុន

2.1 ច្បាប់ទី 1 : ច្បាប់និចលភាព



មុននឹងពោលច្បាប់ទី 1 ញូតុន យើងពិនិត្យពិសោធន៍ងាយមួយ ។ សន្មតថាមានឃ្លីមួយស្ថិតនៅនឹងថ្កល់លើតុ ។ ជាការពិតណាស់ឃ្លីនឹងស្ថិតនៅស្ងៀមលើតុដដែល ។ ឥឡូវអ្នកគិតថា រុញឃ្លីតាមទិសដេកដោយកម្លាំងរុញធំជាងកម្លាំងកកិតរវាងឃ្លីនិងតុ(កម្លាំងរុញ កម្លាំងកកិតនិងកម្លាំងផ្សេងៗដែលមានអំពើលើឃ្លីជាកម្លាំងក្រៅ) ។អ្នកអាចរក្សាចលនាឃ្លីឱ្យមានវិចទ័រល្បឿនថេរដោយអនុវត្តន៍កម្លាំងដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេ(ទំហំ)ស្មើនឹងកម្លាំងកកិតតែមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា ។ បើសិនអ្នកបង្កើនកម្លាំងរុញកាន់តែខ្លាំងមានន័យថាកម្លាំងនោះមានទំហំធំជាងកម្លាំងកកិត នោះអ្នកនឹងឃើញឃ្លីមានចលនាស្ទុះ ។ បើអ្នកបញ្ឈប់ការរុញឃ្លីនោះ វានឹងឈប់បន្ទាប់ពីមានចលនាបានចម្ងាយយ៉ាងខ្លីពីព្រោះកម្លាំងកកិតបន្ថយចលនារបស់ឃ្លី ។ ឧបមាឥឡូវនេះអ្នករុញឃ្លីដដែលនោះឱ្យឆ្លងកាត់ផ្ទៃរលោងនៃតុ ពេលនោះអ្នកនឹងឃើញឃ្លីនឹងឈប់ម្តងទៀត ក្រោយពីអ្នកបញ្ឈប់ការរុញវា ប៉ុន្តែវាមិនឈប់ភ្លាមដូចករណីមុនទៀតឡើយ ។

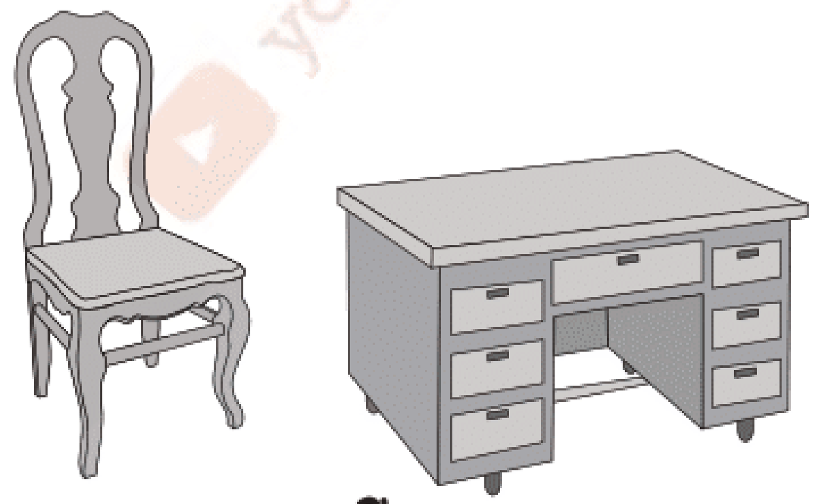
ឥឡូវនេះ បើអ្នកបង្កើនផ្ទៃរលោងនៃតុឱ្យកាន់តែរលោងទៅៗ រហូតកម្លាំងកកិតមានតម្លៃតូចទៅៗដែលអាចចោលបាន នោះឃ្លីនឹងបន្តផ្លាស់ទីដោយល្បឿនថេរ បន្ទាប់ពីអ្នកលែងរុញវា ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

ច្បាប់ទី 1 : បើអង្គធាតុមួយមិនរងអំពើនៃកម្លាំងផ្សេងៗទេ ឬវារងតែកម្លាំងផ្គួបស្មើនឹងសូន្យ បើវានៅនឹងថ្កល់វានៅនឹងដដែល តែបើវាមានចលនា ចលនានោះជាចលនាត្រង់ស្មើ ។

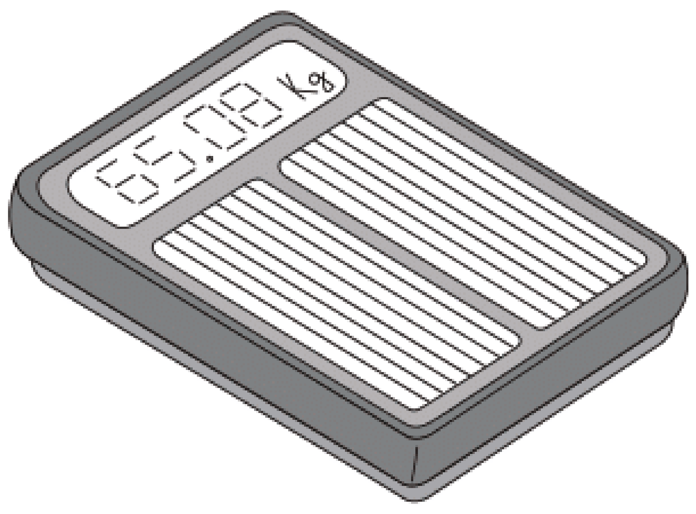
បើគ្មានកម្លាំងណាមួយធ្វើឱ្យប្រែប្រួលចលនារបស់អង្គធាតុទេ នោះវ៉ិចទ័រល្បឿនរបស់វាមិនប្រែប្រួលឡើយ ។ តាមច្បាប់ទី 1 យើងសន្និដ្ឋានថា អង្គធាតុណាមួយគឺស្ថិតនៅស្ងៀមឬផ្លាស់ទីដោយវ៉ិចទ័រល្បឿនថេរ(ចលនាត្រង់ស្មើ) លក្ខណៈនៃអង្គធាតុដែលប្រឆាំងនឹងបម្រែបម្រួលវ៉ិចទ័រល្បឿនរបស់វាត្រូវបានគេហៅថា **និចលភាពនៃអង្គធាតុ** ។

2.2 ម៉ាស



រូបទី 1.36

យើងរុញតុនិងកៅអីដោយប្រើកម្លាំងដូចគ្នា យើងសង្កេតឃើញកៅអីងាយផ្លាស់ទីជាងតុ ព្រោះតុមាននិចលភាពធំជាងកៅអី ។ គេថាតុមានម៉ាសធំជាងកៅអី(រូបទី 1.36) ។



រូបទី 1.37

ដូច្នេះ**ម៉ាសជាទំហំដែលកំណត់និចលភាពនៃវត្ថុ** ។ ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ម៉ាសគិតជាគីឡូក្រាម(kg) ។ ឧបករណ៍សម្រាប់ថ្លឹងម៉ាស គឺជញ្ជីងប្រើកូនបួតឬជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច(រូបទី 1.37) ។ ចំពោះកម្លាំងតែមួយដដែលមានអំពើលើវត្ថុពីរ វត្ថុដែលមានម៉ាសធំជាង វត្ថុនោះមានចលនាដោយសំទុះតូចជាង ។ ដូចនេះ ម៉ាសរបស់អង្គធាតុច្រាសសមាមាត្រនឹងសំទុះរបស់វា(រូបទី 1.38) ។

បើអង្គធាតុទី 1 នោះមានម៉ាស m_1 និងសំទុះ a_1 ហើយអង្គធាតុទី 2 មានម៉ាស m_2 និងសំទុះ a_2 គេបាន $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$ ។

ឧទាហរណ៍ : បើគេផ្តល់កម្លាំងទៅលើអង្គធាតុមួយដែលមានម៉ាស 10kg អង្គធាតុនោះមានសំទុះ $2m/s^2$ តែបើគេផ្តល់កម្លាំងដដែលទៅលើអង្គធាតុមួយទៀតដែលមានម៉ាស 5g អង្គធាតុនោះមានសំទុះ $4m/s^2$ ។ ម៉ាសជាទំហំស្កាលែ ដូច្នេះដើម្បីធ្វើផលបូកម៉ាសរបស់អង្គធាតុត្រូវគោរពច្បាប់នព្វន្ត ។

ឧទាហរណ៍ : ស្ករសមួយកញ្ចប់មានម៉ាស 3kg និងស្ករសមួយកញ្ចប់ទៀតមានម៉ាស 2kg ស្ករសទាំងពីរកញ្ចប់មានម៉ាសសរុប 3kg + 2kg = 5kg ។

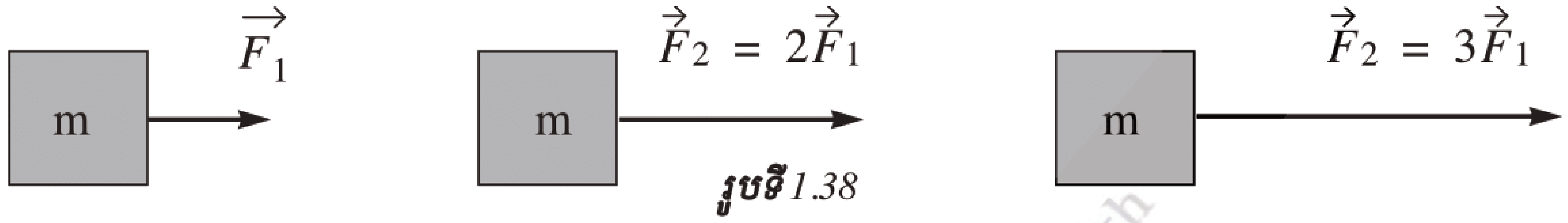
ម៉ាសនៃអង្គធាតុមួយមិនមែនជាទម្ងន់នៃអង្គធាតុនោះទេ ។ ម៉ាសនិងទម្ងន់ជាទំហំពីរខុសគ្នា ម៉ាសនៃអង្គធាតុមួយមានតម្លៃថេរ ទោះបីគេយកអង្គធាតុនោះទៅទីណាក៏ដោយ ។ ឯទម្ងន់នៃអង្គធាតុនោះប្រែប្រួលទៅតាមទីកន្លែងដែលវាស្ថិតនៅ ។ អ្នកនឹងសិក្សាអំពីទម្ងន់ក្នុងមេរៀននេះដែរ ។

ឧទាហរណ៍ : ដុំដែកមួយមានម៉ាស 5kg និងមានទម្ងន់ 49N នៅលើផ្ទៃផែនដី ឯនៅលើផ្ទៃព្រះចន្ទវាមានម៉ាស 5kg ដដែល ឯទម្ងន់វាមានតែ 8N ប៉ុណ្ណោះ ។

3. ច្បាប់ទី 2 ញូតុន

ច្បាប់ទី 1 ញូតុនបានពន្យល់ថា បើអង្គធាតុមួយមិនរងនូវកម្លាំងណាមួយឬរងនូវកម្លាំងផ្តួបមានអំពើលើវាស្មើសូន្យ បើវានៅនឹងថ្កល់ វានៅនឹងថ្កល់ដដែល បើវាធ្វើចលនា ចលនានោះជាចលនាត្រង់ស្មើដោយល្បឿនថេរ ។ ឯច្បាប់ទី 2 ញូតុននឹងពន្យល់ពីហេតុការណ៍ដែលកើតមានឡើង កាលណាអង្គធាតុមួយរងនូវកម្លាំងផ្តួបដែលមានអំពើលើវាមិនស្មើសូន្យ ។

ឧបមាអ្នកទាញអង្គធាតុមួយមានម៉ាស m ដោយកម្លាំង $\vec{F}_1$ អង្គធាតុនោះមានសំទុះ $\vec{a}_1$ បន្ទាប់មកអ្នកទាញអង្គធាតុនោះដោយកម្លាំង $\vec{F}_2 = 2\vec{F}_1$ អង្គធាតុនោះមានសំទុះ $\vec{a}_2 = 2\vec{a}_1$ និងបន្ទាប់មកទៀត បើអ្នកទាញអង្គធាតុដដែលនោះដោយកម្លាំង $\vec{F}_3 = 3\vec{F}_1$ អង្គធាតុនោះមានសំទុះ $\vec{a}_3 = 3\vec{a}_1$ ។



រូបទី 1.38

បើយើងធ្វើផលធៀប $\frac{F_1}{a_1}$ $\frac{F_2}{a_2}$ $\frac{F_3}{a_3}$

យើងបាន $\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3}$ = ថេរ

តាមការសង្កេតនេះយើងសន្និដ្ឋានដូចតទៅ :សំទុះនៃវត្ថុមួយសមាមាត្រទៅនឹងកម្លាំងផ្តួបដែលមានអំពើលើវា ។ តាមការសន្និដ្ឋាននេះ និងតាមចំណុច (2-2) គេបានច្បាប់ទី 2 ញូតុន ។

> ***ច្បាប់ទី 2*** *: សំទុះនៃអង្គធាតុមួយសមាមាត្រទៅនឹងកម្លាំងផ្តួបដែលមានអំពើលើវា ហើយច្រាសសមាមាត្រនឹងម៉ាសរបស់វា ។*

តាមច្បាប់ទី 2 ញូតុន យើងអាចសរសេរទំនាក់ទំនងរវាងម៉ាស កម្លាំង និងសំទុះ :

$\vec{F} = m\vec{a}$ ឬ $F = ma$ ($\vec{F}$ និង $\vec{a}$ មានទិសដៅដូចគ្នា)

សមីការខាងលើនេះជាកន្សោមវិចទ័រ ហើយកន្សោមនេះសមមូលទៅនឹងសមីការដែលបានមកពីធ្វើចំណោលកែងលើអ័ក្សកូអរដោនេ : $\vec{F}_x = m\vec{a}_x$, $\vec{F}_y = m\vec{a}_y$ ។

ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ខ្នាតកម្លាំងគិតជាញូតុន (N) ។ **មួយញូតុន(1N) ជាកម្លាំងមានអំពើលើអង្គធាតុដែលមានម៉ាស** 1kg **បង្កើតសំទុះ** $1m/s^2$ ។ ដូច្នេះ $1N = 1kg \cdot m/s^2$ គេបានសំទុះ $a = \frac{1kg \cdot m/s^2}{1kg} = 1m/s^2$ ។

ឧបករណ៍សម្រាប់វាស់កម្លាំងគឺជញ្ជីងរ៉ឺសរ ឬឌីណាម៉ូម៉ែត(រូបទី *1.39*) ។

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

ឧទាហរណ៍ទី 1 : ក្មេងប្រុសម្នាក់រុញប្រអប់មួយដែលមានម៉ាស 10kg ដោយកម្លាំង 20N ។ តើសំទុះនៃប្រអប់ស្មើនឹងប៉ុន្មាន ? កកិតអាចចោលបាន ។

✍ ដំណោះស្រាយ

- សំទុះ a នៃប្រអប់

  តាមច្បាប់ទី2 ញូតុន : $F = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m}$

  ដោយ $m = 10\text{kg}$ និង $F = 20\text{N}$

  យើងបាន $a = \frac{20\text{N}}{10\text{kg}} = 2.0\text{m/s}^2$

  ដូច្នេះ $\boxed{a = 2.0\text{m/s}^2}$ ។

ឧទាហរណ៍ទី 2 : រថយន្តមួយមានម៉ាស $1.0 \times 10^3\text{kg}$ មានចលនាស្ទុះស្មើដោយចាប់ផ្តើមពីល្បឿនសូន្យទៅល្បឿន 20m/s ក្នុងរយៈ $10s$ ។ គណនាកម្លាំងម៉ាស៊ីនដែលរថយន្តបញ្ចេញដើម្បីឱ្យវាទៅមុខ ។ កម្លាំងកកិតអាចចោលបាន ។

✍ ដំណោះស្រាយ

- សំទុះនៃរថយន្ត

  ដោយរថយន្តមានចលនាស្ទុះស្មើ យើងគណនាសំទុះតាមទំនាក់ទំនង

  $a = \frac{v - v_0}{t}$

  ដោយ $v = 20\text{m/s}$, $v_0 = 0$ និង $t = 10\text{s}$

  $a = \frac{20\text{m/s} - 0\text{m/s}}{10\text{s}} = 2.0\text{m/s}^2$

  ដូច្នេះ $\boxed{a = 2.0\text{m/s}^2}$ ។

- កម្លាំងដែលម៉ាស៊ីនរថយន្តបញ្ចេញ

  តាមច្បាប់ទី2 ញូតុន : $F = ma$

  ដោយ $m = 1.0 \times 10^3\text{kg}$ និង $a = 2.0\text{m/s}^2$

  យើងបាន $F = 1.0 \times 10^3\text{kg} \times 2.0\text{m/s}^2$

  ដូច្នេះ $\boxed{F = 2.0 \times 10^3\text{N}}$ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

4. កម្លាំងទំនាញផែនដីឬទម្ងន់

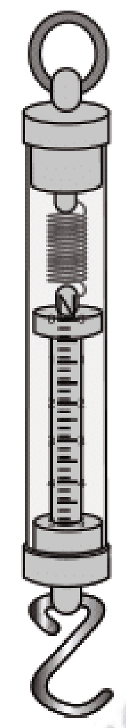
យើងដឹងយ៉ាងច្បាស់ថា គ្រប់វត្ថុទាំងអស់ត្រូវបានទាញដោយផែនដី ។កម្លាំងផែនដីទាញវត្ថុដែលមានទិសដៅតម្រង់មករកផ្ចិតផែនដីហៅថា **កម្លាំងទំនាញផែនដីឬទម្ងន់វត្ថុ** $\vec{W}$ ។

យើងបានឃើញនៅមេរៀនមុន អំពីពិសោធន៍ទន្លាក់សេរីនៃវត្ថុដែលមានសំទុះ $\vec{g}$ ហើយសំទុះនោះមានទិសដៅតម្រង់មកផ្ចិតផែនដី ។ អនុវត្តច្បាប់ទី 2 ញូតុន $\vec{F} = m\vec{a}$ ចំពោះទន្លាក់សេរីនៃវត្ថុដែលមានម៉ាស m និងមានសំទុះ $\vec{a} = \vec{g}$ និង $\vec{F} = \vec{W}$ គេបាន $\vec{W} = m\vec{g}$ ។

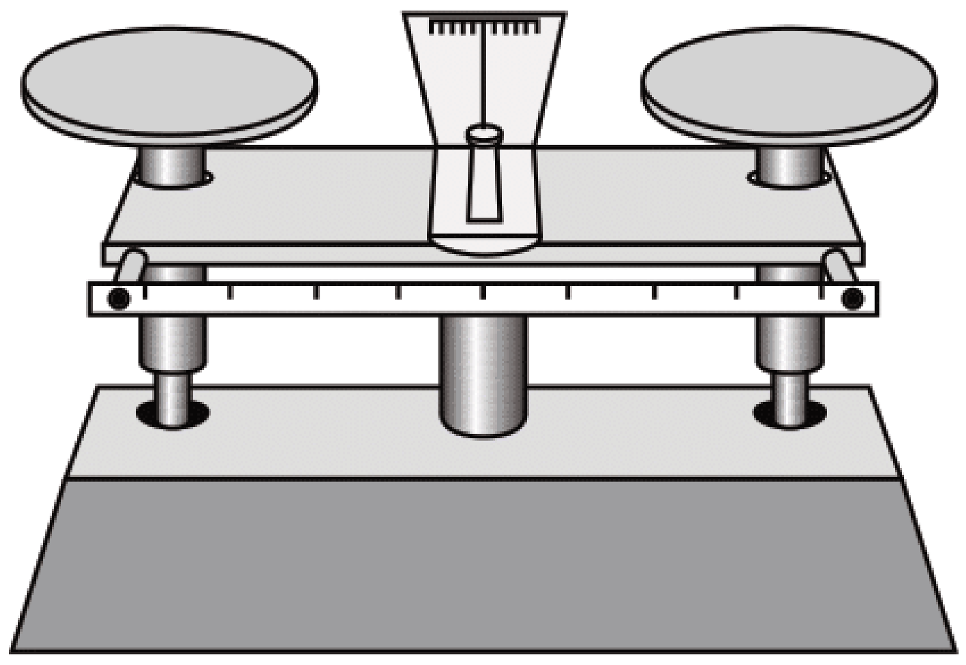
ទំហំនៃទម្ងន់វត្ថុមួយតាងដោយ $W = mg$ g ហៅថាសំទុះទំនាញផែនដី ។ សំទុះនេះថយចុះកាលណាវត្ថុកាន់តែឆ្ងាយពីផ្ចិតផែនដី ។ ដោយសារសំទុះទំនាញផែនដី g អាស្រ័យនឹងទីកន្លែង ដូច្នេះទម្ងន់ប្រែប្រួលតាមទីតាំងភូមិសាស្ត្រដែរ ។ នៅត្រង់រយៈកម្ពស់ទឹកសមុទ្រ អង្គធាតុមួយមានទម្ងន់ធំជាងនៅរយៈកម្ពស់កន្លែងផ្សេងៗទៀត ។

ឧទាហរណ៍ : វត្ថុមួយមានម៉ាស 70.0kg ។ ទម្ងន់របស់វានៅកន្លែងដែលសំទុះទំនាញផែនដី $g = 9.80\text{m/s}^2$ គឺ $W = mg = 686\text{N}$ ។ នៅលើកំពូលភ្នំដែល $g = 9.77\text{m/s}^2$ ទម្ងន់របស់វាមានតែ 684N តែប៉ុណ្ណោះ ។

ភាពខុសគ្នារវាងម៉ាសនិងទម្ងន់

<table>
<tr><th>ទម្ងន់</th><th>ម៉ាស</th></tr>
<tr><td>


រូបទី 1.39 ឌីណាម៉ូម៉ែត

- ជាកម្លាំងទំនាញផែនដី ។
- មានទាំងទំហំនិងទិសដៅ ។
- មានខ្នាតជាញូតុន (N) ។
- ប្រែប្រួលទៅតាមទីកន្លែង ។
- វាស់ដោយឌីណាម៉ូម៉ែត ។
</td><td>


រូបទី 1.40 ជញ្ជីងរ៉ូប៊ែវ៉ាល់

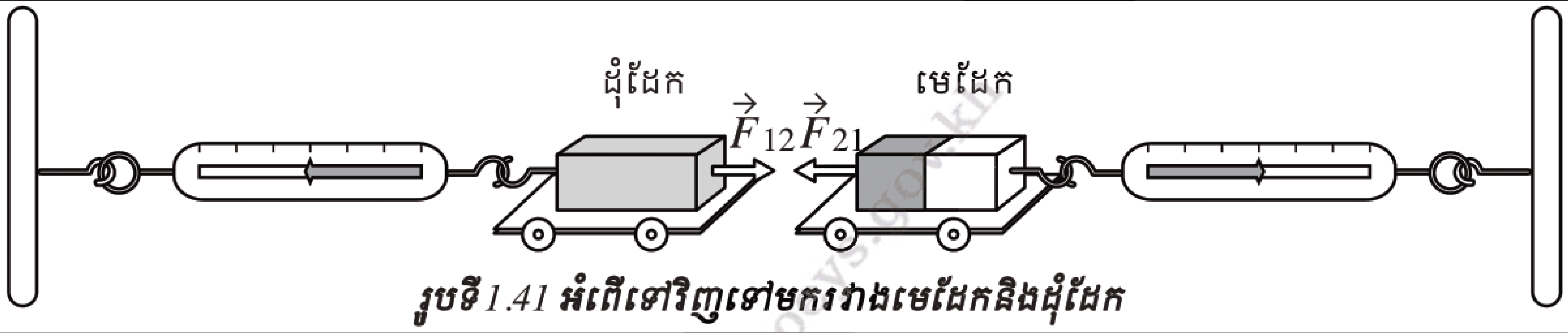
- ជាបរិមាណរូបធាតុដែលមាននៅក្នុងអង្គធាតុ ។
- មានតែទំហំគ្មានទិសដៅ ។
- មានខ្នាតជាគីឡូក្រាម (kg) ។
- មានទំហំថេរគ្រប់ទីកន្លែង ។
- ថ្លឹងដោយជញ្ជីងប្រើកូនរ៉ូប៊ែវ៉ាល់ឬជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច ។
</td></tr>
</table>

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

5. ច្បាប់ទី 3 ញូតុន

បើអ្នកសង្កត់ជ្រុងសៀវភៅដោយមេដៃ សៀវភៅនោះច្រានវិញដោយបន្សល់នូវស្នាមទ្រុតៗលើមេដៃអ្នក ។ បើអ្នកសង្កត់យ៉ាងខ្លាំង សៀវភៅនោះច្រានវិញក៏ខ្លាំងដែរ ហើយស្នាមទ្រុតលើមេដៃក៏ធំជាងមុន ។ នេះជាពិសោធន៍យ៉ាងងាយដែលបង្ហាញអំពីច្បាប់ទី 3 ញូតុន ។

គេមានសំភារៈដូចតទៅ : ឌីណាម៉ូម៉ែតពីរ កូនរទេះពីរ ដែកមួយដុំ មេដែកមួយ ។ យើងភ្ជាប់ចុងម្ខាងនៃឌីណាម៉ូម៉ែតទៅនឹងបង្គោលហើយចុងម្ខាងទៀតភ្ជាប់នឹងកូនរទេះដែលផ្ទុកដុំដែក ។ ចំណែកឯឌីណាម៉ូម៉ែតមួយផ្សេងទៀតភ្ជាប់នឹងចុងម្ខាងទៅនឹងបង្គោល ហើយចុងម្ខាងទៀតភ្ជាប់នឹងកូនរទេះដែលផ្ទុកមេដែក ។ យើងសង្កេតឃើញកូនរទេះទាំងពីរទាញគ្នាទៅវិញទៅមកធ្វើឱ្យរ៉ឺសរនៃឌីណាម៉ូម៉ែតលូតវែង ។ យើងអានគំនូសក្រិតនៃឌីណាម៉ូម៉ែតទាំងពីរ យើងឃើញឌីណាម៉ូម៉ែតចង្អុលតម្លៃលេខស្មើគ្នា ។



រូបទី 1.41 អំពើទៅវិញទៅមករវាងមេដែកនិងដុំដែក

> ***ច្បាប់ទី 3*** *: បើវត្ថុពីរមានអំពើទៅវិញទៅមក(អំពើនិងប្រតិកម្ម)ដោយកម្លាំង $\vec{F}_{12}$ ដែលបញ្ចេញដោយវត្ថុទី1 ទៅលើវត្ថុទី2 មានទំហំស្មើគ្នា និងមានទិសដៅផ្ទុយពីកម្លាំង $\vec{F}_{21}$ ដែលបញ្ចេញដោយវត្ថុទី2 មកលើវត្ថុទី1 ។ គេសរសេរ : $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ ។*

ច្បាប់ទី 3 ញូតុនបានបង្ហាញលក្ខណៈសំគាល់ទាំង 4 នៃកម្លាំង :

- ទី 1 : ជានិច្ចកាលកម្លាំងកើតមានឡើងជាគូ ។ គូកម្លាំងនោះហៅថា **អំពើ** និង**ប្រតិកម្ម** ។
- ទី 2 : អំពើនិងប្រតិកម្មមាន**ទំហំស្មើគ្នា** ។
- ទី 3 : អំពើនិងប្រតិកម្មមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា (កម្លាំងទាំងពីរមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា) ។
- ទី 4 : អំពើនិងប្រតិកម្មមានអំពើលើអង្គធាតុផ្សេងគ្នា ។

ឧទាហរណ៍ : កម្លាំងដែលមានអំពើលើអង្គធាតុក្នុងចលនាទន្លាក់សេរីគឺ $\vec{W} = m\vec{g}$ ដែលជាកម្លាំងទំនាញរបស់ផែនដីទៅលើអង្គធាតុនោះ ។ កម្លាំងប្រតិកម្មគឺជាកម្លាំងដែលអង្គធាតុមានអំពើលើផែនដី $\vec{W}' = -\vec{W}$ ។ កម្លាំងប្រតិកម្ម $\vec{W}'$ នេះទាញផែនដីឆ្ពោះទៅជិតអង្គធាតុដូចគ្នានិងកម្លាំងមានអំពើ $\vec{W}$ ទាញអង្គធាតុតម្រង់មករកផែនដីដែរ ។ យើងមាន $W = mg$ (m ជាម៉ាសអង្គធាតុ g ជាសំទុះ ទំនាញផែនដី) និង $W' = Ma$ (M ជាម៉ាសផែនដី a ជាសំទុះរបស់ផែនដី) ។

តាមច្បាប់ទី 3 ញូតុន យើងបាន $W = W' \Leftrightarrow mg = Ma$

យើងទាញបាន $a = \frac{m}{M}g$ ដោយ $(M \gg m)$

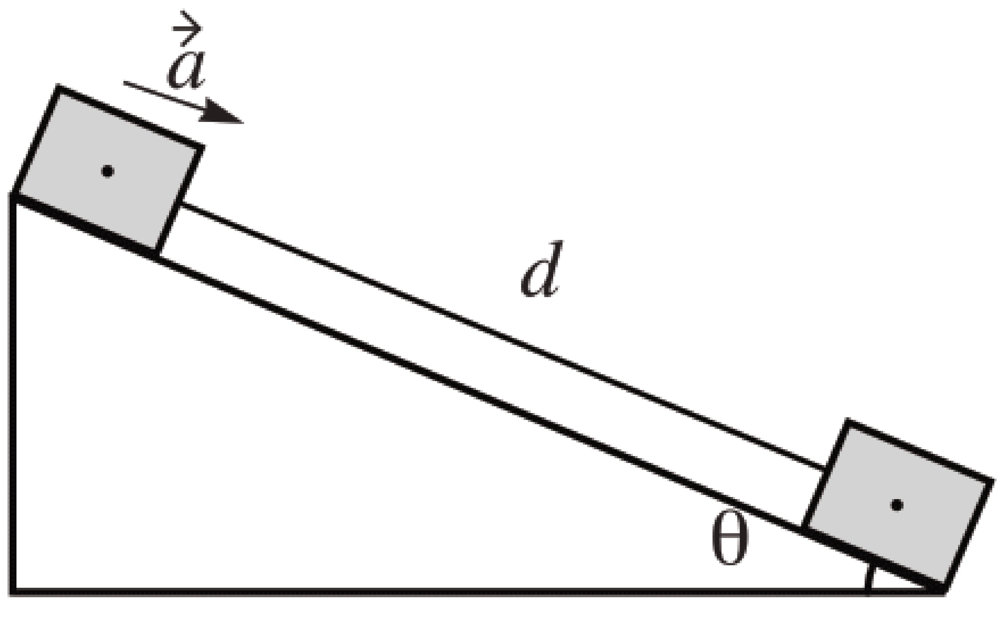
យើងបាន $\frac{m}{M} \approx 0 \Rightarrow a \approx 0$ ។ ហេតុនេះ សំទុះរបស់ផែនដីមានតម្លៃតូចអាចចោលបាន ។

6. អនុវត្តន៍ច្បាប់ញូតុន

ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់ដែលទាក់ទងនឹងច្បាប់ញូតុនអ្នកត្រូវចងចាំដូចតទៅ :

- កំណត់ប្រព័ន្ធដែលមានចលនា ដោយបញ្ជាក់ម៉ាសរបស់វត្ថុនីមួយៗ ។
- គូសដ្យាក្រាមតាងកម្លាំងទាំងអស់ដែលមានអំពើលើវត្ថុនោះ ។ ចំពោះប្រព័ន្ធដែលមានវត្ថុជាច្រើន គូសដ្យាក្រាមតាងកម្លាំងទាំងឡាយដែលមានអំពើលើវត្ថុនីមួយៗ ។
- សង់អ័ក្សកូអរដោនេសម្រាប់វត្ថុនីមួយៗ រួចធ្វើចំណោលកែងកម្លាំងលើអ័ក្សទាំងនោះ ។ ធ្វើតុល្យភាពកម្លាំងក្រៅទាំងអស់ដែលមានអំពើលើប្រព័ន្ធ ។
- អនុវត្តច្បាប់ទី 2 របស់ញូតុន $F = ma$ ក្នុងសមាសភាពកម្លាំងទាំងអស់ ។
- ទាញចេញពីច្បាប់ញូតុន ដោះស្រាយសមីការកូអរដោនេជាអក្សរដែលមានបម្រាប់និងអញ្ញាត ។ អ្នកអាចរំលឹក និងសរសេរសមីការផ្សេងៗដែលមានទំនាក់ទំនងនឹងអញ្ញាត រួចអ្នកធ្វើដំណោះស្រាយសមីការទាំងនោះ រហូតដល់អ្នកបានសមីការមួយដែលអង្គម្ខាងមានតែអញ្ញាតនិងអង្គម្ខាងទៀតមានសុទ្ធតែបម្រាប់ ។ ផ្ទៀងផ្ទាត់ទំហំនិងខ្នាតរបស់អង្គខាងឆ្វេងនិងខាងស្តាំនៃសមីការស្មើគ្នា ។
- អនុវត្តជាលេខដោយប្រើខ្នាតក្នុងប្រព័ន្ធអន្តរជាតិ និងសរសេរលទ្ធផលជាលេខមានន័យ ។

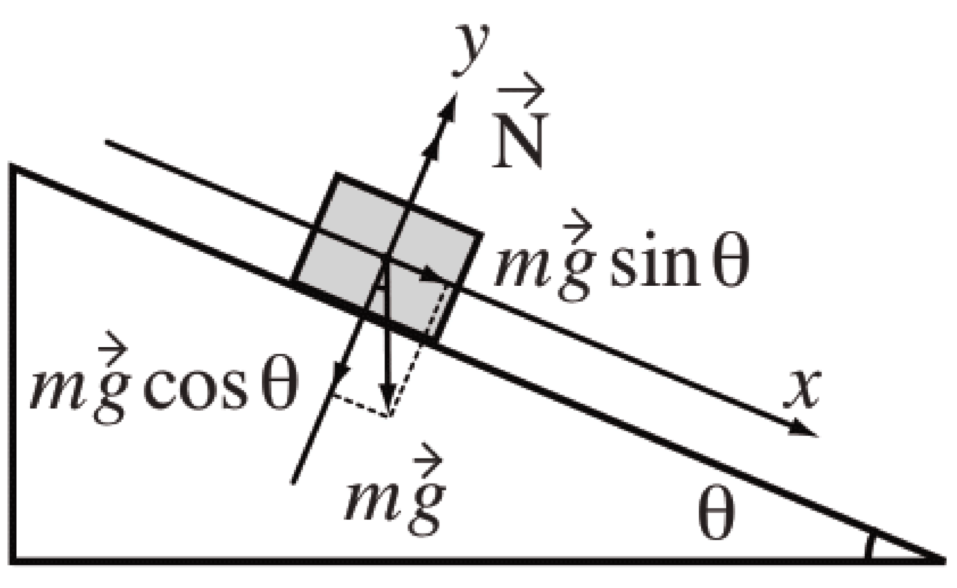
ឧទាហរណ៍ទី 1 : ធុងមួយមានម៉ាស m ដាក់លើផ្ទៃរលោង(កកិតអាចចោលបាន)នៃប្លង់ទេរ មួយដែលបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយប្លង់ដេកដូច(រូបទី *1.42*) ។ ចូរសិក្សាចលនាធុងក្រោយពីវាត្រូវបានគេលែង ។



***រូបទី** 1.42*

ដំណោះស្រាយ

ដោយយើងដឹងកម្លាំងមានអំពើលើធុង យើងអាចអនុវត្តច្បាប់ទី 2 ញូតុនដើម្បីកំណត់សំទុះវា ។ យើងគូសគំនូសតាងកម្លាំង(រូបទី *1.43*) ។



***រូបទី** 1.43*

youtube.com/moeys
khmer.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

កម្លាំងដែលមានអំពើលើថុងគី

- កម្លាំងកែង $\vec{N}$ ដែលបញ្ចេញដោយប្លង់ទេរទៅលើថុង និងមានទិសកែងនឹងប្លង់ទេរ ។
- កម្លាំងទំនាញផែនដីទៅលើថុង $m\vec{g}$ ដែលមានទិសឈរ និងទិសដៅពីលើចុះមកក្រោម ។
- ចំពោះលំហាត់អំពីប្លង់ទេរ ត្រូវជ្រើសរើសអ័ក្សកូអរដោនេ គឺអ័ក្ស $\overrightarrow{OX}$ តាមបណ្តោយប្លង់ទេរ និងអ័ក្ស $\overrightarrow{OY}$ កែងនឹងប្លង់ទេរ(រូបទី *2.12*) ។ បន្ទាប់មកយើងបំបែកកម្លាំងទំនាញផែនដីជា $m\vec{g}\sin\theta$ តាមទិសដៅវិជ្ជមាននៃអ័ក្ស $\overrightarrow{OX}$ និង $m\vec{g}\cos\theta$ តាមទិសដៅអវិជ្ជមានអ័ក្ស $\overrightarrow{OY}$ ។
- អនុវត្តច្បាប់ទី 2 ញូតុន ក្នុងកូអរដោនេ

$$F_x = mg\sin\theta = ma_x \qquad (1)$$

$$F_y = N - mg\cos\theta = ma_y = 0 \text{ ព្រោះ}(a_y = 0) \qquad (2)$$

តាមទំនាក់ទំនង (1) យើងឃើញសំទុះតាមបណ្តោយប្លង់ទេរបានមកពីកម្លាំងផ្តុំតាមអ័ក្ស $\overrightarrow{OX}$ នៃកម្លាំងទំនាញផែនដី : $a_x = g\sin\theta$ (3)

សំគាល់ :សំទុះផ្តុំនេះមិនអាស្រ័យនឹងម៉ាសនៃអង្គធាតុទេ វាអាស្រ័យតែនឹងមុំនៃប្លង់ទេរនិង g តែប៉ុណ្ណោះ ។

តាមទំនាក់ទំនង (2) គឺ $F_y = mg\cos\theta$ បានមកពីការធ្វើចំណោលកែងកម្លាំងទំនាញផែនដីលើអ័ក្សលើ $\overrightarrow{OY}$ និងកម្លាំង N ដែលបញ្ចេញដោយប្លង់ទេរទៅលើថុង $N = mg\cos\theta$ ។ ដោយ g និង θ ថេរ យើងបាន $a_x = g\sin\theta$ ថេរ មានន័យថាចលនារបស់ថុងជាចលនាស្មុះស្មើ ។

យើងអាចសរសេរសមីការចលនាតាមអ័ក្ស $\overrightarrow{OX}$:$\Delta x = x_f - x_i = v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$

បើ $\Delta x = d$ និង $v_{0x} = 0$

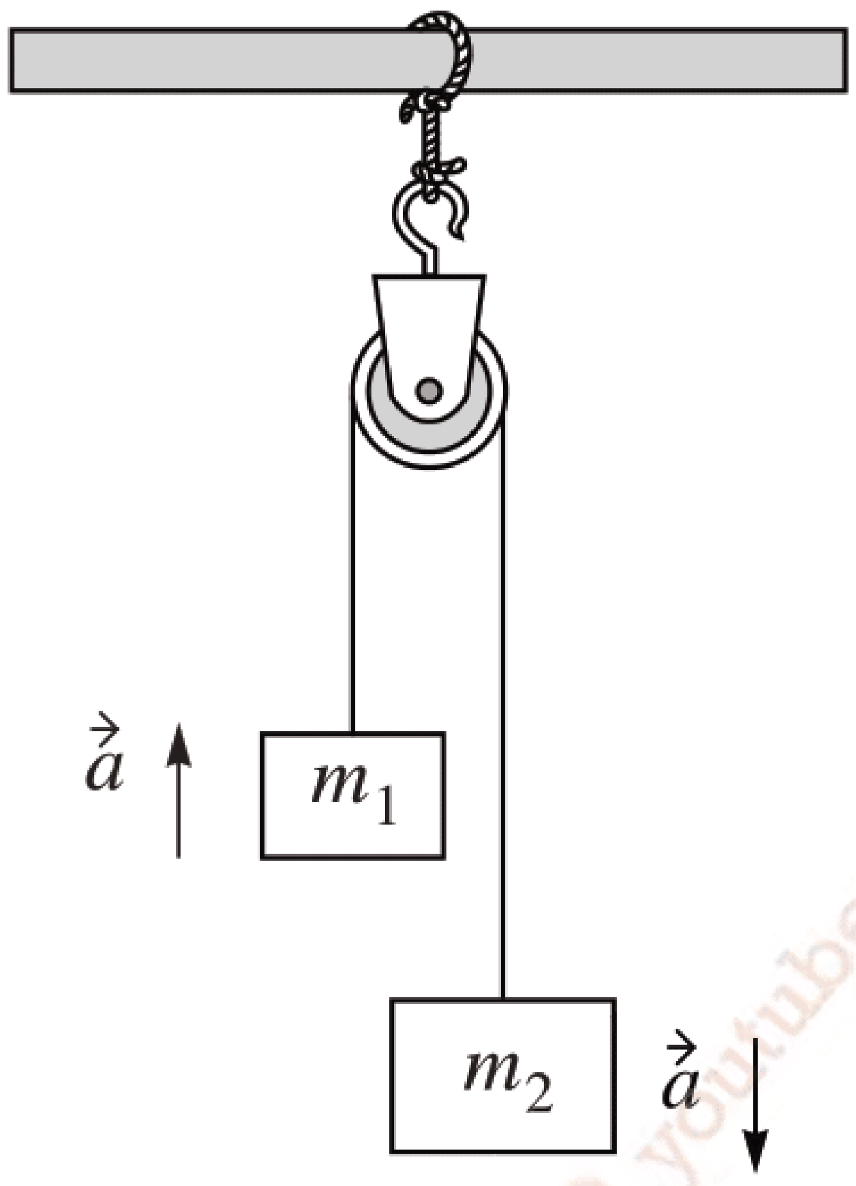
យើងបាន $d = \frac{1}{2}a_x t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{g\sin\theta}}$ (4)

ដោយប្រើសមីការ $v^2_{xf} - v^2_{xi} = 2a(x_f - x_i)$ និង $v_{xi} = 0$

យើងបាន $v^2_{xf} = 2a_x d \Leftrightarrow v_{xf} = \sqrt{2a_x d} = \sqrt{2gd\sin\theta}$ (5)

ពីសមីការ (4) និង (5) យើងឃើញថារយៈពេល t ដែលចាំបាច់ឱ្យចល័តផ្លាស់ទីដល់ក្រោមដោយល្បឿនស្រេច v_{xf} និងសំទុះ a_x មិនអាស្រ័យនឹងម៉ាសថុងទេ ។ នេះជាវិធីយ៉ាងងាយក្នុងការវាស់ g នៃចលនាតាមប្លង់ទេរ ដោយវាស់មុំ θ នៃប្លង់ទេរ ចម្ងាយចរ d តាមបណ្តោយប្លង់ទេរ និងរយៈពេលនៃបំលាស់ទីនេះ ។ តាមទំនាក់ទំនង (4) យើងអាចគណនាតម្លៃ g ។

ឧទាហរណ៍ទី2 : កាលណាវត្ថុពីរមានម៉ាសមិនស្មើគ្នា ចងភ្ជាប់គ្នាតាមរយៈខ្សែដែលឆ្លងកាត់រ៉ក ។ កកិតរវាងរ៉ក និងខ្សែអាចចោលបាន ។ ម៉ាសខ្សែនិងម៉ាសរ៉កអាចចោលបាន ។ ប្រព័ន្ធដែលបានរៀបរាប់នេះហៅថា **ម៉ាស៊ីនអាត់វូត ។** កំណត់សំទុះវត្ថុទាំងពីរនិងតំណឹងខ្សែ ។

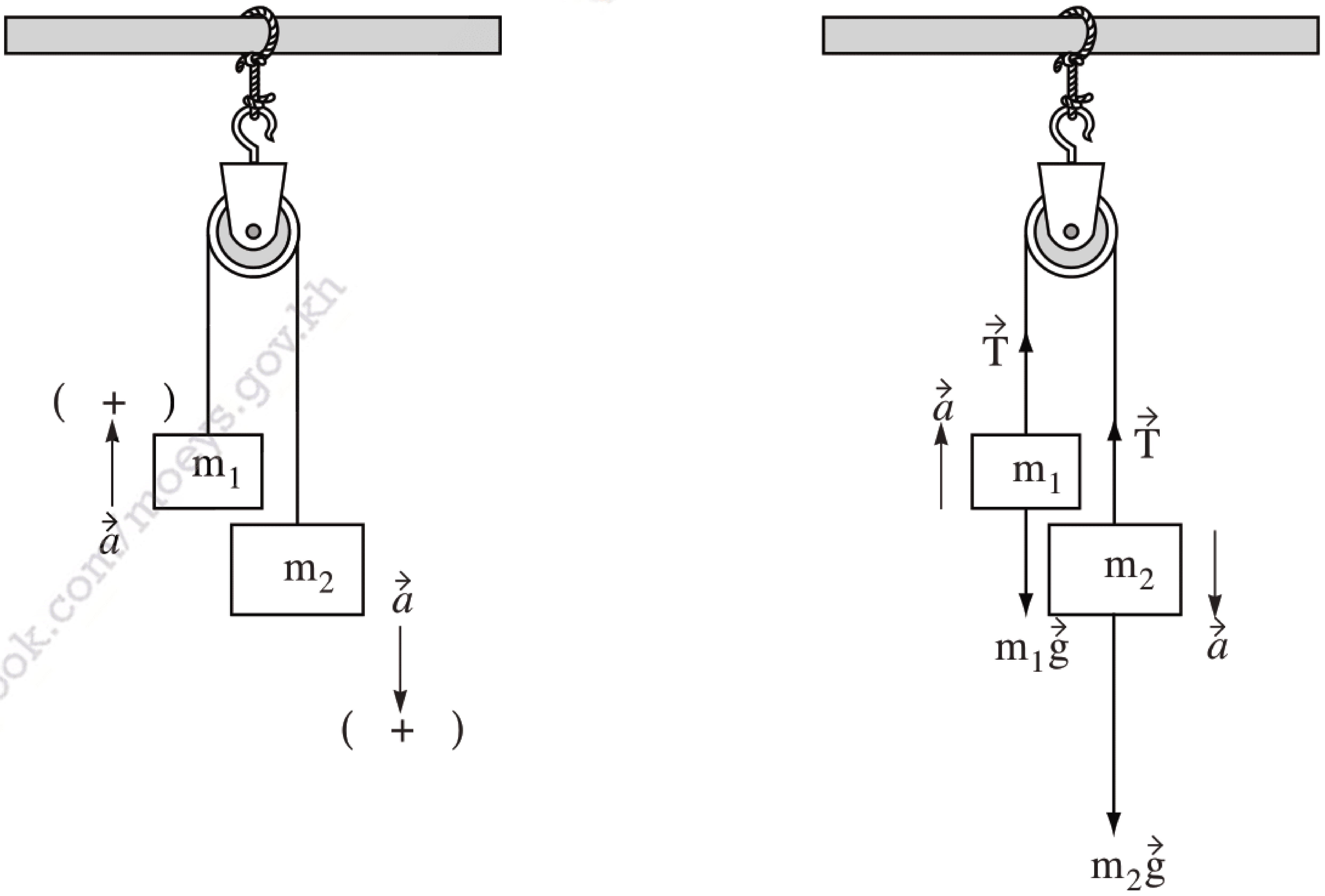


រូបទី** 1.44 **ម៉ាស៊ីនអាត់វូត

✍ **ដំណោះស្រាយ**

បើយើងកំណត់ប្រព័ន្ធដែលមានវត្ថុទាំងពីរ យើងគួរកំណត់កម្លាំងក្នុងនៃប្រព័ន្ធ (តំណឹងខ្សែ) ។ យើងត្រូវកំណត់ឱ្យបានច្បាស់នូវប្រព័ន្ធពីរ ប្រព័ន្ធនីមួយៗសម្រាប់វត្ថុមួយ និងអនុវត្តច្បាប់ទី2ញូតុនលើវត្ថុនីមួយៗ ។ ដ្យាក្រាមគំនូសតាងកម្លាំងចំពោះវត្ថុទាំងពីរបានបង្ហាញក្នុង (រូបទី *1.45*) ។ ចំពោះវត្ថុនីមួយៗរងនូវកម្លាំងពីរ កម្លាំងទំនាញផែនដីដែលមានទិសដៅចុះក្រោមនិងតំណឹងខ្សែដែលមានទិសដៅឡើងលើ ។

យើងត្រូវបញ្ជាក់សញ្ញាឱ្យបានច្បាស់ ដូចជាក្នុងលំហាត់នេះ យើងឃើញខ្សែបត់បែនកាលណាវាឆ្លងកាត់រ៉ក ។ ក្នុង(រូបទី 1.45) វត្ថុទី1ផ្លាស់ទីឡើងលើ ឯវត្ថុទី2ផ្លាស់ទី ចុះក្រោម ។ ដូច្នេះបើយើងកំណត់ទិសដៅវិជ្ជមានឡើងលើសម្រាប់វត្ថុទី1 យើងត្រូវកំណត់ទិសដៅវិជ្ជមានសម្រាប់វត្ថុទី2 គឺចុះក្រោម ។ ជាមួយនឹងសញ្ញាសន្មតត្រូវអនុវត្តលើកម្លាំងដែលមានអំពើលើវត្ថុនីមួយៗ :



***រូបទី** 1.45*

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

- ចំពោះអង្គធាតុទី 1 យើងបាន

$$T - m_1 g = m_1 a \qquad (1)$$

- ចំពោះអង្គធាតុទី 2 យើងបាន

$$m_2 g - T = m_2 a \qquad (2)$$

បូក (1) និង (2) យើងបាន

$$a = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right) g \qquad (3)$$

ជំនួស (3) ក្នុង (1) យើងបាន

$$T = \left(\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2}\right) g \qquad (4)$$

អនុវត្តជាលេខ $m_1 = 1.0\text{kg}$, $m_2 = 2.0\text{kg}$ និង $g = 9.80\text{m/s}^2$

ជំនួសតម្លៃទាំងនោះក្នុង (3) យើងបាន

$$a = \left(\frac{2.0 - 1.0}{1.0 + 2.0}\right) \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \times 9.80\text{m/s}^2$$

ដូចនេះ $\boxed{a = 3.27\text{m/s}^2}$ ។

និងក្នុង (4) យើងបាន

$$T = \left(\frac{2 \times 1.0 \times 2.0}{1.0 + 2.0}\right) \text{kg} \times 9.80\text{m/s}^2$$

ដូច្នេះ $\boxed{T \approx 13.1\text{N}}$ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

មេរៀនសង្ខេប

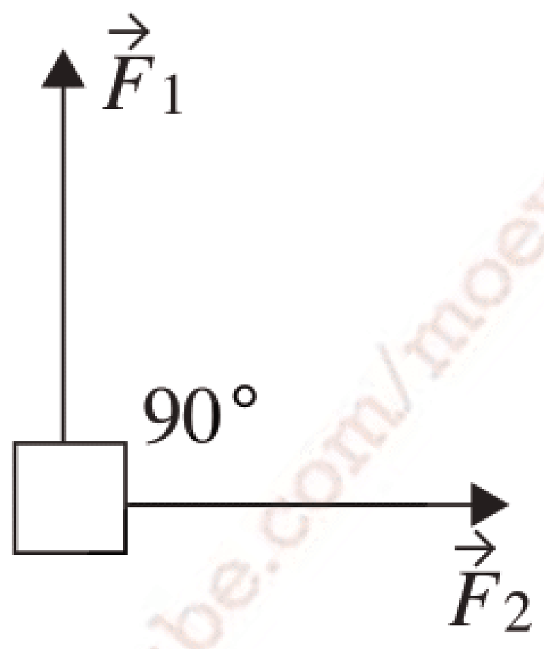
- កម្លាំងជាបុព្វហេតុដែលធ្វើឱ្យអង្គធាតុបម្រុងមានចលនា មានចលនា ខូចទ្រង់ទ្រាយ បញ្ឈប់ ឬផ្លាស់ប្តូរទិសដៅចលនារបស់អង្គធាតុ ។
- កម្លាំងមានពីរ ៖ កម្លាំងប៉ះនិងកម្លាំងពីចម្ងាយ ។
- ខ្នាតនៃកម្លាំងគឺញូតុន ។ មួយញូតុន(1N) ជាកម្លាំងមានអំពើលើអង្គធាតុដែលមានម៉ាស 1kg បង្កើតសំទុះ $1m/s^2$ ។
- កម្លាំងជាទំហំវ៉ិចទ័រ ដើម្បីរកកម្លាំងផ្គួបគេធ្វើផលបូកវ៉ិចទ័រ $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ។
- ច្បាប់ទី 1 ញូតុនឬច្បាប់និចលភាព ៖ បើអង្គធាតុមួយមិនរងអំពើនៃកម្លាំងផ្សេងៗទេ ឬវារងតែកម្លាំងផ្គួបស្មើនឹងសូន្យ បើវានៅនឹងថ្កល់វានៅនឹងដដែល តែបើវាមានចលនា ចលនានោះជាចលនាត្រង់ស្មើ ។
- ច្បាប់ទី 2 ញូតុន ៖ សំទុះនៃវត្ថុមួយសមាមាត្រទៅនឹងកម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើវា និងច្រាសសមាមាត្រនឹងម៉ាសវា ។ $\vec{F} = m\vec{a}$ បើ F = ថេរ $\Leftrightarrow a$ = ថេរ ។
- ម៉ាសជាទំហំដែលកំណត់និចលភាពនៃវត្ថុ ។ ខ្នាតម៉ាសគឺ គីឡូក្រាម (kg) ។
- កម្លាំងទំនាញរបស់ផែនដីលើវត្ថុហៅថាទម្ងន់ ។ ខ្នាតទម្ងន់គឺ ញូតុន (N) ។
- ច្បាប់ទី 3 ញូតុន ៖ បើវត្ថុពីរមានអំពើទៅវិញទៅមក កម្លាំង $\vec{F}_{12}$ ដែលបញ្ចេញដោយវត្ថុទី 1 ទៅលើវត្ថុទី 2 មានទំហំស្មើគ្នានិងមានទិសដៅផ្ទុយនឹងកម្លាំង $\vec{F}_{21}$ ដែលបញ្ចេញដោយវត្ថុទី 2 មកលើវត្ថុទី 1 ៖ $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. កម្លាំងគឺជាអ្វី ? កម្លាំងមានខ្នាតជាអ្វី ?
2. ចូរពោលច្បាប់និចលភាព ។
3. តើម៉ាសនិងទម្ងន់នៃអង្គធាតុដូចគ្នាឬទេ ? ពីព្រោះអ្វី ?
4. រថយន្តមួយផ្លាស់ទីត្រង់ដោយល្បឿនថេរ ។ តើកម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើរថយន្តមានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

5. ស្ត្រីម្នាក់មានម៉ាស 50.0kg ។ តើស្ត្រីនោះមានទម្ងន់ប៉ុន្មាន ? បើគេដឹងថាសំទុះទំនាញផែនដីស្មើនឹង 9.80m/s^2 ។

6. កម្លាំងពីរមានអំពើលើវត្ថុមួយមានម៉ាស 4.0kg ។ បើ $F_1 = 20.0\text{N}$ និង $F_2 = 15.0\text{N}$ ចូរគណនា :



ក. កម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើវត្ថុនោះ ។

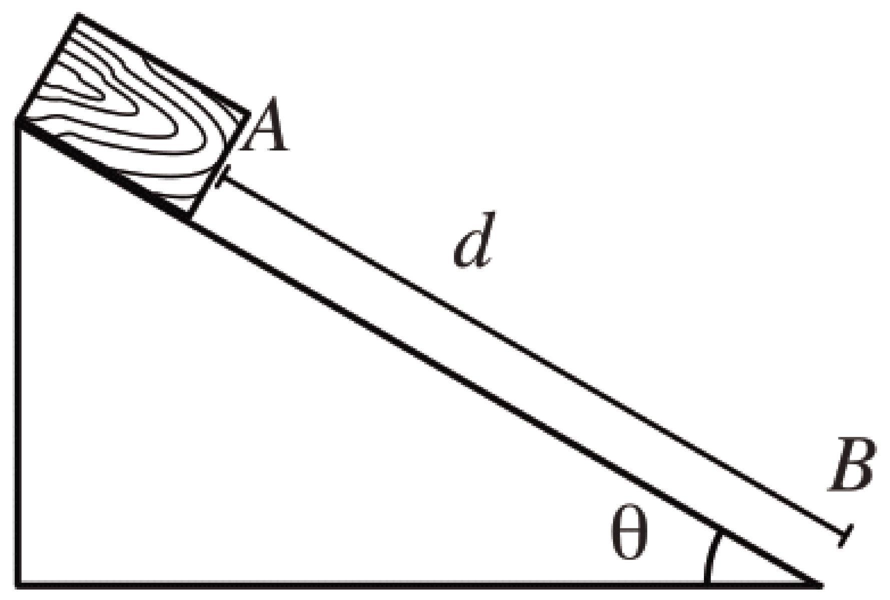
ខ. សំទុះនៃវត្ថុនោះ ។

7. អេឡិចត្រុងមួយមានម៉ាស $9.11 \times 10^{-31}\text{kg}$ ធ្វើចលនាត្រង់ដោយល្បឿនដើម $2.0 \times 10^5\text{m/s}$ និងផ្លាស់ទីបាន 5.0cm ។ គេដឹងថាសំទុះនៃអេឡិចត្រុងថេរនិងល្បឿនស្រេចគឺ $6.0 \times 10^5\text{m/s}$ ។

ក. កំណត់កម្លាំងដែលមានអំពើលើអេឡិចត្រុង ។

ខ. ប្រៀបធៀបកម្លាំងនេះនិងទម្ងន់របស់អេឡិចត្រុង ។ គេឱ្យ $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។

8. ឈើមួយដុំរាងប្រលេពីប៉ែតកែងបានរអិលដោយគ្មានកកិតចុះតាមបណ្ដោយប្លង់ទេរ(ដូចរូប) ។ មុំរវាងប្លង់ទេរនិងប្លង់ដេកគឺ $\theta = 30°$ ។ ដុំឈើនោះចាប់ផ្ដើមផ្លាស់ទីពី A ចុះក្រោមតាមបណ្ដោយប្លង់ទេរបានប្រវែង $d = 2.0\text{m}$ ។

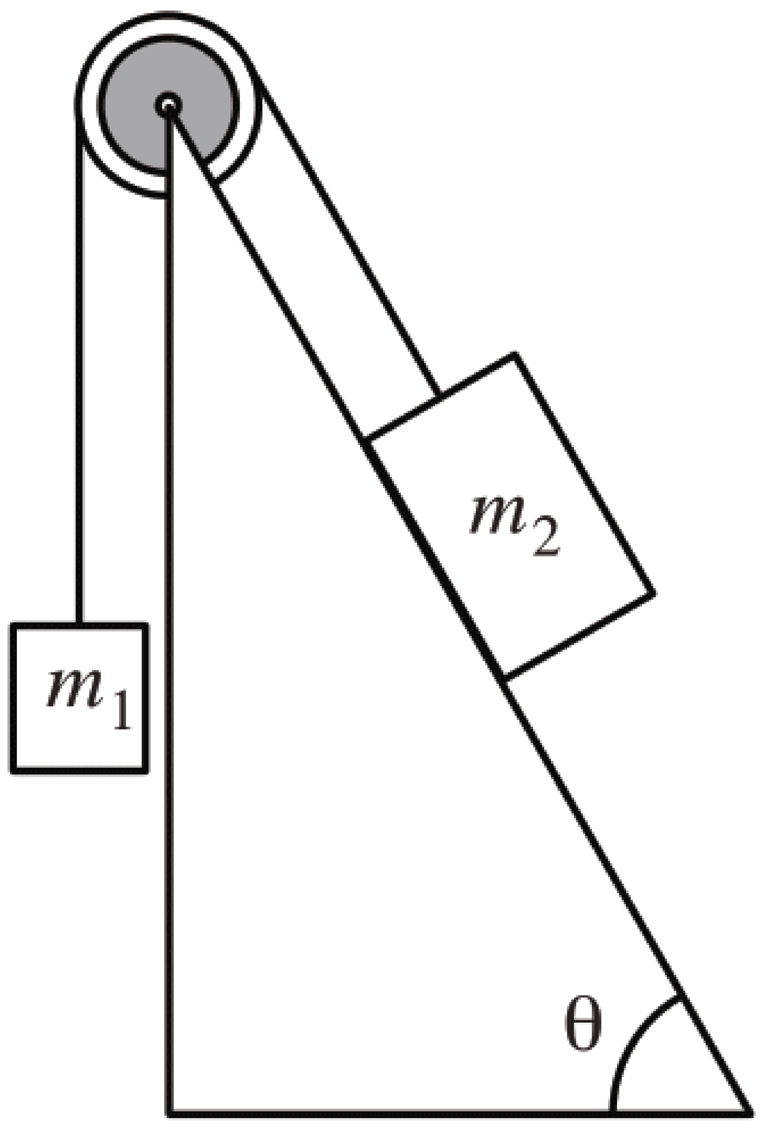


ក. គូសដ្យាក្រាមតាងឱ្យកម្លាំងដែលមានអំពើលើដុំថ្មនោះ ។

ខ. គណនាសំទុះនៃដុំឈើនោះ ។

គ. គណនាល្បឿននៅខណៈដែលដុំឈើនោះមកដល់ចំណុចB ។ គេយក $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។

9. គេភ្ជាប់អង្គធាតុពីរដោយខ្សែដែលឆ្លងកាត់រ៉កមួយ (កកិតរវាងខ្សែនិងរ៉កអាចចោលបាន) ដូចរូប រួចគេលែងវត្ថុទាំងនោះដោយល្បឿនដើមស្មើសូន្យ ។ គេឱ្យ $m_1 = 2.0\text{kg}$, $m_2 = 5.0\text{kg}$ និង $\theta = 60°$ ។



ក. គណនាសំទុះនៃអង្គធាតុ ។

ខ. គណនាតំណឹងខ្សែដែលចងភ្ជាប់អង្គធាតុទាំងពីរ ។

គ. គណនាល្បឿនរបស់អង្គធាតុនីមួយៗក្រោយពីចេញដំណើរបានរយៈពេល2.0s ។គេយក $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។

youtube.com/moeys khru.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

មេរៀនទី

3 កម្មន្ត ថាមពល និងអានុភាព

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ❒ ពន្យល់យ៉ាងច្បាស់ពីកម្មន្ត ថាមពល អានុភាព និងទំនាក់ទំនងរវាងទំហំទាំងនោះ ។
- ❒ បង្ហាញឱ្យឃើញថាផ្ទៃក្រឡាក្រោមក្រាបនៃដ្យាក្រាមតាង(កម្លាំង - បំលាស់ទី)គឺជាកម្មន្ត ។
- ❒ អនុវត្តកម្មន្ត ថាមពល និងអានុភាពបានយ៉ាងត្រឹមត្រូវក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ ។

1. កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ

1.1 ផលគុណស្កាលែ

រូបទី *1.46*

ផលគុណស្កាលែនៃវ៉ិចទ័រ គឺជារបៀបធ្វើលេខគុណនៃវ៉ិចទ័រដែលគេឃើញមានក្នុងការអនុវត្តរូបវិទ្យា ។ ចំពោះផលគុណស្កាលែនៃពីរវ៉ិចទ័រ គេអាចសង់ចំណោលកែងនៃវ៉ិចទ័រមួយតាមទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រមួយទៀតនិងធ្វើលេខគុណរវាងតម្លៃលេខនៃវ៉ិចទ័រទីមួយនិងតម្លៃលេខនៃវ៉ិចទ័រចំណោលកែងនោះ ។ កន្សោមនេះមានទម្រង់ $\boxed{\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\cos\theta}$ ដែល a និង b ជាតម្លៃរៀងគ្នានៃ $\vec{a}$ និង$\vec{b}$ ហើយθ ជាមុំផ្គុំរវាងវ៉ិចទ័រ $\vec{a}$ និង$\vec{b}$ ។ តម្លៃនៃចំណោលកែងវ៉ិចទ័រ $\vec{b}$ គឺ $b\cos\theta$ ។

- បើ $\theta = 0°$ គេបាន $\vec{a}\cdot\vec{b} = ab$ និងផលគុណស្កាលែមានតម្លៃអតិបរមា ។
- បើ $\theta = 90°$ គេបាន $\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\times 0 = 0$ ។

ឧទាហរណ៍ទី*1* : វ៉ិចទ័រ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ មានទំហំរៀងគ្នា 3 ឯកតា និង 5 ឯកតា ។ តើមុំផ្គុំរវាងវ៉ិចទ័រ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ មានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន បើផលគុណស្កាលែ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ ស្មើនឹងសូន្យ , 15 ឯកតានិង –15 ឯកតា ?

ដំណោះស្រាយ

- មុំផ្គុំរវាងវ៉ិចទ័រ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ បើផលគុណស្កាលែរវាង $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ ស្មើនឹង 0

  $\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\cos\theta = 0$ ដោយ $a = 3$ ឯកតានិង $b = 5$ ឯកតា នោះ $ab \neq 0$

  យើងបាន $\cos\theta = 0 \Rightarrow \boxed{\theta = 90^\circ}$ ។

- មុំផ្គុំរវាងវ៉ិចទ័រ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ បើផលគុណស្កាលែរវាង $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ ស្មើនឹង 15 ឯកតា

  $\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\cos\theta = 15$ ឯកតា ដោយ $ab = 3\times 5 = 15$ ឯកតា

  យើងបាន $\cos\theta = 1 \Rightarrow \boxed{\theta = 0^\circ}$ ។

- មុំផ្គុំរវាងវ៉ិចទ័រ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ បើផលគុណស្កាលែរវាង $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ ស្មើនឹង –15 ឯកតា

  $\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\cos\theta = -15$ ឯកតា ដោយ $ab = 3\times 5 = 15$ ឯកតា

  យើងបាន $\cos\theta = -1 \Rightarrow \boxed{\theta = 180^\circ}$ ។

1.2 កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ

មេរៀនមុនយើងបានបង្ហាញអំពីបញ្ញត្តិ បំលាស់ទី វ៉ិចទ័រល្បឿន សំទុះ និងកម្លាំង ។ ក្នុងមេរៀននេះយើងនឹងសិក្សាបញ្ញត្តិថ្មីមួយទៀតគឺកម្មន្ត ។

រូបទី 1.47 **បុរសម្នាក់រុញជញ្ជាំង**

រូបទី 1.48 **ស្ត្រីម្នាក់កំពុងរុញកូនរទេះ**

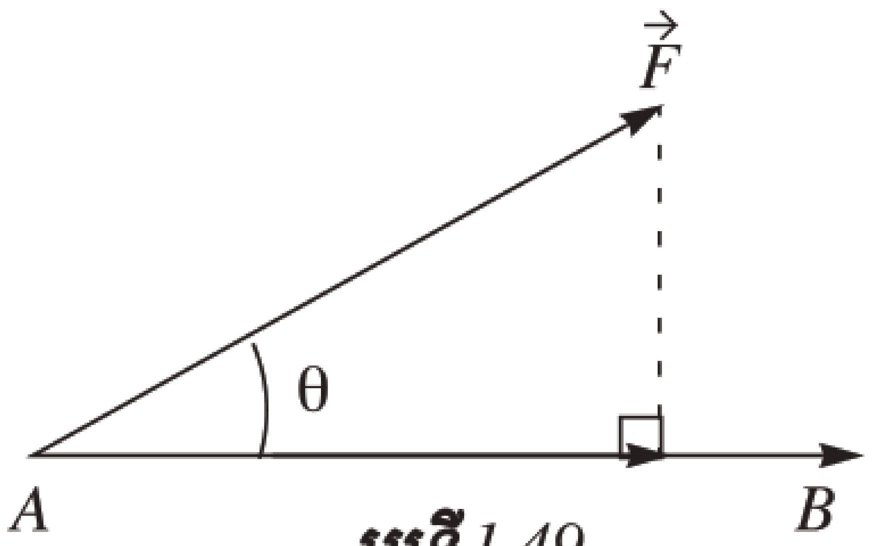
(រូបទី *1.47*) បង្ហាញពីបុរសម្នាក់កំពុងប្រើកម្លាំងរុញប្រឆាំងនឹងជញ្ជាំងរឹង ចំណែក(រូបទី *1.48*) បង្ហាញពីស្ត្រីម្នាក់កំពុងរុញកូនរទេះសម្រាប់ដាក់ឥវ៉ាន់សំដៅទៅទិសខាងកើត ។ ស្ត្រីនោះបានបំពេញកម្មន្ត ។ ចំណែកបុរសមិនបានបំពេញកម្មន្តទេ ព្រោះជញ្ជាំងនៅនឹងដដែល ។ ក្នុងរូបវិទ្យាគេថា កម្មន្តបានធ្វើលើវត្ថុមួយ កាលណាវត្ថុនោះផ្លាស់ទីតាមទិសដៅនៃកម្លាំង ។ ដូច្នេះកម្មន្ត គឺជាទំនាក់ទំនងរវាងបំលាស់ទីនិងកម្លាំងដែលជាបុព្វហេតុធ្វើឱ្យមានបំលាស់ទីនោះ ។

តាមការបង្ហាញនេះ គេអាចកំណត់និយមន័យកម្មន្ត :

> កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ គឺជាផលគុណរវាងកម្លាំងក្នុងទិសដៅបំលាស់ទីនិងទំហំនៃបំលាស់ទីនោះ ។

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

កាលណាកម្លាំង $\vec{F}$ មានអំពើលើវត្ថុមួយហើយធ្វើឱ្យវត្ថុនោះមានបំលាស់ទី $\vec{d}$ តាមទិសដៅនៃកម្លាំង នោះគេអាចសរសេរ ៖



រូបទី 1.49

$$W = Fd\cos\theta$$

W ៖ កម្មន្តធ្វើឡើងដោយកម្លាំងថេរ(ជាទំហំស្កាលែ)គិតញូតុនម៉ែត $(\mathrm{N \cdot m})$ ឬស៊ូល(J) ។

F ៖ កម្លាំងថេរគិតជាញូតុន (N) ។

$d = AB$ ៖ បំលាស់ទី(ជាទំហំវ៉ិចទ័រ)គិតជាម៉ែត (m) ។

θ ៖ មុំផ្គុំរវាងកម្លាំង $\vec{F}$ និងបំលាស់ទី $\vec{d}$ ។

តាមរូបមន្តខាងលើជាផលគុណស្កាលែ ដូចនេះរូបមន្តកម្មន្តតាងដោយ $W = \vec{F} \cdot \vec{d}$ ។ បើ $F = 1\mathrm{N}$ និង $d = 1\mathrm{m} \Rightarrow W = 1\mathrm{Nm} = 1\mathrm{J}$

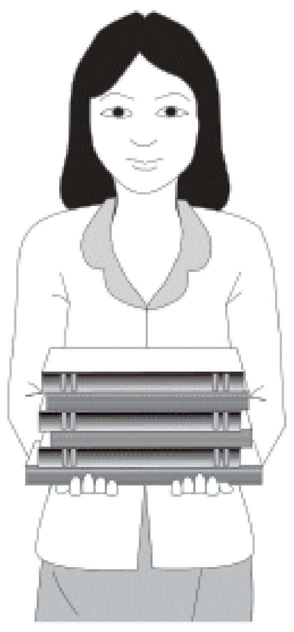
ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ខ្នាតនៃកម្មន្តគឺស៊ូល (J) ។ **មួយស៊ូល(1J) ជាកម្មន្តដែលធ្វើឡើងដោយកម្លាំងមួយញូតុន(1N) ក្នុងទិសដៅនៃបំលាស់ទីធ្វើឱ្យវត្ថុផ្លាស់ទីបានចម្ងាយមួយម៉ែត** (1m) ។

- បើ $\theta = 0° \Rightarrow W = Fd > 0$
- បើ $0° < \theta < 90° \Rightarrow W = Fd\cos\theta > 0$
- បើ $\theta = 90° \Rightarrow W = Fd\cos\theta = 0$
- បើ $90° < \theta < 180° \Rightarrow W = Fd\cos\theta < 0$
- បើ $\theta = 180° \Rightarrow W = -Fd < 0$

សំគាល់ ៖ បើ $W > 0$ គេហៅថាកម្មន្តចលករ និង $W < 0$ គេហៅថាកម្មន្តទប់ ។

នេះជាឧទាហរណ៍ខ្លះៗបង្ហាញពីកម្លាំងដែលមិនបានបំពេញកម្មន្ត

រូបទី 1.50 ក្មេងប្រុសម្នាក់កំពុងកាន់ដុំឈើ


រូបទី 1.51 ក្មេងស្រីម្នាក់កំពុងកាន់សៀវភៅ

កម្លាំង $\vec{F}$ ដែលមានអំពើទៅលើដុំឈើមួយ(រូបទី 1.50) មានទិសដៅឡើងលើ គឺគ្មានកម្មន្តទេ ពីព្រោះកម្លាំងតាមទិសដៅនៃបំលាស់គឺស្មើសូន្យ ។ចំណែកឯ(រូបទី 1.51)គ្មានកម្មន្តដែលធ្វើឡើងដោយកម្លាំងទេ ព្រោះកម្លាំងនោះមិនបានធ្វើឱ្យសៀវភៅផ្លាស់ទី ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

ឧទាហរណ៍ទី2: (រូបទី *1.52*) បានបង្ហាញពីមនុស្សម្នាក់កំពុងរុញកូនរទេះមួយនៅក្នុងផ្សារទំនើប ។ បើគាត់បញ្ចេញកម្លាំង 30.0N ទៅលើកូនរទេះក្នុងទិសដៅនៃបំលាស់ទីនោះ កូនរទេះផ្លាស់ទីបានចម្ងាយ 5.00m ។ គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយកម្លាំងលើកូនរទេះ ។

រូបទី *1.52*

ដំណោះស្រាយ

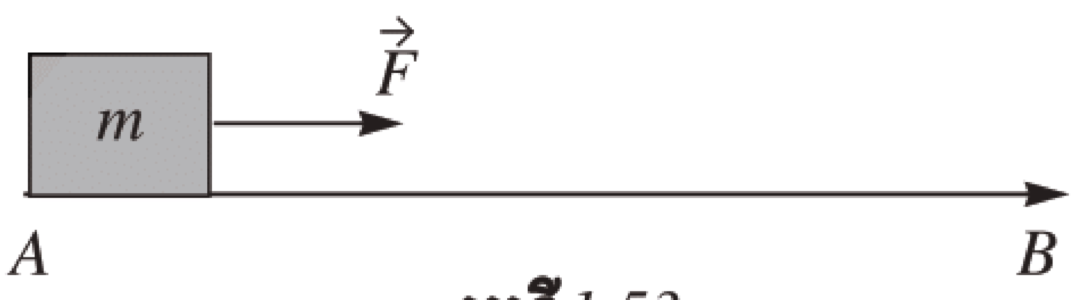
- កម្មន្តដែលបានបំពេញដោយកម្លាំងលើកូនរទេះ

  ដោយ $F = 30.0\text{N}$ និង$d = 5.00\text{m}$

  យើងបាន $W = Fd = 30.0\text{N} \times 5.00\text{m} = 150\text{Nm}$

  $$\boxed{W = 150\text{J}}$$

ឧទាហរណ៍ទី *3* : ដើម្បីឱ្យវត្ថុ m មួយផ្លាស់ទីពី A ទៅ B ដែល $AB = 5\text{m}$ គេត្រូវប្រើកម្លាំង $F = 20\text{N}$ ។



រូបទី *1.53*

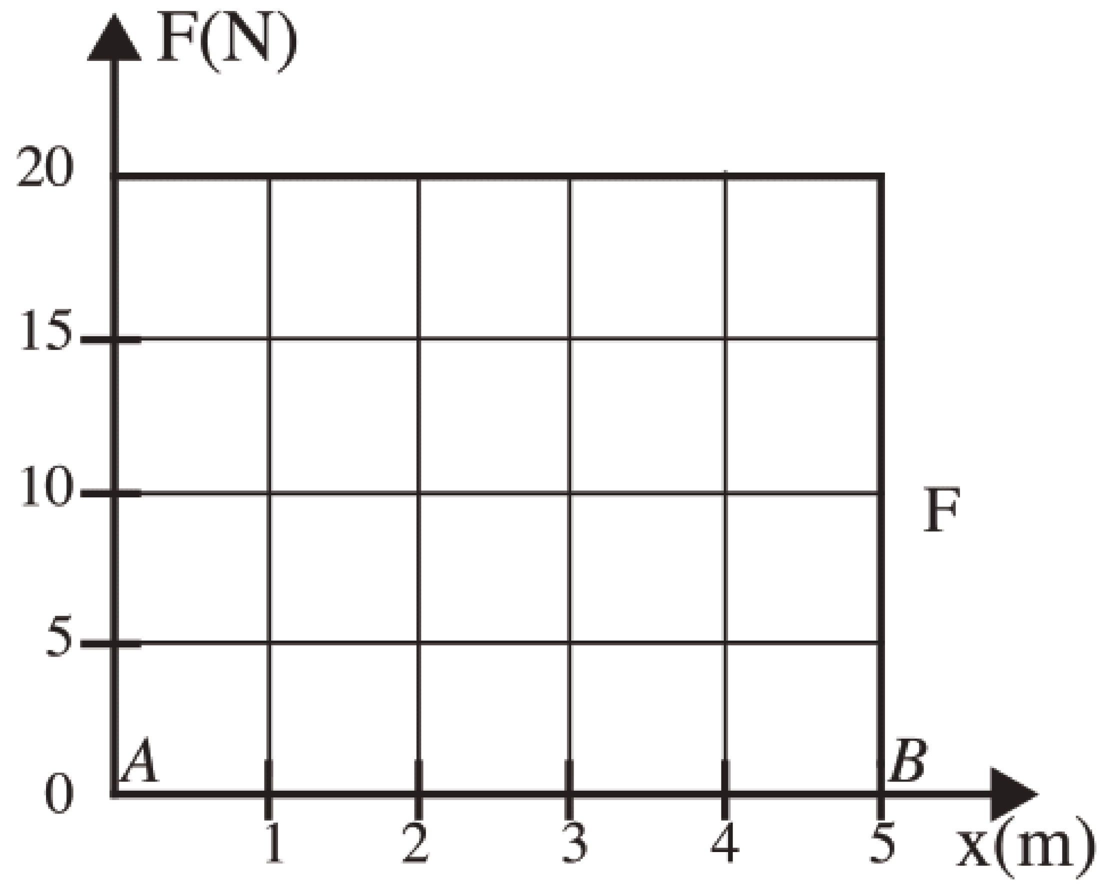
ក. ចូរគូសក្រាបតាង (កម្លាំង - បំលាស់ទី) ។

ខ. តាមក្រាបនេះ ចូរគណនាផ្ទៃក្រឡារបស់ចតុកោណដែលមានជ្រុងស្មើនឹង F និង AB ។

គ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើនោះ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. ក្រាបតាង (កម្លាំង - បំលាស់ទី) (ដូចរូបខាងស្តាំ)



រូបទី *1.54*

ខ. ផ្ទៃក្រឡារបស់ចតុកោណដែលមានជ្រុងស្មើនឹង

F និង $AB = x$ ដូច្នេះ $S = FAB = Fx$

$S = 20\text{N} \times 5\text{m} = 100\text{Nm}$

គ. កម្មន្តដែលបានធ្វើ

$W = Fx = 20\text{N} \times 5\text{m} = 100\text{N} \cdot \text{m}$

ដូច្នេះ $W = 100\text{J}$ ។

តាមចម្លើយ (ខ) និង (គ) យើងឃើញថា **ផ្ទៃក្រឡាក្រោមក្រាបតាង**(កម្លាំង - បំលាស់ទី) **ជាកម្មន្ត** ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

2. ថាមពលស៊ីនេទិច និងទ្រឹស្តីបទកម្មន្ត – ថាមពល

ថាមពលគឺជាសមត្ថភាពនៃអង្គធាតុដើម្បីធ្វើកម្មន្ត ។ ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ខ្នាតនៃថាមពលគឺស៊ូល (J) ដូចខ្នាតកម្មន្តដែរ ។

2.1 ថាមពលស៊ីនេទិច

ថាមពលស៊ីនេទិច គឺជាថាមពលកើតមានឡើង នៅពេលអង្គធាតុមានចលនា ហើយថាមពលនេះ អាស្រ័យនឹងល្បឿនចលនានិងម៉ាសនៃអង្គធាតុនោះ ។

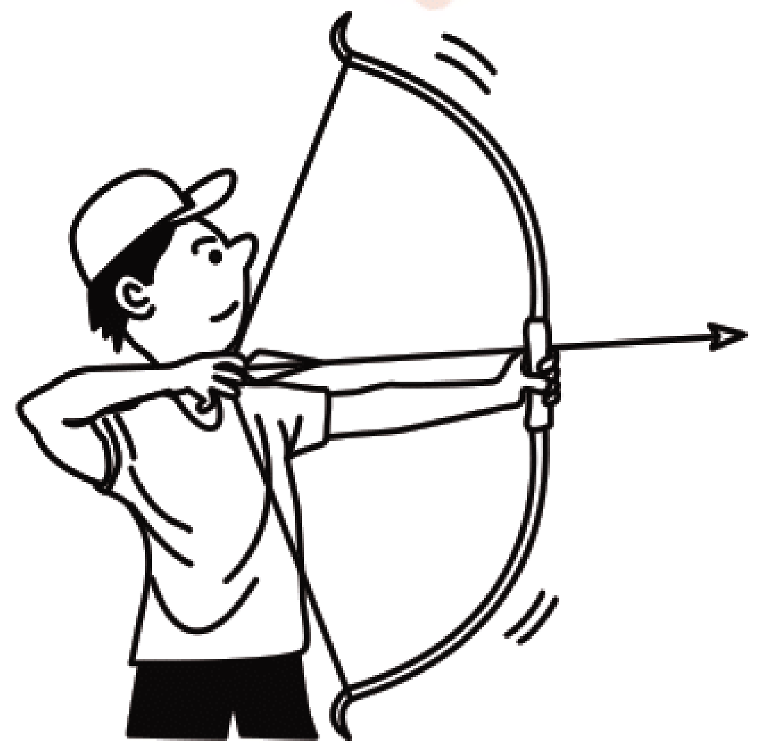
សមីការថាមពលស៊ីនេទិចគឺ

$$\boxed{K = \frac{1}{2}mv^2}$$

K ជាថាមពលស៊ីនេទិចគិតជាស៊ូល (J)

m ម៉ាសនៃអង្គធាតុគិតជាគីឡូក្រាម(kg)

v ល្បឿននៃអង្គធាតុគិតជាម៉ែត្រក្នុងមួយវិនាទី (m/s) ។



តាមសមីការ $K = \frac{1}{2}mv^2$ យើងអាចសន្និដ្ឋានថា វត្ថុពីរមានម៉ាសស្មើគ្នាធ្វើចលនាដោយល្បឿនខុសគ្នា វត្ថុមានល្បឿនលឿនជាងគេ មានថាមពលស៊ីនេទិចធំជាង ។ ស្រដៀងគ្នានេះដែរ ចំពោះវត្ថុពីរមានម៉ាសខុសគ្នា ធ្វើចលនាដោយល្បឿនដូចគ្នា វត្ថុមានម៉ាសធំជាង មានថាមពលស៊ីនេទិចធំជាង ។

ឧទាហរណ៍ទី 4 : គ្រាប់កាំភ្លើងមួយមានម៉ាស 2.0×10^{-2}kg ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 1.2×10^{3}m/s ។ គណនាថាមពលស៊ីនេទិចរបស់វា ។

✍ ដំណោះស្រាយ

- គណនាថាមពលស៊ីនេទិចរបស់វា

តាមរូបមន្ត $K = \frac{1}{2}mv^2$

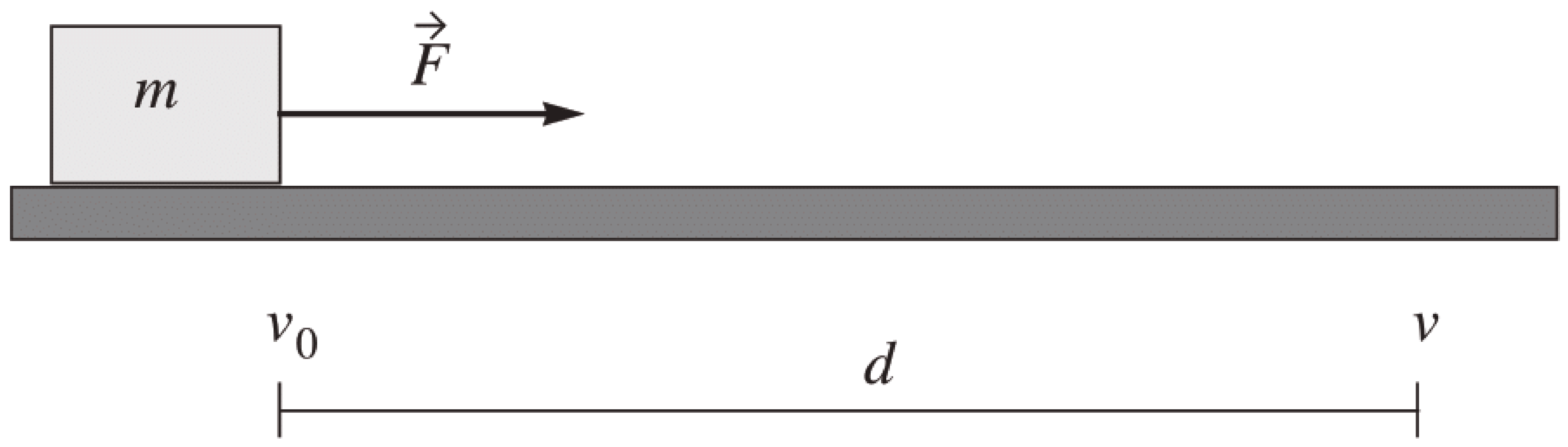
ម៉ាសគ្រាប់កាំភ្លើង 2.0×10^{-2}kg

ល្បឿនគ្រាប់កាំភ្លើង 1.2×10^{3}m/s

យើងបាន $K = \frac{1}{2} \times 2.0 \times 10^{-2}\text{kg} \times (1.2 \times 10^{3}\text{m/s})^2 = 1.4 \times 10^{4}\text{J}$

ដូច្នេះ $\boxed{K = 1.4 \times 10^{4}\text{J}}$ ។

2.2 ទ្រឹស្ដីបទកម្មន្ត - ថាមពល



រូបទី 1.55

ឧបមាអង្គធាតុមួយរងនូវកម្លាំងផ្ដួបថេរហើយផ្លាស់ទីបានចម្ងាយ d ដោយល្បឿនដើម $\vec{v}_0$ និងល្បឿនស្រេច $\vec{v}$ ។

កម្មន្តដែលធ្វើដោយកម្លាំងផ្ដួបគឺ

$W = Fd = mad$ (ព្រោះ $F = ma$) (1)

តាមមេរៀនទី 1 យើងមាន

$$d = \bar{v}t \quad \text{តែ} \quad \bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$$

យើងបាន $$d = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \quad (2)$$

និង $$a = \frac{v - v_0}{t} \quad (3)$$

v_0 ជាល្បឿននៅខណៈ $t = 0$ និង v ជាល្បឿននៅខណៈ t ។

ដោយជំនួស (2) និង (3) ក្នុង (1)

គេបាន $\boxed{W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2}$

ដូច្នេះគេតាង $K_f = \frac{1}{2}mv^2$ ជាថាមពលស៊ីនេទិចនៅខណៈ t និង $K_i = \frac{1}{2}mv_i^2$ ជាថាមពលស៊ីនេទិចនៅខណៈ $t = 0$ និង W ជាកម្មន្តនៃកម្លាំងផ្ដួប ។

តាមទំនាក់ទំនងខាងលើ គេសរសេរ $\boxed{W = K_f - K_i}$ ។

ទ្រឹស្ដីបទកម្មន្ត - ថាមពលស៊ីនេទិច

បម្រែបម្រួលថាមពលស៊ីនេទិច ΔK នៃអង្គធាតុមួយរវាងខណៈពីរស្មើនឹងផលបូកកម្មន្ត W នៃកម្លាំងក្រៅទាំងអស់ដែលមានអំពើលើអង្គធាតុនោះ ។ គេបាន $W = K_f - K_i$ ។

3. អានុភាព

រូបទី 1.56

រថយន្តពីរមានម៉ាសដូចគ្នា ប៉ុន្តែរថយន្តទី 1 ប្រើម៉ាស៊ីនស៊ីឡាំងបួន និងទី 2 ប្រើម៉ាស៊ីនស៊ីឡាំងប្រាំបី ។ រថយន្តទាំងពីរឡើងចំណោតនៃភ្នំតូចមួយ ។ រថយន្តទី 2 ប្រើរយៈពេលខ្លីជាងរថយន្តទី 1 ដើម្បីឡើងដល់កំពូលភ្នំ ។ រថយន្តទាំងពីរបានឡើងដល់កំពូលភ្នំដូចគ្នា មានន័យថារថយន្តទាំងពីរបានបំពេញកម្មន្តស្មើគ្នា ។ ប៉ុន្តែផលធៀបរវាងកម្មន្តនិងរយៈពេលដែលរថយន្តទាំងពីរបានបំពេញពុំស្មើគ្នាទេ ។ ផលធៀបរវាងកម្មន្តនិងរយៈពេល ហៅថា **អានុភាព** ។ ដូច្នេះរថយន្តទី 2 មានអានុភាពធំជាងរថយន្តទី 1 ។

បើកម្លាំងក្រៅមួយមានអំពើលើវត្ថុមួយនិងកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយកម្លាំងនោះក្នុងរយៈពេល Δt គឺ ΔW ។

អានុភាពមធ្យមដែលបានចំណាយក្នុងរយៈពេលនោះគឺ $\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ ។

ក្នុងទំនាក់ទំនង $\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ បើ Δt ខិតទៅរកសូន្យ នោះ ΔW ខិតទៅសូន្យដែរ យើងបាន $\frac{\Delta W}{\Delta t}$ ខិតទៅរកតម្លៃកម្រិតមួយ ។ តម្លៃកម្រិតនេះគឺជា**អានុភាព** ខណៈតាងដោយ P ។

ដូច្នេះ $\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ ដោយ $\Delta W = F\Delta x$

គេបាន $\bar{P} = F\frac{\Delta x}{\Delta t}$ តែ $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \bar{v}$

បើ Δt ខិតទៅសូន្យ នោះ Δx ខិតទៅសូន្យ យើងបាន $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ ខិតទៅរកតម្លៃកម្រិតស្មើនឹងល្បឿនខណៈ ។ ដូច្នេះអានុភាពខណៈ $\boxed{P = Fv}$ ឬ $\boxed{P = \vec{F}\cdot\vec{v}}$ ។

ដូច្នេះ អានុភាពខណៈ P នៃកម្លាំងមួយស្មើនឹងផលគុណស្កាលែនៃកម្លាំង $\vec{F}$ និងវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ $\vec{v}$ នៅខណៈនោះ ។

- បើ $\vec{v}$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម គេបាន P ជាអានុភាពមធ្យម ។
- បើ $\vec{v}$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ គេបាន P ជាអានុភាពខណៈ ។

ក្នុងទំនាក់ទំនង $\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ បើ $\Delta W = 1J$ និង $\Delta t = 1s \Rightarrow \bar{P} = 1J/s$ ។ ស៊ូលក្នុងមួយវិនាទីហៅថា **វ៉ាត់** (W) (**ជេម វ៉ាត់** ជាអ្នកបង្កើតម៉ាស៊ីនប្រើចំហាយទឹក) ។

ទំនាក់ទំនង $P = Fv$ បើ $F = 1N = 1kgm/s^2$ និង $v = 1m/s \Rightarrow P = 1kgm^2/s^3$

ដូច្នេះ $\boxed{1W = 1J/s = (J)/1kgm^2/s^3}$ ។

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

អានុភាពជាអត្រានៃការបំប្លែងថាមពលពីទម្រង់មួយទៅទម្រង់មួយទៀត ។យើងអាចពិនិត្យកំសៀវអគ្គិសនីពីរមានអានុភាពរៀងគ្នាគឺ 1000W និង 500W ។ បើយើងចាក់ទឹកចូលទៅក្នុងកំសៀវអគ្គិសនីទាំងពីរដោយចំណុះស្មើគ្នា នោះកំសៀវអគ្គិសនីដែលមានអានុភាពអគ្គិសនី 1000W នឹងបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលកម្ដៅធំជាងពីរដងធៀបនឹងកំសៀវអគ្គិសនីដែលមានអានុភាព 500W ។ នេះមានន័យថា ដើម្បីដាំទឹកពុះ កំសៀវអគ្គិសនីដែលមានអានុភាព 1000W ចំណាយពេលតែពាក់កណ្ដាលធៀបនឹងកំសៀវអគ្គិសនីដែលមានអានុភាព500W ។ ដូច្នេះកំសៀវអគ្គិសនីដែលមានអានុភាព1000W ពិតជាមានអានុភាពធំជាងកំសៀវអគ្គិសនីដែលមានអានុភាព 500W ។

បើយើងតាង W ជាកម្មន្ត t ជារយៈពេល និង P ជាអានុភាព ។ យើងបាន

$$P = \frac{W}{t} \quad \Rightarrow \quad W = Pt$$

បើ $P = 1\text{kW} = 1000\text{W}$ និង $t = 1\text{h} = 3600\text{s} \quad \Rightarrow \quad W = 1\text{kWh}$

ដូចនេះ $1\text{kWh} = 3.60 \times 10^{6}\text{J}$ ។

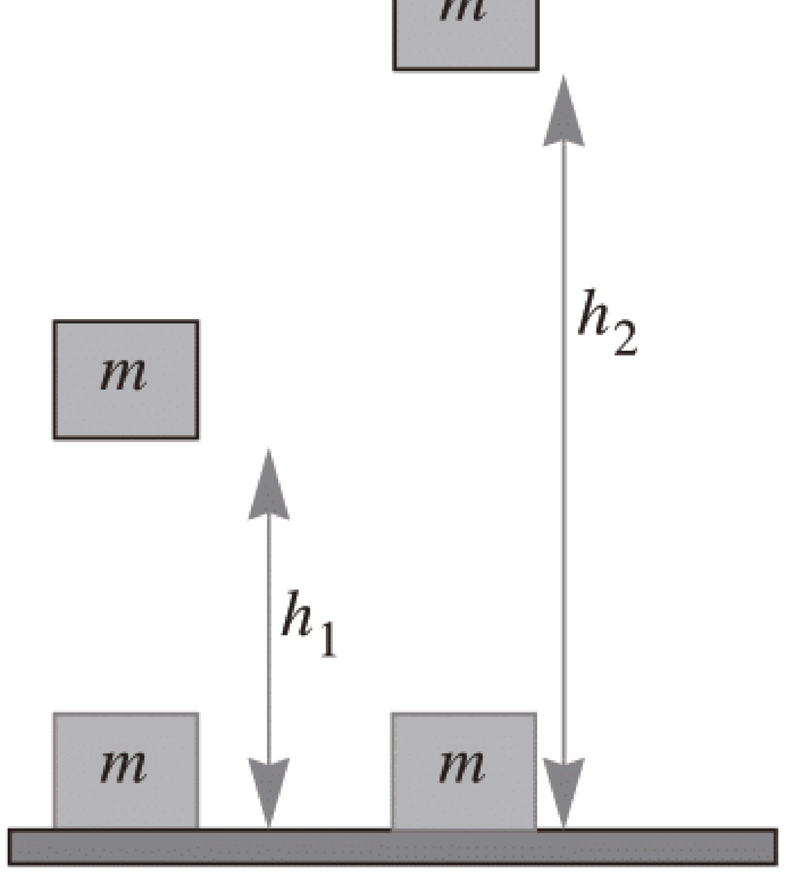
ដូច្នេះ **គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង** គឺជាខ្នាតថាមពលមិនមែនជាខ្នាតអានុភាពទេ ។ នៅពេលអ្នកទទួលវិក្កយបត្រអគ្គិសនី អ្នកចំណាយឱ្យក្រុមហ៊ុនអគ្គិសនីនូវថាមពលអគ្គិសនីដែលអ្នកបានប្រើក្នុងរយៈពេលនោះ ។ **ថាមពល**គឺជាផលគុណរវាងអានុភាពនិងរយៈពេលនៃដំណើរការ ។

ឧទាហរណ៍ទី 5 : អំពូលអគ្គិសនីមួយមានអានុភាព 300W ត្រូវបានគេយកទៅបំភ្លឺក្នុងរយៈពេល 12h ។ដើម្បីបំភ្លឺអំពូលនេះ គេត្រូវចំណាយថាមពលអគ្គិសនី $0.30\text{kW} \times 12\text{h} = 3.6\text{kWh}$ ។

4. ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល

ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល ជាថាមពលនៃអង្គធាតុមួយដែលអាស្រ័យនឹងទីតាំងឬស្ថានភាពរបស់វា ។

ឧទាហរណ៍ទី 6 : គេលើកអង្គធាតុពីរមានម៉ាសប៉ុនគ្នាឡើងលើផុតពីដីឱ្យបានកម្ពស់ h_1 និង $h_2 = 2h_1$ (រូបទី *1.57*) ។ អង្គធាតុដែលស្ថិតនៅកម្ពស់ h_1 មានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទំនាញដី U_1 និងអង្គធាតុដែលស្ថិតនៅកម្ពស់ h_2 មានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទំនាញដី $U_2 = 2U_1$ ។



រូបទី *1.57*

អង្គធាតុមួយមានម៉ាស m ត្រូវគេលើកឡើងលើតាមទិសឈររហូតដល់កម្ពស់ h ។ កម្មន្តដែលធ្វើឡើងដោយកម្លាំង $\vec{F}$ គឺ $W = Fh$ តែ $F = mg$ នោះគេបាន $W = mgh$ ។

ដូច្នេះដើម្បីលើកវត្ថុមួយដែលមានម៉ាស m ឱ្យបានកម្ពស់ h វាត្រូវការកម្មន្តមួយស្មើ mgh ។ នៅត្រង់កម្ពស់ h នោះ វត្ថុនោះត្រូវមានសមត្ថភាពដើម្បីធ្វើកម្មន្តមួយស្មើនឹង mgh ។

ដូច្នេះ **ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃទំនាញផែនដីរបស់វត្ថុមួយនៅជិតផ្ទៃផែនដីគឺ ជាផលគុណរវាងទម្ងន់ mg និងកម្ពស់ h ដែលវត្ថុនោះតាំងនៅ** ។ ក្នុងករណីនេះ ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទំនាញផែនដី $\boxed{U = mgh}$

m គិតជា kg , g គិតជា m/s^2 , h គិតជា m , U គិតជា J ។

***ឧទាហរណ៍ទី** 7 :* ស្គរសមួយកញ្ចប់មានម៉ាស 5.00kg ត្រូវបានគេលើកតាមទិសឈរបានកម្ពស់ 10.0m ដោយល្បឿនថេរមួយ ។ តើស្គរសមានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលដែនទំនាញផែនដីប៉ុន្មាន ? គេឱ្យសំទុះទំនាញផែនដី $g = 9.80m/s^2$ ។

ដំណោះស្រាយ

- ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលដែនទំនាញផែនដីនៃស្គរ

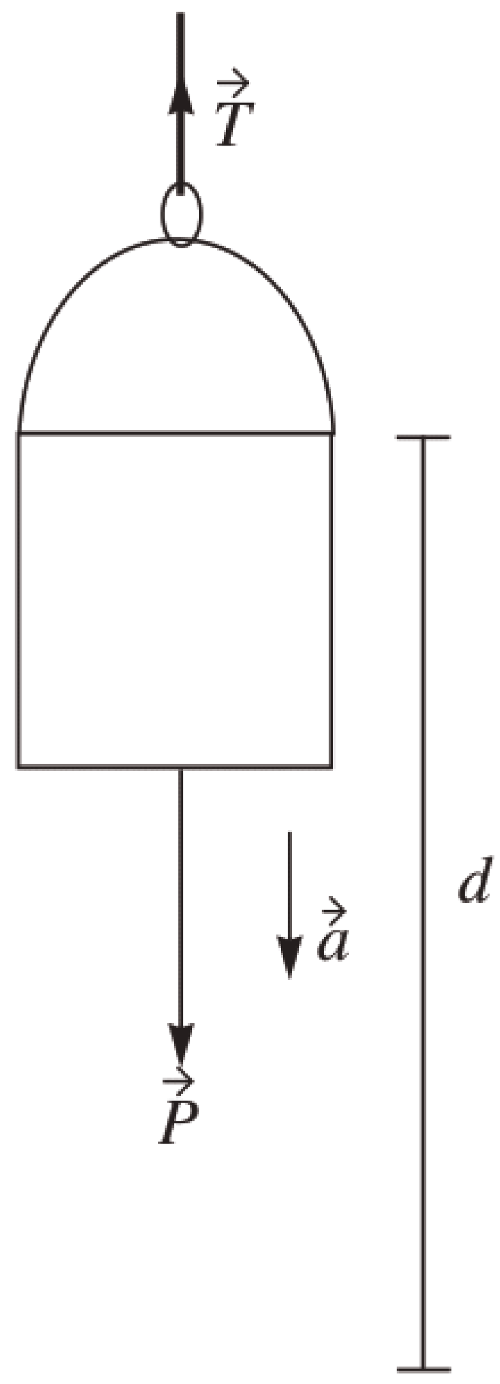
  តាមនិយមន័យ $U = mgh$

  ដោយ $m = 5.00kg$, $g = 9.80m/s^2$ និង $h = 10.0m$

  យើងបាន $U = 5.00 \times 9.80 \times 10.0$

  ដូច្នេះ $U = 490J$ ។

***ឧទាហរណ៍ទី** 8:* បន្ទប់នៃជណ្ដើរយន្តមួយមានម៉ាស500kg ផ្លាស់ទីចុះដោយសំទុះថេរ $\vec{a} = \frac{\vec{g}}{5}$ និងមានល្បឿនដើម $v = 5.00m/s$ ។ បន្ទប់នេះចុះបានចម្ងាយ $d = 16.0m$ ។



រូបទី** 1.58 **ជណ្ដើរយន្ត

ក. គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងទំនាញផែនដីដែលមានអំពើលើបន្ទប់ជណ្ដើរយន្តក្នុងបំលាស់ទីនោះ ។

ខ. គណនាកម្មន្តនៃតំណឹងខ្សែកាបដែលមានអំពើលើបន្ទប់ជណ្ដើរយន្តក្នុងបំលាស់ទីនោះ ។

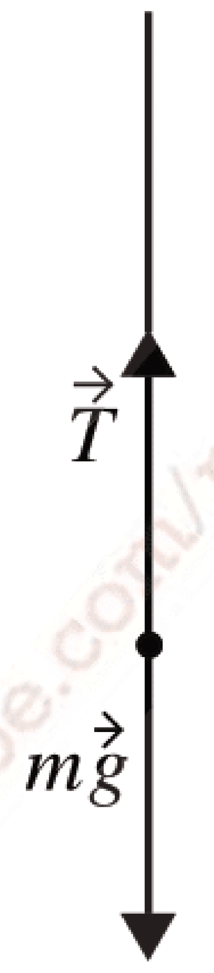
គ. គណនាកម្មន្តផ្ទួប ។

ឃ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចរបស់បន្ទប់ជណ្ដើរយន្តនៅខណៈវាចុះបាន 16.0m ។

គេយក $g = 9.80m/s^2$ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

✍ ដំណោះស្រាយ



រូបទី 1.59

ក. គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងទំនាញផែនដី

យើងតាងបន្ទប់នៃជណ្តើរយន្តដោយចំណុចមួយ ។

កម្លាំងដែលមានអំពើលើបន្ទប់ជណ្តើរយន្តគឺ

- កម្លាំងទំនាញផែនដី $\vec{F} = m\vec{g}$ (1)
- តំណឹងខ្សែ $\vec{T}$ (2)

គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងទំនាញផែនដី

តាមរូបមន្ត $W_g = Fd\cos\theta$ តែ $\theta = 0° \Rightarrow \cos\theta = 1$

ដូច្នេះ $W_g = Fd = mgd$

ដោយ $m = 500\text{kg}$, $g = 9.80\text{m/s}^2$ និង $d = 16.0\text{m}$

យើងបាន $W_g = 500 \times 9.80 \times 16.0$

ដូច្នេះ $\boxed{W_g = 784 \times 10^2\text{J} = 78.4\text{kJ}}$

ខ. គណនាកម្មន្តនៃតំណឹងខ្សែកាប

អនុវត្តច្បាប់ទី 2 ញូតុនចំពោះទំនាក់ទំនង (1) និង (2)

យើងបាន $m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}$ ជាម៉ូឌុល $mg - T = ma$

យើងទាញបាន $T = m(g - a)$

គណនាកម្មន្តនៃតំណឹងខ្សែកាប

តាមរូបមន្ត $W_T = Td\cos\theta = m(g - a)d\cos\theta$ តែ $\theta = 180° \Rightarrow \cos\theta = 1$

ដោយ $m = 500\text{kg}$, $g = 9.80\text{m/s}^2$, $d = 16.0\text{m}$ និង $a = \frac{g}{5}$

$$W_T = m\left(g - \frac{g}{5}\right)d\cos\theta = m\left(\frac{4g}{5}\right)d\cos\theta$$

អនុវត្តជាលេខ $W_T = 500\text{kg} \times \frac{4 \times 9.80\text{m/s}^2}{5} \times 16.0\text{m} \times (-1)$

ដូច្នេះ $\boxed{W_T = -627 \times 10\text{J} = -63.0\text{kJ}}$

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

គ. គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងផ្ទប

តាមរូបមន្ត $W = W_g + W_T$

យើងបាន $W = 78400 - 62720$

ដូច្នេះ $\boxed{W = 157 \times 10\text{J} = 16.0\text{kJ}}$

ឃ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចរបស់បន្ទប់ជណ្ដើរយន្តនៅខណៈវាចុះបាន 16.0m

តាមទ្រឹស្ដីបទកម្មន្ត - ថាមពលយើងបាន

$$W = \Delta K = K_f - K_i \quad \Rightarrow \quad K_f = K_i + W$$

ដោយ $K_i = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}500 \times (5.00)^2 = 6250\text{J}$ និង $W = 15680\text{J}$

យើងបាន $K_f = 6250 + 15680$

ដូច្នេះ $\boxed{K_f = 21930\text{J} \approx 22.0\text{kJ}}$ ។

មេរៀនសង្ខេប

- ផលគុណស្កាលែរវាងវ៉ិចទ័រពីរ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ គឺ $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab\cos\theta$ ។
- កម្មន្តនៃកម្លាំងមួយគឺជាផលគុណរវាងកម្លាំងនោះក្នុងទិសដៅបំលាស់និងបំលាស់ទីនោះ ។
- កម្មន្តជាទំហំស្កាលែ ។ ដូច្នេះកម្មន្ត W នៃកម្លាំង $\vec{F}$ ដែលធ្វើឱ្យអង្គធាតុផ្លាស់ទីបាន $\overrightarrow{AB}$ $(AB = d)$ គឺ $W = Fd\cos\theta$ ។
- មួយស៊ូល = មួយញូតុនម៉ែត្រ ឬ $1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m}$ ។
- ថាមពលស៊ីនេទិច $K = \frac{1}{2}mv^2$ ។
- ទ្រឹស្ដីបទកម្មន្ត - ថាមពល $W = \Delta K = K_f - K_i$ ។
- អានុភាពមធ្យម $\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$
- អានុភាព $P = Fv$ ឬ $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$ ។
- $1\text{W} = 1\text{J/s} = 1\text{kgm}^2/\text{s}^3$ ។
- តាមទំនាក់ទំនង $W = Pt$ យើងបាន $1\text{kWh} = 3.6 \times 10^6\text{J}$ ។
- ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល $U = mgh$ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

សំណួរនិងលំហាត់

1. ស្ត្រីម្នាក់ទូលល្អីដាក់ចេកពេញ ។ គាត់ធ្វើដំណើរសំដៅទៅផ្សារដើម្បីលក់ចេក ។ តើកម្លាំងដែលគាត់ទូលនេះបានបំពេញកម្មន្តឬទេ ? ព្រោះអ្វី ?

