មុខវិជ្ជា៖
វេលក និងអរូបនិច

កញ្ចប់សមត្ថភាពទី ១
ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ

ពណ៌នាអំពីមុខវិជ្ជា៖

ក្នុងមុខវិជ្ជានេះអ្នកសិក្សានឹងបានរៀនពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃមេកានិចសម្រាប់ការអនុវត្តន៍ទៅលើបាតុភូតរលក បាតុភូតពាក់ព័ន្ធទៅនឹងរលក ប្រភេទនៃរលក និងការអនុវត្តន៍គោលគំនិតរលកក្នុងទ្រឹស្តីផ្សេងៗក្នុងរូបវិទ្យា។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក៖

- ក្រោយពីបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះដោយជោគជ័យអ្នកសិក្សានឹង៖

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី១៖ អនុវត្ត (Apply) នូវមេរៀនលេកមេកានិចដែលមានទំនើបកម្មឌីជីថលក្នុងវិធីសាស្ត្របង្រៀននិងមូលដ្ឋានគ្រឹះការយល់ពីគំនិតក្នុងលេកមេកានិចសមស្របក្នុងការបង្រៀនថ្នាក់មធ្យមសិក្សា

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី២៖ ដោះស្រាយ (Solve) លំហាត់ពាក់ព័ន្ធនឹងលេកមេកានិច ដោយមានការចងក្រងនូវឯកសារដោះស្រាយលំហាត់ក្នុងមេរៀននីមួយៗតាមរយៈកិច្ចការក្រុម

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៣៖ បកស្រាយ (Interpret) នូវដំណោះស្រាយបញ្ហាលេកមេកានិច ដោយផ្អែកលើគោលការណ៍ ច្បាប់និងទ្រឹស្តីវិទ្យាសាស្ត្ររូបវិទ្យា ពីកម្រិតប្រធានបទត្រមោចទៅកម្រិតអន្តរប្រធានបទ

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៤៖ សហការណ៍គ្នា (Cooperate) ក្នុងការស្វែងយល់និងដោះស្រាយបញ្ហាក្នុងក្រុមដោយផ្អែកលើផ្នត់គំនិតយកវិធីសាស្ត្រនិងយន្តការជាគោល

របាយតម្លៃសិក្សា

- ដើម្បីបំពេញគ្រប់លក្ខខណ្ឌបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះ អ្នកសិក្សាត្រូវ

    ១. វត្តមានចូលសិក្សា ១០%

    ២. ការចូលរួមសកម្មភាពសិក្សា ២០%

    ៣. ការវាយតម្លៃកំឡុងពេលសិក្សា ៣០%

    ៤. ការប្រឡងបញ្ចប់មុខវិជ្ជាសិក្សា ៤០%

អារម្ភកថា

វិស័យអប់រំ ត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាចាត់ទុកថាជាវិស័យអាទិភាព និងត្រូវបានធ្វើកំណែទម្រង់ជាប្រចាំ ឆ្ពោះទៅលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការសិក្សានៅគ្រប់កម្រិត។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាបាននិងកំពុងពិនិត្យឡើងវិញកម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលគ្រូបង្រៀន និងជំរុញកំណែទម្រង់សាលារៀននៅគ្រប់កម្រិត ដើម្បីធានាថាសាលារៀនមានដំណើរការប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពសម្រាប់ការសិក្សារៀនសូត្ររបស់សិស្ស និងផ្តល់ដល់សិស្សនូវវិជ្ជាសម្បទា បំណិនសម្បទា ចរិយាសម្បទា កាយសម្បទា ឆ្លើយតបបានទៅតាមតម្រូវការទីផ្សារការងារ និងចូលរួមចំណែកពេញលេញក្នុងការអភិវឌ្ឍសហគមន៍ និងប្រទេសជាតិ ឈានឆ្ពោះទៅសម្រេចបានចក្ខុវិស័យកម្ពុជាឆ្នាំ២០៣០ និងឆ្នាំ២០៥០ ។

ជាផ្នែកមួយនៃកំណែទម្រង់ការបណ្តុះបណ្តាលគ្រូបង្រៀន ឆ្ពោះទៅលើកកម្ពស់គុណវុឌ្ឍិគ្រូបង្រៀនតាមរយៈគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ ក្រសួងបានរៀបចំ "ក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សាសម្រាប់ការបណ្តុះបណ្តាលបរិញ្ញាបត្រអប់រំ វិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀន ឯកទេសទាំង ៦ (អក្សរសាស្ត្រខ្មែរ, គណិតវិទ្យា, គីមីវិទ្យា, ជីវវិទ្យា, រូបវិទ្យា, ប្រវត្តិវិទ្យា) ដើម្បីប្រើប្រាស់ក្នុងកម្មវិធីក្រឹតការគ្រូបង្រៀន និងគណៈគ្រប់គ្រងសាលារៀននៅតាមសាលារៀនចំណេះទូទៅ។ ក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សានេះជាឯកសាររស់ ដែលនឹងអាចមានការកែសម្រួលទៅតាមស្ថានភាពជាក់ស្តែង ជាពិសេសនៅដំណាក់កាលអន្តរកាលនៃការអនុវត្តយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន។

ក្រសួងមានជំនឿយ៉ាងមុតមាំ លើប្រសិទ្ធភាពនៃការអនុវត្តក្របខណ្ឌកម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលនេះ ដែលនឹងនាំគ្រូបង្រៀន និងគណៈគ្រប់គ្រងសាលារៀននៅគ្រប់ភូមិសិក្សា សម្រេចបានគោលដៅអប់រំ ដែលនឹងចូលរួមចំណែកក្នុងការសម្រេចបានចក្ខុវិស័យរបស់រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជា។

ខ្ញុំសូមថ្លែងអំណរគុណ និងសូមកោតសរសើរដ៏ស្មោះចំពោះ ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យនាយកគម្រោង និងក្រុមការងារគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ ជាពិសេសក្រុមការងារនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញដែលបានខិតខំផលិតឯកសារក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សានេះឡើង សម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលក្នុងគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ។

ថ្ងៃ ចន្ទ ៧រោច ខែទុតិយាសាឍ ឆ្នាំថោះ បញ្ចស័ក ព.ស ២៥៦៧

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ០៧ ខែសីហា ឆ្នាំ ២០២៣

រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

បណ្ឌិតសភាចារ្យ ហង់ជួន ណារ៉ុន

គណៈកម្មការ

១. គណៈកម្មការគ្រប់គ្រង

១. ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យ	**ហង់ជួន ណារ៉ុន**	រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
២. ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យ	**ណាត ប៊ុនរឿន**	រដ្ឋលេខាធិការក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
៣. ឯកឧត្តមបណ្ឌិត	**ជេត ជាលី**	សាកលវិទ្យាធិការសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៤. លោកបណ្ឌិត	**ឈុន ហុក**	សាកលវិទ្យាធិការរង សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៥. លោក	**ប៉ាល់ ដេល**	សាកលវិទ្យាធិការរង សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៦. លោកបណ្ឌិត	**សំអោ អង្គារតន៍**	អគ្គនាយករង អគ្គនាយកដ្ឋានគោលនយោបាយ និងផែនការ
៧. លោក	**ព្រីង មរកត**	ប្រធាននាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សា

២. គណៈកម្មការនិពន្ធ រៀបរៀង និងចងក្រង

១. លោកបណ្ឌិត	**សុខ សុត្រា**	ព្រឹទ្ធបុរសមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
២. លោក	**មាក ភារម៉េរ៉ាន**	ព្រឹទ្ធបុរសមហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៣. លោកបណ្ឌិត	**ជ័យ ចាន់រឿន**	ព្រឹទ្ធបុរសរងមហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៤. លោកបណ្ឌិត	**ម៉ម សុជាតិ**	ព្រឹទ្ធបុរសរងមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៥. លោក	**សុត វិសាល**	ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់សិក្សាអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៦. លោកបណ្ឌិត	**ឃុន គីមលាង**	ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៧. លោកស្រីបណ្ឌិត	**ស៊ូ កល្យាណ**	អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៨. លោក	**ហង់ ស៊ីម**	សាស្ត្រាចារ្យដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៩. លោក	**ដួង ប៉េងអាន**	អ្នកសម្របសម្រួលកម្មវិធីមធ្យមសិក្សា មហាវិទ្យាល័យអប់រំ
១០. កញ្ញា	**ហុង ឡៃហៀក**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
១១. លោក	**សើ ពន្លក**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ

៣. គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ និងកែលម្អ

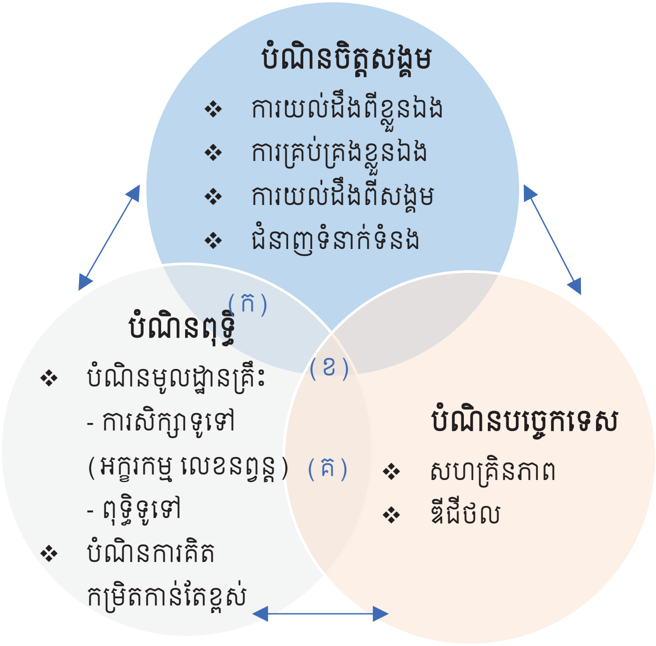
១. លោកបណ្ឌិត	**សំអោ អង្គារតន៍**	អគ្គនាយករង អគ្គនាយកដ្ឋានគោលនយោបាយ និងផែនការ
២. លោក	**ព្រីង មរកត**	ប្រធាននាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សា
៣. លោក	**ង៉ោ ប៉េងឡុង**	ប្រធាននាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាល និងវិក្រឹត្យការ
៤. ឯកឧត្តមបណ្ឌិត	**សិត សេង**	នាយកវិទ្យាស្ថានគរុកោសល្យរាជធានីភ្នំពេញ
៥. លោកបណ្ឌិត	**ឈុក ច័ន្ទនាយ៉ា**	អនុប្រធាននាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាល និងវិក្រឹត្យការ
៦. លោក	**កែវ សារ៉ាត់**	ទីប្រឹក្សាបច្ចេកទេសគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ

៤. ការិយាល័យ

១. លោក	**ម៉ៅ ម៉ារ៉ាឌី**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
២. លោក	**ឧន សំណាង**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក

ការសិក្សាក្នុងកម្មវិធីនេះគឺផ្ដោតលើប្រតិបត្តិជាក់ស្ដែងរបស់អ្នកសិក្សាដែលអនុវត្តផ្ទាល់នៅសាលារៀន។ ទាំងអ្នកសិក្សា និងសិស្ស (ដែលអ្នកសិក្សានឹងធ្វើការជាមួយផ្ទាល់) ចាំបាច់មាន (១) បំណិនចិត្តសង្គម (២) បំណិនពុទ្ធិ និង (៣) បំណិនបច្ចេកទេស ជាមូលដ្ឋាន (ដូចក្នុងរូបទី១)។ កញ្ចប់សមត្ថភាពទាំងបីខាងដើមនឹងជួយឱ្យអ្នកសិក្សា អភិវឌ្ឍបំណិនចិត្តសង្គម បំណិនពុទ្ធិ និងពង្រឹងសមត្ថភាពផ្នែក (ក)ការសម្រេចចិត្ត ទំនាក់-ទំនង សេចក្ដីអំណត់ ទឹកចិត្តអាណិតអាសូរ និងការគ្រប់គ្រងខ្លួនឯង ថែមទាំងអាចអនុវត្តការបង្រៀនមុខវិជ្ជា ឯកទេសរូបវិទ្យាប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ និងនវានុវត្តន៍ដោយប្រើប្រាស់ឧត្តមានុវត្តន៍ផ្សេងៗ (ខ) ការដោះស្រាយបញ្ហា និង ការរៀបចំនិងការចាត់ចែង (គ) បច្ចេកទេសកម្រិតមធ្យម និងកម្រិតខ្ពស់។



រូបភាពទី១
ប្រភព៖ WDR2018 (p.103)

ដោយឡែក សម្រាប់អ្នកសិក្សាកម្មវិធីនេះផ្ទាល់ នឹងទទួលបាន៖

(១) ចំណេះដឹងឯកទេសរូបវិទ្យាកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ

- ❖ អគ្គិសនីទូទៅ
- ❖ មេកានិច
- ❖ ទែម៉ូឌីណាមិច
- ❖ រលក និងអុបទិច
- ❖ ពិសោធន៍រូបវិទ្យា
- ❖ ចិត្តសង្គម ភាពជាអ្នកដឹកនាំ និងគ្រប់គ្រង
- ❖ សន្លឹកកិច្ចការស្វ័យសិក្សានៅមធ្យមសិក្សា
- ❖ ការសរសេរ និងការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេសរូបវិទ្យា

(២) ចំណេះដឹងវិធីគរុកោសល្យ សាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំរូបវិទ្យាកម្រិតមធ្យមសិក្សា

- ❖ វិធីសាស្ត្របង្រៀន
- ❖ វិធីសាស្ត្រវង្វាយតម្លៃ
- ❖ ការស្រាវជ្រាវប្រតិបត្តិ
- ❖ ប្រឹក្សាគរុកោសល្យ
- ❖ បំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំ

(៣) ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង

- ❖ អនុវត្តស្តង់ដា នៃយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន
- ❖ ការអនុវត្តកម្មវិធីស្វ័យសិក្សារូបវិទ្យា ពីទីថ្នាក់៧-ទី១២
- ❖ របាយការណ៍នៃការអនុវត្តស្តង់ដា នៃយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកសម្រាប់បរិញ្ញាបត្រអប់រំវិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀននេះ ត្រូវបានកំណត់ដូចខាងក្រោម៖

វិជ្ជាសម្បទា

PLO1- ពន្យល់អំពីទ្រឹស្តី និងគោលការណ៍នៃការអប់រំក្នុងបរិបទសកលលោក និងបរិបទ ប្រទេសដើម្បីឆ្លុះបញ្ចាំងទៅនឹងការអនុវត្តជាក់ស្តែងនៃការបង្រៀន។

PLO2- បកស្រាយអំពីដំណើរការអនុវត្តកិច្ចការសម្រាប់ការបង្វឹកលើការរៀបចំកម្មវិធីសិក្សា និងការបង្រៀនរូបវិទ្យាប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។

បំណិនសម្បទា

PLO3- អនុវត្តបំណិនចិត្តសង្គម និងបច្ចេកវិទ្យាឌីជីថលសម្រាប់បង្កើនការប្រាស្រ័យទាក់ទងគ្នាក្នុងការងារ និងជីវភាពប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ និងដោះស្រាយបញ្ហាប្រកបដោយភាពច្នៃ ប្រឌិត និងការទទួលខុសត្រូវ។

PLO4- បង្កើតគន្លឹះ និងទម្រង់សម្រាប់ដឹកនាំ និងគ្រប់គ្រងការបង្រៀនដោយផ្តោតលើផលសម្រេចនៃការសិក្សារបស់សិស្សឆ្ពោះទៅកែស្តង់ដាសាលារៀនមានប្រសិទ្ធភាព និងនិរន្តភាពសាលារៀនតាមរយៈការសិក្សា ការអនុវត្តជាក់ស្តែង និងការស្រាវជ្រាវ។

PLO5- អនុវត្តការងារអភិវឌ្ឍកម្មវិធីសិក្សា ការរៀននិងការបង្រៀនរូបវិទ្យា និងការសិក្សាបែបគម្រោងភ្ជាប់នឹងបំណិនរកចំណូលសម្រាប់សាលារៀនប្រកបដោយក្រមសីលធម៌វិជ្ជាជីវៈ។

ចរិយាសម្បទា

PLO6- អភិវឌ្ឍឥរិយាបថវិជ្ជមាន និងវប្បធម៌រៀនពេញមួយជីវិតសម្រាប់បំពេញការងារ និងទាក់ទងជាមួយអ្នកដទៃប្រកបដោយគុណតម្លៃ មនុស្សធម៌ សាមគ្គីភាព និងការចែករំលែកគ្នា។

PLO7- បង្កើត/បង្ហាញការដឹកនាំបណ្តាញសម្រាប់កសាងភ្នាក់ងារពង្រីកឧត្តមានុវត្តន៍សម្រាប់ការរៀន និងការបង្រៀន។

សម្គាល់៖ Program Learning Outcome (PLO) លទ្ធផលសិក្សាកម្មវិធីអប់រំ

កញ្ចប់សមត្ថភាព និង រចនាសម្ព័ន្ធកម្មវិធីសិក្សា

កម្មវិធីបរិញ្ញាបត្រអប់រំវិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀននេះ តម្រូវឱ្យអ្នកសិក្សាសិក្សាចំនួន ៦៣ ក្រេឌីតដែលមានរយៈពេលចន្លោះពី ១២ ទៅ ១៨ខែ។ ការសិក្សានិងធ្វើឡើងតាមរយៈការរៀនពីចម្ងាយ (ភាគច្រើនចន្លោះពី ៦០% ទៅ ៧០%) និងសិក្សាផ្ទាល់នៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញនិង សាលាហាត់ការ (ភាគតិចចន្លោះពី ៤០% ទៅ ៣០%)។ ការសិក្សាផ្តោតលើបណ្តុំមុខវិជ្ជា (១)ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ (៣៦ ក្រេឌីត) (២)ចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សា (១២ (+៣) ក្រេឌីត) (៣) ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង(១២ ក្រេឌីត)។ បន្ថែមពីលើនេះទៀតអ្នកសិក្សាត្រូវអនុវត្តខ្លឹមសារមេរៀនដែលបានសិក្សាក្នុងកម្មវិធីនៅសាលាសាមីផ្ទាល់តែម្តងដោយមានការណែនាំពីគ្រូបង្វឹក ប្រឹក្សាគរុកោសល្យ គ្រូបង្រៀននៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងមន្ត្រីអប់រំមកពីនាយកដ្ឋានជំនាញផ្សេងៗរបស់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាដែលមានបទពិសោធន៍អនុវត្តជាក់ស្តែងកន្លងមក ។

បណ្តុំមុខវិជ្ជា	ចំនួនក្រេឌីត
(១)ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ (៦០%)	៣៦
(២)ចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សា (២០%)	១២ (+៣)
(៣)ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង (២០%)	១២
សរុប	៦០ (+៣)

សម្គាល់៖ *សម្រាប់កញ្ចប់សមត្ថភាពចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សាបានបន្ថែមមុខវិជ្ជាបំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំចំនួន ៣ក្រេឌីត*

លក្ខណៈទូទៅនៃមុខវិជ្ជាសិក្សា

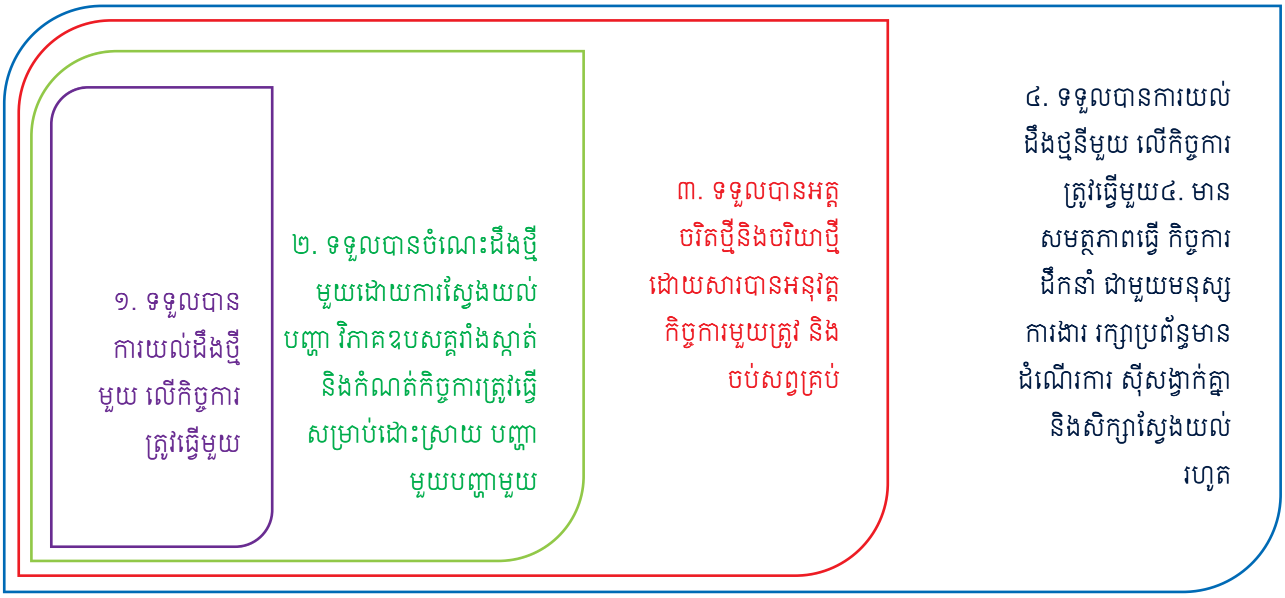
មុខវិជ្ជាសិក្សាសម្រាប់កម្រិតបរិញ្ញាបត្រអប់រំនេះនឹងជួយឱ្យអ្នកសិក្សាបំពេញកញ្ចប់សមត្ថភាពដូចខាងក្រោម ដើម្បីឆ្លើយតបនឹងលទ្ធផលសិក្សាកម្មវិធីអប់រំហើយឱ្យអ្នកសិក្សាមានសមត្ថភាពសម្រាប់បំពេញការងារប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ។

បណ្តុំមុខវិជ្ជា	មុខវិជ្ជាសិក្សា	ក្រេឌីត
(១)ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ (៦០%)	អគ្គិសនីទូទៅ	៣
	មេកានិច	៣
	ទែម៉ូឌីណាមិច	៣
	រលក និងអុបទិច	៣
	ពិសោធន៍រូបវិទ្យា	៣
	ការអនុវត្តសន្លឹកកិច្ចការរូបវិទ្យាសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត១ (ចងចាំ)	៣
	ការអនុវត្តសន្លឹកកិច្ចការរូបវិទ្យាសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត២ (យល់ដឹង)	៣
	សន្លឹកកិច្ចការរូបវិទ្យាសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត៣ (ហ្វឹកហាត់)	៣
	សន្លឹកកិច្ចការរូបវិទ្យាសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត៤ (វាយតម្លៃ)	៣
	ការសរសេរ និងការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស	៩
(៣)ចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និង	វិធីសាស្ត្របង្រៀន បត់បែនតាមសមត្ថភាពសិស្ស និងទស្សនទានអប់រំថ្មីៗ	៣
	ប្រឹក្សា និងហ្វឹកហ្វឺនគរុសល្យលើយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន	៣

ការអប់រំមធ្យមសិក្សា (២០%)	មូលដ្ឋានគ្រឹះវង្វាយតម្លៃអប់រំ	៣
	មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃការស្រាវជ្រាវប្រតិបត្តិ	៣
	បំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំ*	៣
(៤)ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង (២០%)	ការអនុវត្ត ស្តង់ដាយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន (ស្តង់ដាទី១)	៣
	ការអនុវត្ត ស្តង់ដានៃយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន (ស្តង់ដាទី២)	៦
	របាយការណ៍និងការការពារស្តីពីការអនុវត្តស្តង់ដាយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន	៣
សរុប		៦៣

លំហូរបង្រៀន និងរៀន

លំហូរបង្រៀននិងរៀន ១មេរៀន ឬកិច្ចការមួយ រួមជាមួយបំណិនមួយ និងចរិយាមួយ



ការវាយតម្លៃលើការសិក្សា

ការវាយតម្លៃលើការសិក្សារបស់អ្នកសិក្សាគឺផ្តោតលើលទ្ធផលសិក្សាជាគោល។ ការវាយតម្លៃលើការសិក្សាមានបីដំណាក់កាលធំៗ គឺ (១) ការវាយតម្លៃលើការសិក្សាមុខវិជ្ជា (២) ការវាយតម្លៃលើការសរសេរ ឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស និង (៣) ការវាយតម្លៃសរុបដោយពិនិត្យលើការបំពេញគ្រប់លក្ខខណ្ឌសម្រាប់បញ្ចប់ការសិក្សា។

៦.៤.១ គោលការណ៍វាយតម្លៃ

គោលការណ៍រួមសម្រាប់ការវាយតម្លៃលើការសិក្សារបស់អ្នកសិក្សាមានដូចតទៅ៖

១) អ្នកសិក្សាតម្រូវឱ្យមានវត្តមានក្នុងការសិក្សាតាមមុខវិជ្ជានីមួយៗ មិនតិចជាង៧០%។ ក្នុងករណីអ្នកសិក្សាមានវត្តមានតិចជាង៧០% នឹងមិនត្រូវបានអនុញ្ញាតឱ្យប្រឡងបញ្ចប់មុខវិជ្ជានោះទេ

២) ក្នុងករណីដែលអ្នកសិក្សាធ្លាក់មុខវិជ្ជាណាមួយក្នុងឆមាស នឹងមិនអនុញ្ញាតឱ្យបន្តការសិក្សាទៅឆ្នាំបន្ទាប់ និងប្រឡងបញ្ចប់ឡើយ

៣) អ្នកសិក្សាទាំងអស់ត្រូវធ្វើកិច្ចការស្រាវជ្រាវសំខាន់ៗតាមមុខវិជ្ជានីមួយៗ និងប្រគល់ជូនគ្រូឧទ្ទេសតាមមុខវិជ្ជាដែលបានកំណត់

៤) អ្នកសិក្សាត្រូវប្រឡងបញ្ចប់ការសិក្សាដែលធ្វើឡើងបន្ទាប់ពីចប់ឆមាសនីមួយៗ តាមការកំណត់ក្នុងកម្មវិធីសិក្សា

៥) អ្នកសិក្សាត្រូវចងក្រងឯកសារវឌ្ឍនភាពនៃកិច្ចការស្នូលរួមមានការហាត់ការ និងកម្មសិក្សាដែលផ្ដោតលើ (ក) សកម្មភាពប្រតិបត្តិ (ខ) លទ្ធផលដែលសម្រេចបាន និង (គ) ការឆ្លុះបញ្ចាំង និងមេរៀនបទពិសោធន៍ និង

៦) អ្នកសិក្សាត្រូវតែជាប់មធ្យមភាគនៃការសិក្សាមុខវិជ្ជានិងការធ្វើកម្មសិក្សា ដើម្បីទទួលការអនុញ្ញាតឱ្យការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស។

ការផ្ដល់ពិន្ទុ និងប្រព័ន្ធចំណាត់ថ្នាក់

អ្នកសិក្សាអាចទទួលពិន្ទុចាប់ពី 00 ដល់ 100 ទៅតាមការវាយតម្លៃផ្អែកលើលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យដែលបានកំណត់ក្នុងការសិក្សាមុខវិជ្ជា ការបំពេញកម្មសិក្សា និងការសរសេរនិងការការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស។ ពិន្ទុដែលជាប់ត្រូវចាប់ផ្ដើមពីមធ្យមភាគពិន្ទុ 50% ឬពិន្ទុនិទ្ទេស 2.00 ឡើងទៅ។

ពិន្ទុគឺកំណត់ពី 00.00 ដល់ 100 (មធ្យមភាគនៃពិន្ទុនិទ្ទេសសរុប ឬ Grade Point Average–GPA)។ រូបមន្តគណនារកមធ្យមភាគនៃពិន្ទុនិទ្ទេសសរុប (GPA) គឺមធ្យមភាគនៃពិន្ទុនិទ្ទេសសរុប (GPA) ស្មើផលបូកសរុបរវាងផលគុណនៃពិន្ទុនិទ្ទេស (Grade Point–P) និងតម្លៃក្រេឌីតដែលត្រូវយកនៃមុខវិជ្ជានីមួយៗ (Attempted Credit Value–C) ចែកនឹងផលបូកសរុបនៃតម្លៃក្រេឌីតដែលត្រូវយកគ្រប់មុខវិជ្ជា។

ប្រព័ន្ធចំណាត់ថ្នាក់កម្មវិធី គឺផ្អែកទៅលើតម្លៃនៃពិន្ទុអតិបរមា 100% និង 50% នៃពិន្ទុអប្បបរមា។ ប្រព័ន្ធដាក់ពិន្ទុនេះ ត្រូវបានបកប្រែទៅជា «ពិន្ទុជានិទ្ទេស» និង «ពិន្ទុជាតម្លៃលេខ» ដូចដែលពិពណ៌នាខាងក្រោម៖

ពិន្ទុជាភាគរយ%	និទ្ទេស	ពិន្ទុនិទ្ទេស	មូលវិចារណ៍
85%-100%	A	4.00	ល្អប្រសើរ
80%-84%	B+	3.50	ល្អណាស់
70%-79%	B	3.00	ល្អ
65%-69%	C+	2.50	ល្អបង្គួរ
50%-64%	C	2.00	មធ្យម
<49%	F	1.50	ធ្លាក់

៦.៥ គោលការណ៍ប្រតិបត្តិ

ដើម្បីធានានូវការផ្ដល់សេវាអប់រំប្រកបដោយគុណភាព និងភាពស័ក្តិសិទ្ធិ មហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញអនុវត្តតាមគោលការណ៍ បទបញ្ញត្តិ និងបទដ្ឋានគតិយុត្តិរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ព្រមទាំងគោលការណ៍ច្បាប់នៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។

ជាមួយគ្នានេះដែរ អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវគោរពតាមបទបញ្ជាផ្ទៃក្នុងរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងឈរលើស្មារតីស្មោះត្រង់ ទទួលខុសត្រូវខ្ពស់ និងភាពម្ចាស់ការ និងគោលការណ៍សុចរិតភាពនៃការសិក្សា។ សម្រាប់គោលការណ៍សុចរិតភាពនៃការសិក្សា អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗត្រូវបានវាយតម្លៃលើចំណុចសំខាន់ៗដូចខាងក្រោមៈ

៦.៥.១ ការវាយតម្លៃលើវិន័យ សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយា

ការវាយតម្លៃលើវិន័យ សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយារបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវបានប្រមូលផ្តុំលើការគោរពវិន័យ ចាត់តាំង ការមករៀនទៀងទាត់ ការយកចិត្តទុកដាក់ក្នុងការសិក្សា ការខិតខំស្រាវជ្រាវ ការអនុវត្តភារកិច្ច និងស្មារតីសាមគ្គីភាពនៅក្នុងថ្នាក់ ក្នុងគ្រឹះស្ថានសិក្សា និងក្រៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា។ ការវាយតម្លៃលើវិន័យ សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយារបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវបានធ្វើឡើងតាមរយៈយោបល់ឯកភាពពីមតិភាគច្រើនដាច់ខាតរបស់ក្រុមប្រឹក្សាវិន័យ ដោយផ្អែកលើលក្ខណសម្បត្តិជាក់ស្តែងរបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ និងបទបញ្ជាផ្ទៃក្នុងរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ។

៦.៥.២ ការក្លែងបន្លំឯកសារ

អ្នកសិក្សាដែលក្លែងបន្លំឯកសារ នឹងត្រូវលុបឈ្មោះចេញពីបញ្ជីនិស្សិតដោយស្វ័យប្រវត្តិ ព្រមទាំងទទួលទោសតាមច្បាប់ជាធរមាន។ អ្នកសិក្សាត្រូវចាំថា ការលួចចម្លងស្នាដៃ ការលួចកម្មសិទ្ធិបញ្ញា និងគំនិតរបស់អ្នកដទៃគឺជាបទល្មើសសិក្សាធ្ងន់ធ្ងរដែលអាចឈានដល់ការបញ្ឈប់បុគ្គលដែលប្រព្រឹត្តបទល្មើសពីកម្មវិធី។ ត្រូវសម្រេចឱ្យធ្លាក់ជាស្ថាពរ បើអ្នកសិក្សារូបណាចម្លងដោយផ្ទាល់ពីអ្នកសិក្សាដទៃទៀត ឬប្រភពផ្សេងៗ ឬការប្រើសម្ភារៈ ឬឯកសារផ្សេងទៀត ដែលមិនត្រូវបានអនុញ្ញាតក្នុងការប្រឡង។

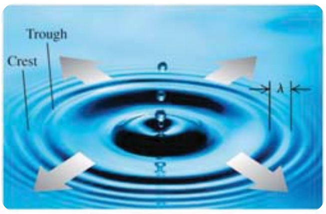
៦.៥.៣ ឯកសារជំនួយស្មារតី/របាយការណ៍/កិច្ចការស្រាវជ្រាវ

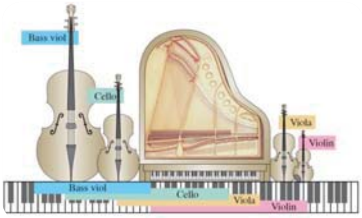
អ្នកសិក្សាត្រូវបង្ហាញនូវសុចរិតភាពនៃការស្រាវជ្រាវរបស់ខ្លួនឱ្យបានខ្ជាប់ខ្ជួន ចាប់តាំងពីពេលចូលរៀនរហូតដល់ចុងបញ្ចប់នៃវគ្គបណ្តុះបណ្តាល។ រាល់សំណេរការងារសិក្សាទាំងអស់ មិនត្រូវដកស្រង់គំនិត សរសេរ ឬចម្លងស្នាដៃផ្សេងៗរបស់អ្នកដទៃមកធ្វើជាគំនិត ជាស្នាដៃ ឬជាកម្មសិទ្ធិរបស់ខ្លួនដោយគ្មានការបញ្ជាក់ពីប្រភពច្បាស់លាស់នៃឯកសារយោង ឯកសារពិគ្រោះ ឬការអនុញ្ញាតពីម្ចាស់ប្រភព។

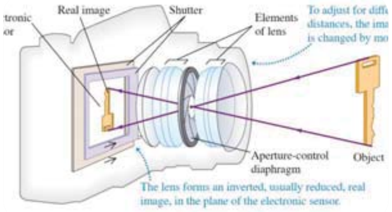
ក្នុងករណីរកឃើញមានការលួចចម្លងស្នាដៃអ្នកដទៃ អ្នកសិក្សានឹងត្រូវប្រឈមមុខចំពោះក្រុមប្រឹក្សា បច្ចេកទេស និងក្រុមប្រឹក្សាវិន័យរបស់មហាវិទ្យាល័យអប់រំ ឬសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ ដោយត្រូវទទួលពិន័យឱ្យរៀនត្រួតថ្នាក់ ឬអាចត្រូវបញ្ឈប់ពីកម្មវិធីដោយគ្មានសំណងប្រាក់សិក្សាដែលបានបង់រួចហើយ និងមិនមានការចេញលិខិតស្នាមបញ្ជាក់ការសិក្សាអ្វីដែរ។

សម្គាល់ៈ កម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលសូមរក្សាសិទ្ធិក្នុងការកែប្រែការអនុវត្តជាក់ស្តែងឱ្យឆ្លើយតបទៅនឹង វឌ្ឍនភាពការរៀននិងបង្រៀន សមត្ថភាពរៀននិងការអនុវត្តជាក់ស្តែង និង ស្ថានភាពរៀននិងបង្រៀនជាក់ស្តែង ដើម្បីសម្រេចបានលទ្ធផលសិក្សាល្អបំផុត និងសម្រេចស្តង់ដាសហគមន៍សាលារៀននៃគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ (GEIP) ។

រលក និង អុបទិច







2024

រលក និង អុបទិច ក្នុងសៀវភៅពុម្ព

Grade 08

៦	សូរ
៦.១	ការបង្កើតសូរ
៦.២	ទំនួលសូរ
៦.៣	ចំណាងផ្លាតនៃសូរខ្ទរ

Grade 09

៥	អុបទិច
៥.១	ដំណាលត្រង់នៃពន្លឺ
៥.២	ចំណាំងផ្លាតនៃពន្លឺ
៥.៣	ចំណាំងបែរនៃពន្លឺ
៥.៤	ឡង់ទី

Grade 10

៤	អុបទិច
៤.១	ធម្មជាតិនិងដំណាលនៃពន្លឺ
៤.២	ឡង់ទី

Grade 11

៣	រលក
៣.១	ចលនាខួប
៣.២	រលក
៣.៣	សូរ

Grade 12

២	រលក
២.១	គោលការណ៍តម្រួតនៃរលក និងរលកជញ្ជ្រាំ
២.២	អាំងទែផេរ៉ង់ និងឌីប្រាក់ស្យុង

រំលឹក៖ មុំពិសេស

រំលឹក៖ មុំពិសេស

	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$
θ	$0°$	$30°$	$45°$	$60°$	$90°$
$\sin\theta$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos\theta$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
$\tan\theta$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	undef.