2. ចូរពោលទ្រឹស្តីបទកម្មន្ត - ថាមពល ។

3. បើអេឡិចត្រុងមួយ (ម៉ាស $m_c = 9.11 \times 10^{-31}$kg) មានថាមពលស៊ីនេទិច 6.7×10^{19}J តើអេឡិចត្រុងមានល្បឿនស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

4. ត្រាក់ទ័រមួយទាញរ៉ឺម៉កដោយកម្លាំងថេរ 1500N តាមទិសដៅនៃចលនា ។ គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងនោះក្នុងបម្លាស់ទី 100m ។

5. កម្លាំង 5.0N មានអំពើលើអង្គធាតុមួយមានម៉ាស 25kg ដែលកំពុងនៅស្ងៀម ។ ចូរគណនា
   ក. កម្មន្តនៃកម្លាំងដែលមានអំពើលើអង្គធាតុនោះក្នុងរយៈពេល $3s$ ។
   ខ. អានុភាពខណៈដែលរយៈពេលស្មើនឹង $3s$

6. ដុំថ្មមួយមានម៉ាស m = 100kg ធ្លាក់ពីកំពស់ 200m ធៀបនឹងផ្ទៃដី ។
   ក. គណនាកម្មន្តនៃទម្ងន់ក្នុងទន្លាក់ 200m នេះ ។
   ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចនៅខណៈដែលវាធ្លាក់បានកម្ពស់ 100m ។

7. រថយន្តមួយមានម៉ាស m = 1000kg ស្ថិតនៅស្ងៀម ។ បន្ទាប់មកវាផ្លាស់ទីក្រោមអំពើនៃកម្លាំងផ្ទួប $\vec{F}$ ដែលមានទិសដៅស្របនឹងគន្លងនិងផ្លាស់ទីបាន 1000m ក្នុងរយៈពេល t = 32s ។
   ក. កំណត់សំទុះរថយន្ត ។ គេសន្មតថាសំទុះនោះថេរ ។
   ខ. គណនាល្បឿនរថយន្តនៅខណៈដែលរថយន្តផ្លាស់ទីបាន 1000m ។
   គ. រកថាមពលស៊ីនេទិចនៃរថយន្តនៅខណៈ t = 32s និងគណនាកម្លាំងផ្ទួបដែលមានអំពើលើរថយន្តនោះ ។
   ឃ. គណនាអានុភាពនៃកម្លាំង $\vec{F}$ នៅខណៈ t = 10s ។

មេរៀនទី

4 សម្ពាធនៃសន្ទនីយស្តាទិច

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ❒ គណនាសម្ពាធបានត្រឹមត្រូវ ។
- ❒ បង្ហាញពីភាពខុសគ្នារវាងសម្ពាធបរិយាកាស សម្ពាធឧស្ម័ន និងសម្ពាធនៅជម្រៅណាមួយ ។
- ❒ បង្ហាញពីគោលការណ៍ប៉ាស្កាល់និងគោលការណ៍អាកស៊ីម៉ែត ។
- ❒ បង្ហាញថា ហេតុអ្វីបានជាអង្គធាតុខ្លះលិចនិងអណ្តែតក្នុងអង្គធាតុរាវ ។

យើងបានសិក្សានៅថ្នាក់ទី ៨រួចមកហើយថា អង្គធាតុរាវនិងឧស្ម័នអាចហូរបាន ដោយហេតុនេះហើយទើបយើងហៅអង្គធាតុទាំងនោះថា **សន្ទនីយ** ។ ក្នុងមេរៀននេះ យើងនឹងសិក្សាអំពី**សម្ពាធ**និងសន្ទនីយស្តាទិចបន្តពីថ្នាក់ទី ៨ ។

1. សម្ពាធបរិយាកាសនិងសម្ពាធឧស្ម័ន

1.1 សម្ពាធ

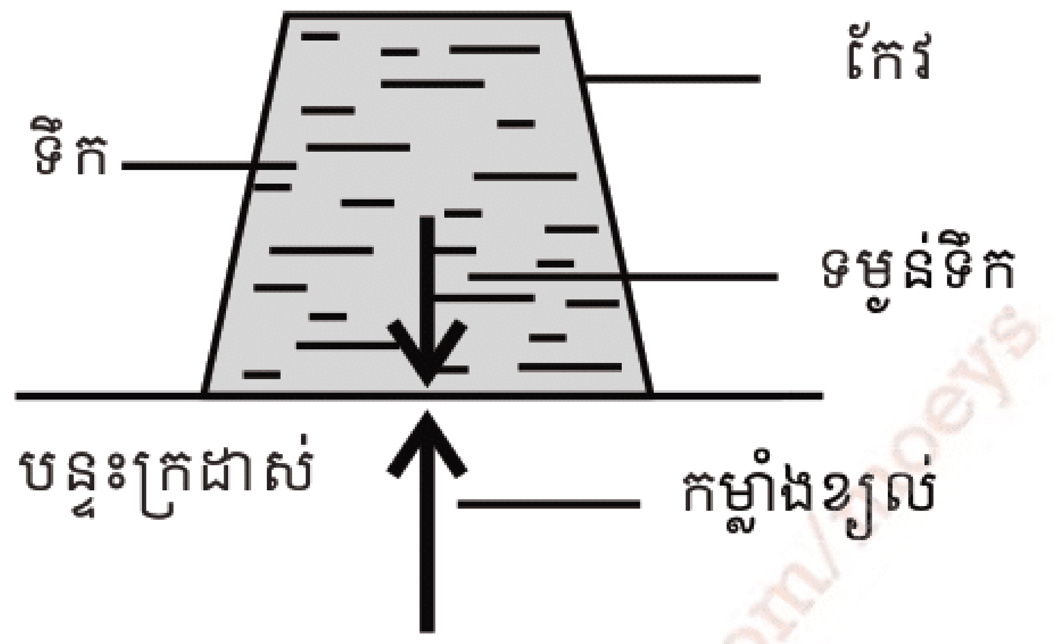
សម្ពាធគឺជាកម្លាំងសង្កត់ក្នុងមួយខ្នាតនៃផ្ទៃ : $P = \frac{F}{A}$

ក្នុងប្រព័ន្ធ SI ខ្នាត F កម្លាំងគិតជា (N) ; A ផ្ទៃគិតជា (m^2) ; P សម្ពាធគិតជា (N/m^2) ឬ Pa (ប៉ាស្កាល់) ។

1.2 អត្ថិភាពនៃសម្ពាធបរិយាកាស

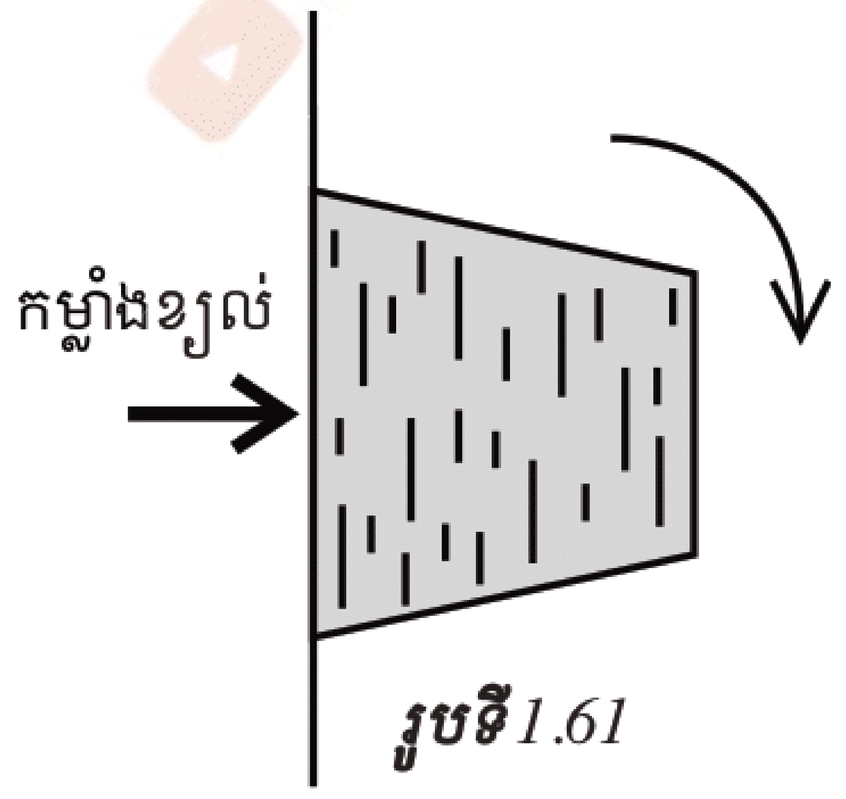
សម្ពាធបរិយាកាសមានតម្លៃធំសម្បើម តែគេមិនអាចដឹងបានយ៉ាងជាក់ស្តែងទេព្រោះថា វត្ថុមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងខ្យល់រមែងទទួលកម្លាំងសង្កត់ពីគ្រប់ទិស ។ គេប្រមាណឃើញថា តួខ្លួនមនុស្សម្នាក់ដែលមានផ្ទៃ $1.50m^2$ រងកម្លាំងសង្កត់របស់បរិយាកាស 15×10^4N ដោយយើងគ្មានដឹងខ្លួនថាបានទទួលកម្លាំងនេះផង ។ បានជាយើងមិនដឹង ព្រោះកម្លាំងខ្យល់ដែលនៅក្នុងរាងកាយយើងទប់ទល់នឹងកម្លាំងសង្កត់របស់ខ្យល់ពីក្រៅ ។

ពិសោធន៍ : យើងចាក់ទឹកបំពេញកែវមួយ ។ បន្ទាប់មក យើងយកក្រដាសមួយបន្ទះមកខ្ទប់មាត់កែវ ហើយផ្កាប់មាត់ចុះក្រោម ។ យើងដកដៃចេញ យើងឃើញថា ទឹកមិនធ្លាក់ចេញពីកែវឡើយ ។ ហេតុអ្វីបានជាបន្ទះក្រដាសមិនធ្លាក់ចុះ ? គេអាចពន្យល់បានថា ទម្ងន់ទឹកសង្កត់ក្រដាសចុះក្រោមតែខ្យល់ខាងក្រៅក៏មានកម្លាំងមួយច្រានពីក្រោមឡើងលើវិញដែរហើយ កម្លាំងច្រាននេះធំជាងទម្ងន់ទឹក ។



រូបទី 1.60

បើគេបង្វិលកែវជុំវិញខ្លួនវា គេសង្កេតឃើញថាក្រដាសមិនធ្លាក់ទេ ។ ដូច្នេះសម្ពាធបរិយាកាសមានអំពើលើអង្គធាតុទាំងឡាយគ្រប់ទិសទាំងអស់ ។



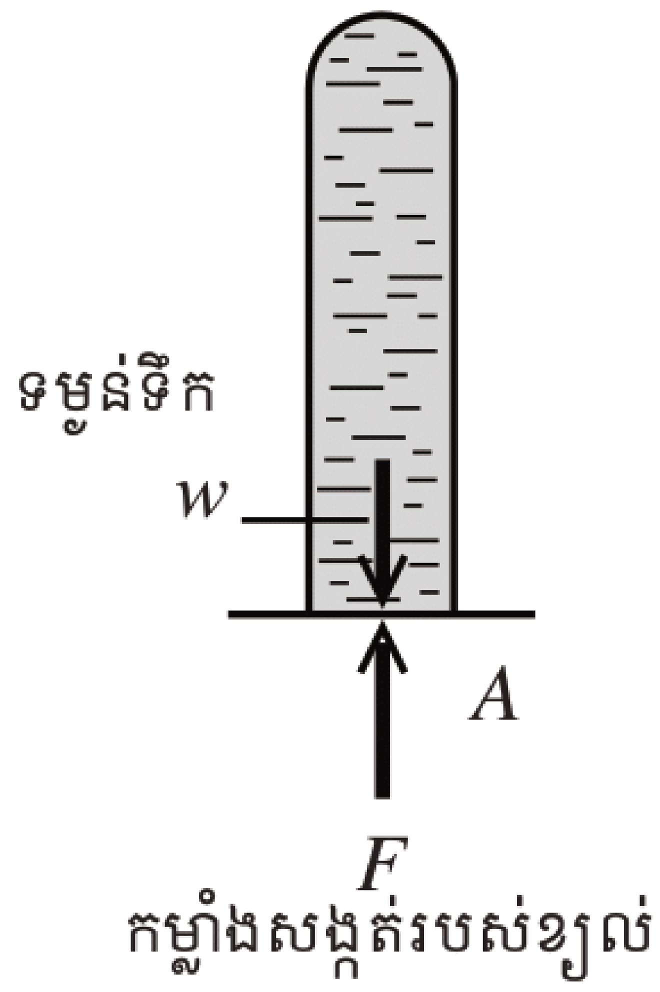
រូបទី 1.61

ឥឡូវតើនឹងទៅជាយ៉ាងដូចម្ដេចបើគេបង្កើនបរិមាណទឹករហូតដល់ទម្ងន់ខិតទៅរកតម្លៃសង្កត់របស់បរិយាកាស ?

ពិសោធន៍បង្ហាញថា កម្លាំងសង្កត់របស់ខ្យល់អាចទប់កម្ពស់សសរទឹកបានប្រហែល 10m ។ ពេលនោះគេបាន : $W = F$ ។

ឬ $$mg = 1P_{at} \times A$$

ដូចនេះ $\boxed{1P_{at} = \frac{mg}{A}}$ (P_{at} ជាសម្ពាធបរិយាកាស)

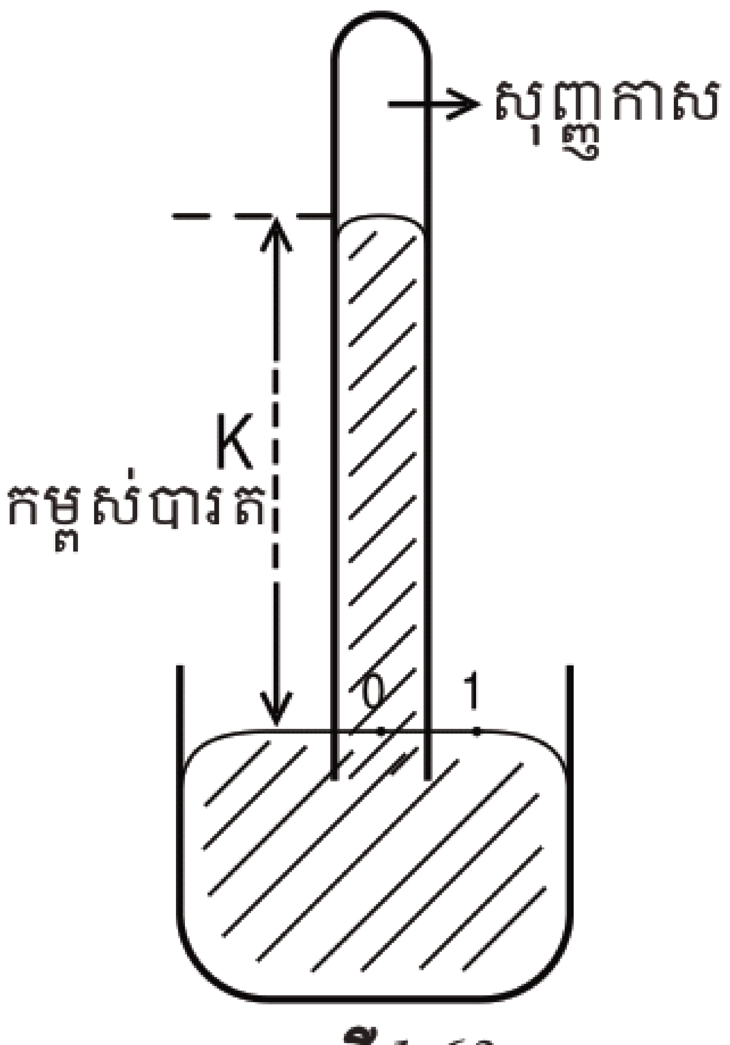


រូបទី 1.62

នៅពេលដែលគេប្រើ បារតជំនួសទឹក(បារតមានម៉ាសមាឌ $1.359 \times 10^4 \text{kg/m}^3$) នោះកម្ពស់សសរបារតមានតម្លៃប្រហែល 760mm ។

1.3 បារ៉ូម៉ែតបារត

បារ៉ូម៉ែត ជាឧបករណ៍សម្រាប់វាស់សម្ពាធបរិយាកាសដែលរកឃើញដោយលោកតូរីសែលី Torricelli (1608-1647) ។



រូបទី 1.63

បារ៉ូម៉ែតធ្វើឡើងពីបំពង់កែវមួយប្រវែងប្រហែលមួយម៉ែតហើយមានអង្កត់ផ្ចិត 3mm ។ គេបំពេញបំពង់កែវនេះដោយបារតរួចគេយកវាទៅផ្កាប់ក្នុងជើងបារតមួយ ។ ពិសោធន៍បង្ហាញថាដំបូងបារតហូរធ្លាក់ចុះក្រោម ព្រោះកម្លាំងនៃបរិយាកាសតូចជាងទម្ងន់នៃបារតហើយបន្ទាប់មក

បារតលែងធ្លាក់ ពេលនោះទម្ងន់នៃសសរបារតស្មើនឹងកម្លាំងនៃបរិយាកាស ។ ជាលទ្ធផលគេវាស់កម្ពស់សសរបារតឃើញ $h = 760\text{mm}$ ។

យើងយកចំណុចពីរ : ចំណុច M នៅក្នុងបំពង់និងចំណុចN នៅក្រៅបំពង់ ។ យើងអាចសរសេរ សម្ពាធត្រង់ M = សម្ពាធត្រង់ N ។

សម្ពាធត្រង់ N ជាសម្ពាធបរិយាកាស (P_{at}) ហើយសម្ពាធត្រង់ M ជាសម្ពាធរបស់សសរបារតក្នុងបំពង់ ព្រោះផ្នែកខាងលើជាសុញ្ញកាស ។

ដូច្នេះ គេអាចយកម្ពស់សសរបារតដើម្បីវាស់សម្ពាធបរិយាកាស ។ សម្ពាធដែលត្រូវនឹងកម្ពស់សសរបារត 760mm ហៅថា មួយអាត់ម៉ូស្វ៊ែរ (1at) :

$$\boxed{1\text{at} = 760\text{mmHg}}$$

$$1\text{at} = 1.013 \times 10^5 \text{N/m}^2 \quad \text{ឬ} \quad 1.013 \times 10^5 \text{Pa}$$

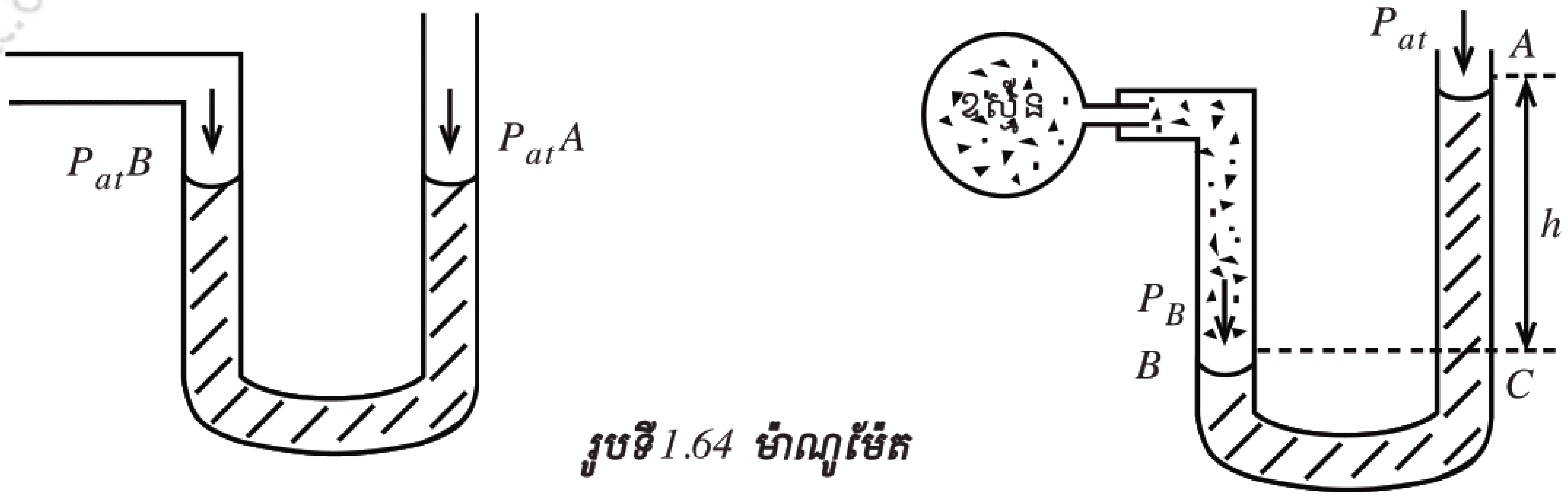
ដូចនេះ $1\text{at} = 101\text{kPa}$ ។

ក្នុងឧតុនិយមជួនកាលសម្ពាធបរិយាកាសត្រូវបានគិតជា **បា** (bar) : $1\text{bar} = 10^5\text{Pa} \cong 1\text{at}$ ។

1.4 ការវាស់សម្ពាធឧស្ម័ន

ដើម្បីវាស់សម្ពាធឧស្ម័នគេប្រើឧបករណ៍មួយហៅថា **ម៉ាណូម៉ែត**(Manometer) ។ ម៉ាណូម៉ែតធ្វើឡើងពីបំពង់កែវរាង U សម្រាប់ផ្ទុកអង្គធាតុរាវដូចជា បារត ទឹកឬប្រេង ។ នៅពេលដែលម៉ាណូម៉ែតមិនទាន់បញ្ចូលឧស្ម័នមានតែសម្ពាធបរិយាកាសP_{at} ទេ ដែលមានអំពើលើផ្ទៃស្រលះនៃអង្គធាតុរាវត្រង់ A និង B ដែលជាហេតុធ្វើឱ្យនីវ៉ូត្រង់ A និង B ស្មើគ្នា ។ នៅពេលដែលគេបញ្ចូលឧស្ម័នទៅក្នុងម៉ាណូម៉ែតឧស្ម័នបានបង្កើតសម្ពាធមួយទៅលើផ្ទៃនៃអង្គធាតុរាវត្រង់ B ។ ប្រសិនបើសម្ពាធនេះធំជាងសម្ពាធបរិយាកាស នោះវាធ្វើឱ្យកម្ពស់អង្គធាតុរាវត្រង់ B ធ្លាក់ចុះ ។ ក្នុងស្ថានភាពលំនឹងសម្ពាធ ត្រង់ B និង C ត្រូវតែស្មើគ្នា ព្រោះវាស្ថិតនៅកម្ពស់ស្មើគ្នា ។ សម្ពាធឧស្ម័នត្រង់ B អាចសរសេរ : P_B = សម្ពាធបរិយាកាស + សម្ពាធអង្គធាតុរាវដែលមានកម្ពស់ AC

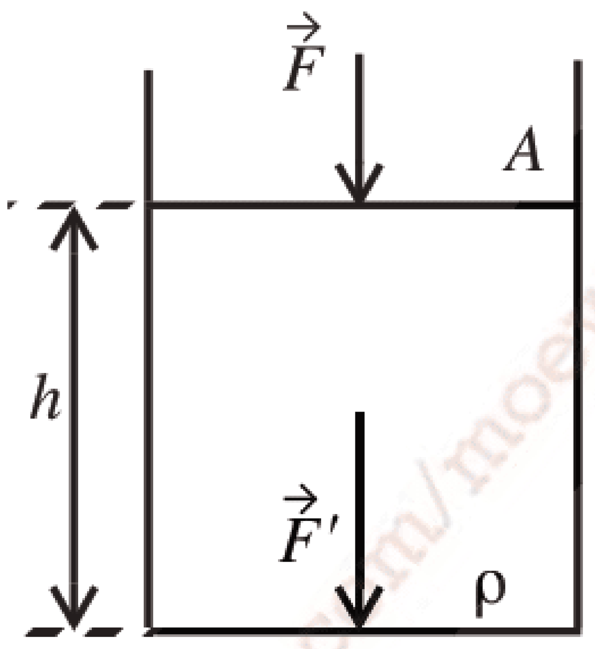
$$\boxed{P_B = P_{at} + \rho g h}$$ (h ប្រវែង AC , ρ ម៉ាសមាឌអង្គធាតុរាវ)



រូបទី 1.64 ម៉ាណូម៉ែត

facebook.com/moeys.gov.kh
youtube.com/moeys
groupmoeys.gov.kh

2. សម្ពាធអាស្រ័យនឹងជម្រៅ



រូបទី 1.65

ឧបមាថាផើងមួយត្រូវបានដាក់អង្គធាតុរាវដែលមានម៉ាសមាឌ ρ និងកម្ពស់ h ។ ផ្ទៃស្រលះនៃអង្គធាតុរាវប៉ះនឹងខ្យល់ដែលមានសម្ពាធ P_{at} ។ បើ A ជាផ្ទៃនៃអង្គធាតុរាវ កម្លាំងបរិយាកាសដែលសង្កត់ផ្ទៃលើគឺ $F = P_{at} \cdot A$ ។

នៅបាតផើងកម្លាំងសង្កត់ទៅលើវាត្រូវស្មើនឹងកម្លាំងសង្កត់នៃកម្លាំងបរិយាកាសបូកនឹងទម្ងន់នៃអង្គធាតុរាវ ។

យើងដឹងហើយថា ម៉ាសរបស់អង្គធាតុរាវ $m = \rho V$ ហើយ $V = hA$

គេបានទម្ងន់របស់អង្គធាតុរាវ

$$W = mg = \rho V g = \rho(hA)g$$

កម្លាំងសង្កត់ទៅលើបាតផើង

$$F' = F + W = P_{at} \cdot A + \rho h A g$$

សម្ពាធនៅបាតផើង

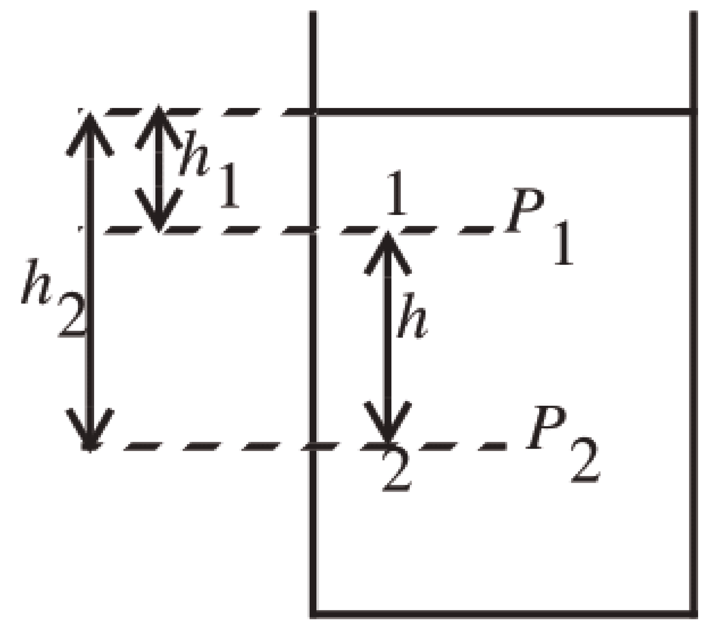
$$P = \frac{F'}{A} = \frac{P_{at} \cdot A + \rho h A g}{A} = P_{at} + \rho g h$$

ដូចនេះ $\boxed{P = P_{at} + \rho g h}$ ។

រូបមន្តខាងលើនេះអាចអនុវត្តបានចំពោះគ្រប់អង្គធាតុរាវទាំងអស់ដែលមានម៉ាសមាឌ ρ និងស្ថិតក្រោមសម្ពាធបរិយាកាស P_{at} ។

សម្គាល់ : លទ្ធផលខាងលើបង្ហាញថា សម្ពាធក្នុងអង្គធាតុរាវកើនឡើងទៅតាមជម្រៅ ។ ដោយហេតុនេះហើយទើបក្នុងសំណង់ទំនប់ គេត្រូវធ្វើផ្នែកក្រោមឱ្យក្រាស់ជាងផ្នែកលើ ។

2.1 គោលការណ៍គ្រឹះអ៊ីដ្រូស្តាទិច



រូបទី 1.66

ទំនាក់ទំនង $P = P_{at} + \rho g h$ អាចអនុវត្តបានគ្រប់ពីរចំណុចនៅក្នុងអង្គធាតុរាវដែលមានជម្រៅខុសគ្នា h :

សម្ពាធត្រង់ចំណុចទី 1

$$P_1 = P_{at} + \rho g h_1$$

សម្ពាធត្រង់ចំណុចទី 2

$P_2 = P_{at} + \rho g h_2$

ផលសងសម្ពាធរវាងចំណុចទាំងពីរ

$$P_2 - P_1 = P_{at} + \rho g h_2 - P_{at} - \rho g h_1$$

$$= \rho g h_2 - \rho g h_1 = \rho g(h_2 - h_1)$$

តែ $h_2 - h_1 = h$ យើងបាន $P_2 - P_1 = \rho g h$

ដូច្នេះ $\boxed{P_2 = P_1 + \rho g h}$ ។

ឧទាហរណ៍ ប្រអប់មួយមានកម្ពស់ $h = 20.00\text{cm}$ ស្ថិតក្នុងអង្គធាតុរាវដែលមានម៉ាសមាឌ ρ ។ គេដឹងថា សម្ពាធផ្នែកខាងលើមានតម្លៃ $P_1 = 105.0\text{kPa}$ ហើយផ្នែកខាងក្រោម $P_2 = 106.8\text{kPa}$ ។ តើម៉ាសមាឌអង្គធាតុរាវមានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

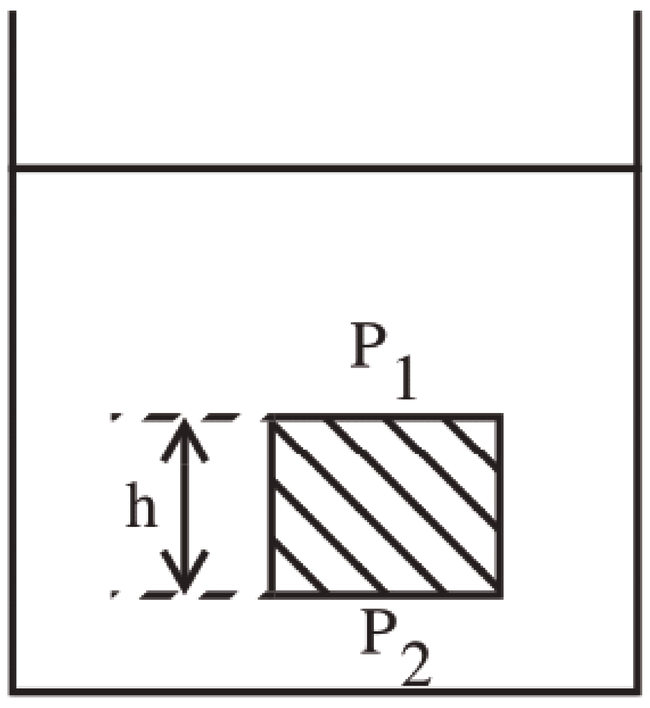
អនុវត្តតាមទំនាក់ទំនងគ្រឹះ

$P_2 = P_1 + \rho g h$

យើងបាន

$$\rho = \frac{P_2 - P_1}{gh}$$

$$\rho = \frac{106.8 \times 10^5 - 105.0 \times 10^5}{9.81 \times 0.200} = 920\text{kg/m}^3$$



រូបទី 1.67

2.2 គោលការណ៍ប៉ាស្កាល់

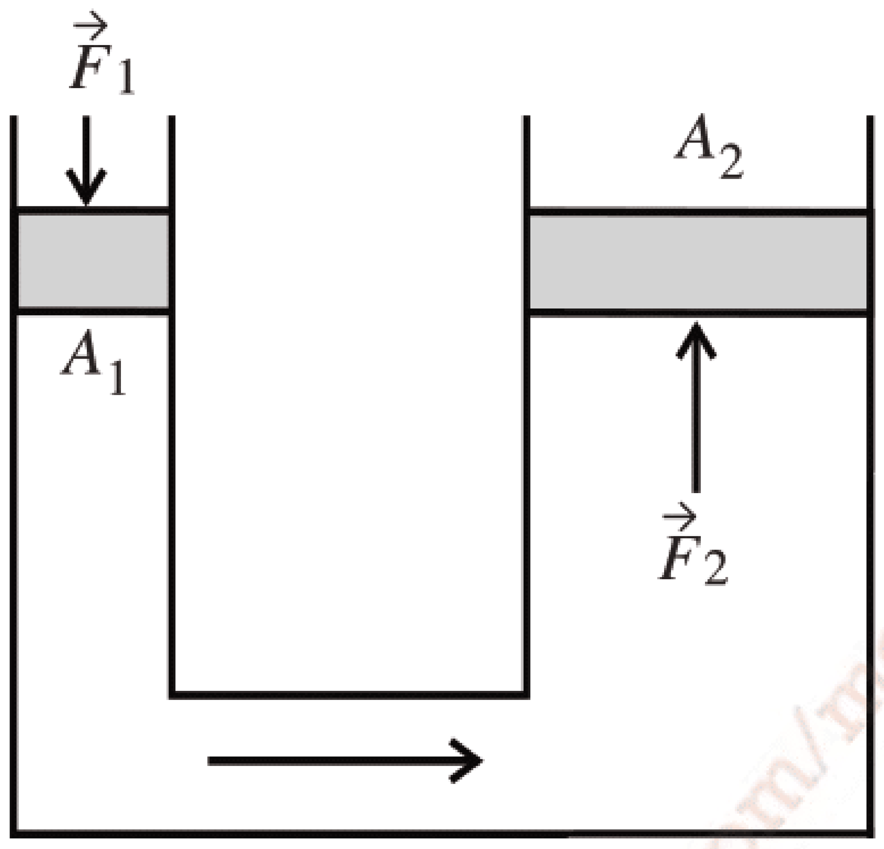
រំលឹកឡើងវិញអំពីសម្ពាធក្នុងអង្គធាតុរាវដែលមានម៉ាសមាឌ ρ ហើយនៅពីលើមានសម្ពាធបរិយាកាស P_{at} ។ សម្ពាធនៅជម្រៅ h គឺ $P = P_{at} + \rho g h$

ឥឡូវឧបមាថាសម្ពាធបរិយាកាសបានកើនពី P_{at} ទៅ $P_{at} + \Delta P$ នោះសម្ពាធនៅជម្រៅ h អាចសរសេរ : $P = P_{at} + \Delta P + \rho g h = (P_{at} + \rho g h) + \Delta P$

ដូចនេះកាលណាគេបង្កើនសម្ពាធនៅលើផ្ទៃនៃអង្គធាតុរាវនូវបរិមាណ ΔP បរិមាណសម្ពាធនេះត្រូវបានបញ្ជូនទៅគ្រប់ទីកន្លែងនៃអង្គធាតុរាវនូវបរិមាណដូចគ្នា ។

គោលការណ៍ប៉ាស្កាល់ : កាលណាសម្ពាធខាងក្រៅត្រូវបានបញ្ជូនទៅក្នុងអង្គធាតុរាវដែលបិទជិត អង្គធាតុរាវបញ្ជូនសម្ពាធនោះទៅគ្រប់ទិសទីដោយបរិមាណស្មើៗគ្នា ។

គោលការណ៍ប៉ាស្កាល់នេះត្រូវបានយកមកអនុវត្តក្នុងឃ្នាបអ៊ីដ្រូលិច ។ឃ្នាបនេះធ្វើឡើងពីស៊ីឡាំងពីរមួយមានមុខកាត់ A_1 ហើយមួយទៀតមានមុខកាត់ A_2 ដែល$A_2 > A_1$ ។ ស៊ីឡាំងភ្ជាប់គ្នាដោយបំពង់មួយហើយគេចាក់អង្គធាតុរាវទៅក្នុងស៊ីឡាំងរួចគេបិទមាត់វាដោយពីស្តុងពីរ ។ ដំបូងពីស្តុងទាំងពីរស្ថិតនៅកម្រិតកម្ពស់ស្មើគ្នា ។



រូបទី 1.68

ឥឡូវយើងធ្វើឱ្យមានកម្លាំងមួយ $\vec{F}_1$ សង្កត់ទៅលើពីស្តុង តូចដែលធ្វើឱ្យមានកំណើនសម្ពាធក្នុងស៊ីឡាំងនេះនូវបរិមាណ : $\Delta P = \dfrac{F_1}{A_1}$ ។

តាមគោលការណ៍ប៉ាស្កាល់កំណើនសម្ពាធនេះត្រូវបានបញ្ជូនទៅស៊ីឡាំងទីពីរនូវបរិមាណដូចគ្នា ។ កម្លាំងដែលមានអំពើលើពីស្តុងធំគឺ : $F_2 = (\Delta P)A_2$ ហើយ $\Delta P = \dfrac{F_1}{A_1}$

ដូច្នេះគេបាន $F_2 = F_1 \cdot \dfrac{A_2}{A_1} > F_1$ (ព្រោះ $A_2 > A_1$)

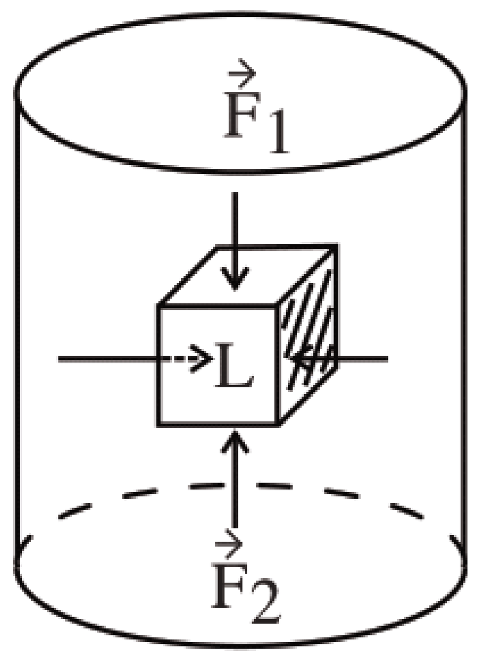
ឧបមាថា A_2 ធំជាង A_1 100 ដង នោះយើងបានកម្លាំង F_2 ធំជាងកម្លាំង F_1 100 ដងដែរ ។

ដូចនេះយើងឃើញថា គេអាចប្រើកម្លាំង $\overrightarrow{F_1}$ មួយដែលមានតម្លៃតូច ដើម្បីបង្កើតកម្លាំង $\overrightarrow{F_2}$ មួយខ្លាំងជាងមុនច្រើនដង ។

3. ការអនុវត្តសម្ពាធនិងគោលការណ៍អាកស៊ីម៉ែត

3.1 គោលការណ៍អាកស៊ីម៉ែតនិងកម្លាំងដំណោល

ហេតុការណ៍ដែលសម្ពាធក្នុងអង្គធាតុរាវកើនទៅតាមជម្រៅនាំឱ្យមានផលវិបាកសំខាន់ៗជាច្រើន ។ក្នុងចំណោមផលវិបាកនោះមានហេតុការណ៍មួយសំខាន់គឺកម្លាំងដំណោលត្រង់ទៅលើរបស់អង្គធាតុរាវមានអំពើលើអង្គធាតុរឹងដែលលិចនៅក្នុងវា ។ដើម្បីឱ្យឃើញពីដើមកំណើតនៃកម្លាំងដំណោលនេះ យើងឧបមាថាប្រអប់មួយមានរាងជាគូបហើយមានទ្រនុងL ត្រូវបានជ្រមុជទាំងស្រុងទៅក្នុងអង្គធាតុរាវដែលមានម៉ាសមាឌ ρ ។ អង្គធាតុរាវដែលព័ទ្ធជុំវិញប្រអប់បញ្ចេញកម្លាំងសង្កត់កែងទៅនឹងផ្ទៃប្រអប់គ្រប់ទិស ។ កម្លាំងតាមទិសដេកដែលសង្កត់ពីឆ្វេងនិងពីស្តាំជាកម្លាំងពីរស្មើគ្នា ។ ដូច្នេះ កម្លាំងទាំងនេះមិនមានឥទ្ធិពលអ្វីទៅលើប្រអប់ទេ ។ ចំណែកកម្លាំងតាមទិសឈរ ជាកម្លាំងមិនស្មើគ្នាទេ ។ គួរកត់សំគាល់ថាកម្លាំងសង្កត់ចុះក្រោមមានតម្លៃតូចជាងកម្លាំងដោលឡើងលើ ព្រោះសម្ពាធផ្នែកខាងលើតូចជាងសម្ពាធផ្នែកខាងក្រោម ។



រូបទី 1.69

បើ P_1 ជាសម្ពាធផ្នែកខាងលើគេបាន ៖

$F_1 = P_1 \cdot A = P_1 L^2$ ដែល $A = L^2$

ចំណែកសម្ពាធ P_2 ផ្នែកខាងក្រោមគឺ

$P_2 = P_1 + \rho g L$

កម្លាំងដំណោលពីក្រោមឡើងលើគឺ

$F_2 = P_2 \cdot A = (P_1 + \rho g L)L^2 = P_1 L^2 + \rho g L^3$

បើយើងតាង $\vec{F}_b$ ជាកម្លាំងដំណោលត្រង់ឈរ

គេបាន ៖ $F_b = F_2 - F_1 = P_1 L^2 + \rho g L^3 - P_1 L^2 = \rho g L^3$

កត់សំគាល់ថា L^3 គឺជាមាឌនៃប្រអប់ហើយ $F_b = \rho g V$ ជាទម្ងន់នៃអង្គធាតុរាវដែលមានមាឌស្មើនឹងមាឌប្រអប់ ។ដូចនេះកម្លាំងដំណោលមានតម្លៃស្មើនឹងទម្ងន់នៃអង្គធាតុរាវដែលញែកវាចេញ ។

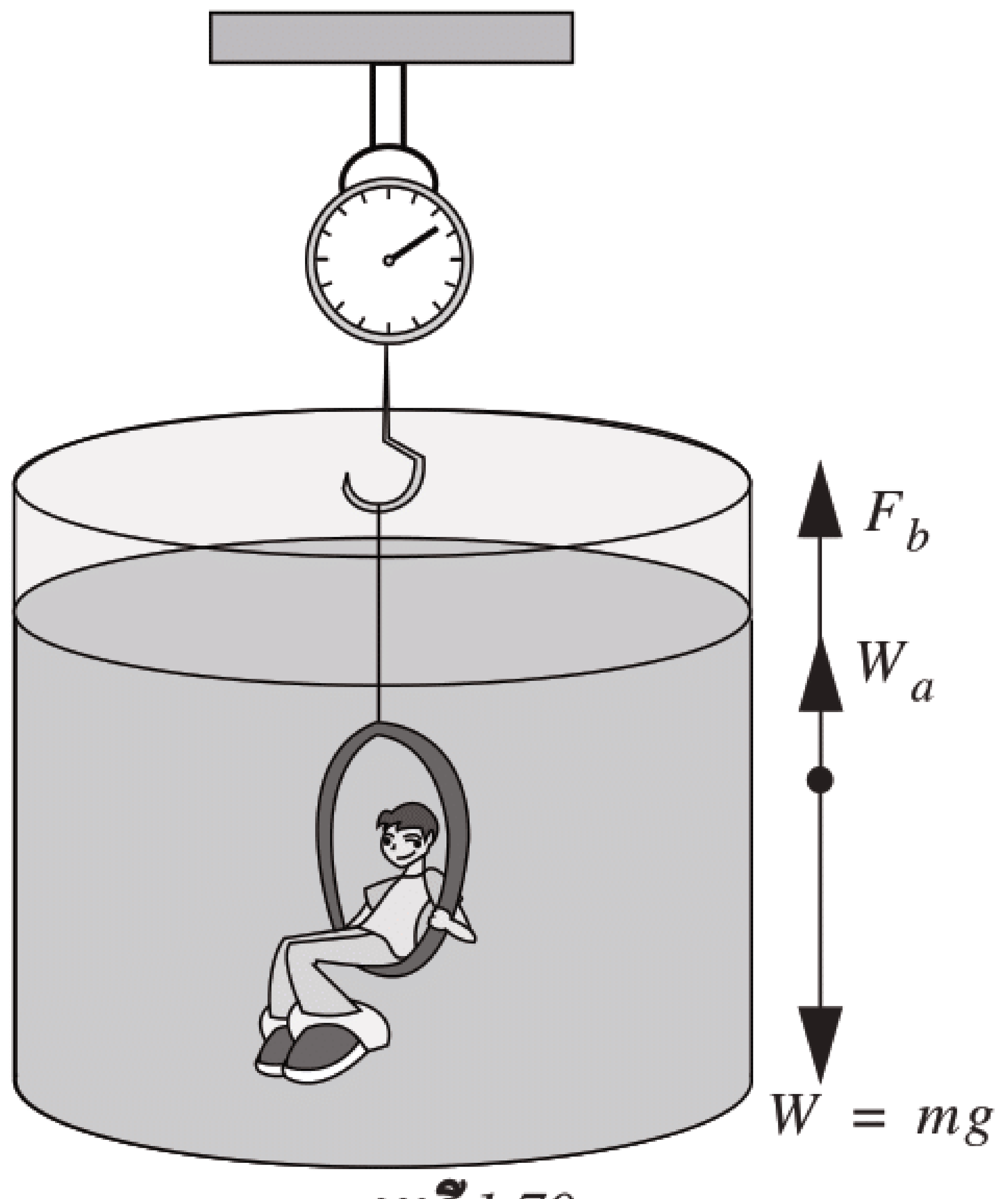
គោលការណ៍អាកស៊ីម៉ែត ៖ *អង្គធាតុរឹងមានមាឌ V ជ្រមុជក្នុងអង្គធាតុរាវនឹងថ្កល់ដែលមានម៉ាសមាឌ ρ ទទួលពីអង្គធាតុរាវនោះនូវដំណោលឈរមួយមានទិសដៅពីក្រោមឡើងលើហើយមានតម្លៃ ៖* $\boxed{F_b = \rho g V}$ ។

សម្គាល់ ៖ រូបមន្តនេះក៏អាចអនុវត្តបានចំពោះអង្គធាតុដែលលិចដោយភាគដែល V តាងឱ្យមាឌនៃផ្នែកលិច ។

3.2 អង្គធាតុលិចទាំងស្រុង

ក្នុងផ្នែកនេះយើងសិក្សាពីការអនុវត្តនូវគោលការណ៍ដំណោលអាកស៊ីម៉ែត ។ យើងចាប់ផ្ដើមពីអង្គធាតុដែលលិចទាំងស្រុងទៅក្នុងអង្គធាតុរាវ ហើយខាងក្រោយយើងសិក្សាលើអង្គធាតុអណ្ដែត ។

វង្វាស់ម៉ាសមាឌមនុស្ស ៖ មនុស្សម្នាក់មានទម្ងន់ 720.0N នៅក្នុងខ្យល់ត្រូវបានជ្រមុជទៅក្នុងធុងទឹក ។ មនុស្សនោះអង្គុយក្នុងសង្រែកខ្សែ (ម៉ាសខ្សែអាចចោលបាន) ហើយថ្កក់ទៅនឹងជញ្ជីងមួយដែលយើងអាចវាស់ទម្ងន់ទំនងវាបាន ។បន្ទាប់ពីបញ្ចេញដង្ហើមឱ្យអស់ហើយមនុស្សនោះត្រូវជ្រមុជទាំងស្រុងទៅក្នុងទឹក ហើយទម្ងន់ទំនងរបស់គាត់គឺ 34.3N ។ ចូររកមាឌនិងម៉ាសមាឌរបស់មនុស្ស ។



រូបទី *1.70*

នៅក្នុងទឹកមនុស្សរងនូវកម្លាំងបីគឺ ទម្ងន់ពិត $\vec{W}$ ទម្ងន់ទំនង $\vec{W}_a$ និងដំណោលអាកស៊ីម៉ែត $\vec{F}_b$ ។

តាមលំនឹងគេបាន : $W_a + F_b - W = 0$

តែ$F_b = \rho g V \quad \Rightarrow \quad W_a + \rho g V - W = 0$

$$\Rightarrow \quad V = \frac{W - W_a}{\rho g}$$

អនុវត្តន៍ជាលេខ : $W = 720.0\text{N}$, $W_a = 34.3\text{N}, \rho = 1000\text{kg/m}^3$ និង $g = 9.80\text{m/s}^2$

$$V = \frac{720.0 - 34.3}{1000 \times 9.80} = 6.99 \times 10^{-2}\text{m}^3$$

$$\boxed{V = 6.99 \times 10^{-2}\text{m}^3}$$

ទម្ងន់មនុស្ស : $W = \rho' V g \quad \Rightarrow \quad \rho' = \frac{W}{Vg}$

$$\rho' = \frac{720.0}{6.99 \times 10^{-2} \times 9.80} = 1050\text{kg/m}^3$$

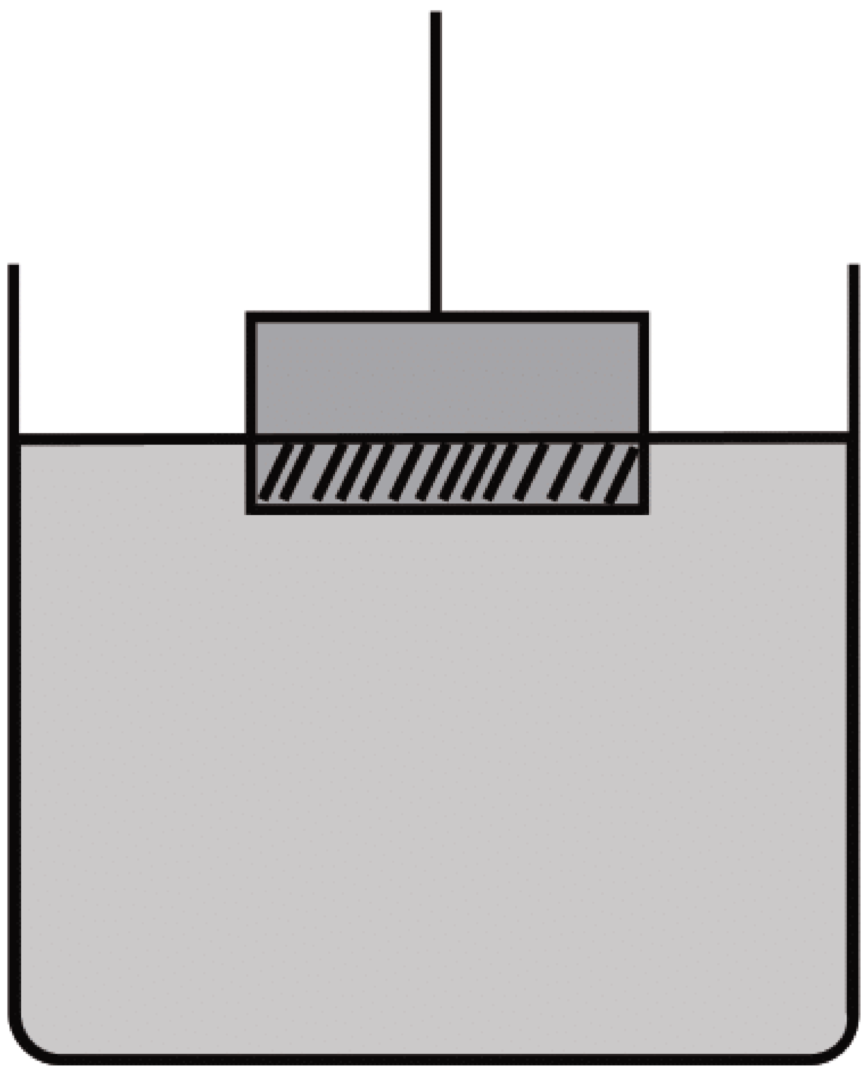
$$\rho' = 1050\text{kg/m}^3 = 1.05 \times 10^3\text{kg/m}^3$$

$$\boxed{\rho' = 1.05 \times 10^3\text{kg/m}^3}$$

សម្គាល់ : ម៉ាសមាឌមនុស្សមានតម្លៃធំជាងម៉ាសមាឌទឹក ដែលជាហេតុធ្វើឱ្យមនុស្សលិចទាំងស្រុងទៅក្នុងទឹក ។

3.3 អង្គធាតុអណ្តែត

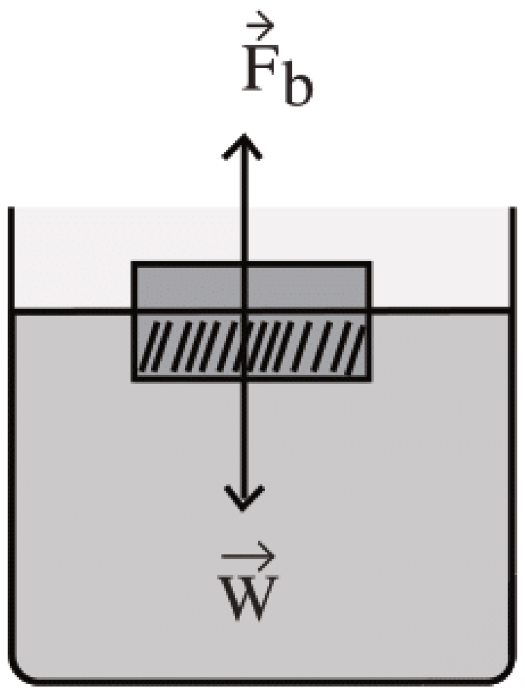
កាលណាអង្គធាតុមួយអណ្តែត កម្លាំងដំណោលដែលមានអំពើលើវាមានតម្លៃស្មើនឹងទម្ងន់របស់អង្គធាតុ ។ ឧទាហរណ៍យើងទម្លាក់ដុំឈើយឺតៗចូលទៅក្នុងផើងទឹក ។ ជាដំបូងមានតែបរិមាណទឹកតិចតួចបានញែកចេញ ហើយកម្លាំងដំណោលមានតម្លៃស្មើនឹងមួយភាគនៃទម្ងន់របស់ដុំឈើ(រូបទី *1.71*)ដែរ ។ បើយើងបន្តទម្លាក់តទៅទៀត វាធ្លាក់ចុះកាន់តែជ្រៅហើយទឹកដែលញែកចេញកាន់តែច្រើន ជាហេតុធ្វើឱ្យដំណោលកាន់តែធំ ។



រូបទី *1.71*

ចុងបញ្ចប់យើងឃើញថា នៅខណៈណាមួយដុំឈើចាប់ផ្ដើមអណ្ដែតដូច (រូបទី *1.72*) ។ក្នុងករណីនេះកម្លាំងដំណោលមានតម្លៃស្មើនឹងទម្ងន់របស់ដុំឈើ ។ នេះមានន័យថា ខណៈនោះទម្ងន់របស់ទឹកដែលញែកចេញមានតម្លៃស្មើនឹងទម្ងន់របស់ដុំឈើ ។

ជាទូទៅវត្ថុមួយអាចអណ្ដែតបាន លុះត្រាតែវាញែកនូវបរិមាណអង្គធាតុរាវស្មើនឹងទម្ងន់របស់វា ។



***រូបទី** 1.72*

youtube.com/moeys

****

អំណានបន្ថែម

krou.moeys.gov.kh

រឿងព្រេងនិទានមួយតំណាលថា មានមហាក្សត្រិយ៍នៃនគរ **ស៊ីរ៉ាគូស** ព្រះនាម **អ៊ីយេរ៉ុង** ទ្រង់មានបំណងចង់បូជាមកុដមាសថ្វាយព្រះអាទិទេពទ្រង់បានប្រគល់ឱ្យជាងទងម្នាក់ធ្វើមកុដនោះ ។ ដោយសង្ស័យថា ជាងទងបានយកប្រាក់មកកាឡៃ ទ្រង់ក៏បានបញ្ជាឱ្យហៅ **អាកស៊ីម៉ែត**មក ហើយសួរថា តើលោកអាចបង្ហាញឱ្យឃើញថា ជាងទងពិតជាក្លែងបន្លំមែនឬទេ ដោយកុំប៉ះពាល់ឱ្យខូចមកុដនោះឡើយ ? **អាកស៊ីម៉ែត** បានខិតខំរិះគិតពីរឿងនេះអស់រយៈពេលយ៉ាងយូរ ។ ថ្ងៃមួយនៅពេលមុជទឹកក្នុងអាង លោកបានសម្គាល់ឃើញថា វាមានទំនាក់ទំនងរវាងដំណោលនិងមាឌនៃវត្ថុដែលញែកចេញ ។ វត្ថុដែលធ្វើពីមាសត្រូវតែធ្វើឱ្យទឹកដែលញែកចេញមានមាឌតូចជាងមាឌទឹកដែលវត្ថុធ្វើអំពីប្រាក់ទម្ងន់ស្មើគ្នា។ ដោយរំភើបខ្លាំងពេកចំពោះរបកគំហើញនេះ **អាកស៊ីម៉ែត**បានស្ទុះចេញពីអាងទឹកទៅដល់ផ្លូវទាំងខ្លួនស្រាតនលល ហើយស្រែកយ៉ាងខ្លាំងៗថា "អឺរេកា ! អឺរេកា ! អឺរេកា ! (ខ្ញុំបានរកឃើញហើយៗៗ) " ។

facebook.com/moeys.gov.kh

ពិសោធន៍សម្ពាធក្នុងអង្គធាតុរាវ

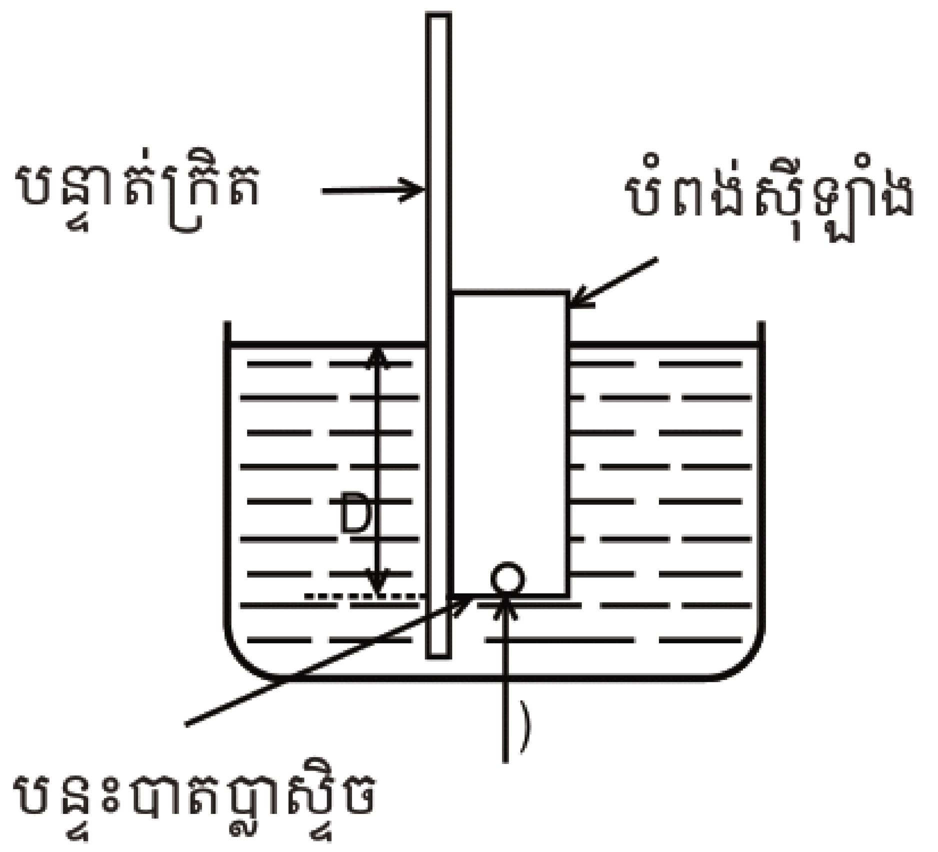
1. វត្ថុបំណង

បង្ហាញថា សម្ពាធក្នុងអង្គធាតុរាវអាស្រ័យនឹងជម្រៅនិងគណនាសម្ពាធនៅជម្រៅណាមួយតាមពិសោធន៍ជាក់ស្ដែង ។

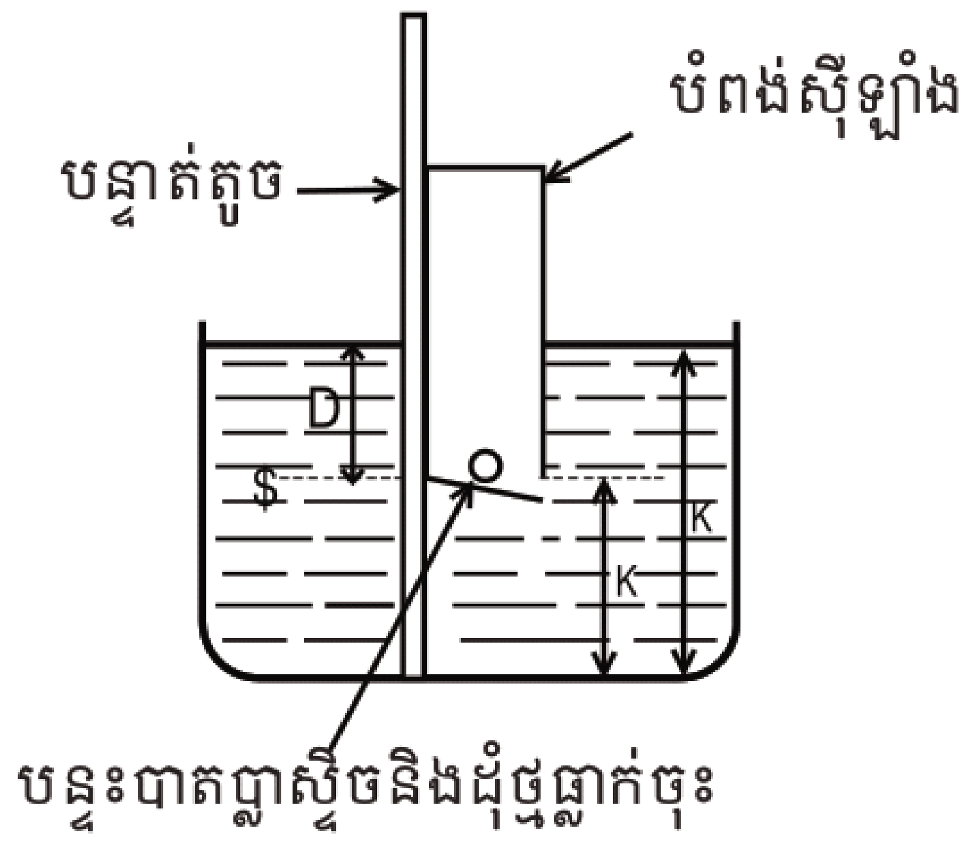
2. សម្ភារៈ

- បំពង់ប្លាស្ទិចថ្លារាងជាស៊ីឡាំង (ប្រហោងសងខាង) ប្រវែងប្រហែល 30cm និងអង្កត់ផ្ចិតក្នុងប្រហែល 5cm (យ៉ាងណាកុំឱ្យតូចពេក) ។
- បន្ទាត់ក្រិត ជញ្ជីង ទឹក ស្កុត់ និងដុំថ្ម ឬឃ្លីស៊ីម៉ង់ត៍មានអង្កត់ផ្ចិតប្រហែល 4cm ។
- ជើងប្លាស្ទិចថ្លារាងជាស៊ីឡាំងឬប្រលេពីប៉ែតកែងដែលមានអង្កត់ផ្ចិតប្រហែល 20cm និងកម្ពស់ប្រហែល 25cm ។
- បន្ទះប្លាស្ទិចស្ដើងសម្រាប់ធ្វើបាតស៊ីឡាំង ។

3. ការដំឡើងនិងដំណើរការពិសោធ



- ចាក់ទឹកបំពេញជើងស៊ីឡាំងឱ្យបានជិតពេញជើង ។
- យកបន្ទាត់តូចមកដាក់បញ្ឈរ រួចបិទភ្ជាប់នឹងជញ្ជាំងផ្នែកខាងក្រៅនៃស៊ីឡាំងដោយប្រើស្កុត់ដូចរូប ។
- ថ្លឹងម៉ាសដុំថ្មនិងបន្ទះបាតស៊ីឡាំង ។
- ដាក់ដុំថ្មចូលទៅក្នុងស៊ីឡាំង
- យកបន្ទះប្លាស្ទិចមកដាក់បាំងជាប់និងប្រហោងម្ខាងនៃស៊ីឡាំង រួចដាក់ចូលទៅក្នុងជើងដែលមានទឹកដោយសង្កត់ឱ្យបាតស៊ីឡាំងនោះលិចចូលទៅក្នុងទឹកនូវជម្រៅ *a* ណាមួយ ។
- បន្ទាប់ពីដាក់ដុំថ្មរួច បន្តការសង្កត់ស៊ីឡាំងឱ្យស្ថិតនៅជម្រៅ *a* ដដែល ពេលនោះបន្ទះប្លាស្ទិចនិងដុំថ្មពុំធ្លាក់ចូលទៅក្នុងទឹកទេ ។ នេះបង្ហាញថាកម្លាំងដំណោលរបស់ទឹកមានតម្លៃធំជាងទម្ងន់ដុំថ្ម និងបន្ទះបាតស៊ីឡាំង ។



youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

- សាកល្បងឱ្យស៊ីឡាំងងើបឡើងតិចៗរហូតដល់ជម្រៅ a' ណាមួយ ($a' < a$) ដែលពេលនោះបាតស៊ីឡាំងនិងដុំថ្មបានចាប់ផ្តើមធ្លាក់ចូលទៅក្នុងទឹក ។ ទីតាំងនោះសំគាល់ដោយ A ដូចរូប ។
- ធ្វើតាមលំនាំខាងលើឡើងវិញ ហើយស្រង់ទិន្នន័យចូលក្នុងលទ្ធផលខាងក្រោម ។

4. លទ្ធផល

- ម៉ាសដុំថ្ម m_1 និងម៉ាសបន្ទះ m_2 តាង $m = m_1 + m_2 = \ldots \text{kg}$
- ជម្រៅ : $a' = h_2 - h_1 = \ldots \text{cm}$
- អង្កត់ផ្ចិតស៊ីឡាំង : $D = \ldots \text{cm}$
- ត្រង់ទីតាំង A កម្លាំងដំណោលរបស់ទឹកទប់ទល់ជាមួយនឹងទម្ងន់ដុំថ្ម W_1 ទម្ងន់បន្ទះបាត W_2 និងកម្លាំងសង្កត់របស់បរិយាកាស F_{at} ($F = W_1 + W_2 + F_{at}$)
- សម្ពាធនៅជម្រៅ a' :

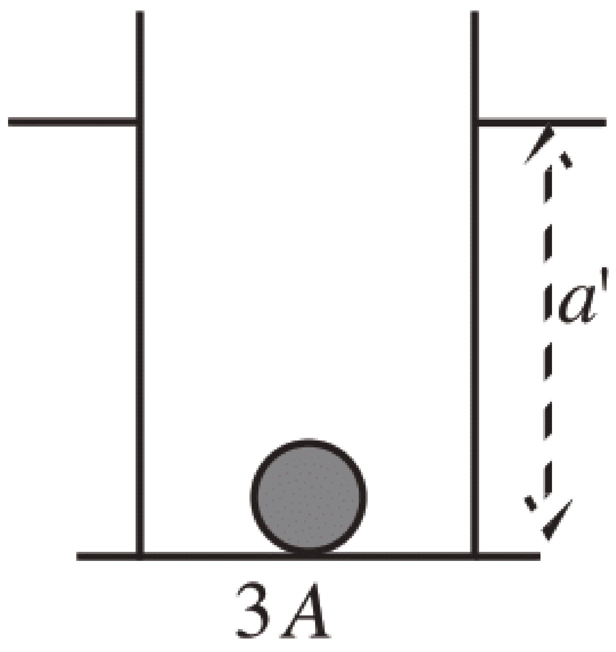
$$P = \frac{F}{A} = \frac{W_1 + W_2 + F_{at}}{A} = \frac{W_1 + W_2}{A} + P_{at}$$

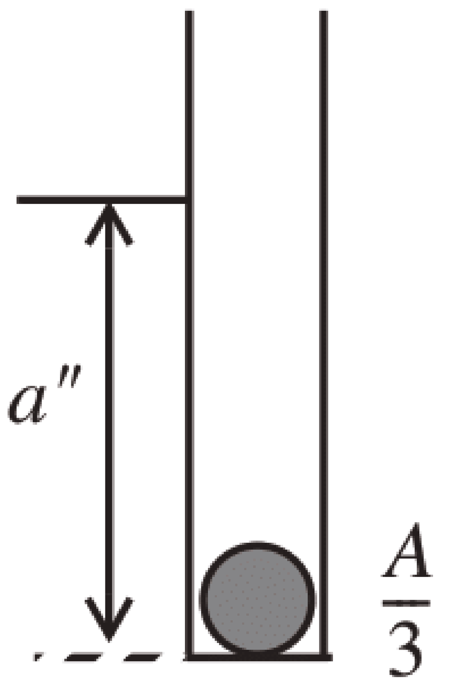
$P = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

5. **សន្និដ្ឋាន**

លទ្ធផលពិសោធន៍បង្ហាញថា សម្ពាធក្នុងទឹកអាស្រ័យនឹងជម្រៅមានន័យថា បើជម្រៅកាន់តែជ្រៅនោះ សម្ពាធទឹកកាន់តែខ្លាំង ហើយគេអាចគណនាសម្ពាធទឹកនៅជម្រៅណាមួយតាមពិសោធន៍ដូចខាងលើ ។

6. សំណួរពិភាក្សា





ក. នៅត្រង់ជម្រៅ a ដុំថ្ម និងបន្ទះបាតស៊ីឡាំងមិនធ្លាក់ចូលទៅក្នុងទឹកទេ ហេតុអ្វី ? ចូរពន្យល់ ។

ខ. នៅជម្រៅ a' ដុំថ្ម និងបន្ទះបាតស៊ីឡាំងធ្លាក់ចូលទៅក្នុងទឹក ។ ហេតុអ្វី ? ចូរពន្យល់ ។ ។

គ. នៅជម្រៅ a' ដដែល បើគេបង្កើនផ្ទៃឱ្យធំជាងមុនបីដង $3A$ តើដុំថ្មនិងបន្ទះបាតធ្លាក់ចុះឬទេ ? ចូរពន្យល់ ?

ឃ. បើគេបន្ថយផ្ទៃស៊ីឡាំងអោយតូចជាងមុនបីដង តើនៅជម្រៅណាដែលដុំថ្មចាប់ផ្តើមធ្លាក់ ?

មេរៀនសង្ខេប

- សម្ពាធគឺកម្លាំងសង្កត់ក្នុងមួយខ្នាតនៃផ្ទៃ $P = \frac{F}{A}$ ។
- សម្ពាធក្នុងអង្គធាតុរាវដែលមានម៉ាសមាឌ ρ និងជម្រៅ h : $P = P_{at} + \rho gh$ ។
- សម្ពាធរវាងចំណុចពីរក្នុងអង្គធាតុរាវដែលមានជម្រៅខុសគ្នា h : $P_2 = P_1 + \rho gh$ ។
- បារ៉ូម៉ែតជាឧបករណ៍សម្រាប់វាស់សម្ពាធបរិយាកាស : $1atm = 760\text{mmHg}$ ។
- **គោលការណ៍ប៉ាស្កាល់** : កាលណាសម្ពាធខាងក្រៅត្រូវបានបញ្ជូនទៅលើអង្គធាតុរាវដែលបិទជិត អង្គធាតុរាវបញ្ជូនទៅគ្រប់ទិសទីដោយបរិមាណសម្ពាធស្មើៗគ្នា ។
- **គោលការណ៍អាកស៊ីម៉ែត** : អង្គធាតុរឹងដែលមានមាឌ V ជ្រមុជក្នុងអង្គធាតុរាវនឹងថ្កល់ដែលមានម៉ាសមាឌ ρ ទទួលពីអង្គធាតុរាវនោះនូវដំណោលឈរមួយពីក្រោមទៅលើហើយមានតម្លៃ : $F_b = \rho gV$ ។
- អង្គធាតុលិចទាំងស្រុងកាលណាម៉ាសមាឌវាធំជាងម៉ាសមាឌទឹក ។
- អង្គធាតុមួយអាចអណ្តែតបាន លុះត្រាតែវាញែកនូវបរិមាណនៃអង្គធាតុរាវស្មើនឹងទម្ងន់របស់វា ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. តើសម្ពាធជាអ្វី ?
2. តើសម្ពាធបរិយាកាសមានទំហំស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?
3. គេប្រើឧបករណ៍អ្វីសម្រាប់វាស់សម្ពាធបរិយាកាស ?
4. តើសម្ពាធអង្គធាតុរាវប្រែប្រួលដូចម្តេច ?
5. ចូរពោលអំពីគោលការណ៍ប៉ាស្កាល់ ។
6. តើគោលការណ៍ប៉ាស្កាល់ត្រូវបានយកទៅអនុវត្តក្នុងឧបករណ៍អ្វីខ្លះ ?
7. តើកម្លាំងដែលធ្វើឱ្យវត្ថុមួយអណ្តែតឡើងលើហៅថា កម្លាំងអ្វី ?
8. តើអ្នកប្រាជ្ញឈ្មោះអ្វី រកឃើញដំណោលទៅលើវត្ថុដែលលិចក្នុងទឹក ? គេឱ្យឈ្មោះដំណោលនោះថាដូចម្តេច ?
9. ចូរពោលគោលការណ៍អាកស៊ីម៉ែត ។
10. តើអង្គធាតុរឹងមួយអាចអណ្តែតលើអង្គធាតុរាវមួយបានត្រូវមានលក្ខខណ្ឌដូចម្តេច ?

? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក1

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវមានតែមួយគត់ :

1. តើមួយណាជាទំហំវ៉ិចទ័រ ?

☐ក. រយៈពេល ☐ខ. ចម្ងាយចរ ☐គ. ម៉ាស ☐ឃ. សំទុះ ។

2. កាលណាគេនិយាយអំពីបំលាស់ទី គេត្រូវបញ្ជាក់ពី :

☐ក. តម្លៃ ☐ខ. ទិសដៅ ☐គ. ទិសនិងទិសដៅ ☐ឃ. តម្លៃនិងទិសដៅ ។

3. គេចោលបាល់មួយតាមទិសឈរត្រង់ឡើងលើដោយល្បឿន 1.5m/s និងដោយសំទុះថេរដែលមានតម្លៃ 10m/s^2 ។ តើរយៈពេលប៉ុន្មានដែលបាល់ឡើងដល់កម្ពស់ខ្ពស់បំផុត ?

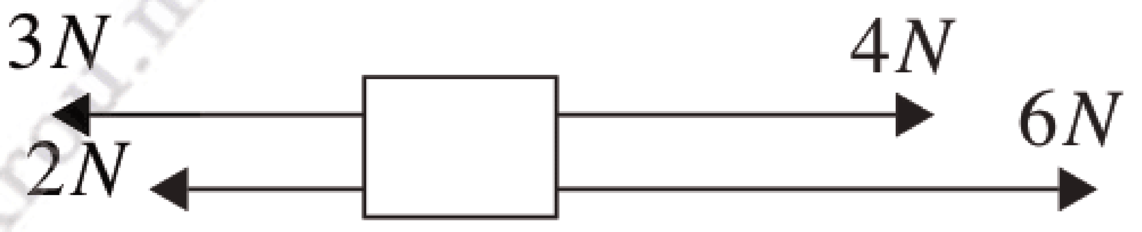
☐ក. $t = 0.15\text{s}$ ☐ខ. $t = 1.50\text{s}$ ☐គ. $t = 15\text{s}$ ☐ឃ. $t = 150\text{s}$ ។

4. វត្ថុមួយធ្លាក់ដោយសេរី ។ នេះជាការអនុវត្តច្បាប់របស់ញូតុន

☐ក. ទី 1 ☐ខ. ទី 2 ☐គ. ទី 3 ☐ឃ. ទី 1 និងទី 2 ។

5. ដ្យាក្រាមតាងកម្លាំងទាំង4 ដែលមានអំពើលើអង្គធាតុមួយដូចរូប ។

កម្លាំងផ្គួបនៃកម្លាំងទាំង4 គឺ :



☐ក. 5N ទៅខាងឆ្វេង ☐ខ. 5N ទៅខាងស្តាំ

☐គ. 10N ទៅខាងស្តាំ ☐ឃ. 15N ទៅខាងឆ្វេង ។

6. មួយញូតុនស្មើនឹង

☐ក. $1\text{kg} \times \text{m/s}^2$ ☐ខ. $1\text{kg} \times \text{m/s}$

☐គ. $1\text{kg} \times \text{m} \times \text{s}^2$ ☐ឃ. $1\text{kg} \times \text{m} \times \text{s}$ ។

7. រូបមន្តនៃកម្មន្តរបស់កម្លាំង F ក្នុងបំលាស់ទី d គឺ :

☐ក. $W = Fd\sin\theta$ ☐ខ. $W = Fd\cos\theta$

☐គ. $W = \frac{F}{d}\sin\theta$ ☐ឃ. $W = \frac{F}{d}\cos\theta$ ។

8. វត្ថុមួយមានម៉ាស m ស្ថិតនៅកម្ពស់ h ពីផ្ទៃដី ។ តើវត្ថុនោះមានថាមពលបម្រុងជាថាមពលអ្វី ?

☐ក. ថាមពលគីមី ☐ខ. ថាមពលពន្លឺ

☐គ. ថាមពលស៊ីនេទិច ☐ឃ. ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល ។

youtube.com/moeys
khmer.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

9. កម្លាំងសង្កត់ក្នុងមួយខ្នាតផ្ទៃហៅថា

☐ ក. ដង់ស៊ីតេ ☐ ខ. សម្ពាធ

☐ គ. កម្លាំងដំណោល ☐ ឃ. គោលការណ៍ប៉ាស្កាល់ ។

10. សម្ពាធបរិយាកាសនៅត្រង់នីវូសមុទ្រស្មើនឹង

☐ ក. $1.01 \times 10^5 N/m^2$ ☐ ខ. $0N/m^2$

☐ គ. $1.01 \times 10^4 N/m^2$ ☐ ឃ. $2 \times 10^5 N/m^2$ ។

11. សម្ពាធបរិយាកាសមានតម្លៃ 100kPa ។ តើកម្លាំងដែលបញ្ចេញដោយសម្ពាធបរិយាកាសមកលើផ្ទៃចតុកោណកែងមួយដែលមានបណ្តោយ 0.5m និងទទឹង 0.4m ស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

☐ ក. 20N ☐ ខ. 2 000N

☐ គ. 200N ☐ ឃ. 20 000N ។

II. បំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ

1. បំលាស់ប្តូរទីតាំងចល័តពីទីតាំងមួយទៅទីតាំងមួយទៀតហៅថា . . . . ។
2. រ៉ិចទ័រល្បឿនជាបម្រែបម្រួល . . . . ។
3. មេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះខ្សែកោងតាង(បំលាស់ទី - ពេល)ហៅថា . . . . . . ។
4. សមីការពេលនៃចលនាត្រង់ប្រែប្រួលស្មើសរសេរ . . . . ។
5. កម្លាំងជាបុព្វហេតុដែលធ្វើឱ្យអង្គធាតុ . . . . ។
6. ញូតុនជាកម្លាំងមានអំពើលើអង្គធាតុដែលមានម៉ាស 1kg បង្កើតសំទុះ . . . . . . ។
7. ផលគុណរវាងកម្លាំងក្នុងទិសដៅបំលាស់ទី និងទំហំនៃបំលាស់ទីនោះគឺជា . . . . ។
8. . . . . គឺជាសមត្ថភាពនៃអង្គធាតុដើម្បីធ្វើកម្មន្ត ។
9. អានុភាពគឺជាផលធៀបរវាង . . . . . . និង . . . . . . ។
10. សម្ពាធគឺជា . . . . ក្នុង . . . . . . នៃផ្ទៃ ។
11. សម្ពាធបរិយាកាសត្រូវបានគិតជា . . . . ហើយគេវាស់វាដោយឧបករណ៍ឈ្មោះ . . . . ។
12. សម្ពាធក្នុងអង្គធាតុរាវប្រែប្រួលទៅតាម . . . . . ។ គេអាចគណនាសម្ពាធក្នុងអង្គធាតុរាវនៅជម្រៅ h តាមរូបមន្ត . . . . . ។
13. ឃ្នាបអ៊ីដ្រូលិច និងប្រាំងអ៊ីដ្រូលិច គឺជាការអនុវត្តគោលការណ៍ . . . . ។ គោលការណ៍នោះសម្តែងថា . . . . ។
14. អង្គធាតុរឹងមួយអាចអណ្តែតបានលើផ្ទៃនៃអង្គធាតុរាវមួយបាន លុះត្រាតែវាញែកអង្គធាតុរាវស្មើនឹង . . . . . . វា ។

III. លំហាត់

1. វត្ថុមួយមានម៉ាស $m = 3.00\text{kg}$ បានផ្លាស់ទីក្នុងប្លង់មួយដែលមានកូអរដោនេ $x = 4t^2 - 1$ និង $y = 2t^2 + 2$ ដែល x , y គិតជា m និង t គិតជា s ។

   ក. កំណត់ល្បឿនដើមនៃវត្ថុ

   ខ. រកទំហំនៃកម្លាំងដែលមានអំពើលើវត្ថុតាមទិសដៅ x និង y

   គ. គណនាកម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើវត្ថុនោះ ។

2. ថូផ្កាមួយធ្លាក់តាមបង្អួចនៃអគារមួយដែលមានកម្ពស់ 20.0m ពីផ្ទៃដី ។ ថូនោះមានម៉ាស $m = 1.00\text{kg}$ ។ គេមិនគិតកម្លាំងទប់នៃខ្យល់ ។ គេឱ្យ $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។ កំណត់

   ក. ល្បឿនថូនៅខណៈដែលថូធ្លាក់ដល់ដី

   ខ. រយៈពេលទន្លាក់

   គ. ថាមពលស៊ីនេទិចនៅខណៈដែលថូធ្លាក់ដល់ដី ។

3. វត្ថុមួយមានម៉ាស $m = 100\text{kg}$ ស្ថិតនៅកម្ពស់ 3.00m ពីដី ។ នៅពេលធ្លាក់វត្ថុ A បានទាញវត្ថុ B មួយទៀតមានម៉ាស $M = 490\text{kg}$ ឱ្យរអិលដោយគ្មានកកិតលើប្លង់ដេកយ៉ាងវែងមួយ ។ A និង B តភ្ជាប់គ្នាដោយខ្សែឆ្មារកាត់តាមចង្អូររ៉កមួយ ។ ម៉ាសរបស់រ៉កអាចចោលបាន ។ គេឱ្យ $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។ គណនា

   ក. សំទុះនៃប្រព័ន្ធ

   ខ. រយៈពេលទន្លាក់នៃវត្ថុ A

   គ. កម្មន្តនៃទម្ងន់របស់វត្ថុ A ក្នុងរយៈពេលនៃទន្លាក់ ។

4. មុខកាត់នៃពីស្តុងពីររបស់ឃ្នាបអ៊ីដ្រូលិចមានតម្លៃតាមរៀង 8cm^2 និង 120cm^2 ។ តើដំណោលដែលច្រានទៅលើពីស្តុងធំមានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន បើកម្មករម្នាក់ប្រើកម្លាំង 3000N ទៅលើពីស្តុងតូចតាមឃ្នាស់មួយ?

5. អង្គធាតុមួយមានម៉ាស 200g ហើយមានម៉ាសមាឌ 7800kg/m^3 ។ គេពន្លិចវាទៅក្នុងទឹក ។ រក

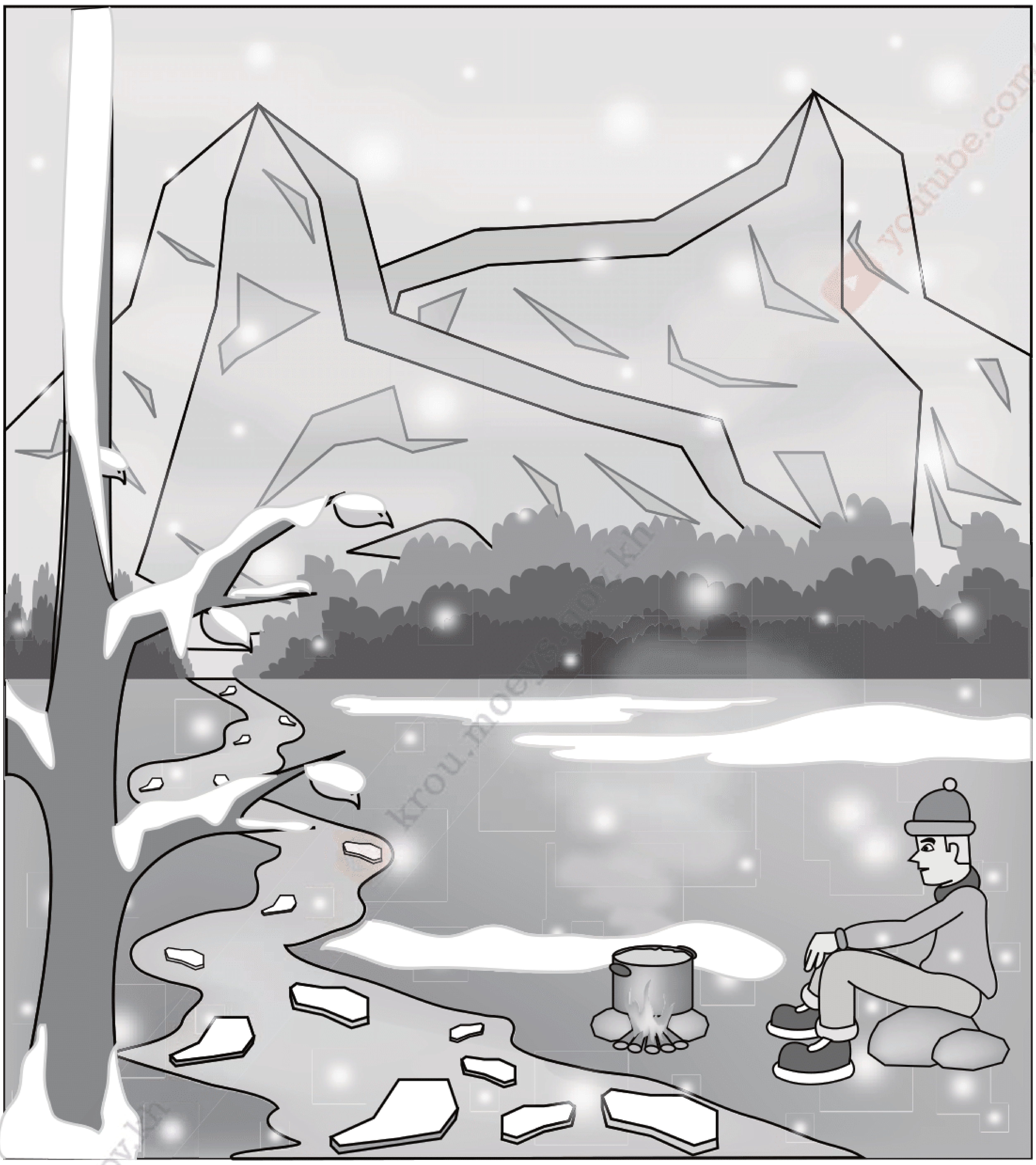
   ក. តម្លៃនៃកម្លាំងដំណោលអាកស៊ីម៉ែត ?

   ខ. ទម្ងន់ទំនងរបស់អង្គធាតុដែលលិចទាំងស្រុង ?

6. សាឡាងមួយមានរាងប្រលេពីប៉ែតកែងមានបណ្តោយ 20m និងទទឹង 3m ។ កាលណាគេផ្ទុកពេញ ទឹកឡើងមកនៅត្រឹម 50cm ពីគែមលើរបស់វា ។ កាលណាវាគ្មានបន្ទុកទឹកមកនៅត្រឹម 1.10m ពីគែមវា ។ តើទម្ងន់បន្ទុកស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

ជំពូក 2 ទែម៉ូឌីណាមិច



មនុស្ស សត្វ រុក្ខជាតិ ជាពិសេសអ្វីៗដែលមានជីវិតនៅលើផែនដីនេះ ត្រូវការថាមពលកម្ដៅជាចាំបាច់ ។ ហេតុដូចនេះហើយបានជាអ្នកប្រាជ្ញវិទូ ខិតខំស្រាវជ្រាវសិក្សាពីលំនាំ និងបុព្វហេតុនៃកម្ដៅ ដែលឱ្យឈ្មោះថា ទែម៉ូឌីណាមិច ។ តើទែម៉ូឌីណាមិចក្នុងជំពូកនេះសិក្សាពីអ្វីខ្លះ ?

មេរៀនទី 1 : សីតុណ្ហភាព

មេរៀនទី 2 : ទ្រឹស្ដីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

មេរៀនទី 3 : កម្ដៅ

មេរៀនទី

1 សីតុណ្ហភាព

youtube.com/moeys

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ❒ ញែកច្បាស់ពីភាពខុសគ្នារវាងសីតុណ្ហភាពនិងកម្ដៅ ។
- ❒ ពន្យល់បានច្បាស់លាស់ពីរបៀបក្រិតមាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព ។
- ❒ គណនាលំហាត់បានត្រឹមត្រូវឥតខ្ចោះ ។

1. សីតុណ្ហភាពនិងកម្ដៅ

យើងបានសិក្សារួចមកហើយថា កម្រិតក្ដៅឬត្រជាក់នៃអង្គធាតុមួយសំគាល់ដោយសីតុណ្ហភាព ។ នៅថ្នាក់នេះយើងចង់បង្ហាញពីភាពខុសគ្នារវាងសីតុណ្ហភាពនិងកម្ដៅ ។

ចូរអ្នកធ្វើការសង្កេតលើការចាក់ទឹកក្ដៅពីកំសៀវឬឆ្នាំងចូលទៅក្នុងពែងឬចាន ។សីតុណ្ហភាពនៃតំណក់ទឹកតូចៗដែលខ្ទាតចេញពីពែងមកប៉ះដៃអ្នក ដូចគ្នានឹងសីតុណ្ហភាពទឹកនៅក្នុងពែងដែរ ព្រោះទឹកក្ដៅចេញពីកំសៀវតែមួយ ។ ប៉ុន្តែបើអ្នកយកទឹកក្ដៅក្នុងពែងទាំងអស់មកចាក់លើដៃអ្នកនោះ អ្នកនឹងមានអារម្មណ៍ថា ក្ដៅជាងតំណក់ទឹកក្ដៅតូចៗដែលខ្ទាតត្រូវដៃអ្នក តើហេតុអ្វី ? ព្រោះថាថាមពលកម្ដៅក្នុងពែងទឹកក្ដៅធំជាងថាមពលកម្ដៅក្នុងតំណក់ទឹកក្ដៅ ។ ដូច្នេះ បើគេនិយាយពីសីតុណ្ហភាពនោះ សំដៅទៅលើកម្រិតក្ដៅឬកម្រិតត្រជាក់របស់អង្គធាតុ ។ បើគេនិយាយពីកម្ដៅនោះគឺសំដៅទៅលើបរិមាណថាមពលកម្ដៅដែលផ្ទេរពីអង្គធាតុក្ដៅទៅអង្គធាតុត្រជាក់ ។

រូបទី *2.1*

2. មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព

មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពនីមួយៗត្រូវប្រើក្នុងការអនុវត្តផ្សេងៗ ដូច្នេះចាំបាច់យើងត្រូវចេះពីរបៀបក្រិតរបស់វា ។

ដើម្បីក្រិតមាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព អ្នកត្រូវអនុវត្តដូចតទៅ ៖

- ជ្រើសរើសសារធាតុ (សារធាតុដែលត្រូវប្រើដើម្បីវាស់សីតុណ្ហភាព) ។

- ជ្រើសរើសចំណុចនឹងពីរ គឺចំណុចនឹងទាបបំផុតនិងចំណុចនឹងខ្ពស់បំផុតដែលជាកម្រិតនៃភាពត្រជាក់និងកម្រិតនៃភាពក្តៅ ។
- ចែកកម្រិតសីតុណ្ហភាពរវាងចំណុចពីរជាប្រលោះក្រិតតូចៗហើយស្មើៗគ្នា ធ្វើយ៉ាងនេះដើម្បីឱ្យសារធាតុវាស់សីតុណ្ហភាពប្រែប្រួលទៀងទាត់ជាក់លាក់ នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពផ្លាស់ប្តូរ ។

2.1 មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពសតភាគឬសែលស្យ៊ុស

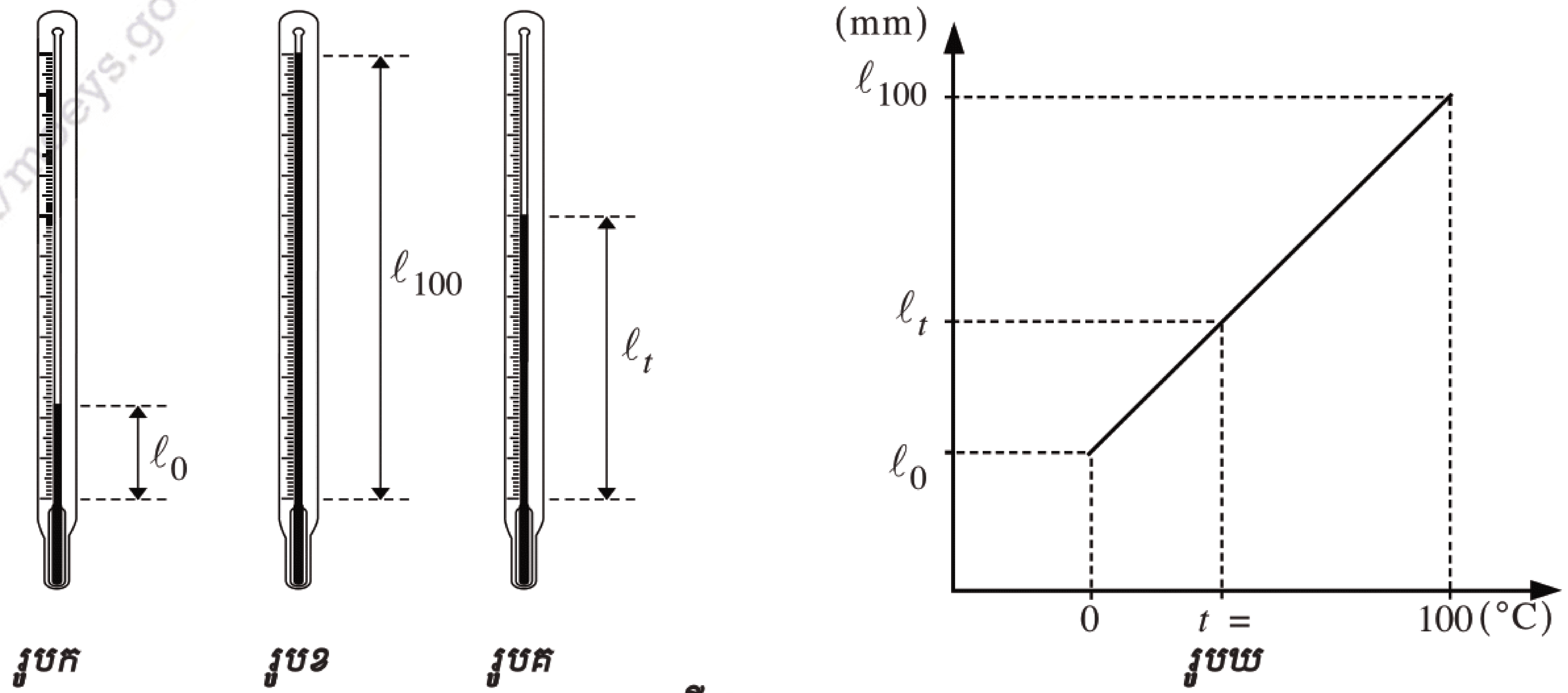
នៅក្នុងសកលលោកសព្វថ្ងៃ គេនិយមប្រើមាត្រដ្ឋានសតភាគឬមាត្រដ្ឋានសែលស្យ៊ុស ។ ក្នុងមាត្រដ្ឋាននេះ គេយកចំណុចទឹកសុទ្ធកករលាយជាចំណុចសូន្យ (ចំណុចនឹងទាប) គេសរសេ 0°C និងចំណុចចំហាយនៃទឹកសុទ្ធពុះជាចំណុច 100°C (ចំណុចនឹងខ្ពស់បំផុត) ។

គេចែកចន្លោះពី 0 ដល់ 100 ជា 100 ប្រលោះក្រិតស្មើៗគ្នាដែលមួយប្រលោះក្រិតមានតម្លៃស្មើនឹងមួយអង្សាសែលស្យ៊ុស គេសរសេរ (1°C) ។

2.2 ការគណនាសីតុណ្ហភាពនៅលើមាត្រដ្ឋានសតភាគឬសែលស្យ៊ុស

ក្នុងទែម៉ូម៉ែតបារត មាឌបារតប្រែប្រួលទៅតាមសីតុណ្ហភាព ។ ដូចនេះយើងអាចវាស់បម្រែបម្រួលនៃមាឌបារតជាបម្រែបម្រួលនៃសីតុណ្ហភាពនោះ មានន័យថា យើងវាស់បម្រែបម្រួលប្រវែងនៃសសរបារត បើមុខកាត់របស់វាថេរ ។

ℓ_0 ជានីវ៉ូនៃអង្គធាតុរាវនៅក្នុងកណ្តក់នៃទែម៉ូម៉ែតដែលកំពុងត្រាំក្នុងទឹកសុទ្ធកករលាយ (រូបទី *2.2* ក) ។ ℓ_{100} ជានីវ៉ូនៃអង្គធាតុរាវពេលត្រាំក្នុងចំហាយទឹកសុទ្ធកំពុងពុះ(រូបទី *2.2* ខ) ហើយ ℓ_t ជានីវ៉ូនៃអង្គធាតុរាវពេលដាក់នៅសីតុណ្ហភាព t (រូបទី *2.2* គ) ។ គេអាចគណនាតម្លៃសីតុណ្ហភាពt ដោយប្រើវិធីសមាមាត្រ (រូបទី *2.2* ឃ) ។



រូបទី 2.2

តាមសមាមាត្រយើងបានសមីការដូចខាងក្រោម :

$$t = \frac{\ell_t - \ell_0}{\ell_{100} - \ell_0} \times 100 \;\; (°C) \qquad (1)$$

ឧទាហរណ៍ **:** គេធ្វើពិសោធន៍លើទែម៉ូម៉ែតបារតមួយដោយឃើញ $\ell_0 = 5cm$, $\ell_{100} = 25cm$ ។ តើសីតុណ្ហភាព t ស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

ក. នៅពេល ℓ_t ស្មើនឹង 14cm

ខ. នៅពេល ℓ_t ស្មើនឹង 3cm ។

ដំណោះស្រាយ

ក. នៅពេល ℓ_t ស្មើនឹង 14cm

តាមរូបមន្ត : $t = \frac{\ell_t - \ell_0}{\ell_{100} - \ell_0} \times 100(°C)$

ដោយ : $\ell_0 = 5cm$, $\ell_{100} = 25cm$, $\ell_t = 14cm$

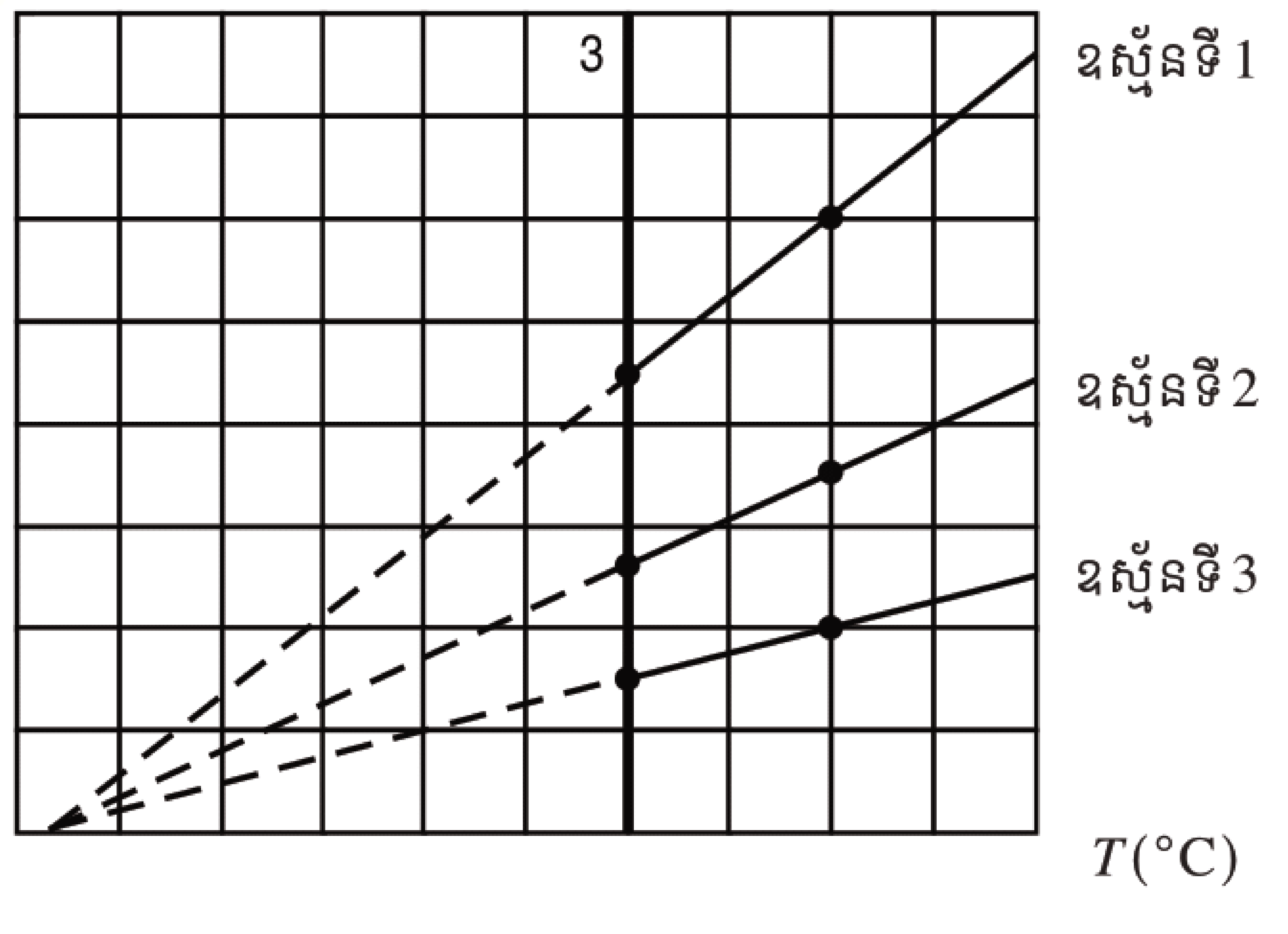
$$t = \frac{14 - 5}{25 - 5} \times 100(°C) = 45°C$$

ខ. នៅពេល ℓ_t ស្មើនឹង 3cm

$$t = \frac{3 - 5}{25 - 5} \times 100(°C) = -10°C$$

2.3 ទែម៉ូម៉ែតឧស្ម័ននិងមាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតឬកែលវិន

ចំពោះចំណុចនេះ យើងពុំបានពណ៌នាពីទែម៉ូម៉ែតឧស្ម័នទេ ។ ឥឡូវយើងប្រៀបធៀបសីតុណ្ហភាពវាស់ដោយទែម៉ូម៉ែតឧស្ម័នដែលមានឧស្ម័នផ្សេងៗគ្នាស្ថិតក្រោមសម្ពាធដើមផ្សេងៗគ្នា ។ ពិសោធន៍នេះបង្ហាញថា អំណានទែម៉ូម៉ែតសឹងតែមិនអាស្រ័យនឹងប្រភេទឧស្ម័នដែលយកមកប្រើ ។



រូបទី *2.3*

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

ប្រសិនបើយើងបន្លាយក្រាប (បន្ទាត់)ដូចបង្ហាញ(រូបទី 2.3) ឆ្ពោះទៅកាន់សីតុណ្ហភាពអវិជ្ជមាន (ទៅកាត់អ័ក្សT) ត្រង់ចំណុចមួយដែលត្រូវគ្នានឹងចំណុច $P = 0$ នោះ យើងបានរកឃើញសីតុណ្ហភាព $T = -273.15°C$ ហើយសីតុណ្ហភាព នេះបានរកឃើញដូចៗគ្នាចំពោះឧស្ម័នទាំងអស់ ។ ធម្មតាយើងមិនអាចពិនិត្យ ឬសង្កេតលក្ខខណ្ឌសម្ពាធត្រង់ចំណុចសូន្យនេះបានទេ ព្រោះនៅសីតុណ្ហភាពដ៏ទាបនេះឧស្ម័នមិនអាចរក្សាភាពសុទ្ធរបស់វាយូរបានទេ ។ តែទោះជាយ៉ាងនេះក៏ដោយ យើងប្រើតម្លៃ $T = -273.15°C$ នេះជាតម្លៃគ្រឹះនៃមាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពដាច់ខាត ដែលចំណុចសូន្យរបស់វាស្មើនឹង $-273.15°C$ ។ ប៉ុន្តែសូន្យលើមាត្រដ្ឋាននេះហៅថា សូន្យដាច់ខាត ។ មួយប្រលោះក្រិតលើមាត្រដ្ឋានដាច់ខាតស្មើនឹងមួយប្រលោះក្រិតនៅលើមាត្រដ្ឋានសតភាគដែរ ។ ដូចនេះដើម្បីរកសីតុណ្ហភាពកែលវិនឬសីតុណ្ហភាពដាច់ខាត យើងត្រូវបន្ថែមតម្លៃ 273.15 លើតម្លៃសីតុណ្ហភាពសែលស៊ីុសនោះ ។

យើងបានរូបមន្ត : $T = t + 273.15 \Rightarrow \boxed{t = T - 273.15}$

T ជាសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតគិតជាកែលវិន (K), t ជាសីតុណ្ហភាពសែលស៊ីុសគិតជា (°C) ។

ដោយសារតែចំណុចកកនិងចំណុចចំហាយពិបាកធ្វើពិសោធន៍ មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតដែលមានមូលដ្ឋានលើចំណុចលំនឹងមួយបានអនុម័តក្នុងឆ្នាំ 1954 ដោយគណៈកម្មការអន្តរជាតិស្តីពីរង្វាស់និងទម្ងន់ ។ទិន្នន័យនៃចំណុចនឹងដែលទាក់ទងជាមួយសារធាតុមួយចំនួនដូចបង្ហាញក្នុងតារាងខាងក្រោមត្រូវបានគេជ្រើសរើសយក " ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹក " (Triple point of water) ជាសីតុណ្ហភាពយោងសម្រាប់មាត្រដ្ឋានថ្មីនេះ ។

ចំណុចនឹងរួមមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹក ជាចំណុចប្រសព្វមួយនៃសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធដែលភាពទាំងបី (រឹង រាវ និងឧស្ម័ន) មានលំនឹងរួមគ្នា ។ ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹកនេះកើតឡើងត្រង់សីតុណ្ហភាពប្រហែល 0.01°C និងសម្ពាធ 4.58mmHg ។ នៅលើមាត្រដ្ឋានថ្មីដែលប្រើខ្នាតកែលវិន នោះសីតុណ្ហភាពទឹកត្រង់ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹកគឺ 273.16K ។

សម្គាល់ : ចំពោះខ្នាតកែលវិនពុំមានសញ្ញាអង្សាទេ (°) ។ មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតចាស់គឺផ្អែកលើចំណុចកកនិងចំណុចចំហាយរបស់ទឹក ។ ចំណែកឯមាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពថ្មីនេះផ្អែកលើចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹក ។ ប៉ុន្តែមាត្រដ្ឋានទាំងពីរនេះមានតម្លៃសឹងតែស្មើគ្នា ។ មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតថ្មីនេះ គេហៅផងដែរថា មាត្រដ្ឋានកែលវិនដែលប្រើខ្នាតសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតក្នុងប្រព័ន្ធ SI គឺកែលវិន(K)ត្រូវកំណត់ដោយ$\frac{1}{273.16}$ នៃផលសងរវាងសូន្យដាច់ខាតនិងសីតុណ្ហភាពរបស់ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹក ។

តារាងចំណុចលំនឹងនៃសីតុណ្ហភាព

ចំណុចលំនឹង	សីតុណ្ហភាព (°C)	សីតុណ្ហភាព K
• ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់អ៊ីដ្រូសែន	–259.34	13.81
• ចំណុចរំពុះរបស់អ៊ីដ្រូសែន	–252.87	20.28
• ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ណេអុង	–246.048	27.102
• ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់អុកស៊ីសែន	–218.789	54.361
• ចំណុចរំពុះរបស់អុកស៊ីសែន	–182.962	90.188
• ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹក	0.01	273.16
• ចំណុចរំពុះរបស់ទឹក	100.00	373.15

ឧទាហរណ៍ទី1 : ចូរកំណត់សីតុណ្ហភាពកែលវិនដែលត្រូវនឹង –10°C , 0°C , 100°C ។

ដំណោះស្រាយ

- បើសីតុណ្ហភាពសតភាគ (សែលស៊្យុស) $t = -10°C$

  សីតុណ្ហភាពដាច់ខាតគឺ : $T = t + 273 = -10 + 273 = 263K$
- បើសីតុណ្ហភាពសតភាគ (សែលស៊្យុស) $t = 0$

  សីតុណ្ហភាពដាច់ខាតគឺ : $T = 0 + 273 = 273K$
- បើសីតុណ្ហភាពសតភាគ (សែលស៊្យុស) $t = 100$

  សីតុណ្ហភាពដាច់ខាតគឺ : $T = 100 + 273 = 373K$ ។

ឧទាហរណ៍ទី2 **:** នៅថ្ងៃមួយសីតុណ្ហភាពឡើងដល់ 40°C តើនៅក្នុងមាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពកែលវិនស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

ដំណោះស្រាយ

គេមាន $t = 40°C$

តាមរូបមន្ត : $T = t + 273$

ដូចនេះសីតុណ្ហភាពកែលវិនគឺ : $T = 40 + 273K$

ដូច្នេះ $T = 313K$ ។

មេរៀនសង្ខេប

- កម្រិតក្តៅឬកម្រិតត្រជាក់នៃអង្គធាតុមួយត្រូវបានគេហៅថា សីតុណ្ហភាព ។
- កម្តៅគឺជាបរិមាណកម្តៅដែលផ្ទេរពីអង្គធាតុក្តៅទៅអង្គធាតុត្រជាក់ជាង ។
- ដើម្បីគណនាសីតុណ្ហភាពនៅលើមាត្រដ្ឋានសតភាគត្រូវអនុវត្តតាមទំនាក់ទំនង

$$t(°\text{C}) = \frac{\ell_t - \ell_0}{\ell_{100} - \ell_0} \times 100$$ ។

- មាត្រដ្ឋានកែលវិន $T = t + 273.15$ ។
- ចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹក(រឹង រាវ និងឧស្ម័ន) ជាចំណុចប្រសព្វមួយនៃសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធដែលភាពទាំងបីនេះមានលំនឹងរួមគ្នា ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. តើអ្វីទៅជាសីតុណ្ហភាព ? អ្វីទៅជាកម្តៅ ?
2. តើអ្វីជាចំណុចនឹងមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹក (Triple point of water) ?
3. តើសូន្យដាច់ខាតមានន័យដូចម្តេច ?
4. ចូរសរសេរសមីការទូទៅរបស់សីតុណ្ហភាពសម្រាប់មាត្រដ្ឋានសតភាគ ។
5. ចូរសរសេរសមីការបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងមាត្រដ្ឋានសតភាគនិងមាត្រដ្ឋានកែលវិន ។
6. គណនាសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតដែលត្រូវនឹង –5°C , 3°C , 20°C , 60°C ។
7. កុមារម្នាក់គ្រុនក្តៅមានសីតុណ្ហភាព 40°C ។ គណនាសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតរបស់កុមារនោះ ។
8. នៅប្រទេសកម្ពុជាក្នុងឆ្នាំមួយនោះសីតុណ្ហភាពធ្លាក់ចុះដល់ 16°C ។ ចូរគិតជាសីតុណ្ហភាពកែលវិន ។
9. នាពាក់កណ្តាលរដូវរងា នៅមហាសមុទ្រអង់តាក់ទិចសីតុណ្ហភាពមានតម្លៃ 186K ។ ចូរគិតសីតុណ្ហភាពនេះជាសែលស៊ីស ។
10. ទែម៉ូម៉ែតបារតមួយត្រូវបានដាក់ចូលទៅក្នុងតម្រាំទឹកកកដែលចាប់ផ្តើមរលាយ ពេលនោះបារតលូតបានប្រវែង 25mm ។ នៅពេលគេដាក់ទែម៉ូម៉ែតចូលក្នុងទឹកកំពុងពុះដែលចំហាយស្ថិតក្រោមសម្ពាធ 1atm ពេលនោះបារតលូតបានប្រវែង 200mm ។ គណនាសីតុណ្ហភាព t នៅពេលដែលបារតមានប្រវែង 95mm ។

មេរៀនទី

2 ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃរូបធាតុ

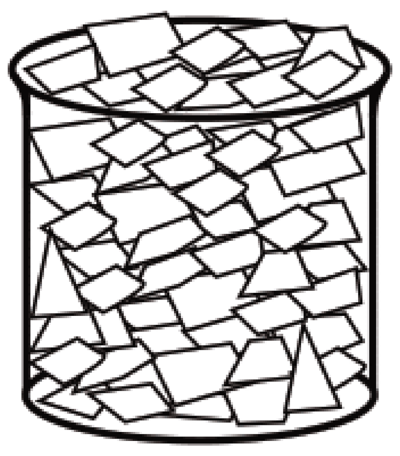
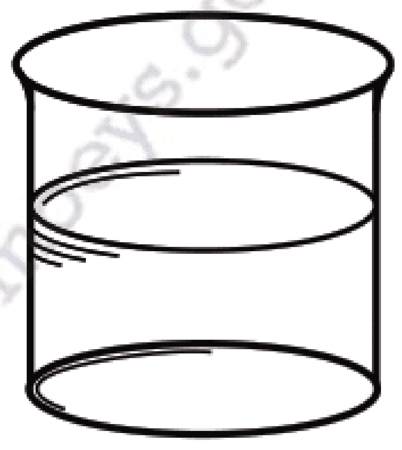
ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

❒ ពណ៌នាពីភាពទាំងបីនៃរូបធាតុនិងទម្រង់របស់វា ។

❒ ពណ៌នាពីចលនានៃម៉ូលេគុល ។

1. ភាពនៃរូបធាតុ

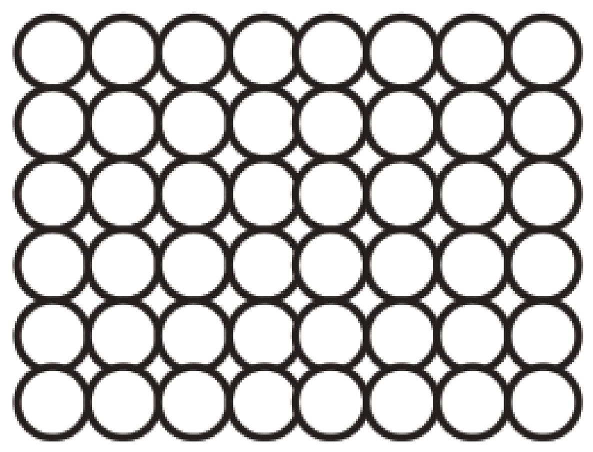
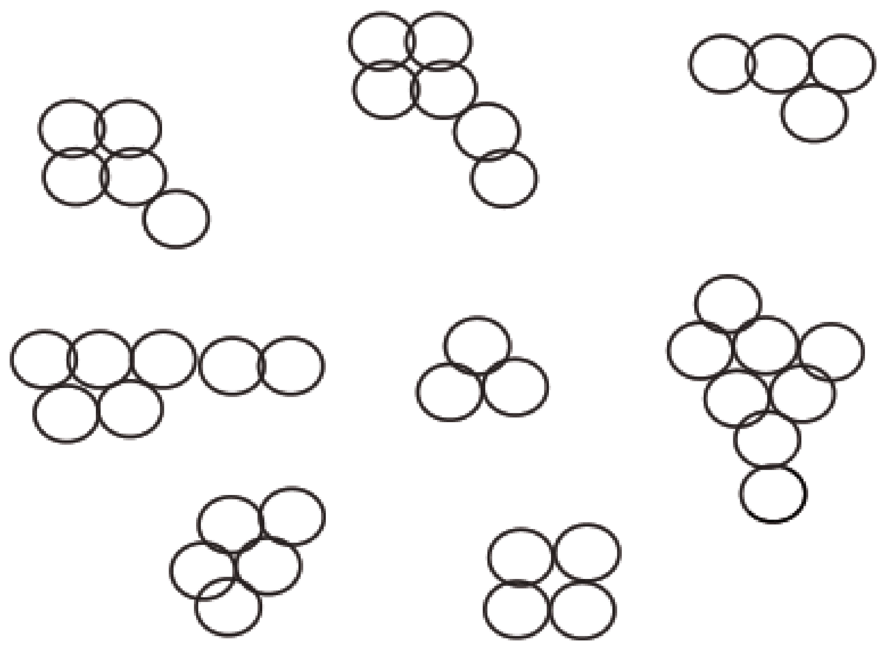
ក្នុងមេរៀននេះយើងបានសិក្សារួចម្ដងមកហើយ ដូច្នេះយើងគ្រាន់តែរំលឹកពីលក្ខណៈនៃភាពផ្សេងៗគ្នារបស់រូបធាតុប៉ុណ្ណោះ ។

ភាពនៃរូបធាតុ	លក្ខណៈ
 ភាពរឹង (ទឹកកក)	- រូបរាងនិងមាឌថេរ(ច្បាស់លាស់ ជាក់លាក់) - ជាធម្មតាមានភាពរឹងហើយមាំ - ត្រូវការកម្លាំងធំដើម្បីប្តូររូបរាង - ម៉ាសមាឌធំ - មិនអាចបណ្ណែនបាន
 ភាពរាវ (ទឹក)	- រូបរាងមិនកំណត់តែមាឌថេរ - ម៉ាសមាឌធំ - មិនអាចបណ្ណែនបាន
ភាពជាឧស្ម័ន(ខ្យល់)	- រូបរាងនិងមាឌប្រែប្រួលមិនកំណត់ - ម៉ាសមាឌតូច - អាចបណ្ណែនបាន

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

2. គំរូម៉ូលេគុលស៊ីនេទិចនៃរូបធាតុ

យើងដឹងហើយថា រូបធាតុទាំងអស់ផ្សំឡើងពីភាគល្អិតតូចៗជាច្រើន ហៅថា អាតូមឬក្រុមអាតូមចងសម្ព័ន្ធគ្នា ហៅថា ម៉ូលេគុល ។ ក្នុងអង្គធាតុសុទ្ធម៉ូលេគុលដូចគ្នាទាំងអស់ ។ ដូចនេះ ម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុមួយជាភាគល្អិតតូចបំផុតនៃរូបធាតុនោះ ដែលអាចស្ថិតនៅជាភាពសេរីដោយគ្មានបាត់លក្ខណៈសម្គាល់នៃរូបធាតុទេ ។ ម៉ូលេគុលទាំងអស់នេះធ្វើចលនាដោយឥតសណ្តាប់ធ្នាប់ នេះគឺជាគំរូម៉ូលេគុលស៊ីនេទិចនៃរូបធាតុ ។ ពាក្យស៊ីនេទិចនេះជាភាសាក្រិចមានន័យថា “ធ្វើចលនា” ដូចនេះ យើងសិក្សាចលនាម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុដោយប្រើគំរូម៉ូលេគុលស៊ីនេទិចតាមតារាងប្រៀបធៀបខាងក្រោម :

ភាពនៃរូបធាតុ	ការតម្រៀបនៃភាគល្អិត	ចលនានៃភាគល្អិត
 គំរូម៉ូលេគុលនៃអង្គធាតុរឹង	-ចងសម្ព័ន្ធយ៉ាងមាំនិងស្ថិតនៅជិតគ្នាបំផុតយ៉ាងទៀងទាត់ ។ នេះគឺសម្រាប់អង្គធាតុរឹងដែលមានម៉ាសមាឌធំ ។	- រញ្ជួយតិចៗឥតឈប់ឈរសងខាងទីតាំងលំនឹងភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធអន្តរម៉ូលេគុល ។នេះពន្យល់ថាអង្គធាតុរឹងមានមាឌនិងរាងជាក់លាក់ ។
 គំរូម៉ូលេគុលនៃអង្គធាតុរាវ	- ផ្តុំគ្នាជាក្រុមៗបង្កើតបានជាម៉ូលេគុលដែលនៅឃ្លាតពីគ្នាជាងម៉ូលេគុលអង្គធាតុរឹងនេះពន្យល់ពីអង្គធាតុរាវមានម៉ាសមាឌធំនិងមានទំនោរដើម្បីបង្កើតជាតំណក់ទឹក ។	-ក្រុមម៉ូលេគុលនីមួយៗធ្វើចលនាដោយសេរី ហើយអាចរមៀលលើគ្នាបាន ប៉ុន្តែចលនានេះគឺស្ថិតក្នុងដែនកំណត់នៃឧបករណ៍ដែលផ្ទុកវា ។ នេះជាមូលហេតុធ្វើអោយវាមានមាឌមិនប្រែប្រួលនិងដូចមាឌរបស់អង្គធាតុដែលផ្ទុកវា ។
គំរូម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ន	- ម៉ូលេគុលរបស់វានៅឆ្ងាយពីគ្នា មានរាងនិងមាឌមិនច្បាស់លាស់ ហើយប្រែប្រួលទៅតាមវត្ថុនិងលំហដែលវាតាំងនៅ ។ នេះសម្រាប់ឧស្ម័នដែលមានម៉ាសមាឌតូច ។	- ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នមានចលនារញ្ជួយយ៉ាងខ្លាំងឥតឈប់ឈរគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់ ។ ដោយសារគម្លាតឆ្ងាយនៃម៉ូលេគុលនេះកម្លាំងទាញចូលរវាងម៉ូលេគុលសឹងតែគ្មាន ។ នេះពន្យល់ពីមូលហេតុដែលឧស្ម័នមានមាឌនិងរាងមិនជាក់លាក់ហើយអាចបណ្តែនបាន ។

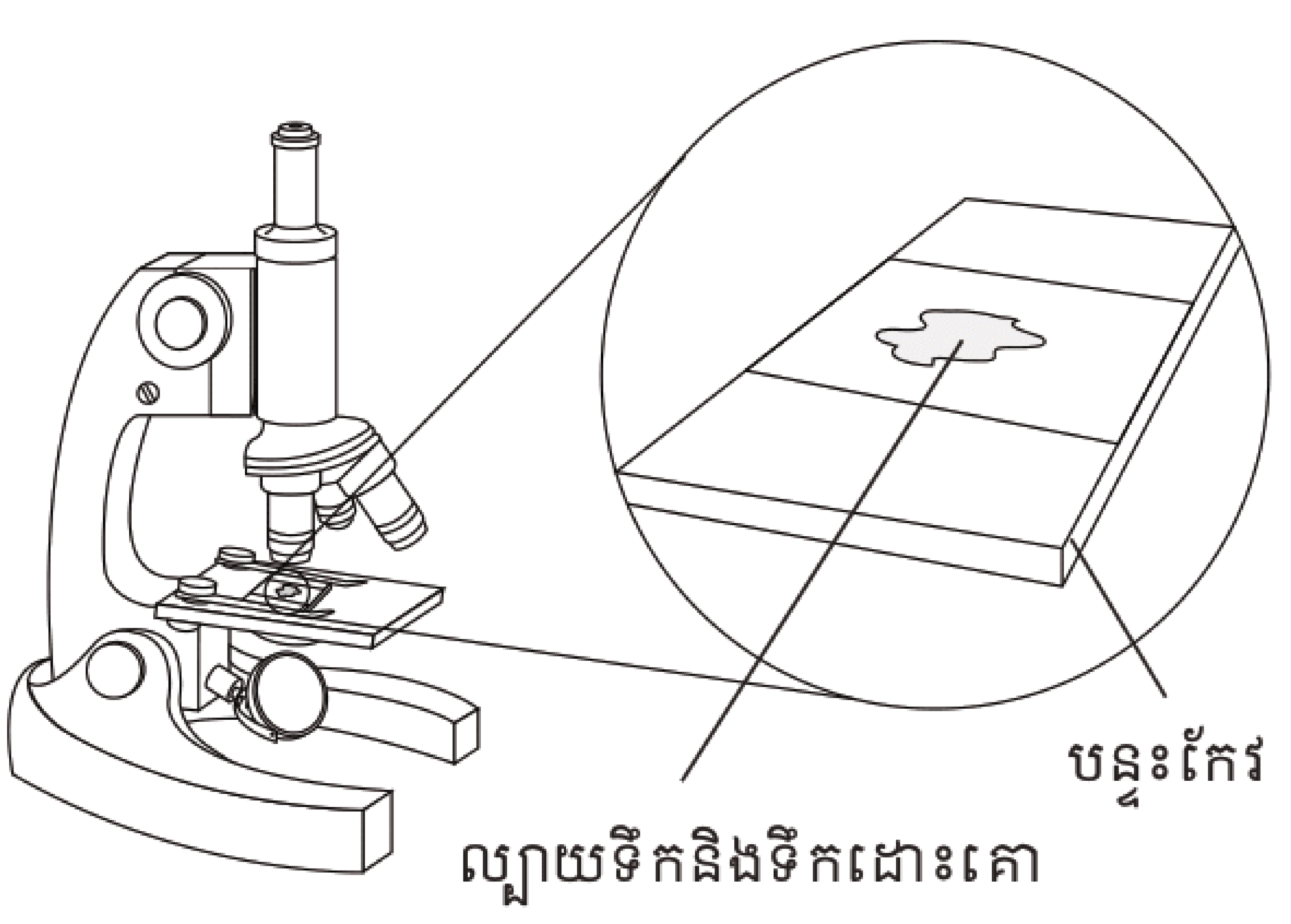
3. ភស្តុតាងចលនាម៉ូលេគុល

យើងបានដឹងថា នៅចន្លោះម៉ូលេគុលមានលំហជានិច្ច ទោះបីមានអំពើនៃកម្លាំងផ្សេងៗក៏ដោយ ។ ម៉ូលេគុលនៃអង្គធាតុរាវនិងឧស្ម័នមានកម្លាំងទំនាញចូល(កម្លាំងបញ្ចាប់)ខ្សោយ ។ ដូច្នេះបាតុភូតបន្សាយនៃម៉ូលេគុលកើតឡើងយ៉ាងរហ័សចំពោះអង្គធាតុទាំងពីរនេះ ។ បាតុភូតបន្សាយនេះ គឺបញ្ជាក់ពីចលនារបស់ម៉ូលេគុល ប៉ុន្តែយើងពុំបានលើកយកមកសិក្សាក្នុងមេរៀននេះទេ ព្រោះបានសិក្សានៅថ្នាក់ក្រោមរួចមកហើយ ។ ហេតុនេះយើងលើកយកតែចលនាប្រោនមកសិក្សា ដើម្បីបញ្ជាក់ពីភស្តុតាងចលនានៃម៉ូលេគុលតែប៉ុណ្ណោះ ។

ពិសោធន៍ចលនាប្រោន

1. **វត្ថុបំណង** :បង្ហាញឱ្យឃើញច្បាស់ថា ម៉ូលេគុលនៃអង្គធាតុមានចលនាឥតឈប់ឈរ ។
2. **សម្ភារៈពិសោធ** :មីក្រូទស្សន៍ បន្ទះឡាម ឡាមែល (Cover glass) ទឹកដោះគោនៅមួយកំប៉ុង ឬមួយកញ្ចប់ ទឹកមួយពែង ។
3. **ដំណើរការពិសោធ**

- ដំឡើងឧបករណ៍ដូចក្នុងរូប ។
- យកបំពង់បឺតជ្រលក់ក្នុងកំប៉ុងទឹកដោះគោនៅ លៃយ៉ាងណាឱ្យបានជាប់ទឹកដោះគោមួយតំណក់ រួចយកទៅពាសឱ្យបានស្តើងលើបន្ទះកែវថ្លា ។
- យកទឹកមួយតំណក់មកដាក់លាយនឹងទឹកដោះគោដែលមាននៅលើបន្ទះកែវស្រាប់ ។



រូបទី 2.4 ពិនិត្យចលនាប្រោន

- យកបន្ទះឡាមែលគ្របពីលើល្បាយទឹកដោះគោនិងទឹកដូចរូប រួចយកទៅពិនិត្យនឹងមីក្រូទស្សន៍ ។
- កែតម្រូវមីក្រូទស្សន៍យ៉ាងណាឱ្យមើលឃើញម៉ូលេគុលនៃល្បាយបានច្បាស់ ។

4. សំណួរពិភាក្សា

- តាមរយៈមីក្រូទស្សន៍ តើអ្នកសង្កេតឃើញអ្វី ?
- តើម៉ូលេគុលនៃល្បាយមានចលនាដែរឬទេ ?

5. សន្និដ្ឋាន

តាមការសង្កេត យើងឃើញមានចំណុចខ្មៅតូចៗដែលមានចលនារញ្ជួយនិងរំកិលផងហើយផ្លាស់ទីឥតសណ្តាប់ធ្នាប់ ។ ចំណុចខ្មៅតូចៗនេះ យើងសន្និដ្ឋានថា ជាម៉ូលេគុលនៃល្បាយ ។

លទ្ធផលដែលយើងទទួលបាននេះជាភស្តុតាងនៃចលនារបស់ម៉ូលេគុល ។

មេរៀនសង្ខេប

- រូបធាតុមានភាពបីគឺ រឹង រាវ និងឧស្ម័ន ។
- ម៉ូលេគុលអង្គធាតុរឹងមានចលនារញ្ជួយតិចសងខាងទីតាំងលំនឹង ។
- ម៉ូលេគុលអង្គធាតុរាវមានចលនាដោយសេរីហើយអាចរមៀលលើគ្នាបាន ។
- ម៉ូលេគុលឧស្ម័ន ធ្វើចលនារញ្ជួយយ៉ាងខ្លាំងឥតឈប់ឈរនិងគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់ ។
- លទ្ធផលពិសោធន៍ចលនាប្រោនផ្តល់នូវភស្តុតាងចលនានៃម៉ូលេគុល ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្តេចហៅថា ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុល ?
2. តើការបំបែករូបធាតុមួយជាភាគល្អិតមានព្រំដែនដែរឬទេ ?
3. ចូរពន្យល់ពីមូលហេតុអង្គធាតុរឹងមានមាឌនិងរាងជាក់លាក់ ។
4. ចូរពន្យល់ពីមូលហេតុឧស្ម័នមានមាឌនិងរាងមិនកំណត់ ។
5. ចូរពណ៌នាពីការតម្រៀបម៉ូលេគុលនៃភាពទាំងបីរបស់រូបធាតុ ។

មេរៀនទី

3 កម្ដៅ

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

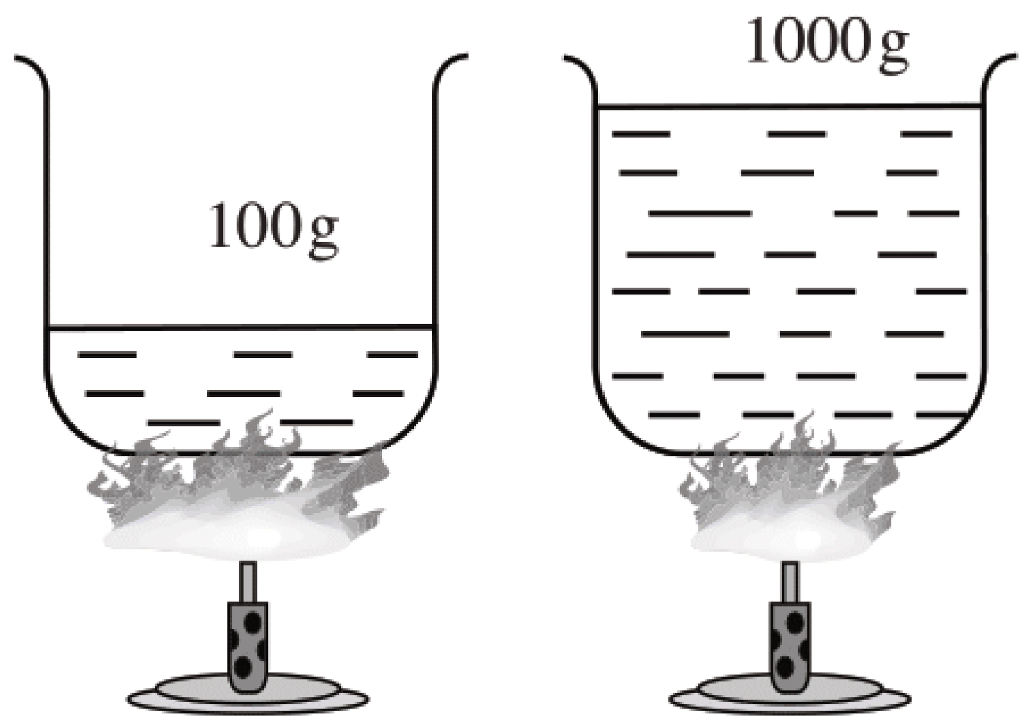
- ❒ ពន្យល់ពីកម្ដៅបានយ៉ាងក្បោះក្បាយនិងត្រឹមត្រូវ ។
- ❒ កំណត់និយមន័យចំណុះកម្ដៅនិងកម្ដៅម៉ាសព្រមទាំងអាចគណនាលំហាត់ដោយប្រើរូបមន្ត $Q = mc\Delta T$ ។
- ❒ ពណ៌នាពី រលាយ កំណក រំពុះ និងកំណញើស ។
- ❒ គណនាកម្ដៅឡាតង់រលាយនិងកម្ដៅឡាតង់បង្ហួតដោយប្រើរូបមន្ត: $L_f = \ell_f \times m$, $L_v = \ell_v \times m$ ។

1. កម្ដៅ

នៅក្នុងមេរៀនកម្ដៅនិងសីតុណ្ហភាព យើងដឹងថាកម្ដៅជាថាមពលដែលបានផ្ទេរពីអង្គធាតុក្ដៅទៅអង្គធាតុដែលត្រជាក់ជាង ។ ជាការពិតណាស់ ពេលយើងដាំទឹក គឺយើងកំពុងផ្ដល់ថាមពលកម្ដៅទៅឱ្យទឹក ហើយថាមពលដែលយើងផ្ដល់នោះវាមិនបានបាត់បង់ទេ គឺគ្រាន់តែបំប្លែងទៅជាថាមពលផ្សេងៗទៀត ។ ក្នុងករណីនេះ ថាមពលកម្ដៅដែលផ្ដល់ឱ្យទឹកត្រូវបំប្លែងជាថាមពលក្នុងរបស់ម៉ូលេគុលទឹក ។ ថាមពលកម្ដៅក្នុងនេះមានទម្រង់ពីរ គឺថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនិងថាមពលស៊ីនេទិច ។ ដូច្នេះ ថាមពលកម្ដៅជារង្វាស់បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសរុបរបស់អង្គធាតុ ។

2. ចំណុះកម្ដៅ

ប្រសិនបើយើងកម្ដៅទឹក 100g និង 1000g ពីសីតុណ្ហភាព 30°C ដល់ 60°C ដោយប្រើប្រភពកម្ដៅដូចគ្នា(ប្រភពកម្ដៅតែមួយ) យើងនឹងឃើញថាទឹកដែលមានម៉ាស 1000g ត្រូវការបរិមាណកំដៅ 10 ដងធំជាងទឹកដែលមានម៉ាស 100g ដើម្បីឱ្យវាមានសីតុណ្ហភាពដូចគ្នា ។



រូបទី 2.5

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

តាមលំនាំនៃពិសោធន៍បង្ហាញថា បរិមាណកម្តៅចាំបាច់សម្រាប់ដំឡើងឬតំហាយសីតុណ្ហភាពនៃអង្គធាតុមួយ គឺអាស្រ័យនឹងម៉ាសនៃអង្គធាតុនោះ ។ នេះហៅថាចំណុះកម្តៅ ។

ដូច្នេះ ចំណុះកម្តៅជាបរិមាណកម្តៅចាំបាច់សម្រាប់ដំឡើងឬតំហាយសីតុណ្ហភាព 1K ឬ 1°C នៃអង្គធាតុមួយ ។ និមិត្តសញ្ញាចំណុះកម្តៅតាងដោយ C ហើយមានខ្នាតគិតជាស៊ូលក្នុងមួយកែលវិន (J/K) ឬស៊ូលក្នុងមួយអង្សាសែលស៊ីុស J/°C ។ ដូច្នេះយើងអាចនិយាយថាទឹក 1000g មានចំណុះកម្តៅធំជាងទឹក 100g 10 ដង ។

តាមគណិតវិទ្យាយើងអាចបង្ហាញកន្សោមចំណុះកម្តៅដូចខាងក្រោម :

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

C ចំណុះកម្តៅគិតជា (J/K) ឬ (J/°C) , Q បរិមាណកម្តៅដែលទឹកស្រូបឬបញ្ចេញគិតជា (J) និង ΔT បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពគិតជា (K) ឬ (°C) ។

ឧទាហរណ៍ 1 : ក្នុងពិសោធន៍ទឹក100g ត្រូវការបរិមាណកម្តៅ 12600J ដើម្បីបង្កើនសីតុណ្ហភាពពី 30°C ទៅ 60°C ។ គណនា

ក. ចំណុះកម្តៅរបស់ទឹកដែលមានម៉ាស 100g ។

ខ. ចំណុះកម្តៅរបស់ទឹកដែលមានម៉ាស 1000g ។

គ. បរិមាណកម្តៅដែលទឹក 100g ស្រូបយក ដើម្បីដំឡើងសីតុណ្ហភាពពី 30°C ទៅ 40°C ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាចំណុះកម្តៅរបស់ទឹក

តាមរូបមន្ត $C = \frac{Q}{\Delta T}$ ដោយបរិមាណកម្តៅផ្តល់ឱ្យ $Q = 12600\text{J}$ និង

កំណើនសីតុណ្ហភាព $\Delta T = 60°C - 30°C = 30°C$

ដូចនេះ ចំណុះកម្តៅរបស់ទឹក $C = \frac{12600}{30} = 420\text{J}/°C$ ។

ខ. យើងដឹងថាទឹក 1000g ស្មើនឹង 10 ដងនៃម៉ាសទឹក 100g ដូច្នេះចំណុះកម្តៅទឹក 1000g គឺ $10 \times C$ ចំណុះកម្តៅនៃទឹក 100g ស្មើនឹង $10 \times 420\text{J}/°C = 4200\text{J}/°C$ ។

គ. តាមរូបមន្ត : $C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow Q = C\Delta T$

អនុវត្តជាលេខ $C = 420\text{J}/°C$, $\Delta T = 40°C - 30°C$

$$Q = 420 \times 10 = 4200\text{J} ។$$

ឧទាហរណ៍ 2 :ស្ព័សំណមួយត្រូវការបរិមាណកម្ដៅ 1.152×10^5J ដើម្បីដំឡើងសីតុណ្ហភាព ពី 25°C ទៅ 61°C ។ តើស្ព័សំណនោះមានចំណុះកម្ដៅស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

ដំណោះស្រាយ

បរិមាណកម្ដៅផ្ដល់ឱ្យ $Q = 1.152\times10^5\text{J}$

បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព $\Delta T = 61°\text{C} - 25°\text{C} = 36°\text{C}$

តាមរូបមន្ត $C = \dfrac{Q}{\Delta T}$

អនុវត្តជាលេខ $C = \dfrac{1.152\times10^5\text{J}}{36°\text{C}} = 3.2\times10^3\text{J}/°\text{C}$ ។

ដូច្នេះ អង្គធាតុផ្សេងគ្នាមានចំណុះកម្ដៅផ្សេងគ្នាដែរ ។

2.1 កម្ដៅម៉ាស

និយមន័យ : កម្ដៅម៉ាសនៃអងគ្គធាតុរឹងឬរាវ ជាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យអង្គធាតុ 1kg ដើម្បីដំឡើងសីតុណ្ហភាពវា 1K ឬ 1°C ។

គេតាងនិមិត្តសញ្ញាកម្ដៅម៉ាសដោយ **c** ដែលមានរូបមន្ត :

$$c = \frac{C}{m} = \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{\Delta T}\right)$$

c កម្ដៅម៉ាសគិតជា (J/kg · °C)

C ចំណុះកម្ដៅគិតជា (J/K) ឬ (J/°C)

m ម៉ាសសារធាតុគិតជា (kg)

Q បរិមាណកម្ដៅដែលទឹកស្រូបបានគិតជា (J)

ΔT បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពគិតជា (K) ឬ (°C) ។

តាមរូបមន្តនេះ $c = \dfrac{C}{m} = \dfrac{1}{m}\left(\dfrac{Q}{\Delta T}\right)$ (ដោយ $C = mc$)

យើងអាចសរសេរ : $\boxed{Q = m\times c\times\Delta T}$ ។

សម្គាល់ : ΔT ត្រូវតែវិជ្ជមាន ព្រោះកម្ដៅបានផ្ទេរពីតំបន់ដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ទៅតំបន់ដែលមានសីតុណ្ហភាពទាប ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

តារាងកម្តៅម៉ាសនៃសារធាតុខ្លះៗ

សារធាតុ	កម្តៅម៉ាស$(J/kg\cdot°C)$	សារធាតុ	កម្តៅម៉ាស $(J/kg\cdot°C)$
សំណ	1.3×10^2	ដែក	4.7×10^2
បារត	1.4×10^2	អាលុយមីញ៉ូម	9.1×10^2
ស័ង្កសី	3.8×10^2	សូដ្យូម	1.23×10^3
កែវ (មកុដ)	8.4×10^2	ទឹកកក $-10°C$	2.22×10^3
ទង់ដែង	4×10^2	ទឹក	4.19×10^3

នៅពេលយើងនិយាយថា កម្តៅម៉ាសទឹក $c = 4200(J/kg\cdot°C)$ មានន័យថា ដើម្បីបង្កើនសីតុណ្ហភាពទឹក 1kg ឱ្យបាន 1°C វាត្រូវការកម្តៅ 4200J ។ ប៉ុន្តែបើយើងផ្តល់កម្តៅ 4200J ទៅឱ្យទង់ដែង 1kg នោះវាកើនសីតុណ្ហភាពបាន $\Delta T = \dfrac{Q}{mc} = \dfrac{4200}{1\times400} = 10.5°C$ ។

តាមការប្រៀបធៀបនេះយើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា សារធាតុដែលមានកម្តៅម៉ាសតូចជាងកើនសីតុណ្ហភាពលឿនជាងសារធាតុដែលមានកម្តៅម៉ាសធំជាងប្រសិនបើកម្តៅផ្តល់ឱ្យស្មើគ្នា។

ឧទាហរណ៍ : ឧបករណ៍បំភាយកម្តៅអគ្គិសនីមួយបានផ្តល់អានុភាព 50W ឱ្យដុំលោហៈដែលមានម៉ាស 0.60kg ដើម្បីបង្កើនសីតុណ្ហភាព 20°C ទៅ 45°C ក្នុងរយៈពេល 90s ។ គណនាកម្តៅម៉ាសរបស់ដុំលោហៈនោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

យើងសន្មតថា បរិមាណកម្តៅដែលផ្តល់ឱ្យត្រូវបានដុំលោហៈស្រូបយកទាំងអស់

តាមសម្មតិកម្មយើងបាន

$P = 50W$, $\Delta T = 45°C - 20°C = 25°C$, $t = 90s$ និង $m = 0.60kg$

កម្តៅផ្តល់ដោយឧបករណ៍បំភាយកម្តៅ : $P\times t = 50\times90 = 4500J$

កម្តៅស្រូបដោយដុំលោហៈ : $Q = mc\Delta T$

តាមការសន្មតយើងបាន :កម្តៅផ្តល់ដោយឧបករណ៍បំភាយកម្តៅ= កម្តៅស្រូបដោយដុំលោហៈ

យើងបាន $Pt = mc\Delta T \Rightarrow c = \dfrac{Pt}{m\Delta T}$ ឬ $c = \dfrac{4500}{0.60\times25} = 300J/kg\cdot°C$

ដូចនេះកម្តៅម៉ាសដុំលោហៈស្មើនឹង $300J/kg\cdot°C$ ។

3. រលាយ កំណក រំពុះ កំណជាញើស និងរំហួត

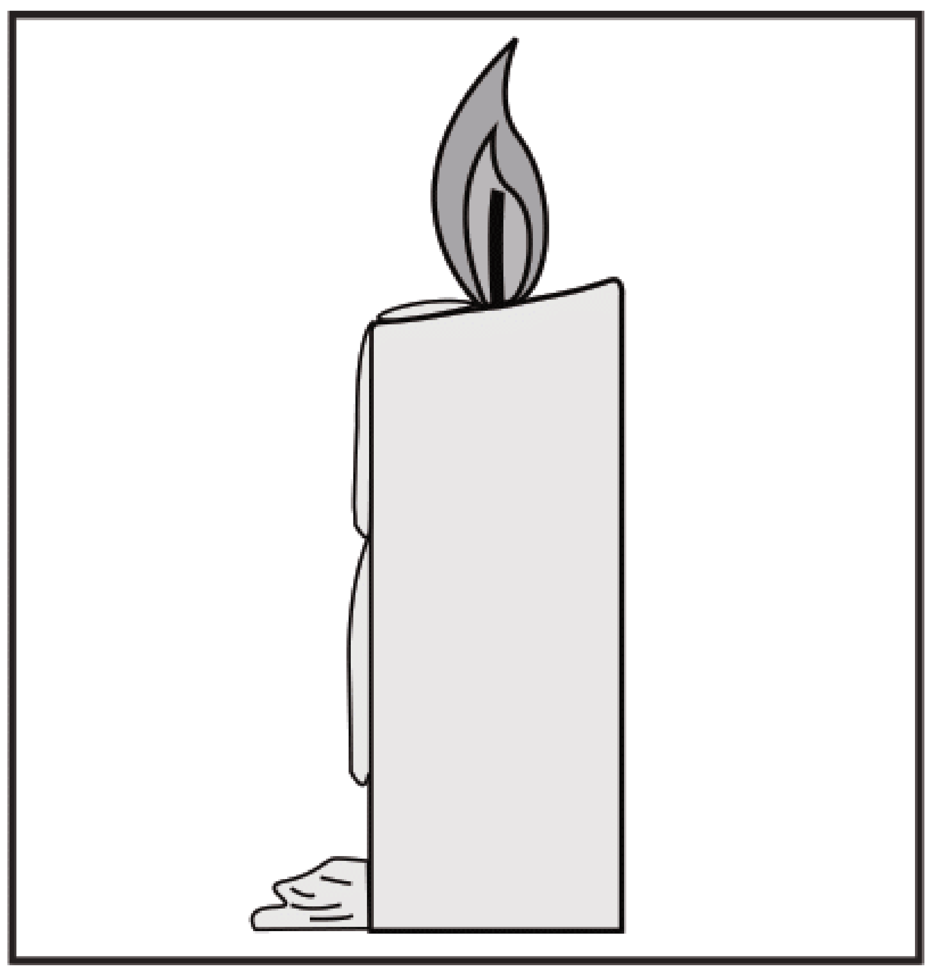
3.1 រលាយនិងកំណក

យើងបានសិក្សាពីថ្នាក់មុនម្តងរួចមកហើយ ដូច្នេះយើងគ្រាន់តែរំលឹកឡើងវិញខ្លះៗ ។ ក្នុងមេរៀននេះយើងនឹងសិក្សាស៊ីជម្រៅនៅថ្នាក់ទី 11 ។

ក. រលាយ

ពេលដែលអង្គធាតុរឹងមួយកំពុងផ្លាស់ប្តូរភាពពីរឹងទៅរាវ យើងហៅលក្ខណៈបំលាស់ប្តូរនេះថា **ការរលាយ** ។ ចំពោះសារធាតុសុទ្ធរលាយកើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាពកំណត់មួយ ។ សីតុណ្ហភាពកំណត់នេះជាចំណុចរលាយនៃសារធាតុ ។

តារាងចំណុចរលាយនៃសារធាតុខ្លះៗ



រូបទី 2.6

សារធាតុ	ចំណុចរលាយ(°C)
អ៊ីដ្រូសែន	–259
អុកស៊ីសែន	–218
អេទីលអាល់កុល	–117
បារត	–39
ទឹកកក	0

សារធាតុ	ចំណុចរលាយ(°C)
ផូស្វរ	44
ស្ពាន់ធ័រ	114
សំណប៉ាហាំង	232
សំណ	327
សង្កសី	420
អាលុយមីញ៉ូម	660
ប្រាក់	960
មាស	160
ទង់ដែង	1080
តង់ស្តែន	3370

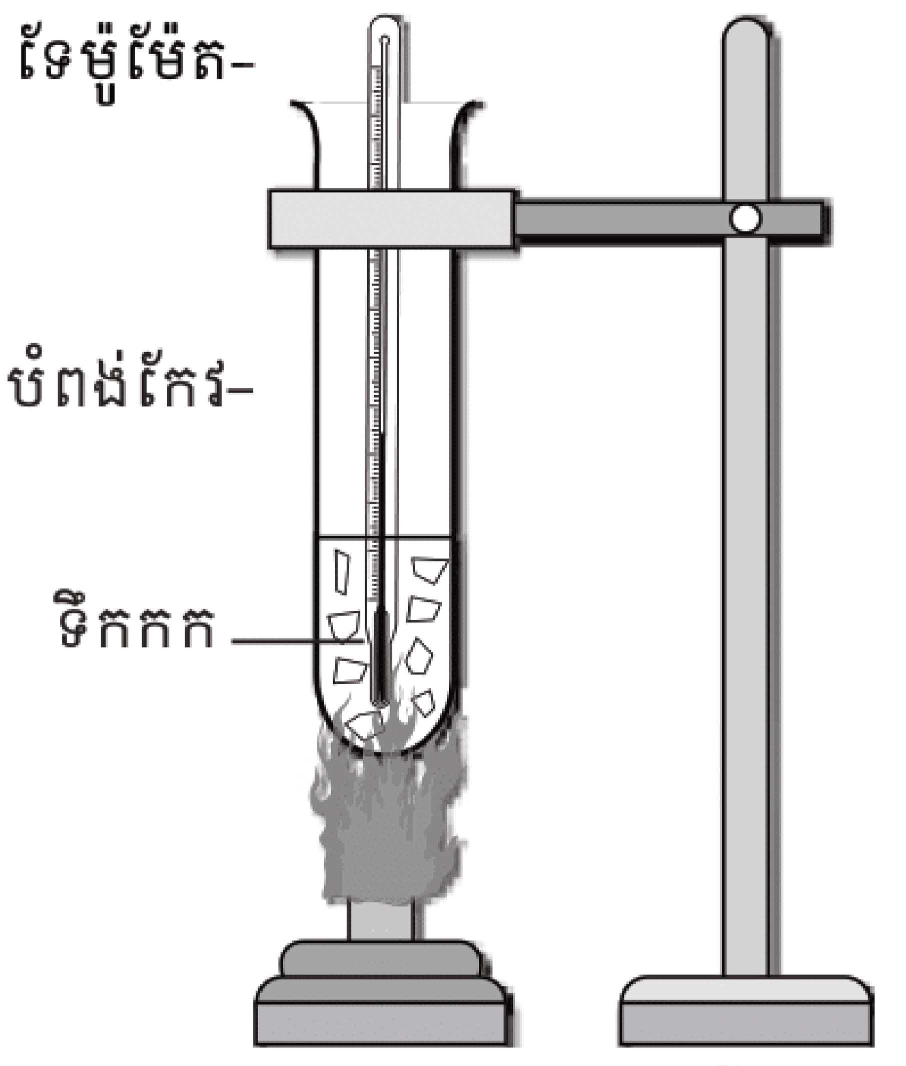
ពិសោធន៍កំណត់ចំណុចរលាយ

1. វត្ថុបំណង : កំណត់ចំណុចរលាយរបស់ទឹកកកនិងសិក្សាពីបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពពេលទឹកកករលាយ ។

2. សំភារៈពិសោធន៍ : ដុំទឹកកកនៅសីតុណ្ហភាព $-5°C$ ទែម៉ូម៉ែត ជើងទម្រ ចង្ក្រានហ្គាស បំពង់កែវ ក្រូណូម៉ែត ។

3. ដំណើរការពិសោធ

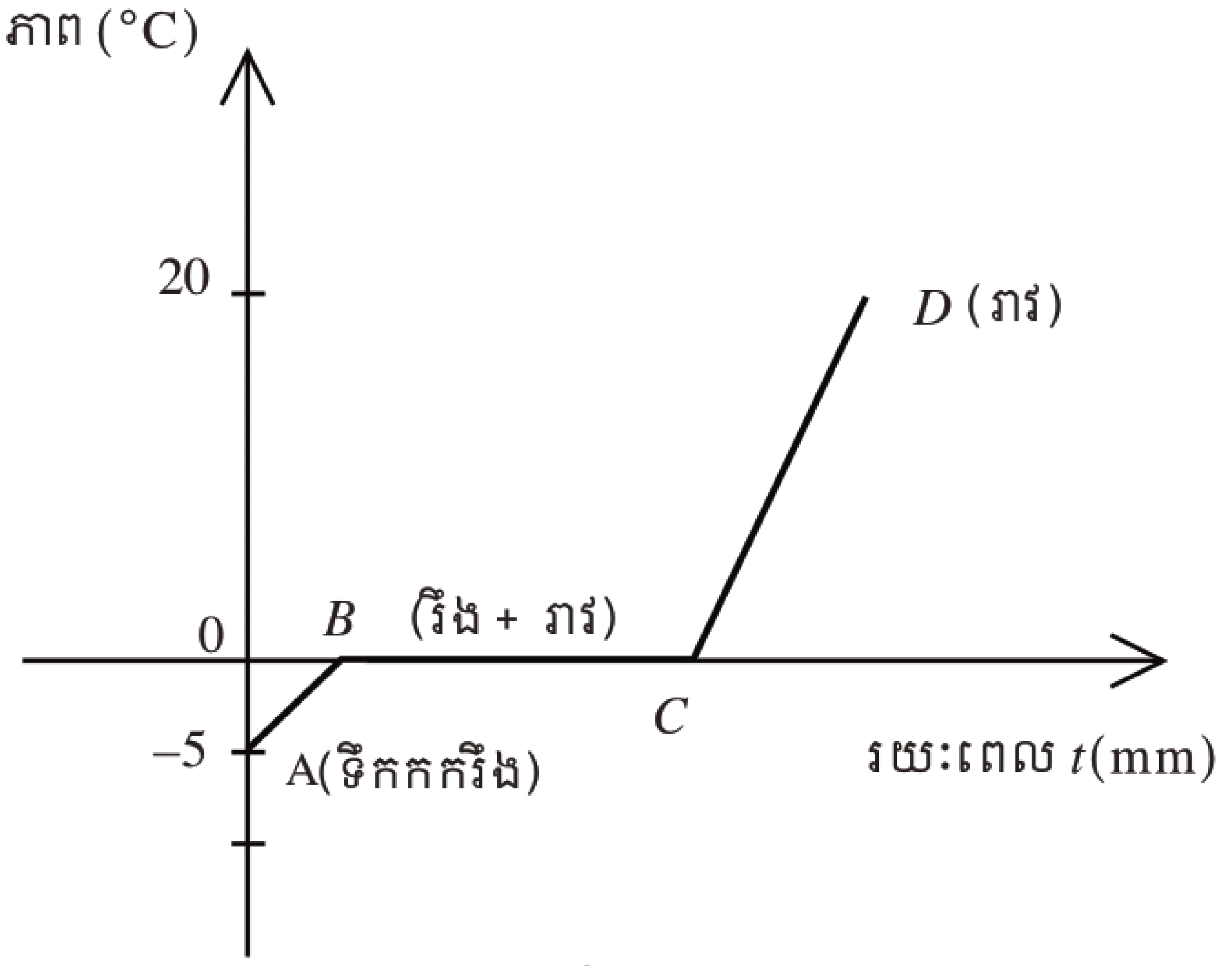
- យកដុំទឹកកកមកបំបែកជាដុំតូចៗ រួចដាក់ចូលក្នុងបំពង់កែវ ។
- ដាក់ទែម៉ូម៉ែតថ្មមៗចូលទៅក្នុងកំទេចទឹកកករហូតដល់វាមានលំនឹង ប៉ុន្តែធ្វើយ៉ាងណាកុំឱ្យប៉ះនឹងបំពង់កែវ ។
- វាស់សីតុណ្ហភាពដើមរបស់ទឹកកក ហើយចាប់ផ្តើមដុតកម្តៅបំពង់កែវដោយចង្ក្រានហ្គាស ។
- វាស់សីតុណ្ហភាពមួយនាទីម្តងៗរហូតដល់ទឹកកករលាយអស់និងសីតុណ្ហភាពឡើងដល់ $20°C$ ។



រូបទី 2.7

- សង់ក្រាបតាង(សីតុណ្ហភាព-ពេល) រួចរកចំណុចរលាយរបស់ទឹកកក ។

4. លទ្ធផលពិសោធន៍ : យើងទទួលបានក្រាបដូចខាងក្រោម :

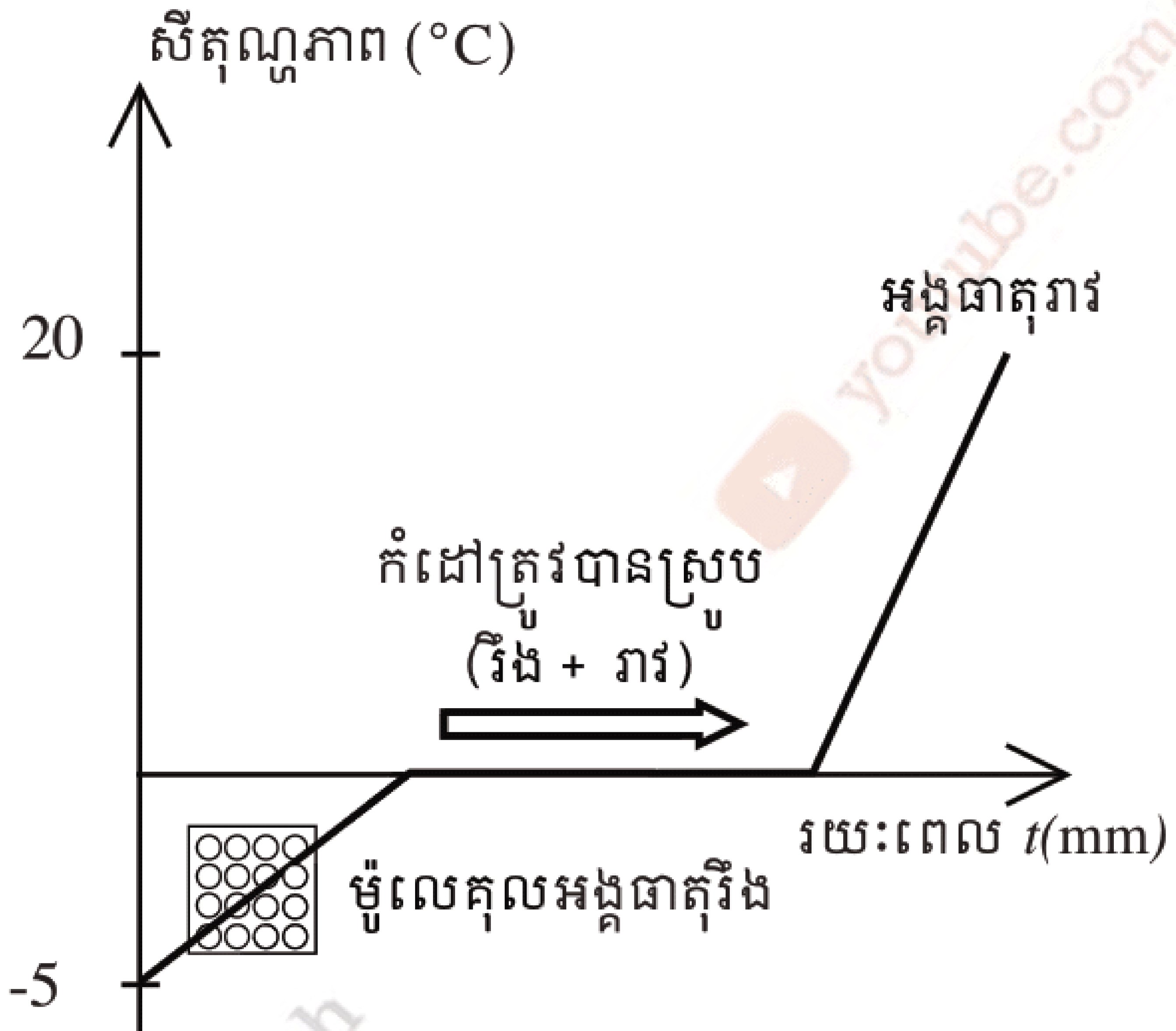


រូបទី 2.8

5. សន្និដ្ឋាន

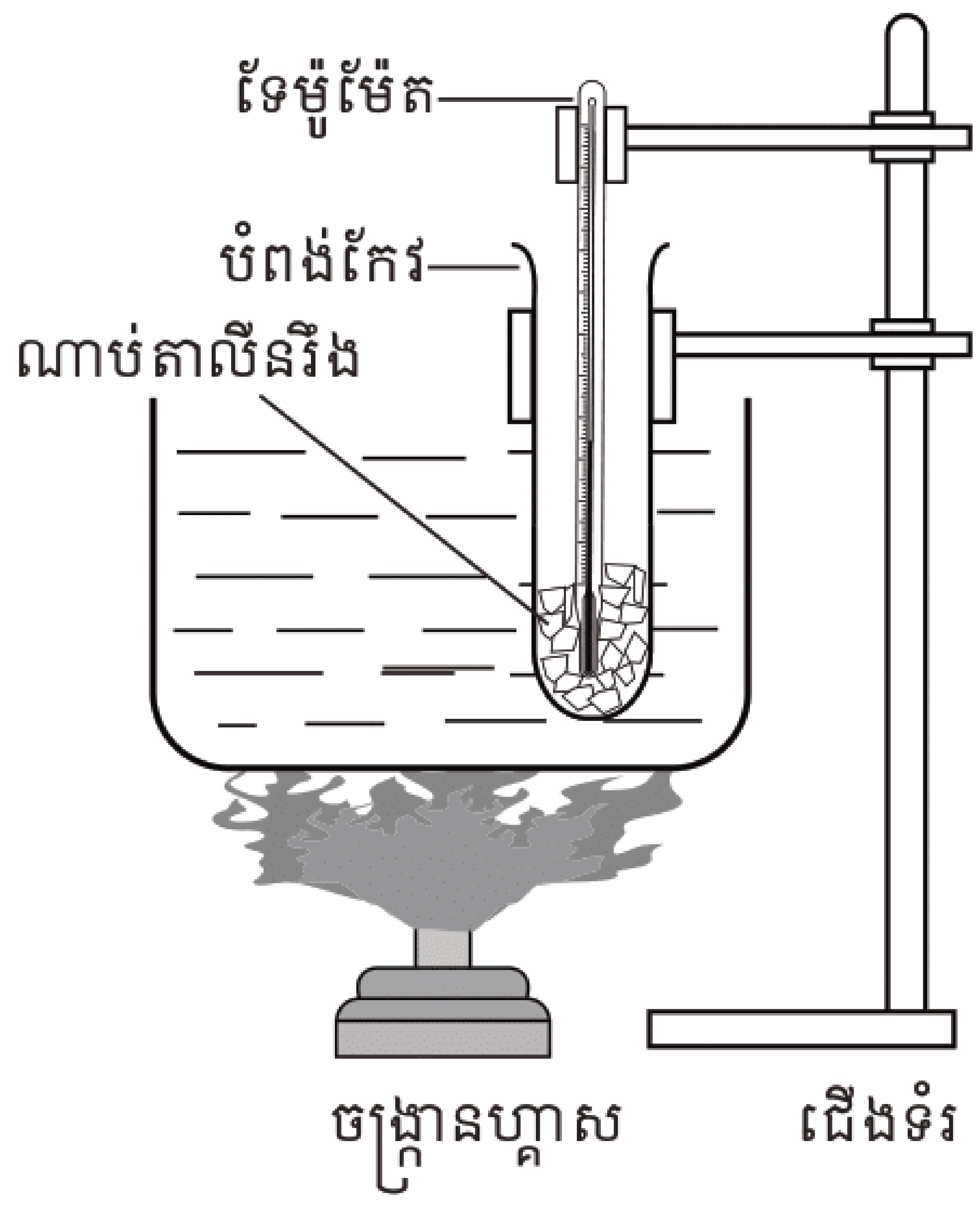
តាមក្រាបយើងសង្កេតឃើញថា ៖

- សីតុណ្ហភាពនៃទឹកកក (រឹង) កើនឡើងពី –5°C ទៅ 0°C ដូចបង្ហាញតាមខ្សែត្រង់ *AB* គឺមានបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព ។
- នៅសីតុណ្ហភាព 0°C ទឹកកករលាយតាងដោយខ្សែត្រង់ *BC* ទឹកកករលាយដោយសារវាស្រូបកម្តៅ ។ ក្នុងរយៈពេលរលាយគ្មានបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព ។



រូបទី 2.9

- ពេលទឹកកករលាយអស់សីតុណ្ហភាពទឹក (រាវ) កើនឡើងពី 0°C ទៅ 20°C តាងដោយខ្សែត្រង់ *CD* ។ តាមការពិសោធនេះយើងអាចកំណត់បានចំណុចរលាយរបស់ទឹកកកគឺ 0°C ។ ក្នុងកំឡុងពេលទឹកកករលាយពីភាពរឹងទៅភាពរាវគ្មានបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពទេ ទោះបីយើងនៅតែដុតកម្តៅទៀតក៏ដោយ ។ តើកម្តៅនោះបាត់ទៅណា ? សំណួរនេះយើងអាចបកស្រាយតាមគំរូម៉ូលេគុលស៊ីនេទិចនៃរូបធាតុ ។
- ក្នុងកំឡុងពេលទឹកកក (អង្គធាតុរឹង)រលាយថាមពលកម្តៅដែលផ្តល់ឱ្យពុំបានដំឡើងសីតុណ្ហភាពទេ ព្រោះទឹកកក (អង្គធាតុរឹង) ត្រូវស្រូបយកកម្តៅនោះដើម្បីធ្វើកម្មន្តក្នុងការបំបែកសម្ព័ន្ធអន្តរម៉ូលេគុលនៃអង្គធាតុរឹង ។



រូបទី 2.10

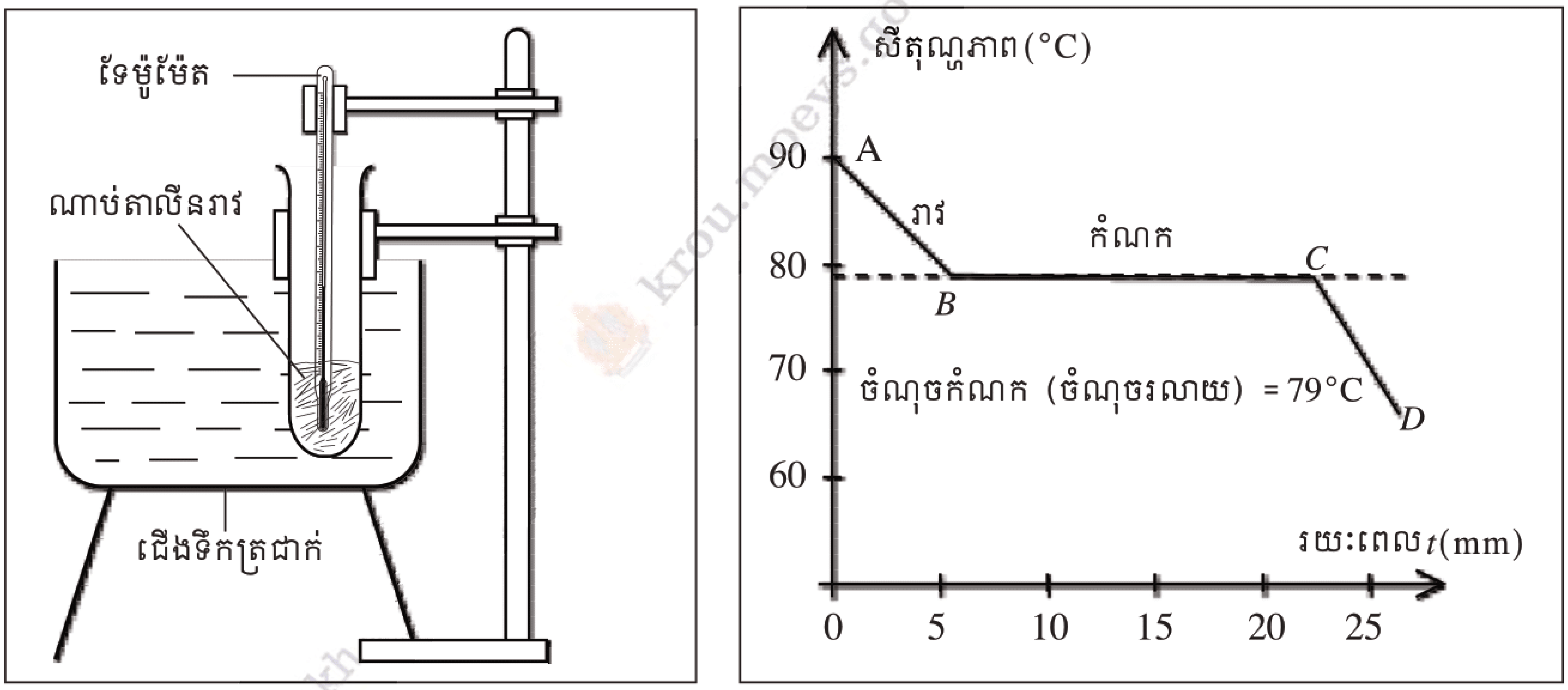
- នៅពេលម៉ូលេគុលមានថាមពលគ្រប់គ្រាន់ក៏ផ្តាច់ខ្លួនចេញពីសម្ព័ន្ធអន្តរម៉ូលេគុល ហើយអាចធ្វើចលនាចេញពីទីតាំងលំនឹងដើមរបស់វា ។ យើងនិយាយថាអង្គធាតុរឹងបានរលាយ ។ កម្តៅដែលអង្គធាតុស្រូបដោយគ្មានការផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាពហៅថា កម្តៅឡាតង់រលាយ ។

ខ. កំណក

ដំណើរផ្លាស់ប្តូរភាពពីរាវទៅរឹងហៅថា **កំណក** ។ តាមច្បាប់រលាយនិងកំណកបានចែងថា ក្រោមសំពាធដដែលសីតុណ្ហភាពរលាយដូចគ្នានិងសីតុណ្ហភាពកំណក ។ ឧទាហរណ៍ : ទឹកចាប់ផ្តើមកក នៅសីតុណ្ហភាព 0°C ហើយវាចាប់ផ្តើមរលាយវិញក៏នៅសីតុណ្ហភាព 0°C ដែរ ។

យើងយកណាប់តាលីន (ថ្នាំកន្លាត)ដាក់ក្នុងបំពង់គ្រិតប្រហែល 1/3 នៃជម្រៅបំពង់ រួចកៀប បំពង់គ្រិតទៅនឹងជើងទម្រនិងត្រាំបំពង់នេះក្នុងកែវទឹកដែលកំពុងដាំរហូតដល់ណាប់តាលីនរលាយ អស់ ។ យើងដាក់ទែម៉ូម៉ែតចូលក្នុងបំពង់ ហើយពេលសីតុណ្ហភាពណាប់តាលីនឡើងដល់ 90°C យក បំពង់ណាប់តាលីនដែលមានទែម៉ូម៉ែតក្នុងនោះចេញពីកែវទឹកក្តៅហើយយកទៅត្រាំក្នុងកែវទឹកត្រជាក់ វិញម្តង រួចចាប់ផ្តើមកត់ត្រាសីតុណ្ហភាពរបស់ណាប់តាលីនរាល់នាទី រហូតដល់វាចុះប្រហែល 79°C យើងសង្កេតឃើញថា ណាប់តាលីនចាប់ផ្តើមកក ពេលនោះសីតុណ្ហភាពនៅថេរ រហូតដល់ណាប់ តាលីនកកអស់ទើបសីតុណ្ហភាពរបស់វាធ្លាក់ចុះបន្តទៀត ។

ក្រាបតាងឱ្យដំណើរផ្លាស់ភាពពីរាវទៅកករបស់ណាប់តាលីន



រូបក

រូបខ

***រូបទី** 2.11*

តាមក្រាបយើងអាចបកស្រាយបានថា គន្លងនៃខ្សែ AB បង្ហាញពីតំហយចុះសីតុណ្ហភាពរបស់ណាប់តាលីនរាវ ។ ខ្សែ BC បង្ហាញពីលំនឹងសីតុណ្ហភាពរបស់ណាប់តាលីនកំពុងកក ។ ក្នុងកំឡុងពេលនេះគ្មានការផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាពទេ ទោះបីមានការបាត់បង់ថាមពលកម្តៅដោយមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញក៏ដោយ ។ខ្សែ CD បង្ហាញពីតំហយចុះសីតុណ្ហភាពណាប់តាលីននៅពេលវាកកអស់ ។ ផ្អែកលើពិសោធន៍នេះ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា ចំណុចកំណករបស់ណាប់តាលីននៅសីតុណ្ហភាព 80°C ដែលជាសីតុណ្ហភាពថេរ ក្នុងពេលណាប់តាលីនផ្លាស់ប្តូរភាពពីរាវទៅរឹង ។

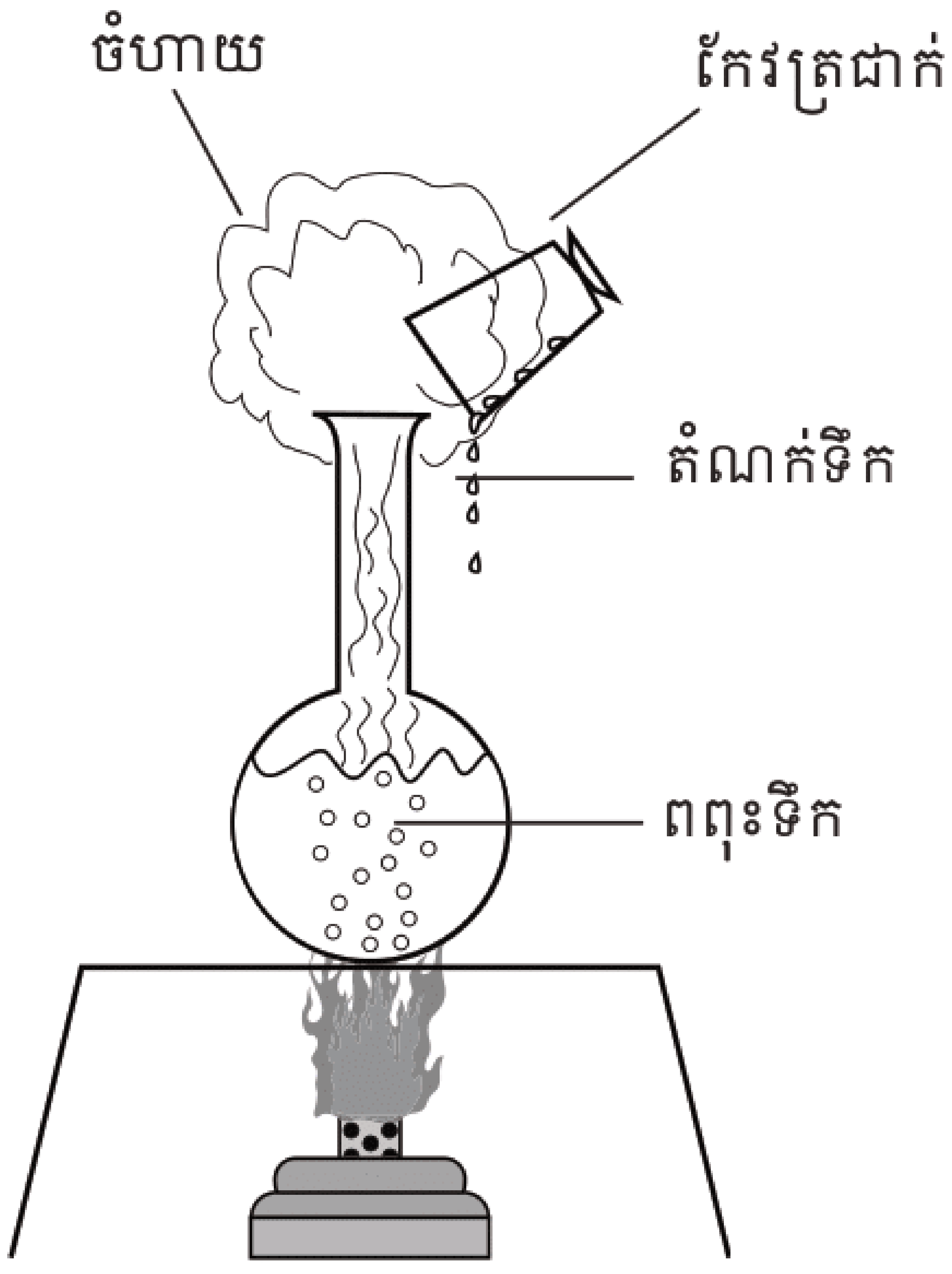
3.2 រំពុះ កំណជាញើស និងរំហួត

យើងបានសិក្សារួចមកហើយថា បង្ហួតចែកចេញជាពីរគឺ រំពុះ និងរំហួត ។

ក. រំពុះនិងកំណជាញើស

- **រំពុះ**

គេកម្តៅអង្គធាតុរាវរហូតក្លាយជាចំហាយស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាពកំណត់មួយ គេហៅបម្រែបម្រួលភាពនេះថា **រំពុះ** ។ ក្នុងរយៈពេលអង្គធាតុរាវកំពុងពុះ យើងសង្កេតឃើញថាគ្មានបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពទេ ។ សីតុណ្ហភាពពិសេសនេះហៅថាសីតុណ្ហភាពរំពុះឬចំណុចរំពុះនៃអង្គធាតុរាវ (រូបទី *2.12*) ។



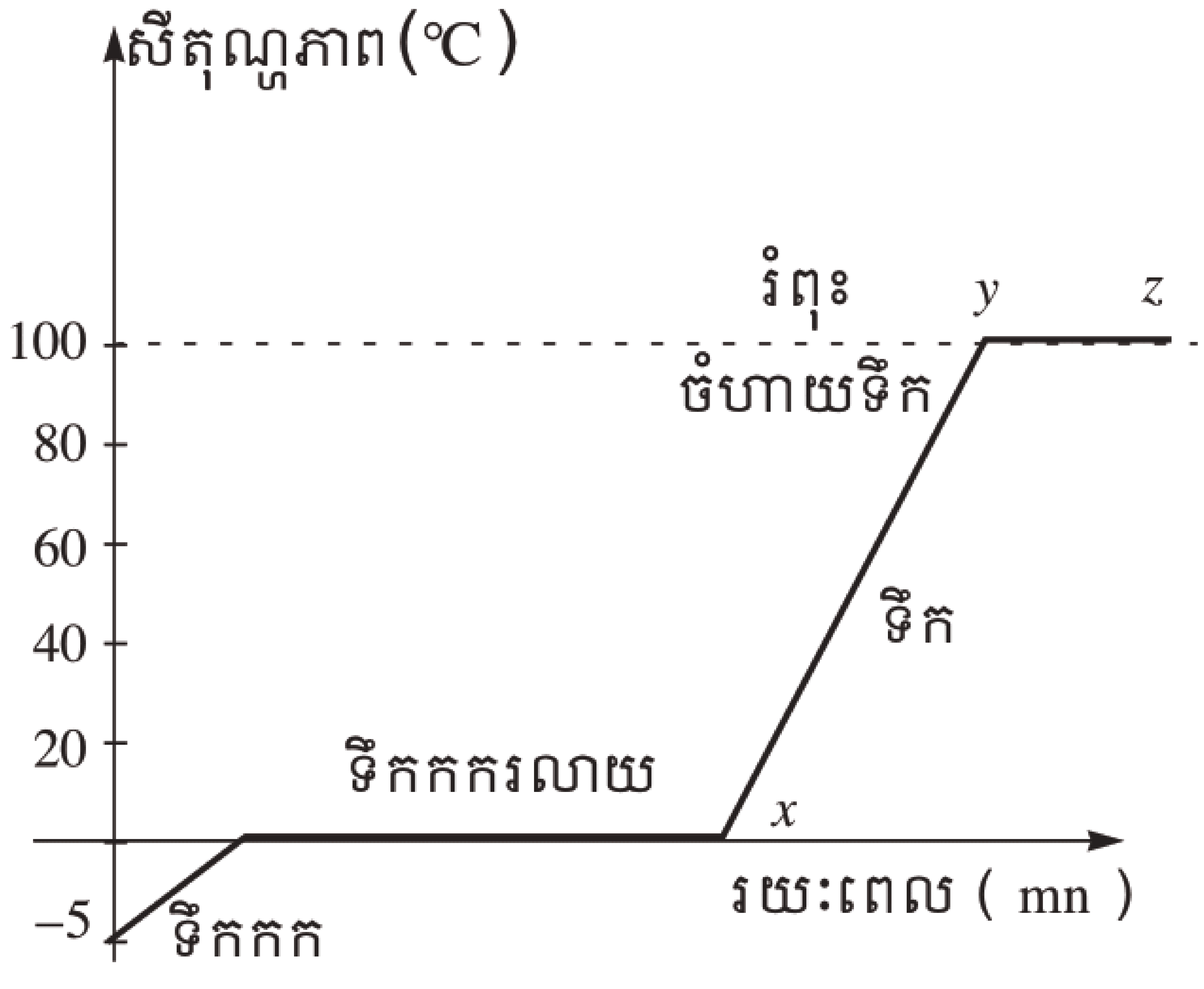
រូបទី *2.12*

តារាងចំណុចរំពុះនៃសារធាតុខ្លះ

សារធាតុ	ចំណុចរំពុះ (°C)
អ៊ីដ្រូសែន	–253
អុកស៊ីសែន	–183
អេទែរ	35
អាល់កុល	79
ទឹកសុទ្ធ	100
បារត	357

- **កំណជាញើស**

ជាការបំប្លែងពីភាពចំហាយទៅជាញើស ។ យើងផ្កាប់កែវត្រជាក់ពីលើកែវបាឡុងដែលមានទឹកកំពុងពុះកញ្ជ្រោល ។ ចំហាយទឹកហើរឡើងប៉ះកែវត្រជាក់កជាញើសជាតំណក់ទឹកហើយធ្លាក់ចុះ (រូបទី *2.12*) ។ ដើម្បីកំណត់រកចំណុចរំពុះ(ចំណុចកំណក)របស់សារធាតុមួយ យើងត្រូវដាំទឹករហូតដល់វាពុះ(ដូចក្នុងពិសោធរលាយនិងកំណកដែរ) ។ ក្រាបតាងឱ្យសីតុណ្ហភាពនិងរយៈពេលបង្ហាញដូច(រូបទី *2.13*) ។



រូបទី *2.13*

តាមក្រាបយើងសង្កេតឃើញថា

- សីតុណ្ហភាពទឹកកើនឡើងរហូតដល់ 100°C តាងដោយខ្សែ *xy* ។ មានបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព (ពេលទឹកស្រូបកម្ដៅ) ។
- សីតុណ្ហភាពនៅនឹង 100°C ដដែល ពេលទឹកពុះរហូតដល់ក្លាយជាចំហាយដូចបង្ហាញតាមគន្លង *yz* ។ សីតុណ្ហភាព 100°C នេះគឺចំណុចរំពុះនៃទឹក ហើយក្នុងពេលប្ដូរភាពពីទឹកទៅចំហាយ គ្មានការផ្លាស់ប្ដូរសីតុណ្ហភាពទេ ទោះបីជាកម្ដៅត្រូវស្រូបក៏ដោយ ។ តើកម្ដៅបាត់ទៅណា ? ចម្ងល់នេះយើងអាចបកស្រាយបានតាមគំរូម៉ូលេគុលស៊ីនេទិចនៃរូបធាតុដូចរូប ។
- កម្ដៅដែលផ្ដល់ឱ្យបន្ត ពេលទឹកកំពុងពុះនោះគឺមិនបានដំឡើងសីតុណ្ហភាពវាទេ គ្រាន់តែជាកម្ដៅដើម្បីធ្វើកម្មន្តញែកម៉ូលេគុលឱ្យឃ្លាត និងដាច់ចេញពីសម្ព័ន្ធរបស់វា ហើយក្លាយទៅជាចំហាយតែប៉ុណ្ណោះ ។

***រូបទី** 2.14*

ខ. រំហួត

តើអ្នកធ្លាប់បានសង្កេតមើលទេក្នុងការរស់នៅរាល់ថ្ងៃ នៅពេលភ្លៀងជំបូលផ្ទះសើម លុះដល់ភ្លៀងរាំងមួយរយៈ ទឹកក៏រីងហួតស្ងួតអស់ដោយហេតុអ្វី ? នេះមិនខុសពីអ្នកយកទឹកដាក់ក្នុងចានទាបចោលហាលខ្យល់យូរៗទៅទឹកនឹងហួតអស់ ។ បាតុភូតនេះហៅថា **រំហួត** ។ ដូច្នេះរំហួតជាការបង្ហួតនៃអង្គធាតុរាវឱ្យក្លាយជាចំហាយដោយគ្មានរំពុះ ។ តើរំហួតខុសពីរំពុះដូចម្ដេចបើដំណើរការរបស់វាពីភាពរាវទៅភាពជាឧស្ម័នដូចគ្នា?