មេរៀនទី រលកមេកានិច

មេរៀនទី១ រលកមេកានិច (រំលឹក៖ ទំនាក់ទំនង ផ្សេងៗ)

រំលឹក៖ ទំនាក់ទំនង ផ្សេងៗ

sin cos tan

a. $\theta \rightarrow \frac{\pi}{2} - \theta$

b. $\theta \rightarrow \frac{\pi}{2} + \theta$

c. $\theta \rightarrow \pi - \theta$

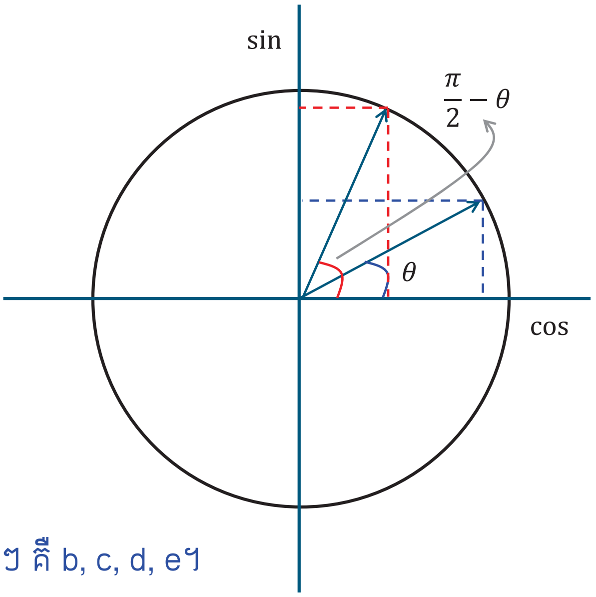
d. $\theta \rightarrow \pi + \theta$

e. $\theta \rightarrow 2\pi - \theta$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \cos\theta$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \sin\theta$$

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \cot\theta$$



កិច្ចការ1. សូមសរសេរទំនាក់ទំនង sin, cos, tan ករណីមុំផ្សេងៗ គឺ b, c, d, e។

មេរៀនទី១ រលកមេកានិច (រំលឹក ចលនាខួប)

ចលនាខួប ជាចលនាដែលកើតឡើងដដែលៗ ដូចគ្នាបេះបិទក្នុងរយៈពេលស្មើៗគ្នា។

1. ចលនាវង់ស្មើ ($|\vec{v}| =$ ថេរ និង គន្លងរាងជារង្វង់)

-ល្បឿនមុំ $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} =$ ថេរ (rad/s)

-វ៉ិចទ័រទីតាំង $\vec{r}(t) = x(t)\hat{\imath} + y(t)\hat{\jmath}$

ដែល $x(t) = x_{\max}\cos(\omega t + \phi)$

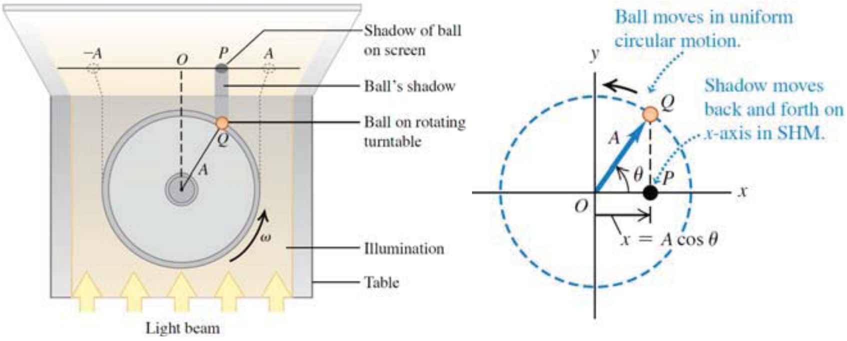
និង $y(t) = y_{\max}\sin(\omega t + \phi)$

ហើយ

$\theta = \omega t + \phi$ ហៅថាផាស (rad)

ϕ ហៅថាផាសដើម (rad)

$x_{\max} = y_{\max} = A$ ហៅថាអំព្លីទុត



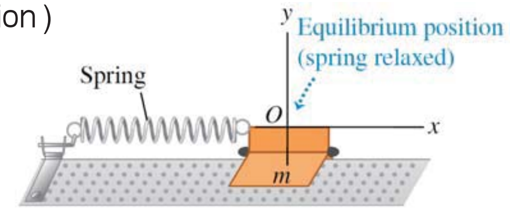
-ខួប $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (s)

-ប្រេកង់ $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ (s^{-1} ឬ Hz ឬ ចំនួនជុំក្នុងមួយវិនាទី)

-កិច្ចការ2៖ រកវ៉ិចទ័រល្បឿន? រកវ៉ិចទ័រសំទុះ? ម៉ូឌុលវាទាំងពីរ?

មេរៀនទី១ រលកមេកានិច (រំលឹក ចលនាខួប)

2. ចលនាអាកម៉ូនិចងាយ (Simple Harmonic Motion)



កើតឡើងនៅពេលកម្លាំងរម្លឹក ឬ កម្លាំងសកម្ម (restoring force) សមាមាត្រទៅនឹងបម្លាស់ទីពីទីតាំងលំនឹង។

$F_x = -kx$

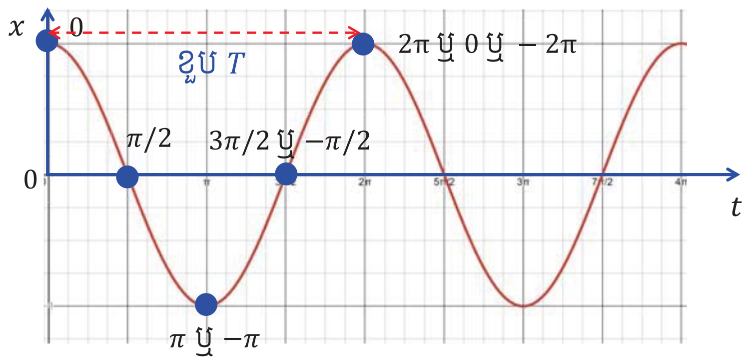
$$F_x = -kx = ma_x = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

កន្សោមបម្លាស់ទី (អេឡុងកាស្យុង)

$$x(t) = x_{\max}\cos(\omega t + \phi)$$

របៀបកំណត់ផាសដើម

អោយ x_{max} = ឯកតា $\omega = 1$ rad/s, $\phi = 0$ rad យើង បាន $x(t) = \cos(t)$

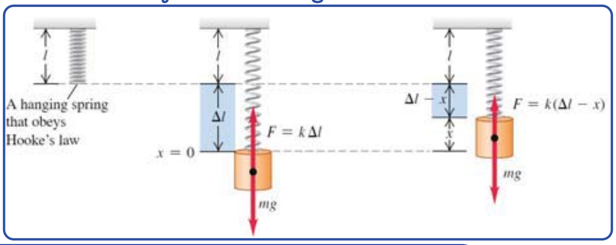


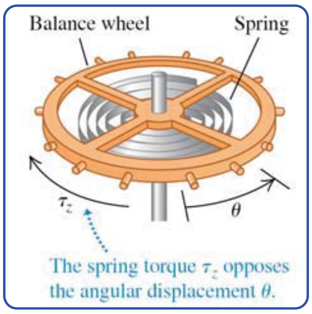
-ប្រេកង់មុំ ឬ ពុលសាស្យុង

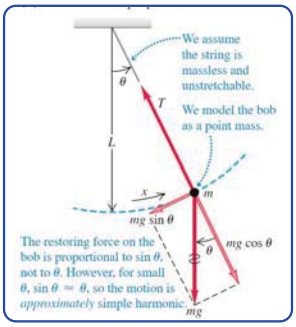
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{m}{k}}$$ ដែល $m \to$ kg និង $k \to$ N/m

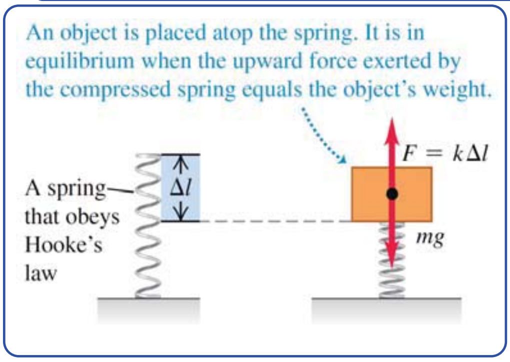
មេរៀនទី១ រលកមេកានិច (រំលឹក ចលនាខួប)

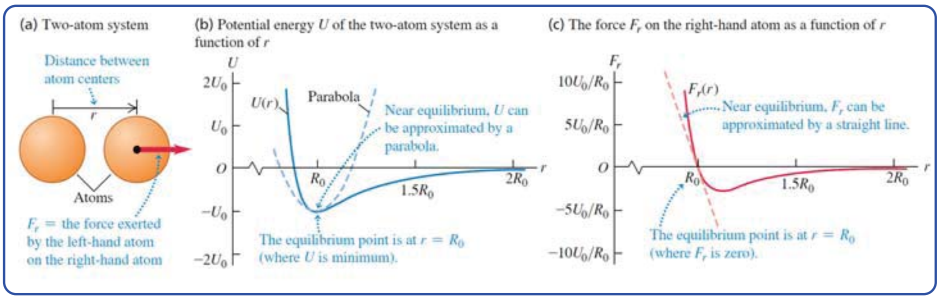
3. ចលនាអាកម៉ូនិចងាយ ផ្សេងៗ







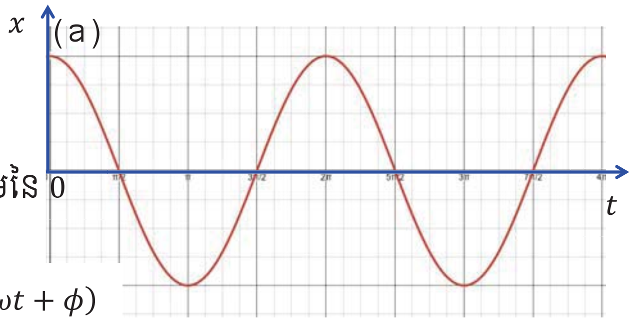


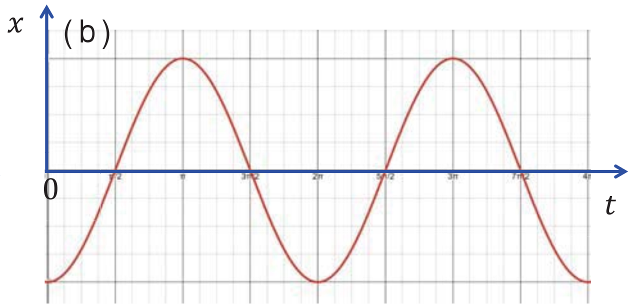


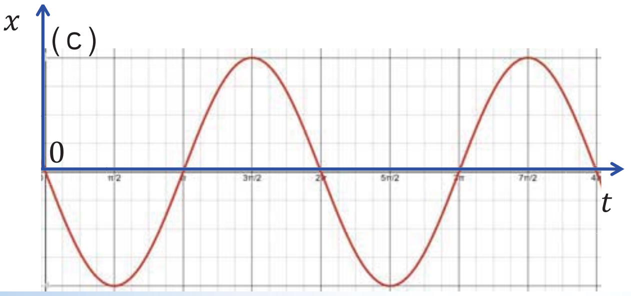
ឧទាហរណ៍

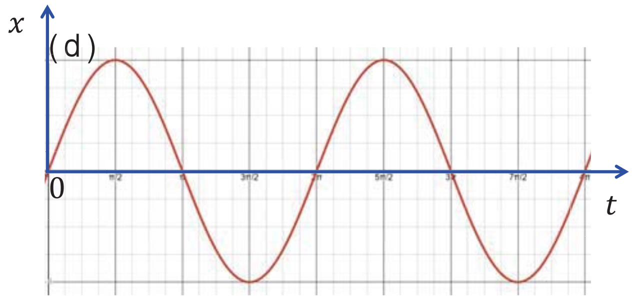
ចូរកំណត់ផាសដើមនៃរូបខាងស្តាំ បើ

$x(t) = x_{\max}\cos(\omega t + \phi)$







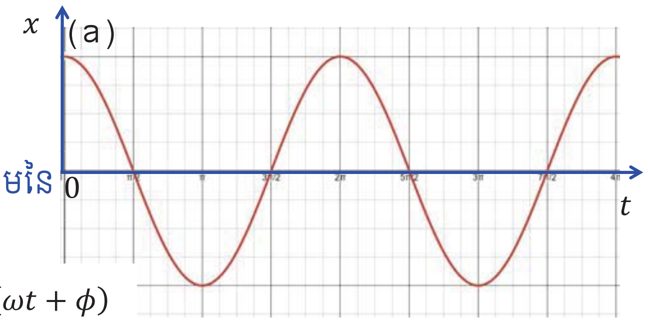


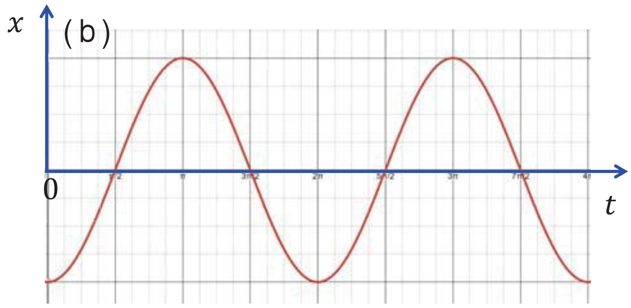
កិច្ចការ

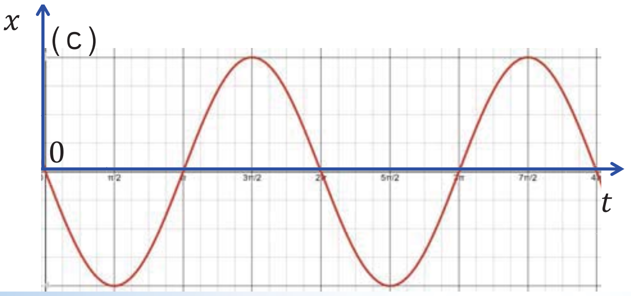
កិច្ចការ3

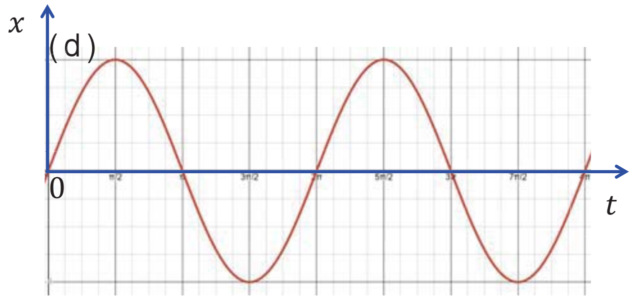
ចូរកំណត់ផាសដើមនៃរូបខាងស្តាំ បើ

$x(t) = x_{\max}\sin(\omega t + \phi)$









កិច្ចការ

កិច្ចការ4

សូមមើលរូបខាងស្តាំ ដុំម៉ាសផ្លាស់ទីទៅវិញទៅមកជាដោយមានបម្លាស់ទីជាអនុមន៍ស៊ីនុយសូអ៊ីត។ តាមរយៈតម្លៃខាងក្រោមនេះ តើ x វិជ្ជមាន ឬ អវិជ្ជមាន ឬ សូន្យ? (សម្គាល់៖ ទីតាំងលំនឹង $x = 0$)

(ក) $v_x > 0$ និង $a_x > 0$

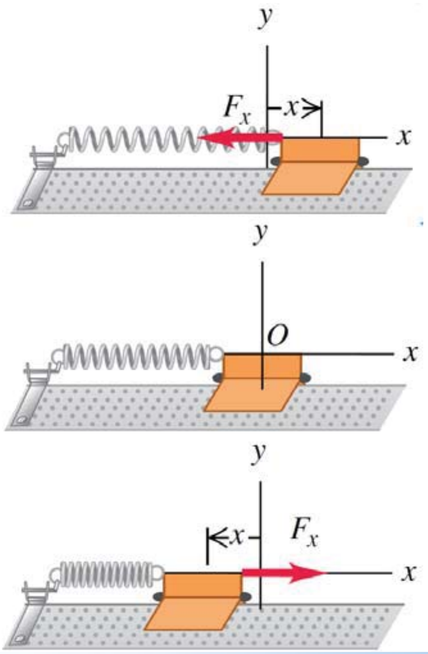
(ខ) $v_x > 0$ និង $a_x < 0$

(គ) $v_x < 0$ និង $a_x > 0$

(ឃ) $v_x < 0$ និង $a_x < 0$

(ង) $v_x = 0$ និង $a_x < 0$

(ច) $v_x > 0$ និង $a_x = 0$ ។



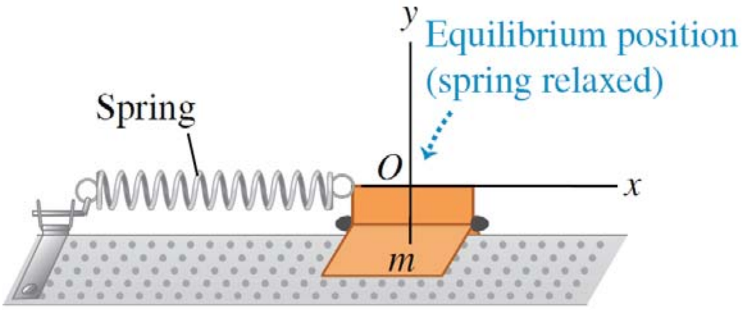
កិច្ចការ

កិច្ចការ5

ក្នុងចលនាអាក់ម៉ូនិចងាយ

$$x(t) = x_{\max}\cos(\omega t + \phi)$$

បើនៅខណៈដើមពេល $x(t = 0) = x_0$, $v(t = 0) = v_{0x}$



ចូរស្រាយបញ្ជាក់ទំនាក់ទំនងខាងក្រោម

$$\phi = \arctan\left(-\frac{v_{0x}}{\omega x_0}\right) \qquad A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_{0x}^2}{\omega^2}}$$

ឯកសារយោងបន្ថែម

ជំនួស $t = 10s$ ក្នុង (2) យើងបាន $x = 50m/s \times 10s$

$x = 500m$

ជំនួស x និង h ក្នុង (1) យើងបាន $\tan\alpha = \frac{500m}{490m} \Rightarrow \tan\alpha = 1.02$

ដូចនេះ យើងបាន $\boxed{\alpha = 45°34'}$ ។

ខ. តម្លៃនៃវ៉ិចទ័រល្បឿននៅខណៈដែលអ្នកជួយសង្គ្រោះមកដល់ផ្ទៃទឹក

ចំពោះវ៉ិចទ័រល្បឿនតាមទិសដេកមិនប្រែប្រួលទេ

យើងបាន $v_x = v_0 = 50.0m/s$

ឯវ៉ិចទ័រល្បឿនតាមទិសឈរប្រែប្រួលតាមពេល ព្រោះតាមទិសឈរចលនានោះជាចលនាទន្លាក់សេរី

យើងបាន $v_y = (v_0 \sin\theta) + gt = gt$ ឬ $v_y = (9.8m/s^2)(10s) = 98.0m/s^2$

ដោយ $\vec{v} = (v_x)\vec{i} + (v_y)\vec{j}$ ឬ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(50.0m/s)^2 + (98.0m/s)}^2$

ដូចនេះ $v = 110m/s$

យើងមាន $\cos\theta = \frac{v_x}{v} = \frac{50.0m/s}{110m/s} = 0.45$

ដូចនេះ $\boxed{\theta = 63°15'}$

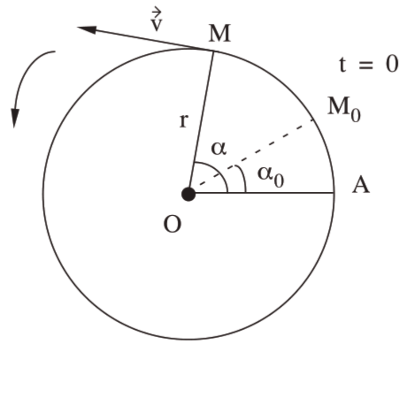
វ៉ិចទ័រល្បឿនមានតម្លៃ $110m/s$ និងមានទិសបង្កើតបានមុំ $\theta = 63°15'$ ជាមួយទិសដេក ។

3.2. ចលនាវង់ស្មើ

ក. សមីការពេល

ចលនាមួយជាចលនាវង់ស្មើ កាលណាចល័តផ្លាស់ទីលើវង់មួយដោយវ៉ិចទ័រល្បឿនរក្សាតម្លៃថេរ ។

ឧបមានៅខណៈ $t = 0$ ចល័តនៅត្រង់ទីតាំង M_0 និងខណៈ t ចល័តនៅត្រង់ M ។ គេបាន $\overset{\frown}{AM} = S$ ហៅថាអាប់ស៊ីសកោង ហើយមានសមីការជាអនុគមន៍ដឺក្រេទី 1 $\boxed{S = vt + S_0}$ (1) ដែល $S_0 = \overset{\frown}{AM_0}$ អាប់ស៊ីសកោងដើម S និង S_0 គិតជា m , v គិតជា m/s និង t គិតជា s ។



រូបទី 1.8 : គន្លងជារង្វង់

ខ. ល្បឿនមុំ

នៅខណៈ t កាំ OA គៀសបានមុំ $\alpha = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OM})$ (1)

បើ r ជាកាំនៃរង្វង់ គេបាន $\alpha = \frac{\overset{\frown}{AM}}{r} = \frac{s}{r}$ (2)

ជំនួស (1) ក្នុង (2) គេបាន $\frac{s}{r} = \frac{v}{r}t + \frac{s_0}{r}$ ដោយ $\frac{s}{r} = \alpha$ និង $\frac{s_0}{r} = \alpha_0$

ដូចនេះ $\alpha = \frac{v}{r} \times t + \alpha_0$ (3)

ឬ $\frac{\alpha - \alpha_0}{t} = \frac{v}{r}$ ហៅថាមុំគៀសក្នុងរយៈពេលមួយវិនាទី ។

យើងបានសិក្សារួចមកហើយពីល្បឿនប្រវែង v គឺជាចម្ងាយចរក្នុងរយៈពេលមួយវិនាទី ដូចគ្នាដែរមុំគៀសក្នុងរយៈពេលមួយវិនាទីហៅថា ល្បឿនមុំដែលតាងដោយ ω ។

គេបាន $\omega = \frac{v}{r}$ ឬ $v = r\omega$ ជំនួស $\omega = \frac{v}{r}$ ក្នុង (3)

ដូចនេះ $\boxed{\alpha = \omega t + \alpha_0}$ α និង α_0 គិតជា rd, ω គិតជា rd/s ។

កាលណាចល័តផ្លាស់ទីដោយល្បឿនធំ គេគិតល្បឿនមុំជាចំនួនជុំក្នុងមួយវិនាទី ។

យើងបាន $\boxed{\omega = 2\pi N}$ ω គិតជា rd/s, N គិតជា ចំនួនជុំក្នុងវិនាទី ។

កាលណាចល័តផ្លាស់ទីបានមួយជុំ ($2\pi r$) ដោយល្បឿន v ខួប T (រយៈពេលដែលចល័តផ្លាស់ទីមួយជុំ) គេបាន

$T = \frac{2\pi r}{v}$ តែដោយ $\frac{v}{r} = \omega$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$ ដោយ $\omega = 2\pi N$ $\Rightarrow$ $\frac{1}{N} = \frac{2\pi}{\omega}$

ដូចនេះ $\boxed{T = \frac{1}{N}}$ ។

គ. សំទុះ

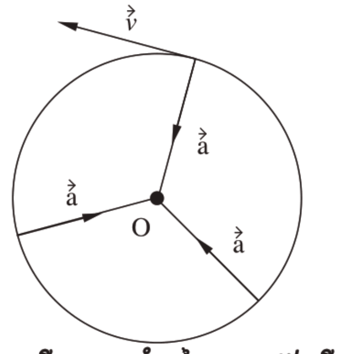
ក្នុងចលនាកោងវ៉ិចទ័រសំទុះ $\vec{a}$ ជាផលបូកធរណីមាត្រនៃសំទុះផ្ទុំប៉ះ $\vec{a}_T$ និងសំទុះផ្ចិតកែង $\vec{a}_N$ ។

យើងបាន $\vec{a} = \vec{a}'_N + \vec{a}_T$

ក្នុងចលនាវង់ស្មើល្បឿនប្រវែង $\vec{v}$ មានតម្លៃថេរ

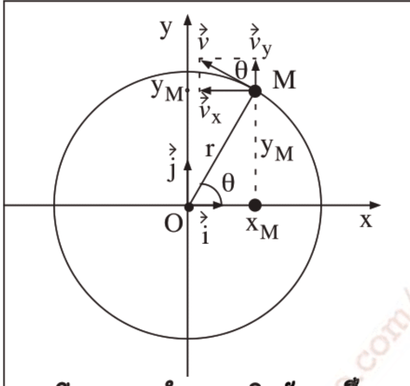
ដូចនេះ $\vec{a}_T = 0$ $\Rightarrow$ $\vec{a} = \vec{a}_N$

ក្នុងចលនាវង់ស្មើ សំទុះនៅគ្រប់ចំណុចទាំងអស់នៃគន្លងជាវ៉ិចទ័រដែលមានទិសដៅតម្រង់ទៅរកផ្ចិត O ហើយមានតម្លៃថេរ ។



រូបទី 1.9 : សំទុះនៃចលនាវង់ស្មើ

ឃ. ចំណោលចលនាវង់ស្មើលើអ័ក្ស $\overrightarrow{Ox}$ និង $\overrightarrow{Oy}$



រូបទី 1.10 : ចំណោលវ៉ិចទ័រល្បឿន

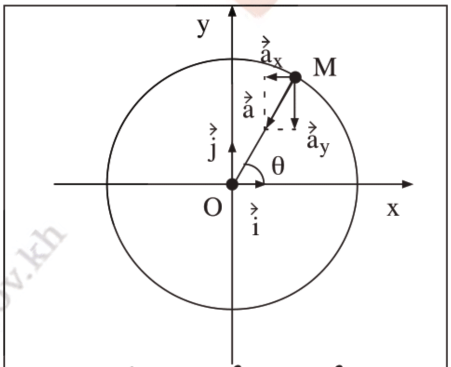
យើងមានទំនាក់ទំនង $\cos\theta = \frac{x_M}{r}$ និង $\sin\theta = \frac{y_M}{r}$

ដោយ $\vec v = \vec v_x + \vec v_y$ និង $v_x = -v\sin\theta = \frac{v}{r}y_M$

និង $v_y = v\cos\theta = \frac{v}{r}x_M$

យើងបាន $\vec v = \left(-\frac{v}{r}\, y_M\right)\vec i + \left(\frac{v}{r}\, x_M\right)\vec j$

សំទុះមធ្យម $\vec a_{av} = \frac{\Delta \vec v}{\Delta t}$ ឬ $\vec a_{av} = \left(-\frac{v}{r}\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)\vec i + \left(\frac{v}{r}\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)\vec j$



រូបទី 1.11 : ចំណោលសំទុះ

តាមទំនាក់ទំនង $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ កាលណា Δt ខិតទៅរកសូន្យ Δy ក៏ខិតទៅរកសូន្យ យើងបាន $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ ខិតទៅរកតម្លៃកម្រិតដែលតាងដោយវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ v_y ។ ដូចគ្នាដែរចំពោះ $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ ក៏ខិតទៅរកតម្លៃកម្រិតដែលតាងដោយវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ v_x ។

ដូចនេះ យើងបានសំទុះខណៈ

$$\vec a = \left(-\frac{v}{r}v_y\right)\vec i + \left(\frac{v}{r}v_x\right)\vec j = \left(-\frac{v^2}{r}\cos\theta\right)\vec i + \left(-\frac{v^2}{r}\sin\theta\right)\vec j$$

ដោយ $\vec a_x \perp \vec a_y$

យើងបាន $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ ឬ $a = \sqrt{\left(-\frac{v^2}{r}\cos\theta\right)^2 + \left(-\frac{v^2}{r}\sin\theta\right)^2}$

$a = \frac{v^2}{r}\sqrt{\cos^2\theta + \sin^2\theta}$ ដោយ $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$

ដូចនេះ $\boxed{a = \frac{v^2}{r}}$ នេះជាតម្លៃនៃសំទុះចូលផ្ចិត ។

ឧទាហរណ៍ : អង្គធាតុមួយមានចលនាវង់ស្មើដោយល្បឿនថេរ $10\,m/s$ ។ គន្លងវង់នោះមានកាំ $15\,m$ ។ រកសំទុះចូលផ្ចិតនៃចលនារបស់អង្គធាតុនោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

សំទុះចូលផ្ចិត

តាមរូបមន្ត $a = \frac{v^2}{r}$ ដោយ $r = 15\,m$ និង $v = 10\,m/s$

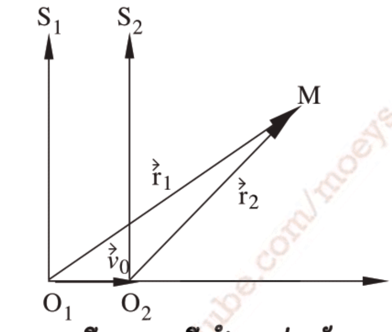
យើងបាន $a = \frac{(10\,m/s)^2}{15\,m} = 6.7\,m/s^2$

ដូចនេះ $\boxed{a = 6.7\,m/s^2}$ ។

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

4. វិុចទ័រល្បឿនធៀបនិងសំទុះធៀប

ក. វ៉ិចទ័រល្បឿនធៀប



រូបទី 1.12 : ទីតាំងរបស់ចល័ត

ឧបមាគេមានប្រព័ន្ធយោងពីរ S_1 (នៅនឹង)និង S_2 ផ្លាស់ទីដោយវ៉ិចទ័រល្បឿនថេរ $\vec{v}_0$ ។

នៅខណៈ t ចល័តនៅត្រង់ទីតាំងM ធៀបនឹងប្រព័ន្ធយោង S_1 យើងអាចសរសេរ $\vec{r}_1 = \vec{v}_0 t + \vec{r}_2$ ។

បើធៀបនឹងប្រព័ន្ធយោង S_2 យើងបាន $\vec{r}_2 = \vec{r}_1 - \vec{v}_0 t$

ចំពោះវ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យមរបស់ចល័តនៅខណៈ t

យើងអាចសរសេរ $\vec{v}_{av} = \dfrac{\Delta\vec{r}_2}{\Delta t} = \dfrac{\Delta\vec{r}_1}{\Delta t} - \dfrac{\Delta(\vec{v}_0 t)}{\Delta t}$

$\vec{v}_{av} = \vec{v}_1 - \vec{v}_0$

កាលណា Δt ខិតទៅរកសូន្យ $\dfrac{\Delta\vec{r}_1}{\Delta t}$ ខិតទៅរកវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ $\vec{v}_1$ និង $\dfrac{\Delta\vec{r}_2}{\Delta t}$ ក៏ខិតទៅរកតម្លៃនៃវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈដែរគឺ $\vec{v}_2$ ។

ដូចនេះយើងបាន $\vec{v}_2 = \vec{v}_1 - \vec{v}_0$

$\vec{v}_1$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈរបស់ចល័តធៀបនឹងប្រព័ន្ធ S_1

$\vec{v}_2$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈរបស់ចល័តធៀបនឹងប្រព័ន្ធ S_2

$\vec{v}_0$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿនរបស់ប្រព័ន្ធ S_2 ធៀបនឹងប្រព័ន្ធ S_1

v_0 , v_1 និង v_2 ត្រូវគិតជា m/s ។

ខ. សំទុះធៀប

តាមទំនាក់ទំនង $\vec{v}_2 = \vec{v}_1 - \vec{v}_0$ យើងអាចសរសេរសំទុះមធ្យម $\vec{a}'_{av} = \dfrac{\Delta\vec{v}'}{\Delta t} = \dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} - \dfrac{\Delta\vec{v}_0}{\Delta t}$

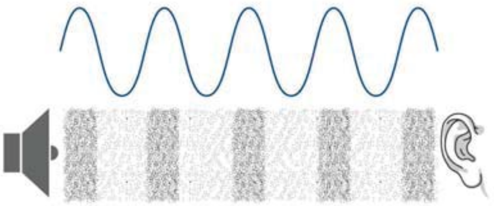
តែ $\Delta\vec{v}_0 = \vec{0}$ យើងបាន $\vec{a}'_{av} = \vec{a}_{av}$ ។ កាលណា Δt ខិតទៅរកសូន្យ $\dfrac{\Delta v'}{\Delta t}$ ខិតទៅរកតម្លៃនៃសំទុះខណៈ a′ និង $\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ ខិតទៅរកតម្លៃនៃ a គេបាន $\vec{a}' = \vec{a}$ ។ ដូចនេះ សំទុះខណៈដែលវាស់ដោយអ្នកសង្កេតនៅនឹង ដូចគ្នានឹងសំទុះខណៈវាស់ដោយអ្នកសង្កេតដែលមានចលនាដោយវ៉ិចទ័រល្បឿនថេរធៀបនឹងអ្នកសង្កេតនៅនឹង ។

មេរៀនទី១ រលកមេកានិច

2024

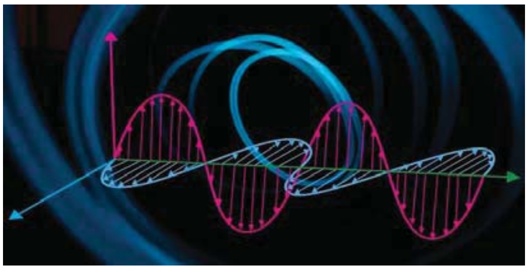
១. ប្រភេទរលកមេកានិច

រលកមេកានិច



(ត្រូវការមជ្ឈដ្ឋានដំណាល)

រលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

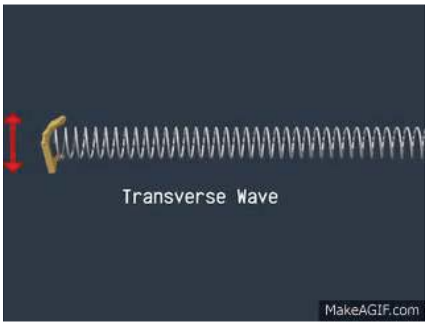


(មិនត្រូវការមជ្ឈដ្ឋានដំណាល)

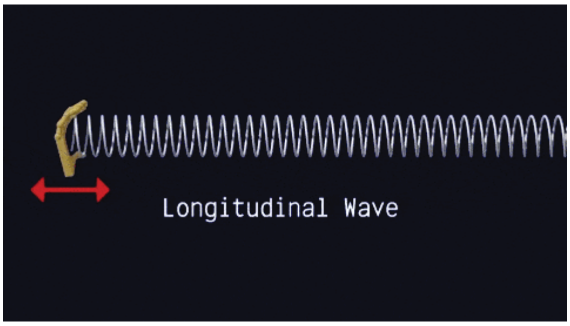
រលកមេកានិច ជារញ្ជួយដែលដាលឆ្លងកាត់រូបធាតុ ឬសារធាតុមួយដែលហៅថា មជ្ឈដ្ឋានដំណាល។

១. ប្រភេទរលកមេកានិច

ទម្រង់រលក



រលកទទឹង
(Transverse Wave)

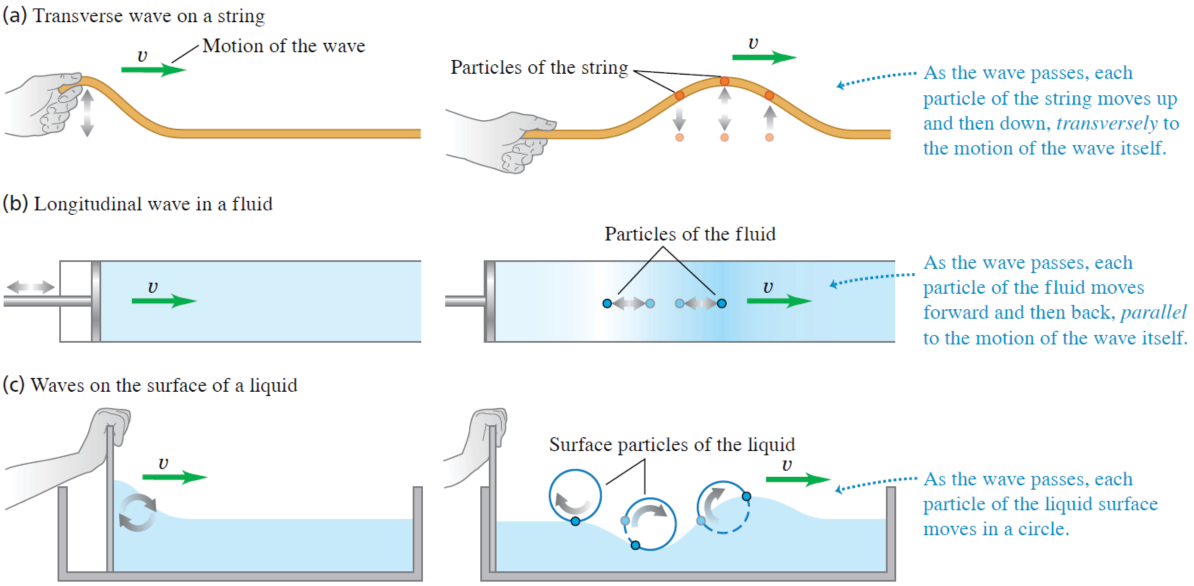


រលកបណ្តោយ
(Longitudinal Wave)

- **រលកទទឹង** ជារលកដែលចលនានៃមជ្ឈដ្ឋានរូបធាតុ មានគន្លងកែងនឹង ទិសនៃដំណាល។
- **រលកបណ្តោយ** ជារលកដែលមានចលនានៃមជ្ឈដ្ឋានរូបធាតុ តាមទិសនៃដំណាល។

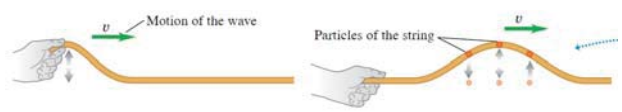
១. ប្រភេទរលកមេកានិច

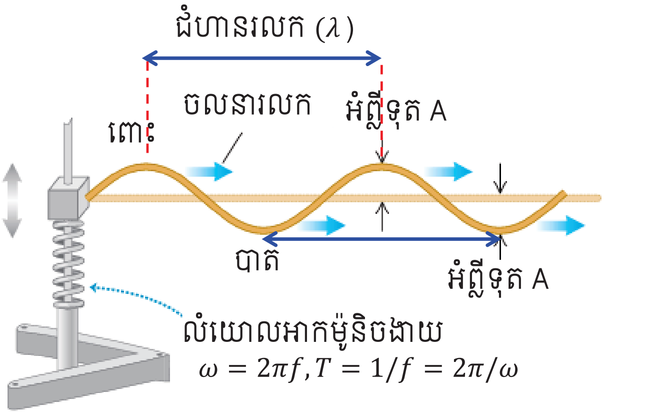
ទម្រង់រលក



២. រលកខូប

រលកទទឹងខូប





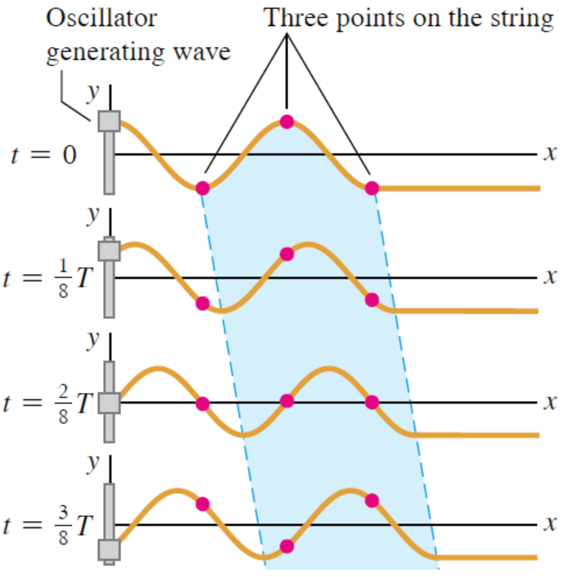
- រលកខូប អាចតាងដោយផលបូកនៃ រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតច្រើន។
- ពេលរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត ដាលក្នុងមជ្ឈដ្ឋានណាមួយ រាល់ភាគល្អិតក្នុងមជ្ឈដ្ឋានស្ថិតក្នុងចលនាអាកម៉ូនិចងាយ ដែលមានប្រេកង់ថេរ។
- រលកខូប

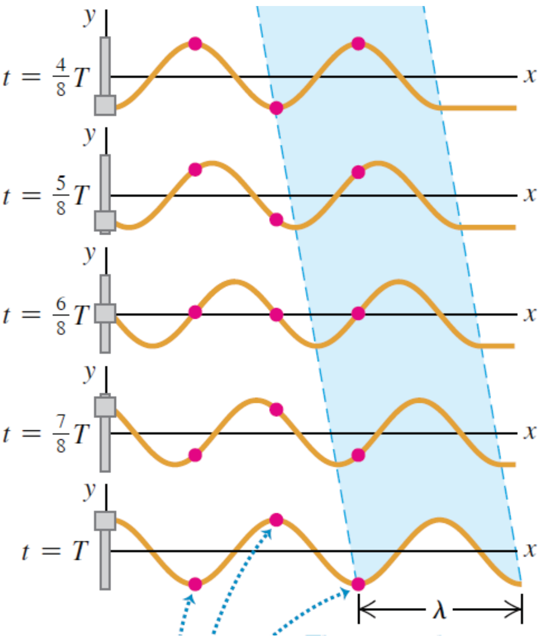
$$v = \lambda f$$

v: ល្បឿនដំណាល (m/s)
λ: ជំហានរលក (m)
f: ប្រេកង់ (Hz ឬ s^{-1})

២. រលកខូប

រលកទទឹងខូប: ចលនារលក និង ចលនាភាគល្អិត

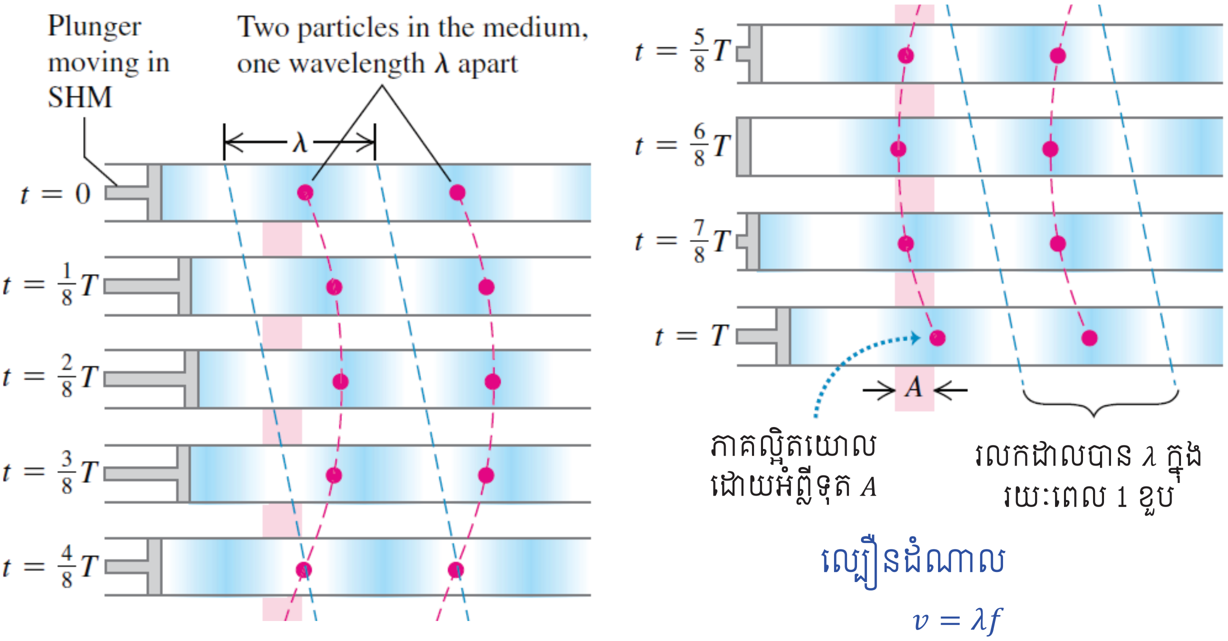




រលកបញ្ជូនថាមពលពីទីតាំងមួយទៅទីតាំងមួយ ប៉ុន្តែមិនបញ្ជូនភាគល្អិតដែលនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានទេ។

២. រលកខួប

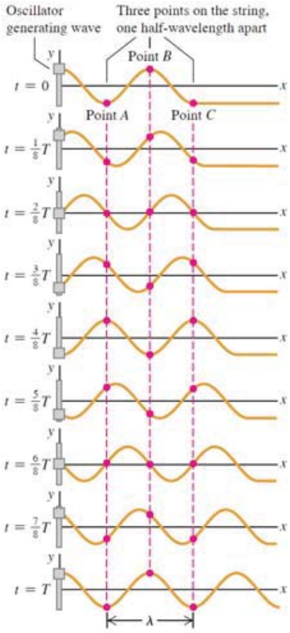
រលកបណ្តោយខួប



ល្បឿនដំណាល

$$v = \lambda f$$

៣. ការពិពណ៌នាបែបគណិតវិទ្យាអំពីរលក



អនុគមន៍រលកនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត

$y = y(x,t)$ ជាអនុគមន៍រលក [វាជាបម្លាស់ទីនៃភាគល្អិតត្រង់ទីតាំង x នៅខណៈ t ណាមួយ]

- បម្លាស់ទីរបស់ភាគល្អិតត្រង់ $x = 0$

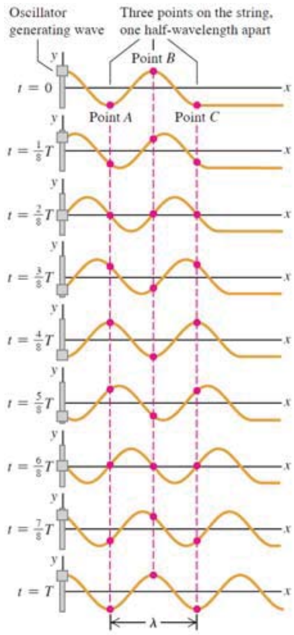
$$y(x=0,t) = A\cos\omega t = A\cos 2\pi f t$$

- រលកដាលពីចំណុច $x = 0$ ទៅដល់ចំណុច x ណាមួយដោយប្រើពេល $\frac{x}{v}$ នោះចលនាត្រង់ ចំណុច x នៅ ខណៈ t គឺដូចទៅនឹងចលនារបស់ចំណុច $x = 0$ នៅខណៈ $t - \frac{x}{v}$ មុន។ យើងអាចសរសេរសមីការបម្លាស់ទីចំណុច x នៅ ខណៈ t

$$y(x,t) = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right]$$

ដោយ ប្រើលក្ខណៈ $\cos(-\theta) = \cos(\theta)$ នោះយើងបាន $y(x,t) = A\cos\left[\omega\left(\frac{x}{v} - t\right)\right]$

៣. ការពិពណ៌នាបែបគណិតវិទ្យាអំពីរលក



អនុគមន៍រលកនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត

ទម្រង់ផ្សេងទៀត

$$y(x,t) = A\cos\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right] \quad \text{[រលកដាលទៅទិសដៅ } +x\text{]}$$

ទំនាក់ទំនងផ្សេង

ចំនួនរលក $k \equiv 2\pi/\lambda$ ហើយ $\omega = vk$

នោះអនុគមន៍រលក

$$y(x,t) = A\cos(kx - \omega t)$$

ខ្នាត

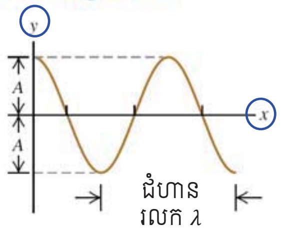
$$k \rightarrow \text{rad/m}$$

$$\omega \rightarrow \text{rad/s}$$

៣. ការពិពណ៌នាបែបគណិតវិទ្យាអំពីរលក

ការគូសក្រាបអនុគមន៍រលក

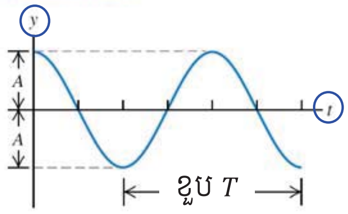
(a) If we use Eq. (15.7) to plot y as a function of x for time $t = 0$, the curve shows the *shape* of the string at $t = 0$.



បើយើងគូសក្រាប y ទល់នឹង x នៅខណៈ t ណាមួយ នោះយើងបានរូបរាងខ្សែ

ឧទាហរណ៍: ខណៈ $t = 0, y(x,0) = A\cos(kx) = A\cos\left(2\pi\frac{x}{\lambda}\right)$

(b) If we use Eq. (15.7) to plot y as a function of t for position $x = 0$, the curve shows the *displacement* y of the particle at $x = 0$ as a function of time.



បើយើងគូសក្រាប y ទល់នឹង t នៅត្រង់ចំណុច x ណាមួយ នោះយើងបានបម្លាស់ទីនៃ ចំណុច x ជាអនុគមន៍នៃពេល

ឧទាហរណ៍: ខណៈ $x = 0, y(0,t) = A\cos(\omega t) = A\cos\left(2\pi\frac{t}{T}\right)$

៣. ការពិពណ៌នាបែបគណិតវិទ្យាអំពីរលក

អនុគមន៍រលកនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតដាលទៅទិសដៅ $-x$

- រលកដាលពីចំណុច $x = 0$ ទៅដល់ចំណុច x ណាមួយដោយប្រើពេល $\frac{x}{v}$ នោះចលនាត្រង់ ចំណុច x នៅ ខណៈ t គឺដូចទៅនឹងចលនារបស់ចំណុច $x = 0$ នៅខណៈ $t + \frac{x}{v}$ ក្រោយមក។ យើងអាចសរសេរសមីការបម្លាស់ទីចំណុច x នៅ ខណៈ t

$$y(x,t) = A\cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{v}\right)\right] = A\cos\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T}\right)\right] = A\cos(kx + \omega t)$$

ល្បឿនរលកគឺជាល្បឿនដែលក្នុងនោះយើងត្រូវតាមដានចំណុចមួយដែលមានតម្លៃផាសថេរ ដូច ជាបាតរលក កំពូលរលកជាដើម។

$$\text{ផាស} = kx \mp \omega t = \text{ថេរ}$$

$v = \frac{dx}{dt} = \pm\frac{\omega}{k}$ [ពេលខ្លះគេហៅវាថាជាល្បឿនផាស]

៣. ការពិពណ៌នាបែបគណិតវិទ្យាអំពីរលក

វ៉ិចទ័រល្បឿន និង សំទុះនៃភាគល្អិតក្នុង រលកស៊ីនុយសូអ៊ីត

- ល្បឿនទទឹងនៃភាគល្អិត (v_y) ករណីរលកដាលទៅខាងស្តាំ

$y(x,t) = A\cos(kx - \omega t)$

$$v_y(x,t) = \frac{\partial y(x,t)}{\partial t} = \omega A\sin(kx - \omega t)$$

$$= v_{y,\max}\sin(kx - \omega t)$$

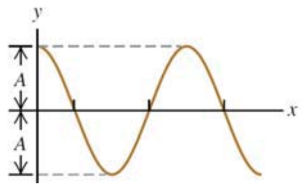
សញ្ញា $\partial/\partial x$ មានន័យថាដេរីវេដោយផ្អែកធៀបនឹង x ដោយចាត់ទុក t ថេរ

- ស្រដៀងគ្នានេះដែរយើងទទួលបានសំទុះ

$$a_y = \frac{\partial v_y(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} = -\omega^2 A\cos(kx - \omega t)$$

$$= -\omega^2 y(x,t)$$

- មេគុណប្រាប់ទិស $= \frac{\partial y(x,t)}{\partial x}$
- កំណោងនៃខ្សែ $= \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2}$



$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = -k^2 A\cos(kx - \omega t) = -k^2 y(x,t)$$

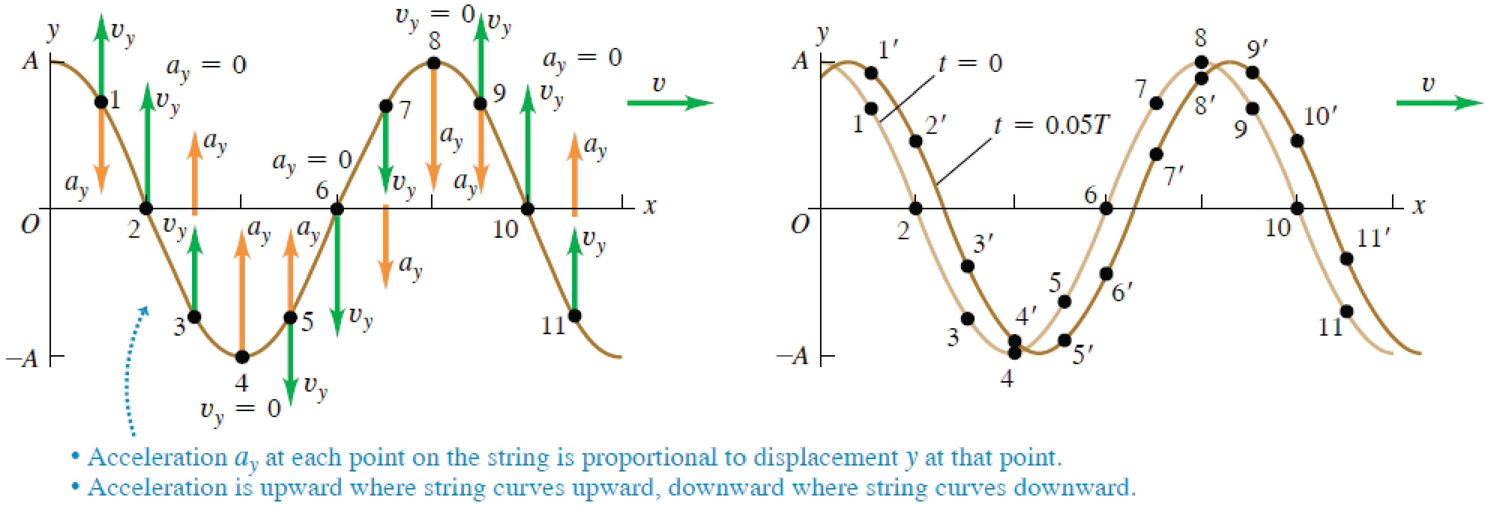
នោះយើងបាន $\frac{\partial^2 y(x,t)/\partial t^2}{\partial^2 y(x,t)/\partial x^2} = \frac{\omega^2}{k^2} = v^2$

សមីការរលក

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$$

៣. ការពិពណ៌នាបែបគណិតវិទ្យាអំពីរលក

វ៉ិចទ័រល្បឿន និង សំទុះនៃភាគល្អិតក្នុង រលកស៊ីនុយសូអ៊ីត



៤. ល្បឿននៃរលកទទឹង

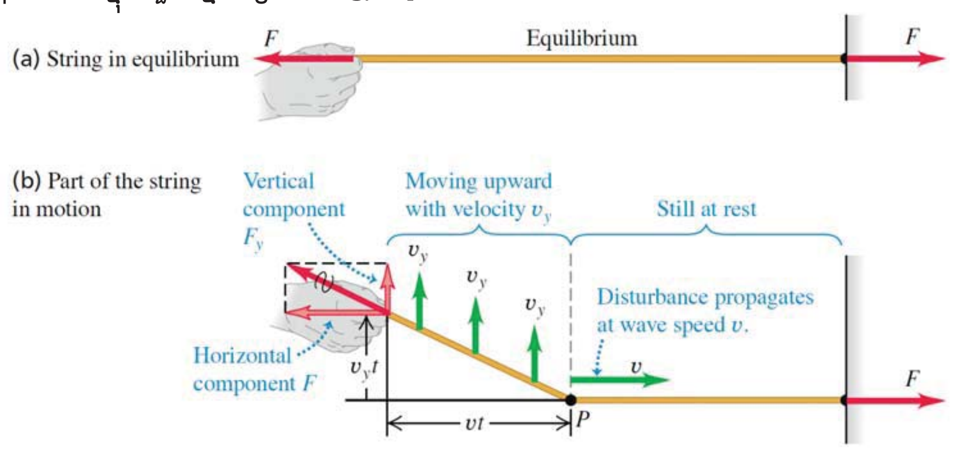
$v=\sqrt{F/\mu}$ [F តំណឹងខ្សែគិតជា N, μ ដង់ស៊ីតេម៉ាសក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង kg/m]

ល្បឿនរលកនៅលើខ្សែ៖ វិធីសាស្ត្រទី១

- នៅខណៈ $t=0$ យើងអនុវត្តកម្លាំង F_y ក្នុងរយៈពេល t ណាមួយ នោះកំណាត់ខ្សែដែលមានម៉ាសសរុប m ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន v_y ឡើងលើ ហើយចលនារញ្ជួយដាលដោយល្បឿន v តាមទិសដេក

អាំពុលស្យុង = បម្រែបម្រួលបរិមាណចលនា

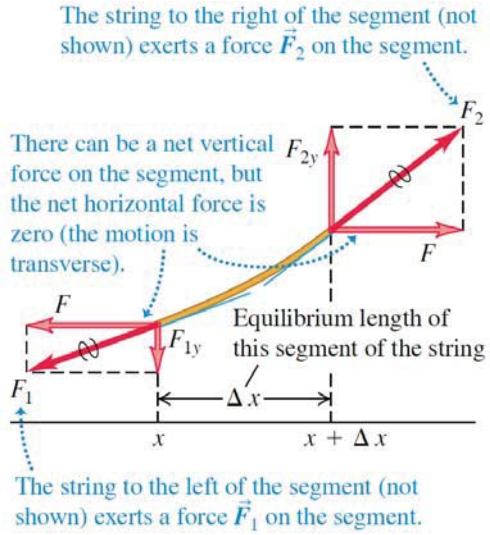
$$\left.\begin{aligned} F_y t &= m v_y \\ m v_y &= (\mu v t) v_y \end{aligned}\right\} F_y = \mu v v_y$$



លក្ខណៈត្រីកោណកែង $\frac{F_y}{F}=\frac{v_y t}{vt}$ យើងបាន $\frac{\mu v v_y}{F}=\frac{v_y}{v}\to v=\sqrt{F/\mu}$

៤. ល្បឿននៃរលកទទឹង

$v=\sqrt{F/\mu}$ [F តំណឹងខ្សែគិតជា N, μ ដង់ស៊ីតេម៉ាសក្នុងមួយខ្នាតប្រវែង kg/m]



ល្បឿនរលកនៅលើខ្សែ៖ វិធីសាស្ត្រទី២

ម៉ាសកំណាត់ខ្សែ $m=\mu\,\Delta x$

$-\frac{F_{1y}}{F}$ ស្មើទៅនឹងមេគុណប្រាប់ទិស $=\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_x$

$\frac{F_{2y}}{F}$ ស្មើទៅនឹងមេគុណប្រាប់ទិស $=\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_{x+\Delta x}$

នោះកម្លាំងសរុបតាមអ័ក្ស y

$$F_y=F\left[\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_{x+\Delta x}-\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_x\right]=\mu\Delta x\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

$$\frac{\left[\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_{x+\Delta x}-\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_x\right]}{\Delta x}=\frac{\mu}{F}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}\longrightarrow \lim_{\Delta x\to 0}\frac{\left[\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_{x+\Delta x}-\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_x\right]}{\Delta x}=\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}=\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}\longrightarrow v=\sqrt{F/\mu}$$

ឯកសារយោងបន្ថែម

មេរៀនទី

2 រលក

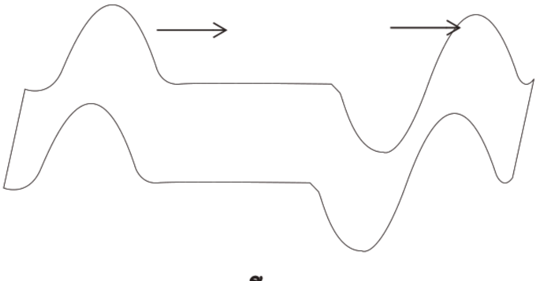
ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ពណ៌នាបានច្បាស់លាស់ពីប្រភេទនិងលក្ខណៈរបស់រលក ។
- បង្ហាញពីទម្រង់របស់រលក ។
- ពន្យល់បានច្បាស់នូវចលនារលកដែលមានរាងអាស្រ័យនឹងមជ្ឈដ្ឋានដំណាល ។
- ពណ៌នាពីបម្រែបម្រួលទិសដៅដំណាលរបស់រលក ។
- បកស្រាយបាននូវសមីការរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត ។

1. សេចក្តីផ្តើម

យើងបានដឹងខ្លះៗ ពីចលនារបស់រលកដែលមានលក្ខណៈជាលំយោល ។ រលកមានពីរប្រភេទ គឺ រលកមេកានិចនិងរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ។

ប្រភេទរលកដែលយើងលើកយកមកសិក្សា ក្នុងមេរៀននេះ ជាប្រភេទរលកមេកានិច ។ រាល់ចលនារលកទាំងនេះដាលឆ្លងកាត់មជ្ឈដ្ឋាន ខ្យល់ ទឹក ខ្សែ រ៉ឺសរ ... ។ ***ឧទាហរណ៍*** បើយើងពិនិត្យមើលនូវការរលាស់ខ្សែ កន្ទេល ឬព្រំវែងៗ (មានភាពទន់យឺត) យើងឃើញរលកដាលតាមបណ្តោយរហូតដល់ចុងម្ខាង (រូបទី 2.1) ។



រូបទី 2.1

យើងសង្កេតមើលចលនារបស់ទឹកនៅពេលដែលយើងទម្លាក់ដុំគ្រួសមួយដុំទៅលើផ្ទៃទឹកដែលឋិតនៅនឹងថ្កល់ នៅពេលដែលគ្រាប់គ្រួសធ្លាក់ចុះប៉ះនឹងផ្ទៃទឹក ។ យើងឃើញផ្ទៃទឹកមាន រូបរាងរញ្ជួយជារលករង់ ហើយដាលនៅលើផ្ទៃទឹកជាបន្តបន្ទាប់ដោយរីកកាន់តែធំឡើងៗ រួចក៏រលាយបាត់ទៅ ។

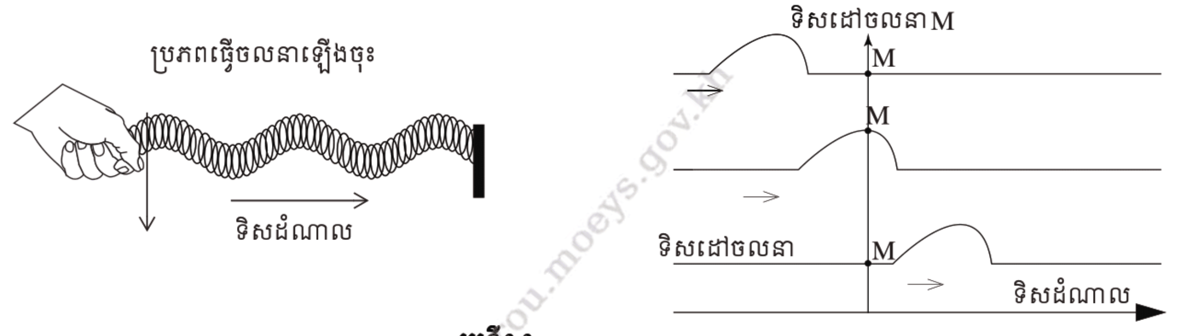
2. រលកទទឹងនិងរលកបណ្តោយ

រលកមេកានិចជារលកដែលដាលកាត់មជ្ឈដ្ឋានរូបធាតុ (រឹង រាវ ឧស្ម័ន) ដែលល្បឿនរបស់វាអាស្រ័យនឹងមជ្ឈដ្ឋានដំណាល ។ រលកមានទម្រង់ពីរគឺ រលកទទឹងនិងរលកបណ្តោយ ។

2.1. រលកទទឹង

យើងពិនិត្យមើលនូវឧទាហរណ៍ខាងលើស្តីពីការរលាស់ខ្សែកន្ទេល ឬព្រំវែងៗ យើងឃើញថារលកដាលតាមបណ្តោយខ្សែរហូតដល់ខាងចុងម្ខាង ។

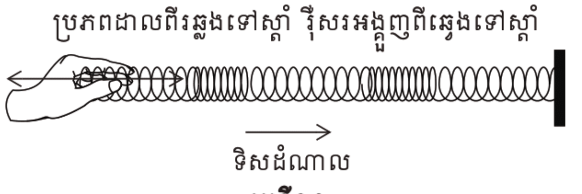
ឥឡូវយើងដៅចំណុច M លើខ្សែយឺតសន្ធឹងវែង យើងនឹងរលាស់ចុងទំនេរ(រូបទី 2.2) ។យើងសង្កេតចលនាចំណុច M នៅខណៈរលកទៅដល់ ។ យើងឃើញថាចំណុច M ធ្វើចលនាឡើងចុះនៅនឹងកន្លែង រួចនៅស្ងៀមវិញ រីឯរលកក៏ដាលហួសទៅ ។



រូបទី 2.2

បើយើងធៀបទិសបំលាស់ទីនៃចំណុច M ទៅនឹងទិសដំណាល យើងឃើញថា ទិសទាំងពីរនេះកែងគ្នា ។ តាមការសង្កេតយើងឃើញថា រលកដែលមាន**ចលនារញ្ជួយនៃចំណុចនីមួយៗក្នុងមជ្ឈដ្ឋានរូបធាតុ ដែលមានគន្លងកែងនឹងទិសដំណាលជារលកទទឹង** ។ ***ឧទាហរណ៍*** កំសួលសន្ទូចឬផ្នុកដបដែលអណ្តែតនៅលើផ្ទៃទឹក វត្ថុទាំងនេះគ្រាន់តែឡើងចុះៗ នៅនឹងមួយកន្លែងពេលរលកទៅប៉ះវា ។

2.2. រលកបណ្តោយ



រូបទី 2.3

យើងសន្ធឹងរ៉ឺសរមួយដែលយឺតល្អប្រវែងប្រហែល 8m ។ នៅចុងម្ខាងយើងបង្រួមស្ពៀប្អូនប្រាំឱ្យខិតជិតគ្នា រួចលែងវិញ យើងឃើញហាក់ដូចជាកញ្ចុំស្ពៀទាំងនេះរត់រហូតដល់ចុងម្ខាងទៀត នៃរ៉ឺសរ (រូបទី 2.3) ។ បើយើងដៅចំណាំស្ពៀតែមួយ ហើយសង្កេតចលនាស្ពៀនោះនៅពេលមានរញ្ជួយទៅដល់ យើងនឹងឃើញថា ស្ពៀនោះគ្រាន់តែធ្វើចលនាទៅមកតាមបណ្តោយរ៉ឺសរនៅតែមួយកន្លែង ។ ដូចនេះ រលកដែលមានរញ្ជួយតាមទិស

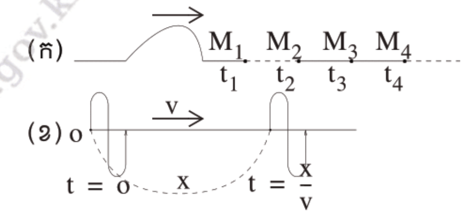
ដំណាលរញ្ជួយ រលកដែលកើតឡើងជា **រលកបណ្ដោយ** ។ ***ឧទាហរណ៍*** គ្រាប់ដូមីណូដែលដាក់តម្រៀបគ្នាជាជួររួចត្រូវរុញឱ្យវាដួល ។

សន្និដ្ឋាន

- ពេលដែលរលកដាលឆ្លងកាត់មជ្ឈដ្ឋានរូបធាតុមួយ រញ្ជួយគ្មានជញ្ជូនសារធាតុនៃមជ្ឈដ្ឋាននេះទៅជាមួយឡើយ ។ ***ឧទាហរណ៍*** យើងមើលកំសួលសន្ទូចឬផ្នុកជបដែលអណ្ដែតនៅលើផ្ទៃទឹកយើងឃើញថា វត្ថុទាំងនេះគ្រាន់តែឡើងចុះនៅពេលរលកទៅប៉ះ ។
- រលកតែងតែនាំថាមពលទៅជាមួយក្នុងពេលដាល ហើយវាក៏បាត់បង់ទៅវិញ ។

ឧទាហរណ៍ : ការរលាស់ចុងខ្សែឬចុងកន្ទេល នៅពេលដែលយើងរលាស់វា យើងឃើញថាចំណុចដើមដែលបានដៅចំណាំទទួលមុន បន្ទាប់មកក៏បញ្ជូនថាមពលទៅចំណុចមួយទៀតដែលស្ថិតនៅបន្តបន្ទាប់ក្នុងទិសដំណាល ហើយក៏បញ្ជូនថាមពលនោះទៅបន្តបន្ទាប់គ្នារហូតដល់ខាងចុង រួចហើយនៅស្ងៀម ។

2.3. ល្បឿនដំណាលនៃរលក



រូបទី 2.4

យើងសាកល្បងកំណត់ល្បឿនដំណាលនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមួយ ។ ការសិក្សាអំពីរលកដាលនៅលើខ្សែយឺត យើងបានដៅចំណាំចំណុចខ្លះដូចជា M_1 , M_2 , M_3 , M_4 នៅលើខ្សែនោះ ។ រលកមកដល់ M_1 នៅខណៈ t_1 ដល់ M_2 នៅខណៈ t_2 ដល់ M_3 នៅខណៈ t_3 ដល់ M_4 នៅខណៈ t_4 (រូបទី 2.4.ក) ។ បើយើងចែកចម្ងាយដែលរលកបានដាលនឹងរយៈពេល យើងឃើញថាផលចែកមានតម្លៃស្មើៗគ្នា យើងបាន

$$\frac{M_1M_2}{t_2-t_1} = \frac{M_2M_3}{t_3-t_2} = \frac{M_3M_4}{t_4-t_3} = \ldots = v = \text{ថេរ}$$

លទ្ធផលនេះបង្ហាញថា រលកដាលដោយចលនាត្រង់ស្មើ ។ ចំណុចទាំងឡាយក្នុងទិសដំណាលធ្វើចលនាដូចគ្នានឹងចំណុចដើម ខុសគ្នាតែត្រង់មុននិងក្រោយប៉ុណ្ណោះ ។ បើគេស្គាល់ល្បឿនដំណាល v គេអាចដឹងថាចំណុច M ដែលនៅលើខ្សែចម្ងាយ x ពីចំណុចដើម O ហើយធ្វើចលនាដូច O ក្រោយរយៈពេល $t = \frac{x}{v}$ បន្ទាប់ពី O (រូបទី 2.4.ខ) ។

ឧទាហរណ៍ : បន្ទះថែបមួយមានចុង O នឹងថ្កល់និងចុង A ភ្ជាប់ទៅនឹងខ្សែដេកមួយដែលមានប្រវែងយ៉ាងវែង ។ គេធ្វើឱ្យបន្ទះថែបនេះមានលំញ័រស៊ីនុយសូអ៊ីតនៅត្រង់ A ដោយល្បឿន $v = 10m/s$ តាមបណ្ដោយខ្សែទៅដល់ចំណុច M មួយ ដែលមានចម្ងាយ $x = 0.25m$ ស៊ីនុយសូអ៊ីតនឹងមាន

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

អំពីទុត A = 1m មិនថយនិងមានសមីការលំយោលនៅត្រង់ចំណុច A : $y_A = \sin(200\pi t)$ និងនៅត្រង់ចំណុច M គឺ $y_M = -\sin(200\pi t)$ ។ ប្រៀបធៀបចលនាលំយោលនៅត្រង់ចំណុច A និងចំណុច M ។

✍ ដំណោះស្រាយ

តាមសម្មតិកម្ម $v = 10m/s$; $x = 0.25m$; $y_A = \sin(200\pi t)$; $y_M = -\sin(200\pi t)$ ។ ដោយ $y_A = \sin(200\pi t)$ និង $y_M = -\sin(200\pi t)$ មានផលសងផាសស្មើនឹង π នាំឱ្យសមីការចលនារលកត្រង់ A និងM មានចលនាឈមផាសគ្នា ។ នាំឱ្យយើងបាន $y_A = A\sin\frac{2\pi t}{T} = \sin 200\pi t$ ជាអនុគមន៍ស៊ីនុយសូអ៊ីតនៃពេល t និង $y_M = A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right) = -\sin(200\pi t)$ ក៏អនុគមន៍ស៊ីនុយសូអ៊ីតនៃពេលដែរ កាលណាគេឱ្យតម្លៃពី $1 \rightarrow x$ ហើយមានខួប $T = \frac{1}{100}s$ ។

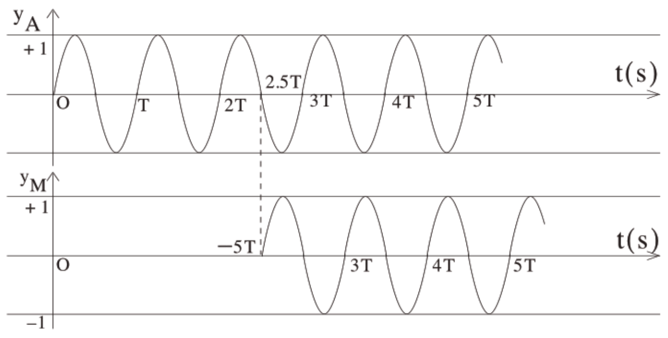
- ចំពោះ $y_A = \sin(200\pi t)$:

t(s)	o		$\frac{T}{4} = \frac{1}{400}$		$\frac{T}{2} = \frac{1}{200}$		$\frac{3T}{4} = \frac{3}{400}$		$T = \frac{1}{100}$
$(200\pi t)$	o		$\frac{\pi}{2}$		π		$\frac{3\pi}{2}$		2π
$y_A(cm)$	o	↗	1	↘	o	↗	−1	↘	o

- ចំពោះ $y_M = -\sin(200\pi t)$ នៅខណៈយើងបាន

$t = \frac{x}{v} = \frac{0.25m}{10m/s} = 0.025s$ ឬ $t = 2.5T$

ព្រោះចលនារបស់ M កើតមានរយៈពេល t វិនាទីក្រោយចលនារបស់ A ។ ដោយចលនារបស់ M ឈមផាសនឹងចលនារបស់ A (M មានអេឡុងកាស្យុងផ្ទុយពី A) នៅខណៈមួយ យើងបានក្រាហ្វិកដូចខាងស្តាំ ។



រូបទី 2.5

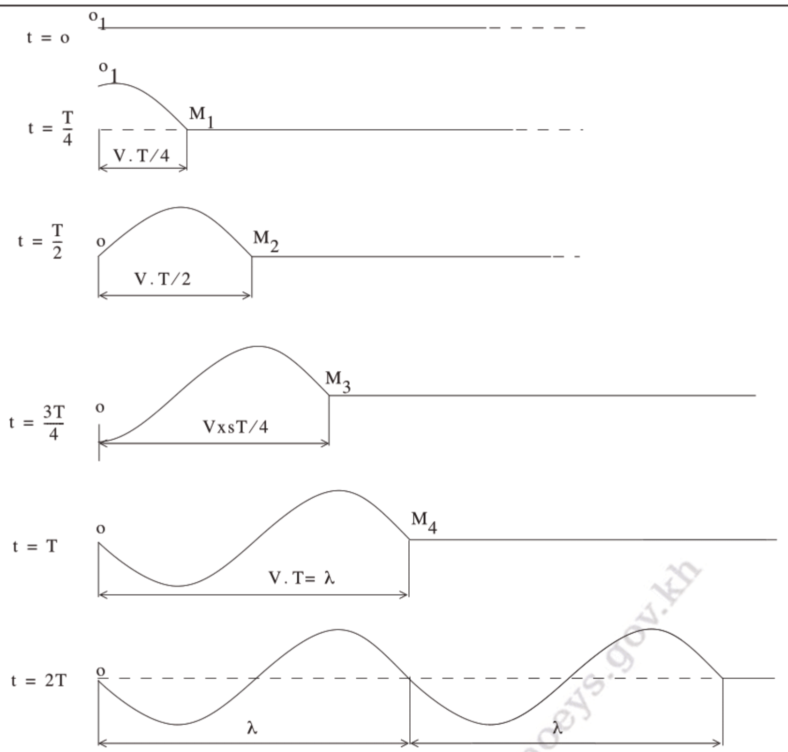
2.4. ជំហានរលក

ក្នុងករណីរញ្ជួយ ជាលំយោលដែលមានខួប T ប្រវែងដែលរលកដាលបានក្នុងមួយខួបគឺ $v.T$ ។ ចម្ងាយចរដែលរលកដាលក្នុងរយៈពេលមួយខួបហៅថា **ជំហានរលក** ។