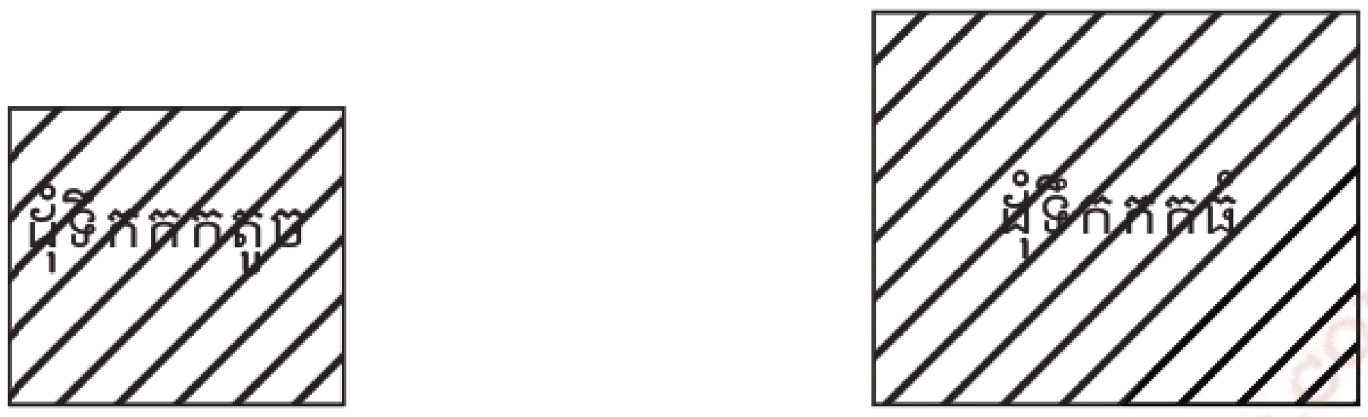
តារាងប្រៀបធៀបពីភាពខុសគ្នារវាងរំពុះនិងរំហួត

រំពុះ	**រំហួត**
• កើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាពថេរ • ដំណើរការលឿន • កើតឡើងក្នុងអង្គធាតុរាវ • មានពពុះកើតឡើងក្នុងអង្គធាតុរាវ • សីតុណ្ហភាពថេរក្នុងរយៈពេលកំពុងពុះ • កម្ដៅផ្ដល់ឱ្យដោយប្រភពដុតកម្ដៅ ។	• កើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាពណាមួយមិនកំណត់ • ដំណើរការយឺត • កើតឡើងនៅលើផ្ទៃអង្គធាតុរាវតែប៉ុណ្ណោះ • គ្មានពពុះកើតឡើងក្នុងអង្គធាតុរាវ • សីតុណ្ហភាពអាចប្រែប្រួល • កម្ដៅផ្ដល់ឱ្យដោយមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។

4. កម្តៅឡាតង់រលាយនិងកម្តៅឡាតង់បង្ហួត

4.1 កម្តៅឡាតង់រលាយ

ប្រសិនបើយើងដាក់ដុំទឹកកកតូច និងដុំទឹកកកធំលើតុ នោះយើងសង្កេតឃើញថា ដុំទឹកកកធំនឹងចំណាយពេលក្នុងការរលាយយូរជាងដុំទឹកកកតូច ។ នេះដោយសារដុំទឹកកកធំមានកម្តៅឡាតង់រលាយធំ បើធៀបនឹងដុំទឹកកកតូច ។



ដុំទឹកកកធំមានកំដៅរលាយឡាតង់ធំជាងដុំទឹកកកតូច

រូបទី *2.15*

ដូចនេះកម្តៅឡាតង់រលាយរបស់អង្គធាតុរឹងជាកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីប្តូរពីភាពរឹងទៅភាពរាវឬច្រាសមកវិញ ដោយគ្មានការផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាព ។

ដុំទឹកកកធំមានកម្តៅឡាតង់រលាយធំហើយវាចំណាយពេលយូរក្នុងការរលាយ កម្តៅឡាតង់រលាយមានខ្នាតជាស៊ូល គេសរសេរ L_f(J) ។ ដើម្បីគណនាកម្តៅឡាតង់រលាយ យើងត្រូវស្គាល់ពីកម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយ ។ កម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយ ℓ_f នៃសារធាតុរឹងមួយ ជាថាមពលកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីបំលាស់ប្តូរភាពនៃសារធាតុដែលមានម៉ាស 1kg ពីភាពរឹងទៅភាពរាវឬច្រាសមកវិញដោយគ្មានបំលាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាព ។ កម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយមានខ្នាតគិតជា (J/kg) ពីនិយមន័យខាងលើ គេអាចសរសេររូបមន្ត កម្តៅឡាតង់រលាយ:

$$L_f = \ell_f \times m$$

L_f កម្តៅឡាតង់រលាយគិតជា (J), ℓ_f កម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយគិតជា (J/kg) និងម៉ាសអង្គធាតុគិតជា (kg) ។

ឧទាហរណ៍ : ទឹកកកមួយដុំមានម៉ាស 150g ប្រសិនបើកម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយនៃទឹកកកនេះ 340000J/kg ។ ចូររកកម្តៅឡាតង់រលាយ ។

✍ **ដំណោះស្រាយ**

តាមរូបមន្ត $L_f = \ell_f \times m$

អនុវត្តជាលេខ

$m = 150\text{g} = 0.150\text{kg}$ និង $\ell_f = 340000\text{J/kg} = 340\text{KJ/kg}$

$L_f = 340000 \times 0.150 = 51000\text{J} = 51 \times 10^3\text{J}$

$L_f = 51000\text{J} = 51\text{KJ}$ ។

4.2 កម្តៅឡាតង់បង្ហួត

កម្តៅឡាតង់បង្ហួត L_v នៃសារធាតុគឺថាមពលកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីបង់ក្លាយវាពីភាពរាវទៅចំហាយ ឬច្រាសមកវិញដោយគ្មានបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព ។ កម្តៅឡាតង់បង្ហួតមានខ្នាតគិតជាស៊ូល (J) ។

កម្តៅម៉ាសឡាតង់បង្ហួត ℓ_v នៃសារធាតុមួយជាថាមពលកម្តៅចាំបាច់ដែលផ្តល់ឱ្យសារធាតុមួយគីឡូក្រាម (1kg) ដើម្បីបង់ក្លាយវាទៅជាចំហាយនៅសីតុណ្ហភាពដដែលនោះ ។ កម្តៅម៉ាសឡាតង់បង្ហួតមានខ្នាតគិតជាស៊ូលក្នុងមួយគីឡូក្រាម J/kg ។ តាមនិយមន័យ គេអាចសរសេររូបមន្តកម្តៅឡាតង់បង្ហួត:

$$L_v = \ell_v \times m$$

L_v កម្តៅឡាតង់បង្ហួតគិតជា (J) , ℓ_v កម្តៅម៉ាសឡាតង់បង្ហួតគិតជា (J/kg) និង m ម៉ាសអង្គធាតុគិតជា (1kg) ។

ឧទាហរណ៍ : ចំហាយទឹកដែលបាញ់ចេញពីបំពង់យន្តហោះប្រតិកម្មនៅសីតុណ្ហភាព 100°C ត្រូវបាញ់ទៅលើដុំទឹកកកនៅសីតុណ្ហភាព $0°C$ ។ ចំហាយទឹកខ្លះកកជាទឹក និងផ្នែកនៃទឹកកកខ្លះត្រូវរលាយ ។ ចំហាយដែលកកបង្កើតជាទឹកដែលមានម៉ាស 0.40kg នៅសីតុណ្ហភាព 0°C ។ គណនា

ក. កម្តៅបញ្ចេញដោយចំហាយដែលមានម៉ាសផ្លាស់ប្តូរជាទឹកនៅសីតុណ្ហភាព 100°C

ខ. កម្តៅបញ្ចេញដោយទឹក ពេលវាចុះត្រជាក់ចំពោះសីតុណ្ហភាពទឹកកក ។ គេឱ្យកម្តៅម៉ាសឡាតង់បង្ហួតទឹក 2200KJ/kg និងកម្តៅម៉ាសទឹកស្មើនឹង 4.2KJ/kg · °C ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ក. កម្តៅដែលបញ្ចេញចំហាយស្មើនឹងកម្តៅឡាតង់បង្ហួតនៃដុំទឹកកក

តាមរូបមន្ត $L_v = m \times \ell_v$

ចំហាយទឹកកកមានម៉ាស 0.40kg និងកម្តៅម៉ាសឡាតង់បង្ហួតទឹក 2200KJ/kg

$L_v = 0.40 \times 2200 = 880000\text{J} = 880 \times 10^3\text{J}$

$L_v = 880\text{KJ}$ ។

ខ. ចំហាយចុះត្រជាក់ពី 100°C មក 0°C

យើងបាន $\Delta T = 100°\text{C} - 0°\text{C} = 100°\text{C}$

ដូច្នេះ កម្តៅបញ្ចេញ $Q = mc\Delta T = 0.40 \times 4.2 \times 100 = 168 \times 10^3\text{J}$

$Q = 168\text{KJ}$ ។

មេរៀនសង្ខេប

- ចំណុះកម្ដៅជាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់សម្រាប់ដំឡើងឬតំហាយសីតុណ្ហភាព1K ឬ 1°C របស់អង្គធាតុមួយ ។ រូបមន្តចំណុះកម្ដៅ $C = \frac{Q}{\Delta T}$ ។
- កម្ដៅម៉ាសនៃអង្គធាតុរឹងឬរាវ ជាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យអង្គធាតុ 1kg សម្រាប់ដំឡើងឬតំហាយសីតុណ្ហភាព 1K ឬ 1°C ។
  រូបមន្ត : $c = \frac{C}{m} = \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{\Delta T}\right)$ ។
- រលាយជាដំណើរផ្លាស់ភាពពីអង្គធាតុរឹងទៅអង្គធាតុរាវ ។
- កំណកជាដំណើរផ្លាស់ភាពពីអង្គធាតុរាវទៅអង្គធាតុរឹង ។
- រំពុះជាការបង្កួតយ៉ាងរហ័សនៃអង្គធាតុរាវឱ្យកើតជាពពុះចំហាយដែលលេចចេញពីផ្ទៃអង្គធាតុរាវនោះ ។
- កំណជាញើស ជាបំលែងពីភាពជាចំហាយទៅជាញើស ។
- រំហួតជាដំណើរផ្លាស់ភាពពីរាវទៅឧស្ម័នដោយគ្មានឆ្លងកាត់រំពុះ ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្ដេចហៅថាចំណុះកម្ដៅ ?

2. ចូរសរសេររូបមន្តចំណុះកម្ដៅ ។

3. អ្នកដាំទឹក 1ℓ ក្នុងឆ្នាំងមួយ និងទឹក 3ℓ ក្នុងឆ្នាំងមួយទៀតរហូតដល់ពុះ ។ ទឹកទាំងនោះមានសីតុណ្ហភាពដើមដូចគ្នា ។ តើទឹកក្នុងឆ្នាំងណាត្រូវការធ្យូងច្រើនជាងគេ ?

4. បើគេលាយទឹកពុះ និងទឹកត្រជាក់ គេបានទឹកក្ដៅឧណ្ហៗ ព្រោះអ្វី ? ចូរពន្យល់ ?

5. ឧបករណ៍បំភាយកម្ដៅមួយផ្ដល់កម្ដៅនូវអានុភាព 1000W ត្រូវដាក់ត្រាំក្នុងទឹកកកដែលមានម៉ាស 2kg នៅសីតុណ្ហភាព 0°C ។ ទឹកកករលាយអស់ក្នុងរយៈពេល 1020 វិនាទី ។ គណនាកម្ដៅម៉ាសឡាតង់រលាយរបស់ទឹកកក ។ តើអ្នកសន្មតដូចម្ដេចដើម្បីដោះស្រាយបាន ?

សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 2

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវមានតែមួយគត់ :

1. កាលណាគេផ្តល់ថាមពលកម្តៅស្មើនឹងកម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយឱ្យសារធាតុមួយសារធាតុនោះនឹង :

☐ក. រលាយ ☐ខ. ហួត ☐គ. កក ☐ឃ. កជាញើស ។

2. តើទឹកសុទ្ធពុះក្រោមសម្ពាធបរិយាកាសធម្មតាស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាពណា ?

☐ក. 0K ☐ខ. 100K ☐គ. 273K ☐ឃ. 373K ។

3. ពេលយើងចាក់អេទែរលើដៃ យើងមានអារម្មណ៍ថាដៃយើងត្រជាក់នេះមកពី :

☐ ក. អេទែរកំពុងហួតវាផ្តល់ឱ្យកម្តៅឡាតង់រំហួតមកដៃ

☐ ខ. អេទែរកំពុងហួតបានស្រូបយកកម្តៅពីដៃ

☐ គ. អេទែរត្រជាក់ជាងដៃ

☐ ឃ. ចំណុចរំពុះនៃអេទែរខ្ពស់ជាងសីតុណ្ហភាពក្នុងរាងកាយ ។

II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ

1. កម្រិតក្តៅកម្រិតត្រជាក់នៃអង្គធាតុមួយហៅថា .... ។

2. .... ជាបរិមាណថាមពលកម្តៅដែលផ្ទេរពីអង្គធាតុក្តៅទៅអង្គធាតុត្រជាក់ជាង ។

3. ចំណុចប្រសព្វមួយនៃសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធដែលភាពទាំងបីមានលំនឹងរួមគ្នាហៅថា .... ។

4. ទ្រឹស្តីដែលពន្យល់ថា ភាគល្អិតតូចនៃរូបធាតុធ្វើចលនាឥតឈប់ឈរហើយមានអំពើទៅវិញទៅមកជាទ្រឹស្តី............................ ។

5. បរិមាណកម្តៅចំបាច់សម្រាប់ដំឡើងឬតំហាយសីតុណ្ហភាព1K ឬ1°C ហៅថា .... ។

6. បរិមាណកម្តៅចំបាច់ដែលត្រូវផ្តល់ឱ្យអង្គធាតុ 1kg សម្រាប់ដំឡើងឬតំហាយសីតុណ្ហភាព1K ឬ 1°C ហៅថា .... ។

7. .... នៃអង្គធាតុជាសីតុណ្ហភាពកំណត់មួយដែលពេលនោះ អង្គធាតុបំប្លែងពីភាពរឹងទៅភាពរាវ ។

8. ក្រោមសម្ពាធដដែលសីតុណ្ហភាព..................... ដូចគ្នានឹងសីតុណ្ហភាព..................... ។

III. លំហាត់

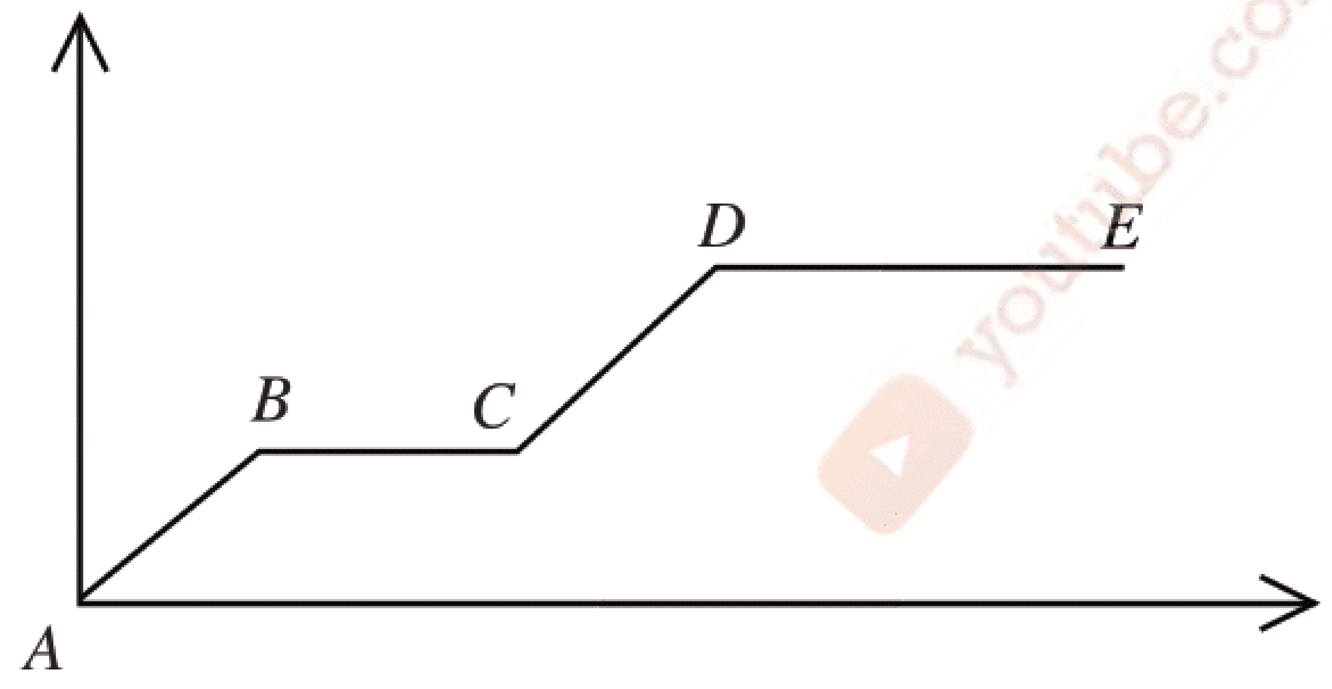
1. គេចង់ដាំទឹក 0.8kg នៅសីតុណ្ហភាព 25°C ឱ្យពុះ ។ តើគេត្រូវការបរិមាណកម្តៅប៉ុន្មានស៊ូល ?
(កម្តៅម៉ាសទឹក $c = 4190\mathrm{J/kg}$)

2. គេចង់ដាំទឹក 0.300kg ឱ្យសីតុណ្ហភាពឡើងពី 20°C ទៅ 100°C ។

ក. គណនាបរិមាណកម្ដៅដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យទឹកនោះ ។

ខ. ឥឡូវគេយកចង្ក្រានអគ្គិសនីមួយដែលផ្ដល់កម្ដៅ 418.5J ក្នុងមួយវិនាទីមកដាំទឹកនោះ តើគេត្រូវប្រើរយៈពេលប៉ុន្មាន បើគេឧបមាថាកម្ដៅចេញពីចង្ក្រានត្រូវទឹកស្រូបយកទាំងអស់ ?

3. រូបខាងស្ដាំនេះបង្ហាញពីក្រាបនៃសីតុណ្ហភាពនិងពេលដែលបានមកពីការដុតកម្ដៅក្រោមអង្គធាតុរឹង ។ ចូរពន្យល់អ្វីកើតឡើងចំពោះថាមពលកម្ដៅដែលផ្ដល់ឱ្យក្នុងផ្នែក AB , BC , CD និង DE នៃក្រាប ។



4. គណនាបរិមាណកម្ដៅដែលចាំបាច់សម្រាប់រំលាយដែក 100kg នៅសីតុណ្ហភាពរលាយរបស់វា ។ គេឱ្យកម្ដៅម៉ាសឡាតង់រលាយរបស់ដែក = 276KJ/kg ។

5. ផើងទទេមួយធ្វើពីស្ពាន់មានម៉ាស 50g នៅសីតុណ្ហភាព 10°C ។ គេចាក់ទឹក 20g នៅសីតុណ្ហភាព 50°C ចូលផើងនេះ គេបានសីតុណ្ហភាពសម្រេច 42°C ។ គណនាកម្ដៅម៉ាសនៃស្ពាន់ ។

6. គេដាក់ដុំសំណប៉ាហាំង 0.3kg លើដុំទឹកកកមួយដុំនៅសីតុណ្ហភាព 0°C ម៉ាសទឹកកកដែលរលាយស្មើនឹង 18.5g ។ គណនាសីតុណ្ហភាពនៃដុំសំណប៉ាហាំង ។ គេឱ្យកម្ដៅម៉ាសនៃសំណប៉ាហាំង 226.0J/kg · °C កម្ដៅម៉ាសឡាតង់រលាយនៃទឹកកក 335000J/kg ។

7. គណនាបរិមាណកម្ដៅដែលចាំបាច់សម្រាប់បង្ហួតទឹក 50g ដោយដឹងថាសីតុណ្ហភាពដើមនៃទឹកគឺ 0°C ហើយសីតុណ្ហភាពរំពុះនៃទឹក 100°C ។ កម្ដៅម៉ាសឡាតង់បង្ហួតនៃទឹក 2.3×10^6J/kg ។

8. គណនាម៉ាសនៃចំហាយទឹកនៅសីតុណ្ហភាព 100°C ដែលត្រូវបញ្ចេញដើម្បីឱ្យទឹក 0.5kg នៅសីតុណ្ហភាព 18°C ឡើងសីតុណ្ហភាពដល់ 40°C ។

9. គេដឹងថាបើគេយកទង់ដែង 400g នៅសីតុណ្ហភាព 100°C ទៅដាក់ក្នុងទឹក 500g នៅសីតុណ្ហភាព 6°C គេបានសីតុណ្ហភាពសម្រេច 10°C ។កំណត់ម៉ាសនៃទង់ដែង ។ កម្ដៅម៉ាសទឹកស្មើនឹង 4200J/kg · °C ។

10. គណនាបរិមាណកម្ដៅដែលចាំបាច់ដើម្បីធ្វើឱ្យទឹក 325g ឡើងសីតុណ្ហភាពពី 18°C ទៅ 50°C កម្ដៅម៉ាសទឹក 4200J/kg · °C ។

ជំពូក 3 អគ្គិសនីនិងម៉ាញេទិច

youtube.com/moeys

facebook.com/moeys.gov.kh

អគ្គិសនីមានតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងបច្ចេកទេស និងជីវភាពរស់នៅប្រចាំថ្ងៃ ។ គេប្រើប្រាស់ចរន្តអគ្គិសនីសម្រាប់ បំភ្លឺ កម្តៅ វិទ្យុ ទូរទស្សន៍ ទូរស័ព្ទ ទូរលេខ . . . ។ល ។

តើអគ្គិសនីជាអ្វី ? មានប្រភពមកពីណា ? ត្រូវបានបញ្ជូនដូចម្តេច? ដឹកនាំតាមរបៀបណា ?

មេរៀនទី 1 : អេឡិចត្រូស្តាទិច

មេរៀនទី 2 : ចរន្តជាប់និងម៉ាញេទិច

មេរៀនទី 3 : ចរន្តឆ្លាស់

មេរៀនទី

1 អេឡិចត្រូស្តាទិច

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ❒ ធ្វើពិសោធន៍អេឡិចត្រូស្តាទិច ។
- ❒ បង្ហាញពីអន្តរកម្មរវាងបន្ទុកអគ្គិសនី ។
- ❒ រៀបរាប់ពីរបាយបន្ទុកអគ្គិសនីលើផ្ទៃនៃអង្គធាតុចម្លង ។
- ❒ អនុវត្តអេឡិចត្រូស្តាទិចក្នុងជីវភាពរាល់ថ្ងៃ ។

1. ដើមកំណើតនៃអេឡិចត្រូស្តាទិច

នៅ 600 ឆ្នាំមុនគ្រឹស្តសករាជ ជនជាតិក្រិកបានរកឃើញជ័រឈើម្យ៉ាងយកទៅខាត់និងរោមសត្វ ជ័រឈើនោះអាចឆក់ទាញវត្ថុស្រាលៗឱ្យមកតោងជាប់នឹងវា ។សព្វថ្ងៃគេថាជ័រឈើអាចផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី ។

នៅពេលដែលអ្នកដោះស្បែកជើង(ជើងស្ងួត)ចេញរួចដើរកាត់កម្រាលព្រំនីឡុងមួយ ជើងរបស់អ្នកនឹងផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី ។ ម្យ៉ាងទៀត បើអ្នកយកក្រាសជ័រមួយទៅសិតសក់(ស្ងួត) នៅពេលមានអាកាសធាតុក្តៅស្ងួត ក្រាសជ័រនោះក៏ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដែរ ។

1.1 ការបង្ហាញពីបន្ទុកអគ្គិសនី

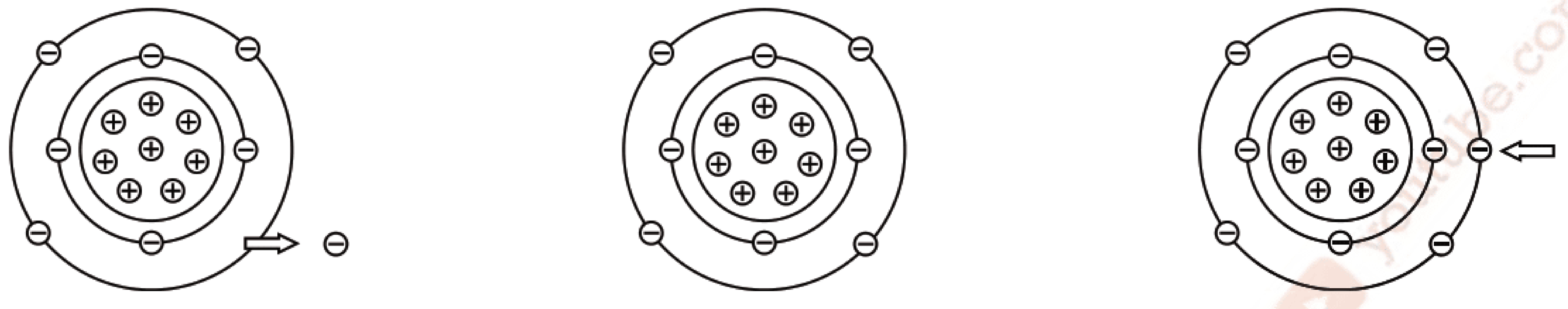
ក. ពិសោធន៍អេឡិចត្រូស្តាទិច

កាលណាគេយកបំពង់ជ័រទៅខាត់នឹងរោមសត្វ វាអាចផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី ។ ដូចគ្នាដែរ កាលណាគេយកចង្កឹះកែវទៅខាត់នឹងសំពត់សូត្រ ចង្កឹះនោះក៏ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដែរ ។ គេដឹងពីបាតុភូតនេះដោយសារ គេយកចង្កឹះទាំងពីរដែលខាត់រួចទៅដាក់ក្បែរវត្ថុស្រាលៗ (ដូចជាកម្ទេចក្រដាស) វាអាចឆក់ទាញវត្ថុទាំងអស់នោះឱ្យតោងជាប់នៅនឹងចុងរបស់វា ។

រូបទី3-1 បំពង់ប៊ិចខាត់រួចឆក់ទាញកម្ទេចក្រដាស

ខ. បំណកស្រាយ

គេដឹងថាអេឡិចត្រុងកើតមាននៅគ្រប់សារធាតុទាំងអស់ ព្រោះសារធាតុកើតពីអាតូមច្រើន ។ នៅក្នុងអាតូមមានណ្វៃយ៉ូដែលផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន និងអេឡិចត្រុងផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានវិលជុំវិញណ្វៃយ៉ូ(រូបទី 3.2.ខ) ។

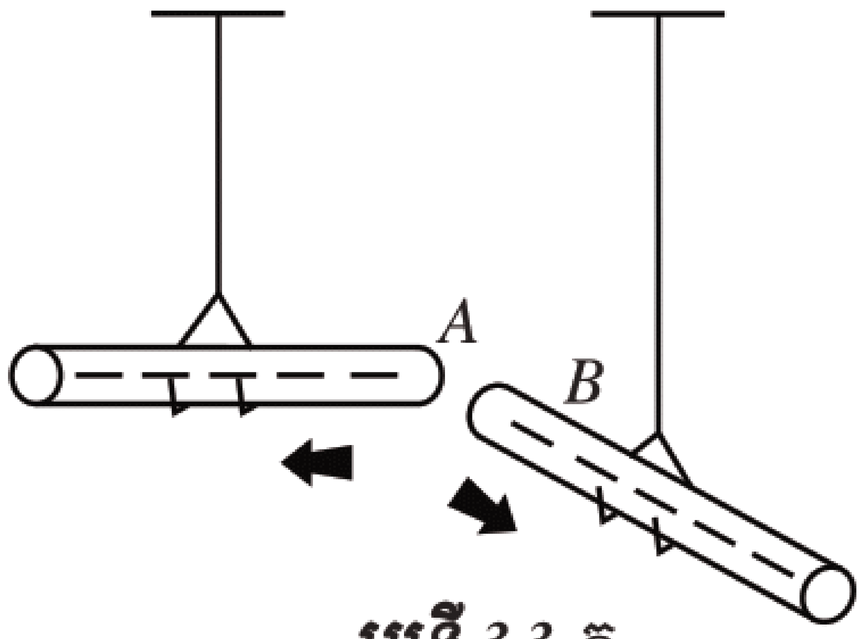


(ក)អាតូមបាត់បង់អេឡិចត្រុង (ខ)អាតូមណឺត (គ)អាតូមចំណេញអេឡិចត្រុង

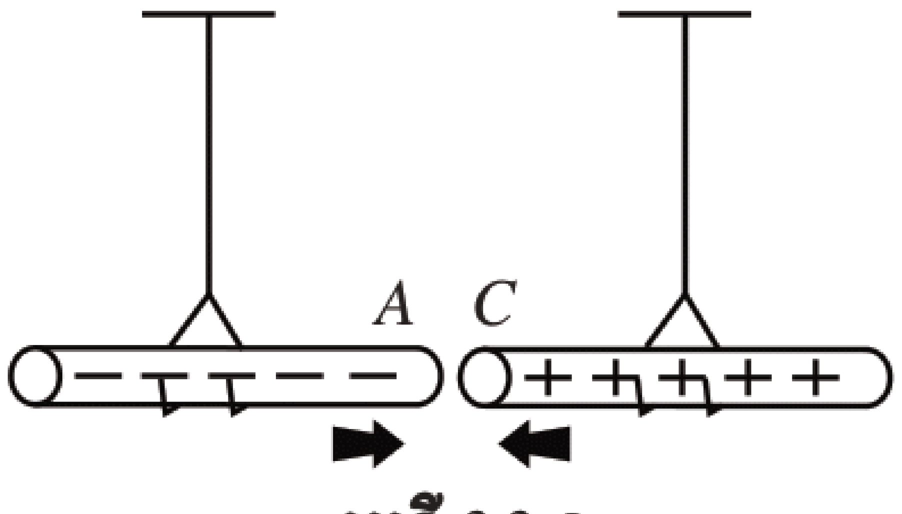
រូបទី 3.2

កាលណាគេយកចង្កឹះកែវទៅខាត់នឹងសំពត់សូត្រឬយកបំពង់បឺតជ័រទៅខាត់នឹងសំពត់ឡែន គេឃើញមានបណ្តូរអេឡិចត្រុងរវាងចង្កឹះកែវ និងសំពត់សូត្រឬរវាងបំពង់បឺតជ័រ និងសំពត់ឡែន ធ្វើឱ្យចង្កឹះកែវខ្វះអេឡិចត្រុងបានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន(រូបទី 3.2.ក) ។ ចំណែកសំពត់សូត្រផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន ។ ដូចគ្នាដែរ ចំពោះបំពង់បឺតលើសអេឡិចត្រុងបានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន (រូបទី 3.2 - គ) ចំណែកសំពត់ឡែនផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ។

គ. អន្តរកម្មរវាងបន្ទុកអគ្គិសនី



រូបទី 3.3.ក



រូបទី 3.3.ខ

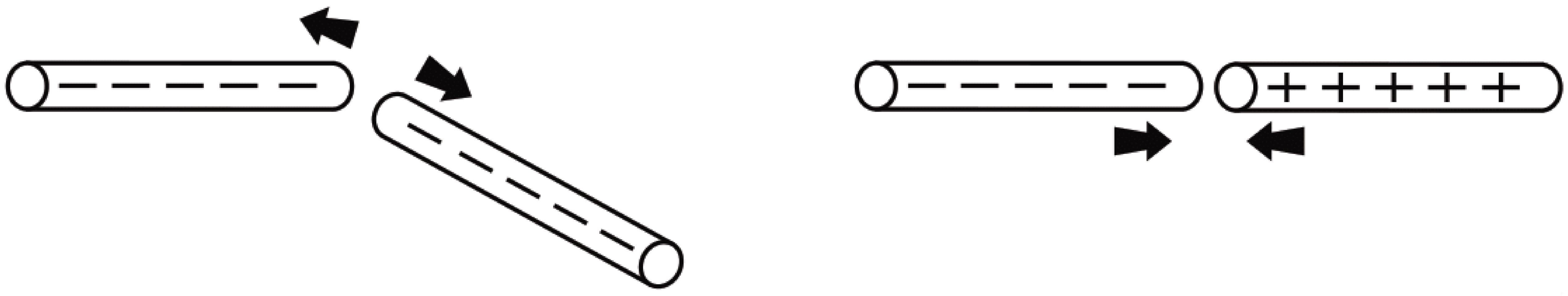
គេយកចង្កឹះ A មួយដែលខាត់រួចទៅដាក់ក្បែរចង្កឹះ B មួយដែលខាត់រួច គេឃើញវាច្រានគ្នាចេញ (រូបទី 3.3 .ក) ។ បន្ទាប់មកគេយកចង្កឹះ A ដែលខាត់រួចទៅដាក់ក្បែរចង្កឹះ C ដែលខាត់រួច គេឃើញវាទាញគ្នាចូល(រូបទី 3.3 .ខ) ។

តាមពិសោធន៍នេះ គេអាចដឹងថាចង្កឹះ A និងចង្កឹះ B ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីសញ្ញាដូចគ្នា ។ ចំណែកឯចង្កឹះ A និងចង្កឹះ C ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា ។ នេះបង្ហាញថាបន្ទុកអគ្គិសនីមានពីរប្រភេទគឺ បន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន (+)និងបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន(-) ។

តាមការសន្មត :

- បន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានកើតមាននៅចុងចង្កឹះកែវខាត់នឹងសំពត់សូត្រ ។
- បន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានកើតមាននៅចុងបំពង់ជ័រ(អេបូនីត)ខាត់នឹងសំពត់ឡែនឬរោមសត្វ ។

គេអាចធ្វើពិសោធន៍ដូចគ្នា កាលណាគេយកចង្កឹះជ័រ(ប្លាស្ទិច)ពីរដែលខាត់រួចទៅដាក់ក្បែរគ្នា គេឃើញវាច្រានគ្នាចេញ(រូបទី *3.4.*ក) ហើយបើគេយកចង្កឹះកែវដែលខាត់រួចទៅដាក់ក្បែរចង្កឹះប្លាស្ទិចដែលខាត់រួចវិញ គេឃើញវាទាញគ្នាចូល(រូបទី *3.4.*ខ) ។



(ក)ចង្កឹះប្លាស្ទិចពីរខាត់នឹងសំពត់ឡែនច្រានគ្នាចេញ *(ខ)ចង្កឹះប្លាស្ទិចខាត់រួចនិងចង្កឹះកែវខាត់រួចទាញគ្នាចូល*

រូបទី 3.4

តាមការពិសោធន៍នេះ គេអាចទាញនូវការសន្និដ្ឋានថា : បន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានសញ្ញាដូចគ្នាច្រានគ្នាចេញ ហើយបន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នាទាញគ្នាចូល ។

គេអាចសន្និដ្ឋានបានថា កាលណាគេយកចង្កឹះមួយទៅដាក់ក្បែរចង្កឹះកែវដែលខាត់រួច បើវាទាញគ្នាចូល គេដឹងថាចង្កឹះនោះផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន (-) ។ ដូចគ្នាដែរ បើគេយកចង្កឹះមួយទៅដាក់ក្បែរចង្កឹះជ័រ(ប្លាស្ទិច) បើវាទាញគ្នាចូល គេសន្និដ្ឋានបានថា ចង្កឹះនោះផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ។

1.2 អគ្គិសនីកម្ម

អគ្គិសនីកម្ម គឺជាអំពើដែលធ្វើអង្គធាតុឬវត្ថុមួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី ។ អគ្គិសនីកម្មមានបីប្រភេទ: អគ្គិសនីកម្មដោយកកិត អគ្គិសនីកម្មដោយប៉ះ និងអគ្គិសនីកម្មដោយឥទ្ធិពល ។

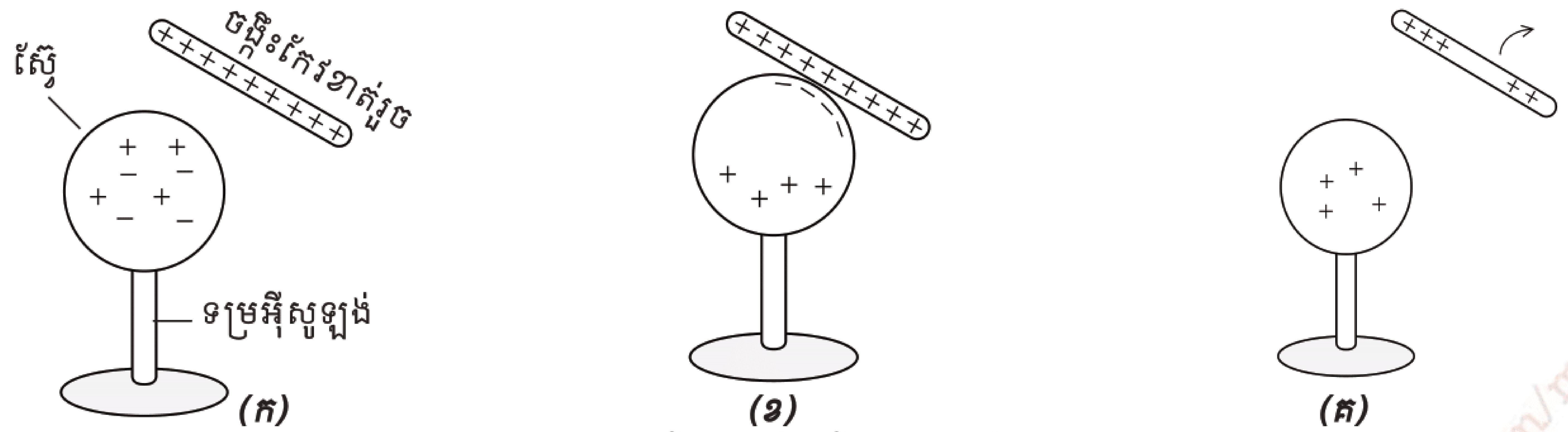
ក. អគ្គិសនីកម្មដោយកកិត

គឺជាអំពើដែលធ្វើអង្គធាតុឬវត្ថុមួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដោយសារកកិត ។ ឧទាហរណ៍ :កាលណាគេយកចង្កឹះកែវទៅខាត់នឹងសំពត់សូត្រឬចង្កឹះជ័រទៅខាត់នឹងសំពត់ឡែន គេឃើញមានបន្ទុកអគ្គិសនីកើតឡើងលើចង្កឹះកែវ ឬចង្កឹះជ័រ និងនៅលើសំពត់សូត្រ ឬសំពត់ឡែន ។

ខ. អគ្គិសនីកម្មដោយប៉ះ

គឺជាអំពើដែលធ្វើអង្គធាតុឬវត្ថុមួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដោយយកអង្គធាតុ ឬវត្ថុមួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីរួចទៅដាក់ឱ្យប៉ះនឹងអង្គធាតុណឺតមួយហើយធ្វើឱ្យអង្គធាតុណឺតនោះផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដែរ ។

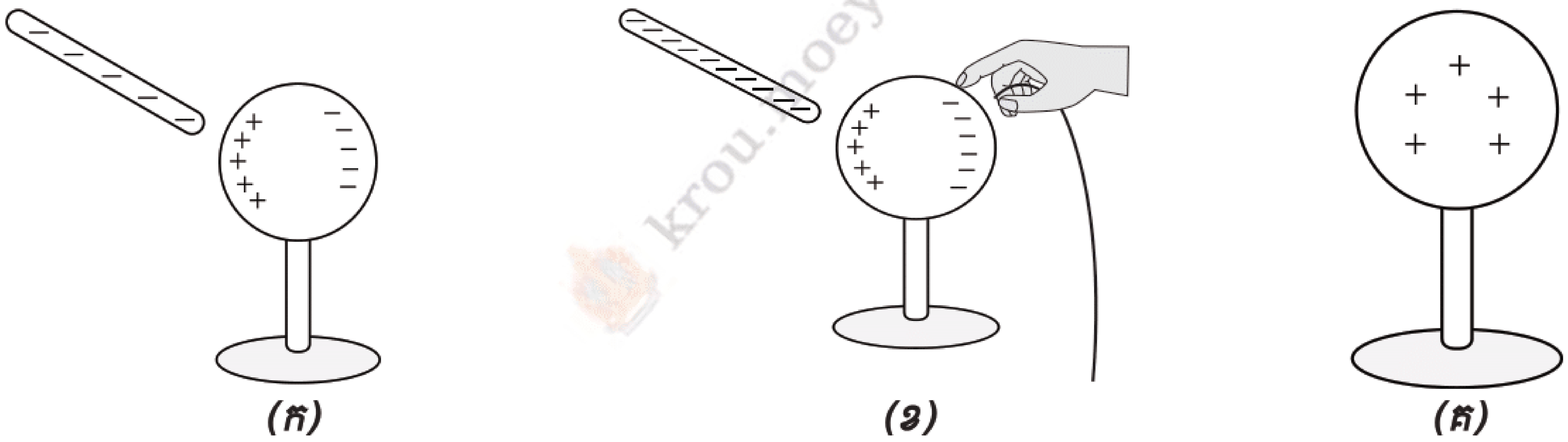
ឧទាហរណ៍ : កាលណាគេយកចង្កឹះកែវមួយដែលខាត់រួចទៅដាក់ក្បែរស្វ៊ែលោហៈណឺតមួយស្ថិតនៅលើទម្រអ៊ីសូឡង់ឈរមួយ(រូបទី *3.5.*ក) ។ បន្ទាប់មកគេដាក់ចង្កឹះកែវនោះឱ្យប៉ះនឹងស្វ៊ែលោហៈ (រូបទី*3.5.*ខ) ។ ក្រោយពីប៉ះគ្នារួចគេឃើញចង្កឹះកែវនោះត្រូវបានច្រានគ្នាចេញ(រូបទី *3.5.*គ) ។ ដូច្នេះគេសន្និដ្ឋានថា ស្វ៊ែលោហៈផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីមានសញ្ញាដូចគ្នានឹងបន្ទុកអគ្គិសនីនៃចង្កឹះកែវ ។



រូបទី 3.5 អគ្គិសនីកម្មដោយប៉ះ

គ. អគ្គិសនីកម្មដោយឥទ្ធិពល

គេយកចង្កឹះជ័រ(ប្លាស្ទិច)មួយដែលខាត់រួចទៅដាក់ក្បែរស្វ៊ែលោហៈមួយណឺត ។ បន្ទុកអវិជ្ជមាននៃចង្កឹះជ័របានច្រានអេឡិចត្រុងមួយចំនួនពីផ្ទៃឈមឱ្យទៅផ្តុំគ្នានៅលើផ្ទៃម្ខាងទៀត ជាហេតុនាំឱ្យនៅលើផ្ទៃទាំងពីរមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាននិងអវិជ្ជមាន (រូបទី *3.6.* ក) ។ បន្ទាប់មកគេភ្ជាប់ផ្ទៃម្ខាងដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានទៅដីដោយខ្សែចម្លងមួយ (រូបទី *3.6.* ខ) ។ ពេលនោះអេឡិចត្រុងនៅលើផ្ទៃនោះបានផ្លាស់ទីចូលទៅក្នុងដីធ្វើឱ្យនៅលើផ្នែកនៃ**ផ្ទៃនោះណឺត** ។ គេផ្តាច់ខ្សែពីដីរួចទាញចង្កឹះជ័រចេញឆ្ងាយ ស្វ៊ែលោហៈបានផ្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានរាយស្មើគ្នានៅលើផ្ទៃទាំងមូល (រូបទី *3.6.* គ) ។

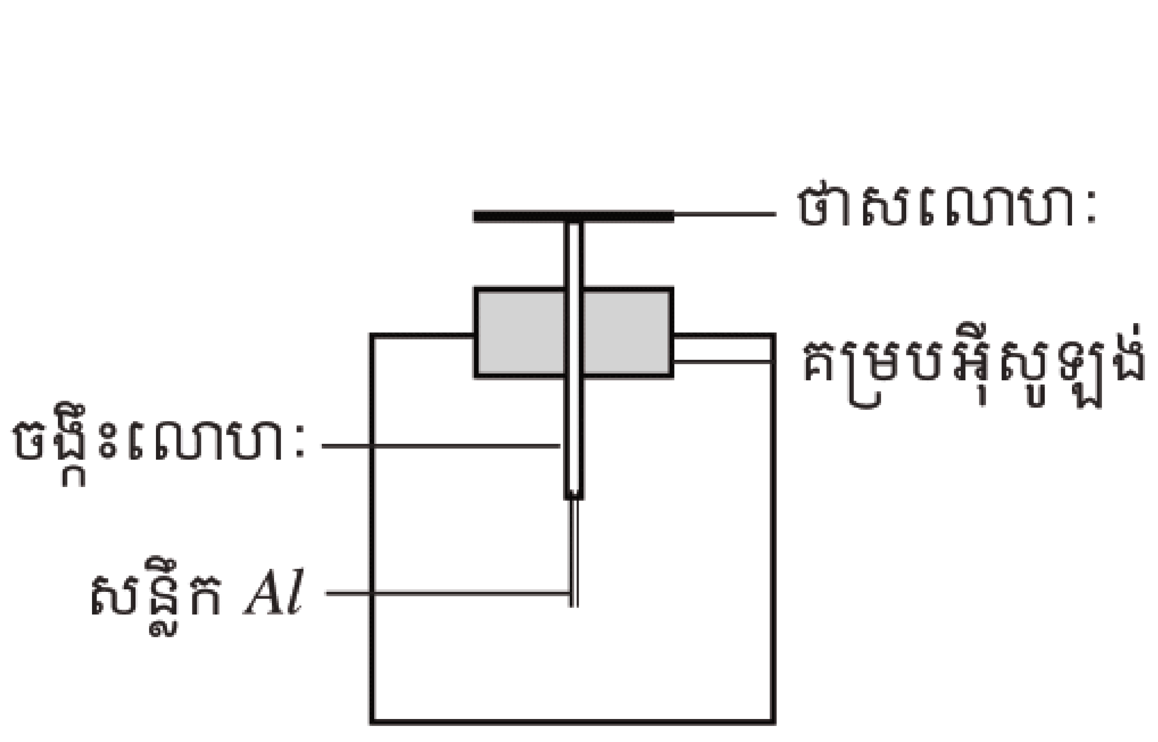


រូបទី 3.6 អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទី

1.3 អេឡិចត្រូទស្សន៍

ក. ទម្រង់នៃអេឡិចត្រូទស្សន៍

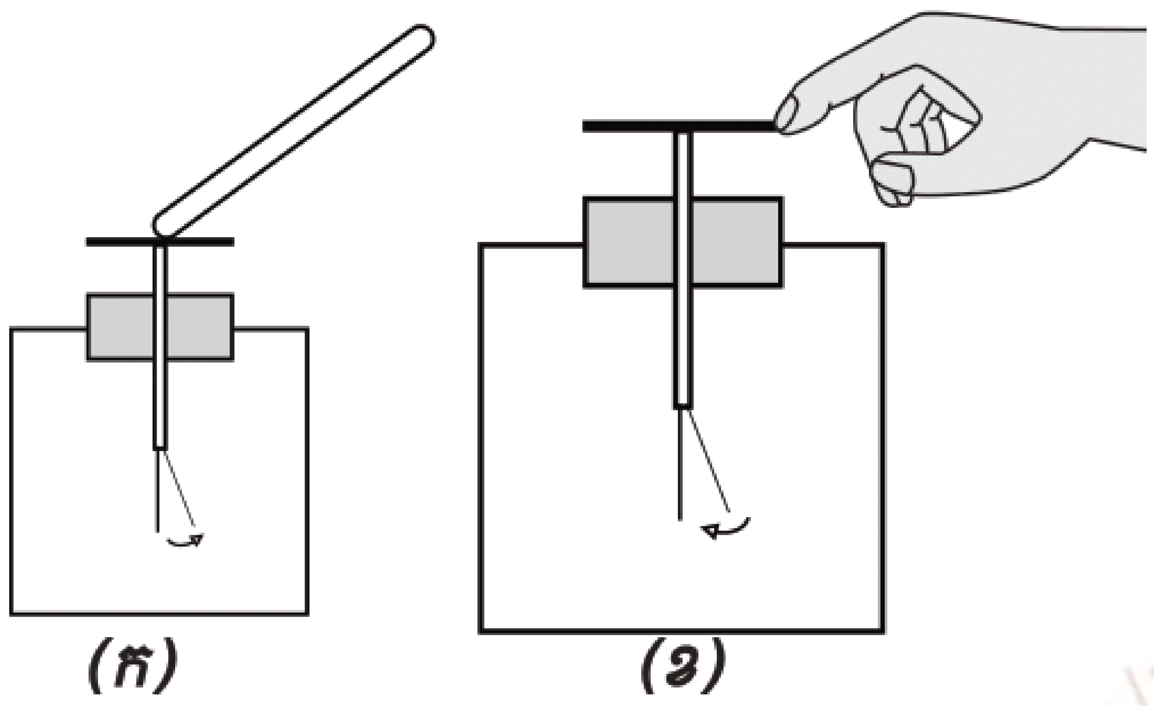
អេឡិចត្រូទស្សន៍កើតពីប្រអប់កែវមួយដែលនៅផ្នែកខាងលើមានគម្របអ៊ីសូឡង់មួយ ។ នៅចំកណ្តាលនៃគម្របនោះគេចោះរន្ធមួយសម្រាប់ដាក់ទ្រនាប់អ៊ីសូឡង់និងចង្កឹះអាលុយមីញ៉ូម ។នៅចុងខាងលើនៃចង្កឹះនោះមានស្វ៊ែលោហៈ ឬថាសលោហៈមួយ ហើយនៅចុងខាងក្រោមមានសន្លឹកអាលុយមីញ៉ូមពីរឬសន្លឹកមាសពីរដាក់ស្របគ្នា(រូបទី *3.7*) ។



រូបទី 3.7 អេឡិចត្រូទស្សន៍

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

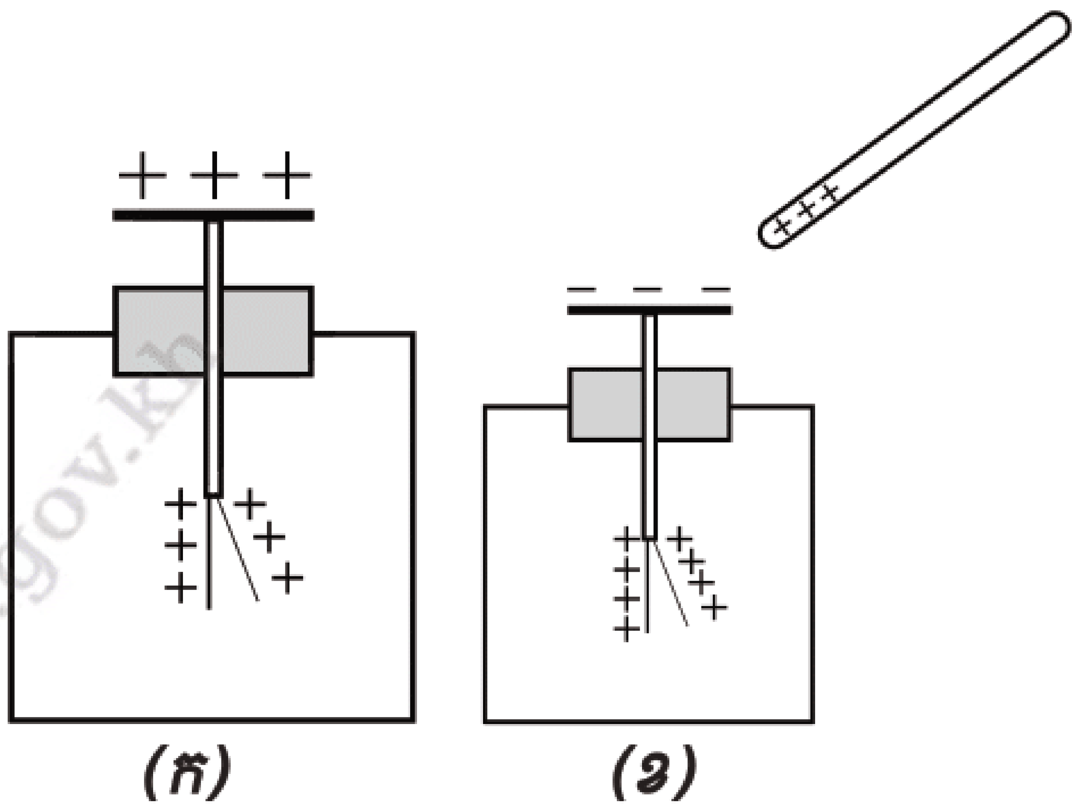
ខ. របៀបប្រើ



រូបទី 3.8

កាលណាគេយកអង្គធាតុមួយទៅដាក់ឱ្យប៉ះនឹងថាសលោហៈរបស់អេឡិចត្រូទស្កូប ពេលនោះបើគេឃើញសន្លឹកអាលុយមីញ៉ូមញែកចេញពីគ្នា គេថាអង្គធាតុនោះផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី(រូបទី *3.8.* ក) ។

ដើម្បីឱ្យសន្លឹកអាលុយមីញ៉ូមរួមចូលគ្នាវិញ គេត្រូវយកអង្គធាតុមួយទៀតដែលផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នាទៅដាក់ឱ្យប៉ះនឹងថាសលោហៈឬយកម្រាមដៃទៅដាក់ឱ្យប៉ះនឹងថាសលោហៈនោះជាការស្រេច(រូបទី *3.8.* ខ) ។



រូបទី 3.9

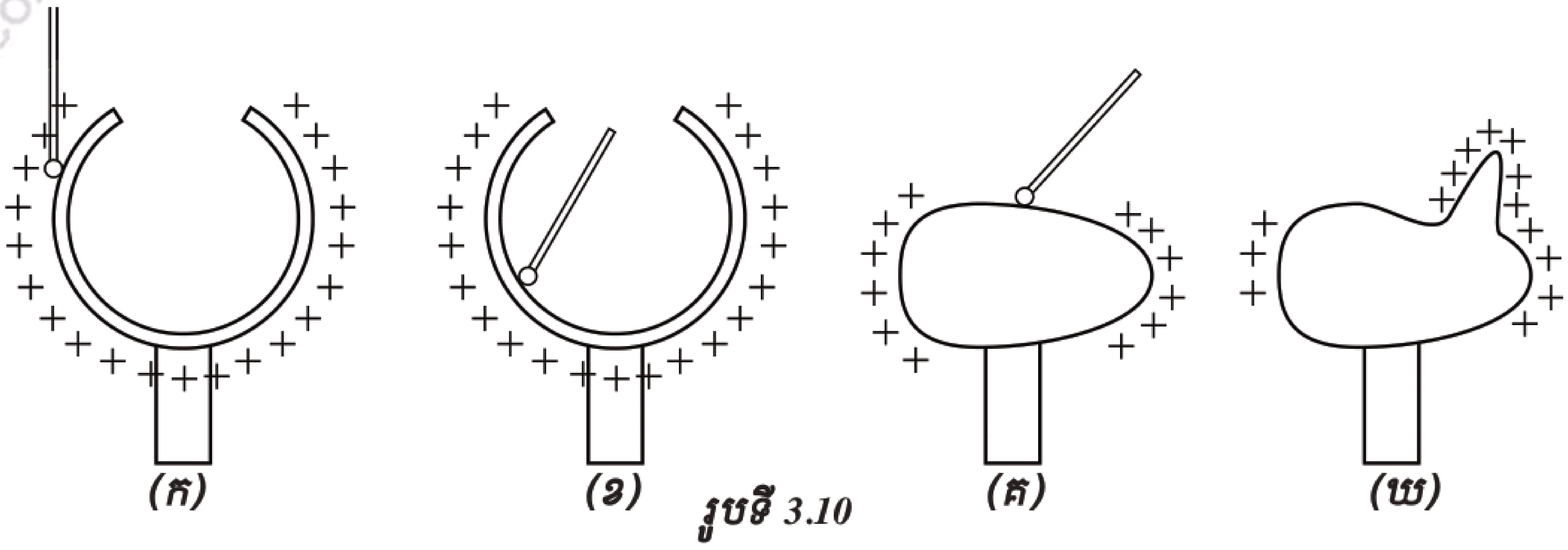
គេអាចប្រើអេឡិចត្រូទស្កូបដើម្បីបង្ហាញពីវត្តមាននៃបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ។ ដំបូងគេផ្ទុកអេឡិចត្រូទស្កូបឱ្យមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន(រូបទី *3.9.* ក) ។ បន្ទាប់មកគេយកចង្កឹះមួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដែលគេពុំស្គាល់សញ្ញាទៅដាក់ក្បែរស្វៃលោហៈនៃអេឡិចត្រូទស្កូបបើគេឃើញសន្លឹកអាលុយមីញ៉ូមញែកខ្លាំងជាងមុនគេអាចដឹងថា ចង្កឹះនោះមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន(រូបទី *3.9.* ខ) ។

2. របាយបន្ទុកអគ្គិសនីលើផ្ទៃនៃអង្គធាតុចម្លង

កាលណាគេផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីឱ្យអង្គធាតុមួយដែលមានផ្ទៃស្មើសាច់ (ដូចជាស្វ៊ៃឬផ្ទៃរាប) គេឃើញបន្ទុកអគ្គិសនីបានរាយស្មើគ្នានៅលើផ្ទៃនោះ(រូបទី *3.10.* ក) ។

បន្ទុកអគ្គិសនីមិនរាយនៅលើផ្ទៃផតទេ វារាយតែនៅលើផ្ទៃប៉ោង (រូបទី *3.10.* ខ) ។

ចំពោះអង្គធាតុចម្លងមិនស្មើសាច់ដែលមានផ្ទៃកំណោងខុសគ្នា បន្ទុកអគ្គិសនីផ្តុំគ្នាយ៉ាងច្រើននៅលើផ្ទៃដែលកោងខ្លាំង (រូបទី *3.10* ឃ) ។

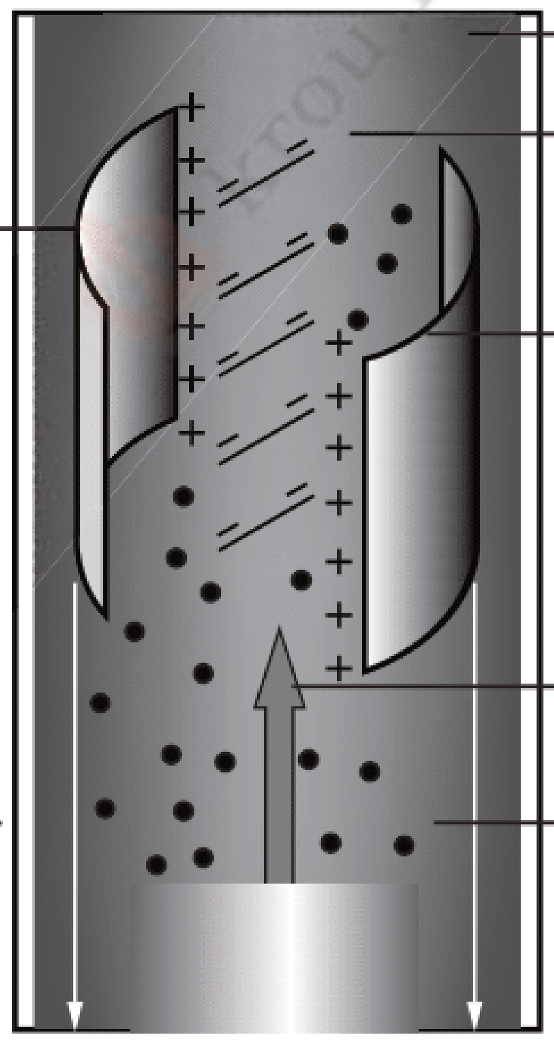


រូបទី 3.10

3. ការអនុវត្តខ្លះៗនៃអេឡិចត្រូស្តាទិច

3.1 ការសំអាតធាតុពុលចេញពីល្បាយផ្សែងនិងធូលី

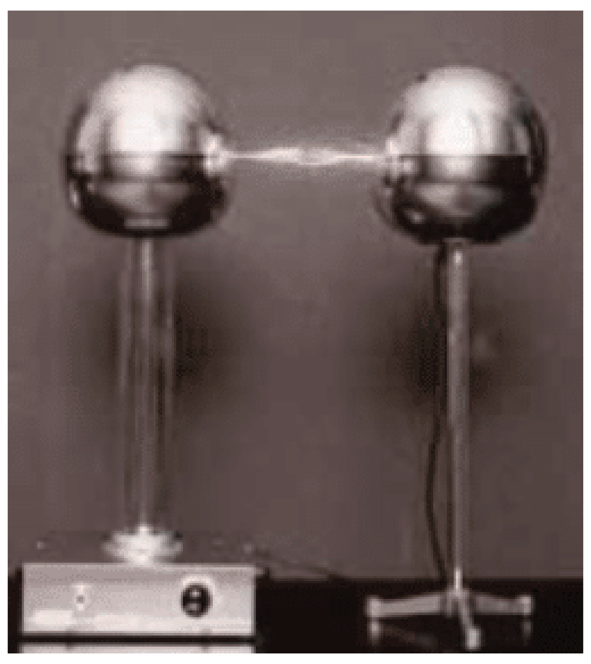
ការអនុវត្តដ៏សំខាន់មួយ គឺការសំអាតល្បាយផ្សែងនិងធូលីចេញពីស្ថានីយថាមពលធ្យូងថ្មដ៏ធំទំនើបមួយ ដោយប្រើម៉ាស៊ីនអេឡិចត្រូស្តាទិច ។ ប្រសិនបើល្បាយផ្សែងនិងធូលីមិនអាចសំអាតបានទេ នោះវាត្រូវបានផ្ទេរចូលទៅក្នុងបរិយាកាសដែលជាមូលហេតុបង្កឱ្យមានជាតិពុលនៅក្នុងខ្យល់ ។ (រូបទី *3.11*) ខាងក្រោមបង្ហាញពីការភ្ជាប់ម៉ាស៊ីនអេឡិចត្រូស្តាទិចទៅនឹងរបាំងបំពង់ផ្សែងដើម្បីចាប់យកផេះនិងធូលីពីឧស្ម័នសំណល់ដែលហូរចូលទៅក្នុងបរិយាកាសតាមបំពង់ ។ ម៉ាស៊ីននេះធ្វើឡើងពីប្រព័ន្ធខ្សែចម្លងនិងបន្ទះសំប៉ែតៗជាច្រើន ។ ប្រព័ន្ធខ្សែត្រូវបានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន ដូច្នេះវាអាចផ្ទុកបន្ទុកអវិជ្ជមានឱ្យផេះនៅពេលដែលផេះឆ្លងកាត់ ។ ចំណែកឯបន្ទះវិញមាននាទីជាអ្នកប្រមូល ត្រូវបានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានដើម្បីទាញនិងប្រមូលផេះ ។ បន្ទាប់មកបន្ទះត្រូវបានក្រឡុក ដើម្បីសំអាតផេះដែលប្រមូលបាននោះនិងត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាអនុផល ។ បច្ចេកទេសនៃការបង្កើតម៉ាស៊ីនអេឡិចត្រូស្តាទិចនេះ គឺមានសារៈសំខាន់ផងដែរចំពោះរោងចក្រផលិត ដែកថែប ស៊ីម៉ង់ត៍ និងឧស្សាហកម្មគីមីដែលបញ្ចេញល្បាយឧស្ម័នពុលដ៏ច្រើនសន្ធឹកសន្ធាប់តាមបំពង់ផ្សែង ។



រូបទី 3.11 ម៉ាស៊ីនអេឡិចត្រូស្តាទិចដែលភ្ជាប់ទៅនឹងបំពង់ផ្សែង

3.2 ជនិតាតង់ស្យុងខ្ពស់

ជនិតាវ៉ាន់ឌឺក្រាហ្វ (Van de Graaff) គឺជាជនិតាអេឡិចត្រូស្តាទិចដែលមានប្រយោជន៍យ៉ាងខ្លាំង ។ វាអាចបង្កើតផលសងប៉ូតង់ស្យែល ឬតង់ស្យុងលើសពី 14 លានវ៉ុល ។ វាត្រូវបានគេប្រើនៅក្នុងការស្រាវជ្រាវនុយក្លេអ៊ែដើម្បីពន្លឿនភាគល្អិតផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី(រូបទី *3.12*) ។

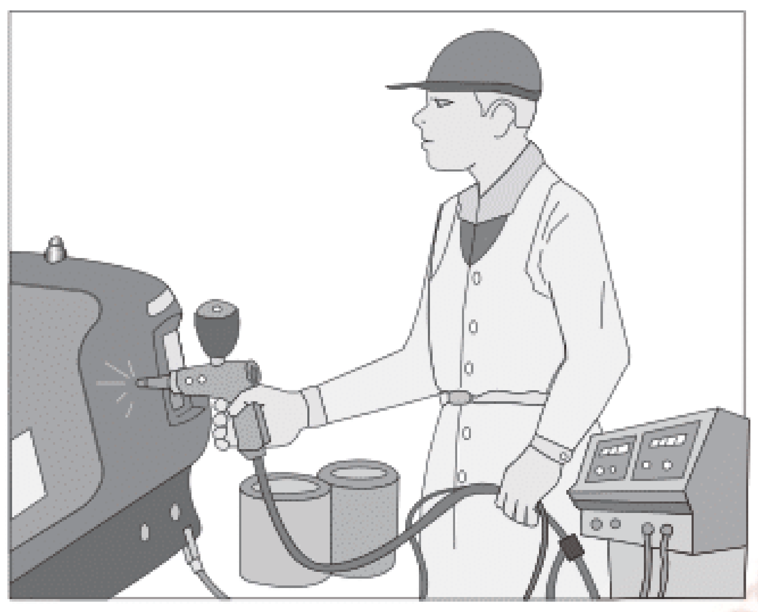


រូបទី 3.12 ជនិតាវ៉ាន់ឌឺក្រាហ្វ

facebook.com/moeys.gov.kh

3.3 ការបាញ់ស្រ្បៃ

ម៉ាស(តួរថយន្ត)ត្រូវបានប្រើជាទូទៅនៅក្នុងផលិតកម្មរថយន្ត ។ ការបាញ់ស្រ្បៃអេឡិចត្រូស្តាទិចត្រូវបានគេផ្ទុកនូវបន្ទុកផ្ទុយគ្នា។ ការនេះធ្វើឱ្យការបាញ់ថ្នាំមានភាពជាប់យូរអង្វែង ហើយចំពោះរាល់ផ្នែកគៀនៗនៃវត្ថុត្រូវធានានូវស្រទាប់ថ្នាំស្មើសាច់ល្អ ។ វិធីនេះគឺមានប្រសិទ្ធិភាពទទួលបានផលខ្ពស់និងអាចសន្សំសំចៃបានយ៉ាងខ្លាំង(រូបទី *3.13*) ។



រូបទី 3.13 ការបាញ់ស្រ្បៃ

4. បាតុភូតអេឡិចត្រូស្តាទិចក្នុងជីវភាពរាល់ថ្ងៃ

4.1 អគ្គិសនីកម្មក្នុងខ្លួនមនុស្ស

ខ្លួនរបស់អ្នកជាអង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនីហើយងាយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី បើអ្នកដោះឬស្លៀកសម្លៀកបំពាក់ ។សកម្មភាពនេះធ្វើឱ្យមានការប៉ះកកិតរវាងសម្លៀកបំពាក់ជាមួយនឹងស្បែករបស់អ្នក ។ ការប៉ះនេះធ្វើឱ្យអេឡិចត្រុងខ្លះផ្លាស់ទីពីផ្ទៃមួយទៅផ្ទៃមួយទៀត ។ **ឧទាហរណ៍** អ្នកអាចចំណេញអេឡិចត្រុងកាលណាអ្នកដោះអាវយឺតរបស់អ្នកចេញ ។ បើសំណើមបរិយាកាសខ្ពស់ អេឡិចត្រុងទាំងនេះបានហូរចេញយ៉ាងលឿនពីអ្នកទៅក្នុងបរិយាកាស ។ បើសំណើមបរិយាកាសទាប អ្នកអាច លើសបន្ទុកជាច្រើនដែលផលសងប៉ូតង់ស្យែលរវាងខ្លួនរបស់អ្នកនិងមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញគឺ5kV ឬច្រើនជាង ។ បើអ្នកប៉ះនឹងក្តារចុចកុំព្យូទ័រក្នុងខណៈដែលអ្នកផ្ទុកបន្ទុកបែបនេះ បន្ទុកដែលលើសនៅលើខ្លួនរបស់អ្នកអាចហូរចូលទៅក្នុងបំណែកសៀគ្វីនៃកុំព្យូទ័រ ដែលជាហេតុធ្វើឱ្យបន្ទុកលើសចំណុះ ហើយអាចឆេះបាន ។

មានឧទាហរណ៍ច្រើនរាប់មិនអស់ក្នុងការប៉ះរវាងមនុស្សម្នាក់ និងសារធាតុផ្សេងៗជាច្រើនប្រភេទដែលធ្វើឱ្យមនុស្សផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីយ៉ាងខ្ពស់ មនុស្សអាចផ្ទេរបន្ទុកទាំងនោះដោយមានព្រាតផ្កាភ្លើង ។ ការរំអិលរបស់កុមារចុះតាមផ្លូវរអិលធ្វើអំពីប្លាស្ទិចនៅថ្ងៃដែលមានអាកាសធាតុស្ងួតត្រូវបានគេវាស់ឃើញថាមានប៉ូតង់ស្យែលប្រហែលជា 60kV ។ បើកុមារនោះដើរទៅជិតអង្គធាតុចម្លងណាមួយ (ដូចជាមនុស្សម្នាក់ផ្សេងទៀត) កុមារប្រហែលជានឹងផ្ទេរបន្ទុកទៅកាន់អង្គធាតុនោះដោយព្រាតផ្កាភ្លើងយ៉ាងខ្លាំង ។ បន្ទេរផ្កាភ្លើងបែបនេះនឹងបង្កឱ្យមានគ្រោះមហន្តរាយដល់បន្ទប់វះកាត់ក្នុងមន្ទីរពេទ្យនៅកន្លែងដែលមានវត្តមានឧស្ម័នដែលងាយឆេះ(ដូចជា ឧស្ម័ន Anesthetic gas) ។ ដើម្បីបន្ទេរបន្ទុកចេញ ក្រុមវះកាត់ត្រូវពាក់ស្បែកជើងធ្វើពីអង្គធាតុចម្លង ហើយឈរនៅលើកម្រាលអង្គធាតុចម្លង ។ បន្ទេរផ្កាភ្លើងក៏អាចបង្កឱ្យមានអគ្គីភ័យផងដែរនៅស្ថានីយឥន្ធនៈចាក់សាំងដោយខ្លួនឯង កាលណាអ្នកចាក់សាំងបានអង្គុយលើពូកឡានដើម្បីរង់ចាំទម្រាំដល់សាំងពេញធុង ។ ការប៉ះជាមួយនឹងពូកឡានធ្វើឱ្យអ្នកចាក់សាំងមានបន្ទុកយ៉ាងច្រើនដែលផ្កាភ្លើងអាចកើតមានឡើងរវាងម្រាមដៃនិងក្បាលស្នប់ កាលណាអ្នកចាក់សាំងត្រលប់ទៅដកក្បាលស្នប់ចេញពីធុងសាំងឡាន ។ផ្កាភ្លើងអាចបញ្ឆេះចំហាយសាំងដែលនៅជុំវិញក្បាលស្នប់ ។

4.2 ផ្លេកបន្ទោរ

រូបទី 3.14 ប្រដាប់ការពាររន្ទះ

ជាទូទៅគេអាចមើលឃើញពន្លឺភ្លែតៗនៃផ្លេកបន្ទោរមុន និងក្នុងពេលផ្គរលាន់ ។ នេះបណ្ដាលមកពីបរិមាណអគ្គិសនីដ៏សន្ធឹកសន្ធាប់បង្កឡើងក្នុងដុំពពកដ៏ធំ ។ ដុំពពកទាំងនេះត្រូវបានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដោយកកិតរវាង ម៉ូលេគុលទឹកនៅក្នុងដុំពពកជាមួយនឹងម៉ូលេគុលខ្យល់ ។ នៅពេលដែលបន្ទុកនៃដុំពពកមានបរិមាណធំគ្រប់គ្រាន់ វាអាចធ្វើឱ្យខ្យល់ក្លាយជាអ៊ីយ៉ុង ដែលពេលនោះផ្ដល់នូវផ្លូវចម្លងសម្រាប់ផ្ទេរបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីដ៏ធំទៅកាន់វត្ថុដែលនៅជិតបំផុតឬចុងស្រួចបំផុតទៅលើដី ។ នេះពន្យល់ពីមូលហេតុដែលថាហេតុអ្វីបានជាមានគ្រោះថ្នាក់ខ្លាំងចំពោះការហែលក្នុងទឹកសមុទ្រ ការលេងនៅក្នុងស្រែ ចម្ការឬការជ្រកក្រោមដើមឈើ ពេលដែលមានព្យុះភ្លៀង ។ កងទាហានសាងសង់ត្រង់សេ (លេណដ្ឋាន)នៅលើកំពូលភ្នំ គឺពុំដែលប្រើស័ង្កសីជាដំបូលសម្រាប់ជ្រកពេលដែលមានផ្គរភ្លៀងឡើយ ។ដើម្បីការពារការខូចខាតសំណង់ធំៗពីផ្លេកបន្ទោរនិងរន្ទះ គេប្រើអង្គធាតុចម្លងផ្លេកបន្ទោរ ។ គោលបំណងនៃការប្រើអង្គធាតុចម្លងផ្លេកបន្ទោរ(រូប*3.14*)គឺដើម្បីផ្ដល់ផ្លូវសម្រាប់បន្ទេរបរិមាណអេឡិចត្រុងដ៏ច្រើននៅក្នុងខ្យល់ពីកំពូលនៃអគារទៅដី ។ តាមមធ្យោបាយនេះឱកាសនៃការបាញ់របស់រន្ទះ(អំឡុងពេលផ្ទេរបន្ទុកភ្លាមៗ) ត្រូវបានកាត់បន្ថយ ។

4.3 ចំហេះឬបន្ទុះ

ចំហេះឬបន្ទុះអាចកើតមានឡើងកាលណាបន្ទុកអគ្គិសនីស្ដាទិចដែលបង្កើតដោយកកិតបានកើតមានហួសប្រមាណ ។

ឧទាហរណ៍ : បន្ទុកអគ្គិសនីស្ដាទិចត្រូវបានកើនឡើងច្រើនទៅៗនៅលើយន្តហោះ ក្នុងពេលកំពុងហោះហើរនិងនៅលើរថយន្តដឹកប្រេងធំៗដែលកំពុងបើកជាដើម ។

ការការពារទុកជាមុន វានឹងធ្វើឱ្យយើងចៀសផុតពីគ្រោះថ្នាក់ដោយចៃដន្យបាន ។ ក្នុងករណីយន្តហោះខាងលើ កង់ទាំងអស់របស់វាផលិតឡើងពីកៅស៊ូដែលជាអង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនីខ្សោយ ដូច្នេះវាអាចធ្វើឱ្យបរិមាណបន្ទុកដែលបង្កើតឡើងដោយកកិតលើយន្តហោះក្នុងពេលកំពុងហោះហើរនោះអាចត្រូវបានផ្ទេរអស់ដោយគ្មានគ្រោះថ្នាក់ នៅពេលដែលយន្តហោះនោះចុះប៉ះនឹងដី ។

មេរៀនសង្ខេប

- បន្ទុកអគ្គិសនីមាន2ប្រភេទ គឺបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាននិងបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន ។
- បន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានប្រភេទដូចគ្នាច្រានគ្នាចេញហើយមានប្រភេទផ្ទុយគ្នាទាញគ្នាចូល ។
- អគ្គិសនីកម្មមានបីប្រភេទ : អគ្គិសនីកម្មដោយកកិត អគ្គិសនីកម្មដោយប៉ះ និងអគ្គិសនីកម្មដោយឥទ្ធិពល ។
- អេឡិចត្រូទស្សន៍ជាឧបករណ៍ប្រើសម្រាប់ឱ្យគេដឹងថា តើអង្គធាតុមួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីឬនៅ ។
- ចំពោះអង្គធាតុមិនស្មើសាច់ដែលមានផ្ទៃកំណោងខុសគ្នា បន្ទុកអគ្គិសនីផ្តុំគ្នាយ៉ាងច្រើននៅលើផ្ទៃស្រួចខ្លាំង ។
- បាតុភូតអេឡិចត្រូស្តាទិចយកទៅប្រើក្នុងឧបករណ៍ខ្លះដូចជាប្រដាប់ការពាររន្ទះ ជនិតាវ៉ាន់ឌឺក្រាហ្វ . . . ។
- ក្នុងជីវភាពរាល់ថ្ងៃ បាតុភូតអេឡិចត្រូស្តាទិចយកទៅប្រើដើម្បីសំអាតចេញនៃល្បាយផ្សែងនិងធូលីចេញពីអណ្តូងរ៉ែ និងការបាញ់ស្រ្បៃ ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. តើអេឡិចត្រូស្តាទិចសិក្សាពីអ្វី ?
2. ដូចម្តេចដែលហៅថាអង្គធាតុណឺត ?
3. ចូរពន្យល់ពីអគ្គិសនីកម្មដោយកកិត អគ្គិសនីកម្មដោយប៉ះ និងអគ្គិសនីកម្មដោយឥទ្ធិពល ។
4. តើបន្ទុកអគ្គិសនីមានប៉ុន្មានប្រភេទ ? អ្វីខ្លះ ?
5. តើបន្ទុកអគ្គិសនីមានអំពើទៅវិញទៅមកដូចម្តេច ? (ចំពោះអង្គធាតុមានបន្ទុកអគ្គិសនី)
6. ចំពោះអង្គធាតុចម្លងស្មើសាច់ តើបន្ទុកអគ្គិសនីរាយដូចម្តេច ?
7. តើបន្ទុកអគ្គិសនីរាយនៅលើផ្ទៃផតដែរឬទេ ?
8. ចំពោះអង្គធាតុចម្លងមិនស្មើសាច់ តើបន្ទុកអគ្គិសនីច្រើនផ្តុំគ្នានៅត្រង់ណា ?
9. ចូរពិណនាអំពីអេឡិចត្រូទស្សន៍និងបម្រើបម្រាស់វា ។

10. គេមានស្វ៊ែលោហៈ B មួយណឹតដាក់ក្បែរស្វ៊ែ A មួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ។ តើគេប្រើវិធីដូចម្តេច ដើម្បីឱ្យស្វ៊ែលោហៈ B មានបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានដោយពុំមានកំណែប្រែបន្ទុកអគ្គិសនីនៃស្វ៊ែ A ។

11. តើអ្នកអាចបង្កើតបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងពីរប្រភេទបានយ៉ាងដូចម្តេច? បើសិនជាគេឱ្យចង្កឹះកែវមួយ ចង្កឹះអេបូនីតមួយ រោមសត្វ និងសំពត់សូត្រទៅដល់អ្នក ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

មេរៀនទី

2 ចរន្តជាប់និងម៉ាញេទិច

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ❒ ពន្យល់ពីធម្មជាតិនៃចរន្តអគ្គិសនី ។
- ❒ ពោលនិយមន័យចរន្តជាប់ ។
- ❒ វាស់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តនិងតង់ស្យុង ។
- ❒ បង្ហាញដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តនិងស្ប៉ិចម៉ាញេទិច ។
- ❒ បង្ហាញពីការបន្ស៊ីមេដែក ។

1. ចរន្តជាប់

1.1 ធម្មជាតិចរន្តអគ្គិសនី

ក. បន្ទុកអគ្គិសនីនិងចរន្តអគ្គិសនី

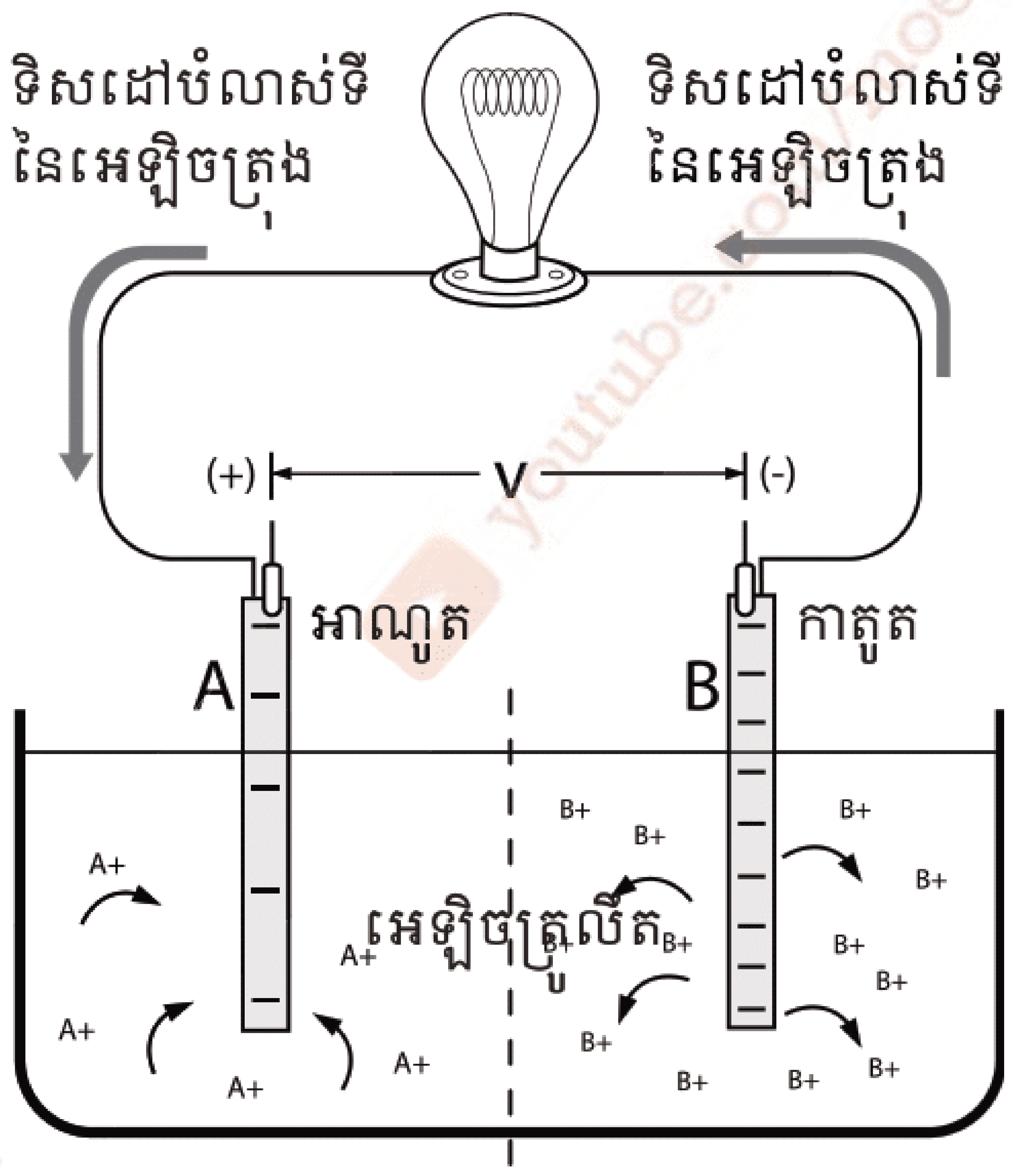
ក្នុងមេរៀនមុនយើងបានសិក្សាអំពីអ៊ីសូឡង់អគ្គិសនីដែលអាចត្រូវបានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីដោយការខាត់ឬកកិត ។ ចំពោះអ៊ីសូឡង់ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីត្រមោច បន្ទុកអគ្គិសនីលើផ្ទៃរបស់វាមិនផ្លាស់ទីទេ ។ គេថាវាជាអគ្គិសនីស្តាទិច ។ ប៉ុន្តែបើគេភ្ជាប់វាដោយអង្គធាតុចម្លងណាមួយ ពេលនោះបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងនោះនឹងផ្លាស់ទី ។

នៅពេលបន្ទុកអគ្គិសនីផ្លាស់ទី គេថាចរន្តអគ្គិសនីត្រូវបានបង្កើតឡើង ។ ក្នុងករណីនេះ គឺចរន្តអគ្គិសនីផ្លាស់ទីពីអង្គធាតុដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានទៅអង្គធាតុដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានឬដី ។ ផ្ទុយទៅវិញអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីអង្គធាតុដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមានទៅអង្គធាតុដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ។ ប៉ុន្តែគេពុំអាចផលិតចរន្តជាប់ពីអគ្គិសនីស្តាទិចបានទេព្រោះបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនីស្តាទិចដែលកើតមាននៅលើផ្ទៃកកិតនោះមានតែចំនួនតិចតួចប៉ុណ្ណោះ ។ ដូច្នេះចរន្តអគ្គិសនីនឹងកើតមានឡើងតែក្នុងរយៈពេលយ៉ាងខ្លី ។ម្យ៉ាងទៀតចរន្តដែលបានមកពីអគ្គិសនីស្តាទិចនោះគឺពុំគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការប្រើប្រាស់ឡើយ ។

ខ. ជនិតាចរន្តជាប់

អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រជនជាតិអ៊ីតាលី លោក **អាឡេសង់ដ្រូវ៉ុលតា** (Alessandro Volta) បានបង្កើតជនិតាមួយក្នុងចំណោមជនិតាដំបូងរបស់គាត់ ។

បន្ទាប់ពីជនិតានេះត្រូវបានបង្កើតឡើង ការស្រាវជ្រាវអំពីអគ្គិសនីក៏ត្រូវបានអភិវឌ្ឍន៍ហើយយើងអាចប្រើប្រាស់ចរន្តជាប់បាន ។ ជនិតានោះកើតឡើងពីអេឡិចត្រូតពីរធ្វើពីលោហៈដែលពុំស្គាល់ឈ្មោះត្រូវបានដាក់ចូលទៅក្នុងអេឡិចត្រូលីតណាមួយដែលមានសូលុយស្យុងអគ្គិសនី ។ ជាមួយនឹងអេឡិចត្រូតនិងអេឡិចត្រូលីតសមស្របផលសងប៉ូតង់ស្យែល ឬចរន្តអគ្គិសនីកើតមានឡើងរវាងអេឡិចត្រូតទាំងពីរដែលជាផលនៃប្រតិកម្មគីមី(រូបទី *3.15*) ជនិតានេះបានបំប្លែងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលគីមីឱ្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។ ពេលនោះអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីអេឡិចត្រូតអវិជ្ជមាន(B)ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងនិងអំពូលឆ្ពោះទៅអេឡិចត្រូត(A) ។ បំលាស់ទីនោះបង្កើតជាលំហូរអេឡិចត្រុងក្នុងខ្សែចម្លង ។ អេឡិចត្រូត(A)ជាអាណូតសម្គាល់ដោយសញ្ញា (+)ហើយអេឡិចត្រូត (B) គឺជាកាតូតសម្គាល់ដោយសញ្ញា (-) ។ អេឡិចត្រុងឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងពី B (-)ទៅ A (+) ។ គេថាជនិតានេះបានផ្តល់នូវចរន្តជាប់ (DC) ។



រូបទី 3.15 ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងអេឡិចត្រូលីត

គ. និយមន័យ

ចរន្តជាប់ជាចរន្តនៃបន្ទុកអគ្គិសនីដែលផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងតាមទិសដៅកំណត់មួយ ។

តាមនិយមន័យគេសរសេរ :

$$I = \frac{Q}{t}$$

Q ជាបរិមាណអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់មុខកាត់នៃអង្គធាតុចម្លងគិតជាគូឡំ (C)

t ជារយៈពេលដែលចរន្តឆ្លងកាត់មុខកាត់នៃខ្សែចម្លងគិតជាវិនាទី (s)

I ជាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តគិតជាគូឡុំក្នុងមួយវិនាទី (C/s) ឬអំពែ (A) ។

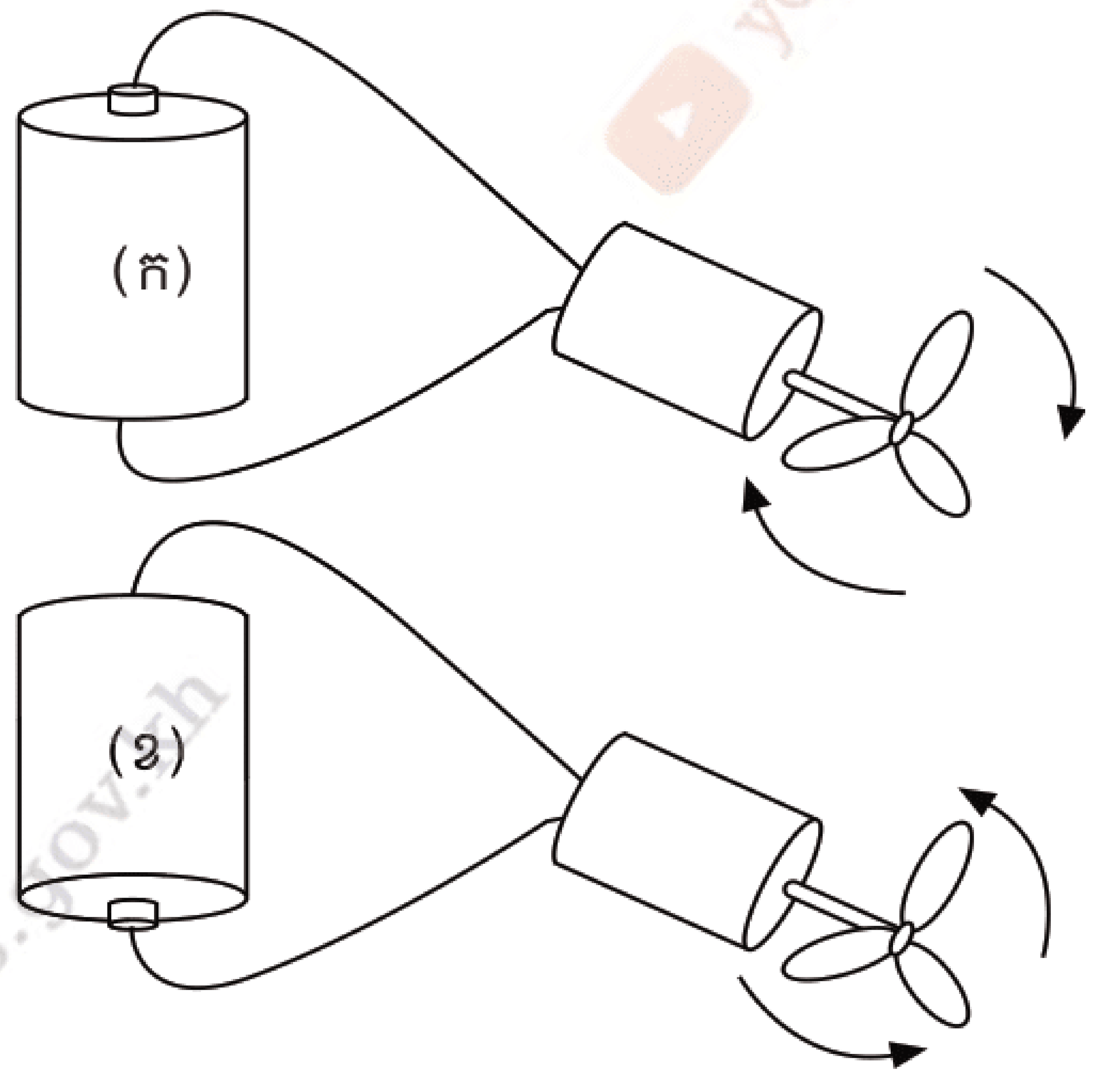
បរិមាណអគ្គិសនីនេះស្មើនឹងបរិមាណអគ្គិសនីដែលធ្វើឱ្យ n អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់មុខកាត់នៃអង្គធាតុចម្លង : $Q = n|-e|$ ដែល $-e$ ជាបន្ទុកអគ្គិសនីនៃអេឡិចត្រុង $-e = -1.6 \times 10^{-19}$C ។

ចរន្តអគ្គិសនីកើតមានក្នុងលោហៈ ក្នុងអេឡិចត្រូលីតនិងក្នុងសឺមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ **p** និង **n** ៖
- ក្នុងលោហៈចរន្តអគ្គិសនីជាចរន្តនៃអេឡិចត្រុងសេរី ។
- ក្នុងអេឡិចត្រូលីតចរន្តអគ្គិសនីជាចរន្តនៃអ៊ីយ៉ុង ។
- ក្នុងសឺមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ **n** ចរន្តអគ្គិសនីជាចរន្តនៃអេឡិចត្រុងដែលនៅសល់ (លើស) ។
- ក្នុងសឺមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ **p** ចរន្តអគ្គិសនី ជាលំហូរនៃរន្ធ (បន្ទុកវិជ្ជមាន) ។

1.2 ទិសដៅនៃចរន្ត

គេអាចកំណត់ទិសដៅនៃចរន្តតាមវិធីដូចខាងក្រោម ៖

កាលណាគេភ្ជាប់ម៉ូទ័រចរន្តជាប់ (DC) មួយនៅប៉ូលនៃជនិតា គេឃើញម៉ូទ័រនោះវិល ។ ប៉ុន្តែទិសដៅរង្វិលនៃម៉ូទ័រ អាស្រ័យនឹងការដែលគេភ្ជាប់ម៉ូទ័រទៅនឹងប៉ូលជនិតា ព្រោះថាជនិតាមានប៉ូលពីរគឺប៉ូល(+) និង (-)ហើយម៉ូទ័រមានខ្សែពីរ គឺខ្សែខៀវនិងខ្សែក្រហម ។កាលណាគេភ្ជាប់ខ្សែក្រហមទៅនឹងប៉ូល (+) ហើយខ្សែខៀវទៅនឹងប៉ូល (-)នៃជនិតា ពេលនោះម៉ូទ័រវិលតាមទិសដៅដូច(រូបទី *3.16*.ក) ។ ផ្ទុយទៅវិញ បើគេភ្ជាប់ខ្សែក្រហមទៅនឹងប៉ូល(-)ហើយខ្សែខៀវទៅនឹងប៉ូល (+) នៃជនិតានោះម៉ូទ័រនឹងវិលតាមទិសដៅបញ្ច្រាសពីមុនដូច(រូបទី *3.16*.ខ) ។ ត្រង់នេះបញ្ជាក់ថា លំហូរនៃចរន្តជាប់(DC) ប្រព្រឹត្តិទៅតាមទិសដៅតែមួយប៉ុណ្ណោះ ។ ឧបករណ៍អគ្គិសនីភាគច្រើនដំណើរការដោយប្រើប្រាស់ចរន្តជាប់មានដូចជា នាឡិកា ទូរស័ព្ទដៃ វិទ្យុ ម៉ាញេ . . . ព្រោះវាមានប៉ូល(+) និងប៉ូល (-) ។ បើសិននៅពេលប្រើ គេភ្ជាប់ប៉ូលនៃឧបករណ៍ទាំងនោះពុំបានត្រឹមត្រូវជាមួយនឹងប៉ូលនៃជនិតាទេ ពេលនោះឧបករណ៍មិនដំណើរការឬអាចឆេះខូចក៏មាន ព្រោះទិសដៅនៃចរន្តបានកំណត់យ៉ាងច្បាស់លាស់ក្នុងឧបករណ៍ទាំងនោះ ។

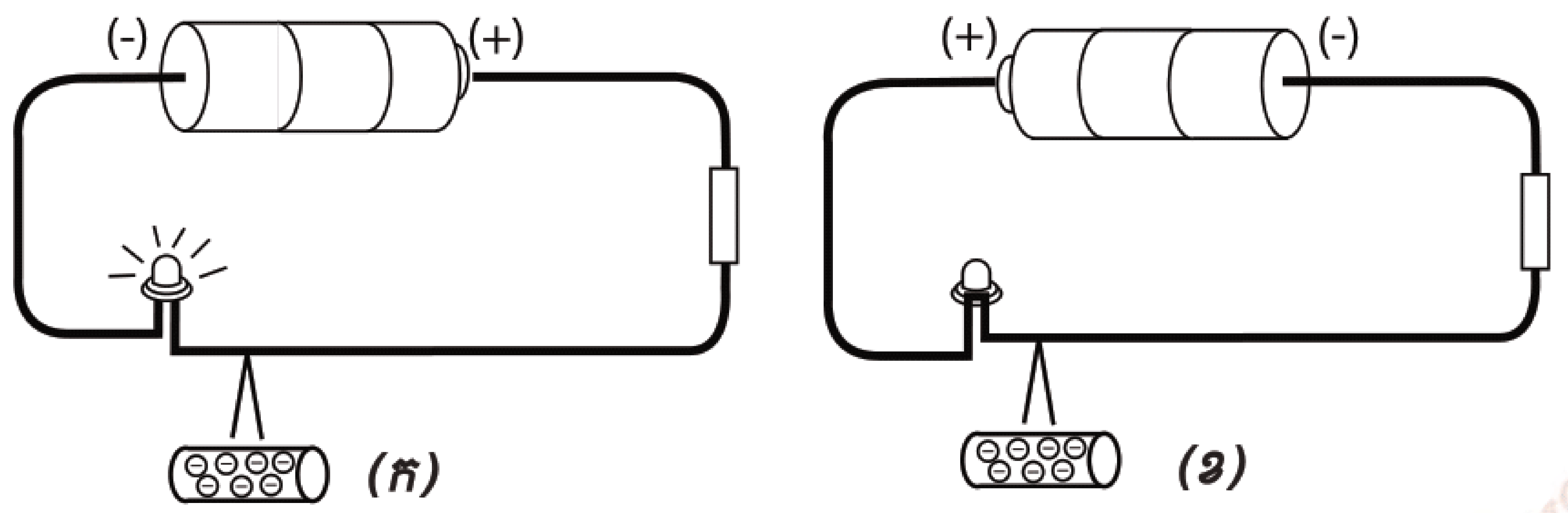


រូបទី*3.16 *ទិសដៅចរន្តអគ្គិសនី

វិធីមួយទៀត គេសាកល្បងបង្ហាញទិសដៅនៃចរន្តជាប់នេះដោយប្រើឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺឬអំពូល (LED) ដោយឱ្យចរន្តជាប់(DC) ឆ្លងកាត់វាតាមរយៈការបណ្តូរប៉ូលនៃជនិតា ។ឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺមានជើងពីរ គឺជើងដែលវែងរបស់ឌីយ៉ូតគឺអាណូត ហើយជើងដែលខ្លីគឺកាតូត ។

កាលណាគេភ្ជាប់អាណូត(ខ្សែក្រហម)ទៅនឹងប៉ូល (+) ហើយកាតូត(ខ្សែខៀវ)ទៅនឹងប៉ូល(-) នៃជនិតា រួចគេបិទកុងតាក់ គេឃើញឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺឆេះភ្លឺ(រូបទី *3.17*.ក) ។ ប៉ុន្តែបើគេត្រឡប់ប៉ូល

នៃជនិតាវិញ គេឃើញឌីយ៉ូតនោះមិនបន្សាយពន្លឺទេ(រូបទី 3.17.ខ)។ តាមការពិសោធនេះ គេអាចធ្វើការសន្និដ្ឋានថា ចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅពីប៉ូល (+) ទៅប៉ូល (-) នៃជនិតា។ ចំណែកអេឡិចត្រុងវិញមានទិសដៅផ្ទុយពីទិសដៅសន្មតនៃចរន្ត។



រូបទី3.17 ឌីយ៉ូតកំណត់ទិសដៅចរន្តអគ្គិសនី

1.3 រង្វាស់នៃចរន្តអគ្គិសនី

ក. ការបង្ហាញពីអំពែម៉ែត

រូបទី3.18 អំពែម៉ែត

អំពែម៉ែតជាឧបករណ៍ប្រើសម្រាប់វាស់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីនិងមាននិមិត្តសញ្ញា (A) ។

ដើម្បីគណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត គេត្រូវស្គាល់សញ្ញាណដូចតទៅ:

n_0 តាងចំនួនប្រលោះក្រិតសរុប

n តាងចំនួនប្រលោះក្រិតដែលទ្រនិចចង្អុល

Cal តាងកាលីប

I តាងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត

តាមពិសោធន៍បញ្ជាក់ថា លំងាកនៃអំពែម៉ែតសមាមាត្រនឹងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តដែលឆ្លងកាត់។

គេបានទំនាក់ទំនង :$\frac{I}{Cal} = \frac{n}{n_0}$ ដូច្នេះ $\boxed{I = Cal \times \frac{n}{n_0}}$ ។