យើងអាចសរសេរ $\lambda = vT$ ដោយ $T = \frac{1}{f}$ $\Rightarrow$ $v = f\lambda$

ដូចនេះ $\boxed{v = f\lambda}$ λ ជំហានរលកគិតជាម៉ែត្រ (m) , v ល្បឿនដំណាលគិតជាម៉ែត្រក្នុងមួយវិនាទី (m/s) , T ខួបនៃចលនាគិតជាវិនាទី (s) និង f ប្រេកង់គិតជាអ៊ែក (Hz) ។

រូបខាងក្រោមនេះបង្ហាញពីដំណាលនៃចលនារលកស៊ីនុយសូអ៊ីតតាមបណ្តោយខ្សែមួយ ។



រូបទី 2.6

ឧទាហរណ៍ : ខ្សែមួយមានលំញ័រយោលដោយល្បឿន $v = 34.3\text{m/s}$ និងប្រេកង់ $f = 262\text{Hz}$ ។ គណនាជំហានរលករបស់ខ្សែ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

តាមសម្មតិកម្ម $v = 34.3\text{m/s}$ និងប្រេកង់ $f = 262\text{Hz}$

តាមសមីការទំនាក់ទំនងរវាងល្បឿន ជំហានរលក និងប្រេកង់

យើងបាន $v = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{34.3\text{m/s}}{262\text{Hz}} = \frac{34.3\text{m/s}^{-1}}{262\text{s}^{-1}} = 0.131\text{m}$

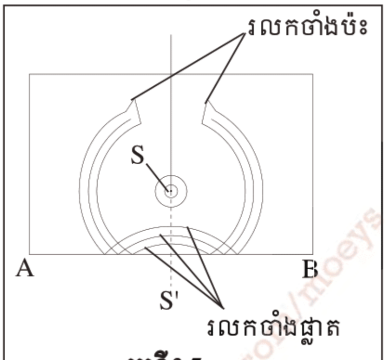
ដូចនេះ ជំហានរលករបស់ខ្សែ $\boxed{\lambda = 0.131\text{m}}$ ។

3. លក្ខណៈរលក

រលកមានលក្ខណៈជាចំណាំងផ្លាត ចំណាំងបែរ និងឌីប្រាក់ស្យុង ។ ***ឧទាហរណ៍*** ចុងខ្សែនៅក្នុងខ្យល់ ចុងរ៉ឺសរជាប់នឹងជញ្ជាំង ទឹកបោកផ្ទប់នឹងផ្ទៃរឹងអ្វីមួយ ផ្ទៃញែកទឹក និងខ្យល់ ផ្ទៃញែកទឹកនិងប្រេង ផ្ទៃញែកដី និងថ្ម . . . ជាដើម ។

១.1. ចំណាំងផ្លាតនៃរលក

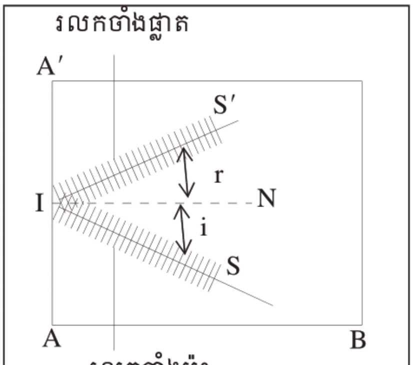
ក. ចំណាំងផ្លាតនៃរលកវង់



រូបទី 2.7

យើងពិនិត្យមើលលើប្រភពនៃលំញ័រ S មួយមានចុងស្រួច ។ យើងដាក់ចុងស្រួចនៃប្រភពនោះឱ្យប៉ប្រះនឹងផ្ទៃទឹកនៅក្នុងផើងមួយ ដែលមានបាតរាងចតុកោណកែង ។កាលណារលកដាលមានរាងរង្វង់ ទៅប៉ះនឹងគែមផើង AB (ដែលមាននាទីជារបាំង) យើងសង្កេតឃើញ ថារលកចាំងផ្លាតមានរាងជាកំណោងវង់ដាលត្រឡប់មកវិញ ហាក់ដូចជាចេញពីផ្ចិត S' មួយដែល ស៊ីមេទ្រីទៅនឹងAB ធៀបនឹង S ក្នុងប្លង់នៃផ្ទៃទឹកនោះ ។ គេវាស់ជំហានរលកចាំងផ្លាតនេះ ឃើញថា ស្មើនឹងរលកចាំងប៉ះ ។រលកចាំងផ្លាតនិងរលកចាំងប៉ះមានល្បឿនដំណាលស្មើៗគ្នា ។

ខ. ចំណាំងផ្លាតនៃរលកប្លង់



រូបទី 2.8

យើងធ្វើពិសោធន៍ម្តងទៀតដោយប្រើកូនបន្ទះឈើ S ជាប្រភពនៃលំញ័រ ហើយដាក់ឱ្យប៉ប្រះនឹងផ្ទៃទឹក(រូបទី 2.8) នៅក្នុងផើងដដែល ។ ប្រភពនៃលំញ័រ S បង្កើតជារលក ដែលយើងសង្កេតមើលឃើញដំណាលរបស់រលកមានរាងដូចជាអង្កត់ត្រង់ដាលជាបន្តបន្ទាប់គ្នាឆ្ពោះទៅទិសមួយកែងនឹងប្លង់នៃប្រភព ។គែមផើងដែលមានតួនាទីជារបាំង AA' **ចាំងផ្លាត**រលកទាំងនេះនៅត្រង់ចំណុច I ឱ្យទៅជារលកចាំងផ្លាតឆ្ពោះទៅរកទិស IS' ។កន្លះបន្ទាត់ IS' បង្កើតជាមួយនឹងខ្សែកែង IN បានមុំចាំងផ្លាត r ស្មើនឹងមុំចាំងប៉ះ i ។

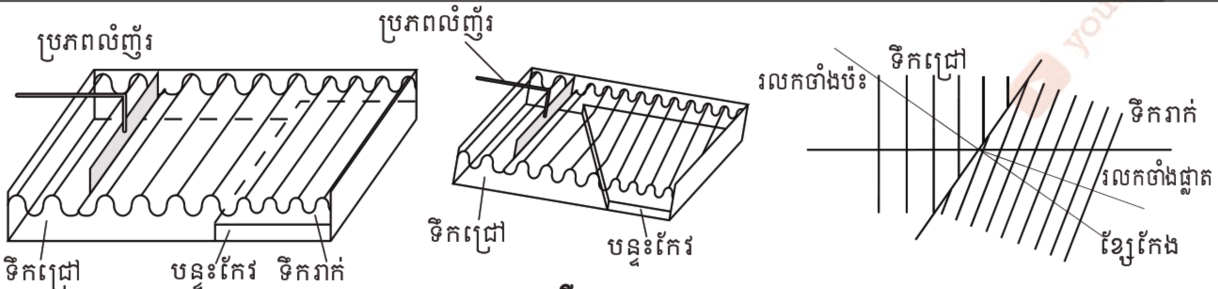
សម្គាល់ :

តាមពិសោធន៍ទាំងពីរខាងលើ យើងកត់សម្គាល់ឃើញថា បើរបាំងបំផ្លាតជាប្លង់រាបស្មើ រលកចាំងប៉ះនិងរលកចាំងផ្លាតមានរាងដូចគ្នា ។ ផ្ទុយទៅវិញ បើរបាំងបំផ្លាតមានរាងកោងស្វ៊ែ ឬប៉ារ៉ាបូល ពិសោធន៍បានបង្ហាញថា ៖

- បើរលកចាំងប៉ះជារលកវង់ ដែលមានប្រភពនៅត្រង់ផ្ចិតឬកំនុំរបាំង នោះរលកចាំងផ្លាតជារលករង្វង់ ។
- បើរលកចាំងប៉ះជារលកប្លង់ នោះរលកចាំងផ្លាតជារលកវង់ដែលផ្ចិតនៅត្រង់ផ្ចិតឬកំនុំរបាំង ។
- រាងនៃរលកចាំងផ្លាតប្រែប្រួលតាមរបាំង ។

3.2. ចំណាំងបែរនៃរលក

យើងដាក់បន្ទះកែវមួយដែលមានកម្ពស់អាចបន្ថយជម្រៅទឹកបានទៅក្នុងផើងដាក់ទឹកមួយ ។ ផើងនោះមានបាតជម្រាលធ្វើឱ្យជម្រៅទឹកក្នុងផើងមានផ្នែករាក់និងផ្នែកជ្រៅ ។ ឥឡូវយើងដាក់បន្ទះកែវត្រង់ផ្នែកខាងប្រភព រួចធ្វើឱ្យទឹកមានចលនារលកដាលពីតំបន់ទឹកជ្រៅទៅតំបន់ទឹករាក់ ។ ប៉ុន្តែនៅខណៈដែលដាលឆ្លងផុតពីជ្រុងរបស់បន្ទះកែវទៅកន្លែងទឹកជ្រៅរលកប្តូរទិសដៅជំណាល ។ បាតុភូតនេះ គេហៅថា **ចំណាំងបែរនៃរលក** ។



រូបទី 2.9

3.3. ឌីប្រាក់ស្យុងនៃរលក

យើងឱ្យរលកប្លង់ដាលទៅប៉ះនឹងរបាំងមួយមានប្រវែងវែងជាងជំហានរលក λ ។ រលកដែលដាលបន្ត នៅក្រោយរបាំងមានរាងកោងត្រង់ចុងរបាំង ។ បំណត់រលកនៅតាមចុងសងខាងរបាំងជា **ឌីប្រាក់ស្យុងនៃរលក** ។

បើយើងប្តូរយករបាំងឱ្យមានប្រវែងប្រហែលនឹងជំហានរលក λ រលកនៅពីក្រោយជិតរបាំងមានរាងកោង ប៉ុន្តែរលកដែលដាលបន្តទៅក៏ជារលកប្លង់ដែរ ។ បាតុភូតឌីប្រាក់ស្យុងមិនធ្វើឱ្យមានបម្រែបម្រួលជំហានរលកទេ ។

បាតុភូតឌីប្រាក់ស្យុងនៃរលកក៏អាចកើតមានផងដែរ កាលណារលកដាលឆ្លងកាត់ចន្លោះឧបសគ្គឬរបាំងពីរ ។ ក្នុងករណីរលកប្លង់ដាលឆ្លងកាត់ចន្លោះឧបសគ្គឬរបាំងពីរដែលស្ថិតនៅឆ្ងាយពីគ្នា $d(d > \lambda)$ បន្ទាប់ពីរងឌីប្រាក់ស្យុងរួចហើយរលកដែលដាលបន្តទៅមុខទៀតក៏ជារលកប្លង់ដែរ ។ ផ្ទុយទៅវិញ បើ $d \approx \lambda$ បន្ទាប់ពីរងឌីប្រាក់ស្យុងរួចរលកប្តូររាងពីរលកប្លង់ទៅជារលករង់ ។

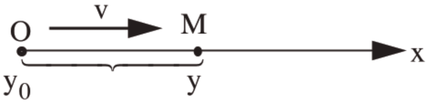
4. រលកស៊ីនុយសូអ៊ីត

រលកខ្សែមួយដែលកើតឡើង ដោយប្រភពលំញ័រមួយ ជាចលនាអាកម៉ូនិចងាយត្រូវបានគេហៅថា **រលកស៊ីនុយសូអ៊ីត** ។ នៅពេលដែលរលកខ្សែបានធ្វើចលនាស៊ីនុយសូអ៊ីតពីគល់ O ទៅដល់ចំណុច M មួយតាមបណ្តោយអក្ស ox ។

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

គល់ O នៃខ្សែត្រូវបានធ្វើចលនាស៊ីនុយសូអ៊ីត ដែលមានខួប T និងអំព្លីទុត A ។

សមីការនៃចលនាអាចសរសេរ $y = A\sin\omega t$



។

ដែល $\omega = \frac{2\pi}{T}$ នាំឱ្យយើងបាន $y = A\sin\frac{2\pi}{T}t$

ឧបមាថា ចំណុច M មានអាប់ស៊ីស $x = OM$ ស្ថិតលើខ្សែ ។ ដំណាលនៃរលកត្រូវបានកើតឡើងសារជាថ្មីនៅត្រង់ M ប៉ុន្តែយឺតជាងនៅត្រង់ចំណុច O ក្នុងរយៈពេល t' ។ បើ v ជាល្បឿននៃដំណាលគេបាន $t' = \frac{x}{v}$ ។ គេអាចនិយាយម្យ៉ាងទៀតថា ចលនារបស់ M នៅខណៈ t គឺជា ចលនា O នៅខណៈ $t - t'$ គេអាចសរសេរ $y = A\sin 2\pi\left(\frac{t-t'}{T}\right)$

$y = A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{t'}{T}\right)$ តែ $t' = \frac{x}{v}$

$y = A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{vT}\right)$ ដោយ $vT = \lambda$

ដូចនេះចលនានៃចំណុចណាមួយនៅលើខ្សែត្រូវបានតាងដោយសមីការ

$$\boxed{y = A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)}$$

A អំព្លីទុត , λ ជំហានរលក , t រយៈពេល , T ខួប និង x អាប់ស៊ីស ។

ឧទាហរណ៍ : ខ្សែយឺតមួយមានលំញ័រទទឹង ហើយមានទិសដៅវិជ្ជមានតាម x ដោយមានជំហានរលក $\lambda = 40cm$ និងអំព្លីទុត $a = 15cm$ ហើយ និងប្រេកង់ $f = 8Hz$ ដាលចេញពីគល់ទៅដល់ចំណុច M ខណៈ t និង $x = 20$ ។

ក. រកប្រេកង់មុំ ខួបលំយោលនិងល្បឿនរបស់រលក ។

ខ. សរសេរកន្សោមសមីការចលនារបស់រលកនៅត្រង់ចំណុច M ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ក. រកប្រេកង់មុំ និងខួបលំយោលនៃខ្សែ និងល្បឿនរបស់រលក

តាមសម្មតិកម្ម : ជំហានរលក $\lambda = 40cm$ អំព្លីទុត $a = 15cm$ និងប្រេកង់ $f = 8Hz$

ប្រេកង់ $\omega = 2\pi f = 2\pi(8s^{-1}) = 50rad/s$

ខួបលំយោល $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{8s^{-1}} = 0.12s$

ល្បឿនរបស់រលក $v = f\lambda = (40cm)(8s^{-1}) = 320cm/s$ ។

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

ខ. សរសេរកន្សោមសមីការចលនារលកនៅត្រង់ចំណុច M

តាមសម្មតិកម្ម : $\lambda = 40\text{cm}$; $a = 15\text{cm}$; $x = 20$ និង $t = t$

តាមរូបមន្ត : $y_M = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$

$y_M = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{1/8} - \frac{20}{40}\right)$ ឬ $y_M = a\sin 2\pi\left(8t - \frac{1}{2}\right)$

$y_M = a\sin\left(16\pi t - \frac{2\pi}{2}\right)$ ឬ $y_M = a\sin(16\pi t - \pi)$

$\boxed{y_M = -a\sin 16\pi t}$ ។

មេរៀនសង្ខេប

- ការបញ្ជូនរញ្ជួយក្នុងមជ្ឈដ្ឋានដំណាលមួយហៅថា ចលនារលក ។
- រលកមានពីរប្រភេទគឺ រលកមេកានិច និងរលកអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ។
- រលកទទឹងគឺជាលំញ័រដែលកាត់កែងទៅនឹងទិសនៃដំណាល ។
- រលកបណ្តោយគឺជាលំញ័រដែលផ្លាស់ទីស្របនឹងទិសនៃដំណាល ។
- រលកមានលក្ខណៈចាំងផ្លាត ចាំងបែរ និងឌីប្រាក់ស្យុង នៅពេលណាដែលវាដាលទៅប៉ះនឹងរបាំង ។
- រលកចាំងផ្លាត ជារលកដែលកំពុងដាល កាលណាទៅប៉ះនឹងឧបសគ្គអ្វីមួយ អាចបកមកមជ្ឈដ្ឋានដើមវិញ ។
- ចំណាំងបែរនៃរលកបណ្តូរទិសដំណាល ។
- បំណត់រលកនៅចុងខាងរបាជាឌីប្រាក់ស្យុង ។
- រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតជារលកមួយដែលគេធ្វើឱ្យមានប្រភពលំញ័រជាចលនាអាកម៉ូនិចងាយ និងមានរូបមន្ត : $x = A\sin(\omega t + \phi)$ ។

សំណួរនិងលំហាត់

1. អ្វីទៅជារញ្ជួយ ? គេកំណត់ប្រភពរញ្ជួយបានដោយសារអ្វី ?
2. រលកមានប៉ុន្មានប្រភេទ ? អ្វីខ្លះ ?
3. ក្នុងបណ្តាបាតុភូតខាងក្រោមនេះ តើបាតុភូតណាខ្លះមានទម្រង់ដំណាលជារលកបណ្តោយ ? ណាខ្លះជារលកទទឹង ? រលកទឹក រលកសំឡេង រលកវិទ្យុ រលករ៉ឺសរ និងរលកខ្សែ ។

4. ដើម្បីបង្កើតរលកខ្សែមួយ តើអ្នកត្រូវបំពេញលក្ខខណ្ឌអ្វីខ្លះ ? ចូរឱ្យឧទាហរណ៍បញ្ជាក់ប្រាប់ផង ។

5. ល្បឿនដំណាលនៃរញ្ជួយមានលក្ខណៈដូចម្ដេចខ្លះ ? កត្តាអ្វីខ្លះដែលមានឥទ្ធិពលទៅលើល្បឿនដំណាល ?

6. ក្មេងៗតែងយកកំប៉ុងពាសក្រដាសពីរមកភ្ជាប់ធ្វើជាទូរស័ព្ទដោយប្រើខ្សែអំបោះ ។ នៅពេលដែលធ្វើការទាក់ទងគ្នាវាស្ដាប់ពុំសូវឮច្បាស់ ។ បន្ទាប់មកវាយកខ្សែលាបជ័រទឹកទុកឱ្យស្ងួតនិងបិទក្រមួននៅខាងចុងខ្សែអំបោះជាប់ទៅនឹងក្រដាសភ្នាសនៅមាត់កំប៉ុង ធ្វើយ៉ាងនេះវាស្ដាប់បានឮច្បាស់ជាមុន ។ តើរលកដែលដាលនៅលើខ្សែអំបោះជារលកទទឹង ឬរលកបណ្ដោយ ? ចូរពន្យល់ ?

7. តើរលកមានលក្ខណៈសម្គាល់អ្វីខ្លះ ?

8. តើចំណាំងបែរនៃរលក និងចំណាំងផ្លាតនៃរលកកើតមានឡើងនៅពេលណា ?

9. តើរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតមានចលនាដំណាលដូចម្ដេច ?

10. តើចលនារលកស៊ីនុយសូអ៊ីតអាចចាត់ទុកថាជាចលនាខួបដែរឬទេ ? ព្រោះអ្វី ?

II. លំហាត់

1. ខ្សែមួយមានប្រវែង 5m និងមានម៉ាស 0.52kg ។ គេទាញវាឱ្យសន្ធឹងដោយកម្លាំង 46N ។ គណនា

   ក. ល្បឿនដំណាលនៃលំញ័រមួយនៅលើខ្សែ ។

   ខ. ប្រវែងរលកក្នុងករណីដែលគេដឹងថាលំញ័រមានប្រេកង់ 400Hz ។

2. ប្រភពលំញ័រមួយមានចលនា $y = 3\sin\left(125t + \frac{\pi}{3}\right)$ ។ ប្រភពនេះបញ្ជូនរលកដាលផុតខ្សែប្រវែង 25m ក្នុង 2.5s ។ តើល្បឿនដំណាល ខួប និងប្រវែងរបស់រលកមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

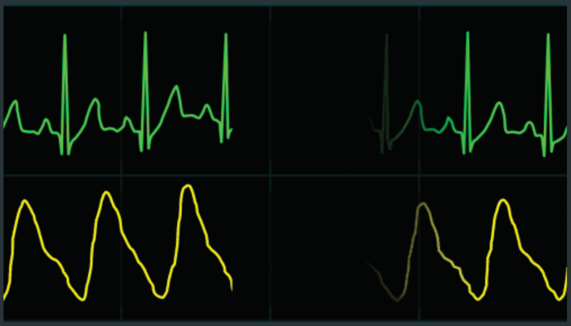
3. ខ្សែយឺតមួយមានចលនាទទឹងដោយមានប្រេកង់ 65Hz ។ ចំណុចដំបូងត្រង់ O ឈមនឹងផាសចុង M ឋិតនៅចម្ងាយ OM = 30cm ពី O ។ គណនាល្បឿននៃរលកខ្សែ ។

4. ប្រភពលំញ័រមួយមានសមីការ $y = a\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)$ និងមានចលនាត្រង់ប្រវែង 25m និងមានខួបស្មើនឹង 8s ។

   ក. រកអំព្លីទុត a និងប្រេកង់មុំ ω ដោយ t = 5s ។

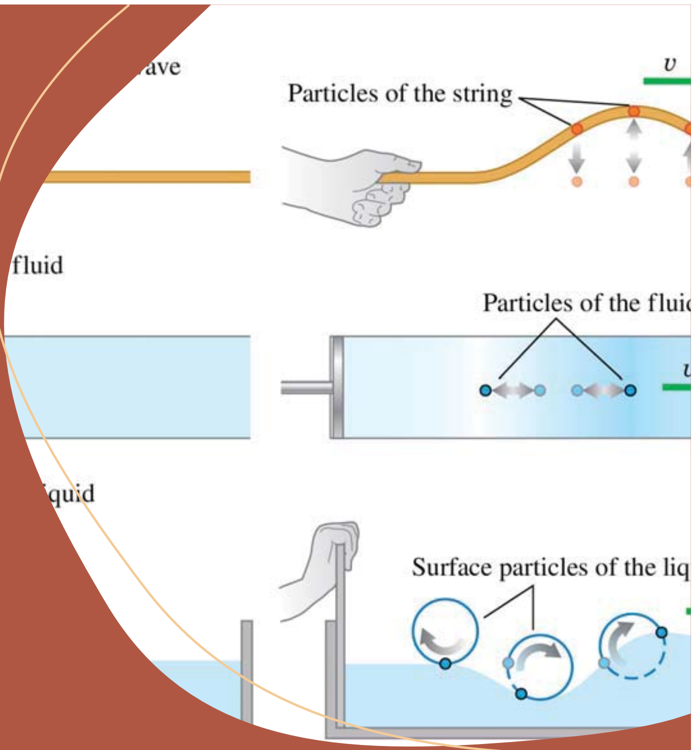
   ខ. គណនាអេឡុងកាស្យុងនៃចំណុចមួយទៀតដែលឋិតនៅចម្ងាយ 20m ពីចំណុចមុននៅខណៈ t = 6s គេឱ្យជំហានរលក λ = 3.2m និងអំព្លីទុតថេរ ។

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



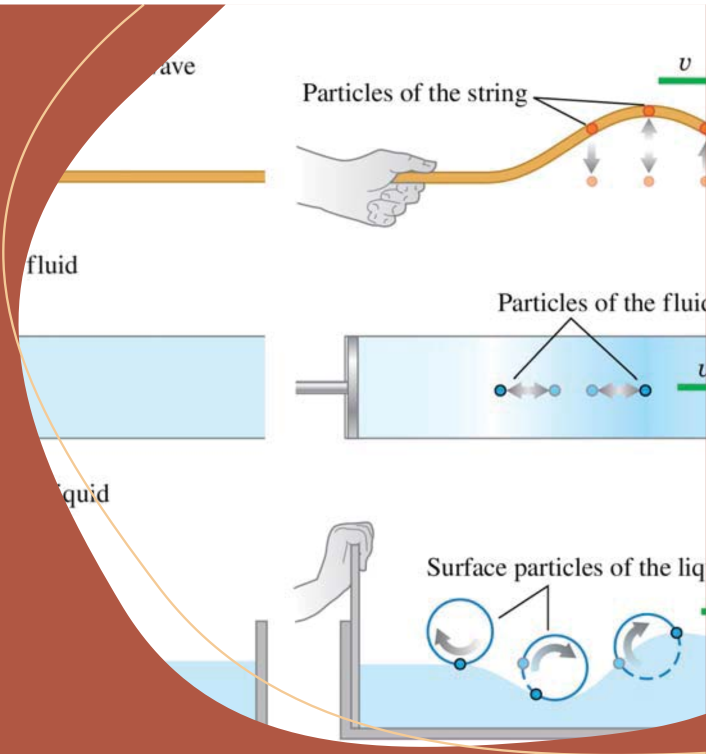
រលកមេកានិច

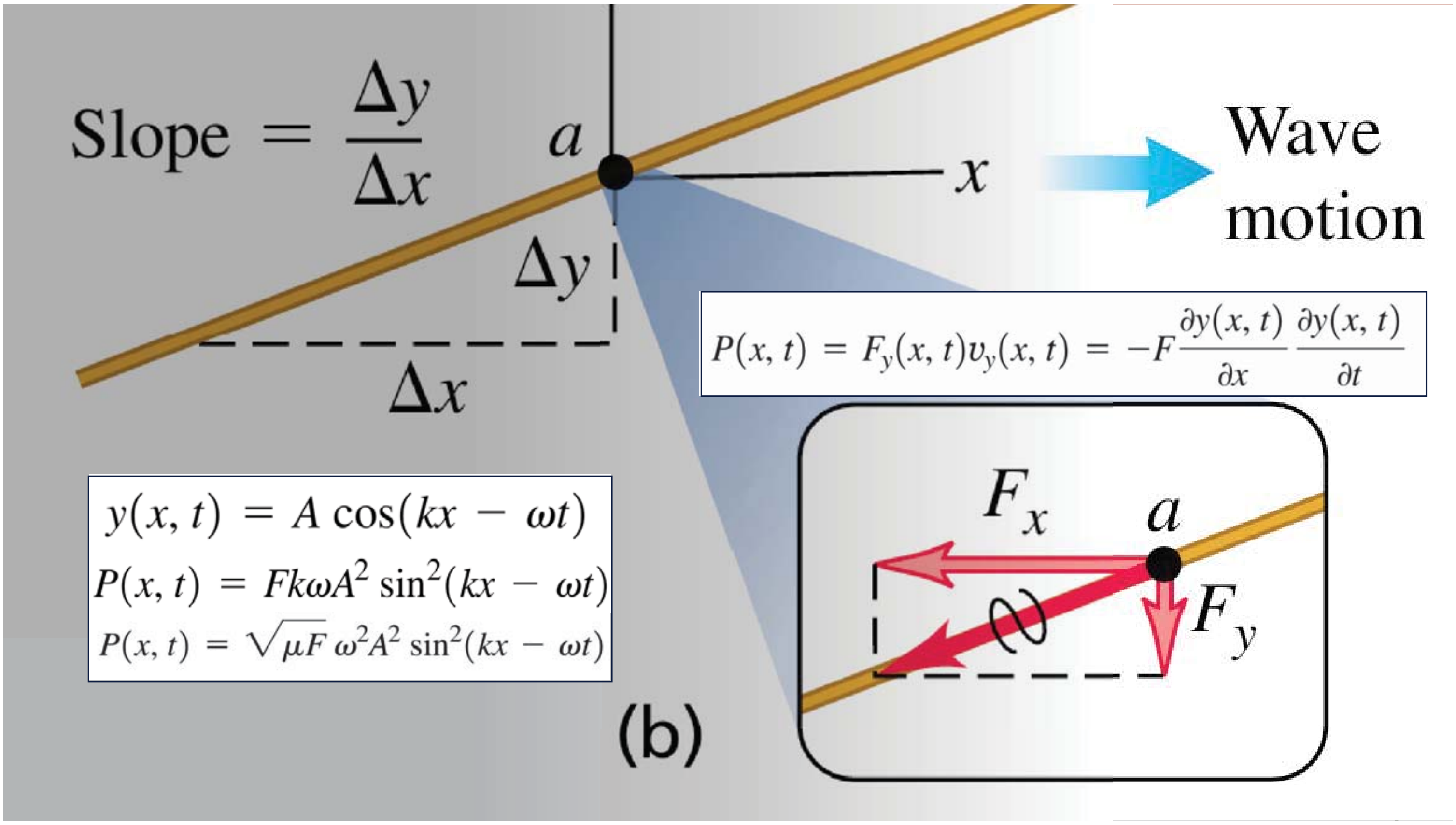
- អ្នកបានរៀនរួចមកហើយនូវលក្ខណៈដូចគ្នាមួយចំនួននៃរលកទទឹង បណ្ដោយ។ តើអ្នកអាចរៀបរាប់បានដែរឬទេ?

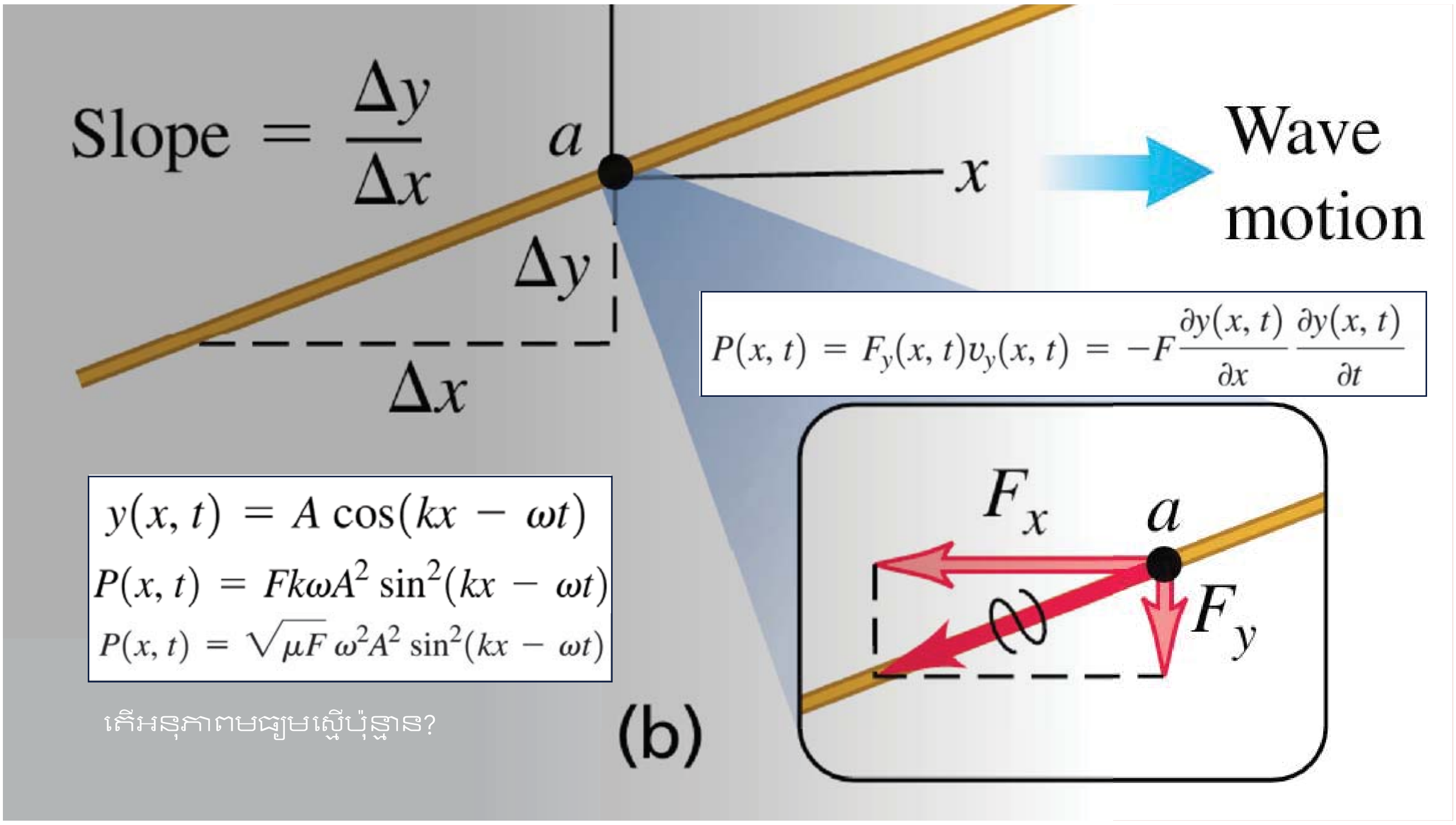


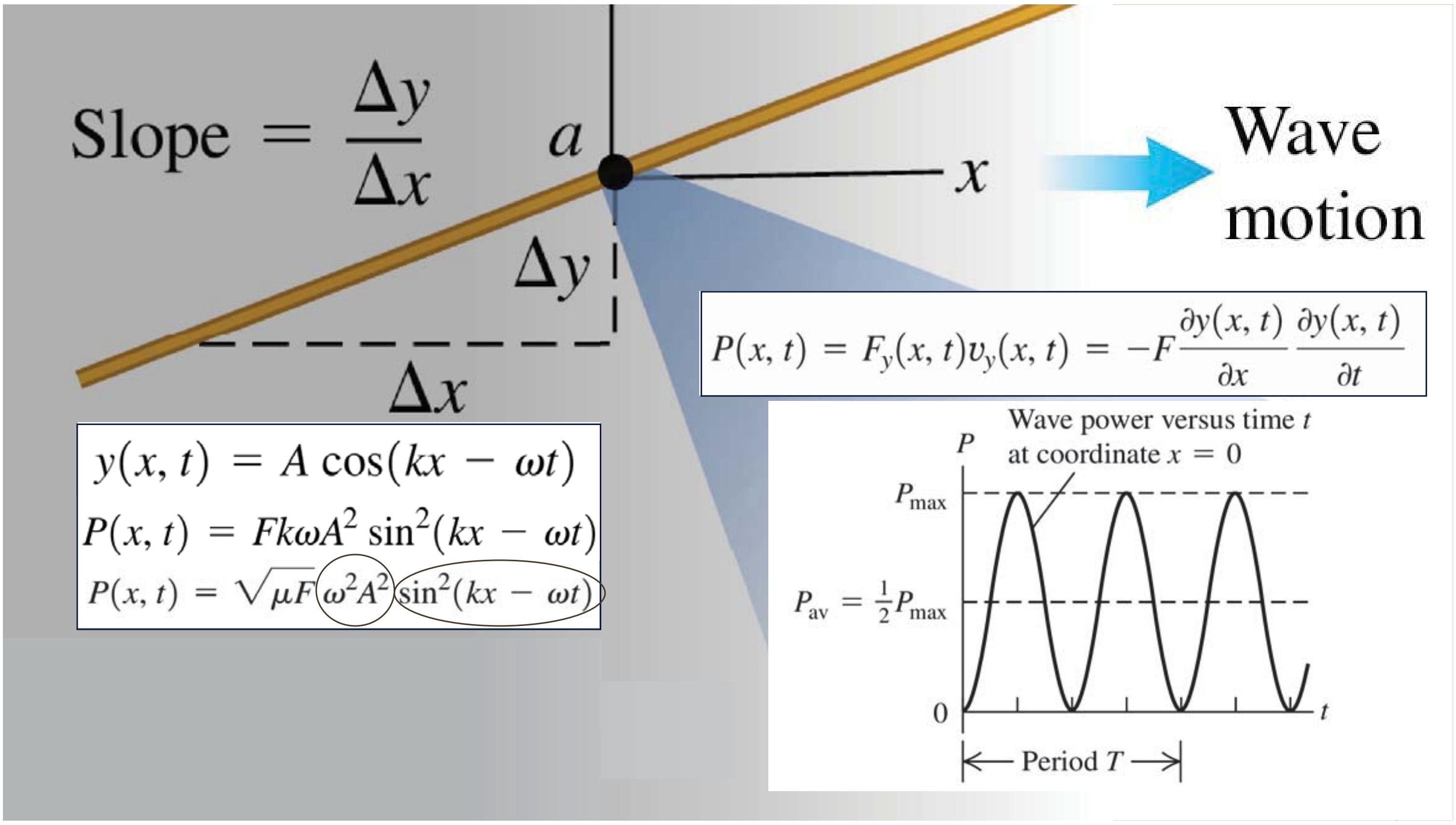
ថាមពលតាមរយៈរលកមេកានិច

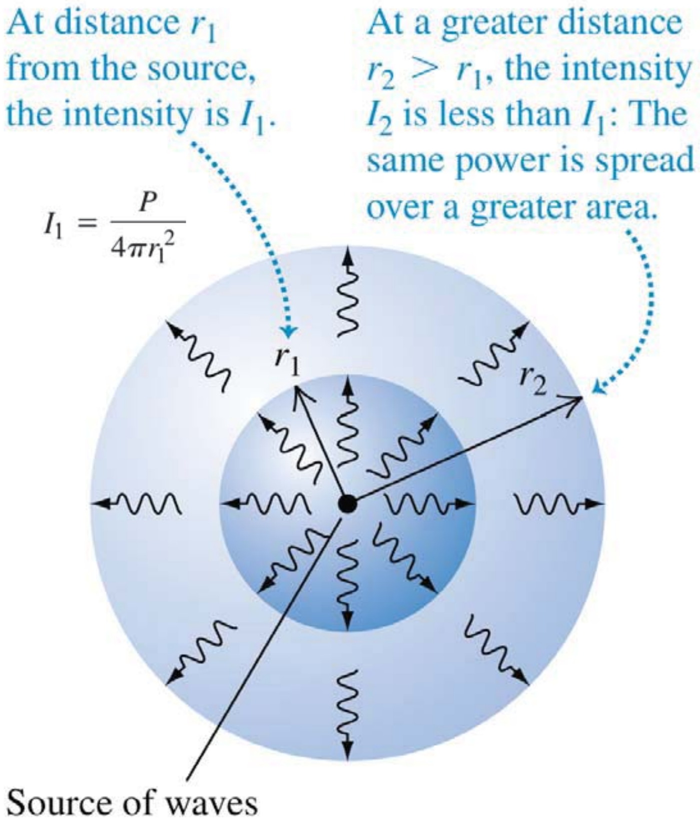
- បើសិនជាអ្នកមិនទាន់បានលើកឡើងនូវលក្ខណៈនៃរលកមេកានិចដែលពាក់ព័ន្ធនឹងថាមពល តើអ្នកអាចពន្យល់បន្ថែមបានដែរឬទេ?






Slope = $\frac{\Delta y}{\Delta x}$
a
x
Wave motion
Δy
Δx
$P(x,t) = F_y(x,t)v_y(x,t) = -F\frac{\partial y(x,t)}{\partial x}\frac{\partial y(x,t)}{\partial t}$
$y(x,t) = A\cos(kx - \omega t)$
$P(x,t) = Fk\omega A^2\sin^2(kx - \omega t)$
$P(x,t) = \sqrt{\mu F}\,\omega^2A^2\sin^2(kx - \omega t)$
តើអនុភាពមធ្យមស្មើប៉ុន្មាន?
(b)
F_x
a
F_y

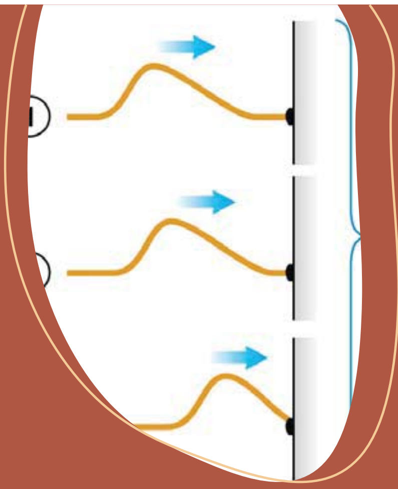

Slope = $\frac{\Delta y}{\Delta x}$
a
x
Wave motion
Δy
Δx
$P(x,t) = F_y(x,t)v_y(x,t) = -F\frac{\partial y(x,t)}{\partial x}\frac{\partial y(x,t)}{\partial t}$
$y(x,t) = A\cos(kx - \omega t)$
$P(x,t) = Fk\omega A^2\sin^2(kx - \omega t)$
$P(x,t) = \sqrt{\mu F}\,\omega^2A^2\sin^2(kx - \omega t)$
Wave power versus time t
at coordinate x = 0
P
P_{max}
$P_{av} = \frac{1}{2}P_{max}$
0
t
Period T

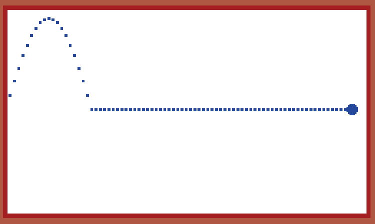


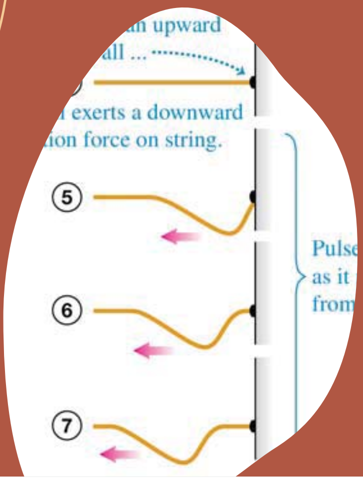
បើថាមពលមិនត្រូវបានបាត់បង់ពីចន្លោះផ្ទៃក្នុងនិងក្រៅនោះទេ តើទំនាក់ទំនងរវាង អាំងតង់ស៊ីតេនៃផ្ទៃទី ១ និង ទី២ គួរត្រូវបានកំណត់ដោយរបៀបណា?

អាំងទែផេរ៉ង់ លក្ខខណ្ឌដែន និងតម្រួត

- តើអ្នកអាចពន្យល់បានទេថា ហេតុអ្វីខ្សែប្រែជាត្រង់ដោយគ្មានរញ្ជួយនៅពេលដែលរញ្ជួយទៅដល់ជញ្ជាំង?

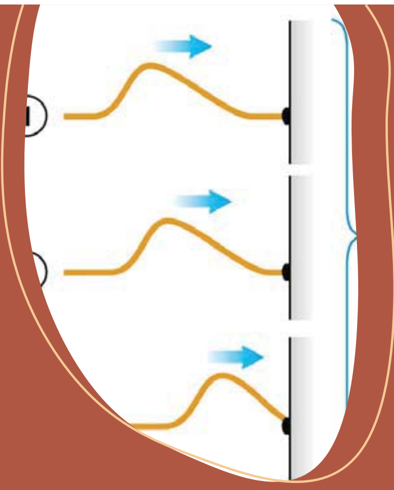


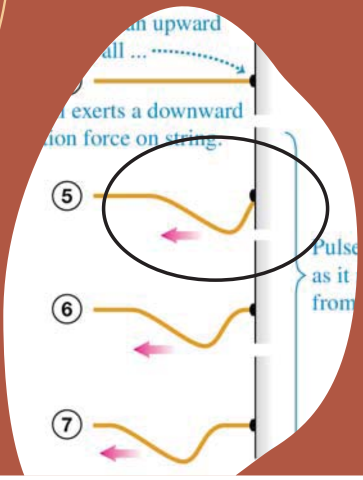




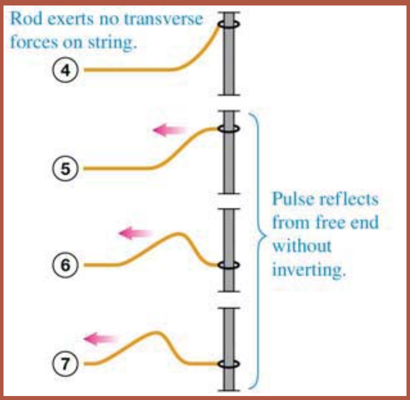
អាំងទែផេរ៉ង់ លក្ខខណ្ឌដែន និងតម្រួត

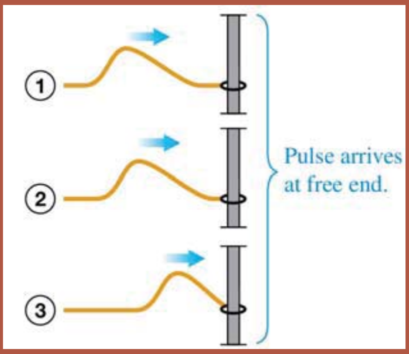
- តើហេតុអ្វីពេលចាំងផ្លាតមកវិញរញ្ជួយប្តូរទិសដៅនៃដំណាល និងបម្លាស់ទី?



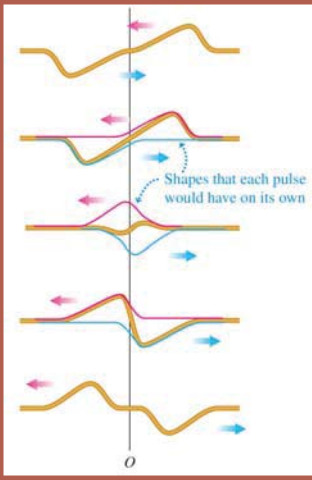


តើករណីនេះខុសពីមុនត្រង់ណា? ហេតុអ្វីទើបវាបែបនេះ?

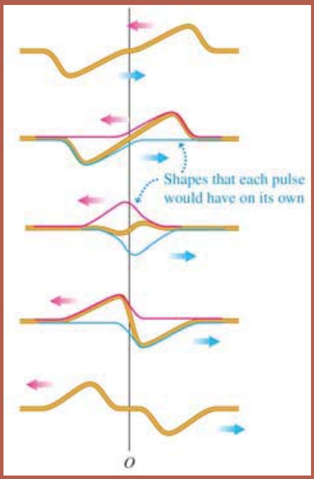




តើអ្នកគិតថារូបនេះគេចង់បង្ហាញពីអ្វី?



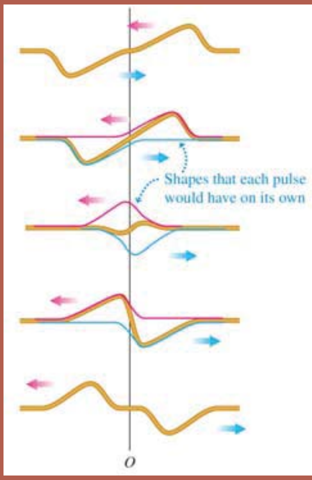
oPhysics



oPhysics

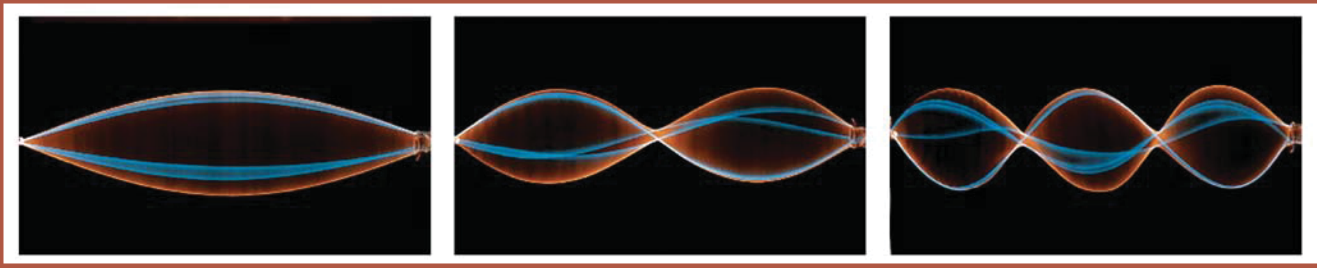
តើអ្នកគិតថាគោលការណ៍នេះបង្ហាញពីសង្គតិភាពជាមួយនឹងសមីការរលកដែរឬទេ?

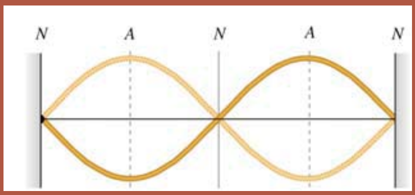
$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$$

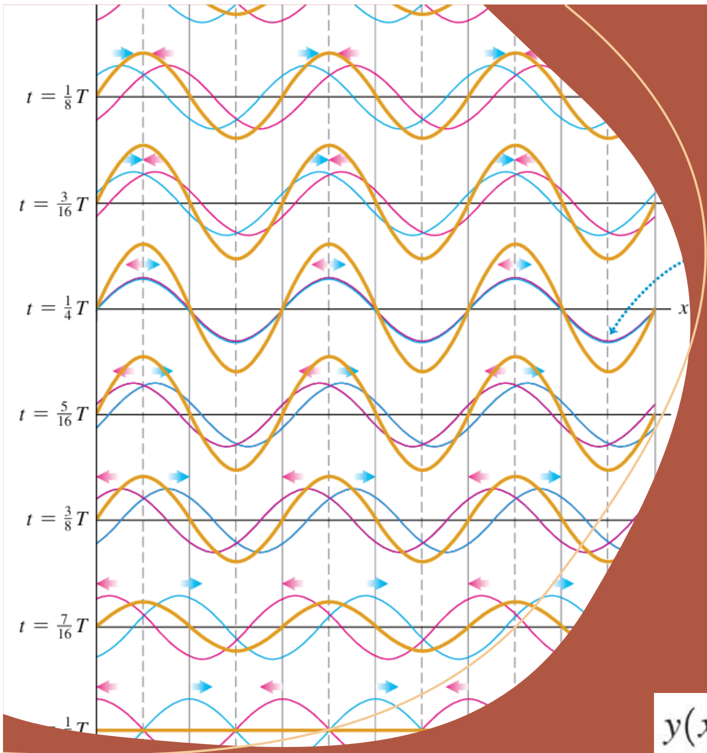


រលកជញ្ជ្រាំលើខ្សែ

រលកជញ្ជ្រំលើខ្សែ







រលកជញ្ជ្រំលើខ្សែ

តើអ្នកសង្កេតឃើញអ្វីខ្លះផ្អែកលើរូបនេះ?

តើរលកដែលដាលក្នុងទិសដៅផ្ទុយគ្នា មានលក្ខណៈដូចម្ដេចខ្លះ

$$y_1(x, t) = -A\cos(kx + \omega t)$$

$$y_2(x, t) = A\cos(kx - \omega t)$$

$$y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t) = (2A\sin kx)\sin \omega t$$

រកទីតាំងនៃថ្នាំង

$$y(x, t) = (2A \sin kx) \sin \omega t$$

$$\sin kx = 0$$

$$x = 0, \frac{\pi}{k}, \frac{2\pi}{k}, \frac{3\pi}{k}, \ldots$$
$$= 0, \frac{\lambda}{2}, \frac{2\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \ldots$$

តើមានថាមពលត្រូវបានបញ្ជូនដោយរលកជញ្ជ្រាំ ◌ុឬទេ?

$$P(x, t) = F_y(x, t) v_y(x, t) = -F \frac{\partial y(x, t)}{\partial x} \frac{\partial y(x, t)}{\partial t}$$

ផ្អែកលើសមីការខាងលើ និងចម្លើយនៃអនុគមន៍រលកជញ្ជ្រាំ អ្នកនឹងរកឃើញថាអនុភាពមធ្យមគឺស្មើសូន្យ។ សូមសាកល្បងគណនា

Normal Mode of a string

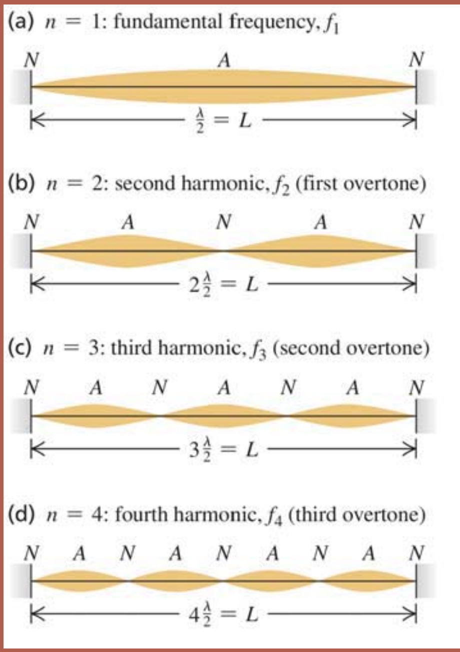
ប្រេកង់នៃរលកជញ្ជ្រំ ពេលខ្សែមិនផ្លាស់ទីនៅចុងសងខាង

ល្បឿនរលក

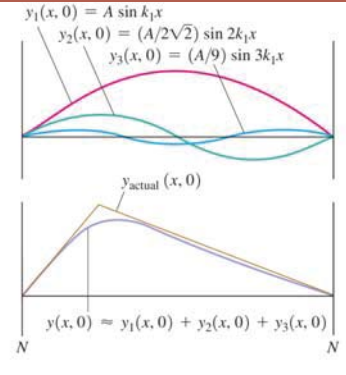
ប្រេកង់គ្រឹះ ពេល n=1

$$f_n = n\frac{v}{2L} = nf_1 \quad (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

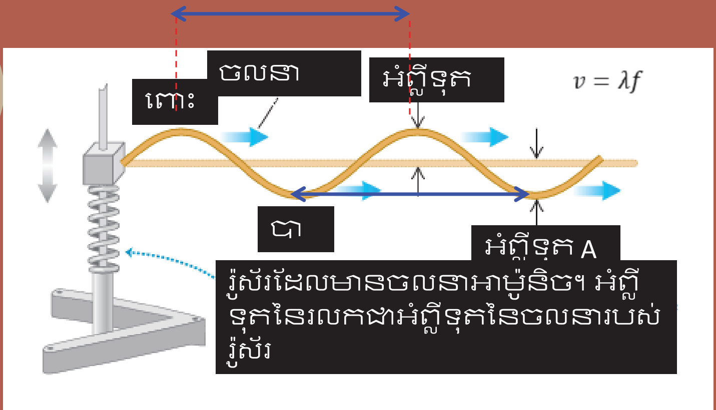
ប្រវែងខ្សែ



គេអាចប្រើម៉ូដទាំងនេះផ្គុំគ្នាដើម្បីបាននូវរលកបែបណាក៏បាន



សង្ខេប



$$y(x,t) = A\cos\left[\omega\left(\frac{x}{v} - t\right)\right]$$

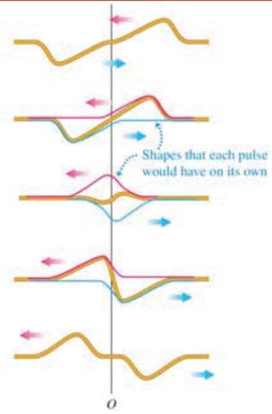
$$y(x,t) = A\cos 2\pi\left[\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right]$$

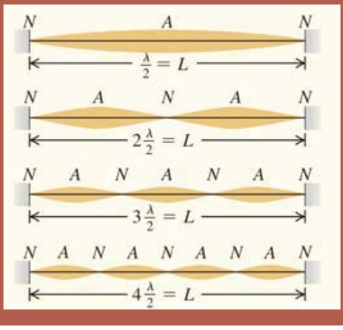
$$y(x,t) = A\cos(kx - \omega t)$$

where $k = 2\pi/\lambda$ and $\omega = 2\pi f = vk$

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ (waves on a string)}$$





$$f_n = n\frac{v}{2L} = nf_1 \ (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$y(x,t) = A\cos(kx - \omega t)$$

$$P(x,t) = Fk\omega A^2 \sin^2(kx - \omega t)$$

$$P(x,t) = \sqrt{\mu F}\,\omega^2 A^2 \sin^2(kx - \omega t)$$

លំហាត់វាយតម្លៃ

មាតិកា

- រលកសូរ
- ល្បឿននៃរលកសូរ
- អាំងតង់ស៊ីតេសូរ

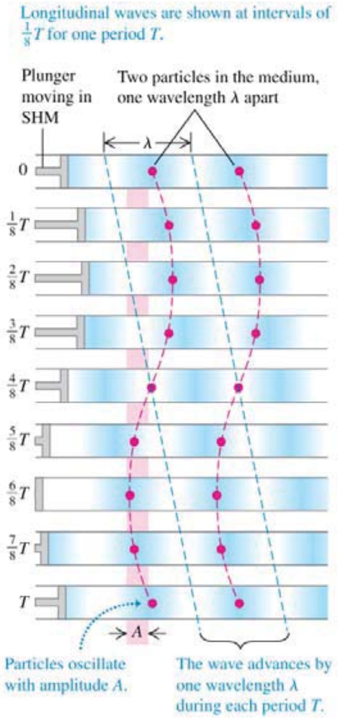
សួរ៖ រលកស៊ីនុយសូអ៊ីត

$$y(x,t) = A\cos(kx - \omega t)$$

តើនេះគឺជារលកដាលស៊ីនុយសូអ៊ីតដាលក្នុងទិសដៅណា?

រលកសួរ៖ រលកបណ្តោយ

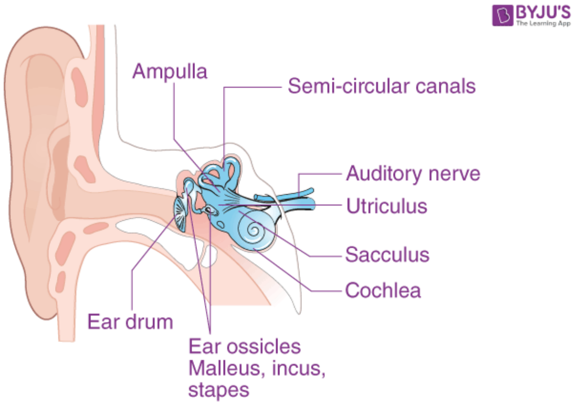
- តើវាជាបំរែបំរួលចំនួនរូបអ្វីនៅត្រង់ចំណុចផ្សេងគ្នា ដែលនាំអោយកើតមានបាតុភូតរលកសួរ (ដូចរូប)?
- តើលំយោលនៃចំនួនរូបនេះជាប្រភេទលំយោលអ្វី?



រលកបណ្តោយ

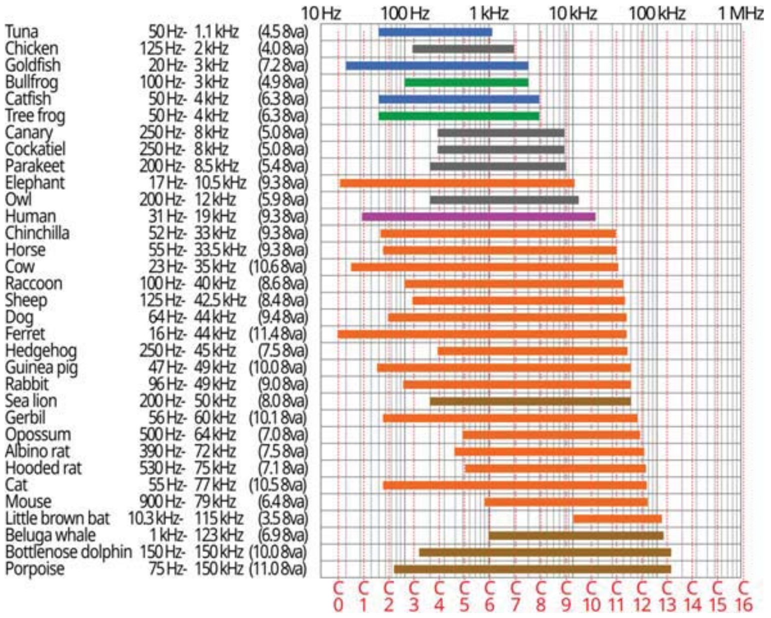
ការលឺសូរ

រលកសូរ → រំញ័រ → ក្រដាសត្រចៀក → ផ្នែកក្នុងត្រចៀក → កោសិកាសក់ → ខួរក្បាល



How Do We Hear Sound Through Ear? | Structure of Ear | Physics (byjus.com)

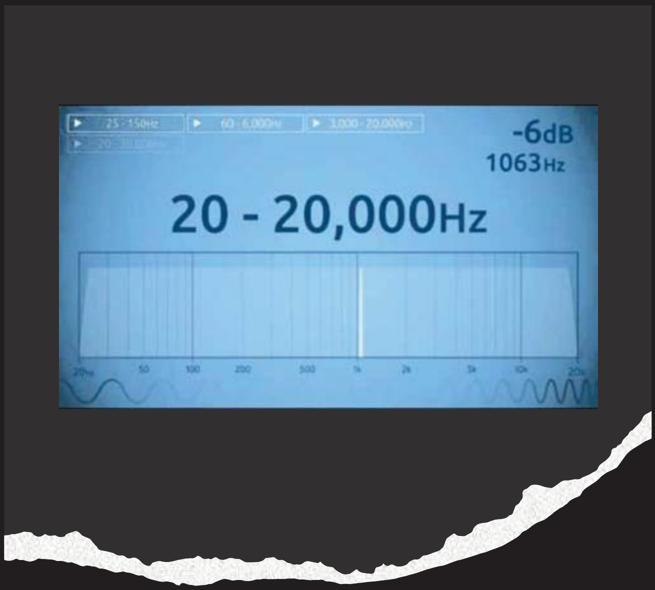
រលកសូរ



សូរដែលភាវៈរស់មួយចំនួនអាចស្តាប់លឺបាន

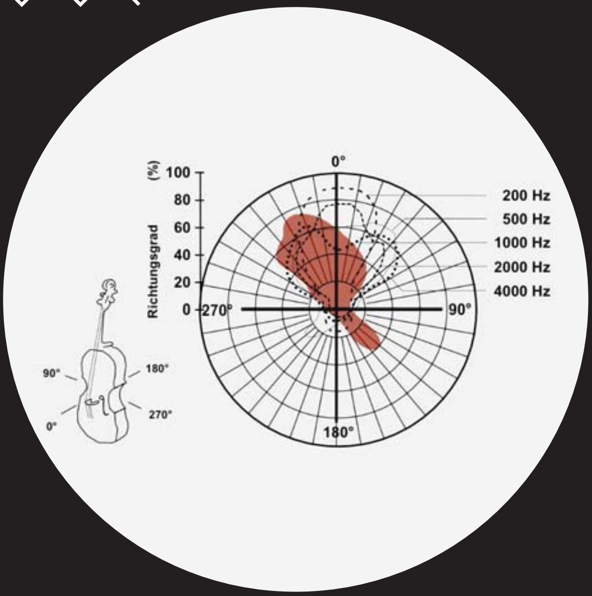
រលកសូរ

- សូមស្តាប់សូរដែលប្រែប្រួលប្រេកង់ពីចន្លោះ 20 ទៅ 20,000 Hz



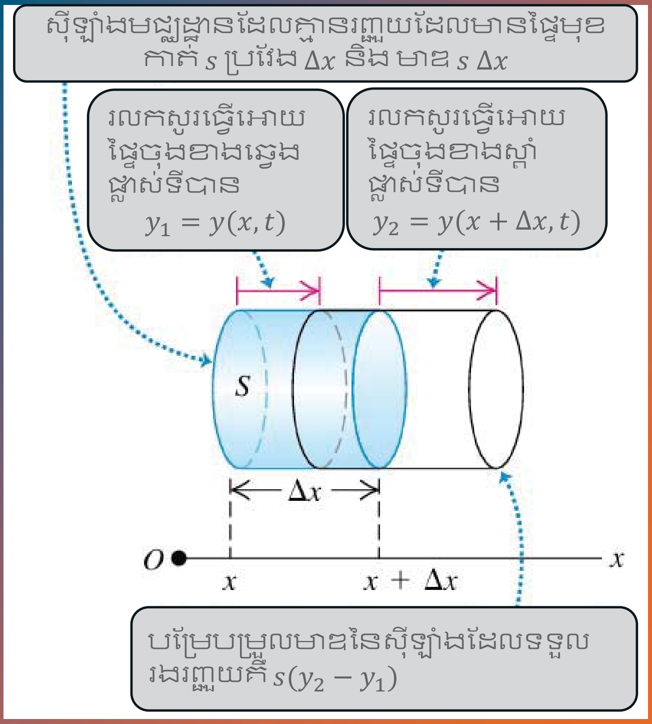
ក្រោម 20 Hz គេហៅថា សូរអាំងប្រា
លើស 20,000 Hz គេហៅថា សូរអ៊ុលត្រា

7



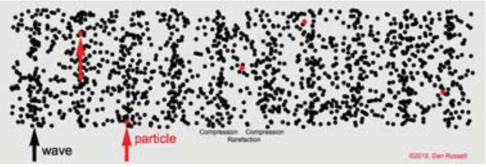
- Directionality of musical instruments (mw-acoustics.at)

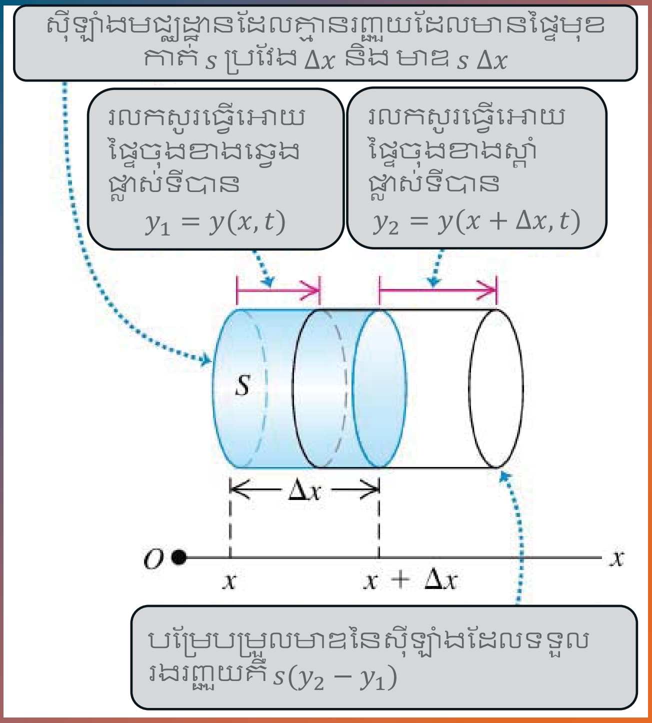
8



សូរះ រលកសូរក្នុងទម្រង់លំយោលសំពាធ

- ដុំម៉ាសភ្ជាប់ទៅនឹងរ៉ឺស័រវាយោលជៀបទៅនឹងទីតាំងលំនឹង (ពេលរ៉ឺស័រគ្មានកំរាញ) ចុះសំពាធនេះវិញវាយោលជៀបទៅនឹងអ្វី? តើប្រេកង់របស់វាដូចគ្នាទៅនឹងប្រេកង់នៃភាគល្អិតរបស់មជ្ឈដ្ឋានឬទេ?
- ជាគំនិតយើងចង់ផ្សារភ្ជាប់រវាងលំយោលនសំពាធទៅនឹងអនុគមន៍រលក





សូរះ រលកសូរក្នុងទម្រង់លំយោលសំពាធ

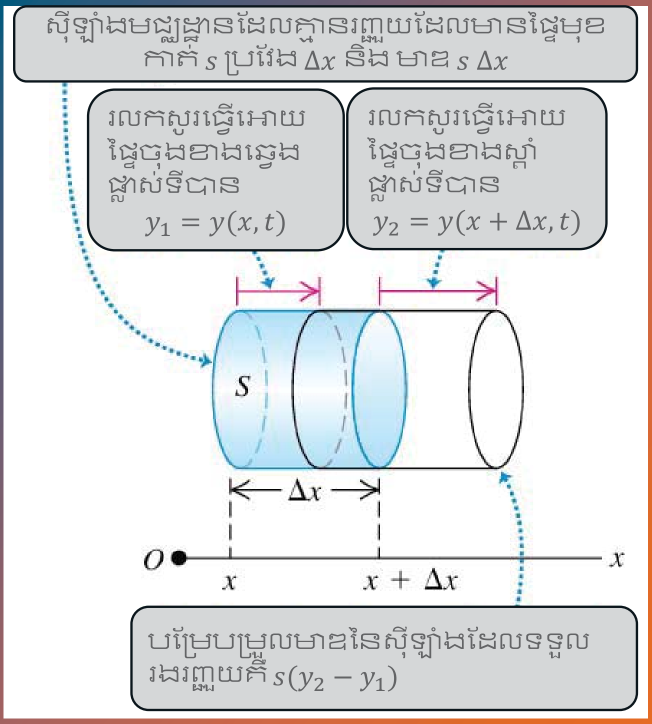
- បម្រែបម្រួលមាឌនៃស៊ីឡាំងដែលទទួលរងរញ្ជួយគឺ

$$\Delta V = S(y_2 - y_1) = S[y(x+\Delta x,t) - y(x,t)]$$

- ប្រភាគនៃ ΔV ក្នុងលីមីត្រ $\Delta x \to 0$ គឺ

$$\frac{dV}{V} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{S(y_2 - y_1) = S[y(x+\Delta x,t) - y(x,t)]}{S\Delta x}$$

$$= \frac{\partial y(x,t)}{\partial x}$$



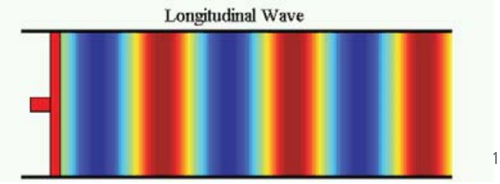
សូរ៖ រលកសូរក្នុងទម្រង់លំយោលសំពាធ

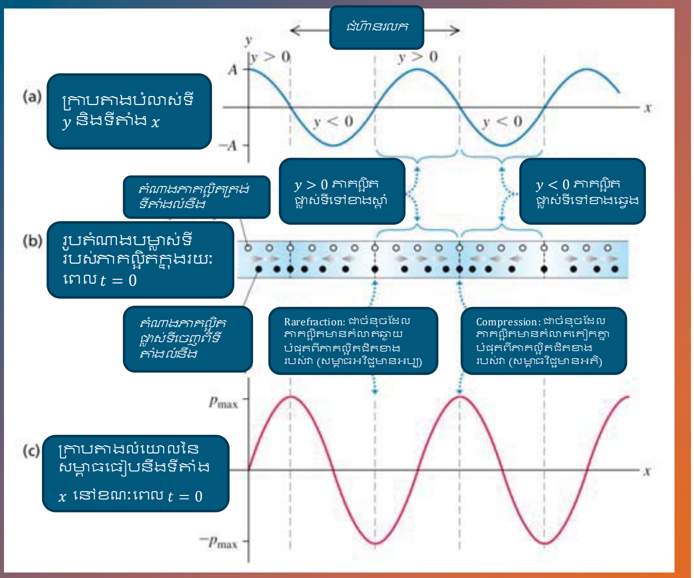
- ទំនាក់ទំនងរវាងប្រភាគនៃបម្រែបម្រួលមាឌ និងលំយោលសំពាធគឺយើងត្រូវប្រើទំនាក់ទំនង Bulk Modulus

$$B = -\frac{p(x,t)}{dV/V} \text{ ឬ } p(x) = -B\frac{dV}{V}$$

- ដូចនេះទំនាក់ទំនងរវាង សំពាធនិងបំលាស់ទីភាគល្អិតនៃមជ្ឈដ្ឋានគឺ

$$p(x) = -B\frac{\partial y(x,t)}{\partial x}$$





- តើផាសរបស់ y និង p ខុសគ្នាប៉ុន្មានភាគ?
- តើទោះជាមិនបានបញ្ជាក់ក្នុងក្រាបតាងសម្ពាធ តើ p_{max} ស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

សូរ៖ រលកសូរក្នុងទម្រង់លំយោលសំពាធ

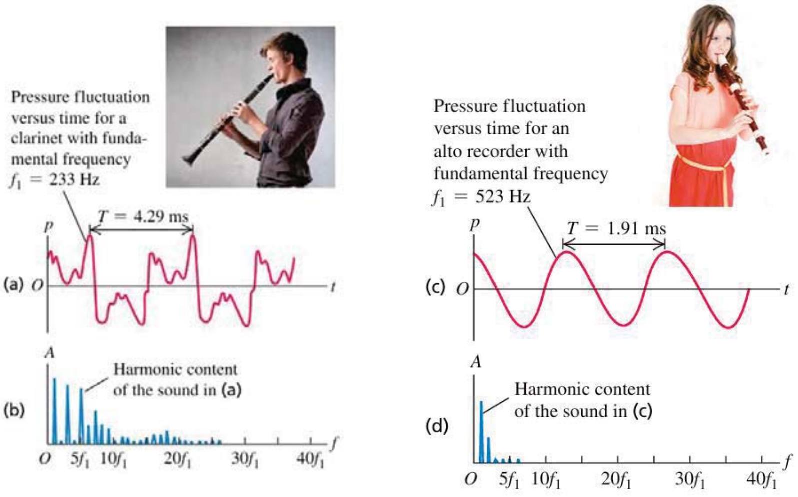
- ទំនាក់ទំនងរវាងប្រភាគនៃបម្រែបម្រួលមាឌ និងលំយោលសំពាធគឺយើងត្រូវប្រើទំនាក់ទំនង Bulk Modulus

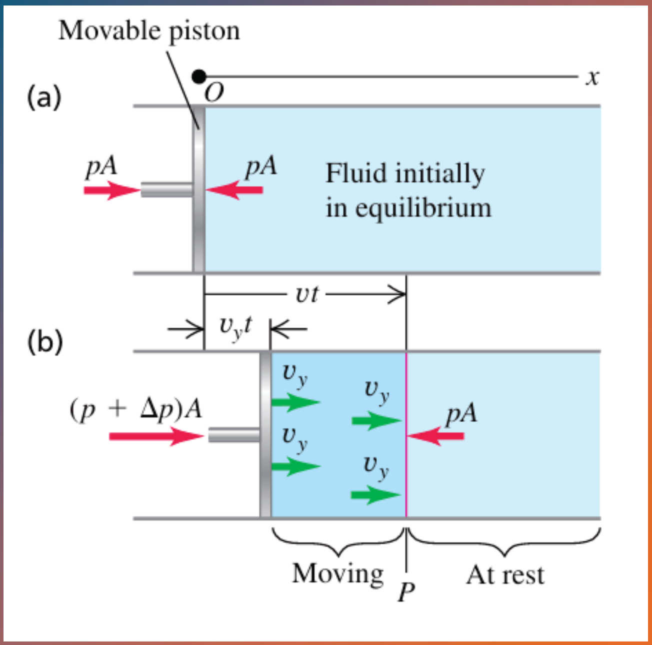
$$B = -\frac{p(x,t)}{dV/V} \text{ ឬ } p(x) = -B\frac{dV}{V}$$

- ដូចនេះទំនាក់ទំនងរវាង សំពាធនិងបំលាស់ទីភាគល្អិតនៃមជ្ឈដ្ឋានគឺ

$$p(x) = -B\frac{\partial y(x,t)}{\partial x} = BkA\sin(kx - \omega t)$$

សោតវិញ្ញាណចំពោះរលកសូរ



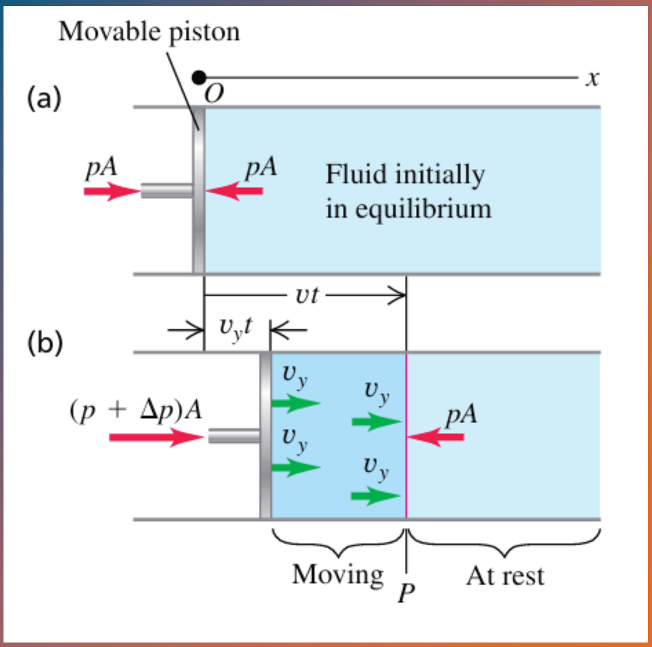


ល្បឿននៃរលកសូរ

$$v = \sqrt{\frac{\text{កម្លាំងរម្លឹកអោយភាគល្អិតត្រលប់ទៅរកទីតាំងដើម}}{\text{និចលភាពប្រឆាំងការត្រលប់ទៅទីតាំងដើម}}}$$