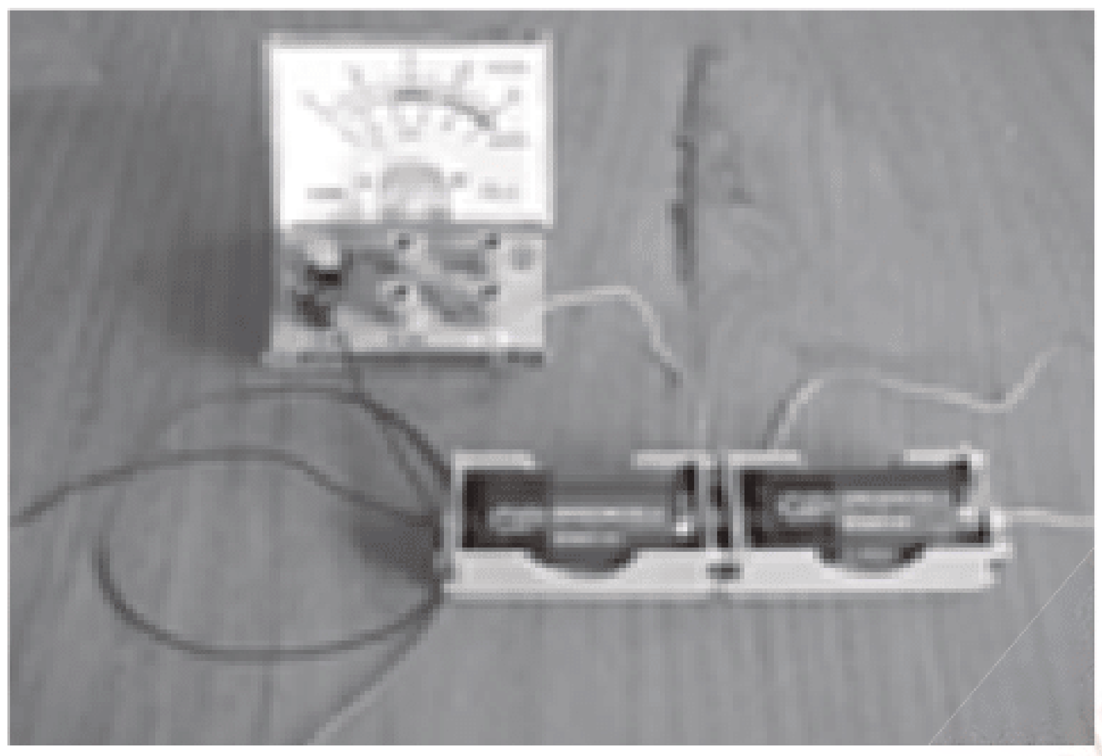
ខ. របៀបប្រើអំពែម៉ែត

ដើម្បីវាស់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់អង្គធាតុចម្លងណាមួយ គេត្រូវ :

- តអំពែម៉ែតជាស៊េរីជាមួយនឹងរេស៊ីស្តរ R ។ (ចូរប្រុងប្រយ័ត្នកុំភ្ជាប់វាទៅនឹងប្រភពដូចជាថ្មពិលឬអាគុយដោយផ្ទាល់ ព្រោះវាអាចធ្វើឱ្យអំពែម៉ែតនេះឆេះខូច)។
- ភ្ជាប់អំពែម៉ែតដោយឱ្យចរន្តចូលតាមប៉ូល(+) និងចេញតាមប៉ូល(-)នៃឧបករណ៍ បើពុំដូច្នេះទេទ្រនិចរបស់វានឹងងាកបញ្ច្រាស។
- ជ្រើសរើសកាលីបឱ្យបានសមស្រប។
- បិទកុងតាក់និងអានតម្លៃចង្អុលនៃទ្រនិចអំពែម៉ែត។

ឧទាហរណ៍ : អំពែម៉ែតមួយមានកាលីបដូចតទៅនេះ : 5A , 1A , 0.1A , 10mA , 5mA ។

អំពែម៉ែតនោះមានប្រលោះក្រិតសរុប $n_0 = 100$ នៅពេលពិសោធន៍ គេបានស្រង់លទ្ធផលដាក់នៅក្នុងតារាងដូចខាងក្រោម ៖



រូបទី 3.19 អំពែម៉ែត

កាលីប	5A	1A	100mA	5mA
ប្រលោះក្រិត	24	98	63.5	15

គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តចំពោះពិសោធន៍នីមួយៗ

តាមរូបមន្ត : $I = Cal\frac{n}{n_0}$

ចំពោះ 5A គេបាន : $I_1 = 5\text{A} \times \frac{24}{100} = 1.2\text{A}$

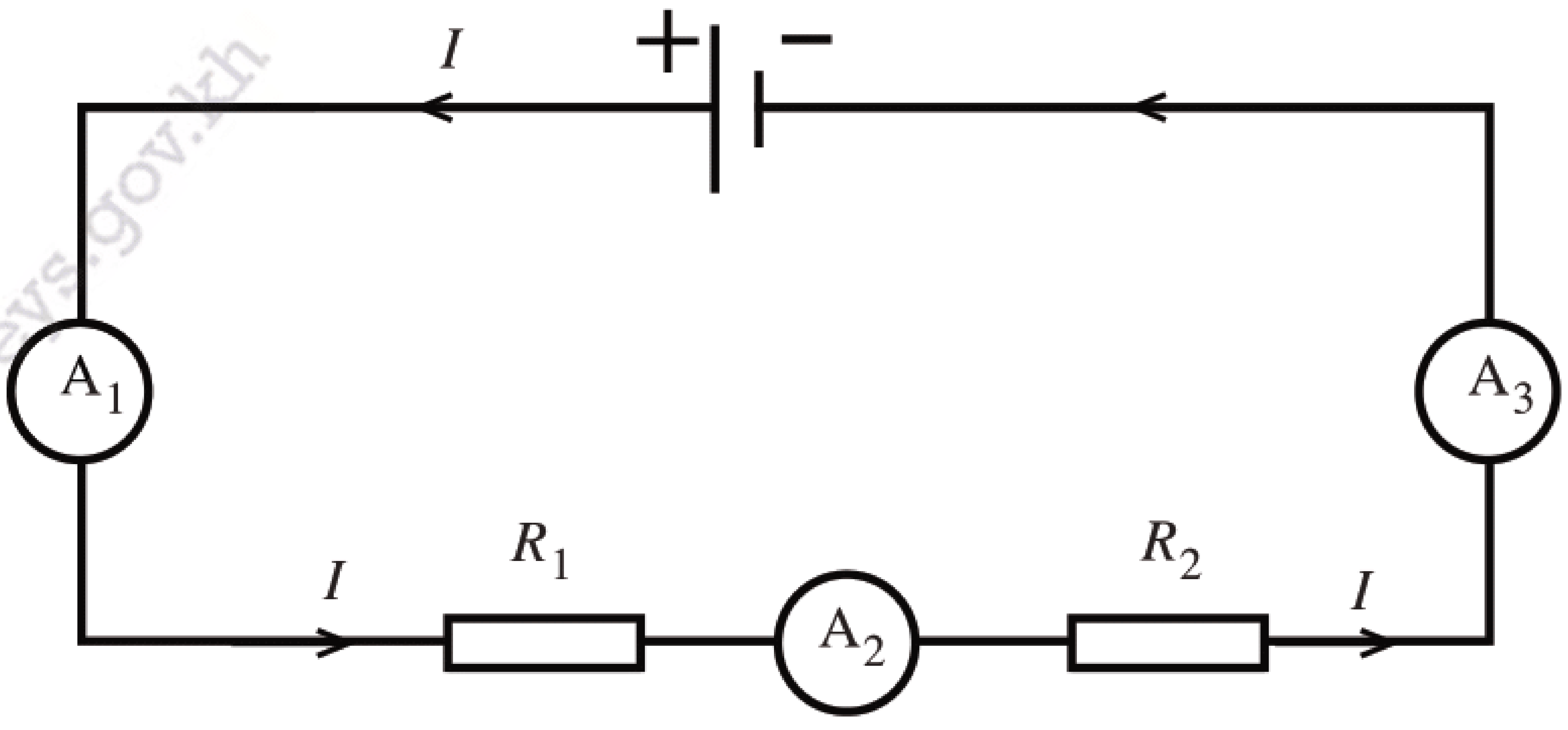
ចំពោះ 1A គេបាន : $I_2 = 1\text{A} \times \frac{98}{100} = 0.98\text{A}$

ចំពោះ 100mA គេបាន : $I_3 = 100\text{mA} \times \frac{63.5}{100} = 5\text{mA}$

ចំពោះ 5mA គេបាន : $I_4 = 5\text{mA} \times \frac{15}{100} = 0.75\text{mA}$

គ. បង្គុំរេស៊ីស្តរជាសេរីនិងជាខ្នែង

- **រេស៊ីស្តរតជាសេរី**



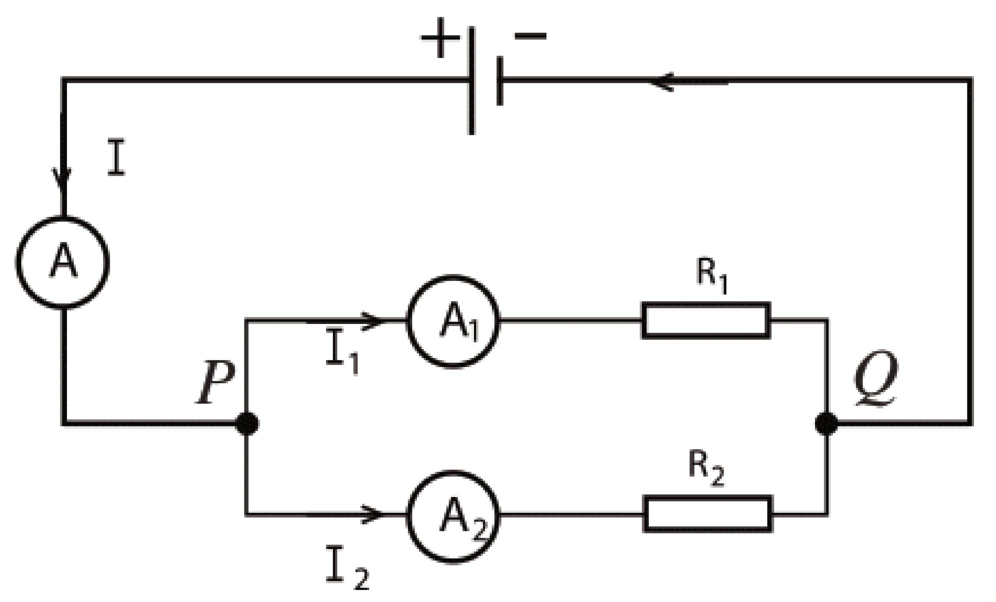
រូបទី 3.20 រេស៊ីស្តរតជាសេរី

តាមពិសោធន៍ដូច(រូបទី 3.20. ក)អំពែម៉ែត A_1 , A_2 និង A_3 ចង្អុលតម្លៃដូចគ្នាៗត្រង់ទីតាំងទាំងបីនៃសៀគ្វី ។ គេអាចទាញច្បាប់មួយថា “ អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តមានតម្លៃដូចគ្នាៗ នៅគ្រប់ចំណុចទាំងអស់នៃសៀគ្វី ” ។

- **រេស៊ីស្ដរតជាខ្នែង**

ថ្នាំងនៃចរន្តជាចំណុចប្រសព្វនៃបណ្ដាញច្រើន ។

ចំណុច P និង Q ហៅថាថ្នាំងនៃបណ្ដាញ ។



រូបទី 3.21 **រេស៊ីស្ដរតជាខ្នែង**

R_1 និង R_2 តជាខ្នែងដែលអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តឆ្លងកាត់ R_1 ចង្អុលដោយអំពែម៉ែត (A_1) ហើយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តដែលឆ្លងកាត់ R_2 ចង្អុលដោយអំពែម៉ែត (A_2) ។ ចំណែកអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តដើមចង្អុលដោយអំពែម៉ែត (A) ។

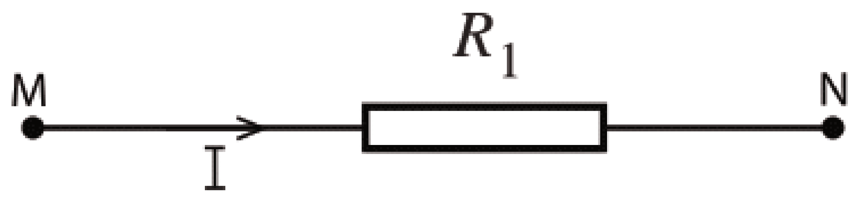
គេបានផ្ទៀងផ្ទាត់ឃើញថា : $I = I_1 + I_2$

ច្បាប់អាំងតង់ស៊ីតេ : " អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តដើមស្មើនឹងផលបូកអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តបែង" ។

គេអាចសរសេរ : $\boxed{I = I_1 + I_2 + \ldots + I_n}$ ។

1.4 ការបង្ហាញនិងរង្វាស់តង់ស្យុង

ក. ការបង្ហាញតង់ស្យុង



រូបទី 3.22 **រង្វាស់តង់ស្យុងនៃកំណាត់សៀគ្វី**

កាលណាគេធ្វើឱ្យចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់រេស៊ីស្ដរ R_1 ពី M ទៅ N នោះរវាងចំណុច M និង N មានតង់ស្យុង V_{MN} ។

ខ. វ៉ុលម៉ែត

ក្នុងការប្រតិបត្តិដើម្បីវាស់តង់ស្យុងរវាងចុងទាំងពីរនៃរេស៊ីស្ដរណាមួយ គេប្រើវ៉ុលម៉ែតទ្រនិចឬមុលទីម៉ែតលេខ ។ វ៉ុលម៉ែតមានគោលពីរគឺ គោល(+)និងគោល (–) និងមាននិមិត្តសញ្ញា (V) រេស៊ីស្តង់របស់វាមានតម្លៃធំណាស់ស្ទើរតែគ្មានចរន្តឆ្លងកាត់ ។ ដូច្នេះគេអាចប្រើវ៉ុលម៉ែតជាមួយនឹងប្រភពអគ្គិសនីបានដោយផ្ទាល់ ។ ចំណែករេស៊ីស្តង់ខាងក្នុងនៃអំពែម៉ែតវិញមានតម្លៃតូចណាស់ ។ ដូច្នេះគេមិនអាចតអំពែម៉ែតជាខ្នែងជាមួយនឹងប្រភពដោយផ្ទាល់បានទេ ។

គ. របៀបប្រើវ៉ុលម៉ែត

ដើម្បីវាស់តង់ស្យុងរវាងគោលទាំងពីរនៃថ្មពិលឬ រេស៊ីស្ដរណាមួយ គេត្រូវ :

- តវ៉ុលម៉ែតជាខ្នែងជាមួយនឹងគោលទាំងពីរនៃថ្មពិលឬរេស៊ីស្ដរនោះ ។
- ភ្ជាប់វាដោយឱ្យចរន្តចូលតាមគោល (+) និងចេញតាមគោល (–) ។

យើងអានតម្លៃលេខដែលយើងវាស់បាននៅលើមុខរបស់វាដូចគ្នានឹងអំពែម៉ែតដែរ ។

យើងអាចគណនាតង់ស្យុងបានតាមរូបមន្ត :

$$V = Cal \times \frac{n}{n_0}$$

n ជាចំនួនប្រលោះក្រិត

n_0 ជាចំនួនប្រលោះក្រិតសរុប

Cal កាលីបនៃវ៉ុលម៉ែត

V ជាតង់ស្យុងគិតជា V ។

ឧទាហរណ៍ : វ៉ុលម៉ែតមួយមានកាលីប 10V , 5V , 3V ។ វ៉ុលម៉ែតនោះមានប្រលោះក្រិតសរុប $n_0 = 100$ នៅពេលពិសោធន៍គេឃើញទ្រនិចមានលំងាក 25 ប្រលោះក្រិត 80 ប្រលោះក្រិតនិង 15 ប្រលោះក្រិត ។

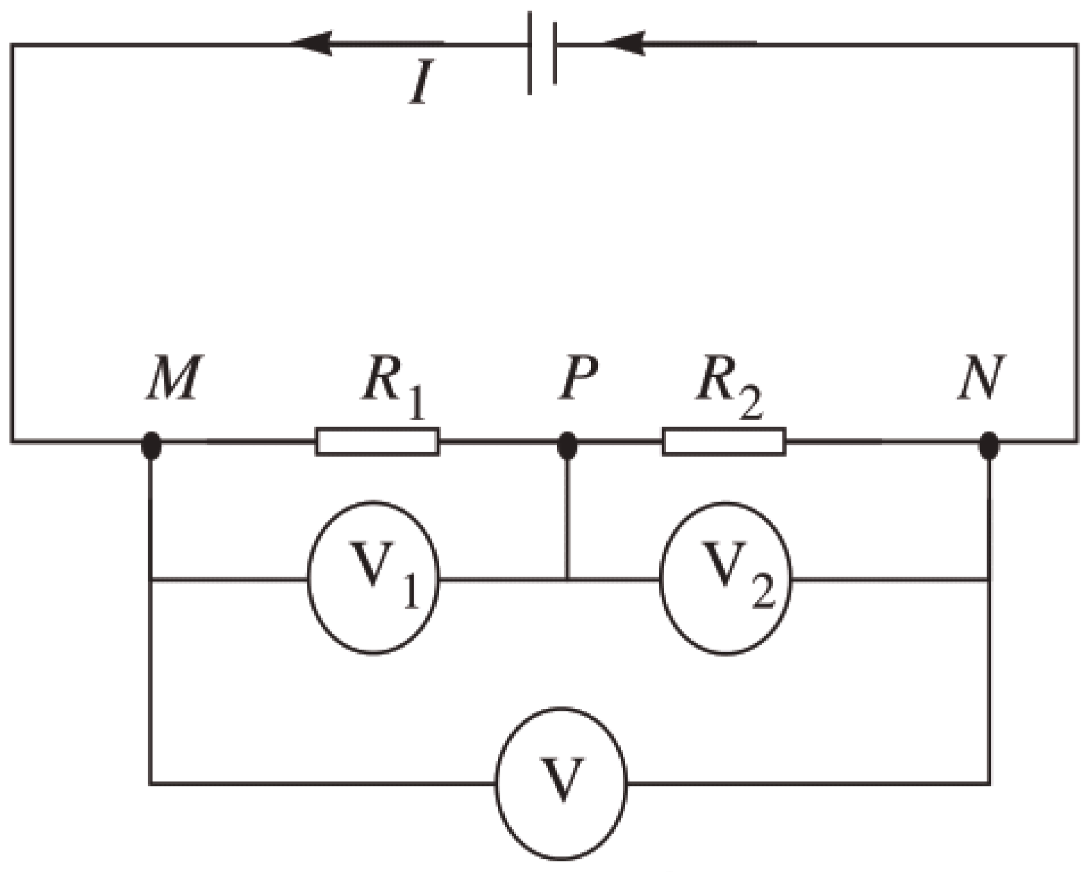
គណនាតង់ស្យុងដែលវាស់បានដោយប្រើកាលីបនីមួយៗ

- ចំពោះកាលីប 10V ទ្រនិចងាកបាន 25 ប្រលោះក្រិត
  គេបាន : $V_1 = 10\text{V} \times \frac{25}{100} = 2.5\text{V}$
- ចំពោះកាលីប 5V ទ្រនិចងាកបាន 80 ប្រលោះក្រិត
  គេបាន : $V_2 = 5\text{V} \times \frac{80}{100} = 4\text{V}$
- ចំពោះកាលីប 3V ទ្រនិចងាកបាន 15 ប្រលោះក្រិត
  គេបាន : $V_3 = 3\text{V} \times \frac{15}{100} = 0.45\text{V}$ ។

ឃ. ច្បាប់បូកតង់ស្យុង

គេមានរេស៊ីស្តរពីរ R_1 និង R_2 តជាស៊េរី ។ វ៉ុលម៉ែត V_1 វាស់តង់ស្យុង V_{MP} នៃរេស៊ីស្តរ R_1 វ៉ុលម៉ែត V_2 វាស់តង់ស្យុង V_{PN} នៃរេស៊ីស្តរ R_2 និងវ៉ុលម៉ែត V វាស់តង់ស្យុង V_{MN} នៃរេស៊ីស្តរពីរ ។

គេបាន : $V_{MN} = V_{MP} + V_{PN}$ ។



រូបទី 3.23 ផលបូកតង់ស្យុងនៃរេស៊ីស្តរតជាស៊េរី

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

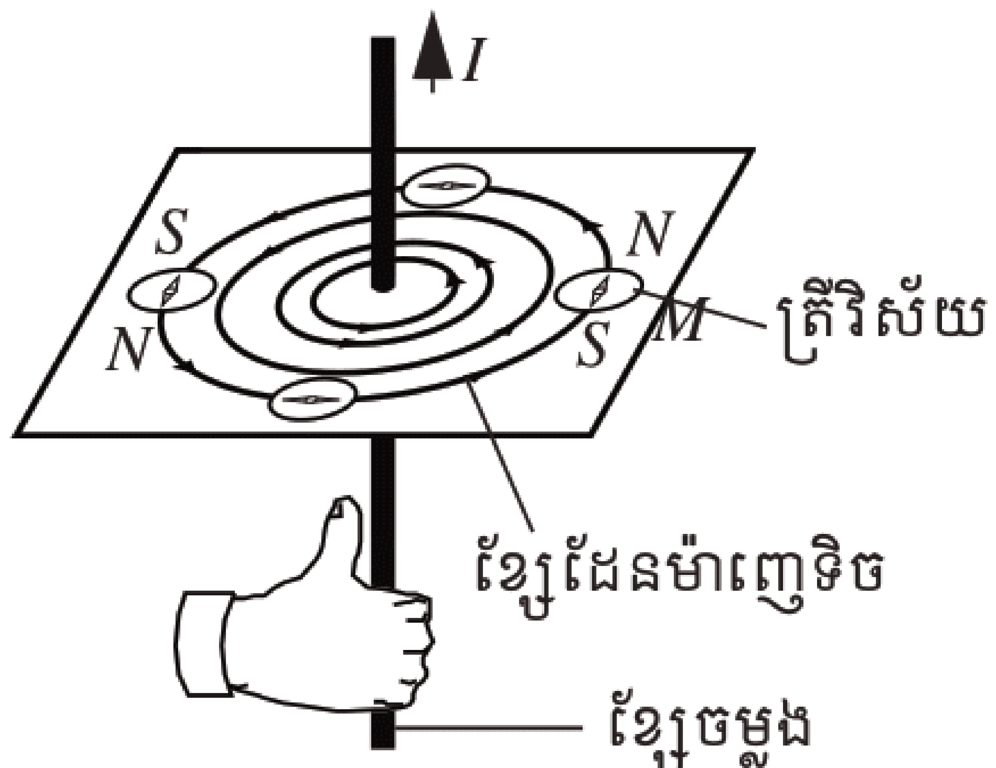
2. ម៉ាញេទិច

2.1 ដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តអគ្គិសនី

ក. ដែនម៉ាញេទិចនៃចរន្តត្រង់

ខ្សែចម្លងត្រង់មួយត្រូវបានដាក់ទម្លុះក្រដាសកាតុងត្រង់ចំណុចកណ្ដាល O ។ គេធ្វើឱ្យចរន្តអគ្គិសនី I ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង ។ ចរន្តនោះបានបង្កើតនៅជុំវិញវានូវដែនម៉ាញេទិច ។ ដើម្បីពិនិត្យមើលទិស និងទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំនុច M មួយក្នុងដែន គេដាក់ត្រីវិស័យមួយនៅត្រង់ M នោះត្រីវិស័យនោះវិលបានបន្តិចហើយក៏មានលំនឹង ។ ប៉ូលជើង N នៃត្រីវិស័យនោះចង្អុលទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ។ ដូច្នេះដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ នៅត្រង់ M មាន :

- ទិសកែងនឹងប្លង់ដែលកើតឡើងរវាងខ្សែចម្លងនិងខ្សែទម្រ SN ។
- ទិសដៅឱ្យតាមវិធានកណ្ដាប់នៃស្ដាំដែលមេដៃចង្អុលតាម I និងទិសដៅរបស់ $\vec{B}$ ដូចទិសដៅរបស់ម្រាមដៃដែលក្ដាប់(រូបទី 3.24) ។



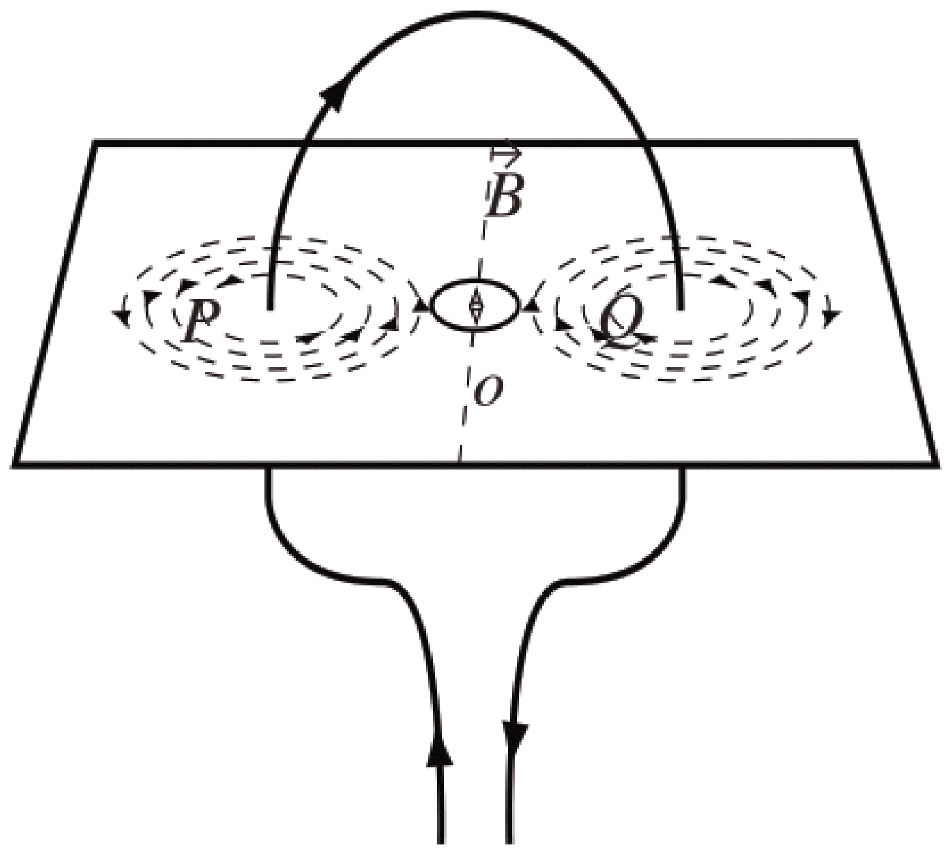
រូបទី 3.24 ដែនម៉ាញេទិចនៃចរន្តត្រង់

បើគេយកកម្ទេចដែកទៅរោយនៅលើក្រដាសកាតុង គេឃើញកម្ទេចដែកតម្រៀបគ្នាជារង្វង់បន្តបន្ទាប់គ្នានិងមានផ្ចិតរួម ។ គេសន្និដ្ឋានថាខ្សែដែនម៉ាញេទិចមានរាងជារង្វង់ ទិសដៅនៃខ្សែដែនម៉ាញេទិចត្រូវបានកំណត់ទៅតាមទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រដែន ។ សំណុំខ្សែដែនម៉ាញេទិចហៅថា **ស្ប៉ិចម៉ាញេទិច** ។

ខ. ដែនម៉ាញេទិចនៃចរន្តវង់

ខ្សែចម្លងមួយត្រូវបានដាក់ទម្លុះក្រដាសកាតុងត្រង់2ចំណុច P និង Q ។បន្ទាប់មក គេធ្វើឱ្យចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង ចរន្តនោះបានបង្កើតជុំវិញវានូវដែនម៉ាញេទិច ។

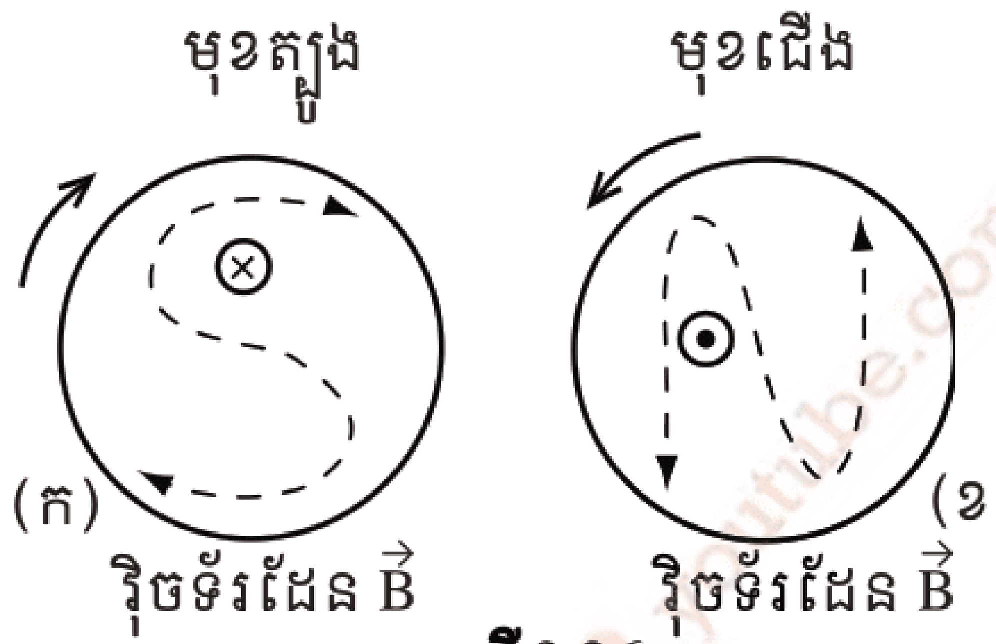
ដើម្បីកំណត់ទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចត្រង់ផ្ចិត O គេដាក់ត្រីវិស័យមួយនៅត្រង់ O ។ ពេលនោះប៉ូលជើងនៃត្រីវិស័យចង្អុលទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រដែន $\vec{B}$ ត្រង់ផ្ចិត O ។ បើគេរោយកម្ទេចដែកនៅលើកាតុង គេឃើញកម្ទេចដែកតម្រៀបគ្នាជារង្វង់ជាប់ៗគ្នាមានផ្ចិតរួម P និងQ ។



រូបទី 3.25 ដែនម៉ាញេទិចនៃចរន្តវង់

គេឃើញមានខ្សែដែនតែមួយគត់ត្រង់ផ្ចិត O នៃខ្សែចម្លងវង់ជាបន្ទាត់ ។ គេអាចបង្ហាញទិសដៅដែនម៉ាញេទិចតាមមួយបែបទៀតដោយប្រើវិធាន មុខត្បូង S និងមុខជើង N (រូបទី 3.25) ។ ទិសដៅនៃខ្សែដែនចូលតាមមុខត្បូងហើយចេញតាមមុខជើង(រូបទី 3.26) ។

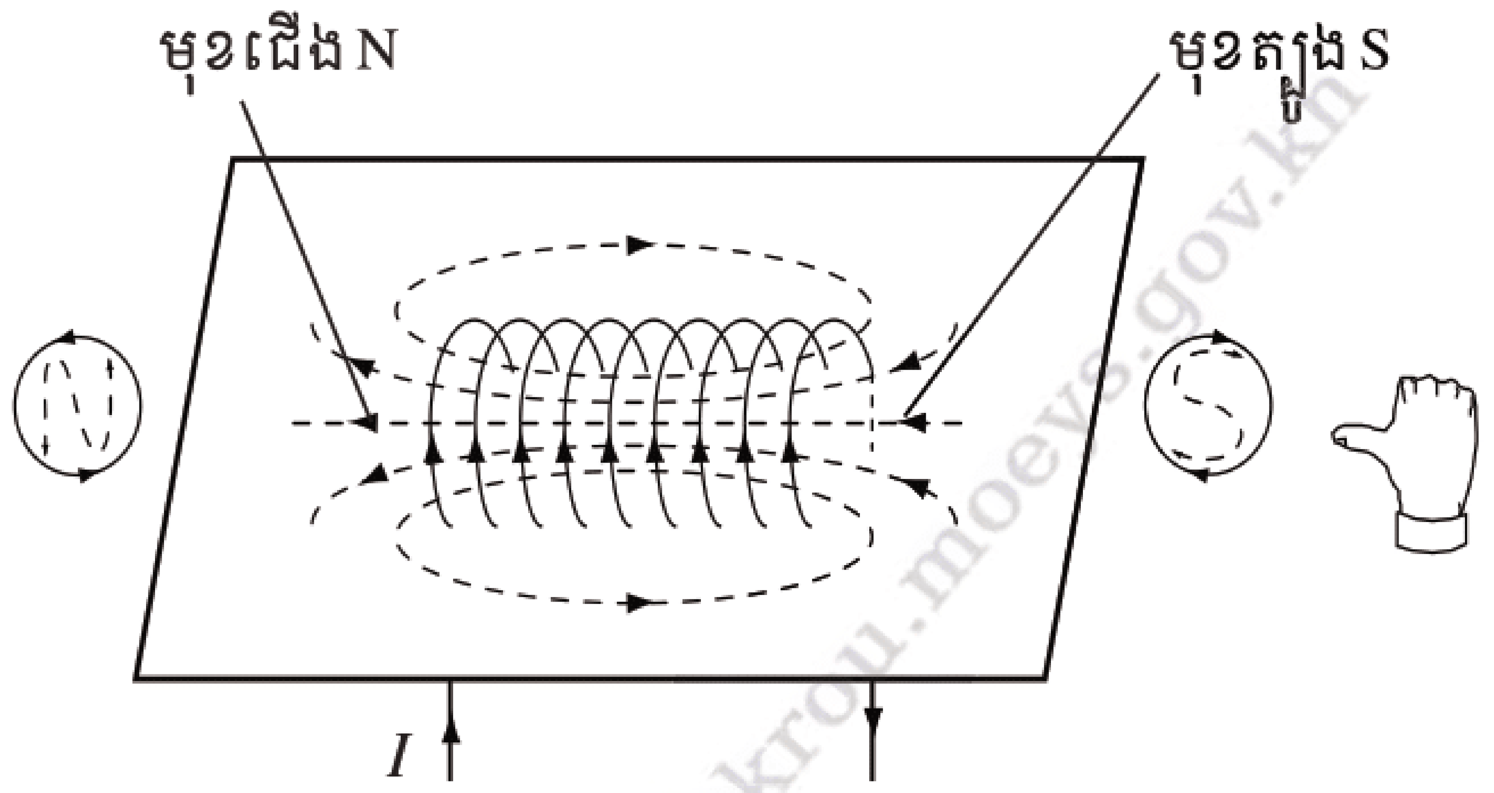
- មុខត្បូងជាមុខដែលគេមើលចំឃើញចរន្តមានទិសដៅតាមទិសដៅទ្រនិចនាឡិកា(រូបទី 3.26 ក) ។
- មុខជើងជាមុខដែលគេមើលចំឃើញចរន្តមានទិសដៅផ្ទុយពីទិសដៅទ្រនិចនាឡិកា(រូបទី 3.26 ខ) ។



រូបទី 3.26

គ. ដែនម៉ាញេទិចនៃសូលេណូអ៊ីត

សូលេណូអ៊ីតជាបូប៊ីនត្រូវបានបង្កើតពីខ្សែចម្លងមួយយ៉ាងវែងរុំជាស្ពៀស្មើសាច់លើស៊ីឡាំងមួយដែលមានប្រវែងបណ្តោយធំជាងកាំរបស់វាចាប់ពី 5 ដងឡើងទៅ ។

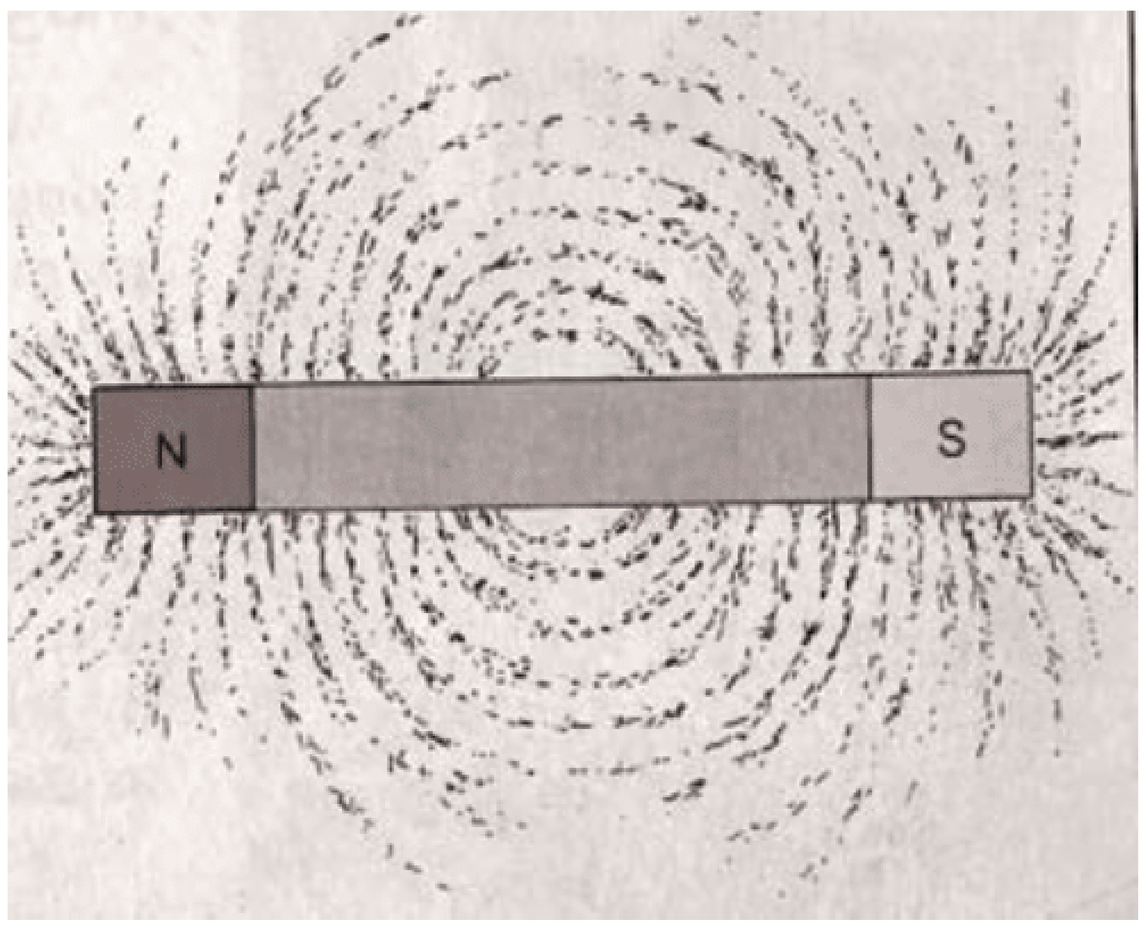


រូបទី 3.27

កាលណាគេធ្វើឱ្យចរន្តឆ្លងកាត់សូលេណូអ៊ីតនោះ វាបានបង្កើតនៅក្នុងសូលេណូអ៊ីតនូវដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ ។

បើគេរោយកម្ទេចដែកនៅលើក្រដាសកាតុងគេឃើញកម្ទេចដែកតម្រៀបគ្នាជាជួរ គេសន្និដ្ឋានថា ខ្សែដែនម៉ាញេទិចនៅក្នុងសូលេណូអ៊ីតជាបន្ទាត់ស្របៗគ្នា(រូបទី 3.27) ។ ដែនម៉ាញេទិចក្នុងសូលេណូអ៊ីតជាដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន ។

ទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រដែនម៉ាញេទិច$\vec{B}$ ក្នុងសូលេណូអ៊ីតអាចរកតាមវិធានមុខត្បូងS និងមុខជើង N ឬតាមវិធានដៃស្តាំដែលម្រាមដៃក្តាប់ទិសដៅនៃចរន្ត និង $\vec{B}$ មានទិសដៅដូចទិសដៅរបស់មេដៃ ។ គេអាចប្រដូចស្ពិចម៉ាញេទិចដែលបង្កើតដោយសូលេណូអ៊ីតទៅនឹងរបាយមេដែក(រូបទី 3.28) ។

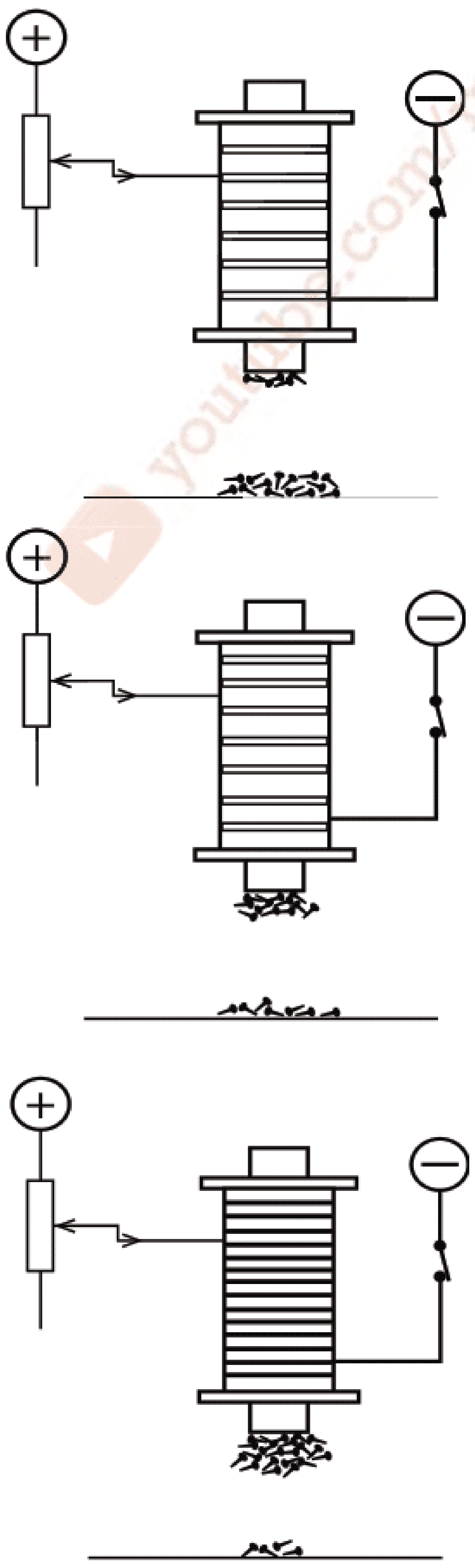


រូបទី 3.28 **ដែនម៉ាញេទិចនៃរបាមេដែក**

2.2 ទំនាក់ទំនងរវាងដែនម៉ាញេទិច B និងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត I

គេយកតែក្នុងករណីសូលេណូអ៊ីតមកសិក្សាដោយស៊កបញ្ចូលស្នូលដែកមួយនៅក្នុងសូលេណូអ៊ីត គេធ្វើពិសោធន៍ដូចតទៅនេះ :

- គេស៊កស្នូលដែកទៅក្នុងសូលេណូអ៊ីត រួចគេយកវាទៅដាក់ក្បែរម្ទុលដែក ។ ពេលដែលគេធ្វើឱ្យចរន្តឆ្លងកាត់ សូលេណូអ៊ីត គេឃើញស្នូលដែកនោះបានឆក់កម្ទេចដែកមកតោងជាប់ចុងរបស់វាដូច(រូបទី 3.29. ក) ។
- គេរក្សាចំនួនជុំ និងស្នូលដែកឱ្យនៅដដែលដូច(រូបទី 3.29. ក) ប៉ុន្តែគេដំឡើងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត គេឃើញស្នូលដែកនោះឆក់កម្ទេចដែកច្រើនជាងមុនដូច(រូបទី 3.29. ខ) ។ ត្រង់នេះបង្ហាញថា ដែនម៉ាញេទិចក្នុងស្នូលដែកនោះកើនឡើង ។
- គេរក្សាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តនិងស្នូលដែកឱ្យនៅដដែលដូច (រូបទី 3.29. ក) រួចគេបន្ថែមចំនួនជុំ គេក៏ឃើញស្នូលដែកនោះឆក់កម្ទេចដែកច្រើនជាងមុនដែរ ។ ត្រង់នេះក៏បង្ហាញថាដែនម៉ាញេទិចក្នុងស្នូលដែកកើនឡើងដូច(រូបទី 3.29. គ) ។
- គេរក្សាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត និងចំនួនជុំឱ្យនៅដដែល ប៉ុន្តែគេប្តូរស្នូលដែក គេឃើញស្នូលដែកឆក់ទាញកម្ទេចដែកមានចំនួនខុសគ្នាដែរ ។



រូបទី 3.29

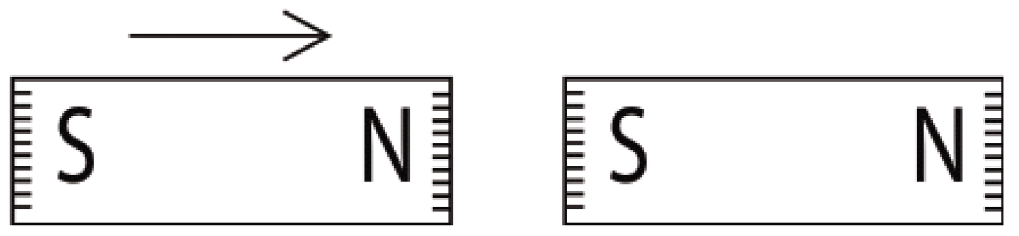
តាមពិសោធន៍ខាងលើនេះ គេអាចធ្វើការសន្និដ្ឋានថា ដែនម៉ាញេទិចក្នុងស្នូលដែកអាស្រ័យនឹងអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តដែលឆ្លងកាត់ ចំនួនជុំនៃរបុំខ្សែចម្លងនិងធម្មជាតិនៃស្នូលដែក ។

2.3 បន្ស៊ីនិងបន្សាបមេដែក

ក. បន្ស៊ីមេដែក

- **បន្ស៊ីមេដែកដោយប៉ះ**

កាលណាគេយករូបធាតុដែលមិនទាន់ក្លាយជាមេដែក (ដូចជាដែកថែប)ទៅដាក់ឱ្យប៉ះឬត្រូវបង្ខិតទៅជិតប៉ូលនៃមេដែកអចិន្ត្រៃយ៍វាត្រូវបានឆក់ទាញទៅរកមេដែក ហើយក្លាយជាមេដែកដោយខ្លួនឯង ។ គេថារូបធាតុត្រូវបានបន្ស៊ីទៅជាមេដែក ។

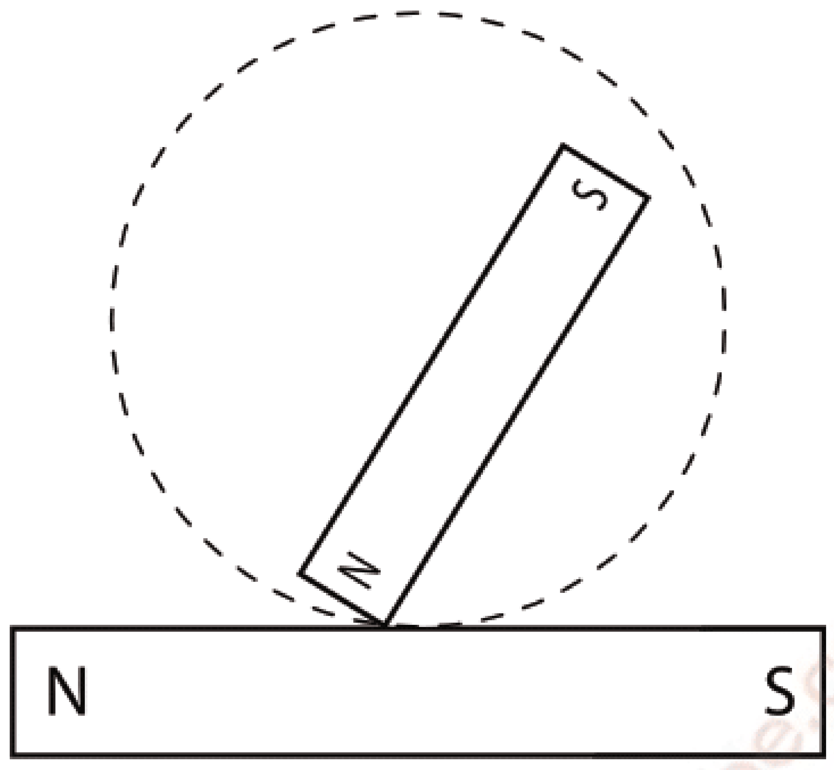


របារមេដែកអចិន្ត្រៃយ៍ របារដែកថែបក្លាយជាមេដែក

រូបទី 3.30 ការបន្ស៊ីមេដែក

- **បន្សុីមេដែកដោយត្រដុស**

គេប្រើចុងនៃមេដែកមួយទៅត្រដុសពីលើរបារដែកថែបដែលមិនទាន់ក្លាយជាមេដែកពីចុងម្ខាងទៅចុងម្ខាងទៀតជាច្រើនដងទៅតាមទិសដៅតែមួយដោយប្រើប៉ូលដដែល(ក្នុងករណីនេះគឺគេប្រើប៉ូលជើង N) របស់មេដែកអចិន្ត្រៃយ៍ដូច(រូបទី *3.31*) ពេលនោះរបារមេដែកថែបក៏ក្លាយជាមេដែក ។



រូបទី** 3.31 **ការបន្សុីមេដែកដោយត្រដុស

ខ. បន្សាបម៉ាញេទិចនៃមេដែក

បន្សាបលក្ខណៈម៉ាញេទិចនៃមេដែក គឺជាដំណើរការបំបាត់ដែនម៉ាញេទិចឱ្យចេញពីមេដែក ។ វិធីខ្លះៗក្នុងការបន្សាបលក្ខណៈម៉ាញេទិចរបស់មេដែកមាន ការដុតកម្ដៅ ដំ និងការប្រើចរន្តឆ្លាស់ ។

វិធីដុតកម្ដៅ

បើយើងកម្ដៅមេដែកឱ្យក្ដៅខ្លាំងដោយប្រើអណ្ដាតភ្លើងប៊ុនសិន មេដែកនឹងបាត់លក្ខណៈម៉ាញេទិចយ៉ាងលឿន ។ នេះដោយសារកំណើនលំញ័ររបស់អាតូមមេដែកដែលបណ្ដាលឱ្យមេដែកតូចៗបាត់បង់នូវការតម្រៀបជាជួររបស់វា ។ ពេលនោះលក្ខណៈម៉ាញេទិចត្រូវបានបំបាត់ ។

វិធីដំ

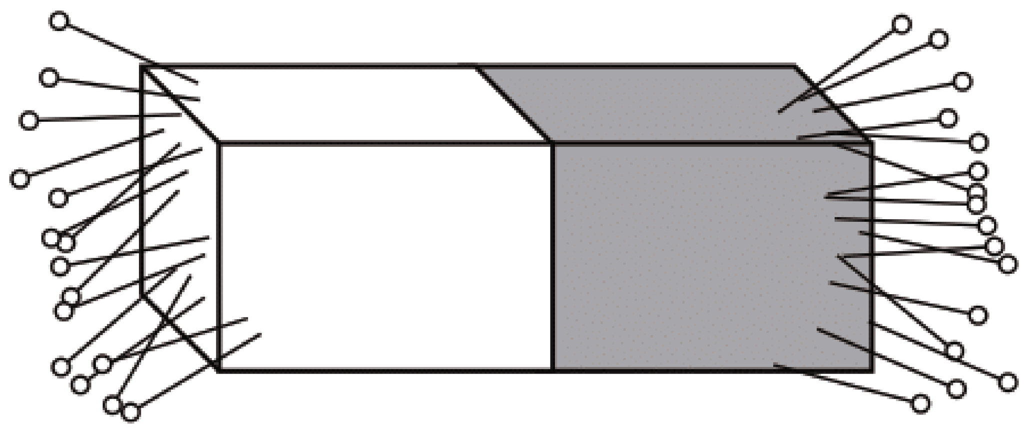
ការដំដោយប្រើញញួរបណ្ដាលឱ្យមេដែកតូចបាត់ការតម្រៀបគ្នាជាជួររបស់វា ហើយធ្វើឱ្យវាបាត់បង់លក្ខណៈម៉ាញេទិច ។

វិធីប្រើចរន្តអគ្គិសនី

ជាវិធីដែលមានប្រសិទ្ធភាពបំផុតក្នុងការបំបាត់លក្ខណៈម៉ាញេទិចដោយយកមេដែកទៅ ដាក់ទៅក្នុងសូលេណូអ៊ីតដែលភ្ជាប់ទៅនឹងចរន្តឆ្លាស់(ប្រភពចរន្តឆ្លាស់)ហើយមេដែកត្រូវទាញចេញយឺតៗពីសូលេណូអ៊ីតដែលមានចរន្តឆ្លាស់ឆ្លងកាត់ ពេលនោះលក្ខណៈម៉ាញេទិចរបស់វាត្រូវបានបំបាត់ ។

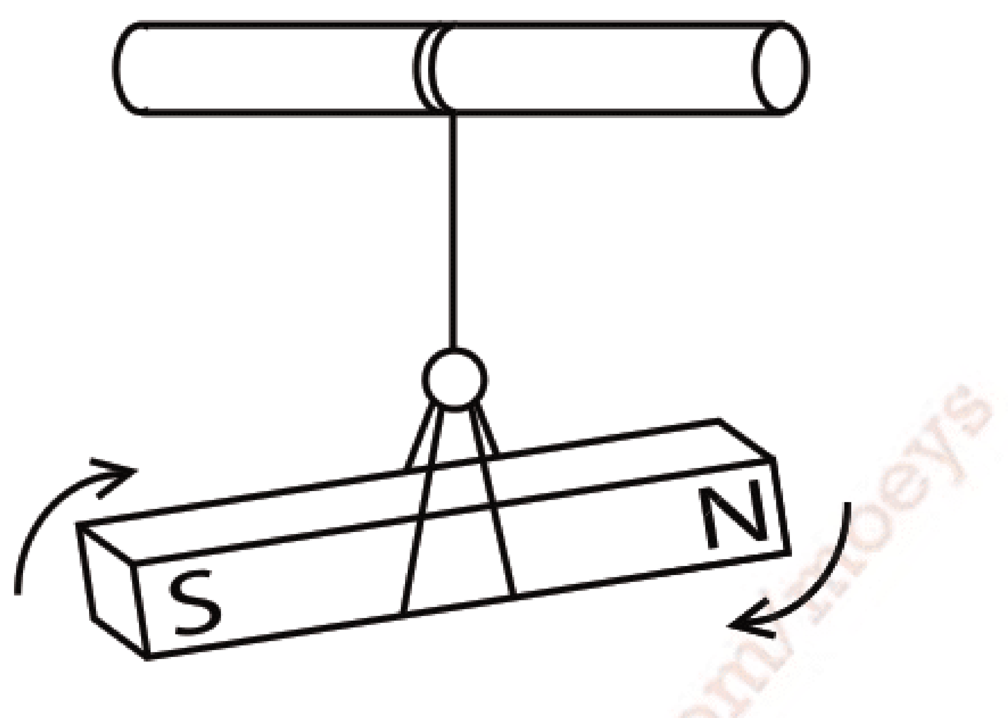
2.4 ប៉ូលនៃមេដែក

កាលណាគេរោយម្ជុលដែកថែបទៅលើរបារមេដែកមួយ គេឃើញម្ជុលទាំងនោះត្រូវបានឆក់ទាញដោយចុងទាំងពីររបស់មេដែក ។ យើងហៅចុងទាំងពីរនោះជាប៉ូលរបស់មេដែក ។



រូបទី** 3.32 **បង្ហាញពីទីតាំងរបស់ប៉ូលមេដែក

ក. ប៉ូលជើងនិងប៉ូលត្បូង



រូបទី 3.33 របារមេដែករិលដោយសេរី

គេធ្វើឱ្យរបារមេដែករិលដោយសេរីនៅក្នុងខ្យល់ ។

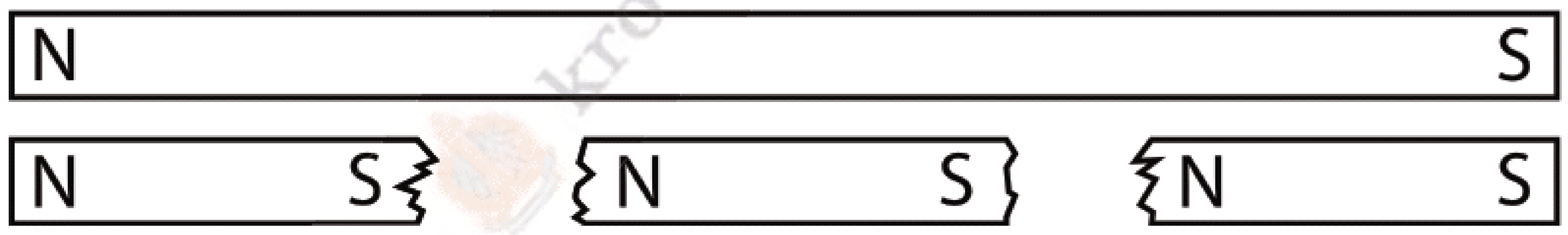
កាលណារបារមេដែកនៅនឹងចុងម្ខាងរបស់វាចង្អុលទៅរកប៉ូលជើងនៃផែនដី ។ គេហៅចុងនោះថា ប៉ូលជើងរបស់របារមេដែក ។ ចំណែកប៉ូលម្ខាងទៀតហៅថាប៉ូលត្បូង ។ គេតាងប៉ូលជើងដោយអក្សរ N និងប៉ូលត្បូងដោយអក្សរ S ។

គេអាចកំណត់ប៉ូលជើងនៃមេដែកដោយលាបពណ៌ក្រហមហើយប៉ូលត្បូងដោយលាបពណ៌ខៀវ ។

តាមពិសោធន៍យើងឃើញថា មេដែកពីរមានឈ្មោះប៉ូលដូចគ្នា ច្រានគ្នាចេញហើយមានឈ្មោះប៉ូលផ្ទុយគ្នាទាញគ្នាចូល ។

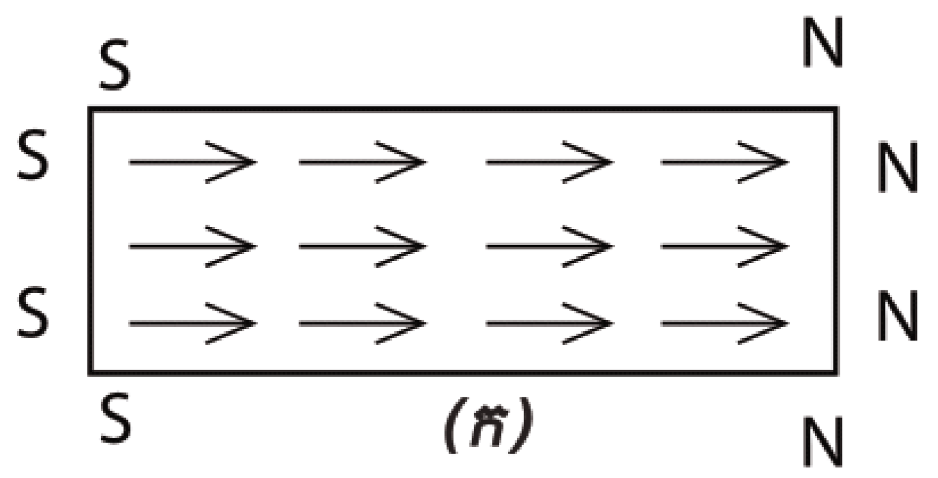
ខ. ទ្រឹស្តីម៉ាញេទិច

បើគេយករបារមេដែកស្តើងមួយទៅកាត់វាជាបីកំណាត់តូចៗ គេសង្កេតឃើញកំណាត់នីមួយៗរបស់មេដែកមានប៉ូល N និង S ដូចរូបខាងក្រោមនេះ :



រូបទី 3.34 កំណាត់នីមួយៗ នៃរបារមេដែកថែបគឺមេដែក

ដូច្នេះបើគេបន្តកាត់ផ្នែកនីមួយៗ ឱ្យកាន់តែតូចទៅៗ វានៅតែមានលក្ខណៈម៉ាញេទិចដដែល ។គេអាចសន្មតថា មេដែកដើមផ្សំឡើងពីមេដែកតូចៗដែលមានប៉ូល N ចង្អុលតាមទិសដៅតែមួយដូច(រូបទី 3.34 ក) ។

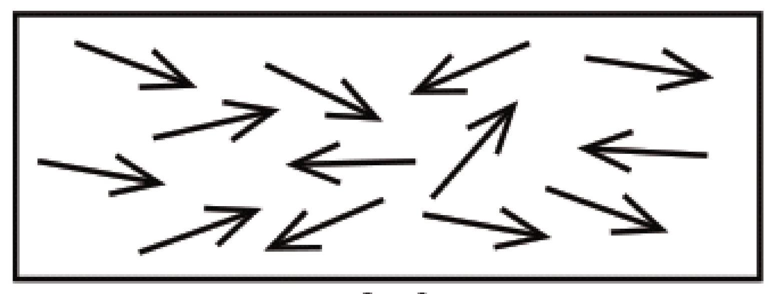


(ក)
របារមេដែកមានលក្ខណៈម៉ាញេទិច

តាមរូបនេះមេដែកតូចៗនៅខាងចុងរបារមេដែកញែកចេញពីគ្នាដោយសារតែវាច្រានគ្នាទៅវិញទៅមករវាងប៉ូលដូចគ្នា ។

ចំពោះរបារមេដែកមិនមានលក្ខណៈម៉ាញេទិច គេថាមេដែកតូចៗចង្អុលតាមទិសដៅឥតសណ្តាប់ធ្នាប់(រូបទី 3.34 ខ) ។

ពេលនេះផលម៉ាញេទិចផ្តួបនៃមេដែកតូចទាំងអស់ត្រូវលុបបំបាត់ ។


(ខ)
របារមេដែកគ្មានលក្ខណៈម៉ាញេទិច

មេរៀនសង្ខេប

- ចរន្តជាប់ជាចរន្តនៃបន្ទុកអគ្គិសនីដែលផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងតាមទិសដៅកំណត់មួយ ។
- ចរន្តអគ្គិសនីកើតមានក្នុងលោហៈ អេឡិចត្រូលីតនិងក្នុងសីមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ p និង n ។ អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តអគ្គិសនីឱ្យតាមរូបមន្ត : $I = \frac{Q}{t}$ តែ $Q = n \times e$ ។
- ចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅតាមទិសដៅបំលាស់ទីនៃបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានឬតាមទិសដៅផ្ទុយពីទិសដៅបំលាស់ទីនៃអេឡិចត្រុងសេរី ។ គេអាចនិយាយថាចរន្តអគ្គិសនីមានទិសដៅពីប៉ូល(+)ទៅប៉ូល (–) នៃជនិតា ។
- គេគណនាអាំងតង់ស៊ីតេដែលវាស់បានដោយប្រើអំពែម៉ែត តាមរូបមន្ត

  $$\boxed{I = Cal\frac{n}{n_0}}$$ ។

- ក្នុងករណីអង្គធាតុចម្លងតជាខ្នែង គេបានអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តដើមស្មើនឹងផលបូកអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តបែង : $\boxed{I = I_1 + I_2 + \ldots + I_n}$ ។
- គេគណនាតង់ស្យុងដែលវាស់បានដោយប្រើអំពែម៉ែត តាមរូបមន្ត :

  $$\boxed{V = Cal\frac{n}{n_0}}$$ ។

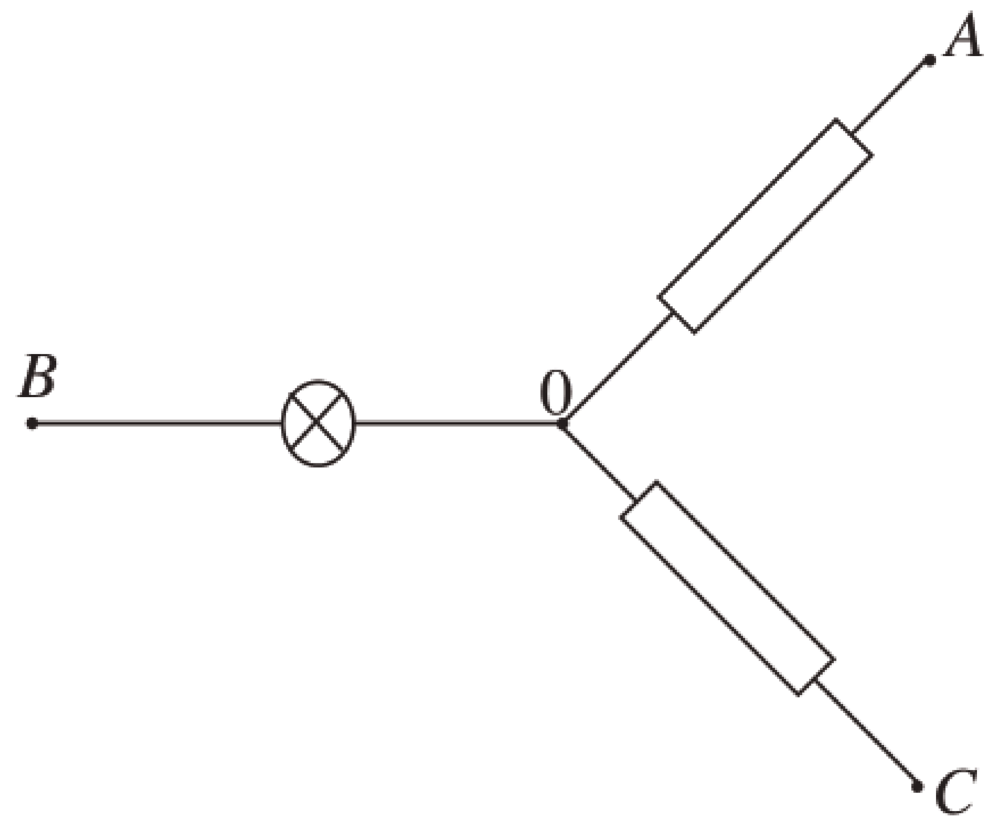
- ក្នុងករណីអង្គធាតុចម្លងតជាសេរី គេបានច្បាប់តង់ស្យុង : $\boxed{V = V_1 + V_2 + \ldots + V_n}$ ។
- កាលណាចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង នោះនៅជុំវិញវាមានដែនម៉ាញេទិច ។ ដើម្បីកំណត់ទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិច គេប្រើវិធានដៃស្តាំ ឬវិធានមុខត្បូង (S) និងមុខជើង (N) នៃត្រីវិស័យ ។
- ស្ប៉ិចម៉ាញេទិច គឺជាសំណុំខ្សែដែនម៉ាញេទិចជុំវិញខ្សែចម្លងឆ្លងកាត់ដោយចរន្តឬមេដែក ។
- ដើម្បីបង្កើនដែនម៉ាញេទិចនៃសូលេណូអ៊ីតមួយ គេត្រូវបង្កើន អាំងតង់ស៊ីតេ ចំនួនជុំនៃរបុំខ្សែចម្លងនិងប្តូរធម្មជាតិនៃស្នូលដែក ។
- ដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្ត មានដែនម៉ាញេទិចចរន្តត្រង់ ដែនម៉ាញេទិចចរន្តវង់និងដែនម៉ាញេទិចនៃចរន្តឆ្លងកាត់សូលេណូអ៊ីត ។
- ដើម្បីកំណត់ទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចត្រង់ចំណុចណាមួយគេត្រូវប្រើត្រីវិស័យ ព្រោះប៉ូលជើង N នៃត្រីវិស័យកំណត់ទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រដែនត្រង់ចំណុចនោះ ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. តើធម្មជាតិនៃចរន្តអគ្គិសនីក្នុងលោហៈ ក្នុងអេឡិចត្រូលីតជាចរន្តអ្វី ?
2. ចូរអ្នកឱ្យនិយមន័យចរន្តអគ្គិសនីជាប់ ។
3. តើគេកំណត់ទិសដៅនៃចរន្តជាប់ដោយវិធីណាខ្លះ ?
4. តើគេប្រើឧបករណ៍អ្វីដើម្បីវាស់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត ?
5. ចូរអ្នកឱ្យពំនោលច្បាប់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត ។
6. តើបន្ទុកចល័តក្នុងលោហៈមានអ្វីខ្លះ ? តើវាផ្លាស់ទីតាមទិសដៅណាកាលណាគេឱ្យចរន្តឆ្លងកាត់លោហៈនោះ ?
7. ថ្មពិលអគ្គិសនីមួយបានបញ្ចេញចរន្តអគ្គិសនីដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេ $I = 0.2\text{A}$ ក្នុងរយៈពេល 24h ។ តើបរិមាណអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់ថ្មពិលមានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?
8. គេឱ្យសៀគ្វីមួយដូចរូប ។គេវាស់តង់ស្យុងដោយប្រើវ៉ុលម៉ែត

   $V_{AO} = 12V$, $V_{CO} = 10V$, $V_{AB} = 20V$

   កំណត់តង់ស្យុង V_{AC} , V_{BO} , V_{BC} ។



9. ចូរអ្នកពណ៌នាពីដែនម៉ាញេទិចចរន្តត្រង់ ។
10. ចូរអ្នកពណ៌នាពីដែនម៉ាញេទិចចរន្តរង្វង់ ។
11. ចូរអ្នកពណ៌នាពីដែនម៉ាញេទិចនៃសូលេណូអ៊ីត ។
12. បើគេយកស្នូលដែកមួយទៅស៊កបញ្ចូលក្នុងសូលេណូអ៊ីតមួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត តើស្នូលដែកនោះអាចឆក់កម្ទេចដែកបានដែរឬទេ ?
13. តើដែនម៉ាញេទិចក្នុងស្នូលដែកដាក់ក្នុងសូលេណូអ៊ីតឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអាស្រ័យនឹងអ្វីខ្លះ?
14. តើមេដែកមានលក្ខណៈអ្វីបានជាអាចឆក់កម្ទេចដែក ?
15. តើសារធាតុអ្វីខ្លះ ដែលគេអាចបន្សុំវាទៅជាមេដែក ហើយសារធាតុអ្វីខ្លះដែលមិនអាចបន្សុំទៅជាមេដែក ។
16. តើសារធាតុណាដែលអាចបន្សុំវាឱ្យទៅជាមេដែកអចិន្ត្រៃយ៍ ?
17. តើដែកសុទ្ធអាចបន្សុំវាឱ្យទៅជាមេដែកអចិន្ត្រៃយ៍ដែរឬទេ ? ព្រោះអ្វី ?
18. បើគេយកមេដែកស្តើងមួយទៅកាត់ជាបីកំណាត់ តើកំណាត់នីមួយៗរបស់មេដែកមានប៉ូល N និង S ដែរឬទេ ?

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

19. ចូរអ្នកបញ្ជាក់ពីការបន្ទុំមេដែកដោយប្រើវិធីត្រដុស ។

20. តើគេប្រើវិធីអ្វីខ្លះ ដើម្បីបន្សាបមេដែក?

21. តើត្រូវធ្វើដូចម្តេចដើម្បីបង្ហាញពីស្ប៉ិចម៉ាញេទិចនៃរបារមេដែក ?

22. ចូរអ្នកបញ្ជាក់ពីស្ប៉ិចម៉ាញេទិចនៃសូលេណូអ៊ីតទាំងក្នុងទាំងក្រៅ ។

23. តើគេត្រូវមានវិធានអ្វីខ្លះ ដើម្បីកំណត់ទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចក្នុងសូលេណូអ៊ីត ?

24. អង្គធាតុចម្លងមួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត $I = 5.9\text{A}$ ។ គណនាបរិមាណអគ្គិសនីដែលឆ្លងកាត់មុខកាត់នៃអង្គធាតុចម្លងក្នុងរយៈពេល $t = 12.2\text{s}$ ។

25. រកចំនួនអេឡិចត្រុងដែលឆ្លងកាត់ផ្ទៃមុខកាត់នៃអង្គធាតុចម្លងមួយ ដែលអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត $I = 2\text{mA}$ ឆ្លងកាត់ក្នុងរយៈពេល $t = 16\times10^{-6}\text{s}$ ។ គេឱ្យ $e = 1.6\times10^{-19}\text{C}$ ។

26. គេឱ្យខ្សែចម្លងទង់ដែងមួយមានប្រវែង $L = 50\text{cm}$ និងមានអង្កត់ផ្ចិត $d = 1\text{mm}$ ។ ម៉ាសមាឌនៃទង់ដែង $\rho = 8900\text{kg/m}^3$ ។

ក. គណនាម៉ាសនៃខ្សែទង់ដែង ។

ខ. គេសន្មតថាមួយអាតូមទង់ដែងមានអេឡិចត្រុងសេរីមួយឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង ។ គេដឹងថា 63.5g នៃទង់ដែងមាន 6×10^{23} អាតូមទង់ដែង ។គណនាចំនួនអេឡិចត្រុង n ក្នុងខ្សែចម្លង ។

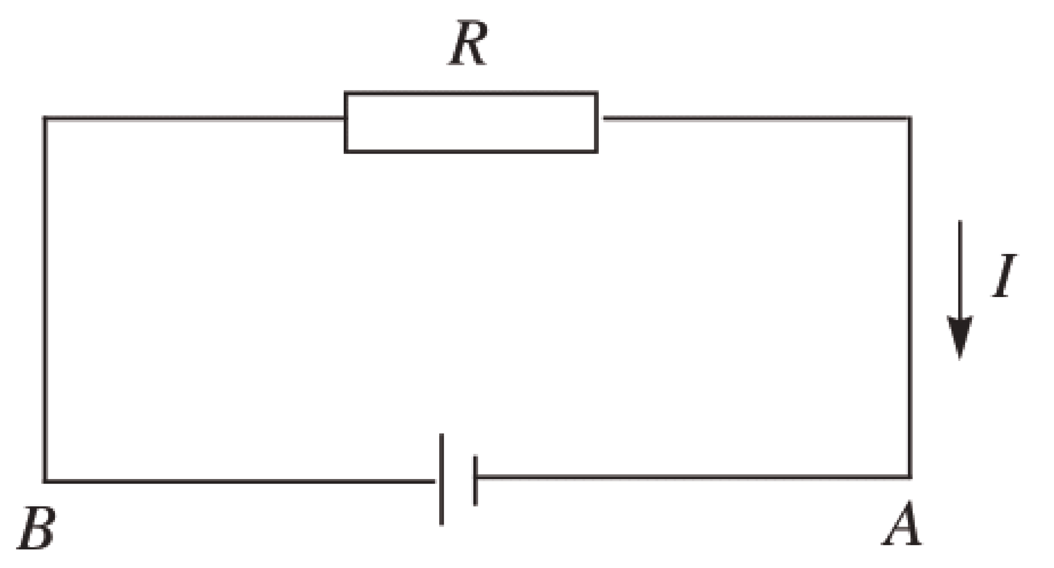
គ. គណនាបរិមាណបន្ទុកអគ្គិសនី Q សរុបក្នុងខ្សែចម្លង ។

27. គេធ្វើឱ្យជើងវិភាគមួយមានសូលុយស្យុងស៊ូតដំណើរការអស់រយៈពេល $t = 10\text{mm}$ ។ អាំងតង់ស៊ីចរន្តមានតម្លៃ $I = 1.2\text{A}$ ។ គណនាបរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ជើងវិភាគ ។

28. ទិសដៅនៃចរន្តអគ្គិសនីត្រូវឱ្យដូចរូបខាងក្រោម :

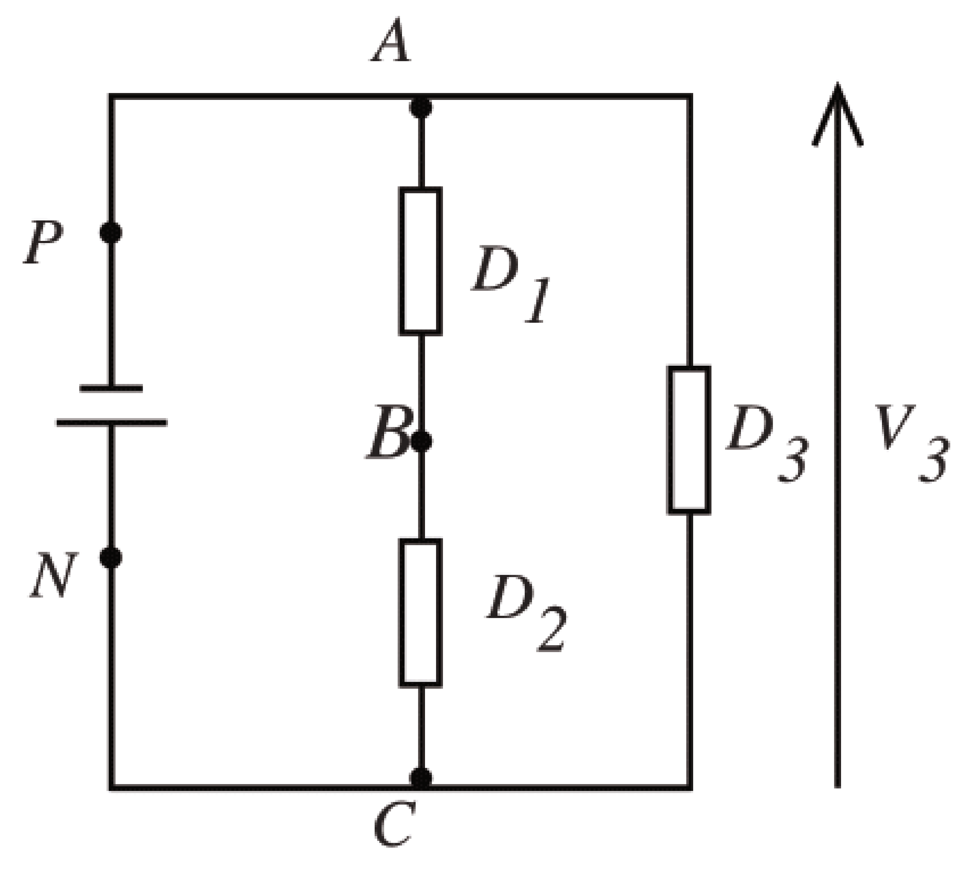
ក. ប្រាប់ប៉ូលនៃជនិតា ។

ខ. ចូរបង្ហាញទិសដៅបំលាស់ទីនៃអេឡិចត្រុងក្នុងខ្សែចម្លង ។



29. គេឱ្យសៀគ្វីមួយដូចរូប ។ គេវាស់ : $V_3 = 24\text{V}$, $V_{BC} = 8\text{V}$

កំណត់តម្លៃតង់ស្យុង V_{AB} និង V_{PN} ។

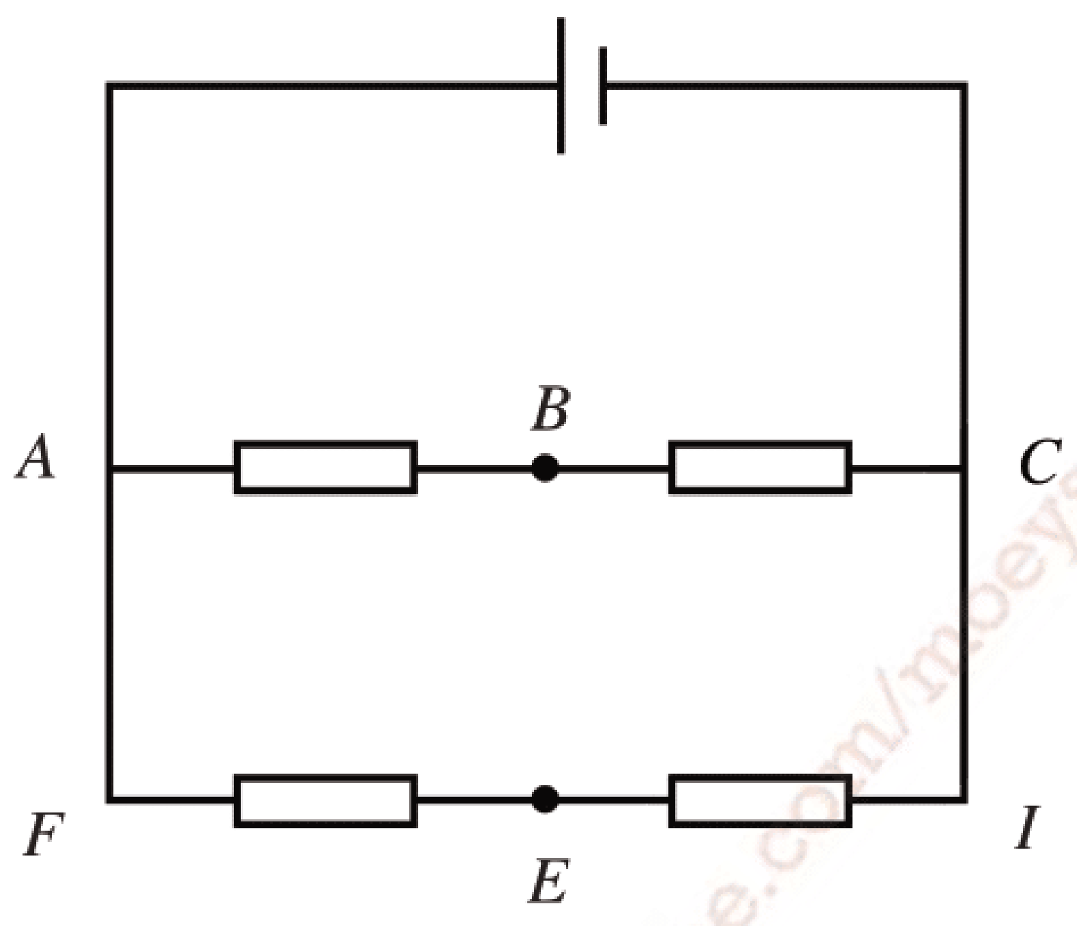


youtube.com/moeys
www.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

30. គេឱ្យសៀគ្វីមួយដូចរូប ។ គេស្គាល់ $V_{AB} = 3.5\text{V}$, $V_{BC} = 5.2\text{V}$ $V_{FE} = 2.7\text{V}$ ។

ក. គណនាតង់ស្យុង V_{BE} និង V_{ED}

ខ. ទាញរកទិសដៅចរន្តក្នុងឌីប៉ូល BE ។



youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

មេរៀនទី

3 ចរន្តឆ្លាស់

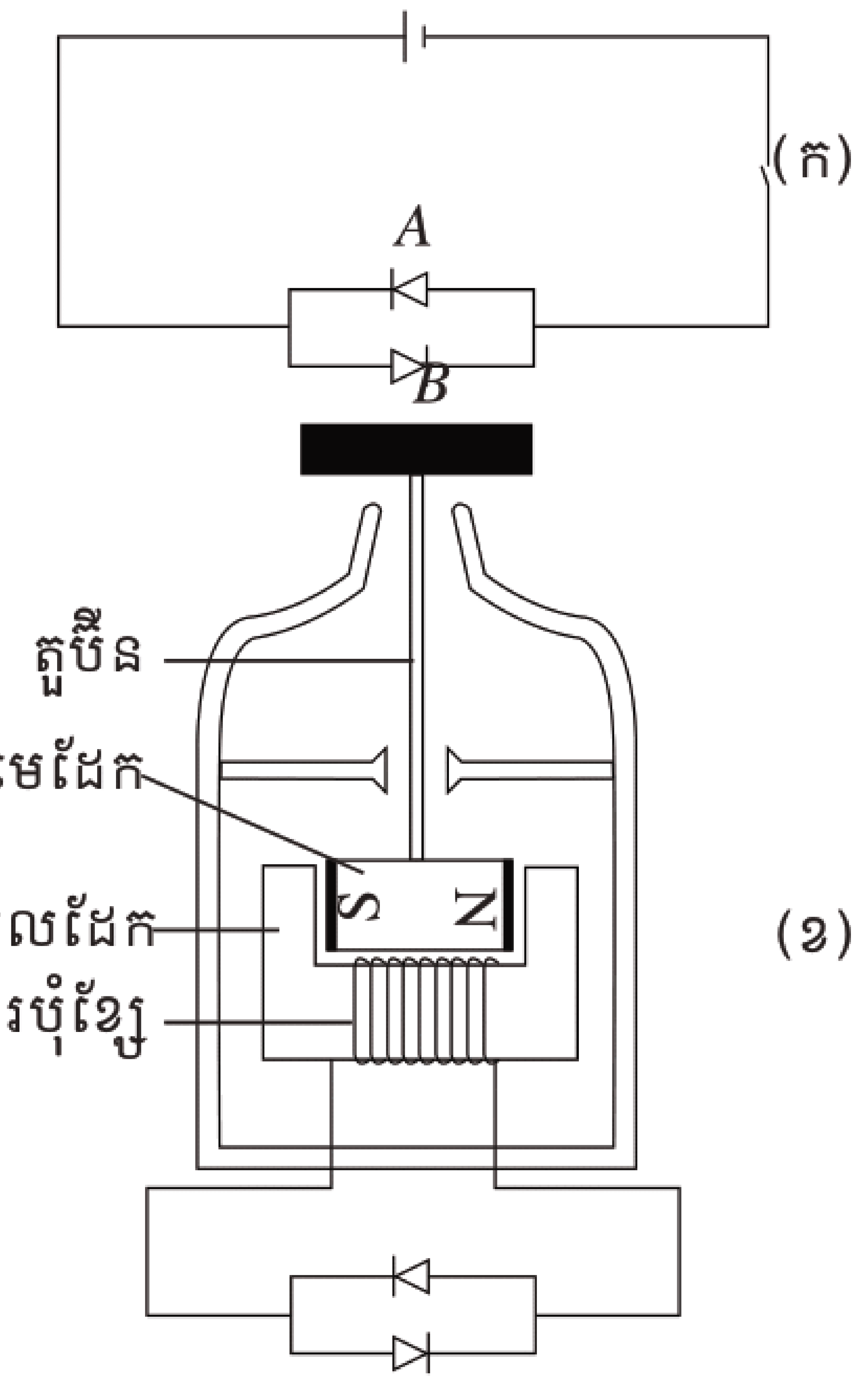
ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ❒ ពោលនិយមន័យនៃចរន្តឆ្លាស់ *AC* ។
- ❒ ពន្យល់ពីគ្រោះថ្នាក់និងការឆក់ដោយចរន្តអគ្គិសនី ។
- ❒ ពន្យល់ពីគោលការណ៍ត្រង់ស្វូ ។
- ❒ រៀបរាប់ពីជនិតា *AC* ។

1. ធម្មជាតិនៃចរន្តឆ្លាស់

1.1 ភាពខុសគ្នារវាងចរន្តជាប់ *DC* និងចរន្តឆ្លាស់ *AC*

គេយកឌីយ៉ូតពីរ(*LED*) *A* និង *B* ទៅតជាខ្នែងដោយដាក់វាបញ្ច្រាសប៉ូលគ្នា រួចយកចុងទាំងពីរនៃបង្គុំទៅភ្ជាប់និងបាតឺរី (រូបទី 3.35.ក) ។ ពេលនោះគេឃើញឌីយ៉ូត *B* បន្សាយពន្លឺហើយឌីយ៉ូត *A* ពុំបន្សាយពន្លឺទេ ។ ចរន្តជាប់ *DC* បង្ហាញនូវលទ្ធផលនេះដូចដែលយើងបានសិក្សារួចមកហើយក្នុងមេរៀនមុន ។ ប៉ុន្តែបើគេភ្ជាប់ចុងទាំងពីរនៃបង្គុំប្រព័ន្ធឌីយ៉ូតទៅនិងឌីណាម៉ូនៃទោចក្រយានដែលផ្តល់នូវចរន្តឆ្លាស់*AC* វិញ គេឃើញឌីយ៉ូតទាំងពីរបន្សាយពន្លឺ(រូបទី 3.35.ខ) ។



រូបទី 3.35 ឌីណាម៉ូទោចក្រយាន

កាលណាល្បឿនរង្វិលយឺត គេសង្កេតឃើញថាឌីយ៉ូតមួយមិនភ្លឺទេនៅពេលដែលឌីយ៉ូតមួយទៀតកំពុងភ្លឺ ហើយឌីយ៉ូតមួយទៀតភ្លឺពេលដែលឌីយ៉ូតមួយទៀតមិនភ្លឺ ។ ត្រង់នេះបង្ហាញថាចរន្តអគ្គិសនីផ្តល់ដោយឌីណាម៉ូទោចក្រយានពុំមានទិសដៅតែមួយដូចចរន្តជាប់ទេ ប៉ុន្តែទិសដៅបំលាស់ទីរបស់វាត្រូវប្តូរគ្រប់ខណៈ ។

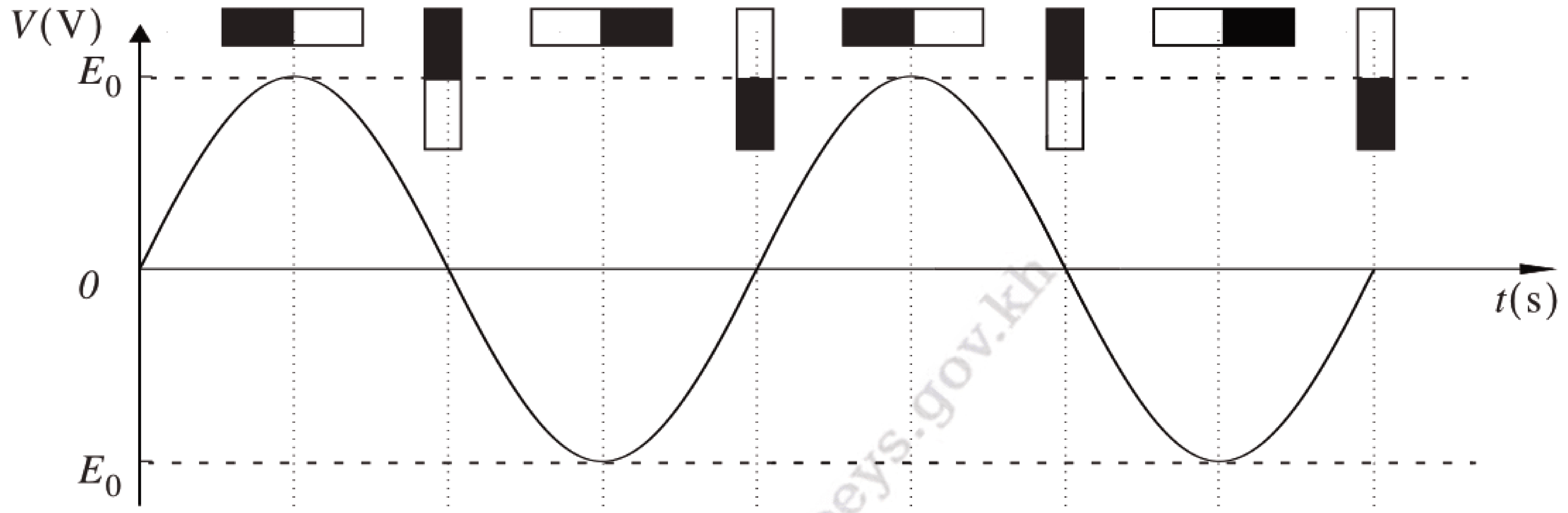
ដូច្នេះគេថាចរន្តនេះជាចរន្តឆ្លាស់ដែលគេតាងដោយ *AC* ។ ចរន្តអគ្គិសនីដែលផ្តល់ដោយរោងចក្រអគ្គិសនីផ្គត់ផ្គង់ឱ្យយើងប្រើប្រាស់សព្វថ្ងៃក៏ជាចរន្ត*AC* ដែរ ។

1.2 ជនិតាឯកទិសDC និងចរន្តឆ្លាស់AC

ដើម្បីផលិតចរន្តឆ្លាស់ AC ក្នុងរោងចក្រអគ្គិសនី គេត្រូវការតួប៊ីនដែលរ៉ូទ័រជាមេដែក វិល ជុំវិញរបុំខ្សែចម្លង(បូប៊ីន)(រូបទី 3.35. ខ) ។

ជនិតានេះបង្កើតចរន្ត AC កាលណារ៉ូទ័រវិល ។ នៅខណៈណាមួយដែលរ៉ូទ័រកំពុងវិលទិសដៅនៃចរន្តអាំងឌុីប្តូរ កាលណាប៉ូលនៃមេដែកប្តូរ (ទិសដៅនៃចរន្តប្តូរទៅតាមប៉ូលនៃមេដែក) ។លំយោលតង់ស្យុងនិងចរន្តជាអនុគមន៍ស៊ីនុយសូអ៊ីតនៃពេល ។ **ដូច្នេះប្រេកង់រង្វិលនៃរ៉ូទ័រដូចគ្នានឹងប្រេកង់លំយោលនៃចរន្ត ។ នៅប្រទេសកម្ពុជាប្រេកង់លំយោលនៃតង់ស្យុងនិងចរន្តស្មើនឹង 50Hz ។**

យើងអាចបង្ហាញតង់ស្យុងនេះដូចខាងក្រោម :



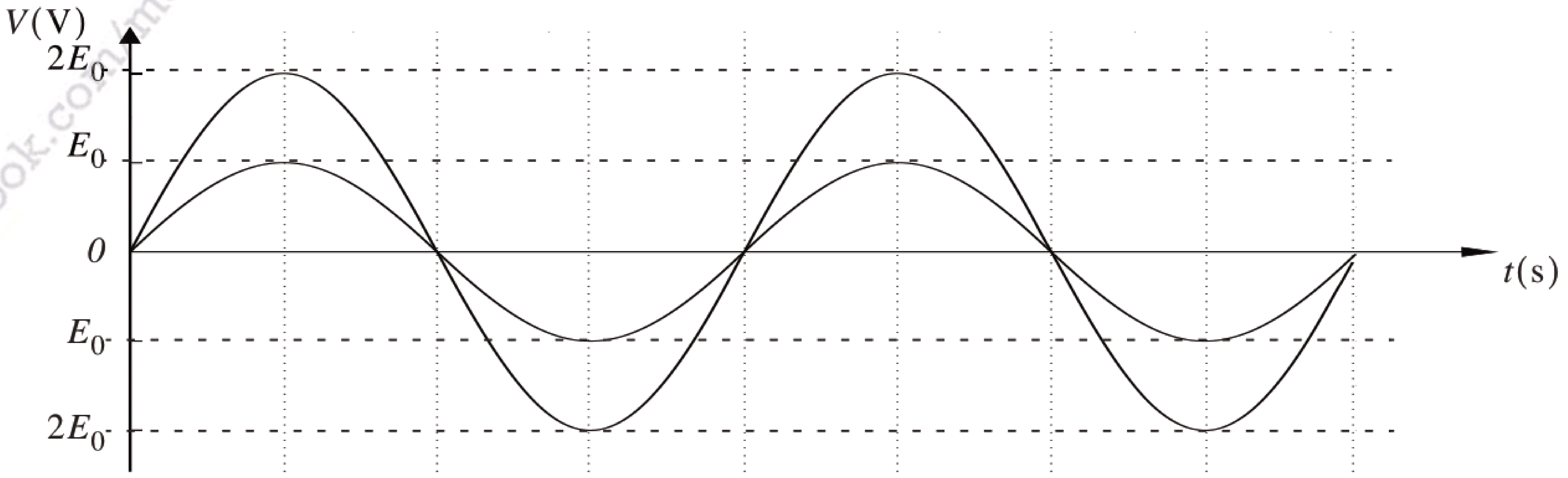
រូបទី3.36 ទំនាក់ទំនងទីតាំងរង្វិលនៃមេដែកធៀបនិងតង់ស្យុងដែលបង្កើត

តង់ស្យុងដែលបង្កើតមានតម្លៃអតិបរមា $V_o = E_o$ កាលណាមេដែក (រ៉ូទ័រ)វិល ស្របនឹងបូប៊ីនហើយវាមានតម្លៃ 0 កាលណាប្លង់មេដែកកែងនិងបូប៊ីន(រូបទី 3.35. ខ) ។

ទំនាក់ទំនងរវាងប្រេកង់រង្វិល f និងខួប T : $\boxed{f = \frac{1}{T}}$

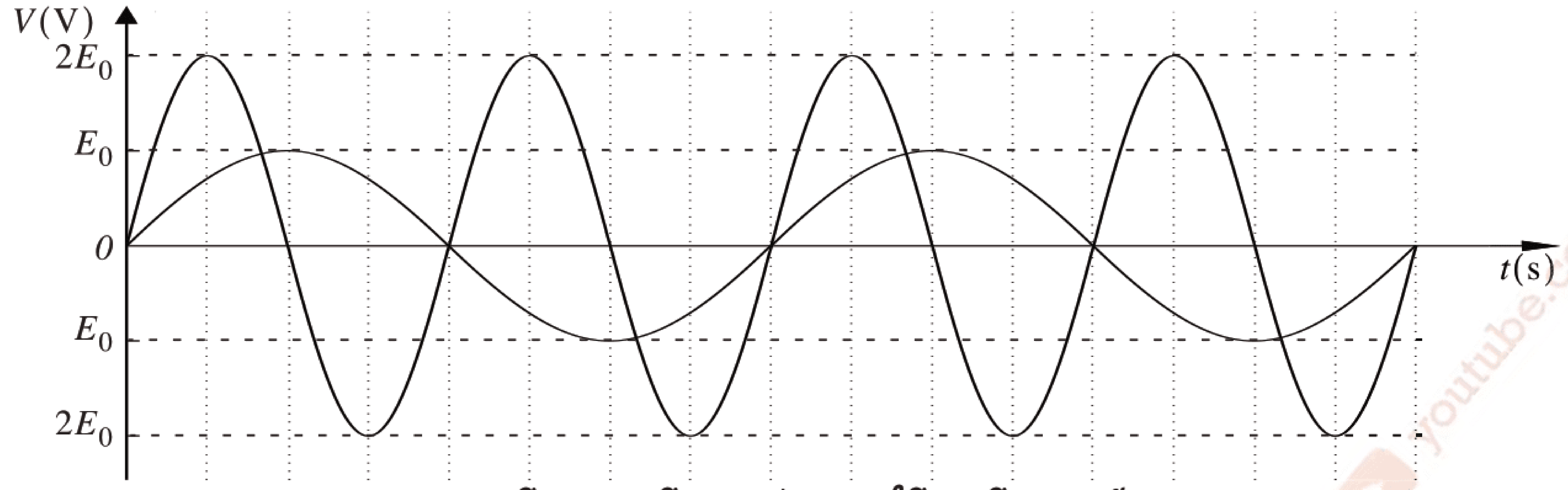
T ខួបគិតជាវិនាទី (s) និង f ប្រេកង់គិតជាអ៊ែក (Hz) ។

- ប្រសិនបើគេបង្កើនចំនួនជុំនៃបូប៊ីនរុំលើស្នូលដែក2ដង តែរក្សាប្រេកង់រង្វិលមេដែក(រ៉ូទ័រ) នៅដដែលនោះតង់ស្យុងបញ្ចេញ V មានរាងជារលកស៊ីនុយសូអ៊ីត ហើយមានអំព្លីទុតស្មើនឹង2ដងនៃអំព្លីទុតអតិបរិមាដែរដូចរូបខាងក្រោម :



រូបទី3.37 បង្កើនចំនួនជុំ 2 ដង អំព្លីទុតកើន 2 ដងដែរ

- ប្រសិនបើគេបង្កើនប្រេកង់រង្វិលរបស់រ៉ូទ័រ 2 ដង ប៉ុន្តែរក្សាចំនួនជុំឱ្យនៅដដែល ពេលនោះ អំព្លីទុតនៃតង់ស្យុងបញ្ចេញក៏កើនឡើង 2 ដងដែរដូចរូបខាងក្រោម :