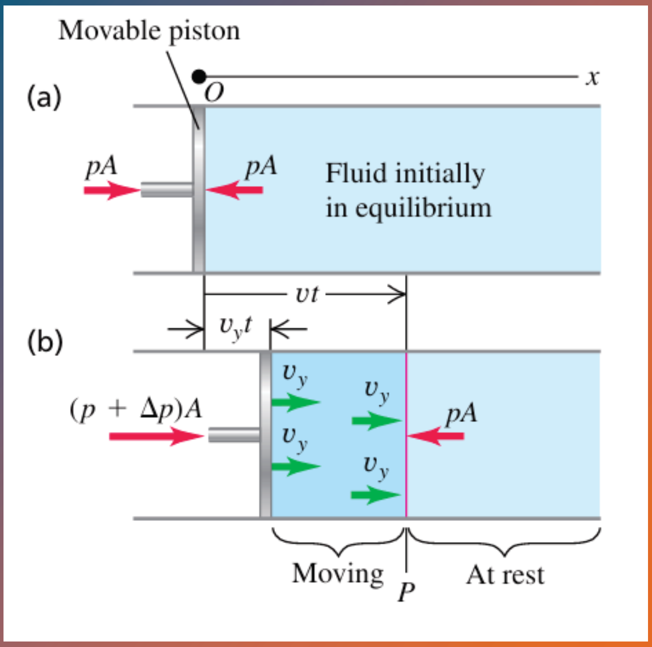
យើងអាចធ្វើការទាយថា ល្បឿនសូរដែលដាលក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមួយស្មើនឹង

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$



ល្បឿននៃរលកសូរះក្នុងសន្ទនីយ

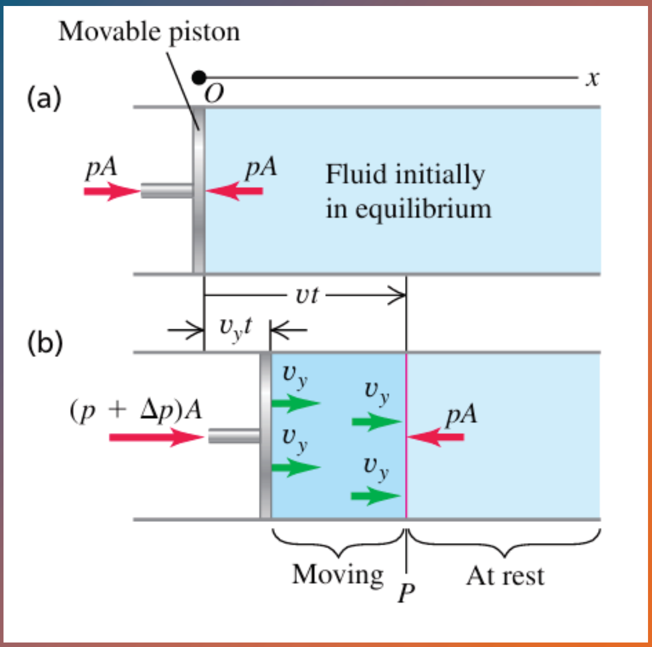
1. ប្រើប្រាស់គោលគំនិតពាក់ព័ន្ធនឹងអាំពុលស្យុងដូចករណីរលកទទឹងដែរ
2. ត្រូវកំណត់ថាតើក្នុងរយ:ពេល t រលកបណ្តោយដាលក្នុងមាឌសរុបប៉ុន្មាន ហើយក្នុងបរិមាណនៃមាឌនេះ តើប្រភាគនៃបម្រែបម្រួលមាឌដោយសារតែពីស្តុងស្មើនឹងប៉ុន្មាន នោះការកំណត់រកបម្រែបម្រួលបរិមាណចលនា និងអាំពុងស្យុងក្នុងរយ:ពេល t និងអាចត្រូវបានកំណត់ក្នុងរយ:ពេល t
3. ប្រើទំនាក់ទំនងរបស់បំរែបំរួលបរិមាណចលនា និងអាំពុលស្យុងក្នុងរយ:ពេល t អោយជាប់ពាក់ព័ន្ធនឹងល្បឿននៃដំណាលរលក



ល្បឿននៃរលកសូរះក្នុងសន្ទនីយ

1. ប្រើប្រាស់គោលគំនិតពាក់ព័ន្ធនឹងអាំពុលស្យុងដូចករណីរលកទទឹងដែរ

$$I = Ft = \Delta pAt \quad (1)$$



ល្បឿននៃរលកសូរៈក្នុងសន្ទនីយ

1. ប្រើប្រាស់គោលគំនិតពាក់ព័ន្ធនឹងអាំពុលស្យុង ដូចករណីរលកទទឹងដែរ

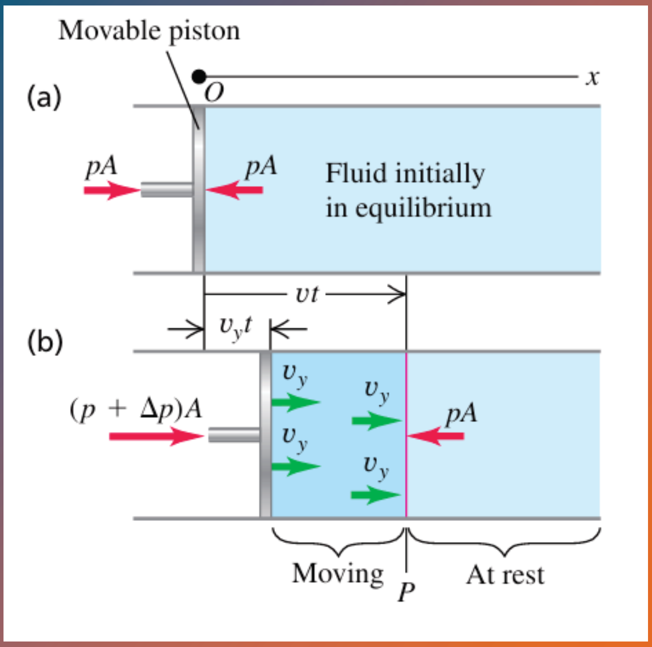
$$I = Ft = \Delta pAt \quad (1)$$

2. ត្រូវកំណត់ថាតើក្នុងរយៈពេល t រលកបណ្តោយដាលក្នុងមាឌសរុបប៉ុន្មាន ហើយក្នុងបរិមាណនៃមាឌនេះ តើប្រភាគនៃបម្រែបម្រួលមាឌដោយសារតែពីស្តុងស្មើនឹងប៉ុន្មាន នោះការកំណត់រកបម្រែបម្រួលបរិមាណចលនា និងអាំពុងស្យុងក្នុងរយៈពេល t និងអាចត្រូវបានកំណត់ក្នុងរយៈពេល t

- មាឌដែលដាលក្នុងរយៈពេល t គឺ $V = Avt$ ហើយបម្រែបម្រួលមាឌដោយសារពីស្តុងគឺ $\Delta V = Av_y t$ ដូចនេះ

$$B = -\frac{\text{បម្រែបម្រួលសម្ពាធ}}{\text{ប្រភាគបម្រែបម្រួលមាឌ}} = -\frac{\Delta p}{\frac{Av_y t}{Avt}} \Rightarrow \Delta p = B\frac{v_y}{v}$$

$$(1): \quad I = \frac{Bv_y At}{v} \quad (2)$$



ល្បឿននៃរលកសូរៈក្នុងសន្ទនីយ

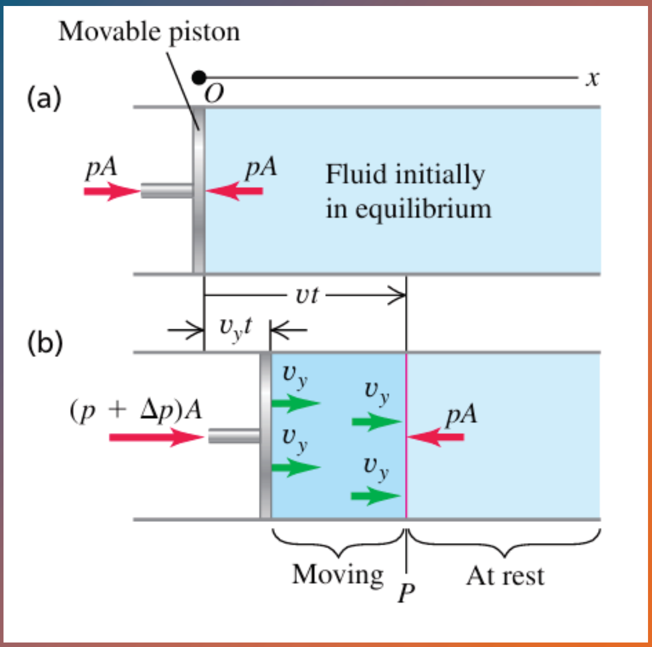
$$B = -\frac{\text{បម្រែបម្រួលសម្ពាធ}}{\text{ប្រភាគបម្រែបម្រួលមាឌ}} = -\frac{\Delta p}{\frac{Av_y t}{Avt}} \Rightarrow \Delta p = B\frac{v_y}{v}$$

$$(1): \quad I = \frac{Bv_y At}{v} \quad (2)$$

3. ប្រើទំនាក់ទំនងរបស់បំរែបំរួលបរិមាណចលនា និងអាំពុលស្យុងក្នុងរយៈពេល t អោយជាប់ពាក់ព័ន្ធនឹងល្បឿននៃដំណាល

- បរិមាណចលនាបណ្តោយ៖ $\Delta p_L = mv_y = (\rho vtA)v_y$ (3)
- តាម $I = \Delta p_L$ និង (2) &(3)៖

$$\frac{Bv_y At}{v} = (\rho vtA)v_y \Rightarrow v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$



ល្បឿននៃរលកសូរៈក្នុងអង្គធាតុរឹង និងឧស្ម័ន

- អង្គធាតុរឹង៖ $v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$ ដែល Y ជា Young's modulus នៃអង្គធាតុរឹងទ្រវែង ហើយ ρ ជាម៉ាស មាឌនៃអង្គធាតុរឹង
- ឧស្ម័ន៖ $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$

អាំងតង់ស៊ីតេសូរ

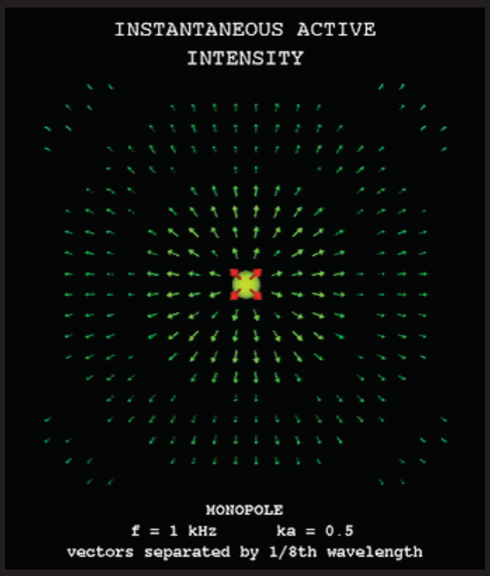
គ្រាមុនអ្នកបានសិក្សាទៅលើអនុភាពនៃរលកដាលលើខ្សែ

$$P(x,t) = F_y(x,t)v_y(x,t) = -F\frac{\partial y(x,t)}{\partial x}\frac{\partial y(x,t)}{\partial t}$$
$$= \sqrt{\mu F}\omega^2 A^2 \sin^2(kx - \omega t)$$

ពេលនេះយើងនឹងធ្វើការសិក្សាពីអនុភាពនៃរលកសូរដាលក្នុងសន្ទនីយក្នុងមួយខ្នាតផ្ទៃ

$$I(x,t) = p(x,t)v_y(x,t)$$
$$= [BkA\sin(kx - \omega t)][\omega A\sin(kx - \omega t)]$$
$$= B\omega kA^2\sin^2(kx - \omega t) = \sqrt{\rho B}\omega^2 A^2 \sin^2(kx - \omega t)$$

តើអាំងតង់ស៊ីតេមធ្យមស្មើប៉ុន្មាន?



Animations of Instantaneous Intensity (psu.edu)

អាំងតង់ស៊ីតេសូរ

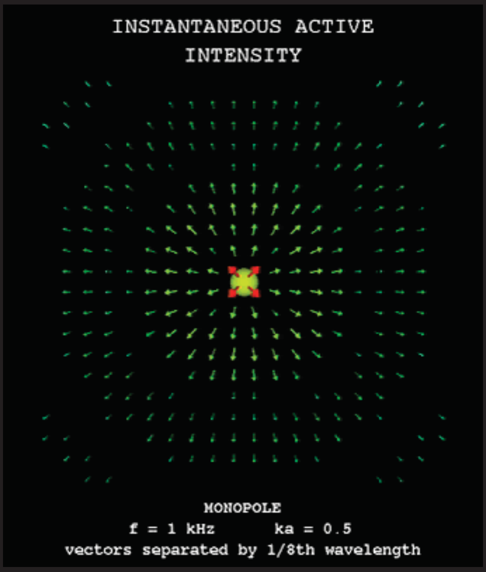
ពេលនេះយើងនឹងធ្វើការសិក្សាពីអនុភាពនៃរលកសូរដាលក្នុងសន្ទនីយក្នុងមួយខ្នាតផ្ទៃ

$$I(x,t) = p(x,t)v_y(x,t)$$
$$= [BkA\sin(kx-\omega t)][\omega A\sin(kx-\omega t)]$$
$$= B\omega kA^2\sin^2(kx-\omega t) = \sqrt{\rho B}\omega^2A^2\sin^2(kx-\omega t)$$

តើអាំងតង់ស៊ីតេមធ្យមស្មើប៉ុន្មាន?

- ប្រើប្រាស់ទំនាក់ទំនងសម្ពាធអាំព្លីទុត៖ $p_{max} = BKA$
- និងល្បឿនផាស, $v = \omega/k$ គេបានអាំងតង់ស៊ីតេមធ្យមជាអនុគមន៍សម្ពាធអាំព្លីទុត

$$I(x,t) = \frac{\omega p_{max}^2}{2Bk} = \frac{vp_{max}^2}{2B} = \frac{p_{max}^2}{2\rho v} = \frac{p_{max}^2}{2\sqrt{\rho B}}$$



Animations of Instantaneous Intensity (psu.edu)

កម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរៈ មាត្រដ្ឋានដេស៊ីបែល

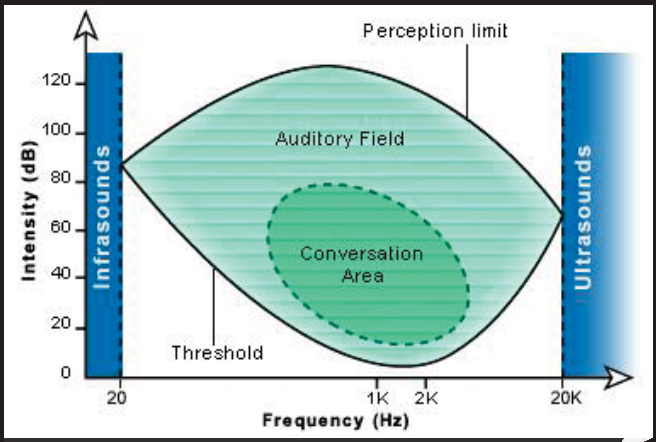
$$\beta = (10\text{ dB})\log\frac{I}{I_0}$$

β: កម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរ

I: អាំងតង់ស៊ីតេសូរ

I_0: អាំងតង់ស៊ីតេយោង (10^{-12}W/m^2)

log: គោលដប់



កម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរ៖ មាត្រដ្ឋានដេស៊ីប៊ែល

$$\beta = (10\ \text{dB}) \log \frac{I}{I_0}$$

β: កម្រិតអាំងតង់ស៊ីតេសូរ

I: អាំងតង់ស៊ីតេសូរ

I_0: អាំងតង់ស៊ីតេយោង (10^{-12}W/m^2)

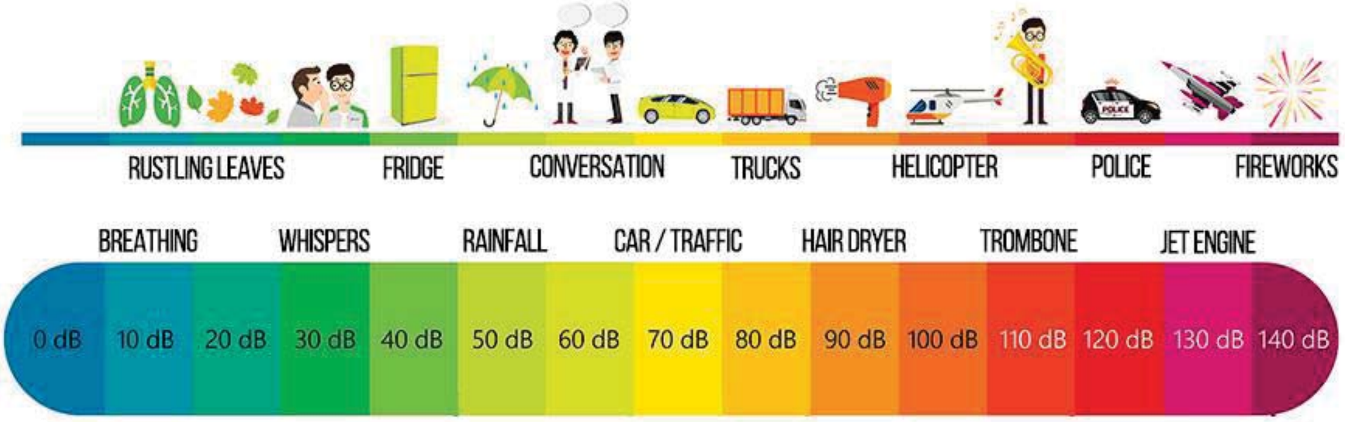
log: គោលដប់

Source or Description of Sound	Sound Intensity Level, β (dB)	Intensity, I (W/m^2)
Military jet aircraft 30 m away	140	10^2
Threshold of pain	120	1
Riveter	95	3.2×10^{-3}
Elevated train	90	10^{-3}
Busy street traffic	70	10^{-5}
Ordinary conversation	65	3.2×10^{-6}
Quiet automobile	50	10^{-7}
Quiet radio in home	40	10^{-8}
Average whisper	20	10^{-10}
Rustle of leaves	10	10^{-11}
Threshold of hearing at 1000 Hz	0	10^{-12}

ហេតុអ្វីចាំបាច់គិតយកមាត្រដ្ឋានដេស៊ីប៊ែល?

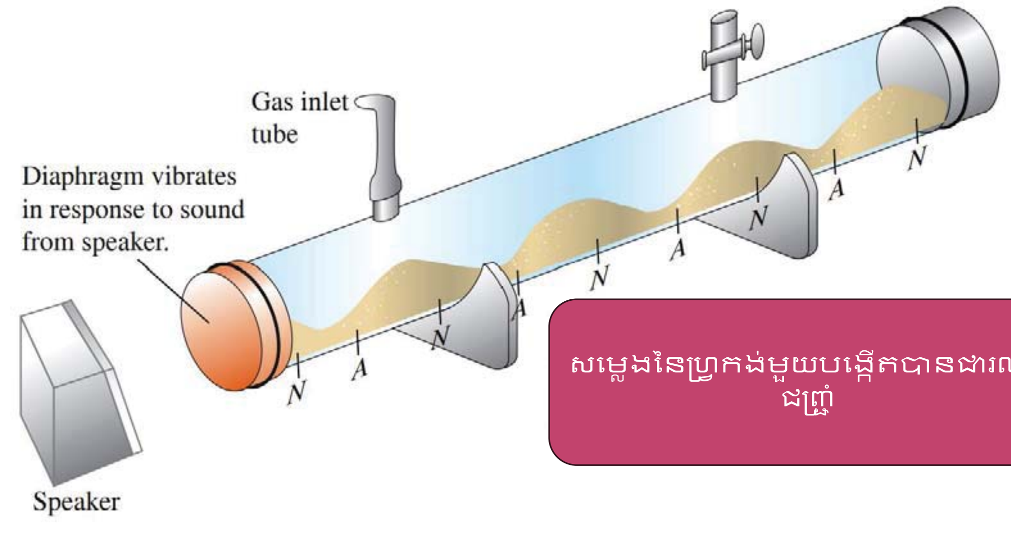
23

អាំងតង់ស៊ីតេសូរ



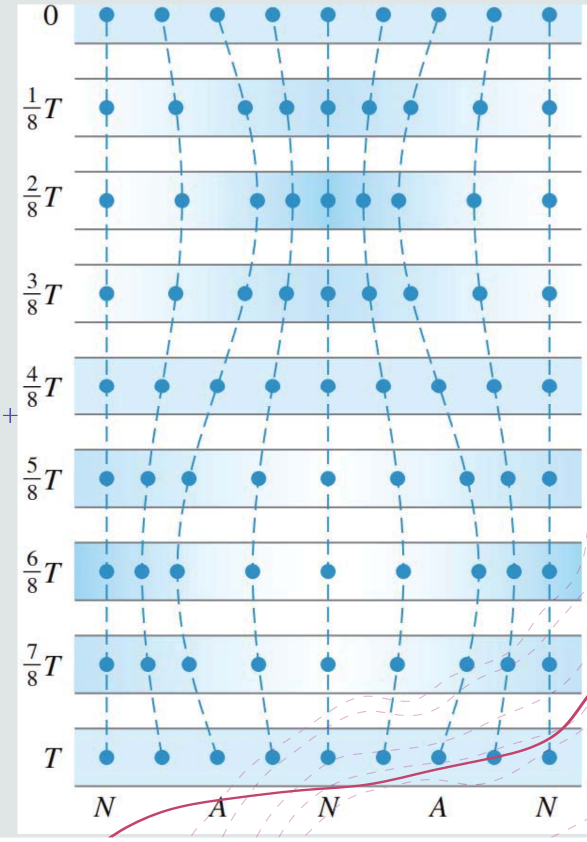
24

សូរ

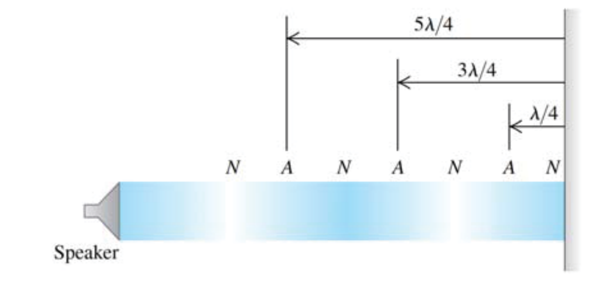


សម្លេងនៃប្រេកង់មួយបង្កើតបានជារលកជញ្ជ្រាំ

ថ្នាំងសម្ពាធគឺជាពោះបម្លាស់ទី ហើយពោះសម្ពាធជាថ្នាំងបម្លាស់ទី។ ចូរពិភាក្សាទៅលើប្រយោគនេះ។

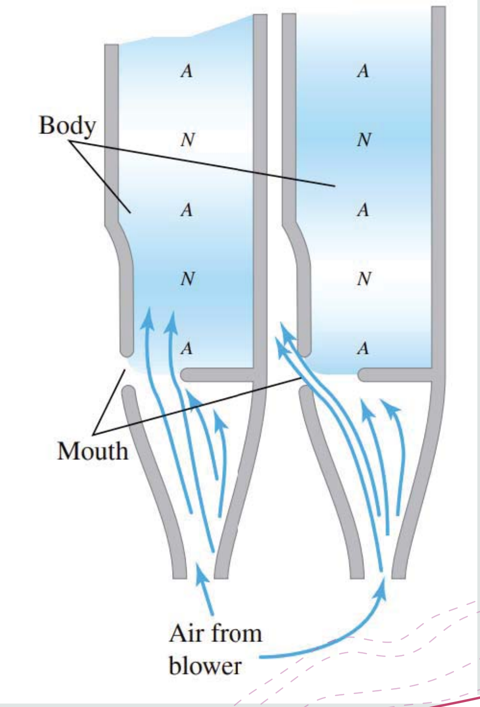


កិច្ចពិភាក្សាក្រុមៈ រលកសូរជញ្ជាំង

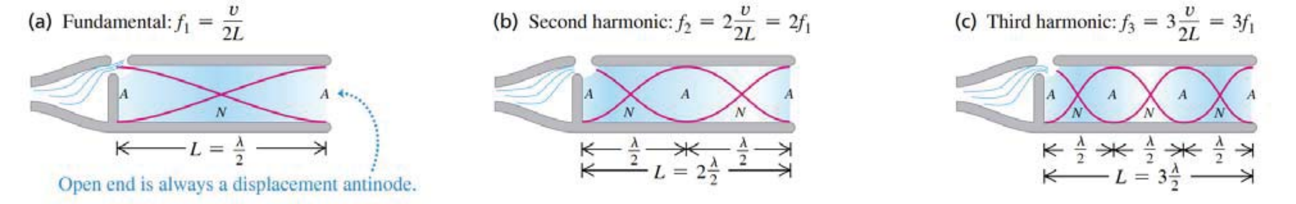


១. ឧបករណ៍បំពងសម្លេងមួយបានបញ្ចេញរលកសូរស្ទូរដែលមានជំហានរលក λ ដែលមានទិសដៅទៅរកជញ្ជាំងមួយ (ដូចរូប)។ តើនៅចម្ងាយប៉ុន្មានពីជញ្ជាំងដែលអ្នកមិនលឺសូរសម្លេងទាល់តែសោះ?

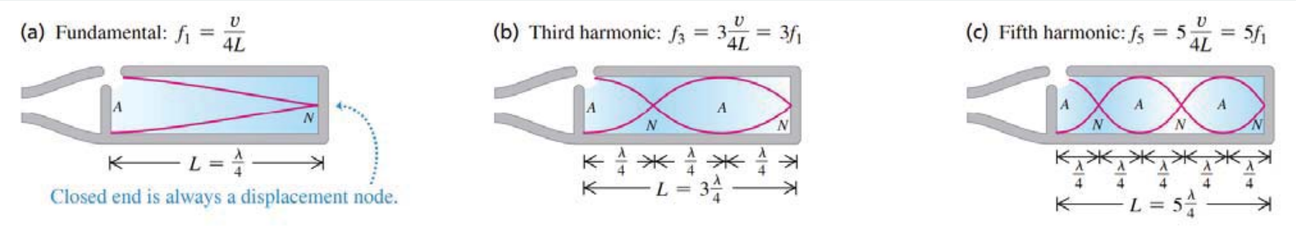
ឧបករណ៍បំពងសម្លេងប្រើខ្យល់ (Wind Instrument)



បំពង់ចំហរ (Open Pipe)



បំពង់បិទ (Stopped Pipe)

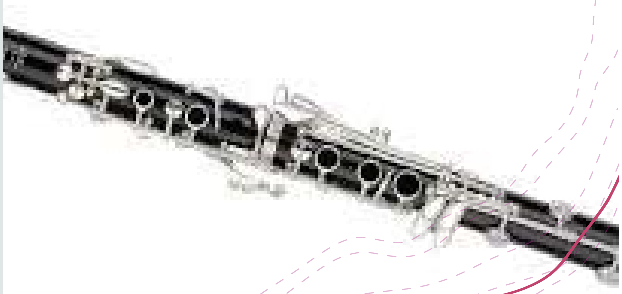


កិច្ចការក្រុម៖

២. រលកសូរដែលមានល្បឿន 344 m/s ហើយបំពង់បិទមួយមានហ្វ្រេកង់គ្រឹះ 220 Hz ។ (ក) តើបំពង់នេះមានប្រវែងប៉ុន្មាន? (ខ) អាម៉ូនិចទី២ នៃបំពង់នេះ មានជំហ៊ានរលកដូចទៅនឹងអាម៉ូនិចទី៣នៃបំពង់ចំហរ។ តើបំពង់នេះមាន ប្រវែងប៉ុន្មាន? ចូរធ្វើការប្រៀបធៀបហ្វ្រេកង់គ្រឹះនៃប្រភេទបំពង់ទាំងពីរ។

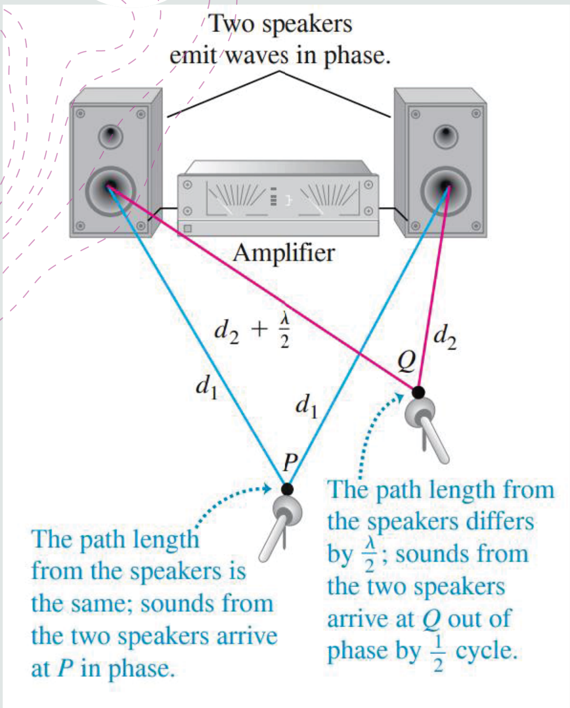
បំពង់ចំហរនិងបិទនៃឧបករណ៍តន្ត្រី

៣. តើអ្នកគិតថាឧបករណ៍តន្ត្រីក្នុងទម្រង់ជាបំពង់បិទឬចំហរទាំងនេះប្រែប្រួលសំលេងទៅតាមសីតុណ្ហភាពនៃមជ្ឈដ្ឋានឬទេ? ចូរវិភាគ។

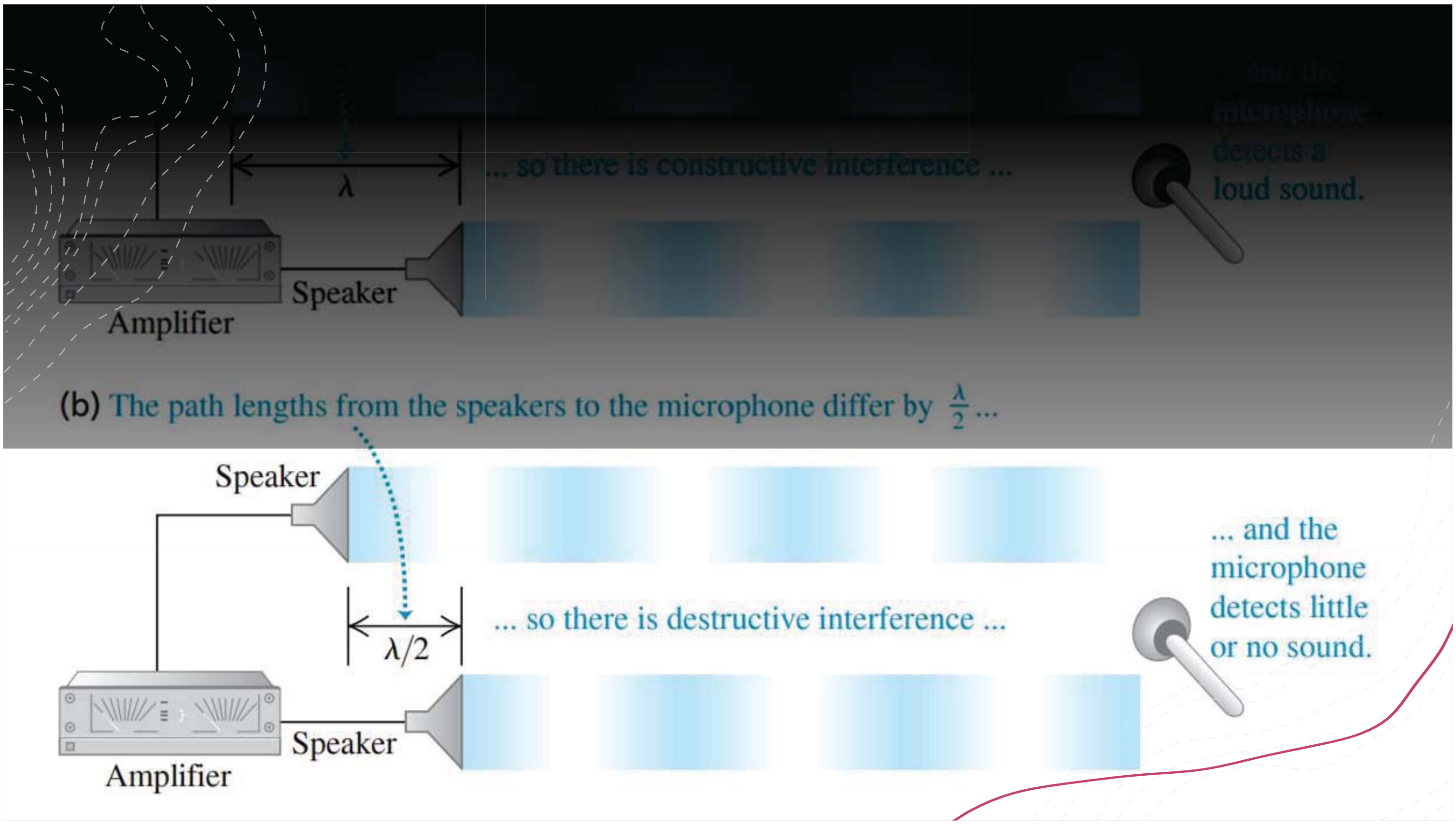


កិច្ចការក្រុម

៤. ប្រសិនបើអ្នកផ្លុំបំពង់មួយដែលមានខ្យល់នៅខាងក្នុង អ្នកនឹងបង្កើតបានសូរសំលេងមួយ។ បើសិនជាអ្នកផ្លុំបំពង់ដដែលតែមានឧស្ម័នអេលីយ៉ូមនៅខាងក្នុងដោយសម្ពាធនិងលក្ខខណ្ឌបំពង់ដែលមានខ្យល់នៅខាងក្នុង តើបំពង់ដែលមានអេលីយ៉ូមនឹងបង្កើតបាននូវ (ក) សំលេងតុងដូចគ្នា? (ខ) តុងខ្ពស់ជាងមុន? (គ) តុងទាបជាងមុន?


Two speakers
emit waves in phase.
Amplifier
$d_2 + \frac{\lambda}{2}$
d_2
d_1
d_1
Q
P
The path length from the speakers is the same; sounds from the two speakers arrive at P in phase.
The path length from the speakers differs by $\frac{\lambda}{2}$; sounds from the two speakers arrive at Q out of phase by $\frac{1}{2}$ cycle.

អាំងទែផេរ៉ង់នៃរលក

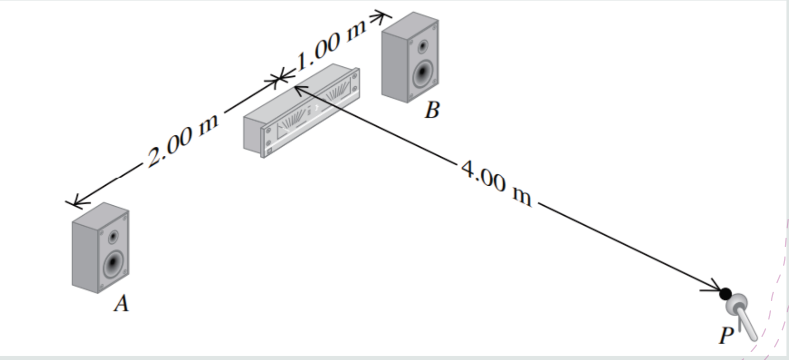


កិច្ចការក្រុម៖ អាំងទែផេរ៉ង

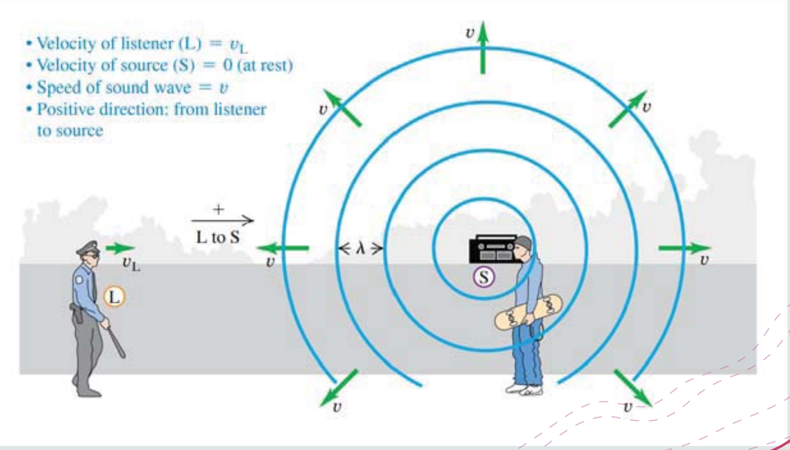
៥. ធុងបាសពីរបង្កើតសូរសំលេងជារលកស៊ីនុយសូអ៊ីតដែលមានផាសដូចគ្នាចេញពីអំភ្លីតែមួយ។

(ក) តើប្រេកង់ស្មើប៉ុន្មានខ្លះដើម្បីបង្កើតបាននូវអាំងទែផេរ៉ង់សង់ត្រង់ទីតាំង P ?