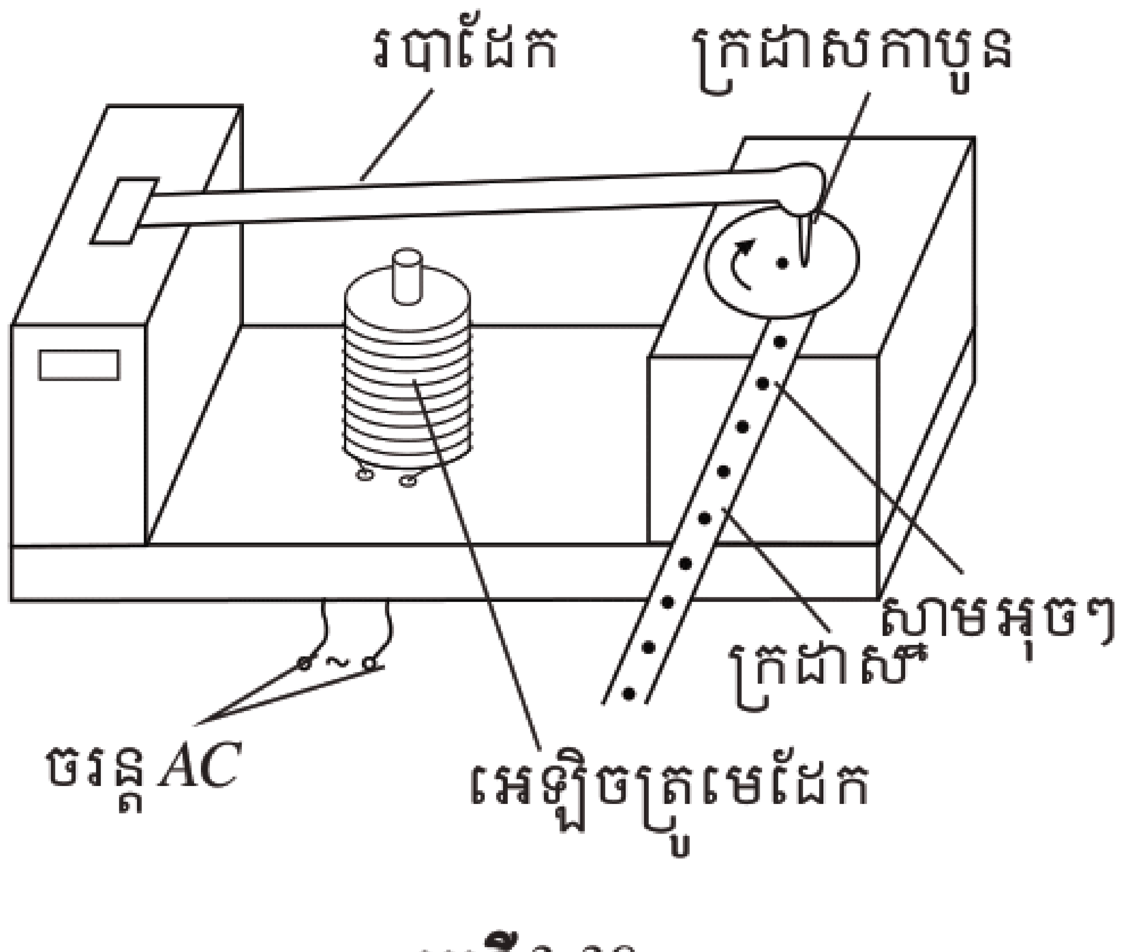
រូបទី 3.38 បង្កើនប្រេកង់ 2 ដង អំព្លីទុតកើន 2 ដងដែរ

ក្រៅពីការបង្កើនប្រេកង់រង្វិលនៃម៉ូទ័រនិងចំនួនជុំខ្សែដែលរុំលើស្នូលដែក តង់ស្យុងដែលបង្កើតដោយជនិតាចរន្តឆ្លាស់ *AC* ក៏អាចកើនឡើងបានដែរ កាលណាគេប្រើមេដែកដែលមានដែនម៉ាញេទិចខ្លាំងជាងមុន ។

1.3 ការអនុវត្តចរន្តឆ្លាស់ *AC*

កាលណាចរន្ត *AC* ឆ្លងកាត់បូប៊ីនមួយ បូប៊ីនបានបង្កើតដែនម៉ាញេទិចនៅជុំវិញវា ។ ប៉ុន្តែទិសដៅនៃដែនម៉ាញេទិចនេះខុសពីទិសដៅនៃដែនអេឡិចត្រូមេដែកដែលបង្កើតដោយចរន្តជាប់ *DC* ពោលគឺទិសដៅដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តឆ្លាស់ ប្តូរឆ្លាស់គ្នាជាបន្តបន្ទាប់ទៅតាមបម្រែបម្រួលប្រេកង់នៃចរន្តឆ្លាស់ *AC* ។

ឧបករណ៍កត់ត្រាពេលបង្ហាញដូចរូបនេះបានប្រើម្តងរួចមកហើយក្នុងពិសោធន៍ទន្លាក់សេរី ។ ឧបករណ៍នេះផ្សំឡើងដោយបូប៊ីនមានស្នូលដែកនិងរបារដែកមួយ ។ កាលណាគេធ្វើឱ្យចរន្តឆ្លាស់ *AC* ដែលមានប្រេកង់ 50Hz ឆ្លងកាត់បូប៊ីនដែលមានស្នូលដែកវាក្លាយទៅជាអេឡិចត្រូមេដែក ។ គេឃើញរបារដែករលាស់ដោយប្រេកង់ដូចគ្នានឹងប្រេកង់លំយោលនៃចរន្ត *AC* ដែរ ។



រូបទី *3.39*

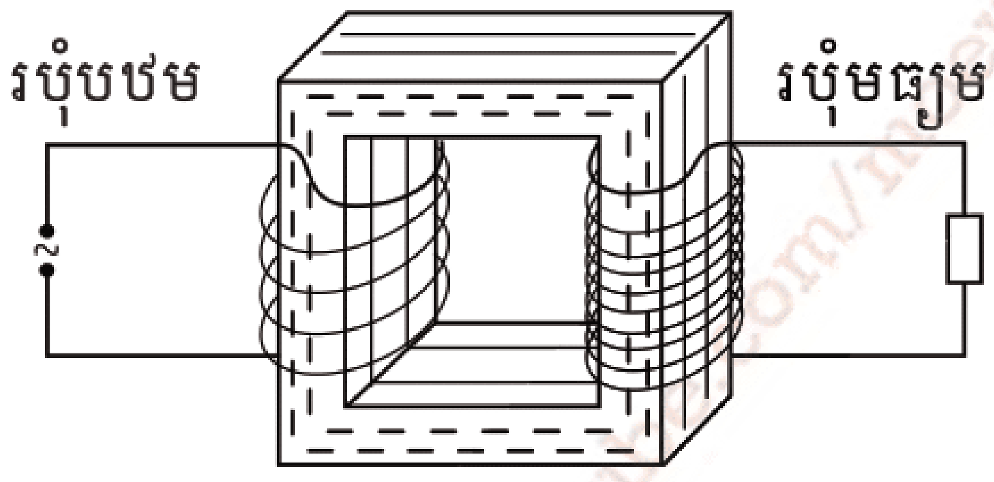
ឧបករណ៍អគ្គិសនីផ្សេងៗទៀតដូចជាកណ្តឹងរោទិ៍អគ្គិសនីក៏មានដំណើរការស្រដៀងគ្នានឹងឧបករណ៍កត់ត្រាពេលនេះដែរ ។ ការអនុវត្តចរន្ត *AC* ផ្សេងទៀត គឺបង្កើតតង់ស្យុងដោយប្រើត្រង់ស្វូឬជុំភ្លើង ។

youtube.com/moeys
facebook.com/moeys.gov.kh

2. មុខងារនៃត្រង់ស្វូ

2.1 បង្គុំត្រង់ស្វូ

ត្រង់ស្វូ ផ្សំឡើងពីរបុំខ្សែចម្លងរុំលើស្នូលដែក(ស៊ុម) ដែលមានបន្ទះស្តើងៗដាក់តម្រៀបជាប់ៗគ្នាហើយខណ្ឌគ្នាដោយអ៊ីសូឡង់ ។ ស៊ុមដែកនេះមាននាទីបន្ថយកម្តៅនៅពេលចរន្តឆ្លងកាត់វា ។ នៅលើមុខឈមពីរនៃស៊ុមមានរបុំខ្សែចម្លងពីរដែលបង្កើតបានជាបូប៊ីនពីរដែលបូប៊ីនទី 1 ជារបុំបឋមនិងបូប៊ីនទី 2 ជារបុំមធ្យម ។



រូបទី *3.40* ***ត្រង់ស្វូ***

ត្រង់ស្វូ ជាឧបករណ៍ដំឡើងឬតំហាយតង់ស្យុងឆ្លាស់ *AC* ពីតង់ស្យុងឆ្លាស់ទាបឱ្យទៅតង់ស្យុងឆ្លាស់ខ្ពស់ឬប្តូរពីតង់ស្យុងឆ្លាស់ខ្ពស់ឱ្យទៅជាតង់ស្យុងឆ្លាស់ទាប ។ ត្រង់ស្វូដែលដំឡើងតង់ស្យុងឆ្លាស់ពីទាបទៅតង់ស្យុងឆ្លាស់ខ្ពស់ ហៅថា **ស្វួកវ៉ុលទ័រ** ។ រីឯត្រង់ស្វូដែលតំហាយតង់ស្យុងឆ្លាស់ពីខ្ពស់ទៅតង់ស្យុងឆ្លាស់ទាប ហៅថា **ស្វូវ៉ុលទ័រ** ។

2.2 គោលការណ៍ដំណើរការ

ត្រង់ស្វូ បំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីដែលផ្តល់ដោយរបុំបឋមទៅឱ្យរបុំមធ្យមដោយអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនៅចន្លោះបូប៊ីនទាំងពីរ ។

នៅរបុំបឋមតង់ស្យុងឆ្លាស់ដែលផ្តល់ឱ្យ ធ្វើឱ្យមានបម្រែបម្រួលដែនម៉ាញេទិចដែលបង្កើតឱ្យមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៅរបុំមធ្យម ។

ត្រង់ស្វូដំឡើងតង់ស្យុងជាផ្នែកមួយដែលកម្លាំងអគ្គិសនីចលករឬតង់ស្យុងនៅរបុំមធ្យមធំជាងរបុំបឋម ។ ផ្ទុយទៅវិញ ត្រង់ស្វូតំហាយតង់ស្យុងជាផ្នែកមួយដែលមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករឬតង់ស្យុងនៅរបុំបឋមធំជាងរបុំមធ្យម ។ គេបាន :

$$\boxed{\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}}$$

V_s ជាតង់ស្យុងរបុំមធ្យម និង V_p ជាតង់ស្យុងរបុំបឋមគិតជាវ៉ុល V

N_s ជាចំនួនជុំ(ចំនួនស្ពៀ)របុំមធ្យម និង N_p ជាចំនួនជុំ(ចំនួនស្ពៀ)របុំបឋម ។

- បើ $\frac{N_s}{N_p} > 1$ ត្រង់ស្វូដំឡើងតង់ស្យុងហៅថា **ស្វួកវ៉ុលទ័រ** ។
- បើ $\frac{N_s}{N_p} < 1$ ត្រង់ស្វូតំហាយតង់ស្យុងហៅថា **ស្វូវ៉ុលទ័រ** ។

2.3 អានុភាពបញ្ជូនក្នុងត្រង់ស្វូ

ចំពោះត្រង់ស្វូផ្តល់ទិន្នផល 100% មានន័យថា ថាមពលដែលផ្តល់ឱ្យទៅរបុំបឋមត្រូវបានបញ្ជូនទាំងអស់ទៅឱ្យរបុំមធ្យមដោយគ្មានបង់ខាតថាមពល ។

តាមគោលការណ៍រក្សាថាមពលគេបាន : $I_pV_p = I_sV_s$

ដោយ $P = VI$ គេអាចសរសេរ : $\dfrac{V_s}{V_p} = \dfrac{N_s}{N_p} = \dfrac{I_p}{I_s}$ ។

ឧទាហរណ៍ 1: ត្រង់ស្វូមួយត្រូវបានប្រើដើម្បីផ្តល់តង់ស្យុង 12V ទៅឱ្យរថភ្លើងក្មេងលេងមួយ ។ តង់ស្យុងនេះផ្តល់អាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត 0.8A ។ គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តនៅរបុំបឋម បើតង់ស្យុងឆ្លាស់ AC របស់ប្រភពគឺ 240V ។

ដំណោះស្រាយ

តាមច្បាប់រក្សាថាមពល

គេបាន : $I_pV_p = I_sV_s \Rightarrow I_p = \dfrac{I_sV_s}{V_p}$

អនុវត្តន៍ជាលេខ : $I_s = 0.8\text{A}$, $V_s = 12\text{V}$, $V_p = 240\text{V}$

គេបាន : $I_p = \dfrac{0.8 \times 12}{240} = 0.04\text{A}$

3. ការបញ្ជូនអានុភាពអគ្គិសនី

ការបញ្ជូននិងចែកចាយថាមពលអគ្គិសនីពីស្ថានីយទៅតាមគេហដ្ឋានតែងតែមានការបាត់បង់ថាមពលតាមខ្សែបណ្តាញ(ថាមពលកម្តៅឬផលស៊ូល I^2R) ។

ដើម្បីកាត់បន្ថយកំហាតថាមពល មធ្យោបាយទី 1 គឺត្រូវប្រើខ្សែដែលមានរេស៊ីស្តង់ R តូច ពេលនោះអានុភាពបាត់បង់ក៏តិចតួចដែរ ។ មធ្យោបាយទី 2 គឺត្រូវបន្ថយចរន្តតាមរយៈការប្រើប្រាស់ត្រង់ស្វូដំឡើងតង់ស្យុងពេលបញ្ជូនអានុភាព ។

បើ P_e ជាអានុភាពអគ្គិសនីបញ្ចេញត្រូវបានផ្តល់ដោយតង់ស្យុង V ដែលភ្ជាប់ទៅខ្សែបណ្តាញដែលមានរេស៊ីស្តង់សរុប R នោះចរន្ត I ក្នុងខ្សែបណ្តាញគឺ :

$$I = \frac{P_e}{V}$$

I អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តគិតជាអំពែ (A) , V តង់ស្យុងគិតជាវ៉ុល (V) និង P_e អានុភាពអគ្គិសនីគិតជាវ៉ាត់ (W) ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys

អានុភាពបាត់បង់ឱ្យតាមរូបមន្ត :

$$P_j = I^2R = \left(\frac{P_e}{V}\right)^2 \times R$$

I អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តគិតជាអំពែ (A) , V តង់ស្យុងគិតជាវ៉ុល (V) ,R រេស៊ីស្តង់អគ្គិសនីគិតជា (Ω) និង P_e អានុភាពអគ្គិសនីគិតជាវ៉ាត់ (W) ។

ឧទាហរណ៍ : ស្ថានីយអគ្គិសនីមួយអាចបញ្ចេញអានុភាព 100kW នៅតង់ស្យុង 20000V ទៅដល់រោងចក្រមួយដោយខ្សែកាបដែលមានរេស៊ីស្តង់សរុប $R = 5\Omega$ ។ គណនា :

ក. ចរន្តដែលឆ្លងកាត់ខ្សែបណ្តាញ

ខ. អានុភាពខាតបង់ក្នុងខ្សែបណ្តាញ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តដែលឆ្លងកាត់ខ្សែបណ្តាញ

គេបាន : $I = \frac{P_e}{V}$

អនុវត្តន៍ជាលេខ :$P_e = 10^5 W$, $V = 2 \times 10^4$V

គេបាន : $I = \frac{10^5}{2 \times 10^4} = \frac{10}{2} = 5A$

ខ. អានុភាពខាតបង់ : $P_j = I^2R = (5)^2 \times 5 = 25 \times 5 = 125$W ។

4. សុវត្ថិភាពនៃការប្រើប្រាស់ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងផ្ទះ

ទោះបីចរន្តអគ្គិសនីមានសារសំខាន់ក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃយ៉ាងណាក៏ដោយ វាក៏ផ្តល់នូវគ្រោះថ្នាក់យ៉ាងខ្លាំងណាស់ដែរ ។ កំហុសឆ្គងក្នុងការតចរន្តអគ្គិសនីក្នុងឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ឬសៀគ្វីអាចបណ្តាលឱ្យឆក់និងធ្វើឱ្យអ្នកប្រើប្រាស់ស្លាប់បាន ។

ដើម្បីរក្សាសុវត្ថិភាព អ្នកប្រើប្រាស់ត្រូវប្រុងប្រយ័ត្នដូចខាងក្រោម :

- មិនត្រូវប៉ះពាល់គ្រឿងអគ្គិសនីនៅពេលដៃសើម ។
- មិនត្រូវប្រើគ្រឿងអគ្គិសនីច្រើនព្រមគ្នាដោយតភ្ជាប់ទៅនឹងឆ្នាប់ចរន្តតែមួយទេ ព្រោះវាបណ្តាលឱ្យខ្សែចម្លងឡើងក្តៅរលាយស្រោមអ៊ីសូឡង់ហើយប៉ះគ្នាបង្កើតឱ្យមានអគ្គីភ័យ ។
- មិនត្រូវឈរក្បែរបណ្តាញខ្សែកាបអគ្គិសនីពេលមានភ្លៀងផ្គរទេ ព្រោះខ្សែកាបអាចធ្លាក់ចុះទៅប៉ះនឹងដីសើមហើយអាចឆក់អ្នកបាន ។

youtube.com/moeys kroo.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

- មុននឹងតចរន្តអគ្គិសនីទៅឧបករណ៍អគ្គិសនីណាមួយត្រូវផ្តាច់ចរន្តជាមុនសិន ។
- សៀគ្វីក្នុងផ្ទះត្រូវតែប្រើភុយស៊ីបឬឌីសុងទ័រសម្រាប់ផ្តាច់ចរន្ត កាលណាមានបាតុភូតឆ្លងភ្លើងណាមួយកើតឡើង ។

មេរៀនសង្ខេប

- ចរន្តឆ្លាស់ជាចរន្តដែលប្រែប្រួលទិសដៅទៅតាមពេល ។
- ទំនាក់ទំនងខួបនិងប្រេកង់ឱ្យដោយរូបមន្ត : $f = \frac{1}{T}$

  T ខួបនៃលំយោលគិតជា វិនាទី (s) និង f ប្រេកង់នៃលំយោលគិតជាអ៊ែក (Hz) ។
- ទិសដៅដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តឆ្លាស់ប្តូរឆ្លាស់គ្នាជាបន្តបន្ទាប់ទៅតាមបម្រែបម្រួលនៃចរន្តឆ្លាស់ AC ។
- ត្រង់ស្វូដែលមានតង់ស្យុងនៅរបុំមធ្យមធំជាងតង់ស្យុងនៅរបុំបឋមហៅថា ត្រង់ស្វូដំឡើងតង់ស្យុងឬសួករ៉ុលទ័រ ។ ចំណែកឯត្រង់ស្វូដែលមានតង់ស្យុងនៅរបុំមធ្យមតូចជាងតង់ស្យុងនៅរបុំបឋមហៅថាត្រង់ស្វូតំហាយតង់ស្យុង ឬ សូវ៉ុលទ័រ ។
- ទំនាក់នងរវាងតង់ស្យុង ចំនួនស្ពៀ និងចរន្តនៅរបុំបឋមនិងមធ្យម

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

- មានវិធីពីរយ៉ាងដើម្បីកាត់បន្ថយកំហាតថាមពល :
  - បន្ថយរេស៊ីស្តង់ខ្សែឱ្យតូច(មានន័យថាប្រើខ្សែដែលមានមុខកាត់ធំ) ។
  - បន្ថយចរន្តតាមរយៈការប្រើត្រង់ស្វូដំឡើងតង់ស្យុង នៅពេលបញ្ជូនអានុភាពតាមបណ្តាញខ្សែកាប ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្តេចហៅថាចរន្តឆ្លាស់ ?
2. តើចរន្តជាប់និងចរន្តឆ្លាស់ខុសគ្នាដូចម្តេច ?
3. តើចរន្តឆ្លាស់ផ្អែកទៅលើបាតុភូតអ្វី ?
4. តើឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺអាចឱ្យគេកំណត់ទិសដៅនៃចរន្តជាប់បានដែរឬទេ ?
5. ដើម្បីផលិតចរន្តឆ្លាស់ AC ក្នុងរោងចក្រអគ្គិសនី តើគេត្រូវការផ្អែកអ្វីខ្លះ ?

6. តើប្រេកង់នៃរង្វិលរបស់រ៉ូទ័រនិងប្រេកង់នៃចរន្តដូចគ្នាដែរឬទេ ?

7. តើប្រេកង់នៃចរន្តឆ្លាស់និងខួបមានទំនាក់ទំនងដូចម្តេច ?

8. បើគេបង្កើនចំនួនជុំនៃបូប៊ីន 2 ដងដោយរក្សាប្រេកង់ឱ្យនៅដដែល តើតង់ស្យុងមានអំពីទុតប្រែប្រួលដូចម្តេច ?

9. បើគេបង្កើនប្រេកង់រង្វិលរបស់រ៉ូទ័រ តើតង់ស្យុងបញ្ចេញកើនឡើងដែរឬទេ ?

10. តើចរន្តឆ្លាស់ AC មានការអនុវត្តក្នុងឧបករណ៍អគ្គិសនីអ្វីខ្លះ ?

11. តើឧបករណ៍កត់ត្រា(ពេល-ចម្ងាយចរ)ក្នុងមេរៀនពិសោធន៍ទន្លាក់សេរីផ្សំឡើងដោយអ្វីខ្លះ? ហើយមានដំណើរការដូចម្តេច ?

12. តើត្រង់ស្វូប្រើសម្រាប់ធ្វើអ្វី ?

13. តើគេសំគាល់ដូចម្តេច ទើបដឹងថា ត្រង់ស្វូមួយជាស្ទូករ៉ុលទ័រឬស្ទូរ៉ុលទ័រ ?

14. ចូរអ្នករៀបរាប់ពីសុវត្ថិភាពនៃការប្រើប្រាស់ចរន្តអគ្គិសនីក្នុងផ្ទះ ?

15. គណនាប្រេកង់នៃតង់ស្យុងឆ្លាស់ដែលមានខួប : 0.02s , 0.1ms , 100ms ។

16. ត្រង់ស្វូមួយដំឡើងតង់ស្យុងពី 12V ទៅ 240V ។

ក. តើត្រង់ស្វូនោះជាស្ទូករ៉ុលទ័រឬស្ទូរ៉ុលទ័រ ?

ខ. រកចំនួនស្ពៀនៅរបុំបឋម បើចំនួនស្ពៀនៅរបុំមធ្យមស្មើនឹង $n_2 = 2000$ ។

សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 3

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវមានតែមួយគត់ :

1. ចង្កឹះកែវផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ពេលខាត់នឹងសំពត់សូត្ររួចផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមានព្រោះ :

☐ ក. ទទួលប្រូតុង ☐ ខ. ទទួលអេឡិចត្រុង

☐ គ. បាត់បង់អេឡិចត្រុង ☐ ឃ. ទទួលប្រូតុងនិងបាត់បង់អេឡិចត្រុង ។

2. ប្រសិនបើ បាល់ជ័រមួយត្រូវបានច្រានចេញដោយចង្កឹះកៅស៊ូ ។ បាល់ជ័រនិងចង្កឹះកែវ

☐ ក. ផ្ទុកបន្ទុកមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា ☐ ខ. ផ្ទុកបន្ទុកមានសញ្ញាដូចគ្នា

☐ គ. គ្មានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីទាំងពីរ ☐ ឃ. មានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីតែមួយ ។

3. ចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់អំពូល 0.2A ។ គេឱ្យចរន្តឆ្លងកាត់អំពូលរយៈពេល 2h បន្ទុកអគ្គិសនីសរុបឆ្លងកាត់មានតម្លៃ

☐ ក. 1640C ☐ ខ. 1460C ☐ គ. 1440C ☐ ឃ. 1540C ។

4. បើបន្ទុកអគ្គិសនី 30C ឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងអស់រយៈពេល 2mn អាំងតង់ស៊ីតេឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លងមានតម្លៃ

☐ ក. 0.5A ☐ ខ. 0.25A ☐ គ. 1A ☐ ឃ. 1.5A ។

II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ

1. បំពង់បឺតជ័រខាត់នឹងសំពត់ឡែនបានផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី........................ហើយមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា... ។

2. អង្គធាតុពីរផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា...ហើយមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា................................ ។

3. បំលាស់ទីអេឡិចត្រុងសេរីមានទិសដៅ ....ពីទិសដៅនៃចរន្តអគ្គិសនី ។

4. ត្រង់ស្វូមួយជាឧបករណ៍ដំឡើងតង់ស្យុងកាលណា...................................ហើយជាឧបករណ៍តំហាយតង់ស្យុងកាលណា...................................... ។

III. លំហាត់

1. គេមានបីចំណុច A, B, C នៃសៀគ្វីអគ្គិសនីមួយ ។ គេវាស់តង់ស្យុង $V_{AB} = +10V$ និង $V_{BC} = +6V$ ។ គណនាតង់ស្យុង V_{BA}, V_{CB}, V_{CA} ។

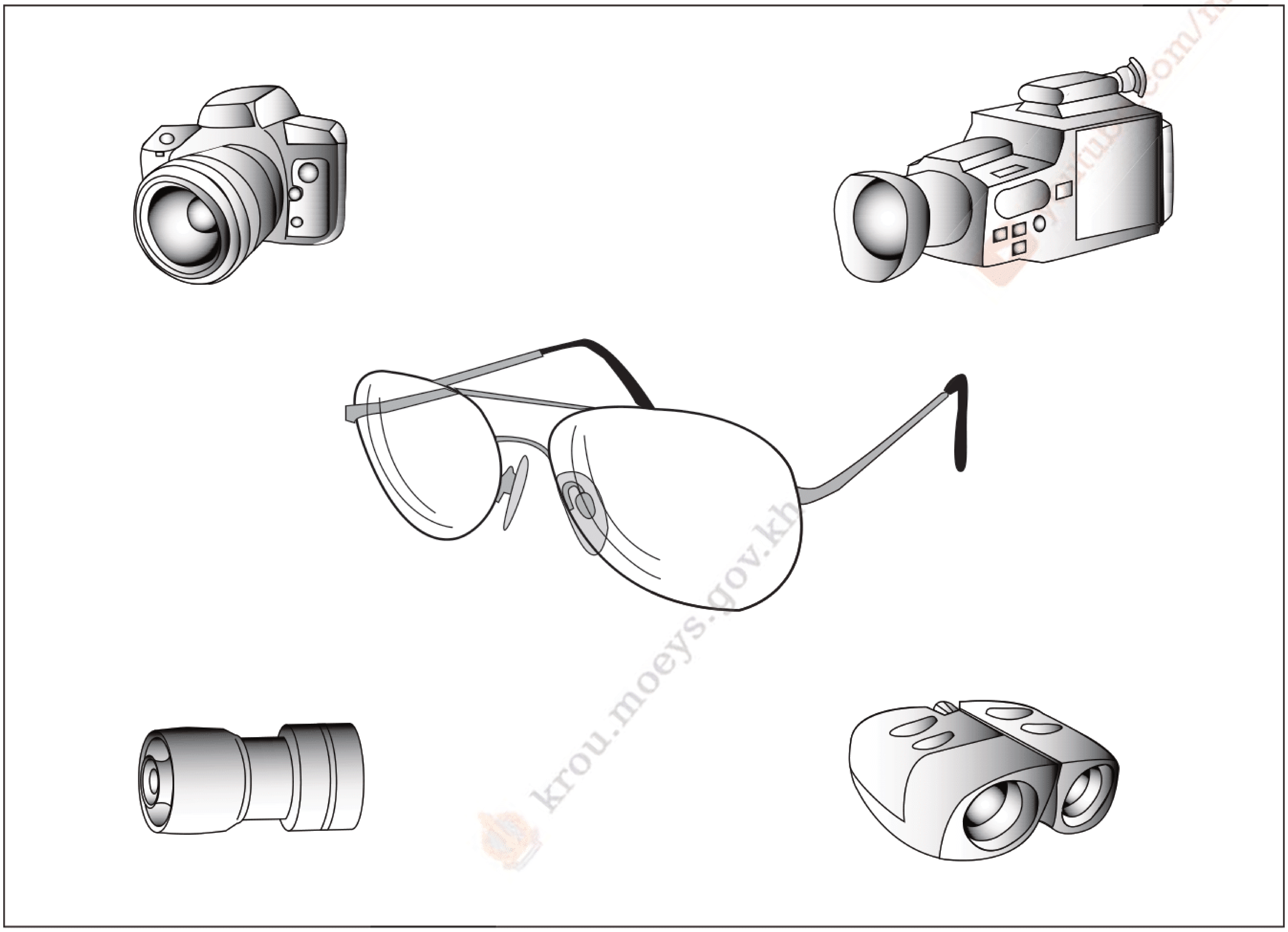
2. គេមានបួនចំណុច M, N, P, Q នៃសៀគ្វីអគ្គិសនីមួយ ។ គេវាស់តង់ស្យុង $V_{MP} = -5V$, $V_{NQ} = +10V$, $V_{MQ} = 16V$ ។ គណនាតង់ស្យុង V_{MN}, V_{NP}, V_{PQ} ។

3. តើត្រង់ស្វូមួយមានចំនួនស្ពៀ $n_1 = 500$ នៅរបុំបឋម និង $n_2 = 2000$ នៅរបុំមធ្យម ។
   ក. ត្រង់ស្វូនេះជាស្វូករ៉ុលទ័រឬស្វ៊ូរ៉ុលទ័រ ។
   ខ. គណនាតង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៅរបុំមធ្យម បើគេឱ្យតង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៅរបុំបឋម $V_p = 12V$ ។

4. ត្រង់ស្វូមួយមានចំនួនស្ពៀ n_1 នៅរបុំបឋមនិង n_2 នៅរបុំមធ្យមដែលគេឱ្យផលធៀប $n_2/n_1 = 4$ ។
   ក. គណនាតង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៅរបុំមធ្យម បើគេឱ្យតង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៅរបុំបឋម $V_p = 120V$
   ខ. រកចំនួនជុំនៅរបុំមធ្យម បើគេឱ្យចំនួនជុំនៅរបុំបឋម $n_1 = 100$ ។

5. ត្រង់ស្វូមួយមានតង់ស្យុងប្រសិទ្ធ V_p នៅរបុំបឋមនិង V_s នៅរបុំមធ្យមដែលគេឱ្យផលធៀប $\frac{V_s}{V_p} = 2$ ។
   ក. រកចំនួនជុំនៅរបុំបឋម បើចំនួនជុំរបុំមធ្យម $n_2 = 200$ ។
   ខ. រកតង់ស្យុងនៅរបុំបឋម បើតង់ស្យុងនៅរបុំមធ្យមស្មើនឹង $V_s = 480V$ ។

ជំពូក 4 អុបទិច



ហេតុអ្វីបានជាយើងសិក្សាអុបទិច ? អុបទិចសិក្សានូវរាល់បាតុភូតទាំងឡាយណាដែលទាក់ទងទៅនឹងពន្លឺមានន័យថាយើងសិក្សាពីអ្វីដែលមើលឃើញដោយភ្នែក ។

នៅក្នុងជំពូកនេះយើងសិក្សាពីប្រភពនិងដំណាលនៃពន្លឺ (ចំណាំងផ្លាត ចំណាំងបែរនិងចំណាំងផ្លាតទាំងស្រុង)។ ការសិក្សានេះធ្វើឱ្យយើងស្គាល់នូវកំណាកំណើតនៃរូបភាព និងដំណើរប្រព្រឹត្តនៃឧបករណ៍អុបទិចសំខាន់ៗខ្លះដូចជា កែវពង្រីក មីក្រូទស្សន៍ កែវយិត ឬកែវឆ្លុះជាដើម ។

មេរៀនទី 1 : ធម្មជាតិនិងដំណាលពន្លឺ

មេរៀនទី 2 : ឡង់ទី

facebook.com/moeys krou.moeys.gov.kh

មេរៀនទី

1 ធម្មជាតិនិងដំណាលនៃពន្លឺ

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ❒ ពន្យល់បានពីចំណាំងផ្លាតនិងចំណាំងបែរនៃពន្លឺ ។
- ❒ បកស្រាយបានពីល្បឿនពន្លឺ ។
- ❒ អនុវត្តពីចំណាំងផ្លាត និងចំណាំងបែរ (កញ្ចក់ ទឹក បន្ទះមុខ ស្រប . . .) ។
- ❒ ធ្វើការពិសោធពីចំណាំងផ្លាតនិងចំណាំងបែរនៃពន្លឺដែលទាក់ទងទៅនឹងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ ។

1. ធម្មជាតិនៃពន្លឺ

អង្គធាតុទាំងឡាយណាដែលបន្សាយពន្លឺជាប្រភពនៃពន្លឺ ។ ប្រភពពន្លឺចែកចេញជាពីរគឺ ប្រភពពន្លឺធម្មជាតិ (ដូចជាពន្លឺព្រះអាទិត្យ ពន្លឺផ្កាយ និងចំហេះ) និងប្រភពពន្លឺសិប្បនិម្មិត ដូចជាអំពូលវង្គំ អំពូលភ្លុយអ៊ីរ អំពូលឌីយ៉ូត...និងពិលឡាស៊ែរជាដើម ។ ព្រះអាទិត្យជាប្រភពមួយដែលបញ្ចេញពន្លឺយ៉ាងសំខាន់បំផុត ។ វត្ថុឬសរីរាង្គដែលមានភាពរួសជាមួយនឹងពន្លឺគេហៅថាគ្រឿងទទួលពន្លឺ ដូចជា ភ្នែក ហ្វីលថតរូប ថ្មពិលព្រះអាទិត្យ ... ជាដើម ។

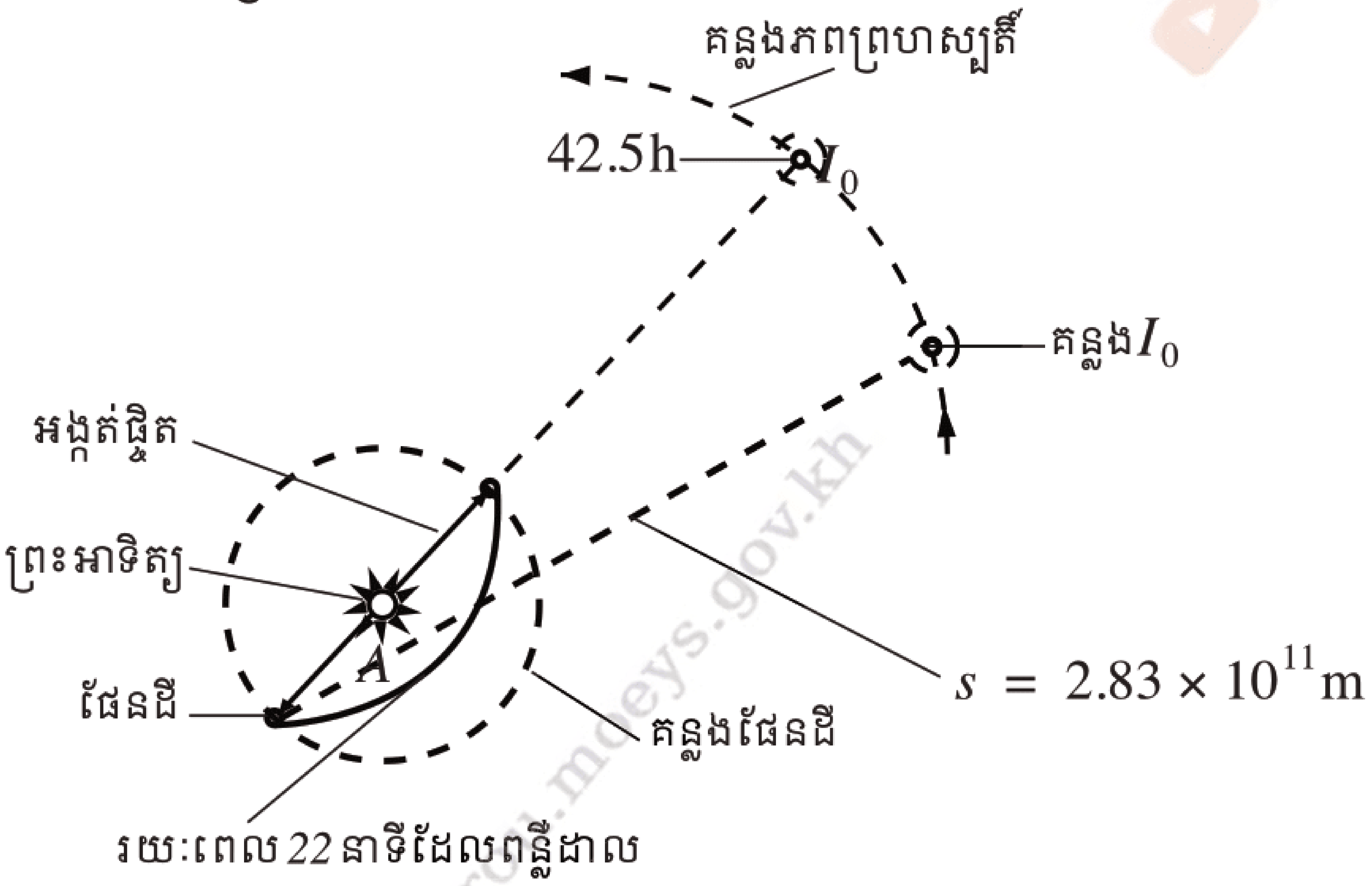
ពន្លឺមានលក្ខណៈពីរយ៉ាងគឺ លក្ខណៈជារលក និងជាគ្រាប់ល្អិត(ផង់) ។ ពន្លឺដាលក្នុងមជ្ឈដ្ឋានថ្លាស្មើសាច់និងសុញ្ញាកាសជាខ្សែត្រង់ ។ ល្បឿនរបស់វាអាស្រ័យទៅនឹងមជ្ឈដ្ឋានដំណាលនិងពន្លឺដាលឆ្លងកាត់សុញ្ញាកាសគ្មានបាត់បង់អ្វីទេ ។

2. រង្វាស់ល្បឿនពន្លឺ

អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រទី 1 ដែលព្យាយាមរកឃើញនូវរង្វាស់ល្បឿនពន្លឺគឺលោក **កាលីលេ** ។ គាត់បានសន្និដ្ឋានថាល្បឿនពន្លឺមានតម្លៃយ៉ាងធំអតិបរមា ។ គេអាចវាស់ល្បឿនពន្លឺបានតាមវិធីពីរយ៉ាងគឺ វិធីរ៉េម៉េរ និងវិធីហ្វីហ្សូ ។

2.1 វិធីរ៉េមើរ

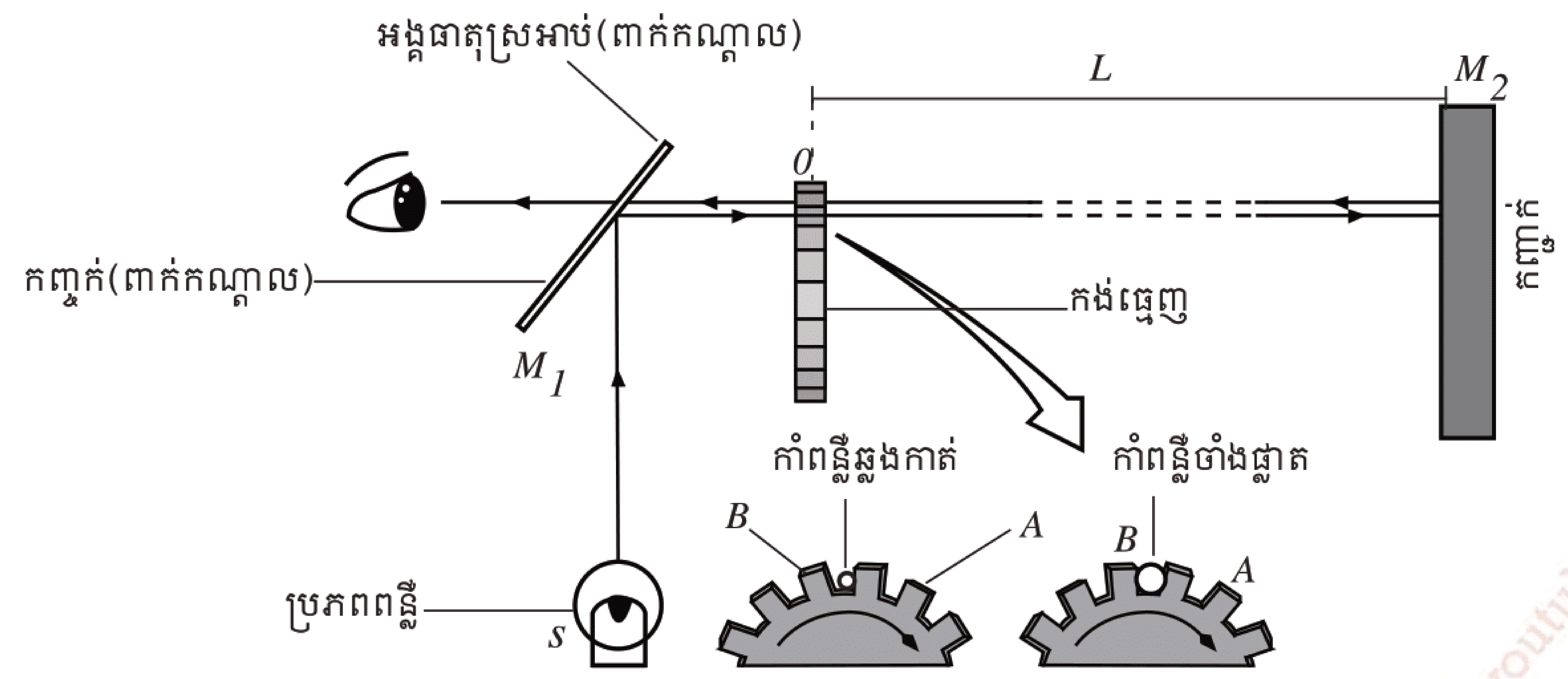
ក្នុងឆ្នាំ 1675 តារាវិទូជនជាតិដាណឺម៉ាក (Danish astronomer) ម្នាក់ឈ្មោះ **អូលី រ៉េមើរ** (Ole Roemer) (1644-1710) បានសម្រេចដោយជោគជ័យលើការរកឃើញនូវល្បឿនពន្លឺ ប៉ុន្តែបានត្រឹមតែតម្លៃប្រហាក់ប្រហែលប៉ុណ្ណោះ ។ លោក រ៉េមើរ បានធ្វើការសង្កេតទៅលើគន្លងចលនារបស់តារារណប I_0 នៃភពផ្កាយព្រហស្បតិ៍មួយ(រូបទី*4.1*)ហើយកំណត់ជាលើកដំបូងជាមួយនឹងបម្រែបម្រួលខួបក្នុងរយៈពេល 22 នាទីត្រូវនឹងចម្ងាយចរ $2.83 \times 10^{11}\text{m}$ ។ តាមរយៈទិន្នន័យនេះនៅឆ្នាំ 1676 លោក **រ៉េមើរ** បានប្រកាសថាល្បឿនពន្លឺមានតម្លៃ $2.14 \times 10^{8}\text{m/s}$ ។



រូបទី 4-1 រង្វាស់ល្បឿនពន្លឺ

2.2 វិធីហ្វីហ្សូ

ក្នុងឆ្នាំ1849 រង្វាស់ល្បឿនពន្លឺក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍ត្រូវបានបង្កើតជាលើកដំបូង ដោយអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រជនជាតិបារាំងម្នាក់ឈ្មោះ ហ្វីហ្សូ (Armand H.L. Fizeau) (1819-1896) សម្ភារៈដែលគាត់បានប្រើក្នុងការធ្វើពិសោធន៍នេះមានប្រភពពន្លឺកញ្ចក់និងកង់មានធ្មេញដែលអាចបង្វិលបាន(រូបទី*4.2*) ។មុនដំបូងគាត់បានដាក់ប្រភពពន្លឺឱ្យឆ្លងកាត់ប្រឡោះធ្មេញរបស់កង់ដាលទៅដល់កញ្ចក់រួចផ្លាតត្រលប់មកវិញទន្ទឹមនឹងនោះគាត់បង្វិលកង់ដោយល្បឿនរង្វិលរបស់កង់តម្រូវសមស្របទៅនឹងការចាំងផ្លាតរបស់ពន្លឺពីកញ្ចក់ត្រឡប់មកវិញអាចឆ្លងកាត់ប្រឡោះធ្មេញបាន ។ បន្ទាប់មកទៀតគាត់វាស់ទំហំល្បឿនរបស់កង់វិល(ល្បឿនមុំ)និងចម្ងាយពីកង់វិលទៅកញ្ចក់ ។ ដោយទាញចេញពីការពិសោធនេះ លោក **ហ្វីហ្សូ** បានសន្និដ្ឋានថាល្បឿនពន្លឺមានតម្លៃ $c = 3.13 \times 10^{8}\text{m/s}$ ។ បច្ចុប្បន្ននេះល្បឿនពន្លឺក្នុងសុញ្ញកាសមានតម្លៃគឺ : $c = 299792458\text{m/s}$ ។

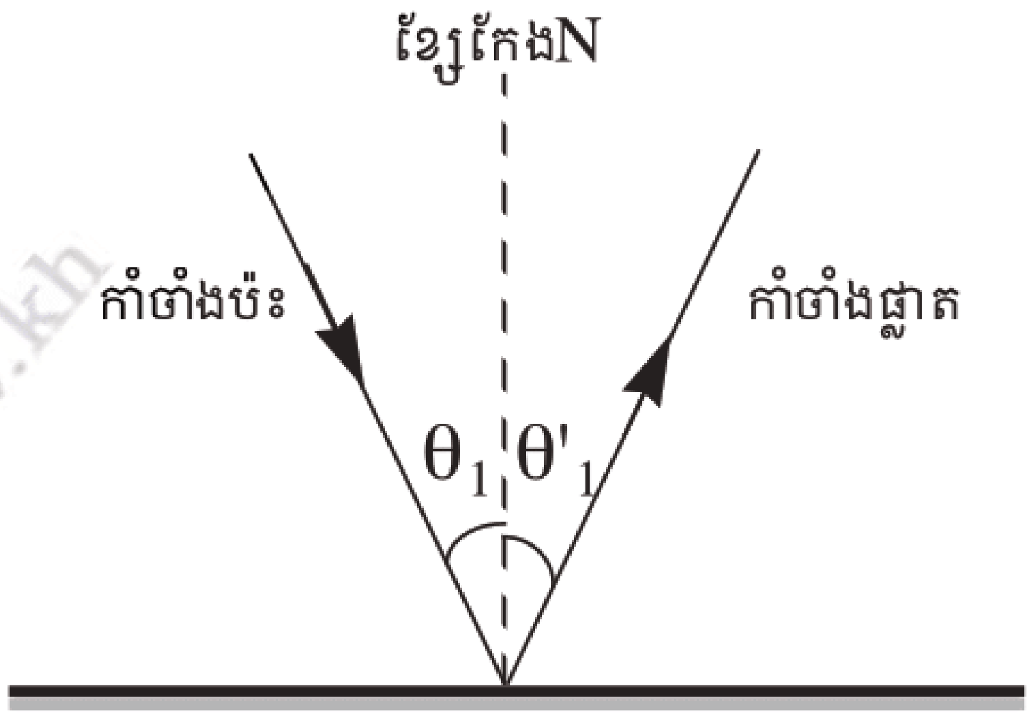


រូបទី 4-2

3. ចំណាំងផ្លាតនិងចំណាំងបែរនៃពន្លឺ

3.1 ចំណាំងផ្លាតនៃពន្លឺ

យើងពិនិត្យមើលកាំពន្លឺមួយដែលដាលក្នុងខ្យល់ទៅប៉ះនឹងផ្ទៃ “ រលោង ” រាបស្មើមួយបង្កើតបានមុំ θ_1 ជាមួយនឹងខ្សែកែងកាំពន្លឺនេះចាំងផ្លាតមកមជ្ឈដ្ឋានដើមវិញបង្កើតបានមុំ θ'_1 (រូបទី *4.3*) ។ យើងវាស់មុំ θ_1 និងθ'_1 យើងបាន $\theta_1 = \theta'_1$ ។

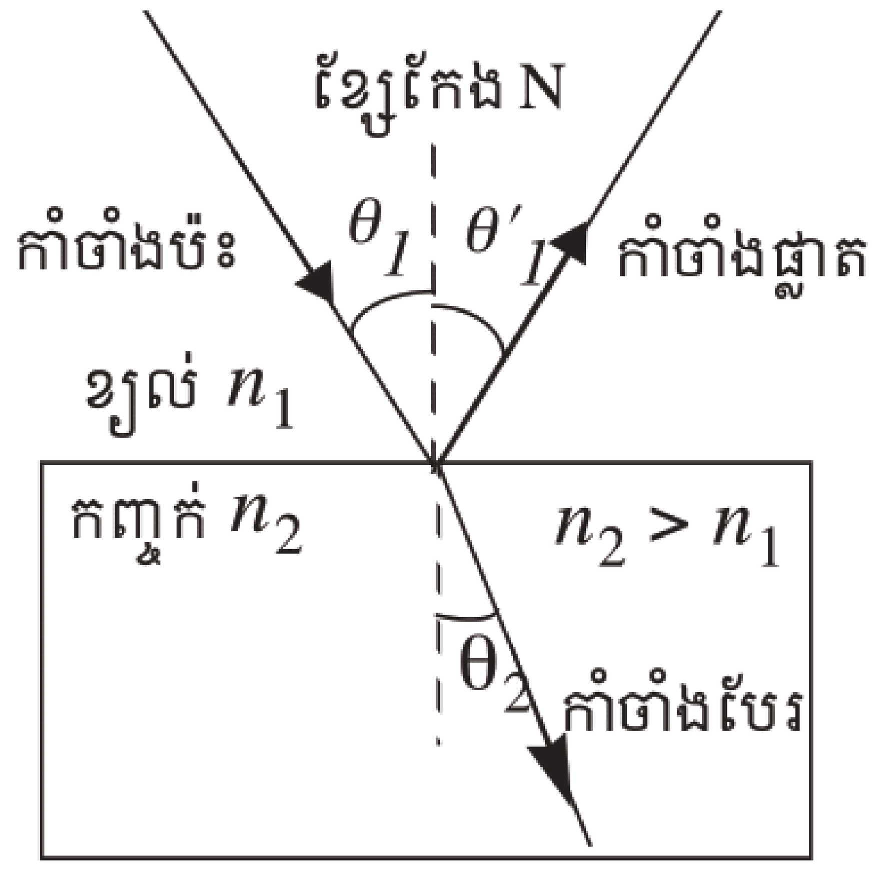


រូបទី 4-3

ពំនោលច្បាប់ចំណាំងផ្លាត “កាំចាំងផ្លាតត្រូវស្ថិតក្នុងប្លង់ចំណាំងប៉ះនិងមុំចំណាំងផ្លាត θ'_1 ប៉ុនគ្នានឹងមុំចំណាំងប៉ះ θ_1 ” ។

3.2 ចំណាំងបែរនៃពន្លឺ

កាលណាកាំពន្លឺដាលឆ្លងពីមជ្ឈដ្ឋានថ្លាមួយទៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានថ្លាមួយទៀត កាំពន្លឺមួយភាគធំចាំងចូលទៅមជ្ឈដ្ឋានទី2 ដោយមានលំងាកហើយកាំពន្លឺដែលនៅសល់ចាំងផ្លាតចូលមកមជ្ឈដ្ឋានដើមវិញ ។ កាំពន្លឺដែលដាលចូលទៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានទី2នេះហៅថា **កាំចាំងបែរ** ។ កាំចាំងប៉ះ កាំចាំងផ្លាត និងកាំចាំងបែរទាំងអស់ឋិតនៅក្នុងប្លង់ចំណាំងប៉ះតែមួយ(រូបទី *4.4*) ។



រូបទី 4-4

ពំនោលច្បាប់ចំណាំងបែរ “កាំចាំងបែរត្រូវស្ថិតក្នុងប្លង់ចំណាំងប៉ះនិងមុំចំណាំងបែរ θ_2 និងមុំចំណាំងប៉ះ θ_1 ” ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

តាមទំនាក់ទំនង: $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = $ ថេរ (1)

v_1 ជាល្បឿនពន្លឺដាលក្នុងមជ្ឈដ្ឋានទី1 និងv_2 ជាល្បឿនពន្លឺដាលក្នុងមជ្ឈដ្ឋានទី2 ។

3.3 សន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរ

ជាទូទៅល្បឿនពន្លឺដាលក្នុងសារធាតុផ្សេងៗ វាតែងតែមានល្បឿនតូចជាងល្បឿននៅក្នុងសុញ្ញកាសហើយល្បឿនដែលដាលក្នុងសុញ្ញកាសមានតម្លៃអតិបរមា ។ សន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរn របស់មជ្ឈដ្ឋានគឺជាផលធៀប : $\boxed{n = \frac{c}{v}}$ (2)

c ល្បឿនពន្លឺដាលក្នុងសុញ្ញកាសគិតជាម៉ែត្រក្នុងមួយវិនាទី m/s

v ល្បឿនពន្លឺដាលក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគិតជាម៉ែត្រក្នុងមួយវិនាទី m/s

សមីការ(2) យើងទាញបាន $v_1 = \frac{c}{n_1}$ និង $v_2 = \frac{c}{n_2}$ ហើយជំនួសក្នុងសមីការ(1) យើងបាន :

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{c/n_1}{c/n_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \text{ថេរ} \quad (3)$$

ដូច្នេះ $\boxed{n_2\sin\theta_2 = n_1\sin\theta_1}$ ។

n_1 ជាសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរនៃមជ្ឈដ្ឋានទី1 និង n_2 ជាសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរនៃមជ្ឈដ្ឋានទី2 ។

តារាងតម្លៃប្រហែលរបស់សន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរនៃមជ្ឈដ្ឋានខ្លះៗ :

សារធាតុ	សន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរ
សុញ្ញកាស	1
ខ្យល់	1.000293
កាបូនឌីអុកស៊ីត	1.00045
ទឹក 20°C	1.33
អេទីលអាល់កុល	1.361
កែវ	1.52 – 1.70
ពេជ្រ	2.419

ឧទាហរណ៍ : រកល្បឿនពន្លឺដាលនៅក្នុងទឹក ។ ដោយដឹងថាល្បឿនដាលក្នុងខ្យល់ស្មើនឹង $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ និងសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរនៃទឹក 1.33 ។

ដំណោះស្រាយ

ពីសមីការ (2) យើងបាន : $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.33} = 2.25 \times 10^8 \text{m/s}$

ដូច្នេះពន្លឺល្បឿនដាលក្នុងទឹកគឺ $\boxed{v = 2.25 \times 10^8 \text{m/s}}$ ។

facebook.com/moeys.gov.kh youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh

ពិសោធន៍ចំណាំងផ្លាតនិងចំណាំងបែរនៃពន្លឺ

I. ពិសោធន៍ចំណាំងផ្លាតនៃពន្លឺ

1. វត្ថុបំណង

បង្ហាញថាមុំចំណាំងផ្លាតប៉ុនគ្នានឹងមុំចំណាំងប៉ះតាមរយៈការពិសោធ ។

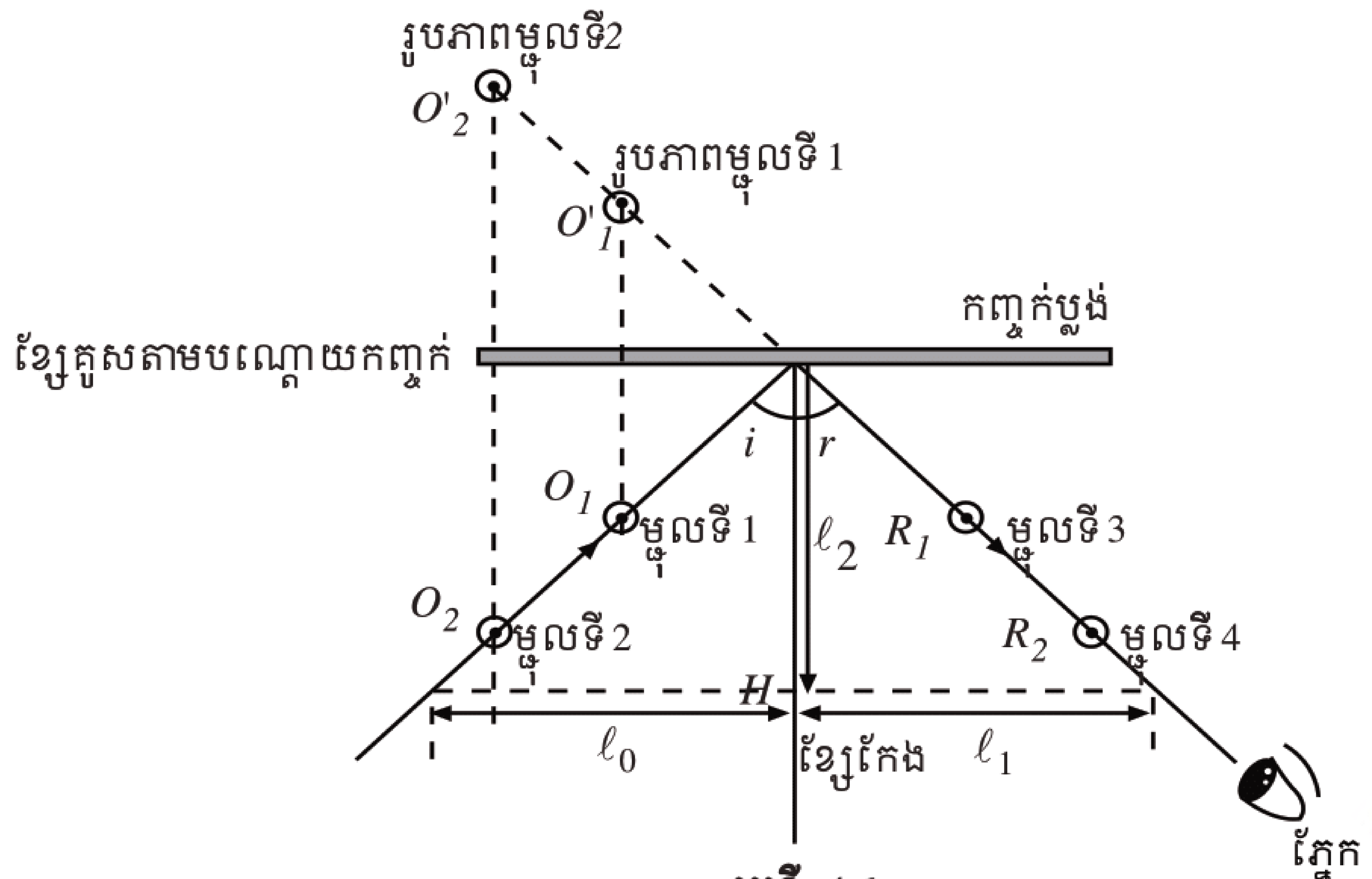
2. តម្រូវការ

កញ្ចក់ប្លង់មួយ ម្ជុលបារាំងបួនដើម ស្កុតមួយដុំ ក្រដាសកាតុងក្រាស់ ឬក្រដាសសម្បកកេសមួយផ្ទាំង បន្ទាត់ម៉ែតវែងមួយ ក្រដាសការ៉ូ ឬក្រដាសគូសក្រាបមួយសន្លឹក និងខ្មៅដៃមួយដើម ។

3. ដំណើរការពិសោធ

- ដាក់ក្រដាសគូសក្រាបលើទម្រដែលជាក្រដាសកាតុងក្រាស់ ឬក្រដាសសម្បកកេស ។
- បិទក្រដាសគូសក្រាបភ្ជាប់នឹងជើងទម្រដោយប្រើស្កុត ។
- ដាក់កញ្ចក់ប្លង់លើក្រដាសគូសក្រាប ។
- គូសបន្ទាត់មួយតាមបណ្ដោយកញ្ចក់ដូច(រូបទី *4.6*)
- ដោតម្ជុលមួយដើមនៅត្រង់ចំណុចមួយចម្ងាយប្រហែល 2cm ពីមុខកញ្ចក់ហើយចំណុចនោះតាងដោយ O_1 ។ ដោតម្ជុលទី 2 ត្រង់ចំណុច O_2 ។
- ដោតម្ជុលទី 3 ត្រង់ចំណុច R_1 ឱ្យរត់ត្រង់ជួរជាមួយនឹងរូបភាពនៃ O_1 និង O_2 ។ រូបភាពនៃ O_1 និង O_2 គឺ O'_1 និង O'_2 មើលឃើញក្នុងកញ្ចក់(រូបទី *4.6*) ។
- ធ្វើដូចចំណុច f ដោយដោតម្ជុលទី 4 ត្រង់ចំណុច R_2 ។
- យកកញ្ចក់និងដកម្ជុលចេញ ។
- គូសកាំចាំងប៉ះកាត់តាមម្ជុល 1 និង 2 ហើយគូសកាំចាំងផ្លាតកាត់តាមម្ជុល 3 និង 4 ។
- គូសបន្ទាត់ឱ្យកែងទៅនឹងខ្សែដែលគូសតាមបណ្ដោយកញ្ចក់ត្រង់ចំណុចប្រសព្វរវាងកាំចាំងប៉ះនិងកាំចាំងផ្លាត ។
- វាស់ប្រវែង ℓ_0 ពីកាំចាំងប៉ះទៅខ្សែកែង ℓ_1 ពីកាំចាំងផ្លាតទៅខ្សែកែងនឹង ℓ_2 ពីកញ្ចក់ទៅចំណុច H លើខ្សែកែង ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh



រូបទី 4-6

4. លទ្ធផល

ប្រវែង $\ell_0 =$ .... ប្រវែង $\ell_1 =$ .... និងប្រវែង $\ell_2 =$ ....

គណនាតម្លៃរបស់ $\tan i = \frac{\ell_0}{\ell_2}$............ និង $\tan r = \frac{\ell_1}{\ell_2}$............

ទាញរក $i =$ .... និង $r =$ ....

5. សន្និដ្ឋាន

តាមលទ្ធផលយើងអាចសន្និដ្ឋានថា $i = r =$ ...... ដូច្នេះមានន័យថាមុំចំណាំងប៉ះ ...... និងមុំចំណាំងផ្លាត ។

6. ពិភាក្សា

ដើម្បីវាស់បានលទ្ធផលកាន់តែជាក់លាក់ តើយើងត្រូវយកចិត្តទុកដាក់លើកត្តាអ្វីខ្លះ ?

II. ការពិសោធចំណាំងបែរនៃពន្លឺ

1. វត្ថុបំណង

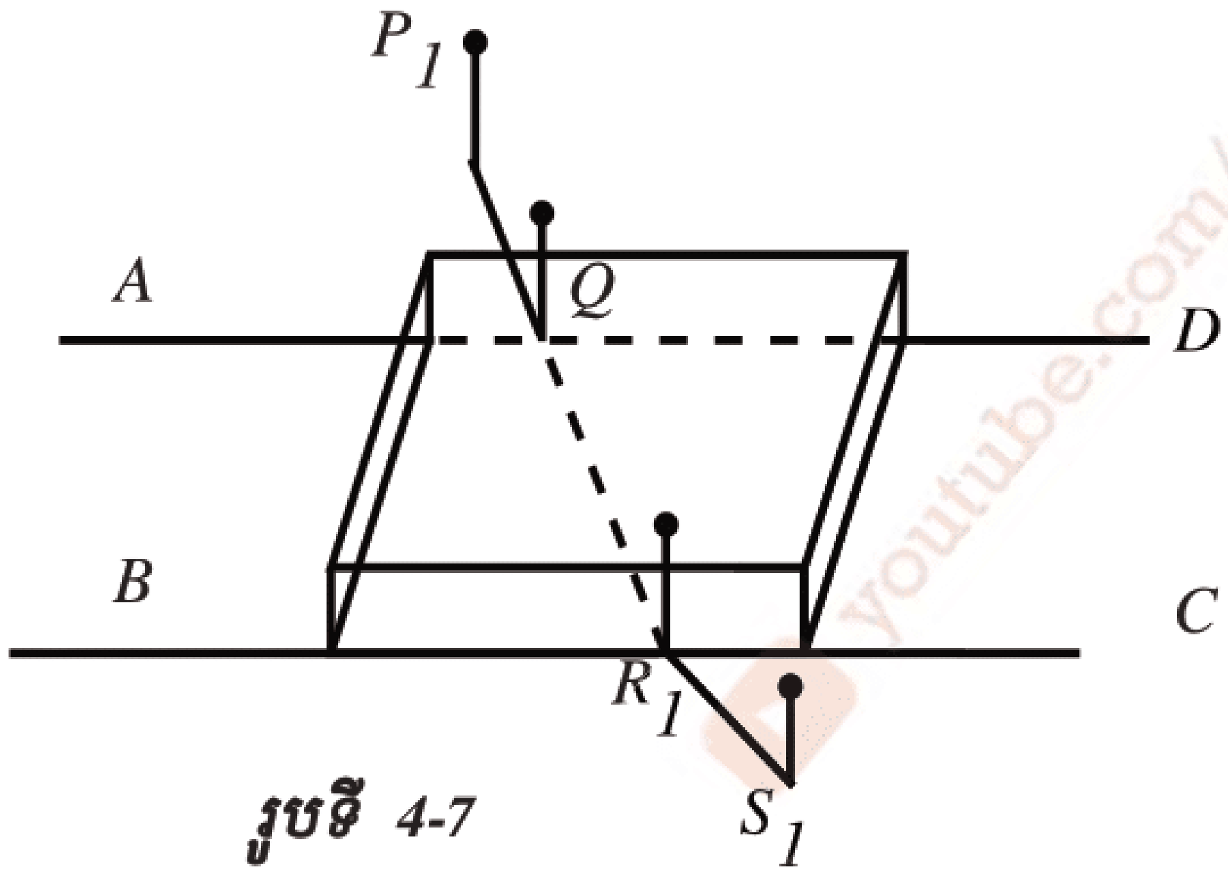
បង្ហាញថា តម្លៃសន្ទស្សន៍នៃមជ្ឈដ្ឋានថ្លាស្មើសាច់មួយមានតម្លៃថេរ បើទោះបីជាមានបម្រែបម្រួលនៃមុំចំណាំងប៉ះ និងមុំចំណាំងបែរក៏ដោយ និងរកសន្ទស្សន៍កែវតាមរយៈការពិសោធ ។

2. តម្រូវការ

ម្ជុលបារាំងបួនដើម បន្ទះកែវថ្លាស្មើសាច់រាងជាប្រលេពីប៉ែតកែងមានវិមាត្រប្រហែល $5\text{cm} \times 12\text{cm} \times 1\text{cm}$ ចំនួនមួយ ក្រដាសវ៉ាម $A4$ មួយសន្លឹក ទម្រស្នោ ឬក្រដាសសម្បុកកេសមី

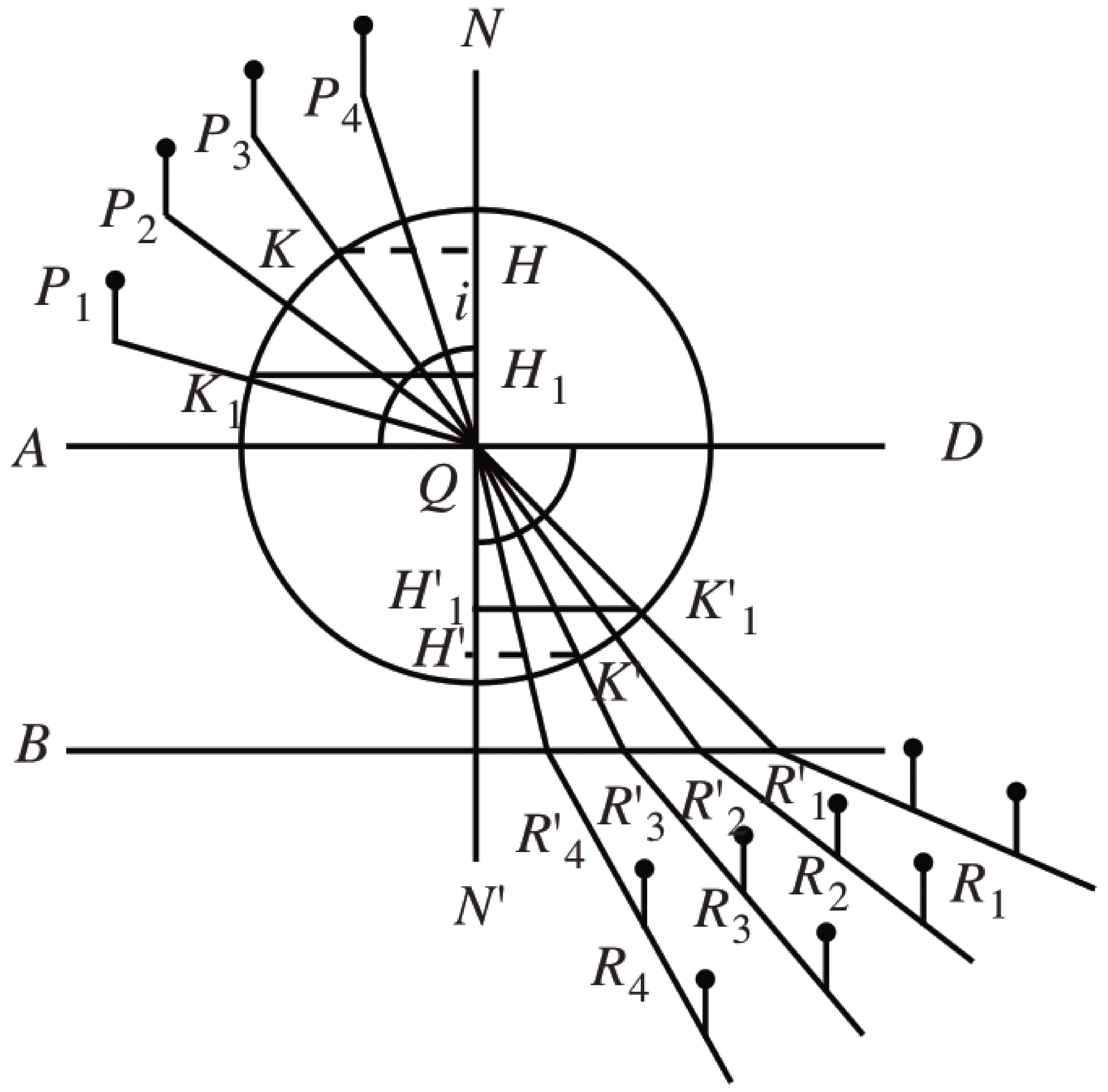
មួយផ្ទាំងទំហំប៉ុនក្រដាស $A4$ បន្ទាត់វែងមួយ បន្ទាត់កែងមួយ ដែកឈានមួយ ស្កុតមួយដុំ និងខ្មៅដៃចុងស្រួចមួយដើម ។

3. ដំណើរការពិសោធ



រូបទី 4-7

- បិទក្រដាសវ៉ាមលើទម្រស្នោ ឬក្រដាសកេសមីដោយប្រើស្កុត ។
- ដាក់កែវថ្លារាងប្រលេពីប៉ែតកែងចំកណ្ដាលក្រដាសវ៉ាម រួចគូសបន្ទាត់ស្របពីរតាមបណ្ដោយបាតកែវថ្លា ដូច(រូបទី 4.7) ។
- ដោតម្ជុល Q លើបន្ទាត់ AD លៃយ៉ាងណាឱ្យកែងនឹងប្លង់ក្រដាស និងខិតមកជិតខាងចំណុច A (រូបទី 4.7) ។
- ដោតម្ជុលមួយទៀតត្រង់ P_1 ឱ្យរត់ត្រង់គ្នារាងបញ្ឆិតពីក្រោយម្ជុលទី1 ដែលបានដោតត្រង់Q ។
- រកទីតាំង R_1 ក្បែរបន្ទាត់ BC (កុំឱ្យប៉ះបន្ទះកែវថ្លា) និងទីតាំង S_1 ដែលអាចមើលឃើញម្ជុល P_1 , Q , R_1 និង S_1 រត់ត្រង់គ្នា ពេលដែលអ្នកមើលម្ជុលនេះឆ្លងកាត់បន្ទះកែវថ្លា ។
- ប្ដូរទីតាំង P និងធ្វើដូចលំនាំមុនរកទីតាំង R_1 និង S_1 ចំនួន 3 ដងបន្តបន្ទាប់គ្នា P_2 , P_3 , P_4 ។
- យកកែវថ្លាចេញ និងគូសខ្សែកែង NN' ត្រង់ចំណុច Q (កែងជាមួយនឹងបន្ទាត់ AD) ដោយប្រើបន្ទាត់កែង ។ គូសបន្ទាត់ S_1R_1 , S_2R_2 , S_3R_3 និង S_4R_4 ដែលបន្ទាត់ទាំងនេះប្រសព្វនឹងបន្ទាត់ BC ត្រង់ R'_1 , R'_2 , R'_3 និង R'_4 បន្ទាប់មកគូសបន្ទាត់ QR'_1 , QR'_2 , QR'_3 និង QR'_4 ហើយគូសរង្វង់មួយដែលមានផ្ចិតត្រង់ Q ដោយប្រើដែកឈានដូច(រូបទី 4.8) លៃយ៉ាងណាឱ្យកាំតូចជាងទទឹងបន្ទះកែវថ្លា ។
- រកចំណុចប្រសព្វ K_1 រវាងរង្វង់ និងបន្ទាត់ P_1Q និងចំណុចប្រសព្វ K'_1 រវាងរង្វង់និងបន្ទាត់ QR'_1 ។ ទម្លាក់ចំណោលកែងនៃចំណុច K_1 និង K'_1 ទៅលើខ្សែកែង NN' ដោយប្រើបន្ទាត់កែង ពេលនោះអ្នកនឹងបានចំណុច H_1 និង H'_1 ។
- ដោយប្រើបន្ទាត់ក្រិត វាស់រកចម្ងាយ K_1H_1 និង $K'_1H'_1$ ។
- គណនាផលធៀប $\frac{K_1H_1}{K'_1H'_1}$
- ធ្វើដូចគ្នានឹងលំនាំមុនដែរ រកចំណុចប្រសព្វ K_1 ចម្ងាយនិងផលធៀប ចំពោះ K_2 , K_3 និង K_4 ដូច(រូបទី 4.8) ។



រូបទី 4-8

4. លទ្ធផល

បន្ទាប់ពីធ្វើពិសោធន៍រួច ចូរកត់ត្រាតម្លៃដែលវាស់បានចូលក្នុងតារាងខាងក្រោម :

ពិសោធន៍	1	2	3	4	តម្លៃមធ្យម
$KH(cm)$					
$K'H'(cm)$					
$n = \frac{KH}{K'H'}$					

5. សន្និដ្ឋាន

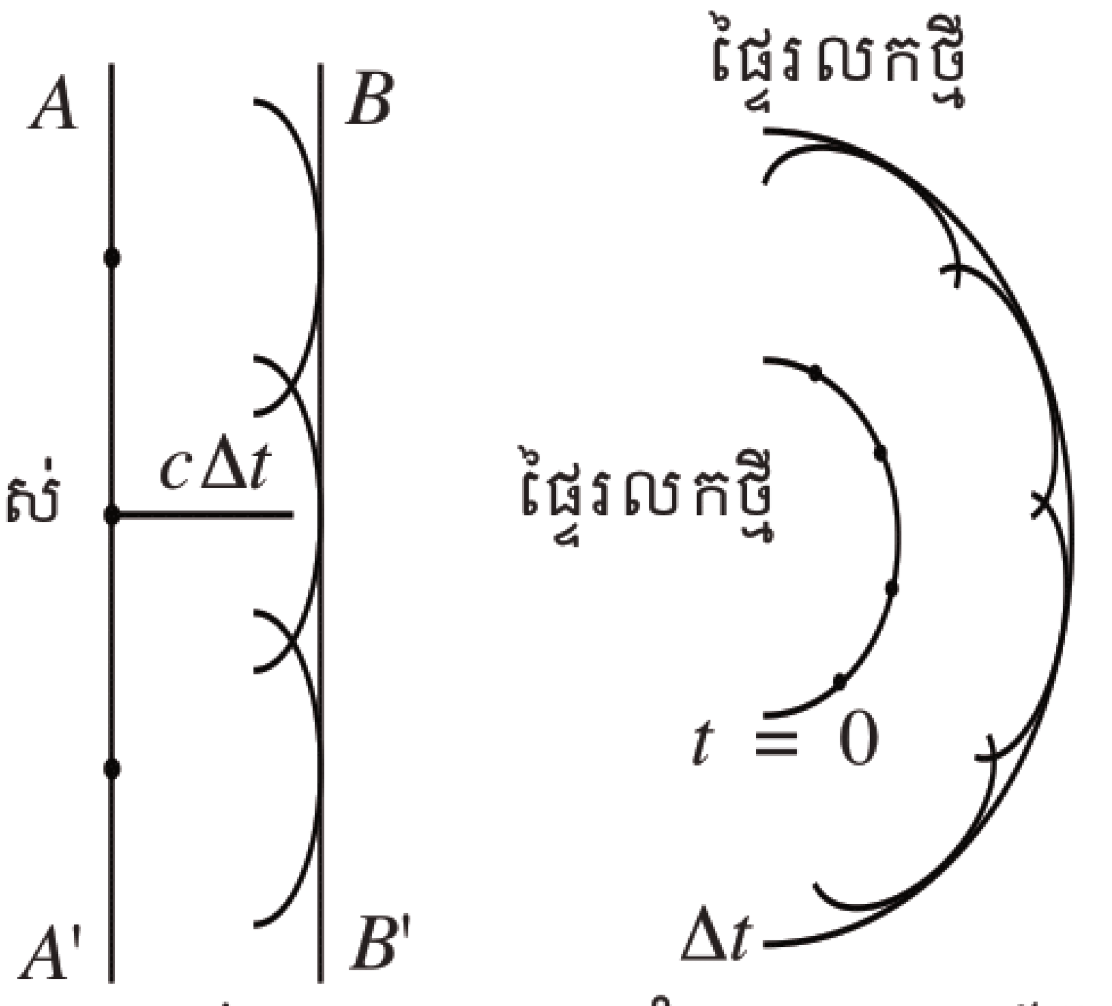
- តើអ្នកសង្កេតឃើញយ៉ាងដូចម្ដេចចំពោះតម្លៃនៃផលធៀប $KH/\ K'H'$?
- តម្លៃមធ្យមនៃ $n = \frac{KH}{K'H'} = \ldots$ គ្មានខ្នាតយើងហៅថា . . . . មជ្ឈដ្ឋាន (កែវថ្លា)
- ប្រៀបធៀបសន្ទស្សន៍កែវដែលអ្នកទទួលបានពីពិសោធន៍ជាមួយនឹងតម្លៃសន្ទស្សន៍ដែលសរសេរនៅក្នុងតារាងសន្ទស្សន៍ ។ដូច្នេះសន្ទស្សន៍កែវមានតម្លៃប្រហែល .... = ថេរ ។

6. ពិភាក្សា

ដើម្បីវាស់បានលទ្ធផលកាន់តែជាក់លាក់ តើយើងត្រូវយកចិត្តទុកដាក់លើកត្តាអ្វីខ្លះ ?

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

4. គោលការណ៍ហ៊ុយគែន



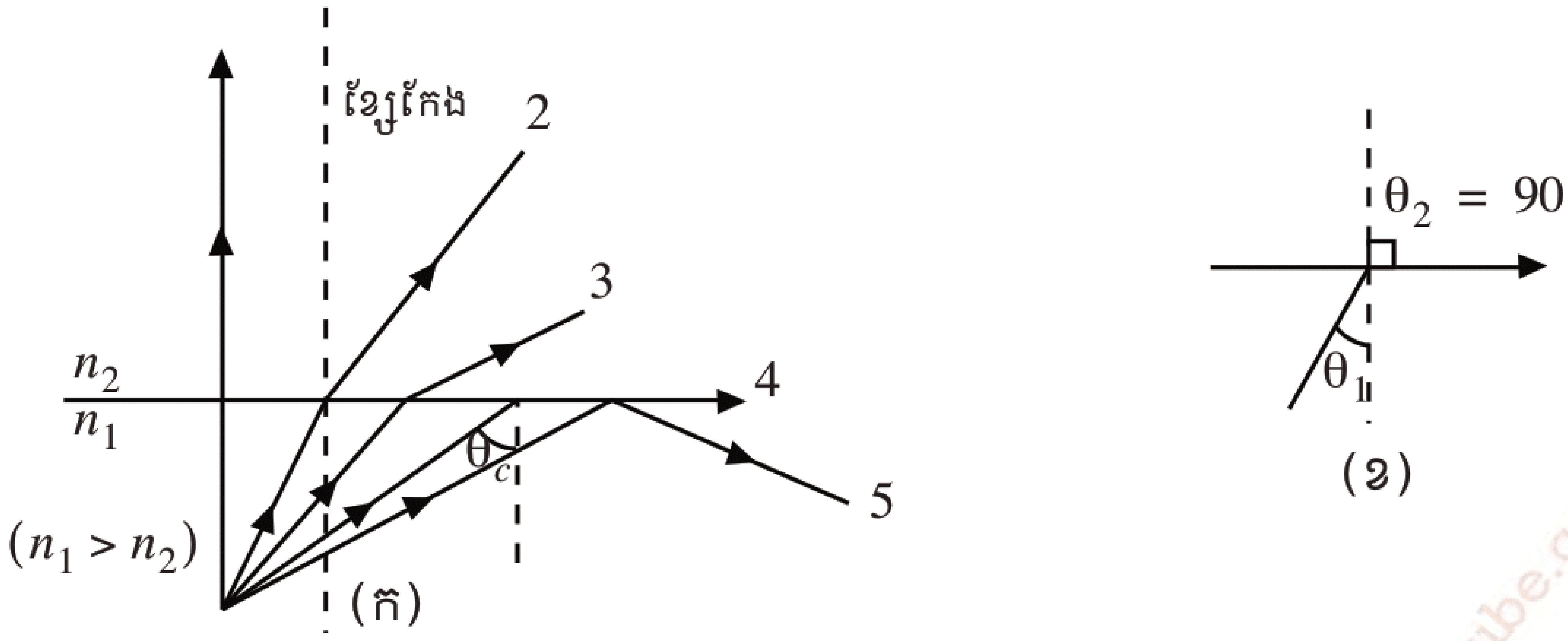
រូបទី 4-9

ពំនោលគោលការណ៍ហ៊ុយគែន : ចំណុចទាំងអស់លើផ្ទៃរលកដែលឱ្យ(ផ្ទៃរលកចាស់) ដោយ AA' ត្រូវបានចាត់ទុកថាជាចំណុចប្រភពសម្រាប់បង្កើតរលកបន្ទាប់មានរាងជាស្វ៊ែ(ហៅថាគ្រាប់រលក)ដែលដាលពីផ្ទៃរលកចាស់ដោយល្បឿនមួយនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានដំណាល ។ មួយរយៈពេលក្រោយមកទីតាំងថ្មីនៃផ្ទៃរលកថ្មីដែលជាចំណុចប៉ះនឹងគ្រាប់រលកនីមួយៗនោះត្រូវបានបង្កើតឡើង BB' ដូច (រូបទី *4.9*) ។

5. ចំណាំងផ្លាតទាំងស្រុង

ចំណាំងផ្លាតទាំងស្រុងអាចកើតមានឡើងកាលណាពន្លឺដែលដាលឆ្លងកាត់មជ្ឈដ្ឋានមួយដែលមានសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរធំជាង ទៅមជ្ឈដ្ឋានមួយទៀតដែលមានសន្ទស្សន៍តូចជាង ។ ពិនិត្យមើលបាច់ពន្លឺមួយដែលដាលពីមជ្ឈដ្ឋានទី 1 ទៅជួបផ្ទៃញែករវាងមជ្ឈដ្ឋានទី 1 និងទី 2 ដែល $n_1 > n_2$ (រូបទី *4.10*.ក) ។ ទិសដៅដំណាលនៃកាំពន្លឺនីមួយៗ អាចកើតមានត្រូវបានបង្ហាញពីកាំទី 1 ដល់កាំទី 5 ។ កាំចាំងបែរងាកចេញពីកែងព្រោះ $n_1 > n_2$ ។ ត្រង់មុំចំណាំងប៉ះពិសេសមួយ θ_c ហៅថា មុំកម្រិត (រូបទី *4.10*.ក) ។ ពេលដែលកាំពន្លឺចាំងបែរផ្លាស់ទីស្របទៅនឹងផ្ទៃញែក (កាំទី 4) ពេលនោះយើងបាន $\theta_2 = 90°$ ។

ចំពោះមុំចំណាំងប៉ះធំជាង θ_c បាច់ពន្លឺត្រូវចាំងផ្លាតទាំងស្រុងកើតមានឡើង ដូចកាំទី 5 (រូបទី *4.10*.ក) ។ កាំនេះផ្លាតត្រង់ផ្ទៃញែក កាលណាវាប៉ះនឹងផ្ទៃបំផ្លាតបានល្អ និងគោរពទៅច្បាប់ចំណាំងផ្លាត មានន័យថា មុំចំណាំងប៉ះប៉ុនគ្នានឹងមុំចំណាំងផ្លាត ។



រូបទី 4-10

ប្រើច្បាប់ snell យើងបាន : $n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin\theta_2$

ដោយ $\theta_2 = 90° \Rightarrow n_2 \sin 90° = n_2$ (ព្រោះ $\sin 90° = 1$)

ដូច្នេះ យើងអាចសរសេរ : $\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$ (4)

សមីការ (4) នេះអនុវត្តន៍បានតែក្នុងករណី $n_1 > n_2$ ប៉ុណ្ណោះ ។ កាលណា $n_1 < n_2 \Rightarrow \sin\theta_c > 1$ គ្មានន័យព្រោះតម្លៃអតិបរិមារបស់ស៊ីនុសនៃមុំមួយមិនធំជាង 1 បានទេ ។

ឧទាហរណ៍ទី 1 : គណនាមុំកម្រិតរបស់ទឹកក្នុងខ្យល់ ។

តាមសមីការ (4) យើងបាន :

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1.33} = 0.752 \Rightarrow \theta_c = 48.8°$$

ឧទាហរណ៍ទី 2 : គណនាមុំកម្រិតរបស់កែវក្នុងខ្យល់ $(n_{Glass} = 1.52)$ ។

តាមសមីការ (4) យើងបាន :

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1.52} = 0 \cdot 657 \Rightarrow \theta_c = 41.1°$$

6. គោលការណ៍ហ្វឺម៉ាត

លោកព្យែរដឺហ្វឺម៉ាត (Pierre de Fermat) (1601-1665) បានអភិវឌ្ឍន៍គោលការណ៍ទូទៅមួយដែលប្រើសម្រាប់កំណត់គន្លងដំណាលរបស់ពន្លឺ ។

ពំនោលគោលការណ៍ហ្វឺម៉ាត: “កាលណាកាំពន្លឺដាលរវាងចំណុចពីរមានគន្លងតែមួយគត់ក្នុងចំណោមគន្លងទាំងឡាយរបស់វាដែលពន្លឺដាលត្រូវចំណាយពេលខ្លីជាងគេបំផុត ” ។

ពីគោលការណ៍ហ្វឺម៉ាត យើងទាញបានច្បាប់ snell គឺ :

$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ (5)

មេរៀនសង្ខេប

- ប្រភពពន្លឺចែកចេញជាពីរគឺ ៖ ប្រភពពន្លឺធម្មជាតិនិងប្រភពពន្លឺសិប្បនិម្មិត ។
- ពន្លឺអាចដាលក្នុងមជ្ឈដ្ឋានថ្លាស្មើសាច់និងសុញ្ញកាស មានរាងជាខ្សែត្រង់ហើយល្បឿនរបស់វាអាស្រ័យទៅនឹងមជ្ឈដ្ឋានដំណាល ។
- គេអាចវាស់ល្បឿនពន្លឺបានតាមវិធីពីរយ៉ាង គឺវិធីរ៉េម៉េរ និងវិធីហ្វីហ្សូ ។
- ច្បាប់ចំណាំងផ្លាតនៃពន្លឺ ៖ កាំចាំងផ្លាតត្រូវស្ថិតក្នុងប្លង់ចំណាំងប៉ះនិងមុំចំណាំងផ្លាតប៉ុនគ្នានឹងមុំចំណាំងប៉ះ មានន័យថា $\theta'_1 \cong \theta_1$ ។
- ច្បាប់ចំណាំងបែរនៃពន្លឺ ៖ កាំចាំងបែរត្រូវស្ថិតក្នុងប្លង់ចំណាំងប៉ះ និងមុំចំណាំងបែរ θ_2 និងមុំចំណាំងប៉ះ θ_1 មានទំនាក់ទំនងដោយសមីការ

  $n_2 \sin\theta_2 = n_1 \sin\theta_1 \quad \Rightarrow \quad \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ឬ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ផង ។
- គោលការណ៍ហ៊ុយគែន ៖ " ចំណុចទាំងអស់លើផ្ទៃរលកចាស់ជាប្រភពសម្រាប់បង្កើតរលកបន្ទាប់ដែលដាលពីផ្ទៃរលកចាស់ដោយល្បឿនមួយនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានដំណាល " ។
- ចំណាំងផ្លាតទាំងស្រុងកើតមានឡើង ក្នុងករណីដែលកាំពន្លឺដាលពីមជ្ឈដ្ឋានដែលមានសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរធំទៅមជ្ឈដ្ឋានដែលមានសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរតូចហើយមុំចំណាំងប៉ះធំជាងមុំកម្រិត ។
- គោលការណ៍ហ្វឺម៉ាត ៖ " កាលណាកាំពន្លឺដាលរវាងចំណុចពីរមានគន្លងតែមួយគត់ក្នុងចំណោមគន្លងទាំងឡាយរបស់វាដែលពន្លឺដាលត្រូវចំណាយពេលខ្លីជាងគេបំផុត " ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្តេចដែលហៅថាប្រភពពន្លឺ ? ប្រភពពន្លឺមានប៉ុន្មានយ៉ាង ?
2. ពន្លឺមានគន្លងដំណាលដូចម្តេច ?
3. តើវិធីសាស្ត្រវាស់ល្បឿនពន្លឺមានប៉ុន្មានយ៉ាង ? ចូររៀបរាប់ ?
4. ចូរពោលពីច្បាប់ចំណាំងផ្លាតនិងចំណាំងបែរ ។
5. គោលការណ៍ហ៊ុយគែនពោលពីអ្វី ?
6. ចំណាំងផ្លាតទាំងស្រុងកើតមាននៅពេលណា ?
7. គោលការណ៍ហ្វឺម៉ាតពោលពីអ្វី ?

8. កញ្ចក់មួយមានរាងប្រលេពីប៉ែតនិងមានសន្ទស្សន៍ 1.59 ។ គេដាក់កញ្ចក់នេះទៅក្នុងទឹកដែលមានសន្ទស្សន៍ 1.33 ។ កាំពន្លឺមួយដាលទៅក្នុងទឹកហើយប៉ះផ្ទៃកញ្ចក់ក្រោមមុំមួយដែលមានតម្លៃ 70° ។ គណនាមុំចំណាំងបែរនៅក្នុងកញ្ចក់ ។

9. ដុំកញ្ចក់មួយមានរាងប្រលេពីប៉ែតនិងមានសន្ទស្សន៍ 1.50 ។ គេដាក់ដុំនេះទៅក្នុងទឹកដែលមានសន្ទស្សន៍ 1.33 ។ តើនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានណាដែលអាចកើតមានបាតុភូតចំណាំងផ្លាតទាំងស្រុង ? គណនាតម្លៃមុំកម្រិតក្នុងមជ្ឈដ្ឋាននោះ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

មេរៀនទី

2 ឡង់ទី

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

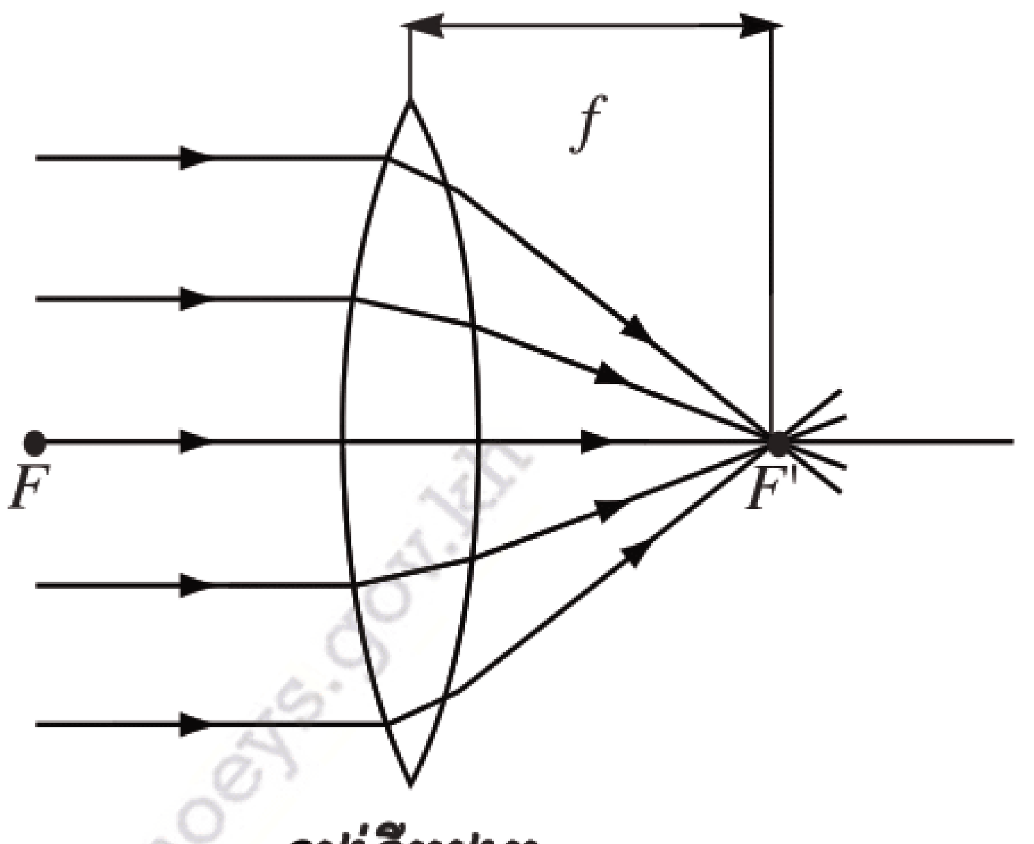
- ពណ៌នាបានពីដំណាលរបស់កាំពន្លឺឆ្លងកាត់ឡង់ទីនិងសំណង់រូបភាព ។
- ពោលពីនិយមន័យរបស់ឡង់ទីនិងញែកបានពីភាពខុសគ្នារវាងឡង់ទីបង្រួមនិងឡង់ទីពង្រីក ។
- ធ្វើពិសោធន៍ដើម្បីកំណត់ចម្ងាយកំណុំឡង់ទី ។
- ពណ៌នាពីការអនុវត្តឡង់ទី (ភ្នែក ម៉ាស៊ីនថត កែវពង្រីក និងតេលេទស្សន៍) ។

1. ដំណាលកាំពន្លឺឆ្លងកាត់ឡង់ទី

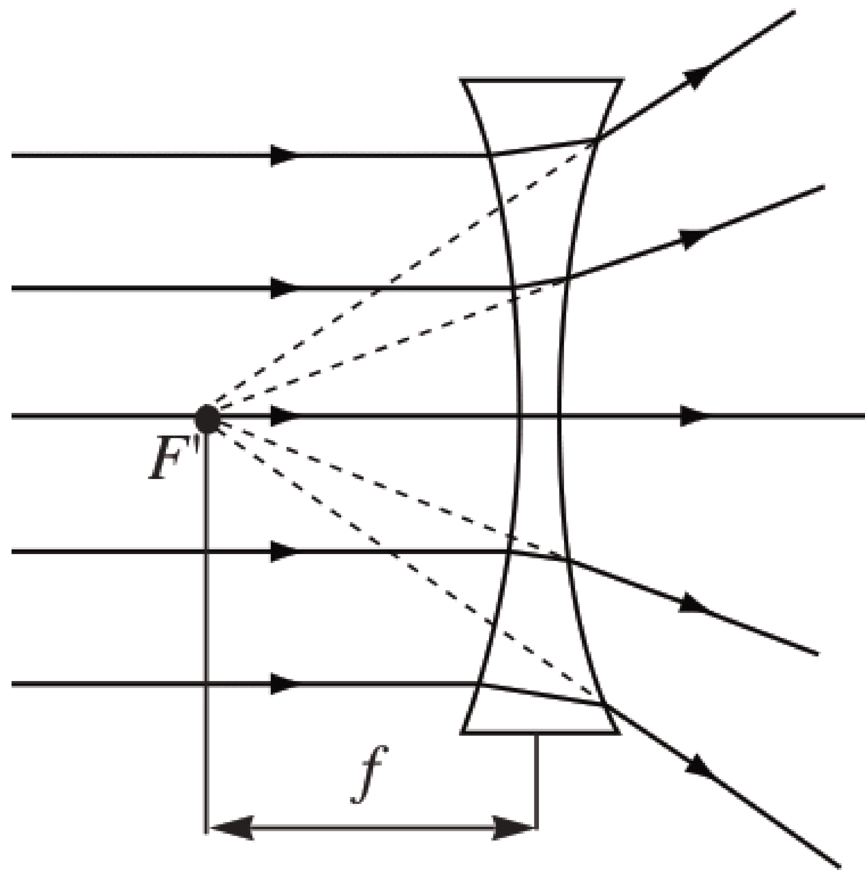
កាំពន្លឺអាចប្តូរទិសដៅដំណាល កាលណាវាដាលឆ្លងកាត់មជ្ឈដ្ឋានពីរដែលមានសន្ទស្សន៍ខុសគ្នា។

ឡង់ទី គឺជាឧបករណ៍មួយដែលកើតឡើងពីបន្សំនៃកំណាត់ព្រីសធ្វើឱ្យពន្លឺអាចរីក ឬរួមបាន ។ ជាធម្មតាវាត្រូវបានផលិតឡើងពីបន្ទះកែវ ឬប្លាស្ទិចឬសារធាតុថ្លា ។

ឡង់ទីមានពីរប្រភេទ : ឡង់ទីពង្រីកនិងឡង់ទីបង្រួម ។

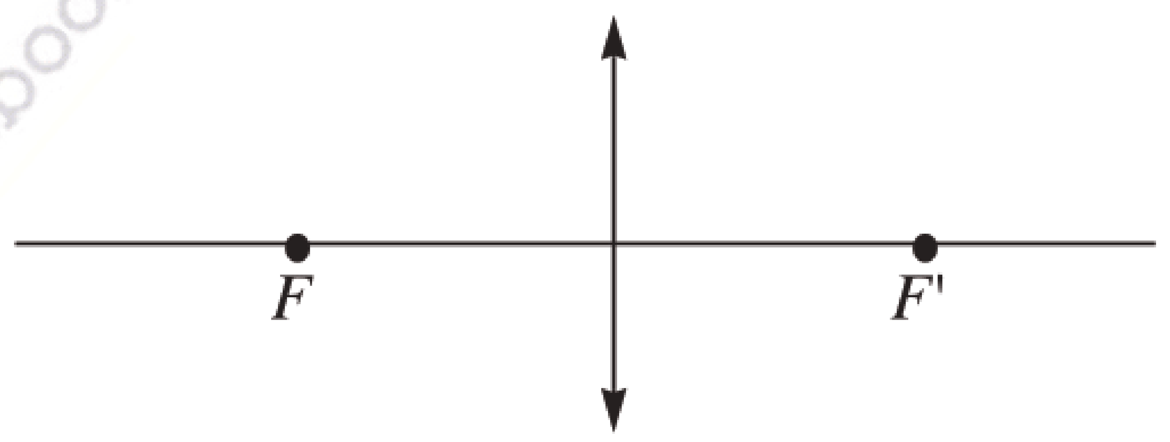


ឡង់ទីបង្រួម

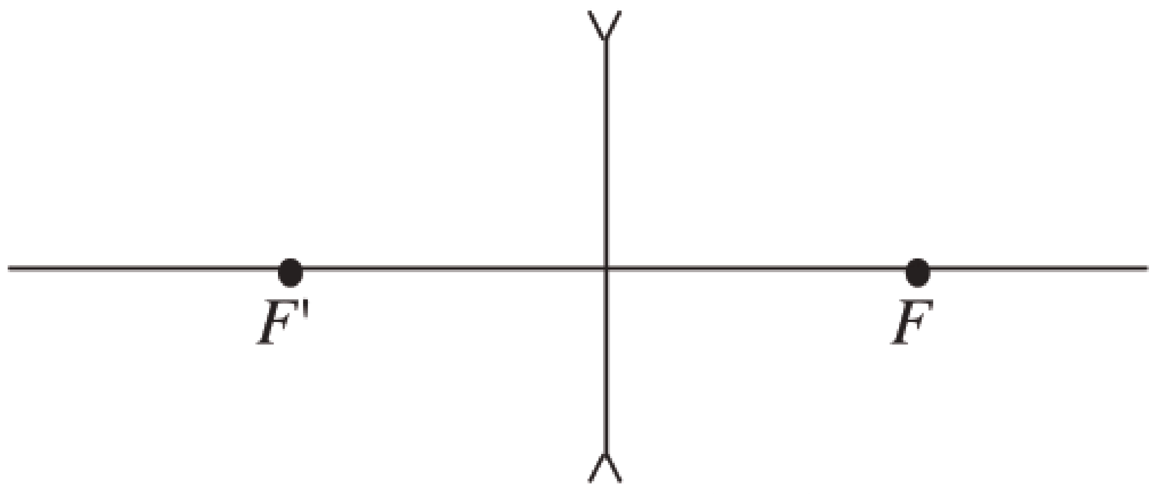


ឡង់ទីពង្រីក

គេតាងឡង់ទីដោយនិមិត្តសញ្ញាដូចខាងក្រោម



និមិត្តសញ្ញាឡង់ទីបង្រួម



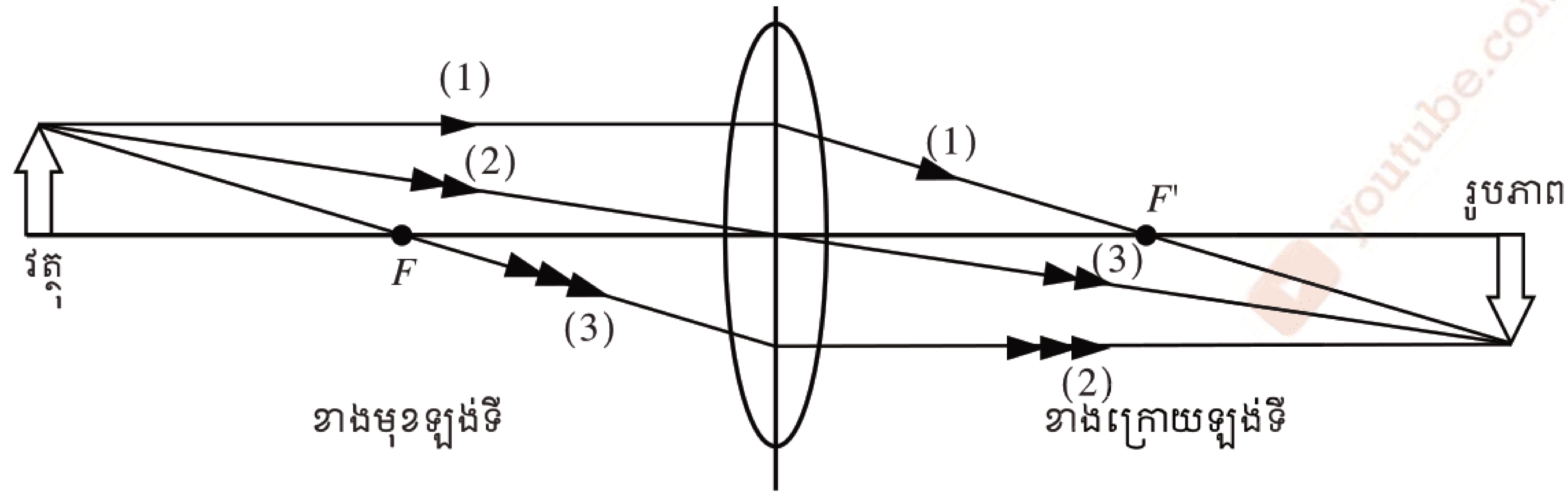
និមិត្តសញ្ញាឡង់ទីពង្រីក

រូបទី4.11

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys

ដើម្បីកំណត់ប្រភេទរូបភាពដែលផ្តល់ដោយឡង់ទីពង្រីកនិងបង្រួម យើងប្រើកាំពន្លឺពិសេសពីរ ក្នុងចំណោមកាំពន្លឺពិសេសបីគឺ កាំស្រប (1) កាំកាត់តាមផ្ចិតឡង់ទី (2) និងកាំកាត់តាមកំណុំវត្ថុ (3) ដូច(រូបទី *4.12*) ។

1.1 សំណង់រូបភាពផ្តល់ដោយឡង់ទីបង្រួម

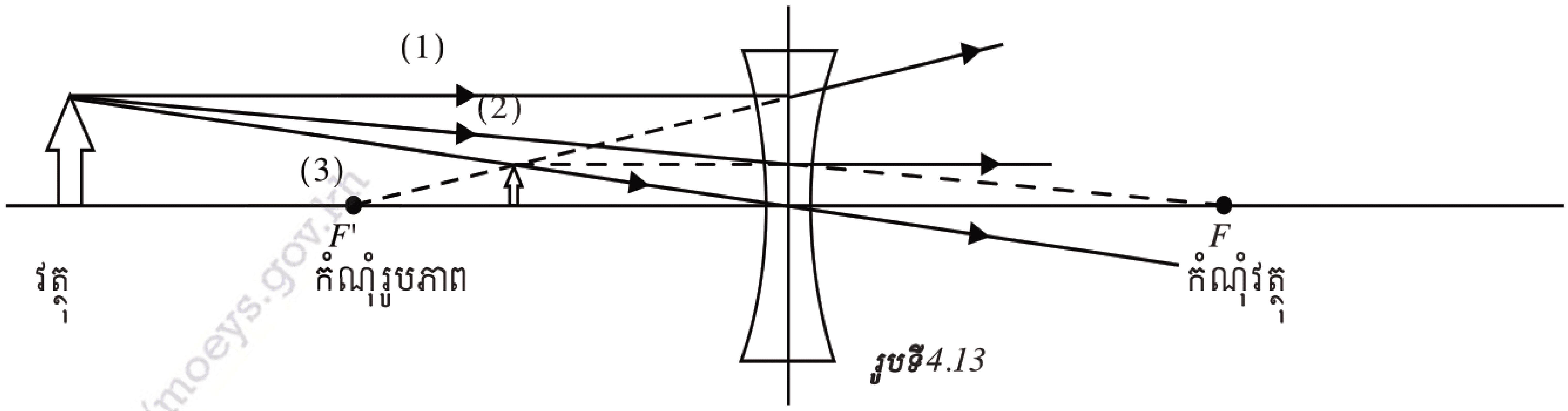


រូបទី*4.12*

កាំពន្លឺចាំងប៉ះ(1) ស្របនឹងអ័ក្សមេ បន្ទាប់ពីប៉ះនឹងឡង់ទី កាំនេះកាត់តាមកំណុំរូបភាព F' នៅពីខាងក្រោយឡង់ទី ។

- កាំពន្លឺចាំងប៉ះ(2) កាត់តាមផ្ចិតឡង់ទី ពេលចេញពីឡង់ទីដាលត្រង់ដោយគ្មានរងលំងាក ។
- កាំពន្លឺចាំងប៉ះ(3) កាត់តាមកំណុំ F នៅពីខាងមុខឡង់ទី (ឬដូចជាចេញមកពីចំណុចកំណុំ បើ $p = f$) នោះពេលចេញពីឡង់ទីស្របនឹងអ័ក្សមេ ។

1.2 សំណង់រូបភាពផ្តល់ដោយឡង់ទីពង្រីក



រូបទី*4.13*

- កាំពន្លឺចាំងប៉ះ(1) ស្របនឹងអ័ក្សមេ បន្ទាប់ពីប៉ះនឹងឡង់ទី កាំនេះលេចចេញដូចជាឆ្លងកាត់ កំណុំរូបភាព F' នៅពីខាងមុខឡង់ទី ។
- កាំពន្លឺចាំងប៉ះ(3) កាត់តាមផ្ចិតឡង់ទី ពេលចេញពីឡង់ទីដាលត្រង់ដោយគ្មានរងលំងាក ។
- កាំពន្លឺចាំងប៉ះ(2) កាត់តាមកំណុំ F នៅពីខាងក្រោយឡង់ទី និងលេចចេញពីឡង់ទីស្របនឹង អ័ក្សអុបទិច ។

2. សមីការឡង់ទី

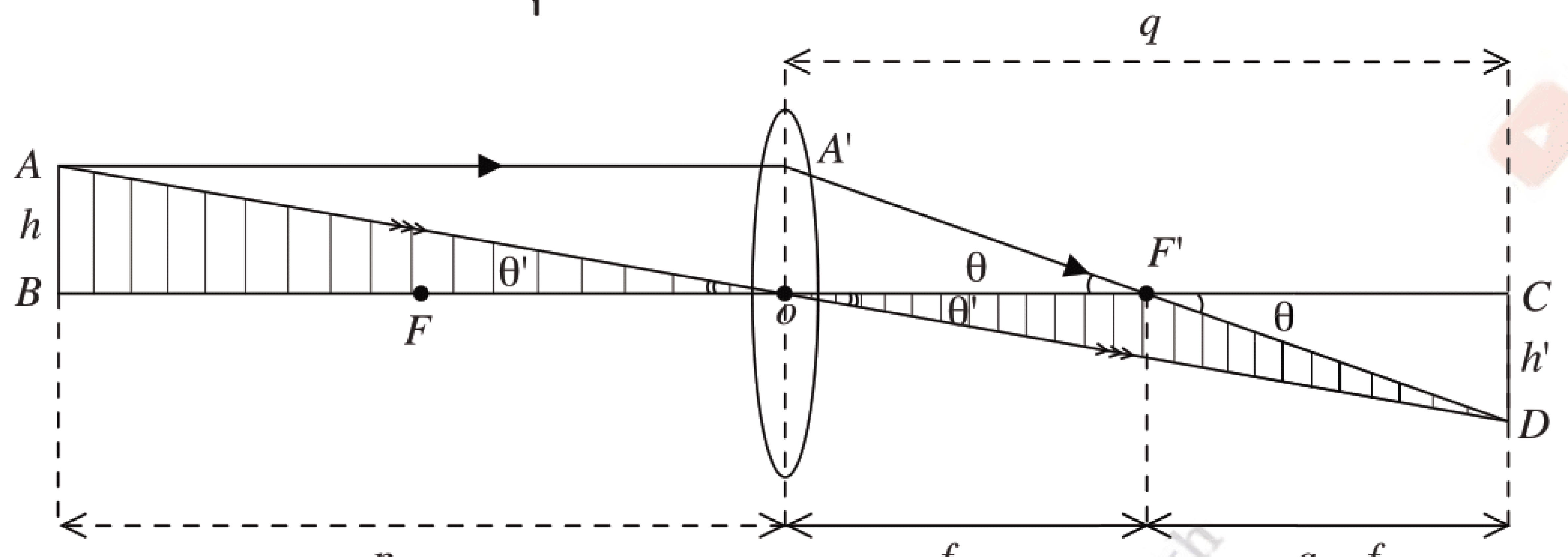
ដើម្បីរកទីតាំងពិត និងទំហំរូបភាពឱ្យដោយឡង់ទី ដោយប្រើសមីការដូចខាងក្រោម ៖

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \quad (6)$$

f គឺជាចម្ងាយកំណុំឡង់ទី p គឺជាចម្ងាយវត្ថុ និង q គឺចម្ងាយរូបភាព ។

✍ **ដំណោះស្រាយ**

យើងពិនិត្យត្រីកោណកែងក្នុងរូបខាងក្រោម ΔABO និង ΔDCO



រូបទី 4.14

យើងបាន :

$$\left.\begin{aligned}\tan\theta' &= \frac{h}{p}\\ \tan\theta' &= \frac{h'}{q}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{h}{p}=\frac{h'}{q} \Leftrightarrow \frac{h'}{h}=\frac{q}{p} \quad (7)$$

ដូចគ្នាដែរចំពោះត្រីកោណកែង $\Delta A'OF'$ និង $\Delta DCF'$ គេបាន :

$$\left.\begin{aligned}\tan\theta &= \frac{h}{f}\\ \tan\theta &= \frac{h'}{q-f}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{h}{f}=\frac{h'}{q-f} \Leftrightarrow \frac{h'}{h}=-\frac{q-f}{f} \quad (8)$$

ផ្ទឹមសមីការ (7) និង (8) យើងបាន :

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

$$\Rightarrow \frac{-q}{p}+\frac{q}{f}=1 \Rightarrow q\left(-\frac{1}{p}+\frac{1}{f}\right)=1$$

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

ដូច្នេះយើងបាន : $\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$ ផ្ទៀងផ្ទាត់នឹងរូបមន្តខាងលើ ។

2.1 កម្រិតពង្រីក

កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាពត្រូវកំណត់ដោយ : $M = \frac{h'}{h}$ (9)

ពីសមីការ (7) ខាងលើយើងបាន : $\frac{h'}{h} = -\frac{q}{p}$

នាំឱ្យយើងបាន : $M = \frac{h'}{h} = -\frac{q}{p}$ (10)

2.2 លក្ខណៈសម្គាល់របស់ឡង់ទី

ចម្ងាយកំណុំ $\begin{cases} f > 0 & \text{ជាឡង់ទីបង្រួម} \\ f < 0 & \text{ជាឡង់ទីពង្រីក} \end{cases}$

កម្រិតពង្រីក $\begin{cases} M > 0 & \text{រូបភាពឈរត្រង់ដូចនឹងវត្ថុ} \\ M < 0 & \text{រូបភាពឈរត្រង់ច្រាសនឹងវត្ថុ} \end{cases}$

វត្ថុ $\begin{cases} p > 0 & \text{វត្ថុពិត} \\ p < 0 & \text{វត្ថុមិនពិត} \end{cases}$

រូបភាព $\begin{cases} q > 0 & \text{រូបភាពពិត} \\ q < 0 & \text{រូបភាពមិនពិត} \end{cases}$

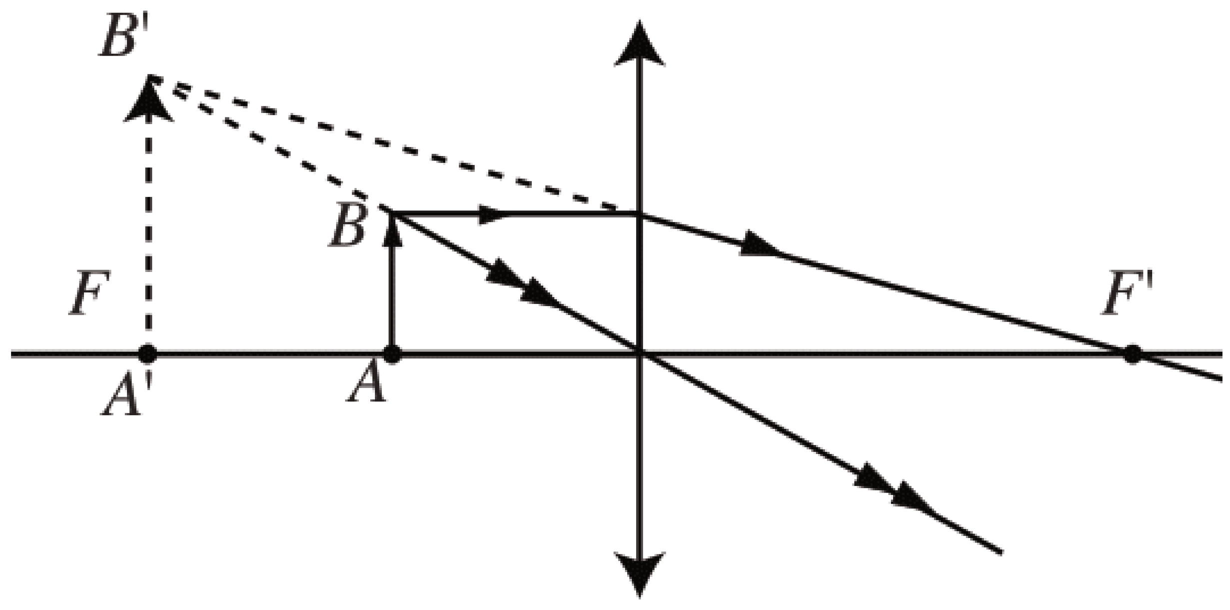
ឧទាហរណ៍ : កំណត់ទីតាំង ប្រភេទ ទំហំ និងកម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាពរបស់វត្ថុមួយដែលមានកម្ពស់ 1.0cm ត្រូវបានដាក់នៅចម្ងាយ 5.0cm , 10cm , 15cm និង 20cm នៅពីមុខនៃឡង់ទី ។ ចម្ងាយកំណុំឡង់ទីគឺ 10cm ។ សិក្សាទាំងករណីឡង់ទីបង្រួមនិងឡង់ទីពង្រីក ។

ដំណោះស្រាយ

កំណត់ទីតាំងប្រភេទទំហំនិងកម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព

យើងមាន : $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow q = \frac{p+f}{p-f}$

ក. ចំពោះឡង់ទីបង្រួម



- ករណី $p = 5.0\text{cm}$ និង $f = 10\text{cm}$
- ទីតាំងរូបភាព : $q = \frac{p \times f}{p - f}$

ដូច្នេះ $q = \dfrac{5.0\text{cm} \times 10\text{cm}}{5.0\text{cm} - 10\text{cm}} = -10\text{cm} \quad \Rightarrow q = -10\text{cm}$

- ប្រភេទរូបភាព $q = -10\text{cm} < 0$ ដូច្នេះរូបភាពជារូបភាពមិនពិត ។
- ទំហំរូបភាព :

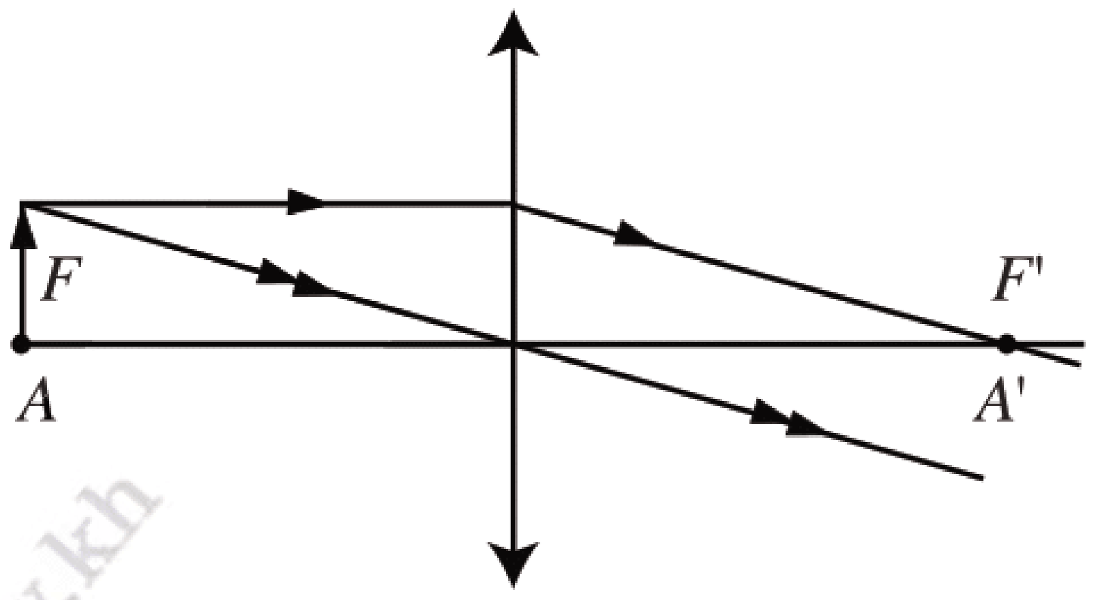
តាមទំនាក់ទំនង $\dfrac{A'B'}{AB} = \left|\dfrac{q}{p}\right| \quad \Rightarrow A'B' = \left|\dfrac{q}{p}\right| \times AB = \dfrac{10\text{cm}}{5.0\text{cm}} \times 1.0\text{cm} = 2.0\text{cm}$

ដូច្នេះ $A'B' = 2.0\text{cm}$ ។

- កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព : តាមទំនាក់ទំនង $M = -\dfrac{q}{p} = -\dfrac{(-10\text{cm})}{50\text{cm}} = 2.0$ ។ ដូច្នេះ

$M > 0 \Rightarrow$ រូបភាពមានទិសដៅដូចវត្ថុមានន័យថាឈរត្រង់ដូចវត្ថុ ។

- ករណី $p = 10\text{cm}$ និង $f = 10\text{cm}$:

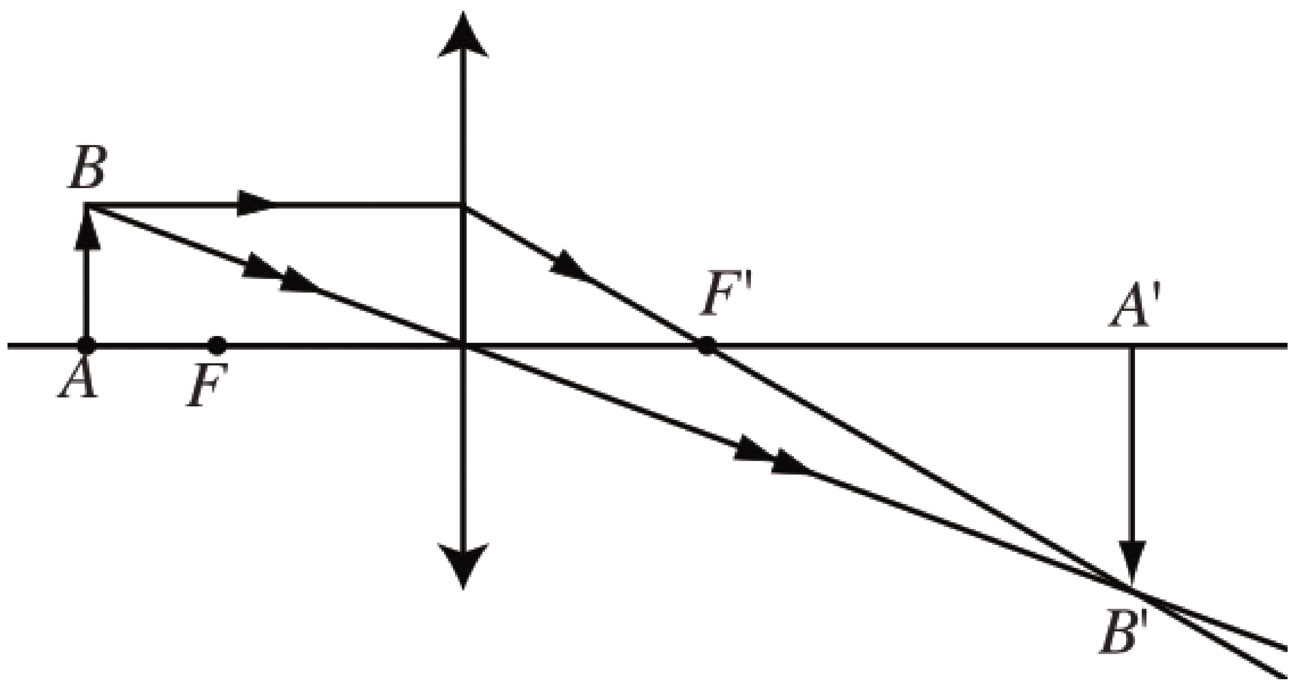


- ទីតាំងរូបភាព : $q = \dfrac{p \times f}{p - f}$

យើងបាន $q = \dfrac{10\text{cm} \times 10\text{cm}}{10\text{cm} - 10\text{cm}} = \dfrac{100\text{cm}^2}{0\text{cm}} = \infty$

ទីតាំងរូបភាព គឺស្ថិតនៅអនន្ត ។

- ប្រភេទរូបភាព :ដោយទីតាំងរូបភាពស្ថិតនៅអនន្ត ដូច្នេះប្រភេទរូបភាពមិនអាចកំណត់បាន ។
- ទំហំរូបភាព : $\dfrac{A'B'}{AB} = \left|\dfrac{q}{p}\right| \quad \Rightarrow \quad A'B' = \left|\dfrac{q}{p}\right| \cdot AB = \infty$
- កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព :$M = -\dfrac{q}{p} = \infty$ ។
- ករណី $P = 15\text{cm}$ និង $f = 10\text{cm}$



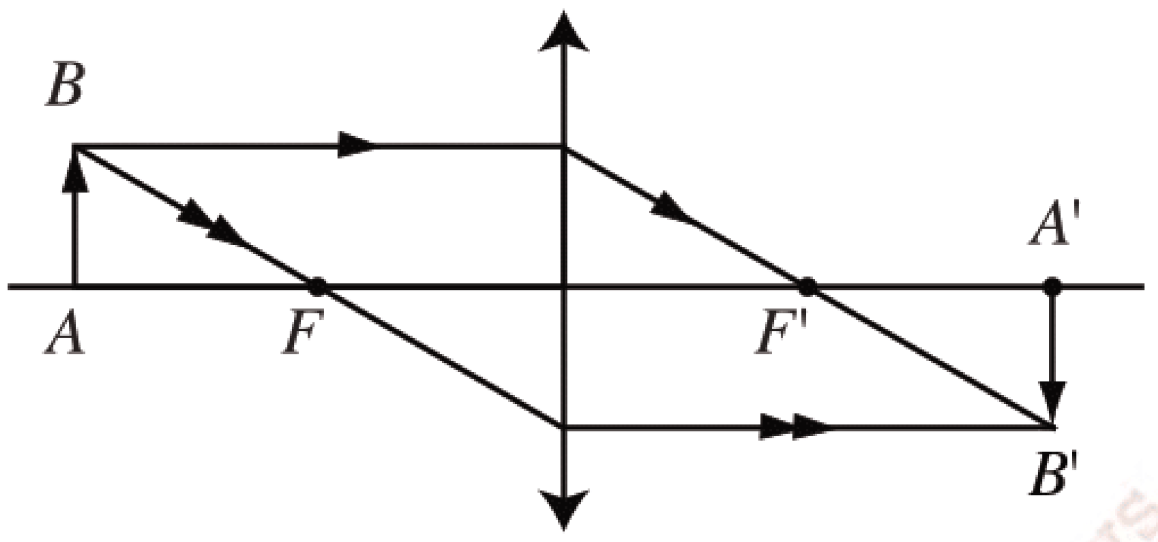
- ទីតាំងរូបភាព : $q = \dfrac{p \times f}{p - f}$

យើងបាន $q = \dfrac{15\text{cm} \times 10\text{cm}}{15\text{cm} - 10\text{cm}} = 30\text{cm}$

- ប្រភេទរូបភាព :

$q = 30\text{cm} > 0 \quad \Rightarrow$ ជារូបភាពពិត ។

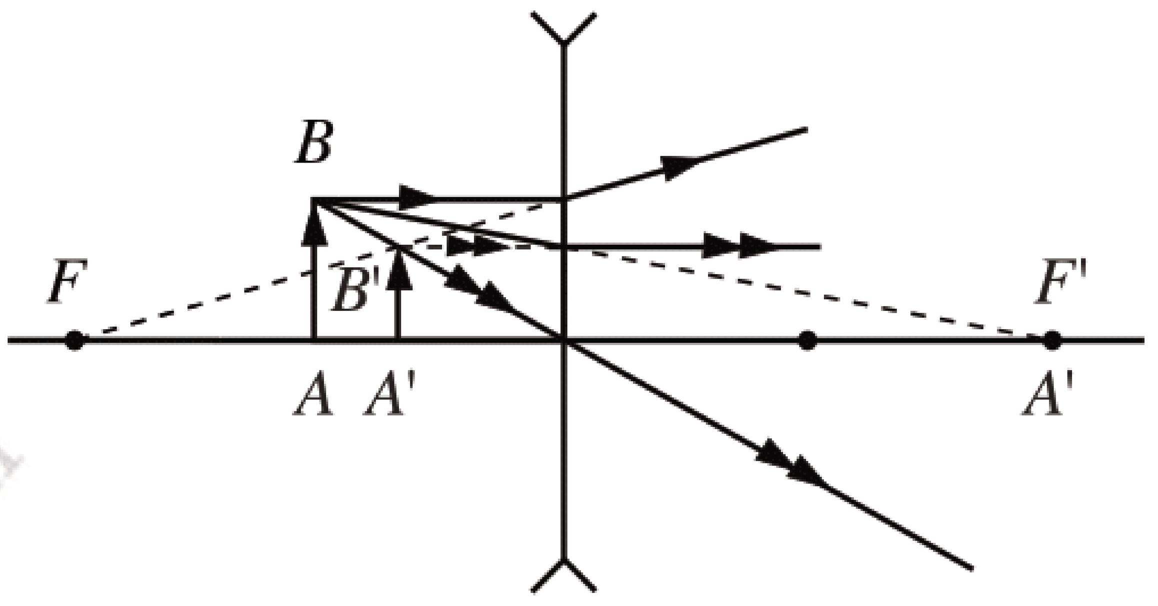
- ទំហំរូបភាព : $\dfrac{A'B'}{AB} = \left|\dfrac{q}{p}\right| \Rightarrow (A'B') = \left|\dfrac{q}{p}\right| \times AB = \dfrac{30\text{cm}}{15\text{cm}} \times 1.0\text{cm} = 2.0\text{cm}$
- កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព $M = -\dfrac{q}{p} = -\dfrac{30\text{cm}}{15\text{cm}} = -2(M < 0)$ ដូច្នេះរូបភាពឈរបញ្ច្រាសវត្ថុ ។



- ករណី $p = 20\text{cm}$ និង $f = 10\text{cm}$
- ទីតាំងរូបភាព : $q = \dfrac{p \times f}{p - f}$

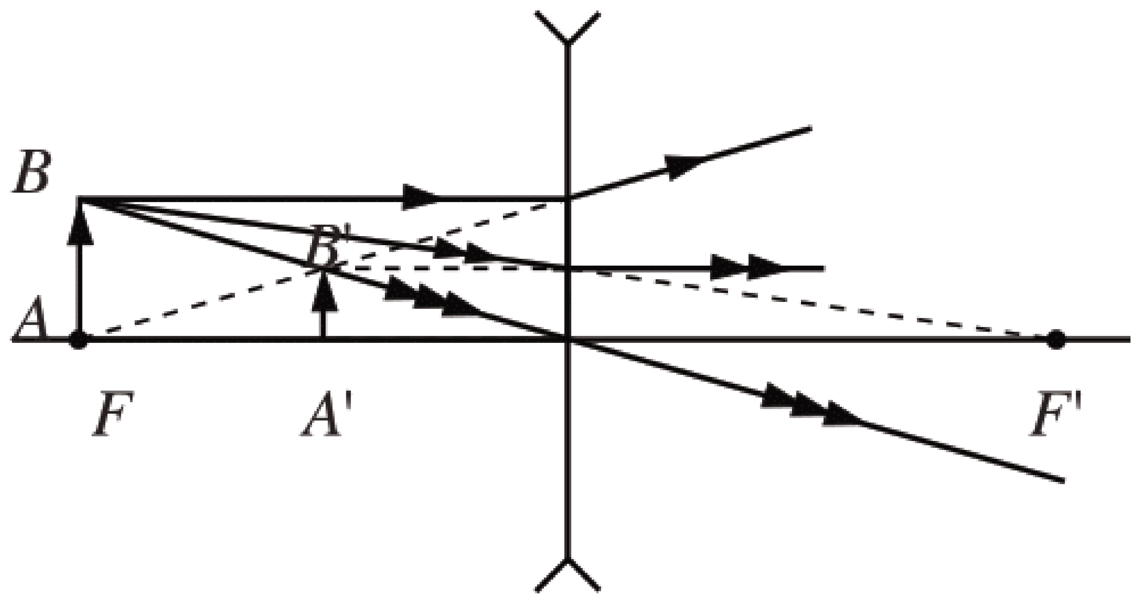
  យើងបាន $q = \dfrac{20\text{cm} \times 10\text{cm}}{20\text{cm} - 10\text{cm}} = 20\text{cm}$
- ប្រភេទរូបភាព : $q = 20\text{cm} > 0 \Rightarrow$ ជារូបភាពពិត
- ទំហំរូបភាព : $\dfrac{A'B'}{AB} = \left|\dfrac{q}{p}\right| \Rightarrow A'B' = \left|\dfrac{q}{p}\right| \times AB = \dfrac{20\text{cm}}{20\text{cm}} \times 1.0\text{cm} = 1.0\text{cm}$
- កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព :$M = -\dfrac{q}{p} = -\dfrac{20\text{cm}}{20\text{cm}} = -1 \Rightarrow M < 0$ ដូច្នេះ រូបភាពឈរបញ្ច្រាសពីវត្ថុ ។

ខ. ចំពោះឡង់ទីពង្រីក



- ករណី $p = 5.0\text{cm}$ និង $f = 10\text{cm}$
- ទីតាំងរូបភាព : $q = \dfrac{p \times f}{p - f}$

  យើងបាន $q = \dfrac{(5.0\text{cm})(-10\text{cm})}{(5.0\text{cm}) - (-10\text{cm})} = -3.3\text{cm}$
- ប្រភេទរូបភាព : $q = -3.3\text{cm} < 0 \Rightarrow$ ជារូបភាពមិនពិត
- ទំហំរូបភាព : $\dfrac{A'B'}{AB} = \left|\dfrac{q}{p}\right| \Rightarrow A'B' = \left|\dfrac{q}{p}\right| \times AB = \dfrac{3.3\text{cm}}{5.0\text{cm}} \times 1.0\text{cm} = 0.66\text{cm}$
- កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព $M = -\dfrac{q}{p} = -\dfrac{(-3.3\text{cm})}{5.0\boldsymbol{m}} = -0.66 \Rightarrow M > 0$ ដូច្នេះរូបភាពឈរត្រង់ដូចវត្ថុ ។
- ករណី $p = 10\text{cm}$ និង $f = -10\text{cm}$



- ទីតាំងរូបភាព :

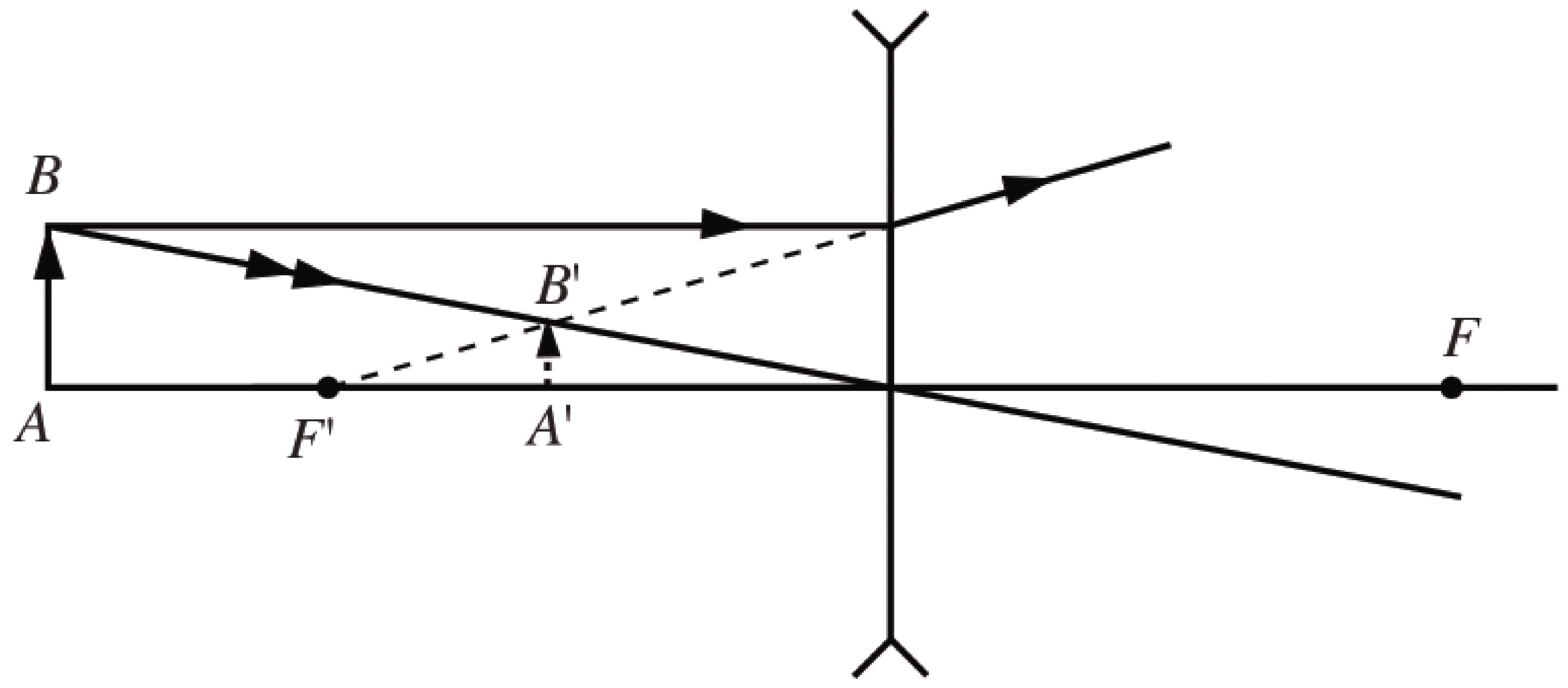
  $q = \dfrac{p \times f}{p - f} = \dfrac{(10\text{cm})(-10\text{cm})}{(10\text{cm}) - (-10\text{cm})} = -5.0\text{cm}$
- ប្រភេទរូបភាព : $q = -5.0\text{cm} < 0 \Rightarrow$

  ជារូបភាពមិនពិត ។
- ទំហំរូបភាព : $\dfrac{A'B'}{AB} = \left|\dfrac{q}{p}\right| \Rightarrow A'B' = \left|\dfrac{q}{p}\right| \times AB = \dfrac{5.0\text{cm}}{10\text{cm}} \times 1.0\text{cm} = 0.50\text{cm}$
- កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព $M = -\dfrac{q}{p} = -\dfrac{(-5.0cm)}{10cm} = 0.50 \Rightarrow M > 0$

  ដូច្នេះរូបភាពឈរត្រង់ដូចវត្ថុ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys

- ករណី $p = 15\text{cm}$ និង $f = -10\text{cm}$



- ទីតាំងរូបភាព : $q = \dfrac{p \times f}{p - f}$

យើងបាន $q = \dfrac{(15\text{cm})(-10\text{cm})}{(15\text{cm}) - (-10\text{cm})} = -6.0\text{cm}$

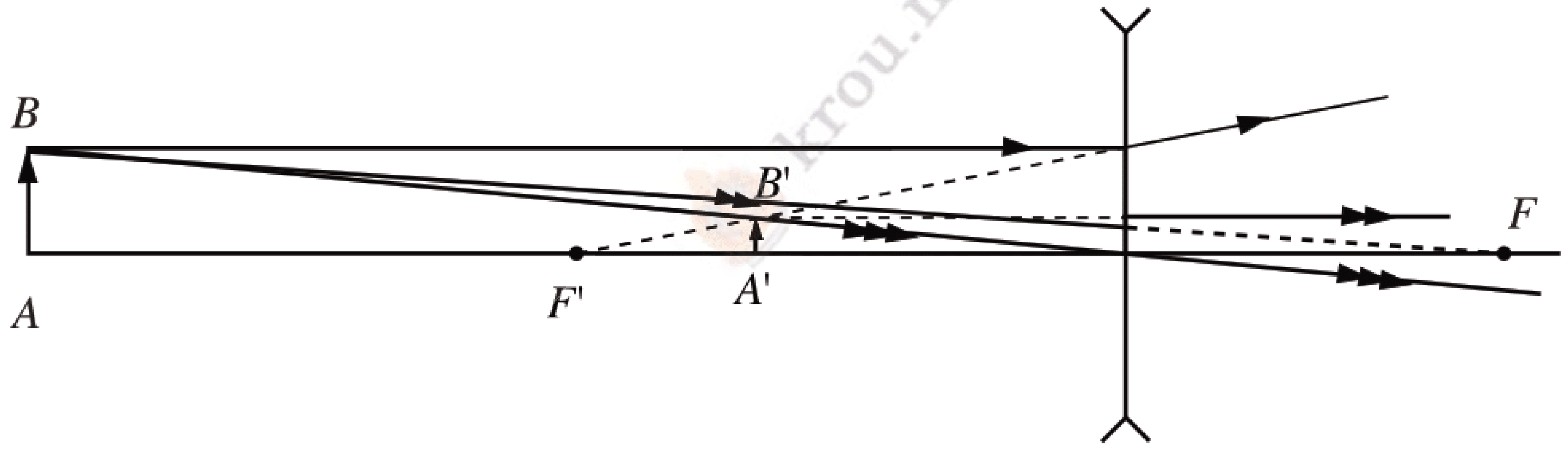
- ប្រភេទរូបភាព : $q = -6.0\text{cm} < 0 \Rightarrow$ ជារូបភាពមិនពិត

- ទំហំរូបភាព : $\dfrac{A'B'}{AB} = \left|\dfrac{q}{p}\right| \Rightarrow A'B' = \left|\dfrac{q}{p}\right| \times AB = \dfrac{6.0\text{cm}}{15\text{cm}} \times 1.0\text{cm} = 0.40\text{cm}$

- កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព

$M = -\dfrac{q}{p} = -\dfrac{(-6.0\text{cm})}{15\text{cm}} = 0.40 \Rightarrow M > 0$ ដូច្នេះរូបភាពឈរត្រង់ដូចវត្ថុ ។

- ករណី $p = 20\text{cm}$ និង $f = -10\text{cm}$



- ទីតាំងរូបភាព : $q = \dfrac{p \times f}{p - f} \Rightarrow q = \dfrac{(20\text{cm})(-10\text{cm})}{(20\text{cm}) - (-10\text{cm})} = -6.7\text{cm}$

- ប្រភេទរូបភាព : $q = -6.7\text{cm} < 0 \Rightarrow$ ជារូបភាពមិនពិត ។

- ទំហំរូបភាព : $\dfrac{A'B'}{AB} = \left|\dfrac{q}{p}\right| \Rightarrow A'B' = \left|\dfrac{q}{p}\right| \times AB = \dfrac{6.7\text{cm}}{20\text{cm}} \times 1.0\text{cm} = 0.34\text{cm}$

- កម្រិតពង្រីកទំហំរូបភាព

$M = -\dfrac{q}{p} = -\dfrac{(-6.7\text{cm})}{20\text{cm}} = 0.34 \Rightarrow M > 0$

ដូច្នេះរូបភាពឈរត្រង់ដូចវត្ថុ ។

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

ពិសោធន៍ឡង់ទី

1. វត្ថុបំណង

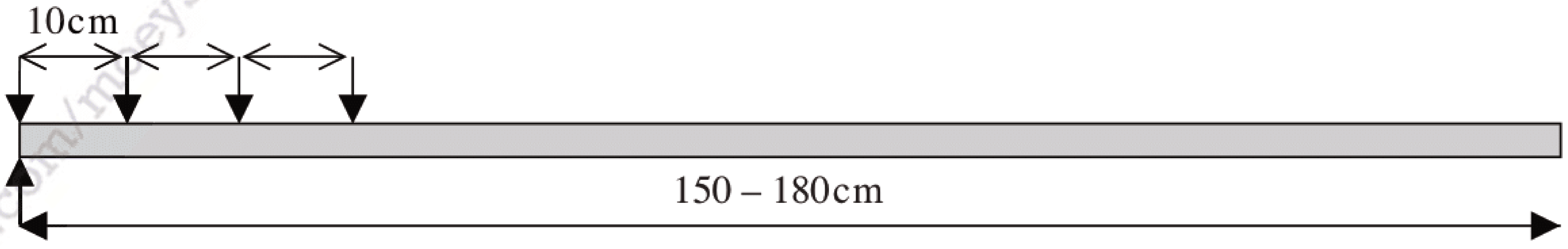
ក្នុងការធ្វើពិសោធនេះ យើងគណនាចម្ងាយកំណុំឡង់ទី ប៉ោងដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់នឹងរូបមន្ត : $\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$ តាមរយៈសំណួរបំផុសដោយប្រាប់ពីទំនាក់ទំនងរវាង p , q និង f ថាតើពិតជាត្រឹមត្រូវឬទេ ?

2. សម្ភារៈ

ទៀនមួយដើម ឡង់ទីប៉ោង (ឬកែវពង្រីក)មួយ បន្ទាត់ម៉ែតវែងមួយដើម ក្រដាសវ៉ាម $A4$ ស្កុតមួយដុំ កន្រ្តៃកាត់ក្រដាសមួយដើម ដែកកេះ និងអេក្រង់ ។

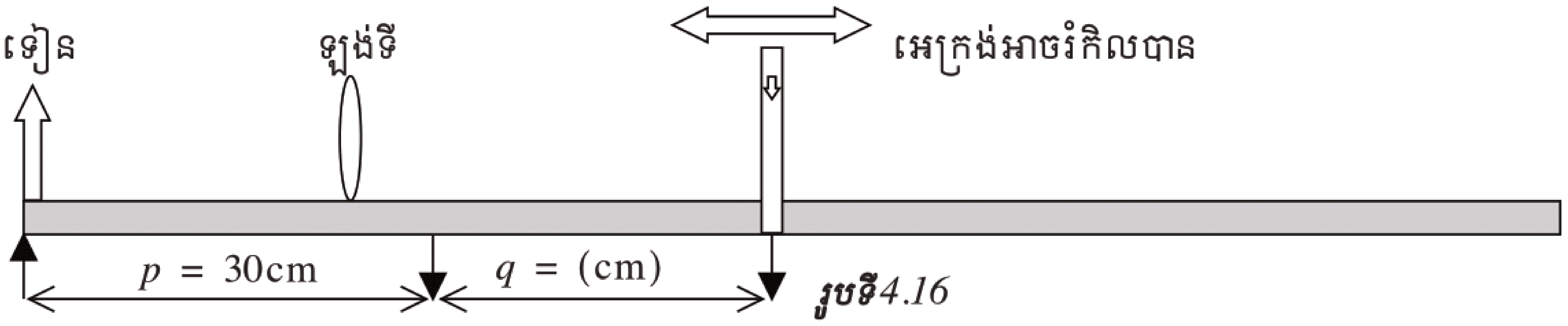
3. ដំណើរការពិសោធ

- កាត់ក្រដាសវ៉ាមតាមបណ្ដោយរបស់វាយ៉ាងណាឱ្យបានទទឹងប្រហែល 4.0cm ឱ្យបានចំនួន 6 សន្លឹក(បន្ទះ)ដោយប្រើកន្ត្រៃ ។
- យកក្រដាសវ៉ាមដែលកាត់រួចនោះមកបិទបន្តគ្នា ដូចក្នុងរូបឱ្យបានប្រវែងប្រហែលពី 150cm ទៅ 180cm សន្ទឹងលើផ្ទៃតុ រួចបិទភ្ជាប់តុដោយប្រើស្កុត ។
- ប៉ាន់ប្រមាណតម្លៃកំណុំរបស់ឡង់ទីឬកែវពង្រីក ។ រកតម្លៃនោះដោយជ្រើសរើសវត្ថុណាមួយស្ថិតនៅចម្ងាយឆ្ងាយពី 5m ទៅ 10m ពីឡង់ទី រួចដាក់ឱ្យពន្លឺដាលពីវត្ថុនោះឆ្លងកាត់ឡង់ទីនិងប្រើអេក្រង់ដើម្បីត្រងរូបភាពរបស់វា ។ បន្ទាប់មកវាស់ចម្ងាយរវាងអេក្រង់ និងឡង់ទីដោយប្រើម៉ែតឬបន្ទាត់ ។ ចម្ងាយនោះ គឺចម្ងាយកំណុំឡង់ទីទទួលបានដោយការប៉ាន់ស្មាន ។
- យកម៉ែតដាក់តាមបណ្ដោយក្រដាសវ៉ាមដែលបន្ត រួចហើយគ្រិតវាឱ្យបានប្រវែងស្មើៗគ្នាក្នុងតម្លៃ 10cm ។



រូបទី4.15

- យកទៀនមកកាត់ឱ្យបានកម្ពស់តូចជាងអង្កត់ផ្ចិតឡង់ទីឬកែវពង្រីក រួចដាក់បិទបញ្ឈរត្រង់ផ្នែកចុងម្ខាងនៃក្រដាសវ៉ាមដូច(រូបទី *4.16*)



រូបទី4.16

- ដាក់ឡង់ទីលើក្រដាសវ៉ាមនោះនៅចម្ងាយស្មើនឹង 30cm (ប្រហែល 3 ដងនៃចម្ងាយកំណុំប៉ាន់ស្មាន) ពីវត្ថុ (ទៀន) គេបានចម្ងាយវត្ថុ p = 30cm ។
- ដុតទៀន រួចដាក់អេក្រង់លើក្រដាសវ៉ាមដែលបានសន្និងនៅលើផ្ទៃតុធ្វើយ៉ាងណាឱ្យទៀន ឡង់ទី និងអេក្រង់កំណត់ត្រង់ជួរគ្នា រួចរំអិលអេក្រង់នោះដើម្បីរកទីតាំងដែលផ្តល់រូបភាពច្បាស់បំផុត ។
- បន្ទាប់ពីរកទីតាំងដែលផ្តល់រូបភាពច្បាស់បានហើយ ចូរដាក់អេក្រង់ឱ្យនៅនឹង រួចហើយកំណត់ចម្ងាយពីឡង់ទីទៅទីតាំងអេក្រង់ដែលផ្តល់រូបភាពច្បាស់នោះ ចម្ងាយនេះហៅថាចម្ងាយរូបភាពដែលគេតាងដោយ q = 9cm ។

សម្គាល់ : ប្រសិនបើទីតាំងដែលផ្តល់រូបភាពច្បាស់មានច្រើន នោះអ្នកត្រូវកំណត់ទីតាំងដើម និងទីតាំងស្រេច រួចកំណត់ចម្ងាយ q(cm) ពីចំណុចកណ្តាលនៃទីតាំងទាំងពីរទៅឡង់ទី ។

- វាស់ចម្ងាយ q(cm) ពីឡង់ទីទៅរូបភាពដែលទទួលបានលើអេក្រង់ដោយប្រើម៉ែតឬបន្ទាត់ រួចកត់តម្លៃនេះទៅក្នុងតារាងលទ្ធផល ។
- ប្តូរតម្លៃ p ឱ្យធំជាងមុនបន្តបន្ទាប់ដោយតម្លៃប្រហែល 4 ដង 6 ដងនៃចម្ងាយកំណុំប៉ាន់ស្មានរបស់ឡង់ទីគឺ 40cm , 50cm និង 60cm ។

4. លទ្ធផលពិសោធន៍

បន្ទាប់ពីធ្វើពិសោធន៍រួច ចូរកត់ត្រាតម្លៃដែលអ្នកវាស់បានចូលក្នុងតារាងខាងក្រោម :

ពិសោធន៍លើកទី	p(cm)	q(cm)	f(cm)
1	30		
2	40		
3	50		
4	60		
តម្លៃមធ្យមនៃ f(cm)	$f = (f_1 + f_2 + f_3 + f_4)/4 =$ ......(cm)		

ពីសមីការ $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ ទាញរកតម្លៃនៃ f ទៅតាមតម្លៃ p និង q នីមួយៗដែលបានវាស់ទាំង 4 ដងខាងលើ ។

5. **សន្និដ្ឋាន**

ក. តើអ្នកសង្កេតឃើញយ៉ាងដូចម្ដេចចំពោះតម្លៃនៃ f ធៀបទៅតម្លៃ p និង q ?

ខ. ចូរប្រើទិន្នន័យដែលអ្នកវាស់បានរួចគណនាតម្លៃនៃ f ទៅតាមតម្លៃ p និង q នីមួយៗ ដែលបានវាស់ទាំង 4 ដងខាងលើ ។

គ. គណនារកតម្លៃមធ្យមនៃចម្ងាយកំណុំឡង់ទីដែលបានធ្វើទាំង 4 លើកខាងលើ ។ តម្លៃនេះជាចម្ងាយកំណុំរបស់ឡង់ទី ឬកែវពង្រីកដែលទទួលបានពីពិសោធន៍ ។

6. **សំណួរពិភាក្សា**

ក. ចូរពន្យល់ថាតើនឹងមានអ្វីកើតឡើង ប្រសិនបើគេដាក់ឡង់ទីនៅចម្ងាយមួយធំជាងចម្ងាយកំណុំប៉ាន់ស្មានបន្តិចបន្តួច ?

ខ. ប្រសិនបើទីតាំងដែលផ្ដល់រូបភាពច្បាស់លើអេក្រង់មានច្រើននោះអ្នកត្រូវកំណត់ទីតាំងដើម និងទីតាំងស្រេច រួចកំណត់ចម្ងាយ $q(\mathrm{cm})$ ពីចំណុចកណ្ដាលនៃទីតាំងទាំងពីរទៅឡង់ទី ។ ហេតុអ្វី ?

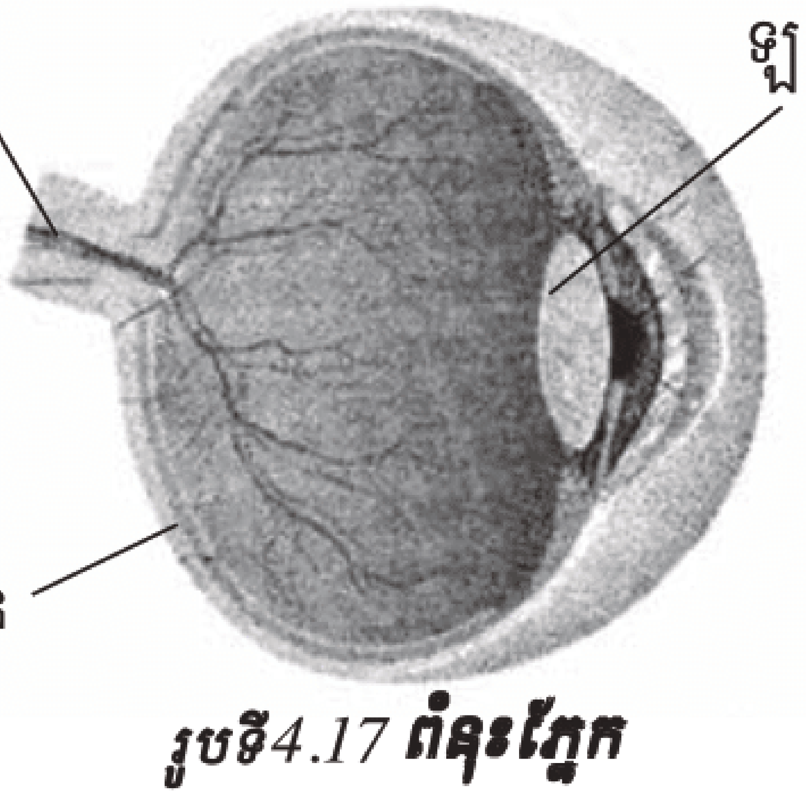
គ. ពិសោធន៍នេះអ្នកត្រូវការបន្ទប់មួយដែលស្ងប់ ពោលគឺគ្មានចរន្តខ្យល់បក់ ព្រោះថាកាលណាមានចរន្តខ្យល់ ពេលនោះទីតាំងនៃអណ្ដាតភ្លើងទៀនវិលវល់តាមចរន្តខ្យល់ ។ ដូច្នេះដើម្បីទទួលបានលទ្ធផលល្អ តើអ្នកគួររៀបចំការពិសោធយ៉ាងដូចម្ដេចខ្លះ ក្រៅពីការរកបន្ទប់ដែលស្ងប់ខ្យល់ ? ចូរបង្ហាញចំណុចទាំងនោះ ។

3. អនុវត្តន៍ឡង់ទី

3.1 ភ្នែក

ភ្នែកគឺជាគ្រឿងទទួលពន្លឺមួយដ៏សំខាន់បំផុតនិងជាប្រព័ន្ធអុបទិចមួយដែលមានភាពស្មុគស្មាញ ។

ក. ទម្រង់ភ្នែក



រូបទី4.17 ***ពំនុះភ្នែក***

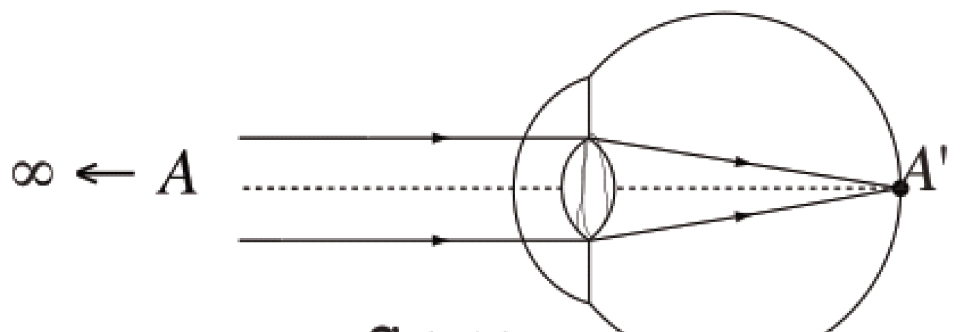
រូបខាងក្រោមតាងពំនុះភ្នែកក្នុងនោះយើងឃើញថា កែវភ្នែក (ប្រភេទឡង់ទីប៉ោង) ជាអ្នកបង្កើតរូបភាពនៃវត្ថុដែលត្រូវមើល ។ រេទីនជាស្រទាប់រួសពន្លឺ (រូបភាពជិតលើរេទីន) សាច់ដុំកងធ្វើបម្រែបម្រួលទ្រង់ទ្រាយកែវភ្នែកដើម្បីឱ្យភ្នែកមើលឃើញជិតឬឆ្ងាយ ។ អង្កត់ផ្ចិតរន្ធប្រស្រីប្រែប្រួលដើម្បីលៃតម្លៃបរិមាណពន្លឺចូល : 2mm ចំពោះពន្លឺខ្លាំង និង 8mm ចំពោះពន្លឺខ្សោយ ។

កោសិកា (កោន និងដំបង)ឋិតនៅលើរេទីន កាលណាកោសិកាណាមួយទទួលបានពន្លឺស៊ីញ៉ាល់ត្រូវបញ្ជូនទៅខួរក្បាលតាមសរសៃប្រសាទអុបទិច ។ ភ្នែកមានភាពរួសខ្លាំងនៅជុំវិញស្នាមលឿង (មានកោនច្រើន) ហើយភាពរួសនេះមានតម្លៃសូន្យនៅត្រង់ចំណុចខ្វាក់ (គ្មានកោននិងដំបងទេ) ។

ខ. ដំណើរប្រព្រឹត្តទៅនៃភ្នែក

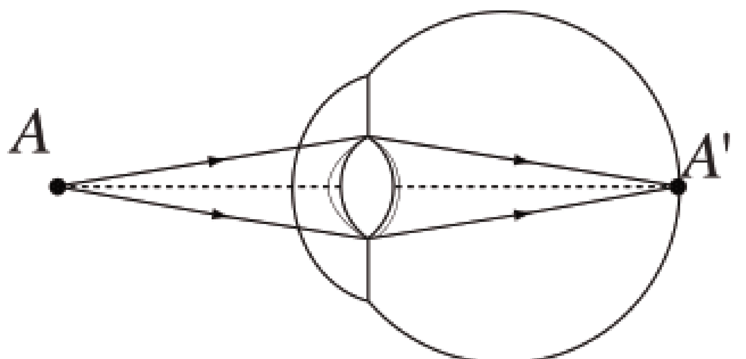
កាលណាវត្ថុភ្លឺមួយឋិតនៅពីមុខភ្នែក វាបញ្ជូនពន្លឺទៅដល់ភ្នែកហើយកែវភ្នែកផ្តុំពន្លឺនោះត្រង់ចំណុច A' មួយលើរេទីន ។ A' ជារូបភាពរបស់ A ។ បើចំណុចរូបភាព A' នោះនៅមុខ ឬនៅក្រោយរេទីនគេមើលវត្ថុមិនច្បាស់ទេ ។ កោន និងដំបងគឺជាអ្នកទទួលពន្លឺ ។ ដំបងរួសជាមួយពន្លឺខ្សោយ តែមិនអាចញែកពណ៌បានទេ ។ ឯកោនត្រូវការចាំបាច់ពន្លឺខ្លាំងតែវាស្គាល់បាននូវពណ៌ផ្សេងៗ ។

កោនមាន 3 ប្រភេទ : កោនរួសនឹងពន្លឺក្រហម ពន្លឺខៀវ និងពន្លឺបៃតង ។ កោននីមួយៗ ចាប់ពណ៌ណាមួយដែលត្រូវនឹងខ្លួនវា ហើយបញ្ជូនព័ត៌មានទៅខួរក្បាលដើម្បីវិនិច្ឆ័យ ។



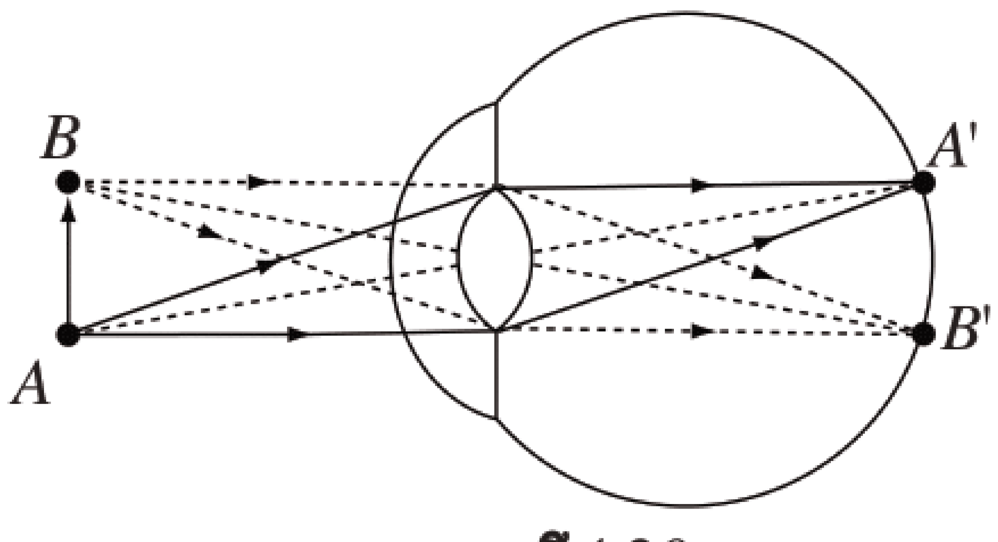
រូបទី4.18

ទីតាំងនៃដែនគំហើញជិត (Near point) របស់ភ្នែក ធម្មតាគឺជាចម្ងាយខ្លីបំផុតដែលឡង់ទីកែវភ្នែកអាចសម្រួលដើម្បីផ្តុំពន្លឺលើរេទីន ។ ចម្ងាយនេះជាធម្មតាកើនឡើងតាមអាយុ ។ ចំពោះមនុស្សអាយុ : 10 ឆ្នាំ 20 ឆ្នាំ 30 ឆ្នាំ 40 ឆ្នាំ 50 ឆ្នាំ និង 60 ឆ្នាំ ចម្ងាយនៃដែនគំហើញជិតប្រហែល 7cm 10cm 14cm 22cm 40cm និង 200cm រៀងទៅ ។



រូបទី4.19

ចំណែកឯ **ទីតាំងនៃដែនគំហើញឆ្ងាយ** (Far point) វិញតាងឱ្យចម្ងាយធំបំផុតដែលឡង់ទីកែវភ្នែកអាចសម្រួលដើម្បីផ្តុំពន្លឺលើរេទីន ។ មនុស្សមើលឃើញធម្មតាអាចឃើញវត្ថុនៅយ៉ាងឆ្ងាយ ដូច្នេះទីតាំងនៃដែនគំហើញឆ្ងាយមិនកំណត់ទេ ។



រូបទី4.20

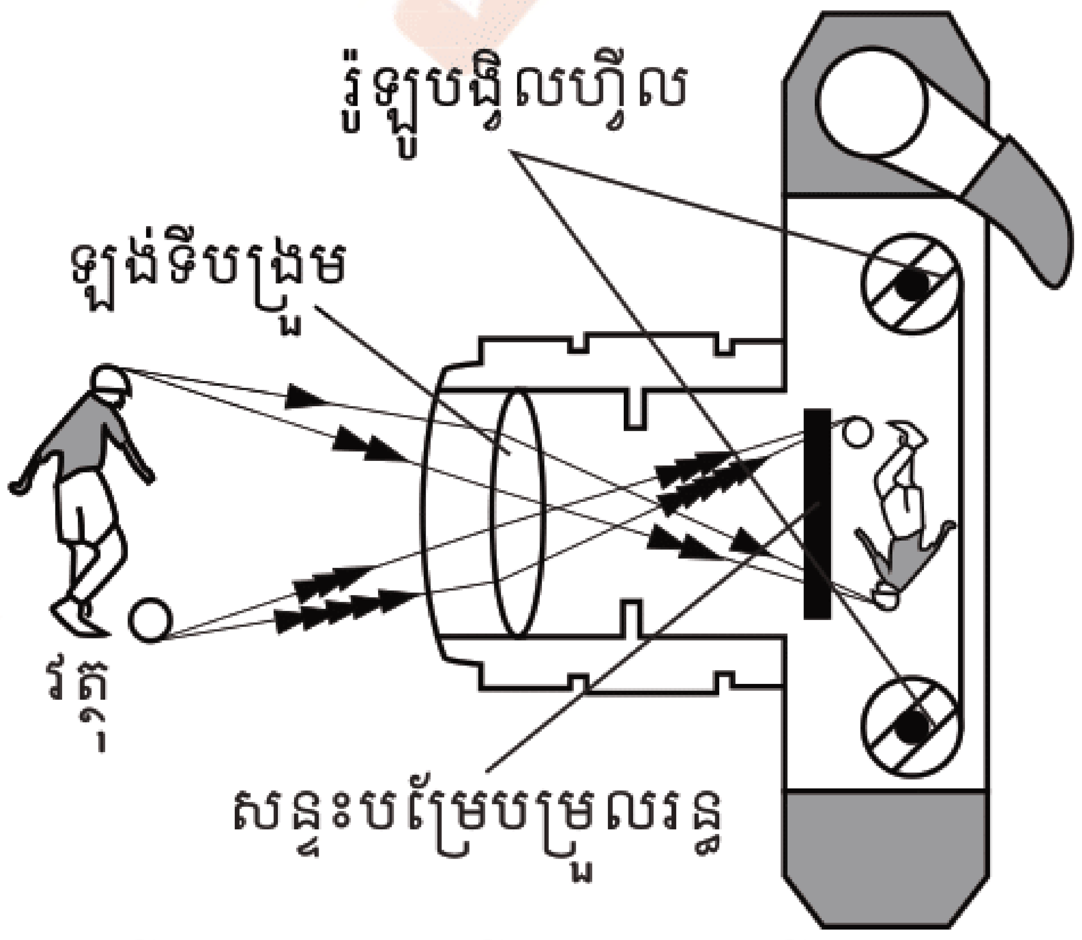
គ. លក្ខខណ្ឌនៃភ្នែក

កាលណាភ្នែកមានជំងឺ ចម្ងាយរូបភាពដែលឱ្យដោយប្រព័ន្ធឡង់ទី-ករនេ និងប្រវែងពីកែវភ្នែកទៅរេទីនមិនត្រូវគ្នា(មិនស៊ីគ្នាទេ) ។ ជាលទ្ធផលកាំពន្លឺដាលពីវត្ថុនៅក្បែរៗភ្នែកទៅដល់រេទីនមុននឹងវាបង្រួមដើម្បីបង្កើតរូបភាព ។ គេហៅលក្ខខណ្ឌនេះថា **អ៊ីពែមេត្រូប** ។ អ្នកអ៊ីពែមេត្រូបជាធម្មតាអាចមើលឃើញវត្ថុនៅឆ្ងាយច្បាស់ ប៉ុន្តែវត្ថុនៅជិតមើលឃើញមិនច្បាស់ទេ ។ ដើម្បីឱ្យមើលឃើញបានច្បាស់ គេត្រូវប្រើឡង់ទីបង្រួមមួយនៅខាងមុខភ្នែក ។

អ្នកម៉្យូប អាចមើលឃើញវត្ថុនៅជិតច្បាស់ ។ ចំណែកវត្ថុនៅឆ្ងាយមើលឃើញមិនច្បាស់ទេ ។ ដែនគំហើញឆ្ងាយរបស់អ្នកម៉្យូបអាចតូចជាងមួយម៉ែត ។ ចម្ងាយកុំណុំអតិបរមារបស់ភ្នែកម៉្យូបមិនគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីបង្កើតរូបភាពច្បាស់លើរេទីនទេ ហើយកាំពន្លឺដែលដាលពីវត្ថុនៅឆ្ងាយបង្រួមនិងផ្តុំគ្នានៅមុខរេទីន ។ បន្ទាប់មកវាបន្តដាលឆ្លងកាត់ចំណុចនេះជាបាច់ពន្លឺរីកមុនទៅដល់រេទីន ។ នេះជាមូលហេតុបណ្តាលឱ្យអ្នកភ្នែកម៉្យូបមើលឃើញមិនច្បាស់ ។ ដូចនេះដើម្បីអ្នកម៉្យូបមើលឃើញច្បាស់ គេត្រូវឡង់ទីពង្រីកមួយ ។

4.2 ម៉ាស៊ីនថតរូប

ម៉ាស៊ីនថតរូបផ្សំឡើងដោយឡង់ទីបង្រួម ប្រអប់បិទជិតមានរន្ធឆ្នារតូចមួយដែលអាចឱ្យពន្លឺដាលចូលបាន និងហ្វីលរួសនឹងពន្លឺដើម្បីថតរូបភាព ។ ម៉ាស៊ីនថតរូបមានដំណើរការដូចភ្នែកមនុស្សដែរ ។ វាបង្កើតរូបភាពពិតតូច ឈរបញ្ច្រាសនៅលើហ្វីលដូចបង្ហាញក្នុងរូប ។ គេប្រើកងកំណុំដើម្បីរំកិលឡង់ទីឱ្យឆ្ងាយពីហ្វីល ឬមកជិតហ្វីលដើម្បីទទួលបានរូបភាពច្បាស់ពេញលេញនៅលើហ្វីល ។ វត្ថុនៅឆ្ងាយផ្តល់រូបភាពនៅលើហ្វីលដែលមានចម្ងាយស្មើនឹងចម្ងាយកំណុំនៃឡង់ទី ។ ចំណែកឯវត្ថុនៅជិតផ្តល់ចម្ងាយរូបភាពធំជាងចម្ងាយកំណុំ ។

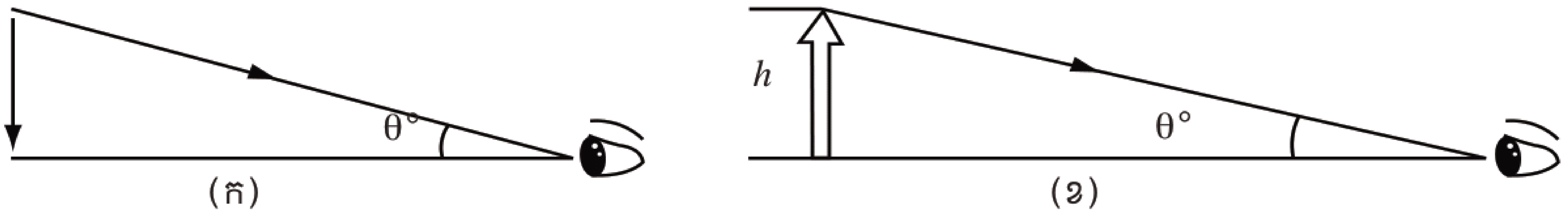


ឡង់ទីបង្រួមក្នុងម៉ាស៊ីនថតរូបបង្កើតរូបភាពពិតតូចនិងឈរបញ្ច្រាសពីវត្ថុ

រូបទី4.21

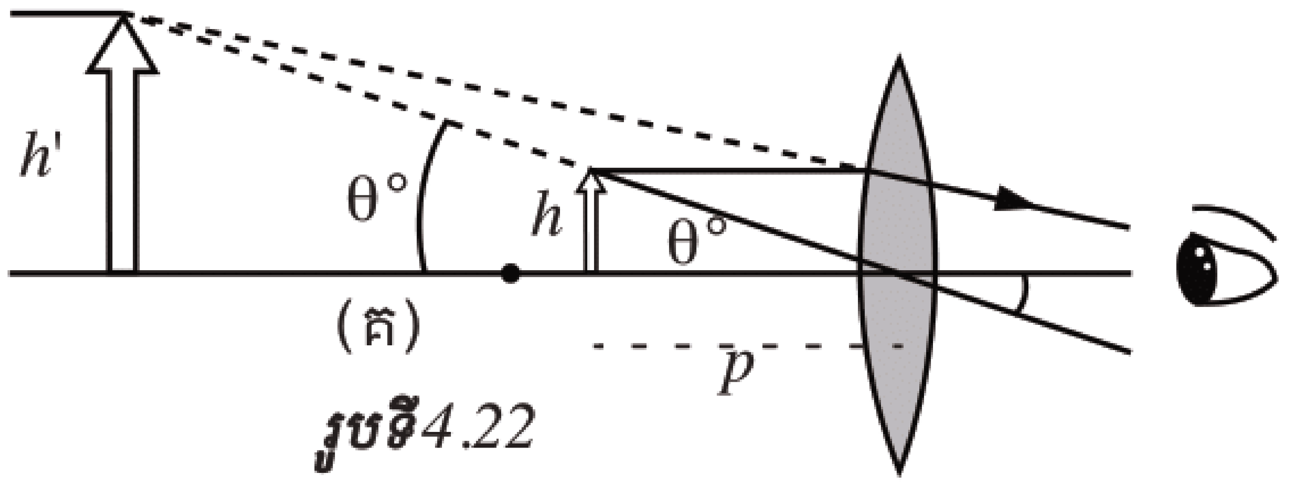
4.3 កែវពង្រីកដាយ

កែវពង្រីកដាយ គឺជាឧបករណ៍អុបទិចមួយយ៉ាងសាមញ្ញ ដែលត្រូវបានបង្កើតពីឡង់ទីបង្រួមមួយ ។ ឧបករណ៍នេះបង្កើនទំហំទំនងរបស់វត្ថុ ។ ឧបមាថាគេមើលវត្ថុមួយចម្ងាយ p ពីភ្នែក (រូបទី 4.22 ក) ទំហំរូបភាពលើរេទីនអាស្រ័យលើ θ កើនឡើងហើយគេសង្កេតឃើញថារូបភាពមានទំហំធំជាង ។ ចំពោះភ្នែកធម្មតាគិតជាមធ្យមមិនអាចមើលឃើញវត្ថុដែលមានចម្ងាយតូចជាង $25cm$ ច្បាស់បានទេ ។ត្រង់ចំណុចមួយដែលមានចម្ងាយ$25cm$ ពីភ្នែក ចំណុចនេះហៅថាដែនគំហើញជិត (រូបទី 4.22ខ) ។ ដូច្នេះ θ អតិបរមាត្រង់ដែនគំហើញជិត ។



(ក) (ខ)

ដើម្បីបង្កើនទំហំមុំទំនងរបស់វត្ថុ គេដាក់ឡុងទីបង្រួមមួយនៅពីមុខភ្នែក(រូបទី 4.22 គ)ដែលវត្ថុស្ថិតនៅត្រង់ចំណុច O ចន្លោះចំណុចកំណុំ F និងឡង់ទី ។ ត្រង់ទីតាំងនេះឡង់ទីបង្កើតរូបភាពមិនពិតមួយមានទំហំធំជាងវត្ថុ និងឈរត្រង់ដូចវត្ថុដែរ ។ យើងកំណត់កម្រិតពង្រីកមុំ m គឺជាផលធៀបរវាងមុំ θ និងមុំ θ_0 ។



រូបទី4.22

គេសរសេរ : $m = \dfrac{\theta}{\theta_0}$ (11)

θ ជាមុំដែលបង្កើតដោយវត្ថុដោយប្រើឡង់ទី(រូបទី 4.22 គ)និង θ_0 ជាមុំដែលបង្កើតដោយវត្ថុដាក់ត្រង់ដែនគំហើញជិតដោយមិនប្រើឡង់ទី(រូបទី 4.22 ខ) ។

កម្រិតពង្រីកមុំអតិបរមា កាលណារូបភាពស្ថិតត្រង់ដែនគំហើញជិតរបស់ភ្នែក មានន័យថា កាលណា $q = -25\text{cm}$ ។

ចម្ងាយវត្ថុត្រូវទាញបានពីសមីការឡង់ទីបង្រួម

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{-25\text{cm}} = \frac{1}{f} \Rightarrow p = \frac{25f}{25+f}$$

ដែល f ជាចម្ងាយកំណុំរបស់កែវពង្រីក គិតជា cm ។ បើមុំតូច គេបាន

$$\tan\theta_0 \approx \theta_0 = \frac{h}{25} \text{ និង } \tan\theta \approx \theta = \frac{h}{p}$$

ដូច្នេះ កម្រិតពង្រីកមុំអតិបរមាគឺ

$$m_{max} = \frac{\theta}{\theta_0\rho} = \frac{h/p}{h/25} = \frac{25}{p} = \frac{25}{25f/(25+f)} = 1 + \frac{25}{f} \Rightarrow m_{max} = 1 + \frac{25}{f}$$

ភ្នែកអាចមើលឃើញរូបភាពគ្រប់ទីកន្លែងទាំងអស់ កាលណារូបភាពស្ថិតចន្លោះដែនគំហើញជិត និងអនន្ត ប៉ុន្តែមិនអាចមើលឃើញទេកាលណារូបភាពស្ថិតនៅអនន្ត ។ រូបភាពនៅអនន្ត កាលណាវត្ថុស្ថិតត្រង់ចំណុចកំណុំរបស់ឡង់ទី ។ ក្នុងករណីនេះគេបាន

$$\theta_0 = \frac{h}{25} \text{ និង } \theta = \frac{h}{f}$$

ដូច្នេះកម្រិតពង្រីកមុំអប្បបរមាគឺ : $m_{min} = \dfrac{\theta}{\theta_0} = \dfrac{25}{f}$

ឧទាហរណ៍ : តើកម្រិតពង្រីកមុំអតិបរមារបស់ឡង់ទីមួយដែលមានចម្ងាយកំណុំ 10cm មានតម្លៃប៉ុន្មាន ? ហើយកម្រិតពង្រីកមុំអប្បបរមាមានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន កាលណារូបភាពស្ថិតនៅអនន្ត ?

ដំណោះស្រាយ

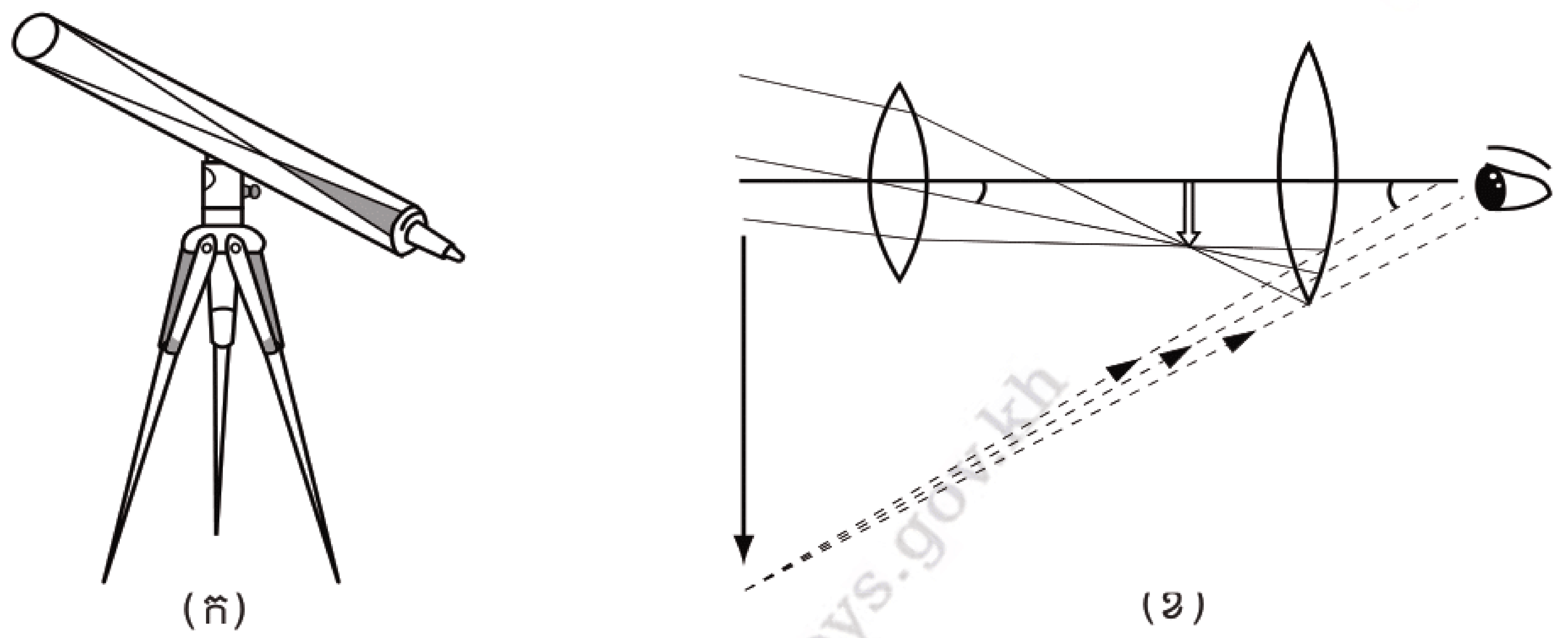
ផលធៀបមុំពង្រីកមានតម្លៃអតិបរមា កើតមានឡើងនៅពេលដែលរូបភាពឋិតនៅត្រង់ទីតាំងជិតកែវភ្នែក (រូបទី 4.22 ខ) យើងបាន :

$$m_{max} = \frac{q+f}{f} = \frac{q}{f} + \frac{f}{f} = \frac{q}{f} + 1 = \frac{25cm}{10cm} + 1 = \frac{35}{10} = 3.5$$

កាលណាយើងបន្ថយចម្ងាយភ្នែកពីទីតាំងរូបភាព (ដូចរូបខ.) ពេលនោះយើងបាន

$$m_{min} = \frac{\theta}{\theta_0} = \frac{q}{f} = \frac{25\text{cm}}{10\text{cm}} = \frac{25}{10} = 2.5$$

4.4 តេលេទស្សន៍



រូបទី4.23

គេបង្កើតតេលេទស្សន៍ដើម្បីជំនួយក្នុងការមើលវត្ថុដែលនៅឆ្ងាយៗដូជាភពផ្សេងៗនៅក្នុងប្រព័ន្ធព្រះអាទិត្យ ។ តេលេទស្សន៍មានពីរប្រភេទ : តេលេទស្សន៍បំបែរនិងបំផ្លាតពន្លឺ ។ តេលេទស្សន៍បំបែរពន្លឺប្រើបង្គុំឡង់ទីដើម្បីបង្កើតរូបភាព(រូបទី 4.23 ក) ។ ចំណែកឯតេលេទស្សន៍បំផ្លាតពន្លឺប្រើកញ្ចក់ស៊្វែមួយនិងឡង់ទីមួយ(រូបទី4.23 ខ) ។ យើងសិក្សាតែតេលេទស្សន៍បំបែរ ចំណែកឯតេលេទស្សន៍បំផ្លាតនឹងសិក្សានៅសាកលវិទ្យាល័យ ។

ដំណើរពន្លឺឆ្លងកាត់តេលេទស្សន៍បំបែរ

(រូបទី 4.23 ក)បង្ហាញថាឡង់ទី L_0 (ហៅថា Objective) បង្កើតរូបភាពរបស់វត្ថុដែលនៅឆ្ងាយជារូបភាពពិត I_1 ឈរបញ្ច្រាសនឹងវត្ថុស្ថិតត្រង់ចំណុចកំណុំរូបភាព F_0 របស់ឡង់ទី L_0 ។ រូបភាព I_1 មាននាទីជាវត្ថុពិតចំពោះឡង់ទី L_e ហៅថា អាយភីស (Eyepiece) បង្កើតរូបភាព I_2 ជារូបភាពពិតមានទំហំធំ ឈរត្រង់ដូចគ្នានឹង I_1 នៅខាងមុខឡង់ទី L_e ។ ដើម្បីបានកម្រិតពង្រីកធំបំផុតនោះចាំបាច់ត្រូវមានចម្ងាយរូបភាពស្រេចធំបំផុត (អនន្ត) ។ ដូច្នេះរូបភាព I_1 ដែលបង្កើតដោយ L_0 ត្រូវស្ថិតត្រង់ចំណុចកំណុំ f_e របស់ឡង់ទី L_e ។ ឡង់ទីទាំងពីរត្រូវឃ្លាតពីគ្នាចម្ងាយ $f_0 + f_e$ ដែលត្រូវគ្នានឹងប្រវែងបំពង់របស់តេលេទស្សន៍ ។

កម្រិតពង្រីកមុំរបស់តេលេទស្សន៍ត្រូវឱ្យដោយ $\frac{\theta}{\theta_0}$ ដែល θ_0 ជាមុំត្រង់ L_e បង្កើតដោយ I_1 និង θ ជាមុំត្រង់ភ្នែកអ្នកសង្កេតបង្កើតដោយរូបភាពស្រេច I_2 ។ $\tan\theta_0 \approx \theta_0 = -\frac{h'}{f_0}$ និង $\tan\theta \approx \theta = -\frac{h'}{f_e}$ យើងមិនប្រើសញ្ញា (-) ព្រោះរូបភាពស្រេច I_2 និង I_1 មានទិសដៅដូចគ្នា។ ដូច្នេះកម្រិតពង្រីកមុំរបស់តេលេទស្សន៍គឺ : $m = \frac{\theta}{\theta_0} = \frac{h'/f_e}{-h'/f_0} = -\frac{f_0}{f_e}$ ។

យើងឃើញថា កម្រិតពង្រីកមុំរបស់តេលេទស្សន៍ស្មើនឹងផលធៀបរវាងចម្ងាយកំណុំរបស់ឡង់ទី L_0 និងចម្ងាយកំណុំរបស់ឡង់ទី L_e ។ សញ្ញា (-) បង្ហាញថារូបភាពមានទិសដៅផ្ទុយពីវត្ថុ ។

មេរៀនសង្ខេប

- ឡង់ទីគឺជាឧបករណ៍មួយដែលធ្វើឱ្យពន្លឺអាចរីកឬរួមបាន ។ ជាធម្មតាវាត្រូវបានផលិតឡើងពីបន្ទះកែវ ប្លាស្ទិច ឬសារធាតុថ្លា ។
- ឡង់ទីមានពីរប្រភេទៈ ឡង់ទីពង្រីកនិងឡង់ទីបង្រួម ។ ឡង់ទីបង្រួមជាឡង់ទីមានគែមស្តើងនិងឡង់ទីពង្រីកជាឡង់ទីមានគែមក្រាស់ ។
- រូបមន្តរបស់ឡង់ទី : $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$
- កម្រិតពង្រីកគឺជាផលធៀបរវាងប្រវែងរូបភាព និងប្រវែងវត្ថុ : $m = \frac{h'}{h} = \frac{q}{p}$
- ភ្នែកជាគ្រឿងទទួលពន្លឺមួយដ៏សំខាន់បំផុត និងជាគំហើញនៃប្រព័ន្ធអុបទិចមួយដែលមានភាពស្មុគស្មាញ ។
- កែវពង្រីកជាឧបករណ៍អុបទិចយ៉ាងសាមញ្ញ គឺជាឡង់ទីបង្រួមដែលមានចម្ងាយកំណុំខ្លីនិងមានផលធៀបមុំគឺ $m \equiv \frac{\theta}{\theta_0}$ ។
- ម៉ាស៊ីនថតរូប ឬកាមេរ៉ាផ្សំឡើងដោយឡង់ទីបង្រួមវាជាប្រអប់បិទជិត (មានរន្ធឆ្មារតូចមួយដែលអាចឱ្យពន្លឺជាលចូលបាន) និងហ្វីល (រួសនឹងពន្លឺដើម្បីថតរូបភាព) ។
- គេបង្កើតតេលេទស្សន៍ដើម្បីជំនួយក្នុងការមើលវត្ថុដែលនៅឆ្ងាយៗដូចជាភពផ្សេងៗ នៅក្នុងប្រព័ន្ធព្រះអាទិត្យ ។ តេលេទស្សន៍មានពីរប្រភេទ : តេលេទស្សន៍បំបែរនិងបំផ្លាតពន្លឺ ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្តេចហៅថាឡង់ទី ? តើឡង់ទីមានប៉ុន្មានប្រភេទ ? ចូរគូររូបតាងប្រភេទឡង់ទីនីមួយៗ ។

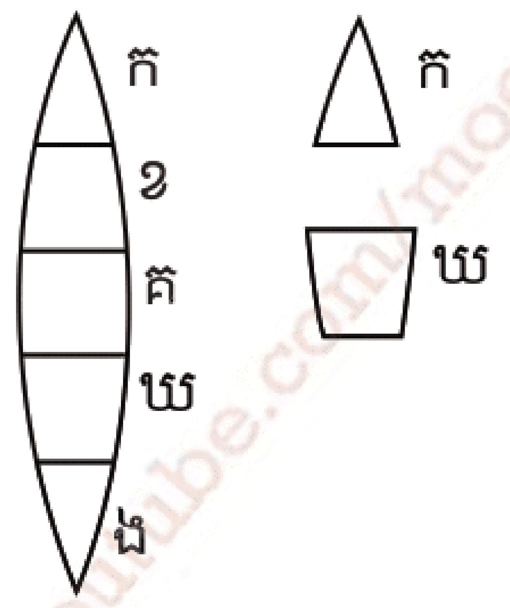
2. ដូចម្តេចហៅថាចំណុចកំណុំរបស់ឡង់ទី ?

3. ហេតុអ្វីបានជាវត្ថុភ្លឺស្ថិតនៅឆ្ងាយពីឡង់ទីបង្រួមមានទីតាំងរូបភាពស្ថិតនៅលើកំណុំនៃឡង់ទី ?

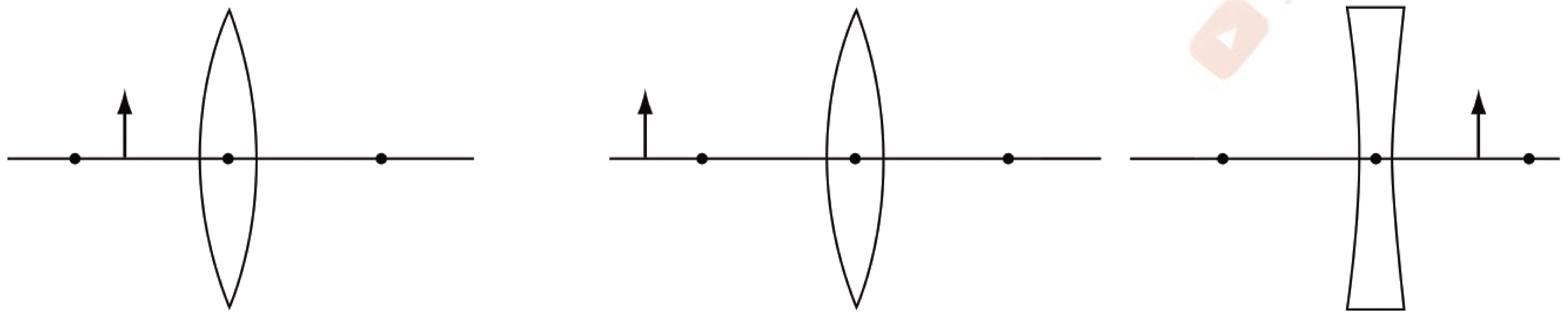
4. តើកែវភ្នែកជាប្រភេទឡង់ទីអ្វី ? តើវាមានតួនាទីជាអ្វី ?

5. តើកែវពង្រីកធ្វើពីឡង់ទីប្រភេទណា ? ហេតុអ្វីបានជាឡង់ទីដែលយកមកធ្វើកែវពង្រីកត្រូវមានចម្ងាយកំណុំខ្លី ?

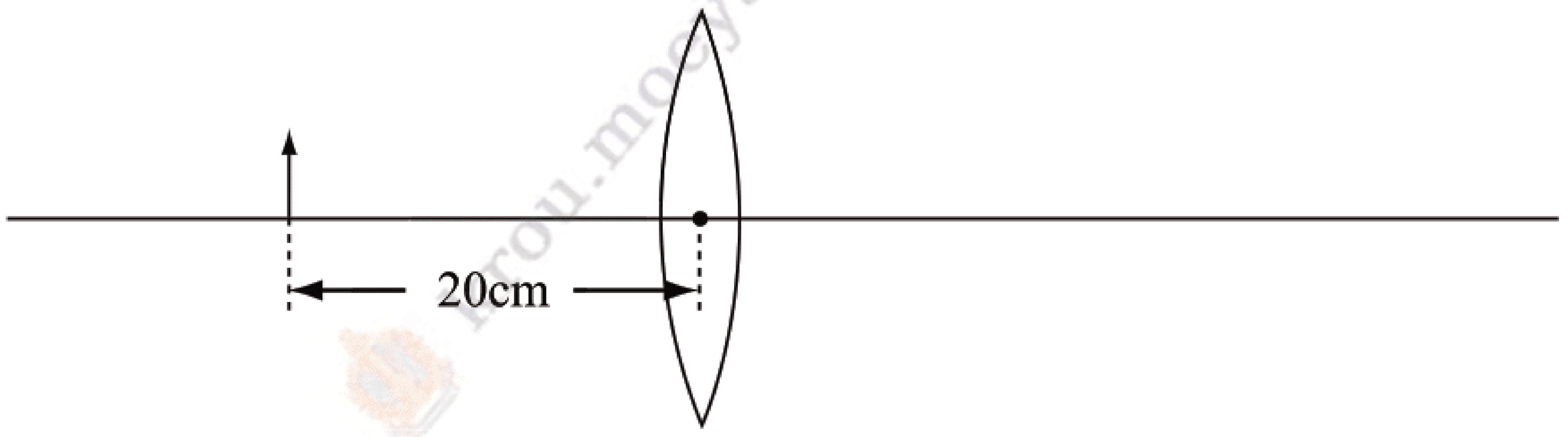
6. ឡង់ទីផ្សំឡើងដោយកំណាត់ព្រីសតូចដូចរូប ។ តើកំណាត់ព្រីស (ក) និង(ខ)មួយណាបំបែរកាំពន្លឺខ្លាំងជាង ? ចូរគូរកាំពន្លឺដាលឆ្លងកាត់កំណាត់ព្រីសទាំងពីរ ។



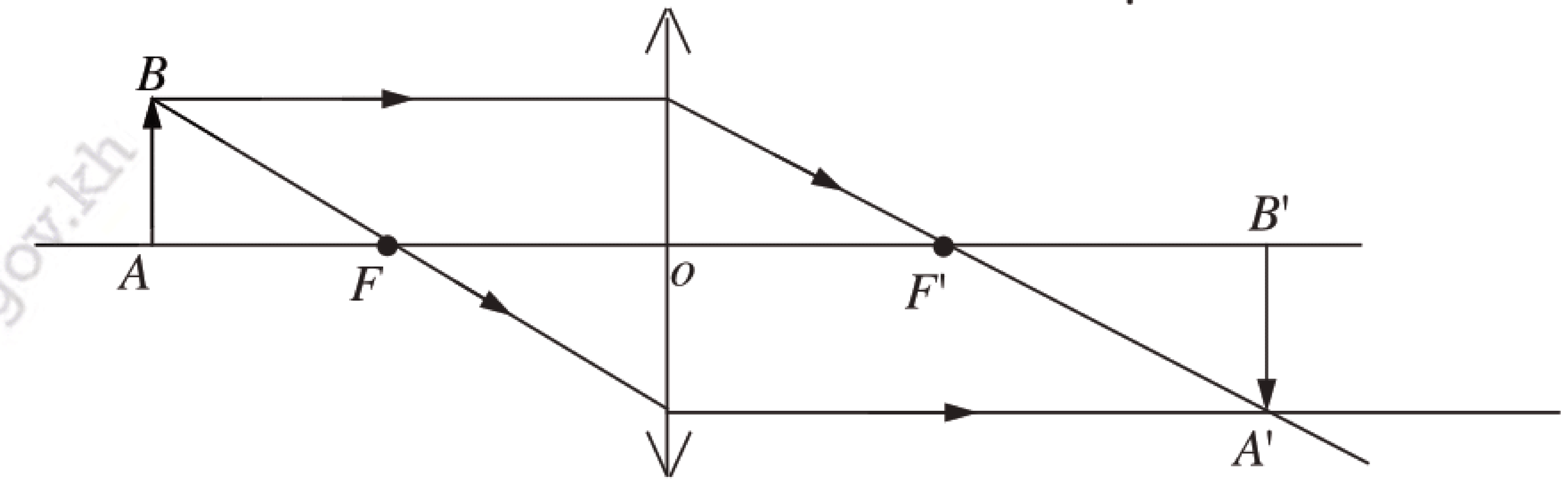
7. ចូរគូរកាំពន្លឺពិសេសបំពេញរូបខាងក្រោមដើម្បីរកទីតាំងរូបភាព :



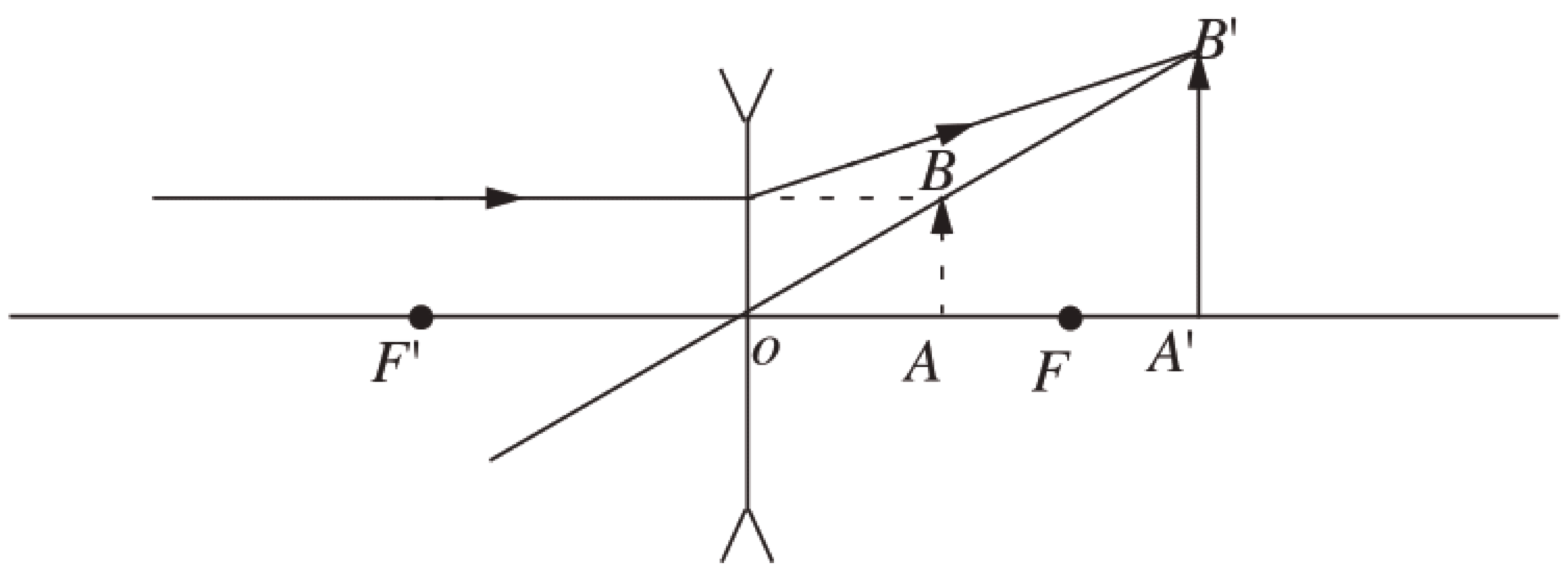
8. ចូរគូរកាំពន្លឺពិសេសបំពេញលើរូបខាងក្រោម ។ គណនាចម្ងាយរូបភាពនិងចម្ងាយកំណុំរបស់វា ដោយដឹងថាកម្រិតពង្រីករបស់ឡង់ទីស្មើនឹង 2.0 និងចម្ងាយវត្ថុស្មើ 20cm ។



9. តើគេត្រូវដាក់បន្ទាត់ភ្លឺមួយនៅត្រង់កន្លែងណា ដើម្បីឱ្យឡង់ទីបង្រួមមួយដែលមានចម្ងាយកំណុំ $f = 20cm$ បានរូបភាពមួយធំជាងបន្ទាត់ភ្លឺបួនដងដោយរកក្នុងករណីរូបភាពពិតនិងមិនពិត ?