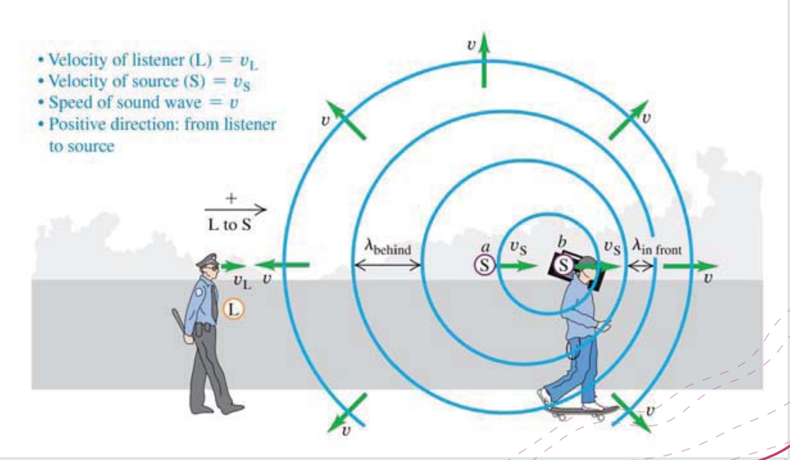
(ខ) តើប្រេកង់ស្មើប៉ុន្មានខ្លះនៃអាំងទែផេរ៉ង់បំផ្លាញត្រង់ទីតាំង P ?



Doppler Effect: អ្នកស្តាប់ផ្លាស់ទី ប្រភពនៅស្ងៀម

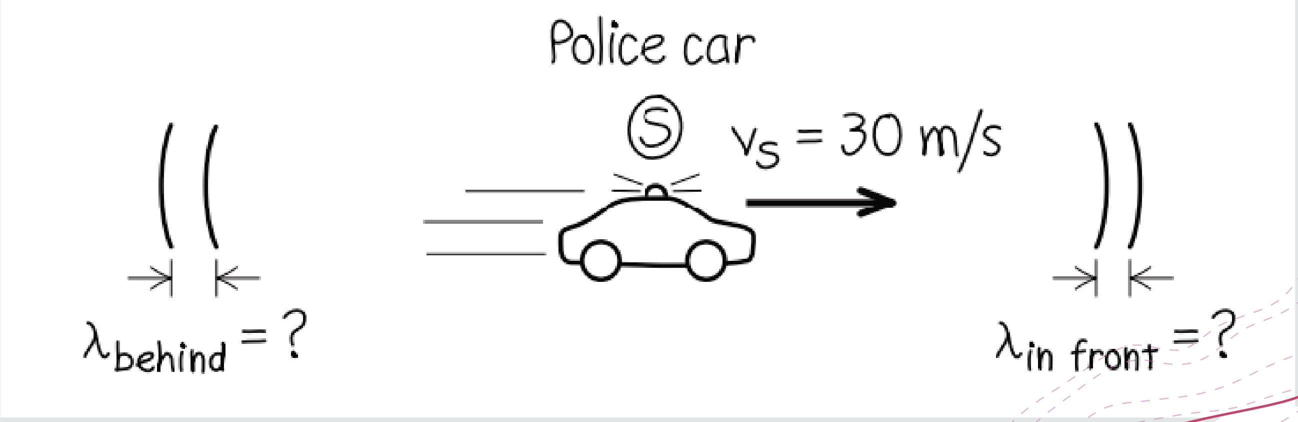


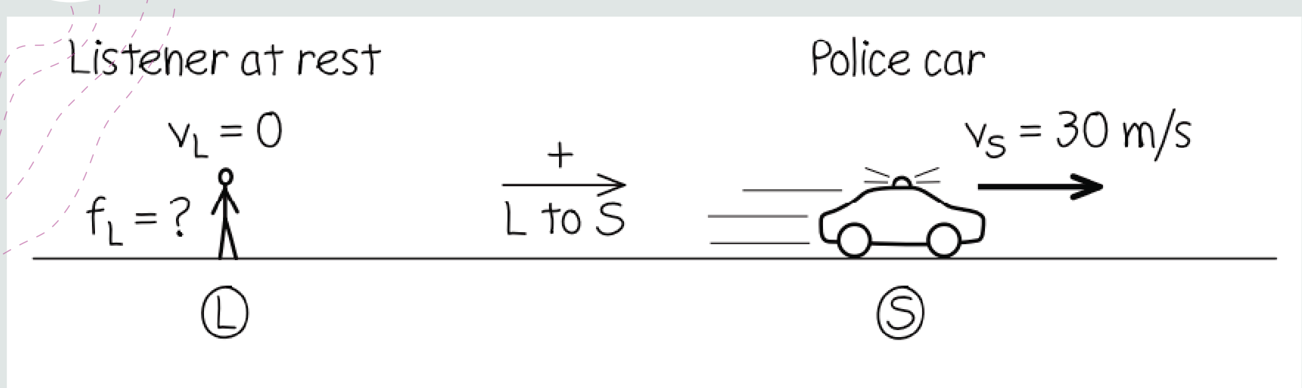
Doppler Effect: អ្នកស្តាប់និង ប្រភពផ្លាស់ទី



ឧទាហរណ៍៖ កិច្ចការក្រុម

៦. សារ៉ែនឡានប៉ូលីសមួយបានបញ្ចេញរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតដែលមានប្រេកង់ $f_s = 300\ \text{Hz}$ ។ ល្បឿននៃសូរស្មើនឹង 340 m/s ហើយមជ្ឈដ្ឋានខ្យល់នៅស្ងៀម។
(ក) រកជំហានរលកនៃរលកបើឡានប៉ូលីសនៅស្ងៀម។
(ខ) រកជំហ៊ានរលកនៃសូរដែលនៅពីក្រោយនិងមុខឡានប៉ូលីសដែលកំពុងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 30 m/s



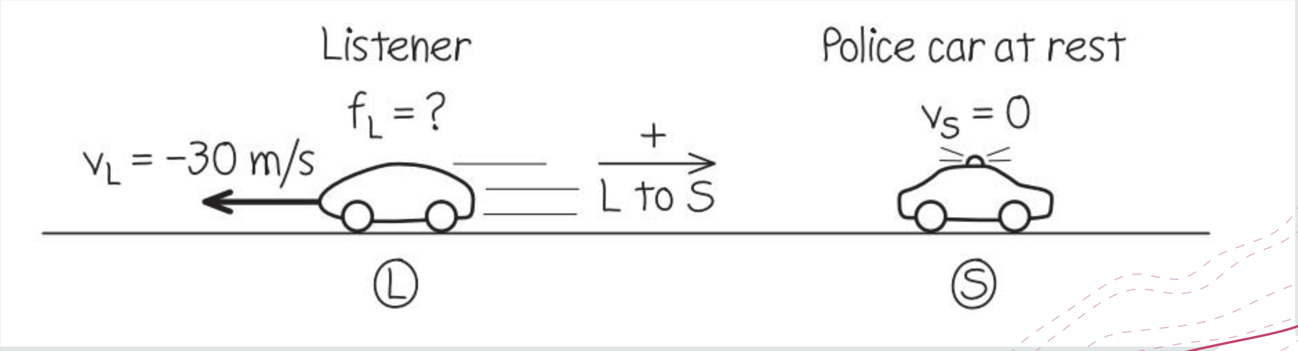


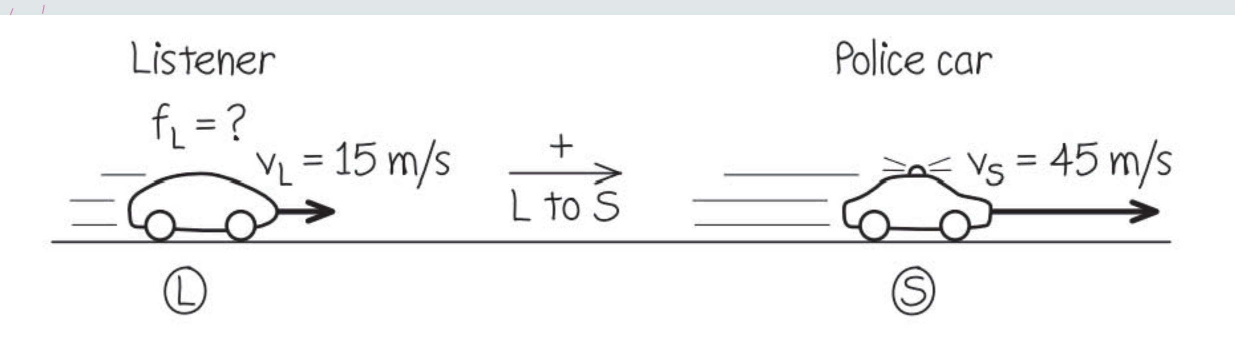
ឧទាហរណ៍៖ កិច្ចការក្រុម

៧. បើសិនជាអ្នកឈរនៅស្ងៀមហើយប្រភពសូរនៅក្នុងឧទាហរណ៍មុនផ្លាស់ទីចាកចេញពីអ្នកដោយល្បឿន 30 m/s តើអ្នកលឺសូរប្រេកង់ប៉ុន្មាន?

ឧទាហរណ៍៖ កិច្ចការក្រុម

៨. បើសិនជាឡាននៅក្នុងឧទាហរណ៍មុននៅស្ងៀម ហើយអ្នកស្ដាប់ផ្លាស់ទីចាកចេញពីឡានដោយល្បឿន 30 m/s តើប្រេកង់ស្មើនឹងប៉ុន្មាន?



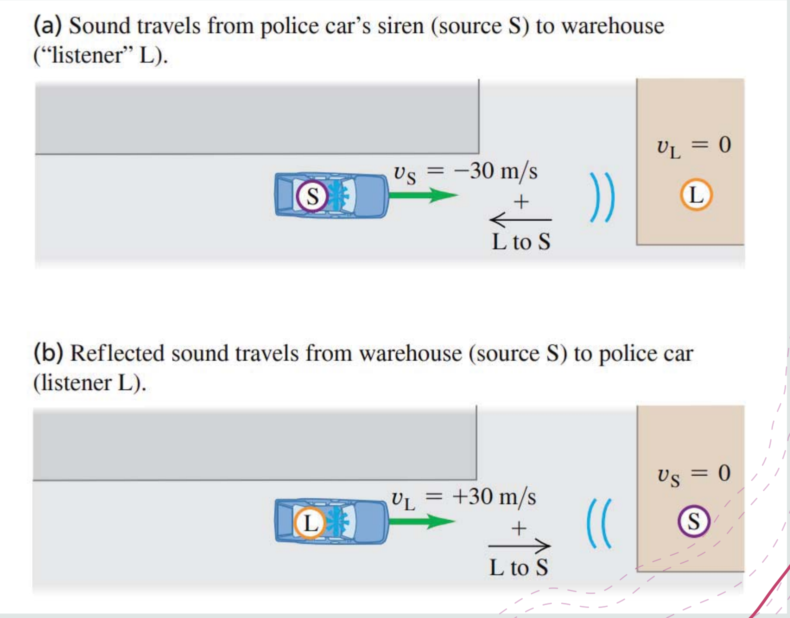


ឧទាហរណ៍៖ កិច្ចការក្រុម

៩. ឡានសារ៉ែនផ្លាស់ទីចេញពីអ្នកស្ដាប់ដោយល្បឿន 45 m/s ធៀបទៅនឹងខ្យល់ ហើយអ្នកស្ដាប់ផ្លាស់ទីទៅកាន់ឡានដោយល្បឿន 15 m/s ធៀបទៅនឹងខ្យល់ តើអ្នកស្ដាប់លឺប្រេកង់ប៉ុន្មាន?

ឧទាហរណ៍៖ កិច្ចការក្រុម

១០. ឡានប៉ូលិសកំពុងផ្លាស់ទីសំដៅទៅរកអាគារមួយដោយល្បឿន 30 m/s ។ តើអ្នកបើកបរស្តាប់លឺប្រេកង់ស្មើនឹងប៉ុន្មានចេញពីសូរដែលចាំងផ្លាតពីជញ្ជាំងនៃអាគារនោះ?

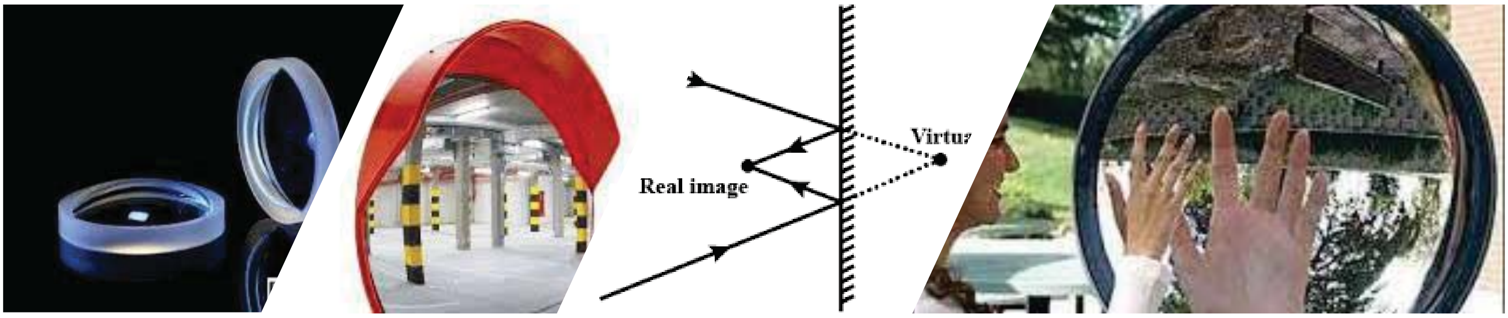


តេស្ត

អុបទិចធរណីមាត្រ

មាតិកា

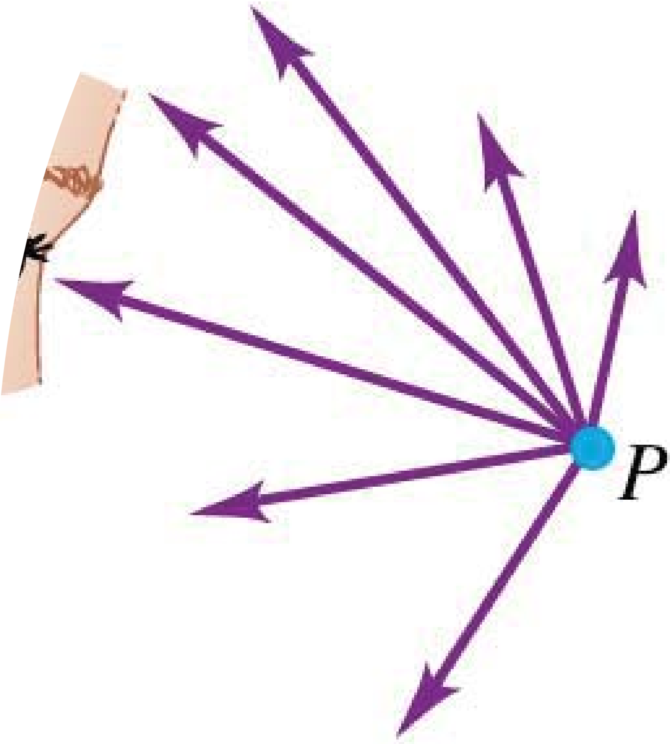
- កញ្ចក់ប្លង់
- កញ្ចក់ស្វ៊ែប៉ោងនិងស្វ៊ែផត
- រូបភាពបង្កើតដោយផ្ទៃកោងនៅចន្លោះមជ្ឈដ្ឋាន២
- ប្រភេទនិងលក្ខណៈឡង់ទី



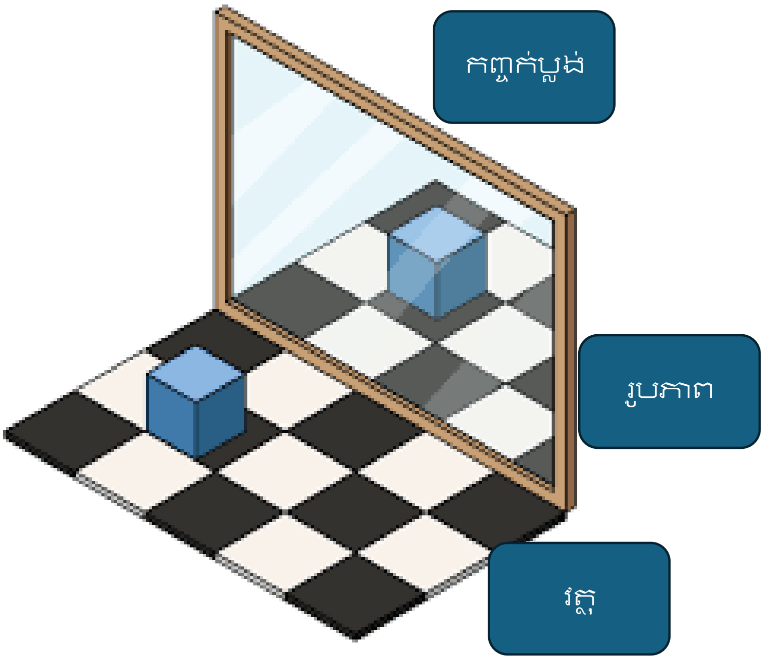
សេចក្តីផ្តើម

ចំណុចវត្ថុ

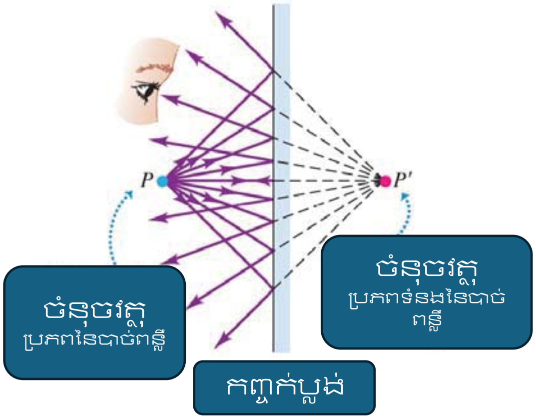
បាច់ពន្លឺបន្សាយពីចំណុច P ទៅគ្រប់ទិសក្នុងមជ្ឈដ្ឋានស្មើសាច់តាមខ្សែត្រង់។

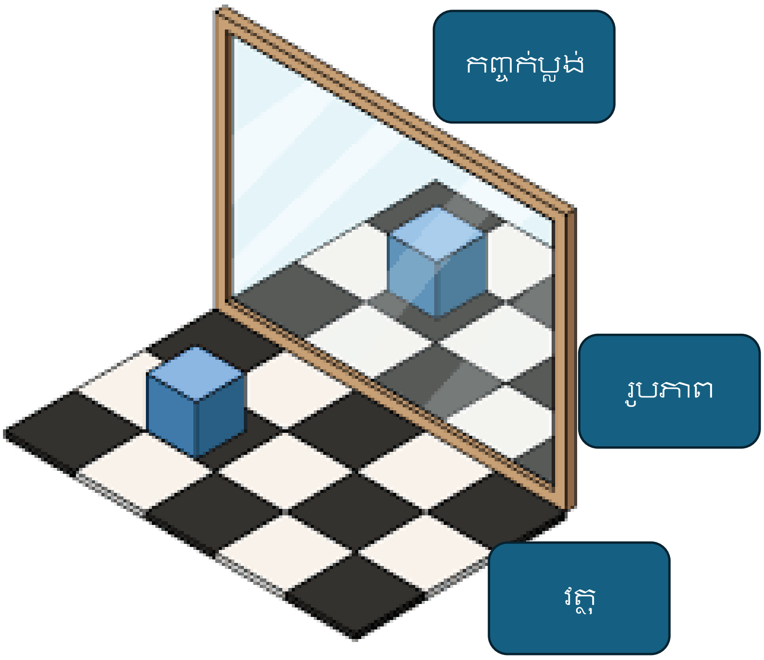


កញ្ចក់ប្លង់

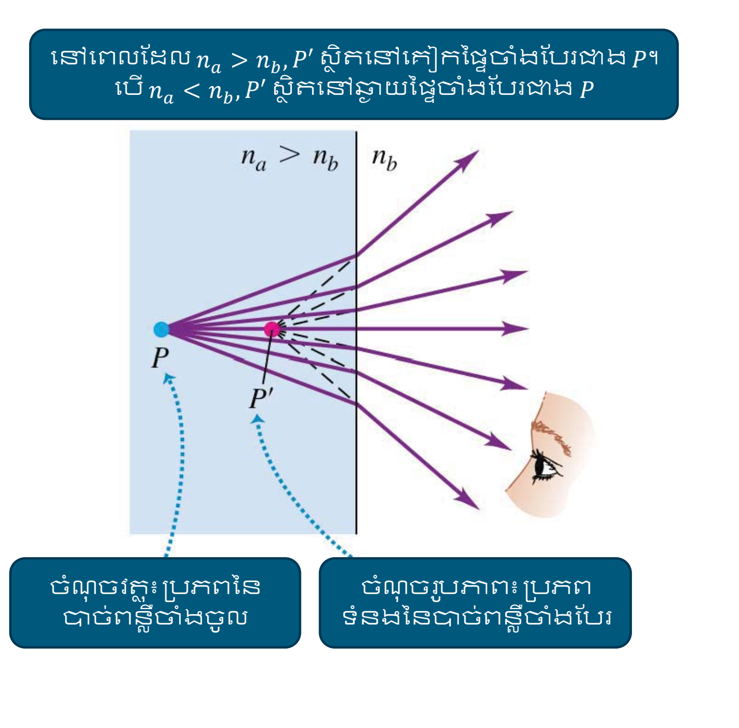


កញ្ចក់ប្លង់

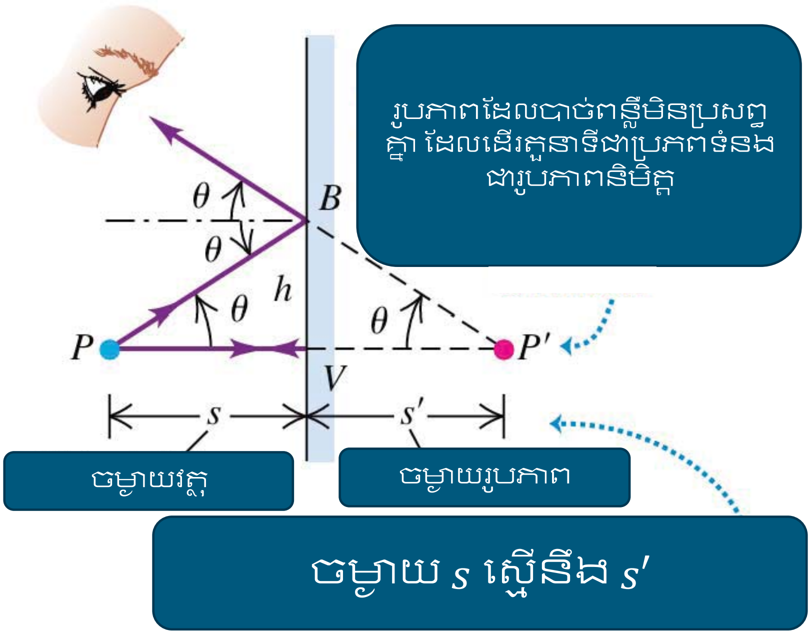


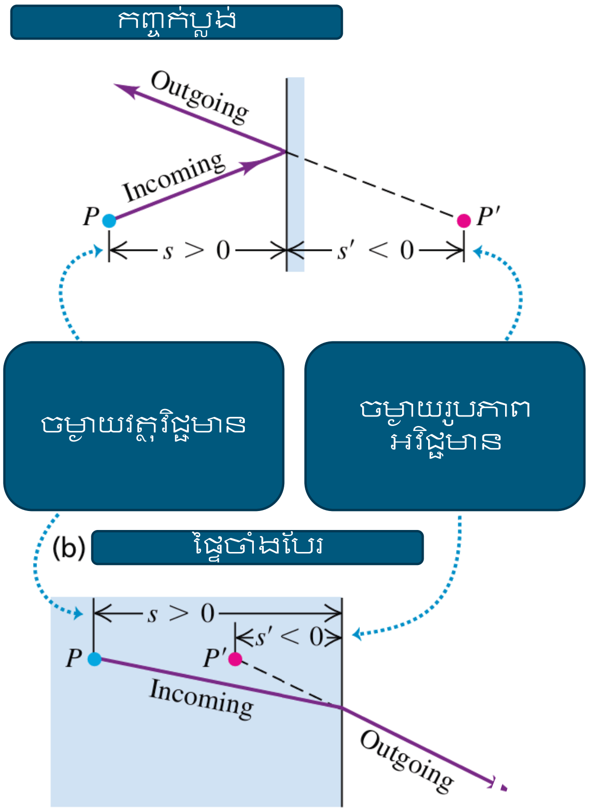


ផ្ទៃប្លង់ចាំងបែរ



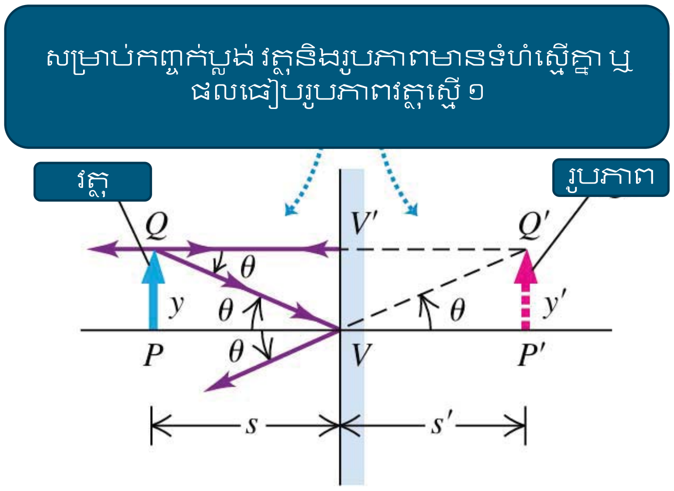
កញ្ចក់ប្លង់៖ វិធាននៃការកំណត់សញ្ញា





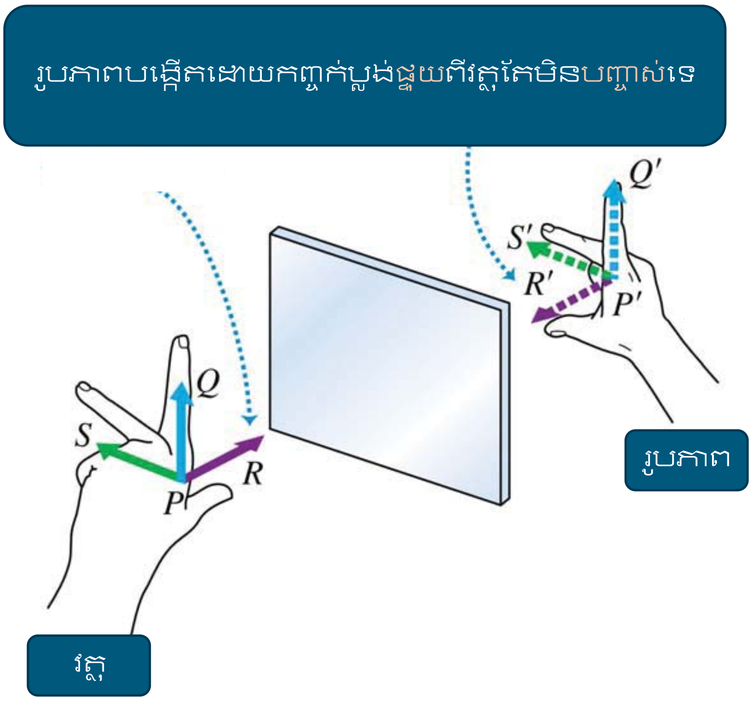
កញ្ចក់ប្លង់៖ វិធាននៃការកំណត់សញ្ញា

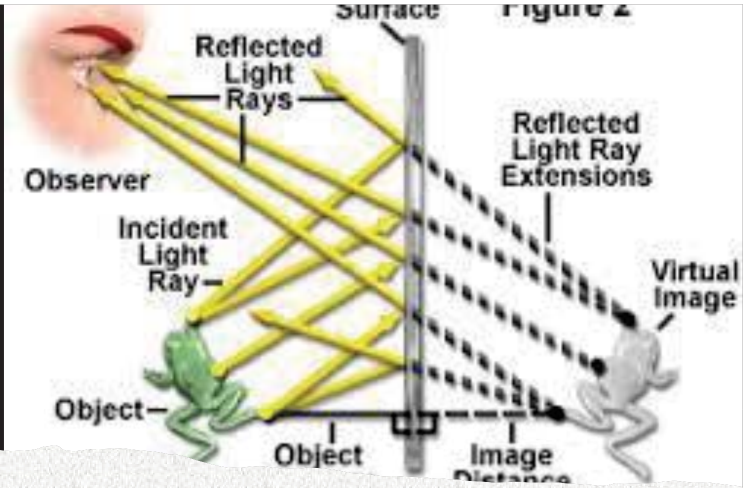
- សញ្ញានៃចម្ងាយវត្ថុ៖ នៅពេលដែលវត្ថុស្ថិតនៅខាងដូចគ្នានឹងបាច់បន្ទឺចូល (ធៀបនឹងផ្ទៃចាំងផ្លាតឬបែរ) ចម្ងាយវត្ថុគឺវិជ្ជមាន។ បើមិនដូច្នោះទេគឺ អវិជ្ជមាន
- សញ្ញានៃចម្ងាយរូបភាព៖ នៅពេលដែលរូបភាពស្ថិតនៅខាងដូចគ្នានឹងបាច់ពន្លឺចេញ (ធៀបនឹងផ្ទៃចាំងផ្លាតឬបែរ) ចម្ងាយរូបភាពគឺវិជ្ជមាន។ បើមិនដូច្នោះទេគឺអវិជ្ជមាន
- សញ្ញានៃកាំកំណោងរបស់ផ្ទៃស្វ៊ែ៖ នៅពេលដែលផ្ចិតរបស់ស្វ៊ែស្ថិតនៅខាងតែមួយនៃបាច់ពន្លឺចេញ (ធៀបនឹងផ្ទៃចាំងផ្លាតឬបែរ) កាំកំណោងគឺ វិជ្ជមាន។ បើមិនដូច្នោះទេ គឺអវិជ្ជមាន



វត្ថុលាតសន្ទឹង៖ កញ្ចក់ប្លង់

វត្ថុលាតសន្ទឹង៖ កញ្ចក់ប្លង់

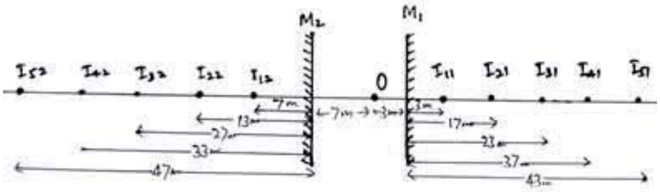


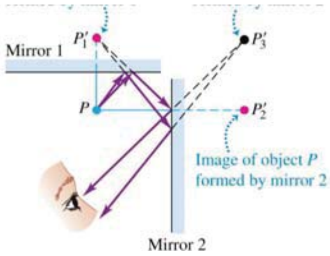


វត្ថុលាតសន្ទឹង៖ កញ្ចក់ប្លង់

១. តើអ្នកគិតថារូបនេះមានលក្ខណៈបែបណា? តាមរូបវិធានដៃស្តាំដែលអ្នកបានឃើញ និងរូបមួយនេះតើអ្នកអាចទាញសេចក្តីសន្និដ្ឋានបានដូចម្តេច?

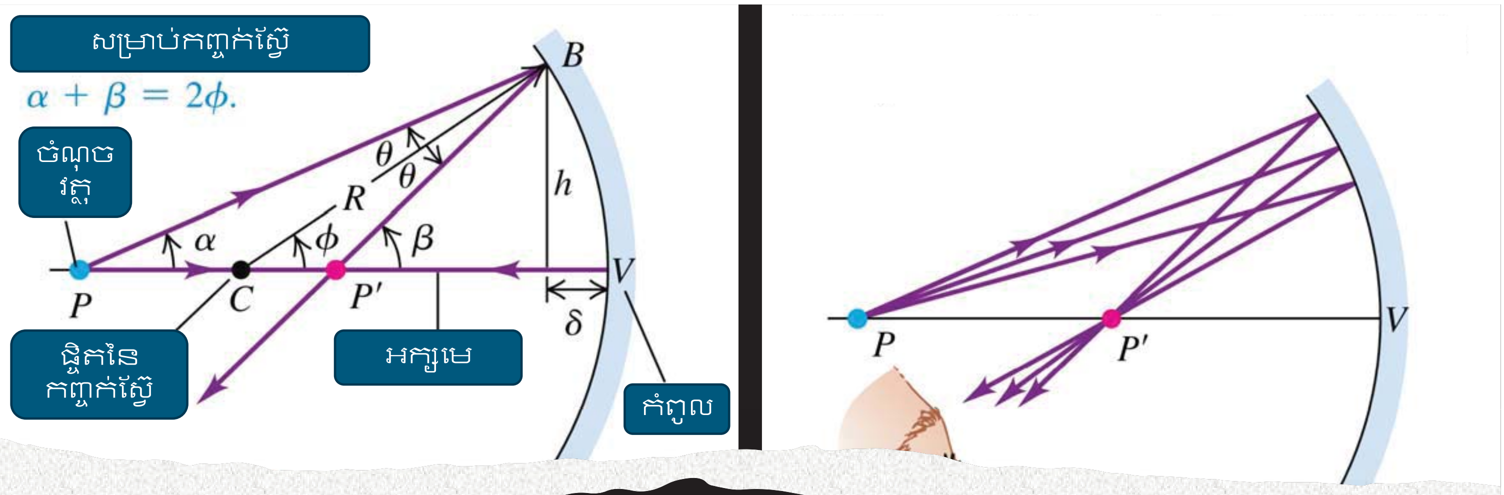
ចំណាំងផ្លាតនៃកញ្ចក់ប្លង់ពីរឬច្រើន





សំណួរ

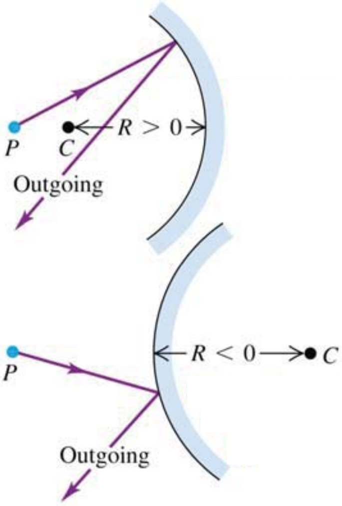
២. បើអ្នកដើរសំដៅទៅរកកញ្ចក់ប្លង់ដោយល្បឿន v តើរូបភាពរបស់អ្នកដើរដោយល្បឿនប៉ុន្មានមកកាន់អ្នកឬធៀបជាមួយអ្នក?