10. កំណត់ប្រភេទនិងទីតាំងនៃវត្ថុដែលឡង់ទីពង្រីកមួយអាចផ្តល់រូបភាពធំជាងវត្ថុបីដង ។ តើរូបភាពស្ថិតនៅត្រង់កន្លែងណា បើគេដឹងថាឡង់ទីនេះមានចម្ងាយកំណុំ $f = 12cm$?



? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 4

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវតែមួយគត់ :

1. តាមករណីខាងក្រោមនេះ ករណីណាមួយជាពំនោលចំណាំងផ្លាត :

ក. ☐ មុំដែលកើតឡើងរវាងកាំចាំងប៉ះនិងខ្សែកែងនឹងផ្ទៃកញ្ចក់ស្មើនឹងមុំដែលកើតឡើងរវាងផ្ទៃកញ្ចក់និងកាំចាំងផ្លាត ។

ខ. ☐ មុំដែលកើតឡើងរវាងកាំចាំងប៉ះនិងផ្ទៃកញ្ចក់ស្មើនឹងមុំដែលកើតឡើងរវាងផ្ទៃកញ្ចក់និងកាំចាំងផ្លាត ។

គ. ☐ មុំដែលកើតឡើងរវាងកាំចាំងប៉ះនិងខ្សែកែងនឹងកញ្ចក់ស្មើនឹងមុំដែលកើតឡើងរវាងខ្សែកែងនិងកាំចាំងផ្លាត ។

ឃ. ☐ មុំដែលកើតឡើងរវាងកាំចាំងប៉ះនិងខ្សែកែងនឹងផ្ទៃកញ្ចក់ជាមុំបំពេញរវាងខ្សែកែងនិងកាំចាំងផ្លាត ។

2. តាមករណីខាងក្រោមនេះ តើករណីណាមួយដែលកាំចាំងបែរមានលំងាកមកជិតខ្សែកែងន័រម៉ាល់ :

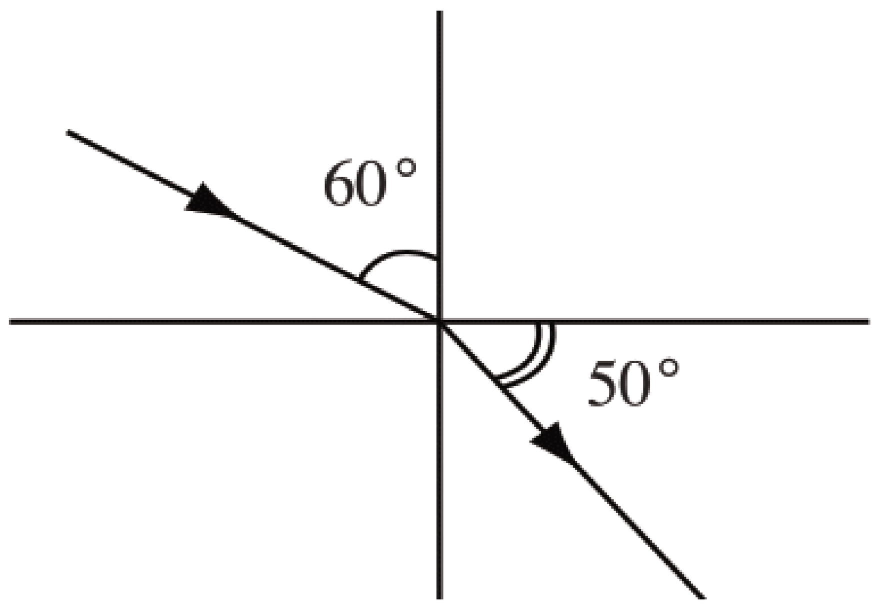
ក. ☐ $n_1 > n_2$ កាលណា $\theta_1 = 20°$ ។

ខ. ☐ ពីខ្យល់ទៅកញ្ចក់ មានមុំចំណាំងប៉ះស្មើនឹង 30° ។

គ. ☐ ពីកញ្ចក់ទៅខ្យល់មានមុំចំណាំងប៉ះស្មើនឹង 30° ។

3. ដ្យាក្រាមខាងក្រោមបង្ហាញកាំពន្លឺចាំងប៉ះលើផ្ទៃអង្គធាតុរាវ ។

សន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរនៃអង្គធាតុនាំឱ្យ :



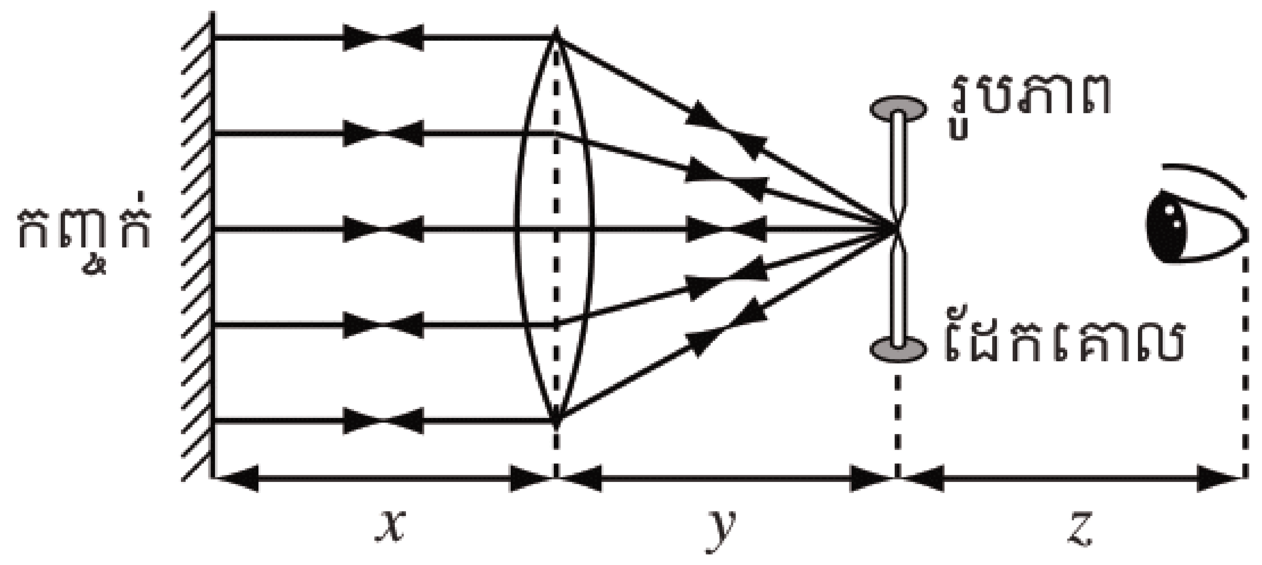
☐ ក. $\frac{\sin 60°}{\sin 50°}$ ☐ ខ. $\frac{\sin 30°}{\sin 50°}$

☐ គ. $\frac{\sin 60°}{\sin 40°}$ ☐ ឃ. $\frac{\sin 50°}{\sin 60°}$

4. សន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរនៃបង់សែនគឺ 1.5 ។ តើមុំកម្រិតនៃបង់សែនស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

☐ ក. 0.667° ☐ ខ. 42° ☐ គ. 48° ☐ ឃ. 90°

5. ដ្យាក្រាមខាងក្រោមបង្ហាញពីមនុស្សម្នាក់ចង់វាស់ចម្ងាយកំណុំឡង់ទី ។



តើចម្ងាយណាមួយជាចម្ងាយកំណុំឡង់ទី?

☐ក. x ☐ខ. y ☐គ. z ☐ឃ. $x+z$ ។

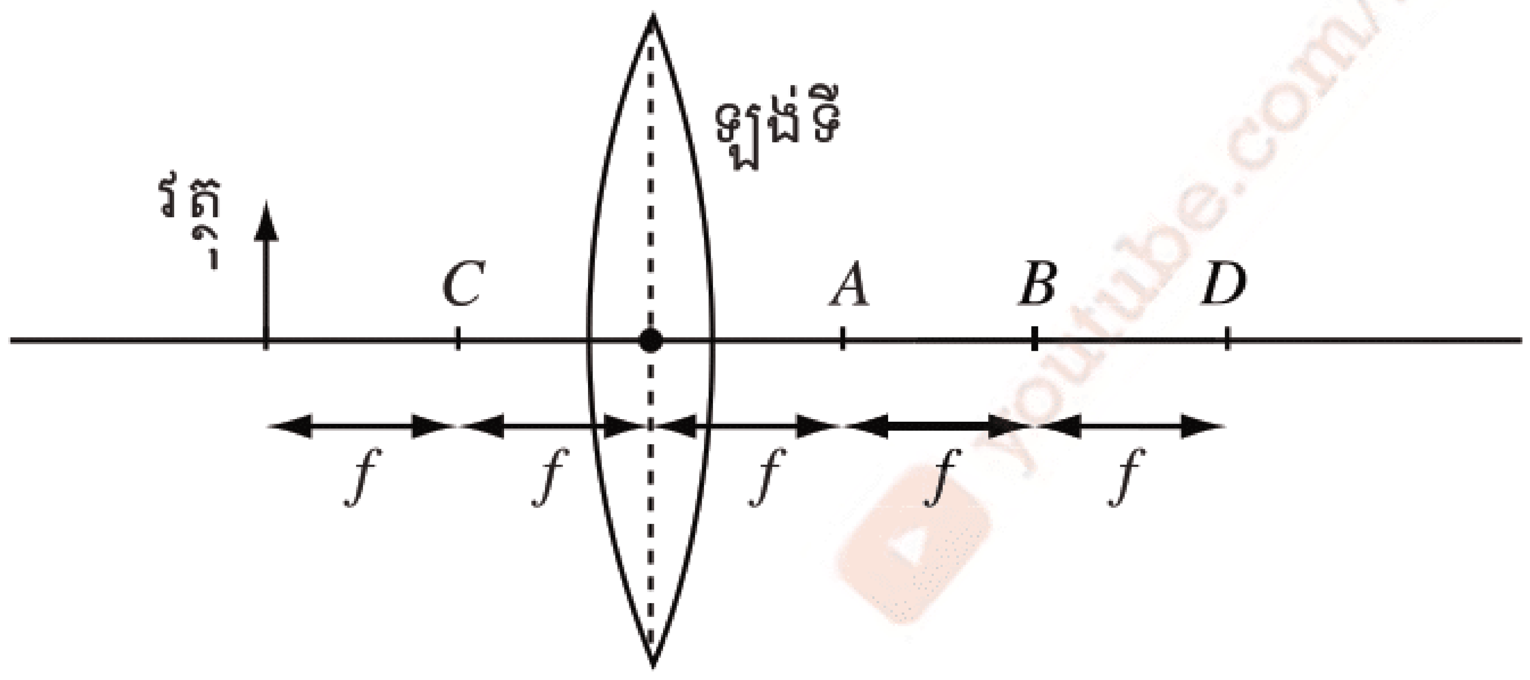
6. ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីអង្គធាតុមួយដាក់ពីមុខឡង់ទីបង្រួមដែលមានចម្ងាយកំណុំ f ។ តើរូបភាពត្រូវបង្កើតត្រង់ទីតាំងណា ?

☐ក. នៅពីមុខចំណុច A

☐ខ. នៅត្រង់ចំណុច A

☐គ. នៅត្រង់ចំណុច B

☐ឃ. នៅត្រង់ចំណុច D



7. រូបភាពបង្កើតលើហ្វីលនៃម៉ាស៊ីនថតរូបងាយគឺ

☐ក. រូបភាពពិត តូចជាង និងមានទិសដៅផ្ទុយពីវត្ថុ ។

☐ខ. រូបភាពពិត តូចជាង និងមានទិសដៅដូចវត្ថុ ។

☐គ. រូបភាពពិត ធំជាង និងមានទិសដៅដូចវត្ថុ ។

☐ក. រូបភាពពិត ធំជាង និងមានទិសដៅផ្ទុយពីវត្ថុ ។

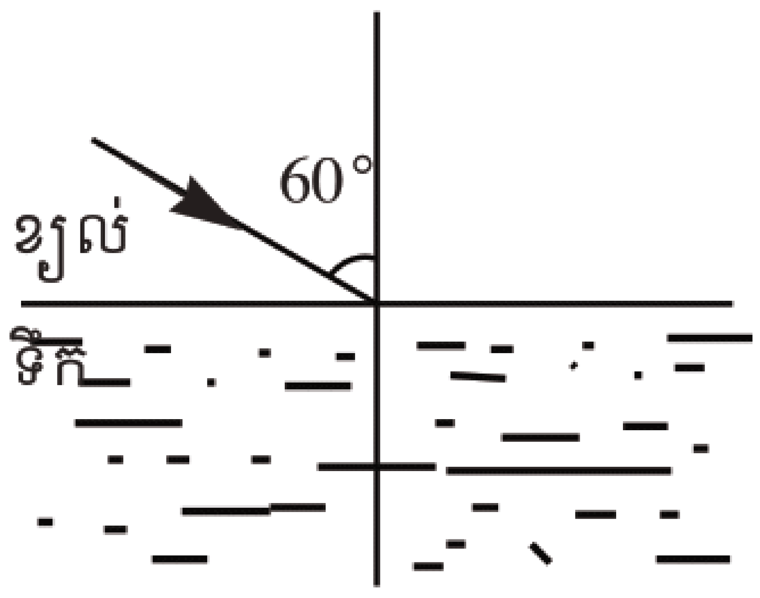
II. ចូរបំពេញនូវល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ :

1. វត្ថុនៅខាងក្នុងចំណុចឡង់ទីរបស់ម៉ាស៊ីនថតជា . . . . ។
2. វត្ថុនៅខាងក្រៅចំណុចកំណុំរបស់ម៉ាស៊ីនថតជា . . . . . . នៃគំហើញ ។
3. ប្រភេទរូបភាពដែលបង្កើតឡើងដោយករនេ និងឡង់ទីនៅលើរ៉េទីនជា . . . . ។
4. វត្ថុនៅខាងក្រៅចំណុចកំណុំចំណាំងបែរនៃតេលេទស្សន៍ជា . . . . . របស់ឡង់ទី ។

III. លំហាត់

1. គេឱ្យល្បឿនពន្លឺក្នុងសុញ្ញកាសគឺ $3.0\times10^{8}\mathrm{m/s}$ ។ គណនាល្បឿនពន្លឺក្នុងកែវដែលមានសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរ 1.52 ។

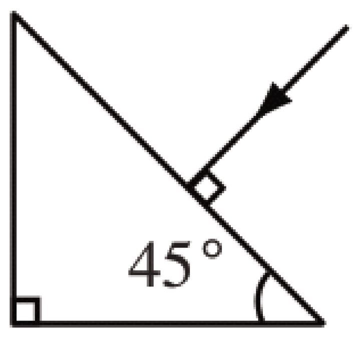
2. រូបខាងក្រោមបង្ហាញពីកាំពន្លឺចាំងប៉ះលើផ្ទៃញែកដែលមានមុំចំណាំងប៉ះ 60° ។ សន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរនៃទឹកគឺ 1.33 ។



ក. គណនាមុំចំណាំងបែរ ។

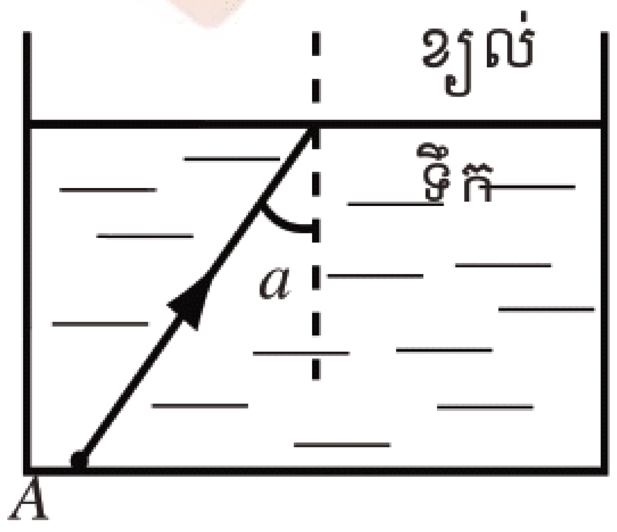
ខ. បំពេញដ្យាក្រាមដោយគូសកាំចាំងបែរនៅក្នុងទឹក ។

3. ពិនិត្យរូប រួចគណនាមុំកម្រិតនៃព្រីសកែងមួយដែលមានសន្ទស្សន៍ចំណាំងបែរ 1.5 ។

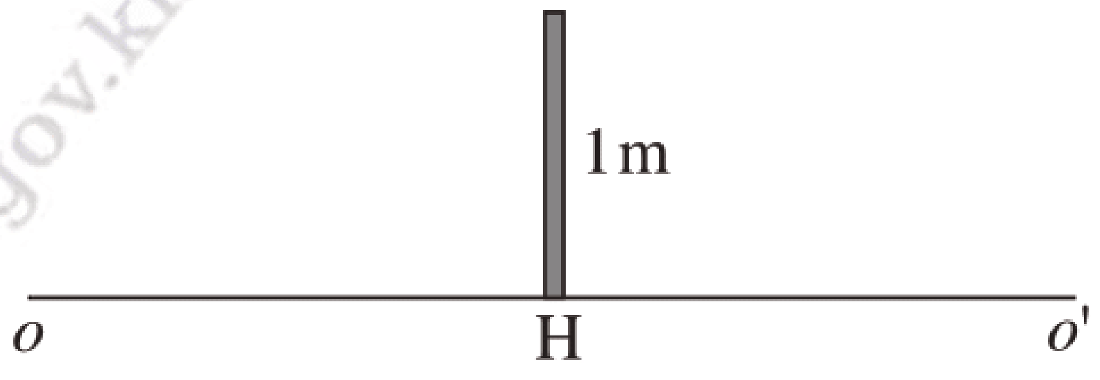


4. កង់បង្វិលរបស់លោកហ្វីហ្សូមានធ្មេញ $N = 360$ និងវិលដោយប្រេកង់ $W = 27.5$ ជុំក្នុង $1s$ ។ កាលណាពន្លឺឆ្លងកាត់ធ្មេញ O ពន្លឺដាលទៅដល់កញ្ចក់ រួចផ្លាតត្រឡប់មកវិញ ។ បើពេលវាផ្លាតត្រលប់មកប៉ះធ្មេញ B វាមិនអាចដាលឆ្លងកាត់កង់បានទេ ប៉ុន្តែបើវាមកឆ្លងកាត់ប្រលោះនោះ វាអាចឆ្លងកាត់បាន ។ ចម្ងាយពីកង់ទៅកញ្ចក់គឺ $L = 7500m$ ។ តើល្បឿនពន្លឺមានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

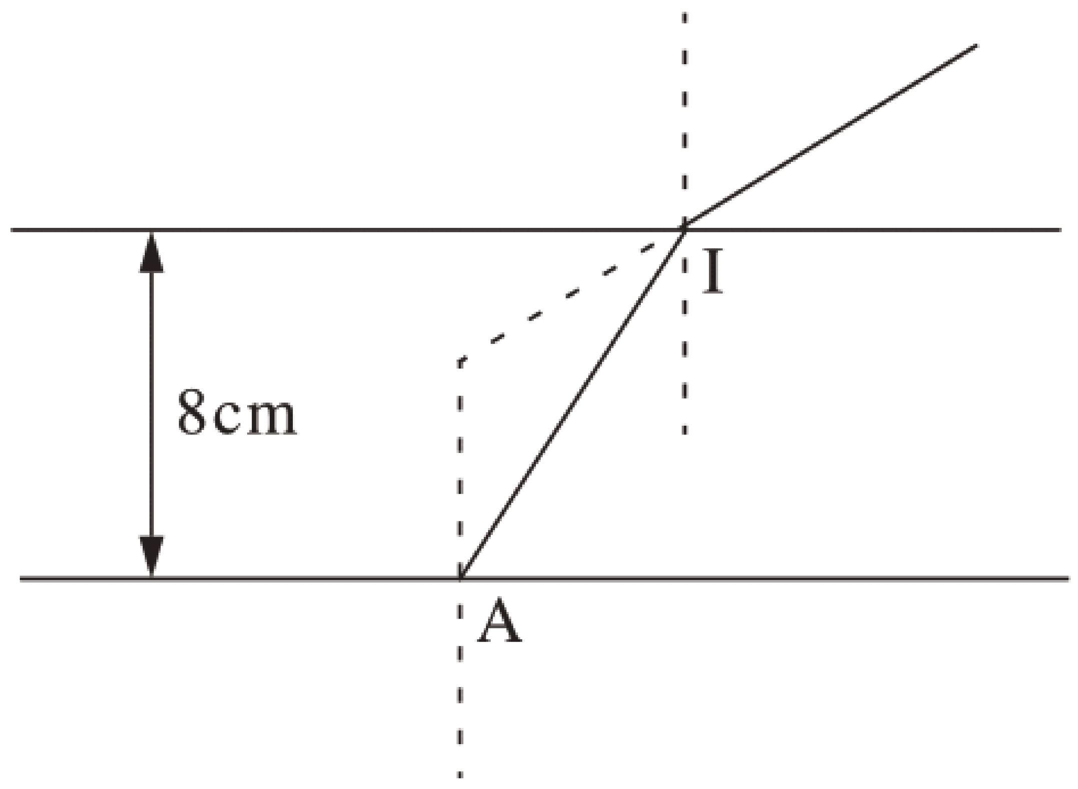
5. វត្ថុមួយដាក់នៅបាតផើងថ្លាមួយដែលមានផ្ទុកទឹកដូចរូប ។ កាំចាំងប៉ះដាលចេញពីវត្ថុ A បង្កើតបានមុំ a មួយជាមួយខ្សែកែង ។ ចូរគណនា $dina$ ក្នុងករណីចំណាំងផ្លាតទាំងស្រុង ។



6. អ្នកសង្កេតម្នាក់សម្លឹងមើលពីចំណុច 0 មួយទៅកញ្ចក់ប្លង់មួយដែលឋិតនៅចម្ងាយ 1m ។តើភ្នែកនេះឋិតនៅចម្ងាយប៉ុន្មានពីរូបភាពដែលមើលឃើញនៅក្នុងកញ្ចក់ ?



7. គេដាក់កញ្ចក់រាងប្រលេពីប៉ែតមួយលើទំព័រសៀវភៅមើល ។ ដុំប្រលេពីប៉ែតនេះមានកម្រាស់ 8cm ហើយមានសន្ទស្សន៍ 1.50 ។ តើអក្សរលើទំព័រដែលជាប់នឹងបាតកញ្ចក់ទទួលកំហិតជិតប៉ុន្មាន ?



youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

ជំពូក 5

ថាមពលនិងជីវិត

វារីអគ្គិសនីគីរីរម្យ

ពិភពលោកសព្វថ្ងៃនេះកំពុងប្រើប្រាស់ថាមពលច្រើនបែបច្រើនយ៉ាង ។ តើយើងប្រើប្រាស់ថាមពលទាំងនោះបែបណាខ្លះ ? អ្នកធ្លាប់ឮគេនិយាយថានឹងមានវិបត្តិថាមពលឬទេ ? តើថាមពលអាចអស់ពីលើពិភពលោកឬទេ ?

មេរៀនទី 1 : ការបំប្លែងថាមពលដែលមានប្រភពខុសៗគ្នាឱ្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនី

មេរៀនទី 2 : ការបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីឱ្យទៅជាថាមពលផ្សេងៗ

youtube.com/moeys
facebook.com/moeys.gov.kh
edu.moeys.gov.kh

មេរៀនទី

1 ការបំប្លែងថាមពលដែលមានប្រភពខុសៗគ្នាឱ្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនី

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

❒ បំប្លែងថាមពលដែលមានប្រភពខុសគ្នាឱ្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។

1. ថាមពលពន្លឺ

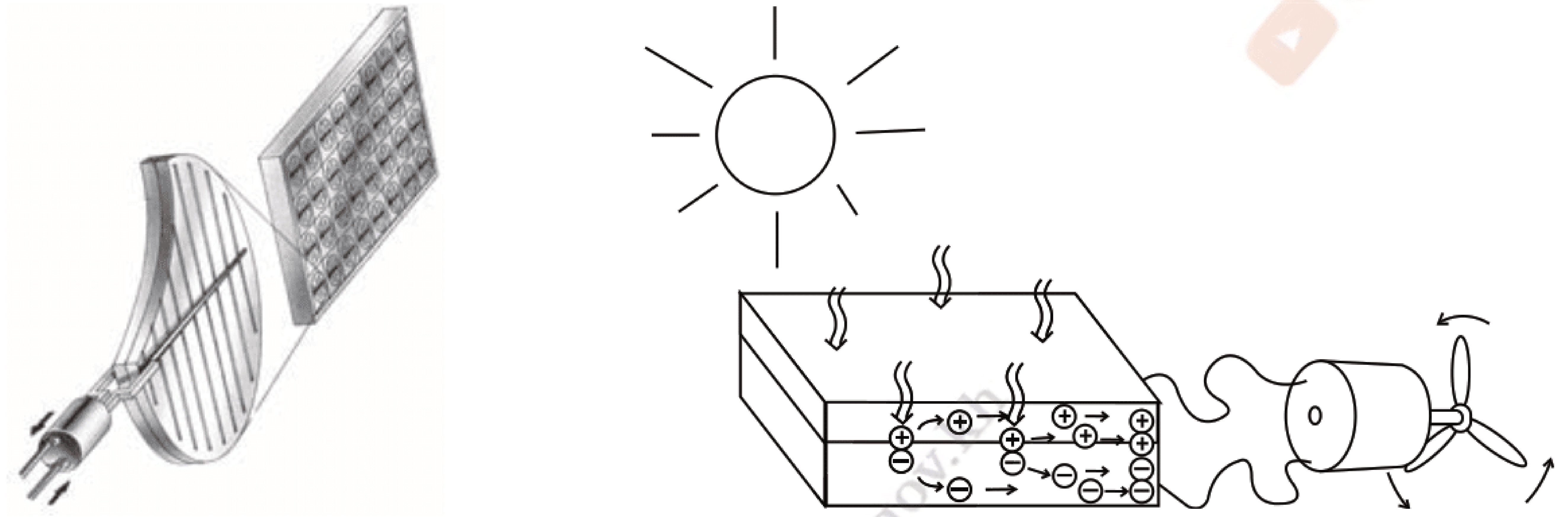
ថាមពលពន្លឺបានមកពីការបញ្ចេញរស្មីនៃព្រះអាទិត្យ ។ ជាច្រើនសតវត្សមកហើយ ថាមពលពន្លឺត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់សម្ងួតអាហារឬបង្ហួតទឹកក្នុងស្រែអំបិល ។ ផ្ទះបៃតងជួនកាលក៏ប្រើថាមពលពន្លឺដើម្បីដុតកម្ដៅខ្យល់ក្នុងផ្ទះដែរ ។ គេអាចប្រើកញ្ចក់ស្វ៊ែផតដ៏ធំ ដើម្បីប្រមូលពន្លឺឱ្យទៅរួមត្រង់តំបន់មួយតូចដើម្បីដុតកម្ដៅទឹកឱ្យក្លាយជាចំហាយ រួចចំហាយទឹកទៅបង្វិលតួប៊ីនដែលអាចផលិតជា ថាមពលអគ្គិសនី ។

ថ្មពិលផូតូវ៉ុលតែក (Photovoltaic) ត្រូវបានឱ្យឈ្មោះថាថ្មពិលព្រះអាទិត្យ (Solar cell) ។ ពាក្យផូតូវ៉ុលតែកចេញមកពីពាក្យក្រិក : Phos មានន័យថាពន្លឺ (light) និងឈ្មោះអ្នកប្រាជ្ញអ៊ីតាលីម្នាក់ វ៉ុលតា (Volta) ដែលចេញពីពាក្យនេះមានពាក្យវ៉ុល (Volt និង Voltage) ។ វាមានន័យចំថា ពន្លឺនិងអគ្គិសនី ។

ប្រសិទ្ធភាពនៃថ្មពិលព្រះអាទិត្យត្រូវបានទទួលស្គាល់ជាលើកដំបូងក្នុងឆ្នាំ **1839** ដោយអ្នកប្រាជ្ញបារាំងអាឡិចសង់អេដម៉ុងបែកឺរ៉ែល(Alexandre Edmond Becquerel) ។ ប៉ុន្តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ថ្មពិលព្រះអាទិត្យត្រូវបានបង្កើតឡើងជាដំបូងដោយលោក ឆាលហ្វ្រិត (Charles Fritts) ដែលគាត់ប្រើសឺមីកុងឌុចទ័រស៊ីលីញ៉ូម (Selenium) ស្រោបដោយបន្ទះមាសយ៉ាងស្តើង ។ ក្នុងឆ្នាំ 1954 សម័យកាលនៃបច្ចេកវិទ្យាទំនើបរបស់ថ្មពិលព្រះអាទិត្យ គឺការរកឃើញរបស់មន្ទីរពិសោធន៍ **បែល** (Bell) ។ របកគំហើញនោះគឺជា **ស៊ីលីស្យូម** បើគេរំលាយធាតុមិនសុទ្ធបន្តិចចូលទៅក្នុងវា សឺមីកុងឌុចទ័រនេះមានភាពរស់នឹងពន្លឺយ៉ាងខ្លាំង ។

youtube.com/moeys krou.moeys.gov.kh facebook.com/moeys.gov.kh

ថ្មពិលព្រះអាទិត្យជាគ្រឿងសឺមីកុងឌុចទ័រដែលបំប្លែងថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។ វាផ្សំឡើងពីសឺមីកុងឌុចទ័រពីរ គឺសឺមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ p និងសឺមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ n ដាក់ភ្ជាប់គ្នា ។ សឺមីកុងឌុចទ័រនេះធ្វើឡើងពីស៊ីលីស្យូម ។ កាលណាពន្លឺព្រះអាទិត្យចាំងប៉ះលើបន្ទះស៊ីលីស្យូម អេឡិចត្រុងបានខ្ទាតចេញពីអាតូមរួចហូរឆ្លងកាត់សារធាតុហើយបង្កើតបានជាចរន្តអគ្គិសនី ។ ព្រមពេលជាមួយគ្នានោះ បន្ទុកវិជ្ជមានក៏ត្រូវបានបង្កើតឡើងហៅថា **រន្ធ** រួចហូរតាមទិសដៅច្រាសពីអេឡិចត្រុង ។ ថ្មពិលព្រះអាទិត្យបំប្លែងថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យឱ្យទៅជាចរន្តអគ្គិសនីជាប់ដែលអាចប្រើប្រាស់បាន ។ វាអាចបំប្លែងថាមពលពន្លឺទៅជាថាមពលអគ្គិសនីបានត្រឹមតែពី10 ទៅ 18% ប៉ុណ្ណោះ ។



រូបទី 5.1 ថ្មពិលព្រះអាទិត្យ

គុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិការប្រើប្រាស់ថ្មពិលព្រះអាទិត្យ

គុណសម្បត្តិ	គុណវិបត្តិ
- គ្មានការបំពុលបរិស្ថាន ។ - ថ្មពិលព្រះអាទិត្យទាមទារការថែទាំតិចតួចបំផុត ។	- ថាមពលអគ្គិសនីផ្តល់ដោយវាមានតម្លៃថ្លៃ ។ - វាអាចផ្តល់ថាមពលតែក្នុងពេលដែលមានពន្លឺ ដូច្នេះ គេត្រូវប្រើបាតរីអាគុយនិងអាំងវែទ័រ (Invertors) ដើម្បីស្តុកនិងបំប្លែងថាមពល ។

2. ថាមពលមេកានិច

2.1 ថាមពលខ្យល់

នៅសហរដ្ឋអាមេរិកកង្ហារខ្យល់ជាងប្រាំមួយលានគ្រឿងត្រូវបានប្រើសម្រាប់បូមទឹក ។ ស្នប់បូមទឹកដែលដើរដោយចរន្តអគ្គិសនីត្រូវបានជំនួសដោយកង្ហារខ្យល់ ។ សព្វថ្ងៃនេះថាមពលអគ្គិសនីដែលបានមកពីចំហេះឥន្ធនៈមានតម្លៃខ្ពស់ ។ ដូច្នេះការប្រើប្រាស់ថាមពលខ្យល់ផ្តល់នូវសារប្រយោជន៍យ៉ាងខ្លាំង ។

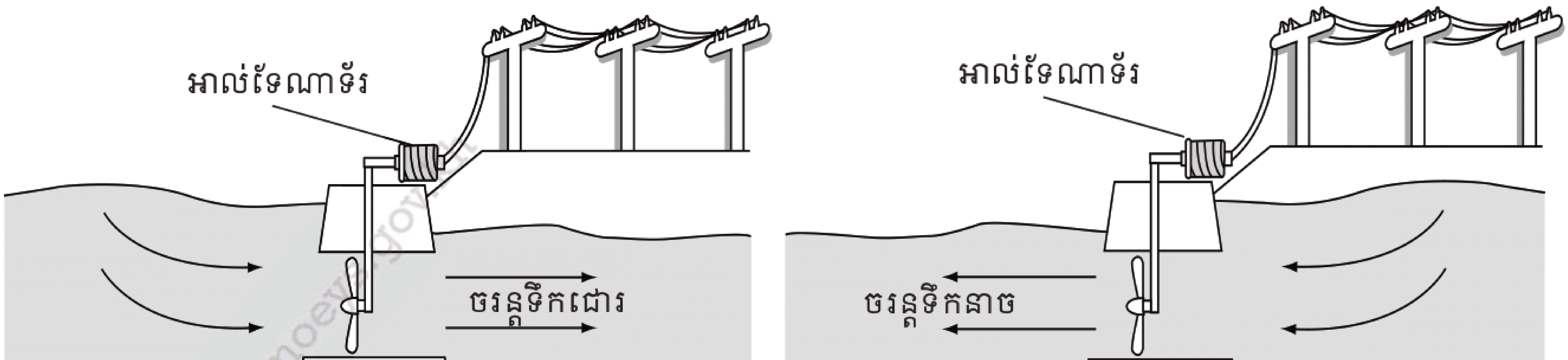
ថាមពលរបស់ខ្យល់អាចប្រើប្រាស់សម្រាប់បង្វិលកង្ហារ ។ កង្ហារមាន ថាមពលមេកានិចរួចវាបង្វិលជនិតា ដើម្បីផលិតជាថាមពលអគ្គិសនី ។ កង្ហារដែលមានព្រួញចង្អុលទិសខ្យល់ អាចផ្តល់អានុភាពអគ្គិសនី 7.2MW ចំពោះអង្កត់ផ្ចិតកង្ហារ 130m ។ របៀបស្តុកថាមពលខ្យល់មានពីរបែប ។ របៀបស្តុកទីមួយគឺគេប្រើបាតឺរីអាគុយ ហើយរបៀបទីពីរគេប្រើថាមពលអគ្គិសនីបូមទឹកស្តុកក្នុងអាងមួយ ។ នៅថ្ងៃណាមួយដែលគ្មានខ្យល់ទេ គេបង្ហូរទឹកឆ្លងកាត់តួប៊ីនដើម្បីបង្វិលជនិតា ។

រូបទី 5.2 កង្ហារផលិតអគ្គិសនី

គុណវិបត្តិនៃការប្រើប្រាស់ថាមពលខ្យល់គឺសម្លេងរង្វិលតួប៊ីនអាចរំខានដល់មជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ហើយម្យ៉ាងទៀតស្លាបកង្ហារវែងៗធ្វើពីលោហៈអាចរំខានដល់រលកធាតុអាកាសនៃទូរទស្សន៍និងទូរគមនាគមន៍ ។

2.2 ថាមពលទឹកជោរ

ទឹកជោរនៅសមុទ្របង្កើតឡើងដោយសារទំនាញសកល រវាងផែនដី ព្រះចន្ទ និងព្រះអាទិត្យ ។ ជាញឹកញាប់ ជំនោរអាចប្រើជាប្រភពថាមពលបាន ។ នៅពេលដែលផែនដីវិល ជំនោរនៅកន្លែងខ្លះផ្លាស់ប្តូរជាញឹកញាប់ក្នុងមួយថ្ងៃៗ ។ នៅពេលដែលទឹកជោរនិងនាច ទឹកហូរចូលនិងចេញពីមាត់ព្រែក ។ បើសិនជាមាត់ព្រែកអាចបិទដោយសារទំនប់ ថាមពលនៃទឹកហូរអាចស្ទាក់ដើម្បីបង្វិលតួប៊ីន ។ ថាមពលបែបនេះហៅថា ថាមពលទឹកជោរ ។ ដូចជាថាមពលវារីអគ្គិសនីដែរ ថាមពលទឹកជោរប្រើកម្មន្តរបស់ទឹកដែលហូរពីទីខ្ពស់ទៅទីទាប ។



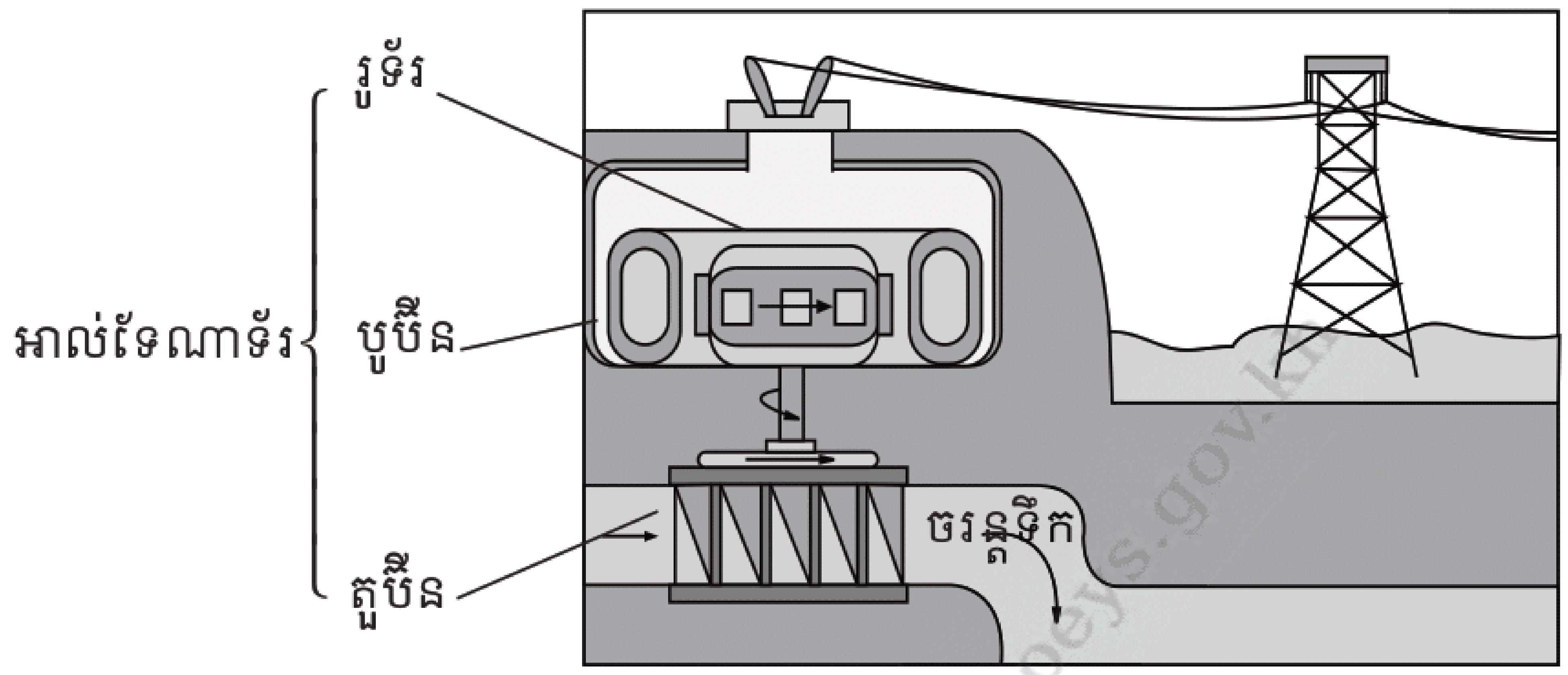
រូបទី 5.3 វារីអគ្គិសនីដើរដោយកម្លាំងទឹកជោរនាច

ទីតាំងដែលអាចធ្វើការអភិវឌ្ឍថាមពលទឹកជោរមានប្រហែល 24 ។ ក្នុងចំណោមទីតាំងទាំងនោះ មានទីតាំងពីរដែលត្រូវបានធ្វើការអភិវឌ្ឍ គឺមួយនៅស្រុកបារាំងនិងមួយទៀតនៅអតីតសហភាពសូវៀត ។ ទឹកជោរខ្ពស់បំផុតដែលអាចមានការផ្លាស់ប្តូរប្រហែល 15m គឺកើតមាននៅឆ្នេរ (Fundy New Brunswick) ក្នុងប្រទេសកាណាដា ។

ការផលិតថាមពលអគ្គិសនីដោយទឹកជោរ គឺមិនមានការបំពុលបរិស្ថានទេ ប៉ុន្តែក៏នៅមានបញ្ហាដូចជា ការផលិតថាមពលបែបផ្សេងៗទៀតដែរ ។ ទឹកសមុទ្រប្រៃអាចស៊ីគ្រឿងចក្រហើយសំណង់ទំនប់ឆ្លងកាត់មាត់សមុទ្រអាចប្តូរជំនោរនិងអាចបំផ្លាញបរិស្ថាននៅតំបន់នោះ ។

2.3 ថាមពលវារីអគ្គិសនី

ថាមពលអគ្គិសនីផ្តល់ដោយវារីអគ្គិសនីបានមកពីថាមពលមេកានិចរបស់ទឹក ។ ទំនប់ទឹកដែលស្តុកទឹកក្នុងទន្លេមានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលបម្រុង ។ ពេលទឹកត្រូវបានបង្ហូរឆ្លងកាត់តួប៊ីន ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលរបស់ទឹកត្រូវបានបំប្លែងទៅជាថាមពលស៊ីនេទិចរបស់តួប៊ីន ។ តួប៊ីនវិលហើយទាញបង្វិលជនិតា (អាល់ទែណាទ័រ)ដែលអាចផលិតនូវថាមពលអគ្គិសនី ។



រូបទី5.4

បច្ចុប្បន្ននេះ ថាមពលវារីអគ្គិសនីបានផ្គត់ផ្គង់ការប្រើប្រាស់ប្រហែល 715,000 MW គឺ 19% នៃថាមពលអគ្គិសនីនៅលើពិភពលោក (16% ក្នុងឆ្នាំ 2003) ។ ទំនប់ធំៗកំពុងតែត្រូវបានធ្វើគម្រោងសាងសង់ ។ ក្រៅពីប្រទេសមួយចំនួនតូចដែលសម្បូរទៅដោយទំនប់វារីអគ្គិសនី សេចក្តីត្រូវការថាមពលវារីអគ្គិសនី កើនឡើងខ្ពស់បំផុតក្នុងប្រទេសផ្សេងទៀត ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយក្នុងប្រទេសជឿនលឿនថាមពលវារីអគ្គិសនីប្រហែលមិនមែនជាជម្រើសសំខាន់ទេ ក្នុងការផលិតនៅពេលអនាគត ព្រោះទឹកន្លែងសំខាន់ៗភាគច្រើនក្នុងប្រទេសទាំងនោះជាមួយនឹងសក្តានុពលដែលផ្តល់ប្រយោជន៍បែបនេះ ត្រូវបានគេទាញយកឬក៏មិនអាចដោយសារតែហេតុផលផ្សេងៗដូចជាការគិតគូរពីបញ្ហាបរិស្ថានជាដើម ។

ការផលិតថាមពលវារីអគ្គិសនីជាសំខាន់ គឺគ្មានកាបូនអុកស៊ីត (CO_2) ឬការបញ្ចេញគ្រោះថ្នាក់ផ្សេងៗទៀតដែលផ្ទុយពីការផលិតថាមពលដោយចំហេះឥន្ធនៈឬឧស្ម័ន ។ថាមពលវារីអគ្គិសនីមានតម្លៃថោកជាងថាមពលអគ្គិសនីផលិតដោយចំហេះឥន្ធនៈនិងដោយថាមពលនុយក្លេអ៊ែរ ។កន្លែងណាដែលសម្បូរដោយថាមពលវារីអគ្គិសនី កន្លែងនោះមានការទាក់ទាញរោងចក្រយ៉ាងខ្លាំងដោយសារតែតម្លៃថាមពលអគ្គិសនីថោក ។

គុណប្រយោជន៍សំខាន់នៃទំនប់វារីអគ្គិសនី គឺលទ្ធភាពរបស់វាដែលអាចត្រួតពិនិត្យតាមរដូវក៏ដូចតាមថ្ងៃនូវការផ្ទុកខ្ពស់បំផុត (ប៉ុន្តែទំនប់វារីអគ្គិសនីខ្លះក៏មិនអាចត្រួតពិនិត្យបានដែរ) ។ នៅពេលដែលតម្រូវការអគ្គិសនីថយចុះ ទំនប់គ្រាន់តែស្តុកទឹកបន្ថែមទៀត ។ ជនិតាអគ្គិសនីខ្លះ ប្រើប្រាស់ទឹកក្នុងទំនប់ដែលស្តុកថាមពលហួសកំណត់ (ជាទូទៅនៅពេលយប់) ដោយប្រើចរន្តអគ្គិសនីបូមទឹកឡើងទៅលើអាង ។ ចរន្តអគ្គិសនីអាចត្រូវបង្កើតជាថ្មី កាលណាសេចក្តីត្រូវការកើតឡើង ។ ក្នុងការអនុវត្តការប្រើប្រាស់ទឹកស្តុកក្នុងទន្លេ ជួនកាលជួបការលំបាកដោយសារតម្រូវការនៃធារាសាស្ត្រដែលអាចកើតមានយូរៗម្តងជាមួយនឹងតម្រូវការខ្ពស់នៃចរន្តអគ្គិសនី ។

អានុភាពនៃវារីអគ្គិសនីអាចវាស់បានទៅតាមបរិមាណអានុភាពដែលអាចប្រើប្រាស់បាន ឬថាមពលក្នុងមួយខ្នាតនៃពេល ។ អានុភាពក្នុងស្ថានភាពណាមួយ វាជាអនុគមន៍នៃកម្រិតកម្ពស់ទឹកក្នុងអាងធៀបទៅនឹងតួប៊ីននិងល្បឿននៃការហូរ ។

ថាមពល E ដែលបានមកពីការទម្លាក់អង្គធាតុមួយមានម៉ាស m ពីរយៈកម្ពស់ h ក្នុងដែនទំនាញផែនដីគឺ : $E = mgh$ (g សំទុះទំនាញផែនដី) ។

ថាមពលប្រើការបានរបស់វារីអគ្គិសនីគឺជាថាមពលដែលបានមកពីការទម្លាក់ទឹកក្នុងបែបមួយដែលអាចត្រួតពិនិត្យបាន ។ ទំនាក់ទំនង អានុភាពនឹងធារទឹកដែលហូរឆ្លងកាត់តួប៊ីនក្នុងមួយខ្នាតពេលគឺ

$\frac{E}{t} = \frac{mgh}{t}$ ឬ $\frac{E}{t} = \frac{m}{t}gh$ តែ $P = \frac{E}{t}$ និង $m = \rho V$

$\Rightarrow P = \frac{V}{t}\rho gh$ តាង $\frac{V}{t} = \varphi$

យើងបានកន្សោមដូចខាងក្រោម

$$P = \varphi\rho gh$$

P អានុភាពគិតជាវ៉ាត់ (W)

φ ធារទឹកដែលហូរឆ្លងកាត់តួប៊ីនគិតជាម៉ែត្រគូបក្នុងមួយវិនាទី (m^3/s)

ρ ម៉ាសមាឌទឹកគិតជាគីឡូក្រាមក្នុងមួយម៉ែត្រគូប (kg/m^3)

g សំទុះទំនាញផែនដីគិតជា (m/s^2)

h កម្ពស់គិតជាម៉ែត្រ (m) ។

ឧទាហរណ៍ : វារីអគ្គិសនីមួយផ្តល់នូវអានុភាពអគ្គិសនី $P = 10MW$ ។ ទម្លាក់ទឹកមានកម្ពស់ $h = 100m$ ។ តើក្នុងរយៈពេល $t = 1h$ ម៉ាសទឹកដែលហូរធ្លាក់ចុះស្មើនឹងប៉ុន្មាន ? ឧបមាថាទិន្នផល 100 % ។

✍ ដំណោះស្រាយ

$$P = \frac{mgh}{t} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{Pt}{gh}$$

$$P = 10\text{MW} = 10 \times 10^6\text{W} \quad , t = 1\text{h} = 3600\text{s} \quad , g = 9.80\text{m/s}^2 \, , h = 100\text{m}$$

$$m = \frac{10 \times 10^6\text{W} \times 3600\text{s}}{9.80\text{m/s}^2 \times 100\text{m}} = 3.67 \times 10^7\text{kg}$$

$m = 3.67 \times 10^4$ តោន

មេរៀនសង្ខេប

- ថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យអាចបំប្លែងទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។ គេអាចឱ្យពន្លឺព្រះអាទិត្យដុតកម្តៅទឹកឱ្យក្លាយជាចំហាយ ដើម្បីបង្វិលតួប៊ីន ។ ថ្មពិលព្រះអាទិត្យក៏ជាឧបករណ៍សម្រាប់បំប្លែងថាមពលពន្លឺទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។ ថ្មពិលព្រះអាទិត្យធ្វើឡើងពីសឺមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ p និងប្រភេទ n ។ វាអាចបំប្លែងថាមពលពន្លឺទៅជាអគ្គិសនីបានពី 10 ទៅ 18% ។
- ថាមពលខ្យល់អាចបង្កើតជាថាមពលមេកានិចនៃកង្ហារខ្យល់ ហើយថាមពលនេះអាចបំប្លែងទៅជាថាមពលអគ្គិសនីតាមរយៈតួប៊ីនដែលបង្វិលអាល់ទែណាទ័រ ។
- ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទឹកដែលទប់ក្រោយទំនប់ អាចបំប្លែងជាថាមពលស៊ីនេទិចនៃតួប៊ីននៅពេលគេបង្ហូរវាចុះក្រោម ។ តួប៊ីនវិលហើយទាញបង្វិលអាល់ទែណាទ័រដែលអាចផលិតទៅជាថាមពលអគ្គិសនីសម្រាប់ប្រើប្រាស់ ។
- នៅពេលទឹកជោរគេបើកទំនប់ឱ្យទឹកចូល រួចគេបិទទំនប់ ។ នៅពេលទឹកនាចគេបង្ហូរទឹកឱ្យបង្វិលតួប៊ីន រួចតួប៊ីនបង្វិលអាល់ទែណាទ័រដែលអាចផលិតថាមពលអគ្គិសនី ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូររៀបរាប់ពីទម្រង់ថ្មពិលព្រះអាទិត្យ ។
2. តើគុណសម្បត្តិនិងគុណវិបត្តិនៃកង្ហារខ្យល់យ៉ាងដូចម្តេចខ្លះ ?
3. តើគុណសម្បត្តិនិងគុណវិបត្តិនៃថ្មពិលព្រះអាទិត្យយ៉ាងដូចម្តេចខ្លះ ?
4. តើការផលិតថាមពលអគ្គិសនីដោយប្រើថាមពលទឹកជោរមានគុណសម្បត្តិ និងគុណវិបត្តិយ៉ាងណាខ្លះ ?

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

មេរៀនទី

2 ការបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីឱ្យទៅជាថាមពលផ្សេងៗ

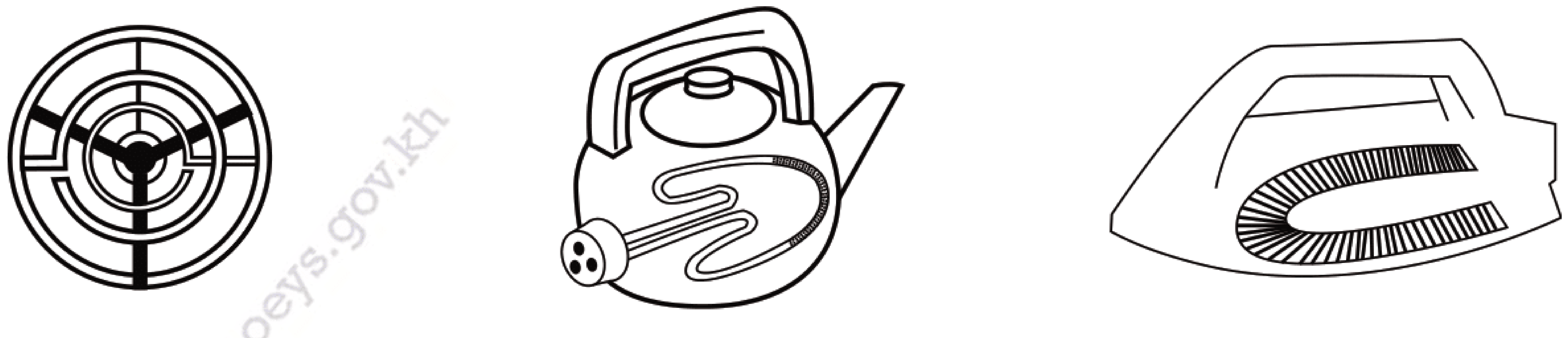
ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

❒ បំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីឱ្យទៅជាថាមពលកម្ដៅ ពន្លឺ និងថាមពលមេកានិច ។

1. ថាមពលអគ្គិសនីបំប្លែងទៅជាថាមពលកម្ដៅ

អង្គធាតុចម្លងមួយឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី ហើយបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីឱ្យទៅជាថាមពលកម្ដៅ ។ ខ្សែចម្លងត្រូវបានដុតកម្ដៅរួចផ្ដល់កម្ដៅទៅឱ្យមជ្ឈដ្ឋានក្រៅតាមរយៈការចម្លងកម្ដៅ ចរន្តវិលវល់និងការបញ្ចេញរស្មី ។ នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពខ្សែកើនឡើង បរិមាណកម្ដៅដែលផ្ដល់ទៅឱ្យមជ្ឈដ្ឋានក្រៅក្នុងមួយខ្នាតនៃពេលក៏កើនឡើងដែរ ។ នៅពេលដែលខ្សែផ្ដល់នូវបរិមាណកម្ដៅក្នុង 1វិនាទីស្មើនឹងអានុភាពអគ្គិសនីដែលវាទទួល ខ្សែចម្លងលែងកើនសីតុណ្ហភាពទៀតហើយ គេថារបបអចិន្ត្រៃយ៍កើតឡើងហើយសីតុណ្ហភាពខ្សែបានឡើងដល់សីតុណ្ហភាពលំនឹងមួយ ។

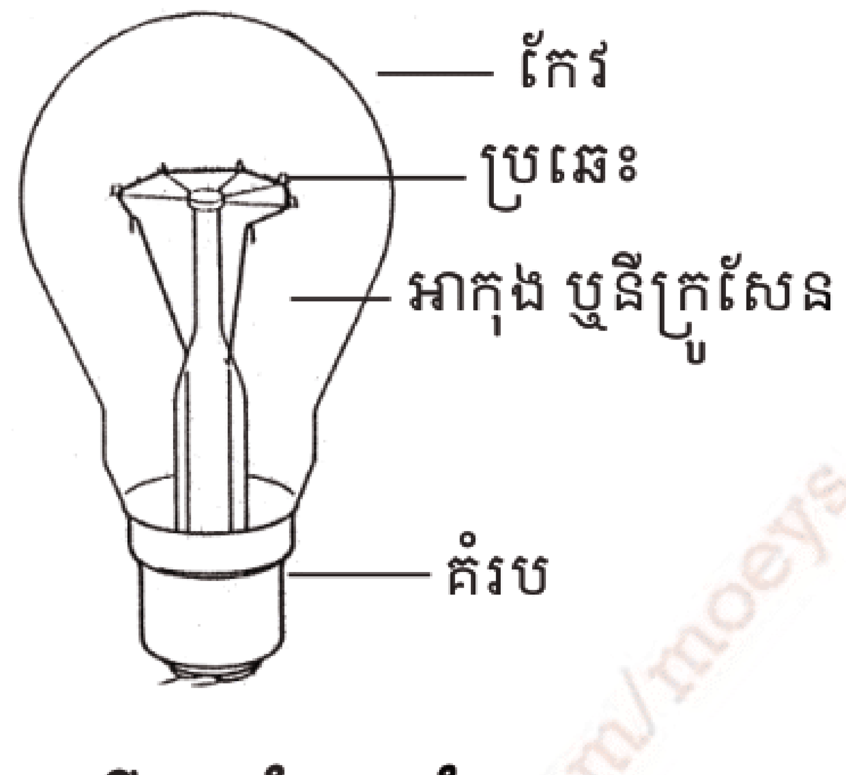
ការដុតកម្ដៅដោយអគ្គិសនីត្រូវបានប្រើធាតុកម្ដៅជាខ្សែនីកែលក្រូមឬដែកនីកែល (សំលោហៈមិនរងអុកស៊ីតកម្ម ទោះបីជាក្ដៅក៏ដោយ) ។ ធាតុកម្ដៅនេះទ្រដោយបន្ទះអ៊ីសូឡង់ ហើយគេឱ្យវាឆ្លងកាត់ដោយចរន្តអគ្គិសនី ។



រូបទី 5.5 ឧបករណ៍បំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលកម្ដៅ

នៅក្នុងឧបករណ៍អគ្គិសនីខ្លះ ដូចជាចង្ក្រានអគ្គិសនី ប្រដាប់ដុតកម្ដៅទឹក កំសៀវអគ្គិសនី ឆ្នាំងអ៊ុត ។ល។ ធាតុកម្ដៅត្រូវបានស្រោបដោយមីកា ស៊ីលីស្យូម ឬដីឥដ្ឋដុត ។ សីតុណ្ហភាពលំនឹងមានតម្លៃប្រហែលពី 700 ទៅ 900°C ដើម្បីអាចឱ្យវាឡើងក្រហមហើយផ្ដល់កម្ដៅទៅឱ្យវត្ថុទាំងឡាយដែលនៅជុំវិញខ្លួនវា ។ ការដុតកម្ដៅដោយអគ្គិសនីមានភាពស្អាតហើយងាយស្រួលប្រើប្រាស់និងមិនបំពុលបរិស្ថានទេ ។

អំពូលរង្គុំ : អំពូលរង្គុំដំណើរការដោយការដុតកម្ដៅប្រឆេះដោយចរន្តអគ្គិសនី ។ ប្រឆេះធ្វើឡើងពីខ្សែចម្លងតង់ស្តែន ។ គេជ្រើសរើសតង់ស្តែន ព្រោះវាមានរេស៊ីស្ទីវីតេធំនិងចំណុចរលាយខ្ពស់ (3400°C) ។ម្យ៉ាងទៀតតង់ស្តែនអាចធ្វើឱ្យផ្នារខ្លាំង(មុខកាត់តូច) ដើម្បីឱ្យមានរេស៊ីស្តង់ធំជាងរេស៊ីស្តង់សៀគ្វីខាងក្រៅ ។ នៅពេលដែលចរន្តឆ្លងកាត់ប្រឆេះ វាឡើងក្ដៅហើយមានពណ៌ស (សីតុណ្ហភាពប្រហែល 2500°C)។ កាលណាសីតុណ្ហភាពប្រឆេះឡើងកាន់តែខ្ពស់ ថាមពលអគ្គិសនីដែលត្រូវបំប្លែងទៅជាពន្លឺកាន់តែខ្លាំង ។ នេះពន្យល់ពីមូលហេតុដែលគេត្រូវជ្រើសរើសតង់ស្តែន ដែលមានចំណុចរលាយខ្ពស់ ។ នៅក្នុងអំពូលកែវគេប្រើឧស្ម័នកម្រ ដូចជានីត្រូសែន ឬអាកុងដែលមិនធ្វើឱ្យប្រឆេះតង់ស្តែនរងអុកស៊ីតកម្ម ។



រូបទី5.6 អំពូលរង្គុំ

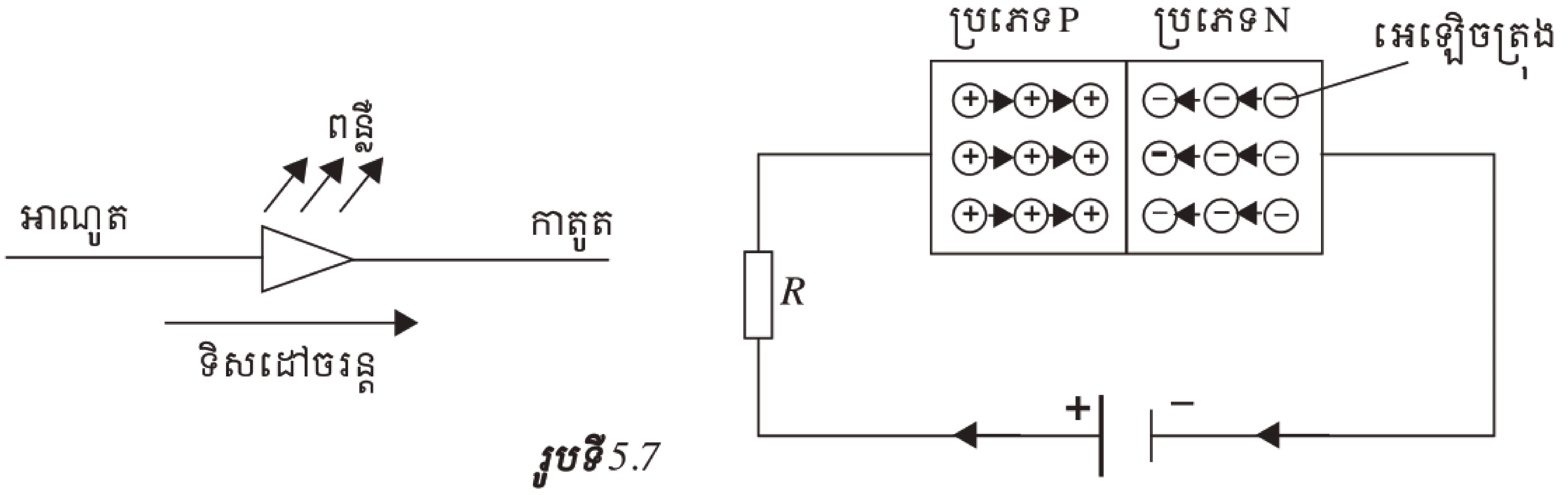
គុណវិបត្តិនៃអំពូលរង្គុំមានពីរ :

- មានតែ 10% នៃថាមពលអគ្គិសនីទេដែលត្រូវបំប្លែងទៅជាពន្លឺ ចំណែក 90% ទៀតត្រូវបំប្លែងទៅជាថាមពលកម្ដៅ ។ ទាំងអស់នេះពន្យល់ពីមូលហេតុថា ហេតុអ្វីបានជាក្ដៅខ្លាំងពេលដែលយើងប្រើអំពូលរង្គុំ ។
- ប្រៀបធៀបនឹងអំពូលភ្លុយអរ អំពូលរង្គុំចោលស្រមោលយ៉ាងខ្លាំងមិនសមរម្យសម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងការិយាល័យឬក្នុងសាលារៀនទេ ។

2. ថាមពលអគ្គិសនីបំប្លែងទៅជាថាមពលពន្លឺ

1.1 ឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺ

ឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺឬអំពូលឌីយ៉ូត (*LED*) ជាឧបករណ៍បំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលពន្លឺ ។ វាធ្វើឡើងពីសីមីកុងឌុចទ័រពីរភ្ជាប់គ្នា គឺសីមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ *p* (*p* គឺ *positive* មានន័យថាខ្វះអេឡិចត្រុងឬមានរន្ធ) និងសីមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ *n* (*n* គឺ *negative* មានន័យថាលើសអេឡិចត្រុង) ។



រូបទី5.7

កាលណាគេបង្កើតឱ្យមានផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៅចុងសងខាងឌីយ៉ូត(LED) តាមទិសដៅចរន្តឆ្លងកាត់ដូចរូបខាងលើ អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពី n ទៅ p ដែលជាហេតុធ្វើឱ្យមានការទង្គិចរវាងបន្ទុក (–) និងបន្ទុក(+) នៅត្រង់តំបន់ភ្ជាប់គ្នា ពេលនោះមានពន្លឺកកើតមានឡើង ។

ឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺមានគុណភាពប្រសើរជាងអំពូលរង្គុំ ព្រោះឌីយ៉ូតត្រូវការចរន្តយ៉ាងតូច និងបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលពន្លឺបានរហូតដល់ 90 % ។

2.2 អំពូលភ្លុយអ៊ីរឬអំពូលម៉ែត

ប្រៀបធៀបទៅនឹងអំពូលរង្គុំ អំពូលភ្លុយអ៊ីរមានប្រសិទ្ធភាពជាងប្រហែលបីដង គិតទាំងការចំណាយនិងរយៈពេលប្រើប្រាស់ ។ អំពូលភ្លុយអ៊ីរអាចប្រើបានក្នុងរយៈពេល 3000 ម៉ោង បើប្រៀបធៀបទៅនឹងអំពូលរង្គុំដែលអាចប្រើបានតែ 1000 ម៉ោង ។

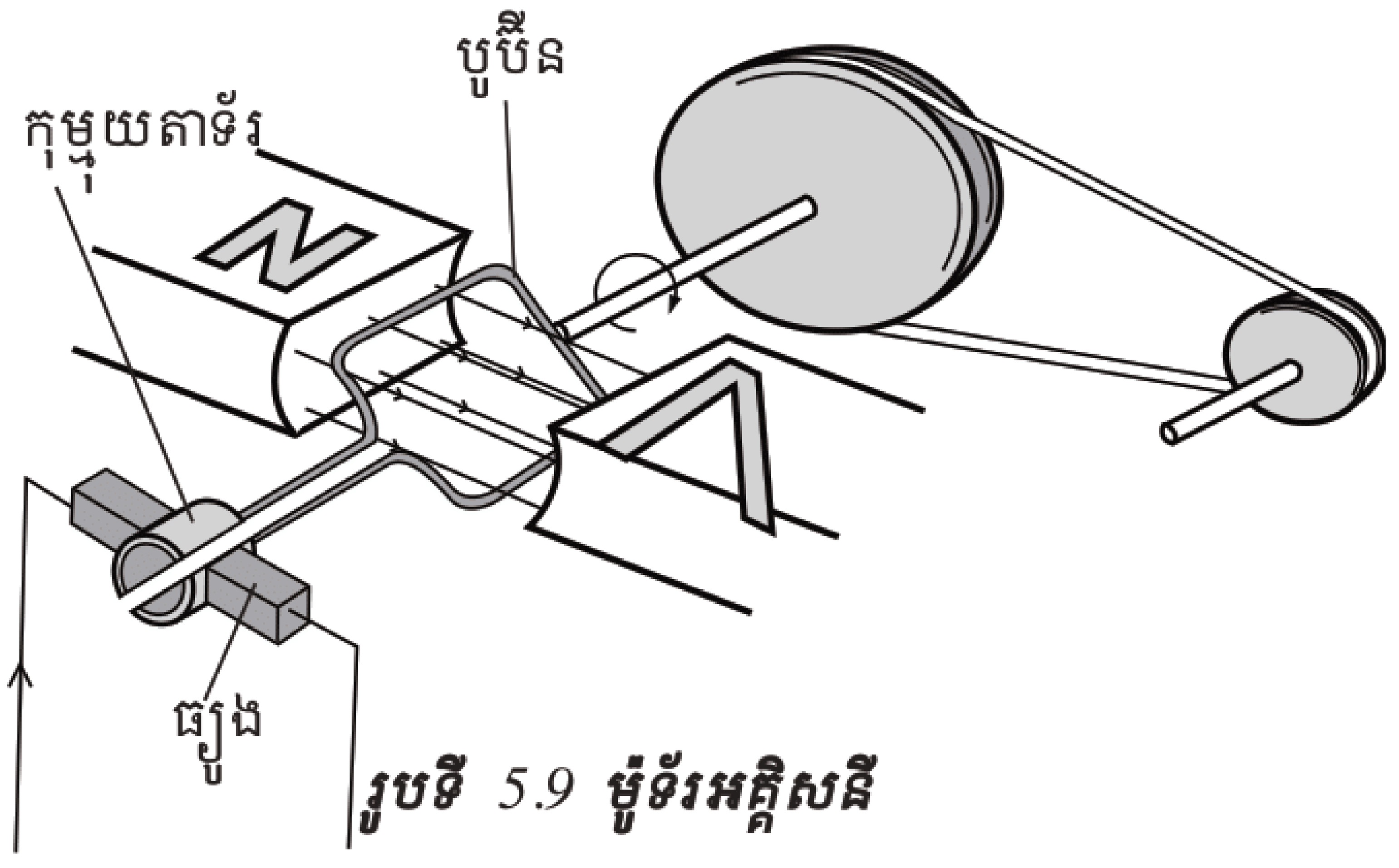
រូបទី5.8 អំពូលភ្លុយអ៊ីរ

អំពូលភ្លុយអ៊ីរមិនមានប្រឆេះទេ តែវាមានអេឡិចត្រូតពីរ ។ កាលណាគេឱ្យបន្ទុកអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ចន្លោះអេឡិចត្រូតទាំងពីរ ចំហាយបារតនៅក្នុងបំពង់កែវបញ្ចេញកាំរស្មីស្វាយអ៊ុលត្រានិងកាំរស្មីមើលឃើញផ្សេងទៀត ។ កាំរស្មីស្វាយអ៊ុលត្រានេះ ត្រូវបានបំប្លែងទៅជាកាំរស្មីមើលឃើញដោយសារម្សៅភ្លុយអ៊ីរដែលមាននៅក្នុងបំពង់កែវ ។

អំពូលភ្លុយអ៊ីរត្រូវបានប្រើប្រាស់ជាទូទៅ នៅក្នុងការិយាល័យ សាលារៀន សម្រាប់គ្រប់ការបំភ្លឺ ព្រោះវាជាប្រភពពន្លឺលាតហើយចោលស្រមោលខ្សោយ ។

3. ថាមពលអគ្គិសនីបំប្លែងទៅជាថាមពលមេកានិច

ម៉ូទ័រអគ្គិសនីធ្វើឡើងពីមេដែកនិងប៊ូប៊ីនរុំដោយខ្សែចម្លង ។ ប៊ូប៊ីនត្រូវបានដាក់នៅចន្លោះប៉ូលទាំងពីរនៃមេដែក ។ កាលណាគេឱ្យចរន្តឆ្លងកាត់ប៊ូប៊ីនដែលស្ថិតក្នុងដែនម៉ាញេទិច វាបង្កើតនូវកម្លាំងដែលជាហេតុធ្វើឱ្យ ប៊ូប៊ីនវិល ។ ប៊ូប៊ីនត្រូវបានតភ្ជាប់ទៅនឹងដងវង្វិលមួយដែលថាមពលស៊ីនេទិចត្រូវបានបញ្ជូនតាមដងវង្វិលទៅកាន់រ៉កនិងខ្សែពាន ។ ដូច្នេះជាហេតុបណ្តាលឱ្យយើងអាចប្រើប្រាស់ថាមពលមេកានិចនេះបានយ៉ាងងាយ ។



រូបទី 5.9 ម៉ូទ័រអគ្គិសនី

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeysgov.kh

ម៉ូទ័រអគ្គិសនីបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលមេកានិចដែលអាចបង្កើតជាកម្មន្ត ។ ម៉ូទ័រអគ្គិសនីដែលយើងប្រើប្រាស់សព្វថ្ងៃមាន ម៉ាស៊ីនស្វាន កង្ហារ ម៉ាស៊ីនសម្ងួតខោអាវ ម៉ាស៊ីនសម្ងួតសក់ ម៉ាស៊ីនទឹកក្រឡុក ម៉ូទ័របូមទឹក ម៉ូទ័រនៃម៉ាស៊ីនគាបទឹកអំពៅ ។ល ។

ម៉ូទ័រអគ្គិសនីខ្លះមានភាពសាំញ៉ាំជាងម៉ូទ័រងាយដែលយើងរៀបរាប់ខាងលើ ។ ភាពខុសគ្នាសំខាន់គឺវាធ្វើឡើងពីបូប៊ីនច្រើនហើយភ្ជាប់ទៅនឹងដងរង្វិលតែមួយ ។ បើបូប៊ីនមានកាន់តែច្រើន ម៉ូទ័រមានអានុភាពកាន់តែធំ ។

មេរៀនសង្ខេប

- ថាមពលអគ្គិសនីអាចបំប្លែងទៅជាថាមពលកម្ដៅ ។ គេឱ្យចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់ធាតុកម្ដៅ ហើយវាឡើងក្ដៅ រួចបញ្ចេញកម្ដៅទៅឱ្យមជ្ឈដ្ឋានដែលនៅជិតវា ។ ឧបករណ៍ដែលបំប្លែង ថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលកម្ដៅមាន : ឆ្នាំងអ៊ុត ចង្ក្រានអគ្គិសនី កំសៀវអគ្គិសនីអំពូលរង្គុំ ។
- ឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺ ឬអំពូលឌីយ៉ូត (LED) បំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលពន្លឺ ។
- អំពូលភ្លុយអ៊ីរក៏បំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលពន្លឺដែរ ។
- ម៉ូទ័រអគ្គិសនីជាឧបករណ៍បំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលមេកានិច ។ ម៉ូទ័រអគ្គិសនីមានដូចជា កង្ហារ ម៉ាស៊ីនខួង ប្រដាប់សម្ងួតសក់ ម៉ាស៊ីនទឹកក្រឡុក ម៉ូទ័រនៃម៉ាស៊ីនគាបទឹកអំពៅ ។ល ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. តើឧបករណ៍អ្វីខ្លះដែលបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលកម្ដៅ ?
2. តើឧបករណ៍អ្វីខ្លះដែលបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលមេកានិច ?
3. ចូររៀបរាប់ពីទម្រង់ម៉ូទ័រអគ្គិសនីងាយ ។
4. ចូររៀបរាប់ពីគុណវិបត្តិ គុណសម្បត្តិនៃអំពូលរង្គុំ និងអំពូលភ្លុយអ៊ីរ ។

សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 5

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវមានតែមួយគត់ :

1. ថាមពលពន្លឺត្រូវបានបំប្លែងទៅជាថាមពលអគ្គិសនីដោយ :

- ☐ ក. ថ្មពិលស្ងួត
- ☐ ខ. អាគុយ
- ☐ គ. ថ្មពិលព្រះអាទិត្យ
- ☐ ឃ. អាល់ទែណាទ័រ

2. ថ្មពិលព្រះអាទិត្យធ្វើឡើងពី :

- ☐ ក. ស៊ីមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ p
- ☐ ខ. ស៊ីមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ n
- ☐ គ. ស៊ីមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ p និងប្រភេទ n
- ☐ ឃ. ស៊ីមីកុងឌុចទ័រ

3. ទំនប់វារីអគ្គិសនី :

- ☐ ក. បំប្លែងថាមពលពន្លឺទៅជាថាមពលអគ្គិសនី
- ☐ ខ. បំប្លែងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទឹកទៅជាថាមពលអគ្គិសនី
- ☐ គ. បំប្លែងថាមពលខ្យល់ទៅជាថាមពលអគ្គិសនី
- ☐ ឃ. បំប្លែងថាមពលស៊ីនេទិចទៅជាថាមពលអគ្គិសនី

4. ឧបករណ៍ដែលបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលកម្ដៅសុទ្ធគឺ :

- ☐ ក. អំពូលរង្គុំ　　☐ ខ. ឆ្នាំងអ៊ុត
- ☐ គ. អំពូលភ្លុយអ៊ីរ　　☐ ឃ. ថ្មពិលព្រះអាទិត្យ

5. ឧបករណ៍បំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលមេកានិចគឺ

- ☐ ក. ជនិតា　　☐ ខ. ម៉ូទ័រ
- ☐ គ. ឌីយ៉ូត LED　　☐ ឃ. ចង្ក្រានអគ្គិសនី

youtube.com/moeys
krou.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ ៖

1. . . . . បំប្លែងថាមពលពន្លឺទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។
2. ទឹកជោរ ទឹកនាចក៏ជា . . . . មួយបែបដែលអាចបំប្លែងទៅជាថាមពល . . . . . . ។
3. វារីអគ្គិសនីបំប្លែងថាមពល . . . . ទៅជាថាមពល . . . . ។
4. ឌីយ៉ូត LED បំប្លែងថាមពល . . . . ទៅជាថាមពល . . . . ។
5. ឆ្នាំងអ៊ុត ចង្ក្រានអគ្គិសនី កំសៀវអគ្គិសនី បំប្លែងថាមពល . . . . . ទៅជាថាមពល . . . . . ។
6. អំពូលរង្គុំបំប្លែងថាមពល . . . . . . ទៅជាថាមពល . . . . . . និងថាមពល . . . . ។
7. ម៉ូទ័រអគ្គិសនីជាឧបករណ៍ដែលបំប្លែងថាមពល . . . . . . ទៅជាថាមពល . . . . . និង ថាមពល . . . . ។

III. លំហាត់

1. អាល់ទែណាទ័រមួយទទួលថាមពលពីទម្លាក់ទឹកដែលមានកម្ពស់ $h = 40\text{m}$ និងធារទឹក $\varphi = 156\text{m}^3/\text{s}$ ។ អាល់ទែណាទ័រអាចផ្តល់អានុភាពអគ្គិសនីប្រើការបាន $P = 50\text{MW}$ ។ គណនាទិន្នផលនៃសំណង់វារីអគ្គិសនីនេះ ។
2. វារីអគ្គិសនីមួយផ្តល់នូវអានុភាពអគ្គិសនី $P = 100\text{MW}$ ។ ទម្លាក់ទឹកមានកម្ពស់ $h = 100\text{m}$ ។ គណនាធារទឹក បើគេដឹងថាទិន្នផលនៃវារីអគ្គិសនីនេះ 90 % ? គេឱ្យម៉ាសមាឌទឹក $\rho = 10^3\text{kg/m}^3$ និង $g = 9.80\text{m/s}^2$ ។

youtube.com/moeys
khmer.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

បទានុក្រម

កម្តៅ	ជាបរិមាណថាមពលកម្តៅដែលផ្ទេរពីអង្គធាតុក្តៅទៅអង្គធាតុត្រជាក់ជាង ។
កម្តៅម៉ាស	ជាបរិមាណកម្តៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្តល់ឱ្យអង្គធាតុមួយ 1kg ឬដកចេញពីអង្គធាតុដើម្បីដំឡើងឬតំហាយសីតុណ្ហភាព 1°C ។
កម្តៅម៉ាសឡាតង់	ជាកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីឱ្យម៉ាសនៃអង្គធាតុ 1kg ប្តូរពីភាពរឹងទៅរាវឬច្រាស់មកវិញដោយគ្មានការផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាព ។
កម្តៅម៉ាសឡាតង់បង្ហួត	ជាកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីបង់ក្លាយម៉ាស 1kg របស់សារធាតុទៅជាចំហាយនៅសីតុណ្ហភាពដដែល ។
កម្តៅឡាតង់រលាយ	ជាកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីប្តូរភាពនៃអង្គធាតុ 1kg ពីរឹងទៅរាវ ឬច្រាស់មកវិញដោយគ្មានការផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាព ។
កម្តៅឡាតង់បង្ហួត	ជាកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីបង់ក្លាយអង្គធាតុ 1kg ពីភាពរាវទៅចំហាយឬច្រាស់មកវិញដោយគ្មានការផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាព ។
កំណជាញើស	ជាការបំប្លែងពីភាពជាចំហាយទៅភាពជាញើស ។
កំណក	ជាដំណើរផ្លាស់ភាពនៃអង្គធាតុពីរាវទៅរឹង ។
កម្មន្ត	ជាថាមពលដែលផ្ទេរទៅឱ្យអង្គធាតុ ឬបានមកពីអង្គធាតុដោយសារកម្លាំងដែលមានអំពើលើអង្គធាតុនោះ ។ ជាផលគុណរវាងកម្លាំងក្នុងទិសដៅបំលាស់ទីនិងទំហំនៃបំលាស់ទីនោះ ។
ករនេ	ជាស្រទាប់ថ្លាដែលស្រោបខាងក្រៅកែវភ្នែក ។
កុម្មុយតាទ័រ	ជាកងលោហៈក្នុងម៉ូទ័រដើរដោយចរន្តជាប់ប្រើសម្រាប់ប្តូរទិសដៅចរន្តអគ្គិសនីក្នុងបូប៊ីនរាល់កន្លះជុំម្តង ។

ការបន្ទឹមមេដែក	ជាទង្វើដែលធ្វើឱ្យដែកសុទ្ធឬដែកថែបមានលក្ខណៈម៉ាញេទិច ។
កាឡាក់ស៊ី	ជាកញ្ចុំផ្កាយ ។
កែវពង្រីក	ជាឧបករណ៍មួយដែលប្រើសម្រាប់ពង្រីកទំហំទំនងរបស់វត្ថុតូចៗដើម្បីឱ្យភ្នែកមើលឃើញច្បាស់ ។
កោន	ជាអ្នកប្រមូលផ្ដុំពន្លឺ ។
គ្រាប់រលក	ជាកូនរលកតូចៗមានរាងជាស្វ៊ែ ។
ចំណុចកំណុំ	ជាចំណុចរួមនៃបាច់ពន្លឺប្រសព្វគ្នាត្រង់ចំណុចមួយ ។
ចំណាំងផ្លាតនៃពន្លឺ	ជាការដាលនៃពន្លឺឆ្លងកាត់ពីមជ្ឈដ្ឋានមួយ ហើយពន្លឺនោះត្រូវបានចាំងត្រឡប់មកវិញ គេហៅថាចំណាំងផ្លាត ។
ចំណាំងបែរនៃពន្លឺ	ជាការដាលនៃពន្លឺឆ្លងកាត់ពីមជ្ឈដ្ឋានមួយទៅមជ្ឈដ្ឋានមួយទៀតហើយមានលំងាក គេហៅថា ចំណាំងបែរ ។
ចរន្តអគ្គិសនីជាប់	ជាចរន្តអគ្គិសនីដែលមានទិសដៅតែមួយ ផលសងប៉ូតង់ស្យែលមិនអាស្រ័យនិងពេលហើយចំនួនបន្ទុកអគ្គិសនីដែលផ្លាស់ទីក្នុងខ្សែចម្លងឥតប្រែប្រួល ។
ចរន្តឆ្លាស់	ជាចរន្តអគ្គិសនីដែលប្ដូរទិសដៅពីរដងក្នុងមួយខួប ។
ចល័ត	ជាវត្ថុដែលមានចលនា ។
ចម្ងាយចរ	ជាចម្ងាយដែលចល័តបានចរដោយមិនគិតទិសដៅ ។
ចំណុចនឹងទាប	ជាកម្រិតនៃភាពត្រជាក់របស់អង្គធាតុ ឧទាហរណ៍ ៖ ក្នុងមាត្រដ្ឋានសែលស្យុសចំណុចនឹងទាប គឺចំណុចកំណត់នៃទឹក ។

youtube.com/moeys
khmer.moeys.gov.kh
facebook.com/moeys.gov.kh

ចំណុចនឹងខ្ពស់	ជាកំរិតនៃភាពក្តៅរបស់អង្គធាតុ ។ ឧទាហរណ៍ ៖ ក្នុងមាត្រដ្ឋានសតភាគ ចំណុចនឹងខ្ពស់ គឺចំណុចចំហាយនៃទឹក ។
ចំណុចមួយនៃភាពទាំងបីរបស់ទឹក	ជាចំណុចប្រសព្វមួយនៃសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធដែលភាពទាំងបី (រឹង រាវ ឧស្ម័ន) មានលំនឹងរួមគ្នា ។
ចំណុះកម្តៅ	ជាបរិមាណកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីបង្កើនសីតុណ្ហភាពរបស់អង្គធាតុមួយ 1K ឬ 1°C ។
ជនិតាវ៉ាន់ឌឺក្រាហ្វ	ជាជនិតាដែលអាចបង្កើនតង់ស្យុងលើសពី 14 លាន វ៉ុល ត្រូវបានគេយកទៅប្រើក្នុងការស្រាវជ្រាវនុយក្លេអ៊ែ ដើម្បីពន្លឿនល្បឿននៃភាគល្អិតផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី ។
ដំបង	ជាសេនសឺរនៃពន្លឺស្រអាប់ ។
ដែនគំហើញ	ជាលំហដែលភ្នែកអាចមើលឃើញច្បាស់ ។
ឌីណាម៉ូម៉ែត	ជាឧបករណ៍សម្រាប់វាស់កម្លាំង ។
ឌីយ៉ូតបន្សាយពន្លឺ	ជាសឺមីកុងឌុចទ័រដែលអាចបន្សាយពន្លឺនៅពេលដែលមានចរន្តឆ្លងកាត់ ។
ឌីយ៉ូត	ឧបករណ៍សម្រាប់ត្រួតពិនិត្យទិសដៅចរន្ត ហើយអាចបំប្លែងចរន្តឆ្លាស់ឱ្យទៅជាចរន្តជាប់បាន ។
តួប៊ីន	ជាកង់យ៉ាងធំអាចវិលបាននៅពេលណាដែលចំហាយទឹកឬទឹកបង្វិលស្លាបវា ។
ត្រង់ស្វូ	ជាឧបករណ៍ប្រើសម្រាប់ដំឡើងឬតំហាយតង់ស្យុង ។
តេឡេទស្សន៍	ជាឧបករណ៍ប្រើសម្រាប់មើលវត្ថុនៅឆ្ងាយៗ ។

ថ្មពិលវ៉ុលតា	ជាថ្មពិលដែលរកឃើញដោយអ្នកប្រាជ្ញអ៊ីតាលីមានអេឡិចត្រូតពីរគឺ Zn និង Cu ដាក់ក្នុងសូលុយស្យុង H_2SO_4 ។
ថាមពល	ជាសមត្ថភាពនៃអង្គធាតុដើម្បីបំពេញកម្មន្ត ។
ថាមពលស៊ីនេទិច	ជាថាមពលដែលមានទំនាក់ទំនងទៅនឹងល្បឿនវត្ថុ ។
ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល	ជាថាមពលដែលអាស្រ័យទៅនឹងទីតាំងវត្ថុ ។
ទិន្នន័យ	ជាពត៌មានដែលប្រមូលបានមកពីពិសោធន៍ ។
ទន្លាក់សេរី	ជាចលនាធ្លាក់ក្រោមអំពើតែមួយគត់នៃទម្ងន់ ។
ទែម៉ូឌីណាមិច	ជាផ្នែកមួយនៃរូបវិទ្យាដែលសិក្សាពីកម្ដៅ ។
ទម្ងន់	ជាកម្លាំងនៃដែនទំនាញផែនដី ។
ធ្យូង	ជាកុងតាក់សម្រាប់ផ្ដល់ចរន្តទៅឱ្យកុម្មុយតាទ័រ ។
បំលាស់ទី	ជាការផ្លាស់ប្ដូរទីតាំងមួយធៀបទៅនឹងទីតាំងមួយទៀត និងវាស់តាមខ្សែត្រង់ពីទីតាំងដើមទៅទីតាំងស្រេច និងមានទិសដៅពីទីតាំងដើមទៅទីតាំងស្រេច ។
បន្ទះបម៉ាញេទិច	ជាទង្វើដែលធ្វើឱ្យមេដែកមួយអស់លក្ខណៈម៉ាញេទិច ។
បារ៉ូម៉ែត	ជាឧបករណ៍សម្រាប់វាស់សម្ពាធបរិយាកាស ។
ប្រព័ន្ធខ្នាតអន្តរជាតិ SI	ជាខ្នាតនិងខ្នាតគំរូនៃរង្វាស់ដែលអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រទូទាំងពិភពលោកប្រើប្រាស់ ។
ផូតូវ៉ុលតែក	ជាគ្រឿងបំប្លែងថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យឱ្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។

មុំកម្រិត	ជាមុំចំណាំងប៉ះពិសេសមួយដែលមានកាំពន្លឺចាំងបែរស្របនឹងផ្ទៃញែក ហើយបង្កើតបានមុំចាំងបែរស្មើនឹង 90° ។
ម៉ូទ័រ	ជាគ្រឿងបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលមេកានិច ។
ម៉ាណូម៉ែត	ជាឧបករណ៍សម្រាប់វាស់សម្ពាធឧស្ម័ន ។
មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព	ជាគំនូសក្រិតដែលសំគាល់ឱ្យទំហំខ្នាតសីតុណ្ហភាព ។
មេកានិច	ជាវិទ្យាសាស្ត្រដែលសិក្សាអំពីកម្លាំងនិងអំពើរបស់វា ។ គេចែកមេកានិចជាបីផ្នែក : + **ស្តាទិច** : ជាផ្នែកមួយនៃមេកានិចដែលសិក្សាអំពីលំនឹង និងអំពើនៃកម្លាំងលើវត្ថុដែលគ្មានចលនា ។ + **ស៊ីនេម៉ាទិច** : ជាផ្នែកមួយនៃមេកានិចដែលសិក្សាអំពីចលនានៃវត្ថុដោយគ្មានគិតពីបុព្វហេតុដែលបណ្តាលឱ្យមានចលនាគិតតែពីទំនាក់ទំនងរវាងចលនា និងពេល ។ + **ឌីណាមិច** : ជាផ្នែកមួយនៃមេកានិចដែលសិក្សាអំពីចលនាក្រោមអំពើនៃកម្លាំង ។
ម៉ាស៊ីនអាត់វូត	ជាឧបករណ៍ដែលផ្សំឡើងពីរ៉ក ខ្សែមិនយឺត និងអង្គធាតុ ។
រលាយ	ជាដំណើរផ្លាស់ភាពនៃអង្គធាតុពីរឹងទៅរាវ ។
រំពុះ	ជាការបង្កយ៉ាងរហ័សនៃអង្គធាតុរាវឱ្យកើតជាពពុះចំហាយដែលលេចចេញពីផ្ទៃអង្គធាតុរាវនោះ ។
រំហួត	ជាដំណើរផ្លាស់ភាពពីអង្គធាតុរាវទៅឧស្ម័ន ។
ល្បឿន	ជាការកំណត់ភាពលឿន ឬយឺតនៃចលនា ។
ល្បឿនមធ្យម	ជាបម្រែបម្រួលចម្ងាយចរក្នុងមួយខ្នាតពេល ។

វ៉ិចទ័រល្បឿន	ជាល្បឿនដែលបានបញ្ជាក់ទិសដៅច្បាស់លាស់ ។
វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម	ជាបម្រែបម្រួលនៃបំលាស់ទីក្នុងមួយខ្នាតពេល ។
វ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ	ជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះត្រង់ចំណុចមួយនៃខ្សែកោងតាង (បំលាស់ទី-ពេល) នៅខណៈនោះ ។
សីតុណ្ហភាព	ជាទំហំមួយដែលកំណត់ដោយកម្រិតកម្តៅ ឬកម្រិតត្រជាក់នៃអង្គធាតុ ។
សឺមីកុងឌុចទ័រ	ជាអង្គធាតុដែលមានរេស៊ីស្តង់នៅចន្លោះ $10^{-4}\Omega\cdot\text{m}$ និង $10^{4}\Omega\cdot\text{m}$ ហើយជាអង្គធាតុដែលចម្លងអគ្គិសនីកាលណាវាទទួលនូវសីតុណ្ហភាពប្រែប្រួល ។
ស៊ីនេទិច	ជាពាក្យមកពីភាសាក្រិចមានន័យថា ចលនា ។
សំទុះខណៈ	ជាបម្រែបម្រួលវ៉ិចទ័រល្បឿននៅខណៈនោះ ។ ជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះខ្សែកោង វ៉ិចទ័រល្បឿន-ពេលនៅខណៈនោះ ។
សូលេណូអ៊ីត	ជាបូប៊ីនវែងដែលមានប្រវែងបណ្តោយធំជាងកាំចាប់ពី 5 ដងឡើងទៅ ។
ស្ប៉ិចម៉ាញេទិច	ជាសំណុំខ្សែដែនម៉ាញេទិច ។
សន្ទនីយ	ជាអង្គធាតុរាវនិងឧស្ម័នដែលអាចហូរបាន ។
សឺមីកុងឌុចទ័រ	ជាអង្គធាតុដែលមានរេស៊ីស្តង់នៅចន្លោះអង្គធាតុចម្លងនិងអ៊ីសូឡង់ ។ វាចម្លងចរន្តអគ្គិសនីខ្សោយបំផុត ។
សឺមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ : n	ជាសឺមីកុងឌុចទ័រប្រភេទអវិជ្ជមាន ។ គេយកធាតុដែលអាតូមមានអេឡិចត្រុងនៅស្រទាប់ក្រៅច្រើនជាងទៅរំលាយចូលសឺមីកុងឌុចទ័រ ។

សីមីកុងឌុចទ័រប្រភេទ : p	ជាសីមីកុងឌុចទ័រប្រភេទវិជ្ជមាន ។ គេយកធាតុដែលអាតូមមានអេឡិចត្រុងនៅស្រទាប់ក្រៅតិចជាងទៅរំលាយចូលសីមីកុងឌុចទ័រ ។
ឡង់ទី	ជាឧបករណ៍មួយដែលកើតឡើងពីបន្សំកំណាត់ព្រីសហើយអាចពង្រីកឬបង្រួមកាំពន្លឺបាន ។
អានុភាព	ជាផលធៀបរវាងកម្មន្ត និងរយៈពេលដែលបានបំពេញកម្មន្តនោះ ។
អានុភាពខណៈ	ជាផលគុណស្កាលែរវាងវ៉ិចទ័រកម្លាំង និងវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈនៅខណៈនោះ ។
អគ្គិសនីកម្ម	ជាអំពើដែលធ្វើឱ្យអង្គធាតុមួយលើស ឬខ្វះអេឡិចត្រុង ។
អគ្គិសនីស្តាទិច	ជាបន្ទុកអគ្គិសនីដែលបានមកពីការកកិតឬខាត់ ។
អង្គធាតុណឺត	ជាអង្គធាតុដែលមិនលើស ឬមិនខ្វះអេឡិចត្រុង ។
អេឡិចត្រូស្តាទិច	ជាការសិក្សាពីបាតុភូតដែលកើតមាននៅជុំវិញបន្ទុកអគ្គិសនីនៅនឹង ។
អេឡិចត្រុង	ជាធាតុបន្ទុកអគ្គិសនីដែលមានបន្ទុកអវិជ្ជមាន ។
អេឡិចត្រូទស្សន៍	ជាឧបករណ៍ប្រើសម្រាប់ឱ្យគេដឹងថា អង្គធាតុមួយផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី ឬនៅ ។
អេឡិចត្រូមេដែក	ជាមេដែកអនាចិន្ត្រៃយ៍កើតពីសូលេណូអ៊ីតស៊កបញ្ចូលស្នូលដែក ហើយឆ្លងកាត់ដោយចរន្ត ។
អាល់ទែណាទ័រ	ជាជនិតាចរន្តឆ្លាស់ ។
ឧបករណ៍វង្វាស់ពេល	ជាឧបករណ៍ប្រើសម្រាប់វាស់ចម្ងាយចរក្នុងរយៈពេលស្មើគ្នា ។