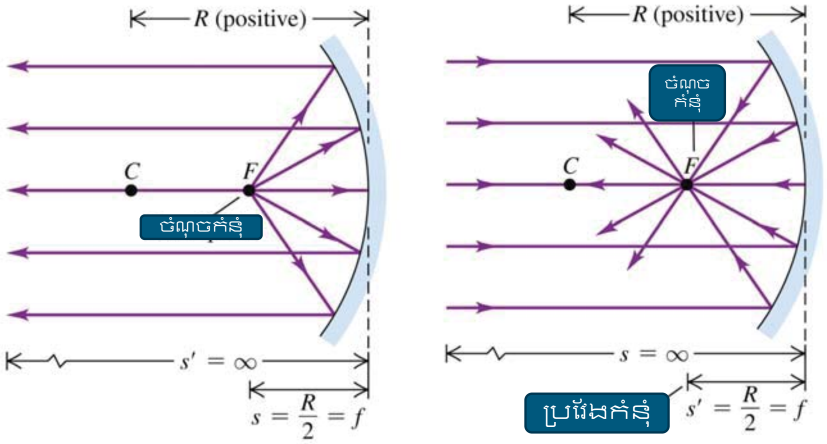


ចំណាំងផ្លាតនៃផ្ទៃស្វ៊ែ ៖ កញ្ចក់ស្វ៊ែផត

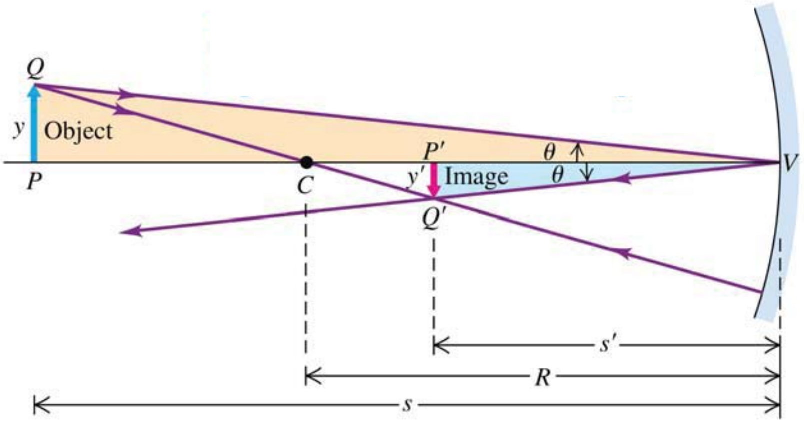
វិធាននៃការកំណត់សញ្ញា

សញ្ញានៃកាំកំណោងរបស់ផ្ទៃស្វ៊ែ៖ នៅពេលដែលផ្ចិតរបស់ស្វ៊ែស្ថិតនៅខាងដូចគ្នានឹងបាច់ពន្លឺចេញ (ធៀបនឹងផ្ទៃចាំងផ្លាតឬបែរ) កាំកំណោងគឺ វិជ្ជមាន។ បើមិនដូច្នោះទេ គឺអវិជ្ជមាន





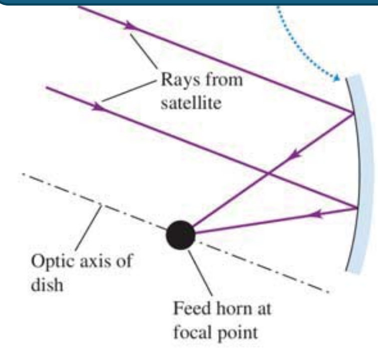
ចំណុចកំនុំនិង ប្រវែងកំនុំ



វត្ថុលាតសន្ធឹង៖ កញ្ចក់ស្វ៊ែផត

វត្ថុលាតសន្ទឹង៖ កញ្ចក់ស្វ៊ែផត

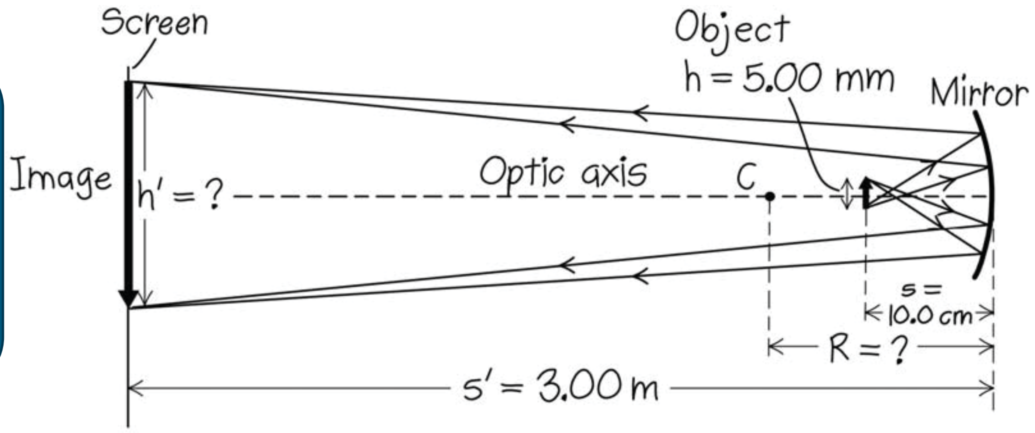
ផ្នែកមួយនៃកញ្ចក់កោង



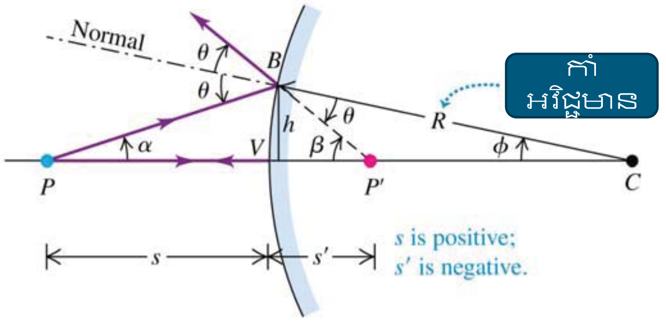
វត្ថុលាតសន្ទឹង៖ កញ្ចក់ស្វ៊ែផត

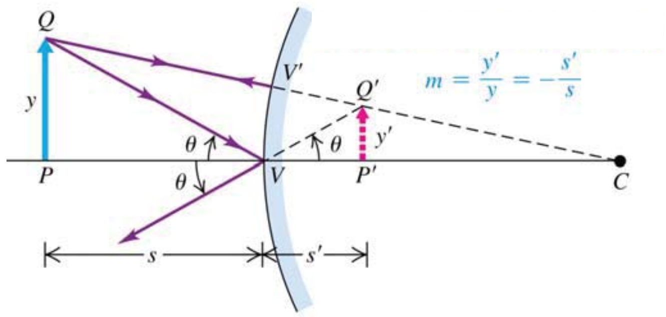
ឧទាហរណ៍ទី១

៣. រក R, m និង h'

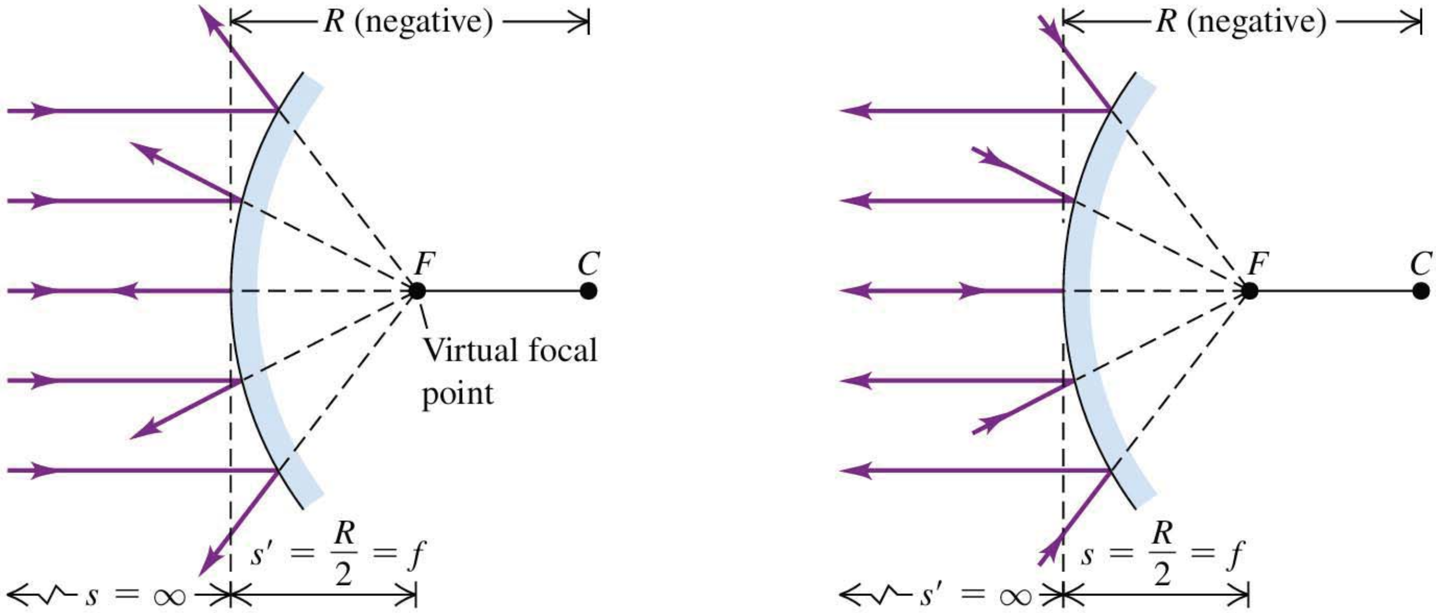


កញ្ចក់ស្វ៊ែប៉ោង





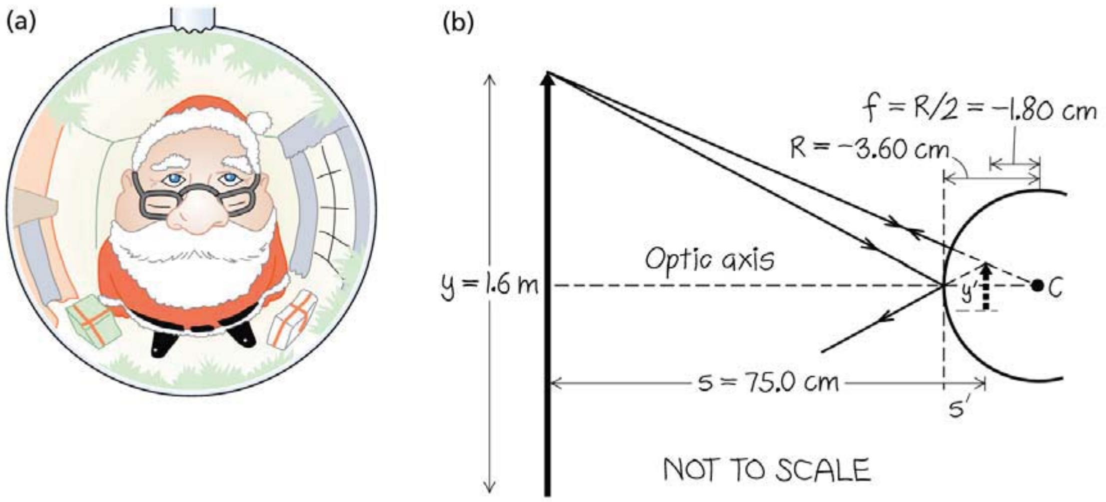
៤. ចូរស្រាយបញ្ជាក់ថាទំនាក់ទំនងវត្ថុនិងរូបភាពគឺដូចគ្នាទៅនឹងកញ្ចក់ស្វ៊ែផតតើយើងកំណត់យកវិធានសញ្ញានៃចម្ងាយវត្ថុ រូបភាពនិងកាំកំណោង។



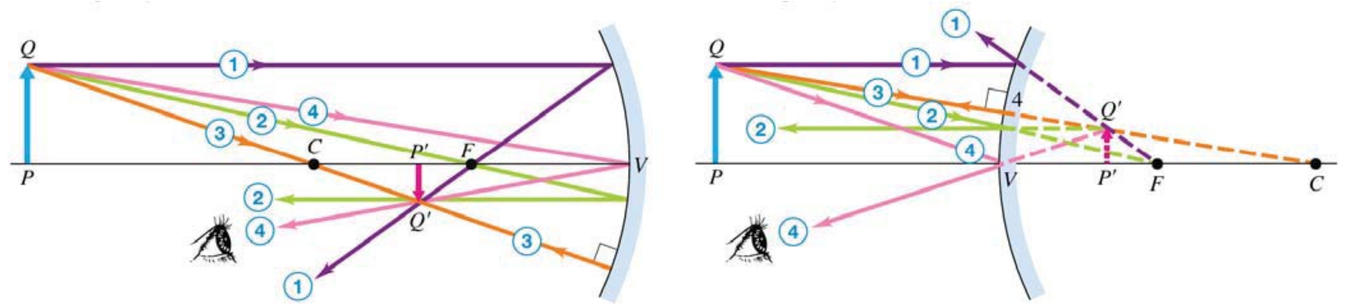
កញ្ចក់ស្វ៊ែប៉ោង

៥. ដោយផ្អែកទៅលើទំនាក់ទំនងខាងលើចូរបង្ហាញថាសម្រាប់កាំពន្លឺចាំងប៉ះ(ដូចរូប) $s = \infty$ ហើយ $s' = \infty$

៦. ចូររក s', m និង y'

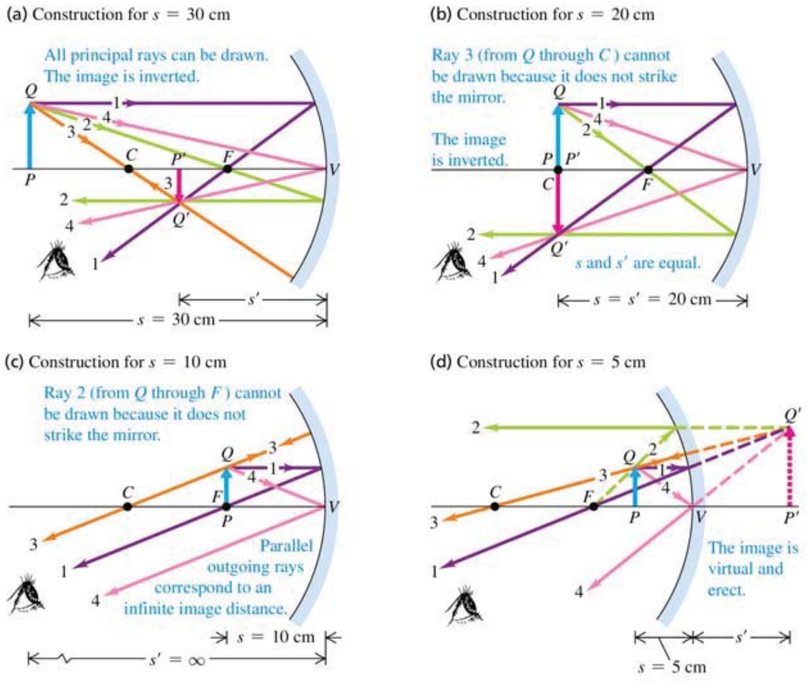


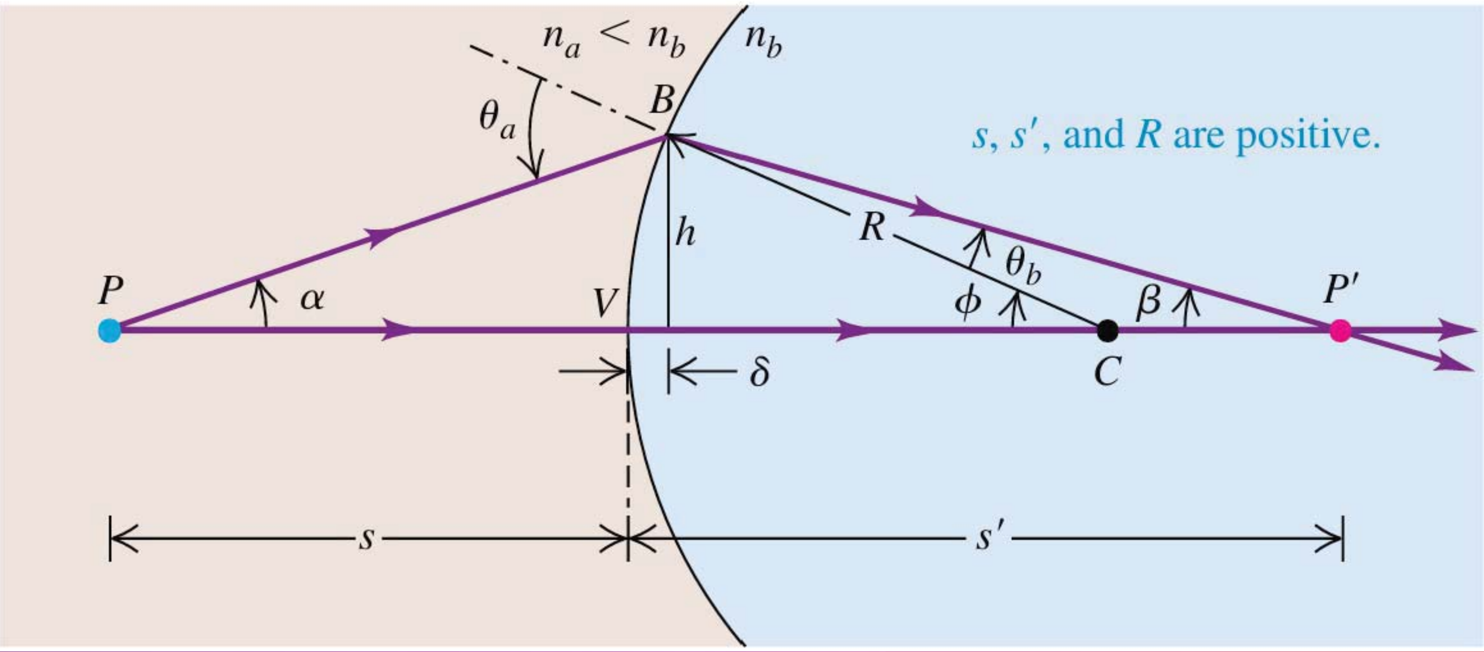
វិធីសាស្ត្រគូរក្រាបសម្រាប់កញ្ចក់



ឧទាហរណ៍

៦. ផ្អែកទៅលើរូបទាំងបួន នេះ ចូររៀបរាប់ធ្វើសេចក្ដីសន្និដ្ឋានពីលក្ខណៈរបស់រូបភាពដោយផ្អែកទៅលើទីតាំងរបស់វត្ថុ។

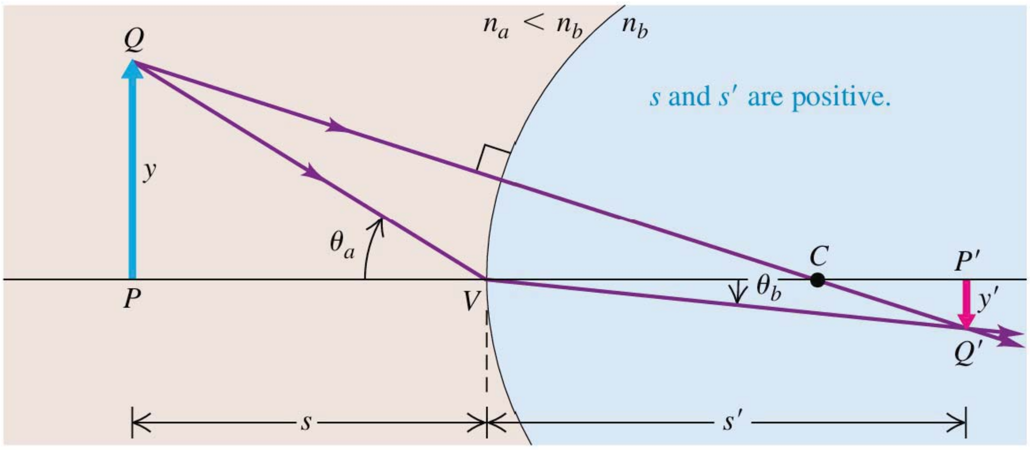




ចំណុចរូបភាពបង្កើតដោយផ្ទៃស្វ៊ែនៅចន្លោះមជ្ឈដ្ឋាន២

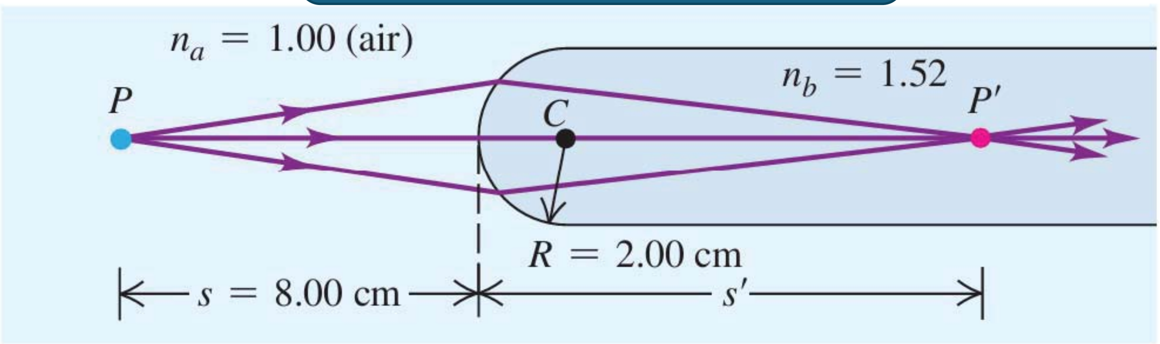
៧. ហេតុអ្វីយើងប្រើផ្ទៃប៉ោងដើម្បីស្រាយរូបមន្តទូទៅ?

រូបភាពលាតសន្ធឹងបង្កើតដោយផ្ទៃស្វ៊ែនៅចន្លោះមជ្ឈដ្ឋាន២



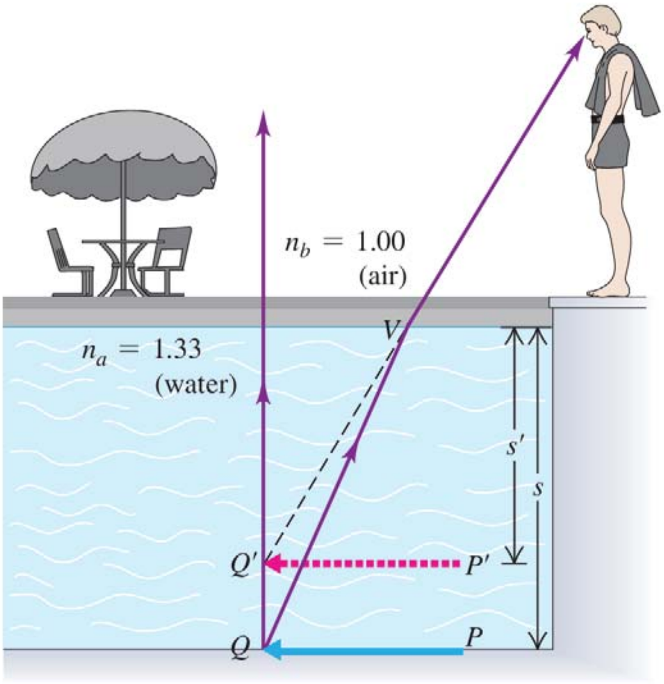
៨. ចូរបង្ហាញថា $m \equiv \frac{y'}{y} = -\frac{n_a s'}{n_b s}$

៩. រក s' និង m

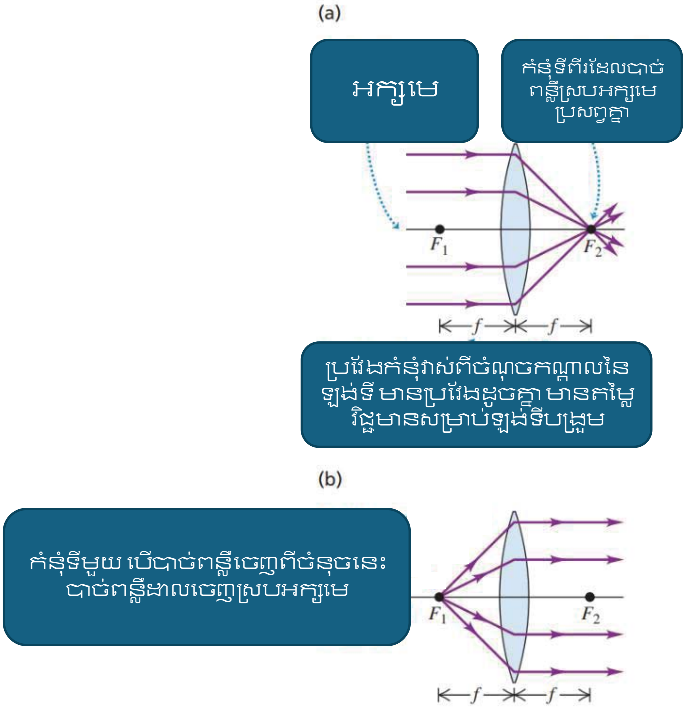


ឧទាហរណ៍៖ ជម្រៅទំនងអាងទឹក

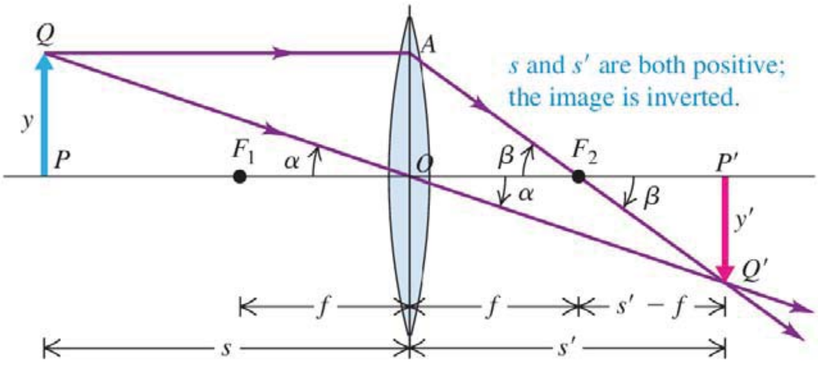
១០. រក s' បើ $s = 2.00$ m



ឡង់ទីស្តើងៈលក្ខណៈ



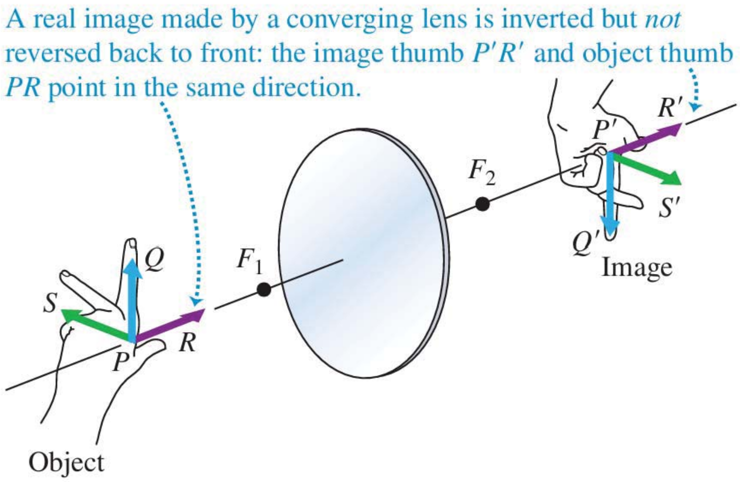
រូបភាពលាតសន្ទឹងបង្កើតដោយឡង់ទីបង្រួម



oPhysics

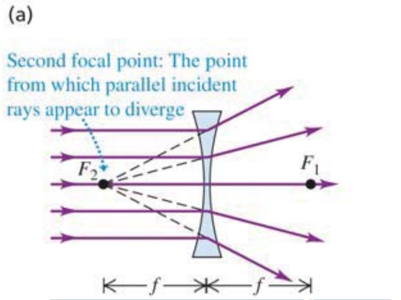
១១. ចូរបង្ហាញថា $\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f}$ ។ ដោយប្រើប្រាស់ Simulation តើបាតុភូតនៃបាច់ពន្លឺចាំងបែរពេលវត្ថុស្ថិតត្រង់ទីតាំងកំនុំមានសង្គតិភាពជាមួយនឹងរូបមន្តខាងលើឬទេ?

រូបភាពបង្កើតដោយឡង់ទីបង្រួម

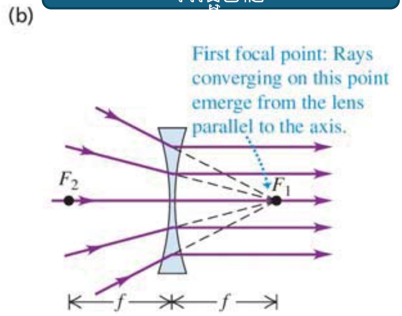


យើងនឹងស្វែងយល់ពីរូបនេះ បន្ទាប់ពីបានពិភាក្សាលើ កិច្ចការទី ១១ សិន។

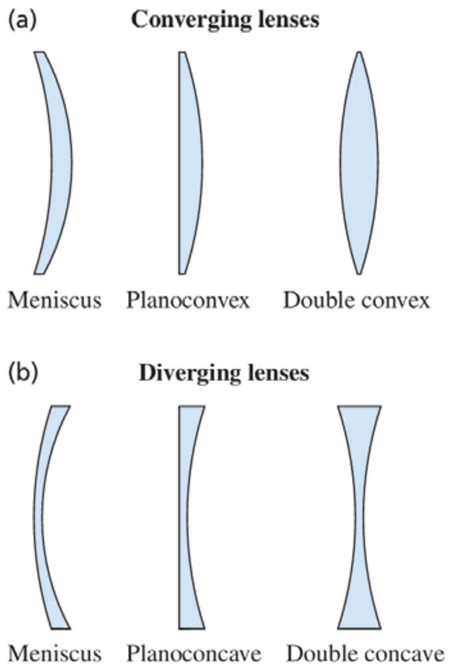
ឡង់ទីពង្រីក



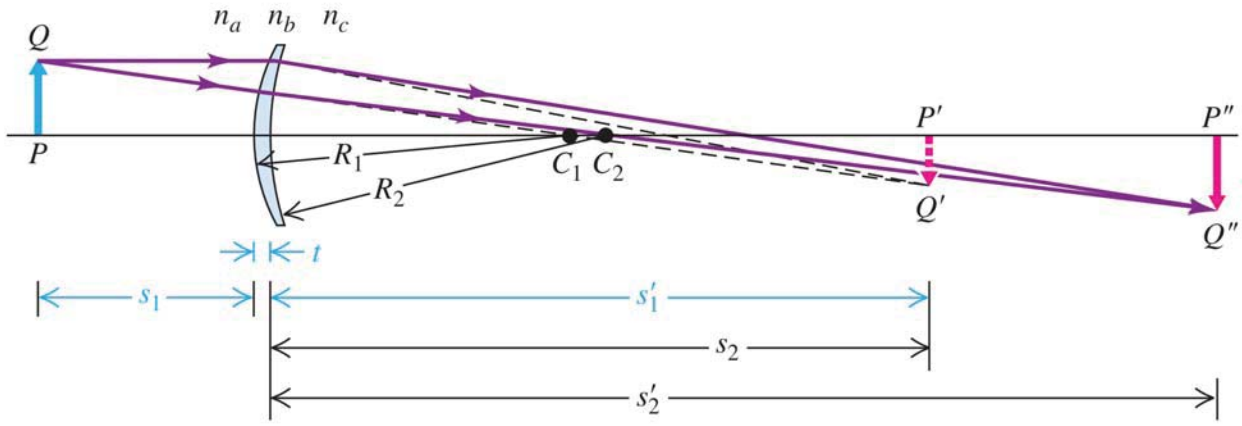
កាំកំណោងនៃឡង់ទីពង្រីកគឺ អវិជ្ជមាន

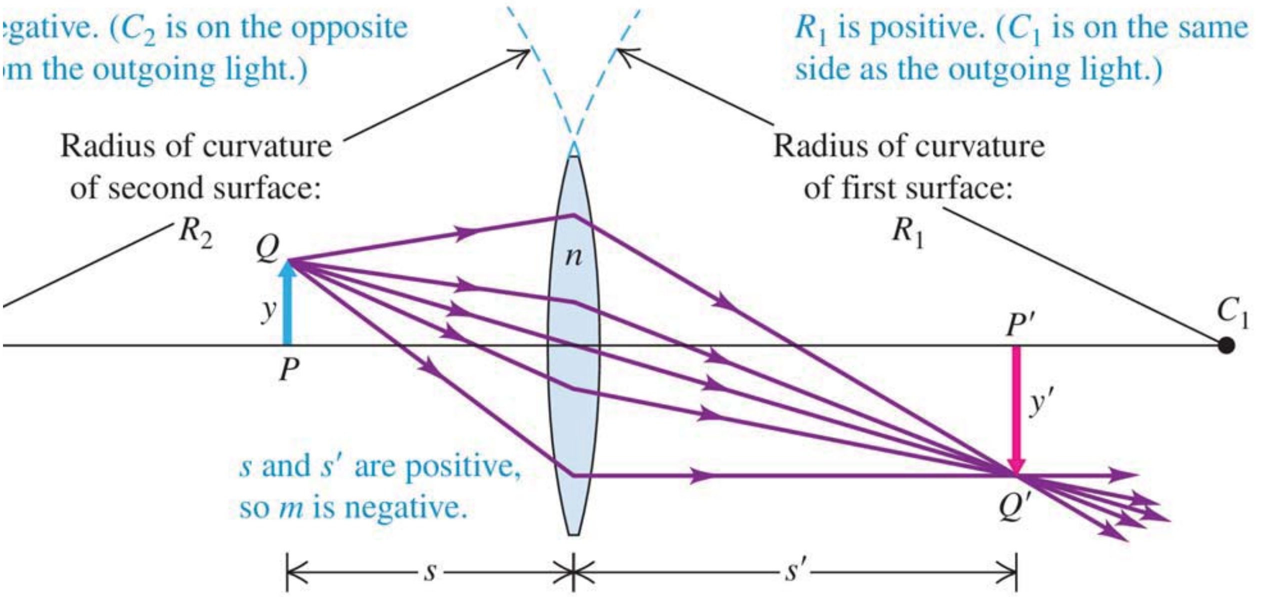


ប្រភេទឡង់ទី



រូបភាពបង្កើតដោយមេទីសពង្រីក

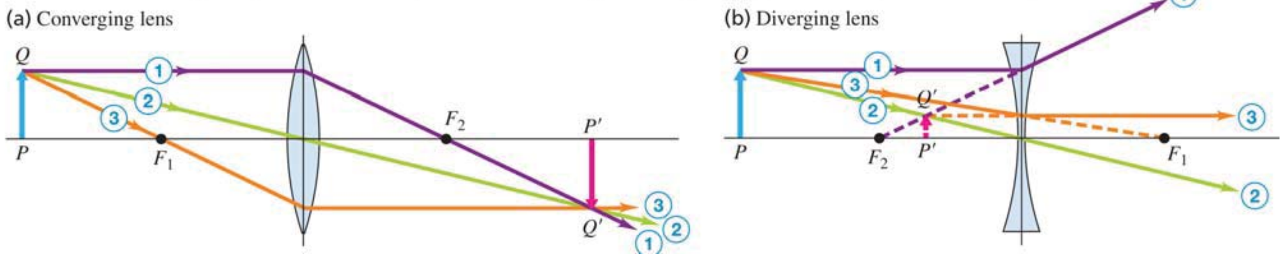




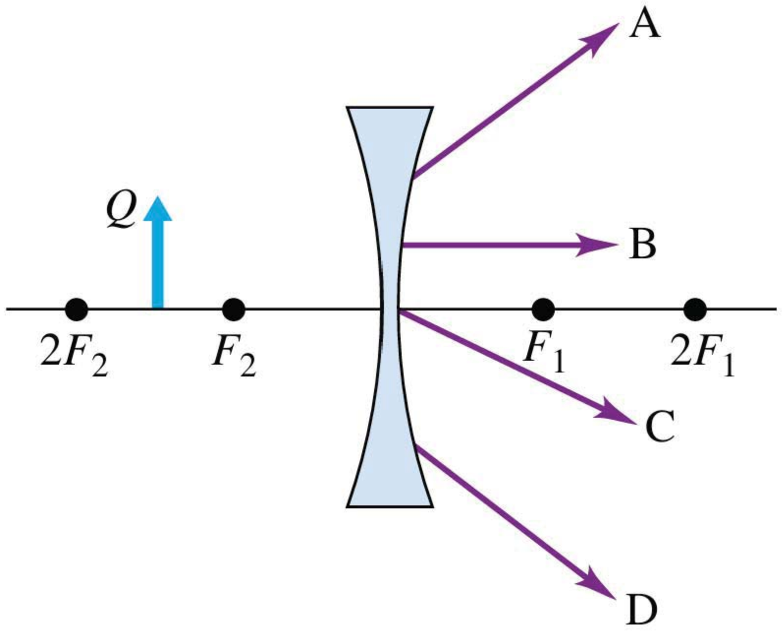
១២. ចូររក f បើកាំកំណោងនៃផ្ទៃឡង់ទីទាំងសងខាងស្មើនឹង 10 cm។

វិធីសាស្ត្រ

Figure 34.36 The graphical method of locating an image formed by a thin lens. The colors of the rays are for identification only; they do not refer to specific colors of light. (Compare Fig. 34.19 for spherical mirrors.)

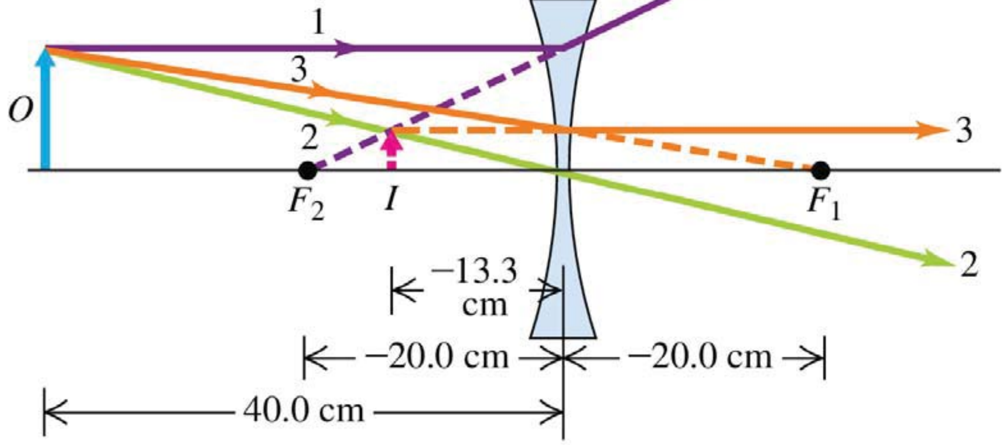


ឧទហរណ៍



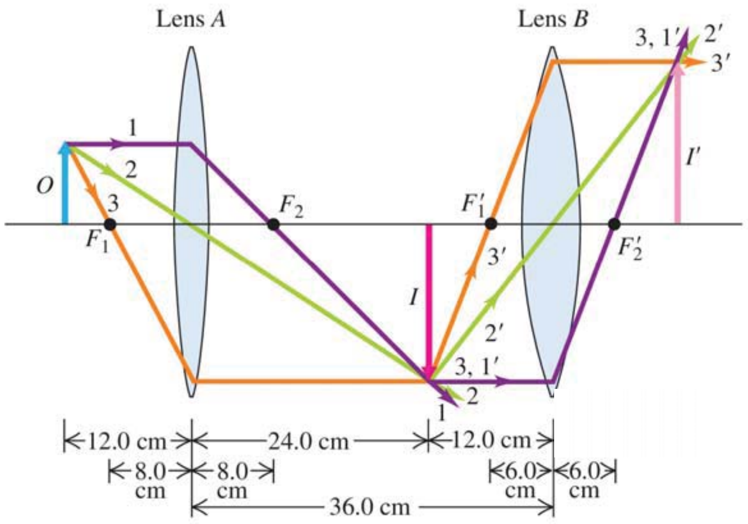
ឧទាហរណ៍៖ ឡង់ទីពង្រីក

១៣. ចូរគណនាដើម្បីបង្ហាញថាតម្លៃលេខដែលបានបង្ហាញដូចរូបគឺត្រឹមត្រូវឬមិនត្រឹមត្រូវ។



ឧទាហរណ៍

១៤. វត្ថុមាន ប្រវែង 8 cm។ រកទីតាំង ប្រវែង និងទិសដៅ របស់រូបភាពបង្កើតដោយឡង់ទីទាំងពីរ។



កិច្ចការត្រូវអនុវត្តដើម្បីសម្រេចលទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក៖

- ក្រោយពីបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះដោយជោគជ័យអ្នកសិក្សានឹង៖
    - ១. កិច្ចការទី ១៖...........
    - ២. កិច្ចការទី ២៖...........
    - ៣. កិច្ចការទី ៣៖...........
    - ៤. កិច្ចការទី ៤៖...........
    - ៥. កិច្ចការទី ៥៖...........