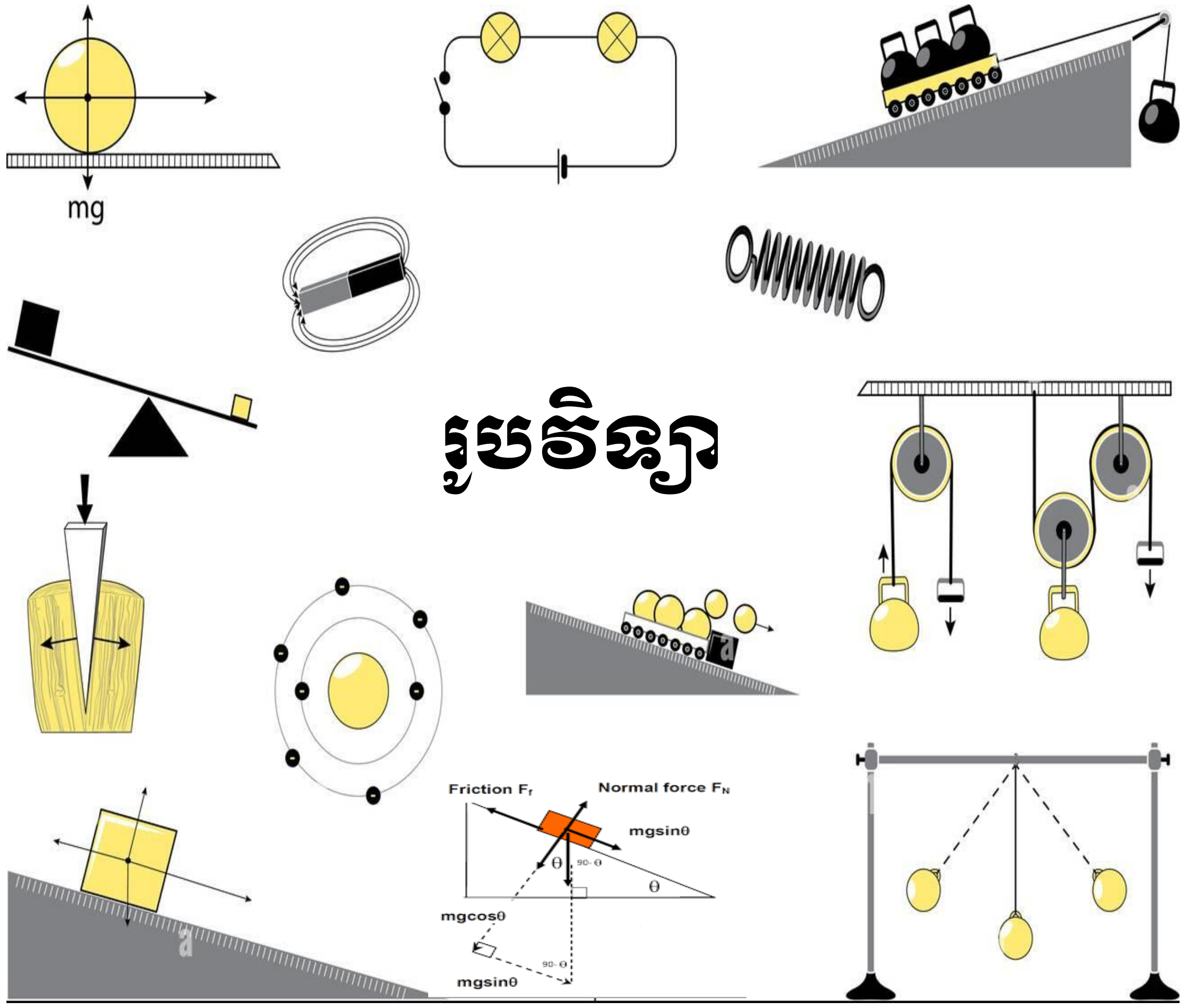
មេកានិក(ឌីណាមិច និងស៊ីនេម៉ាទិច)

រូបវិទ្យា



គាំទ្រថវិកាលើការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អដោយៈ

“មូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍”

២០២២

គណៈកម្មការនិពន្ធ៖ លោក ហោ ស៊ីណា

គណៈកម្មការរចនាទំព័រ ៖ លោកស្រី សំបាត់ អ៊ាត លោកស្រី ឈុំ ពៅ

គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ៖

១.លោក មាស សាទុំ ប្រធាន
២.លោក ហេង ប៊ុនធឿន សមាជិក

បុព្វកថា

ដំណើរអភិវឌ្ឍនៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជានៅក្នុងយុគសម័យទំនើបនេះ ជាមេរៀនដ៏ជោគជ័យបំផុតមួយដែលចាប់ឫសគល់ចេញពីការបញ្ចប់របបប្រល័យពូជសាសន៍ ការបញ្ចប់សង្គ្រាម ការផ្សះផ្សារជាតិ ការកសាងមូលដ្ឋានរឹងមាំនៃសន្តិភាពនិងស្ថេរភាព និងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច។ នៅក្រោយពេលដែលសន្តិភាពត្រូវបានកើតឡើងដោយបរិបូរណ៍នៅឆ្នាំ១៩៩៨ កម្ពុជាទទួលកំណើនសេដ្ឋកិច្ចខ្ពស់ គឺប្រមាណ៨%ក្នុងមួយឆ្នាំ។ លើសពីនេះទៀតអត្រានៃភាពក្រីក្រត្រូវបានកាត់បន្ថយពីប្រមាណ៥៣% នៅឆ្នាំ២០០៤មកនៅទាបជាង១០% នៅឆ្នាំ២០១៩។ ដំណើរនៃការអភិវឌ្ឍជាតិជាសកម្មភាពដែលបន្តទៅមុខជាប់ជានិច្ច ហើយគោលនយោបាយថ្មីៗដែលមានលក្ខណៈអន្តរវិស័យគ្របដណ្តប់ ក៏កំពុងលេចរូបរាងឡើងដើម្បីតម្រង់ទិសកម្ពុជាឆ្ពោះទៅកាន់ប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលមធ្យមកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ ២០៣០ និងឈានឡើងជាប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ នៅឆ្នាំ២០៥០។ ការប្រែប្រួលឆាប់រហ័សនៃនិម្មាបនកម្មពិភពលោក និងតំបន់រួមទាំងទំនាក់ទំនងភូមិសាស្ត្រនយោបាយ បានផ្តល់កាលានុវត្តភាពសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលចាត់ទុកជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា។ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបានកំពុងបន្តពង្រឹង និងអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំឆ្ពោះទៅរកការស្រាវជ្រាវ និងនវានុវត្តន៍ដើម្បីពង្រឹងសមត្ថភាពនិងជំនាញរបស់ធនធានមនុស្សនៅកម្ពុជាឱ្យស្របទៅនឹងបរិបទថ្មីនៃការអភិវឌ្ឍ ជាពិសេសការពង្រឹងសហគ្រិនភាពក្នុងការរៀបចំម៉ូដែលធុរកិច្ចថ្មីៗ។ ដើម្បីចាប់យកកាលានុវត្តភាពពីបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ និងសេដ្ឋកិច្ចឌីជីថលដែលកំពុងផុសផុលឡើង ប្រព័ន្ធអេកូឡូហ្ស៊ីដែលបង្កលក្ខណៈអំណោយផលដល់ការបង្កើតថ្មី នវានុវត្តន៍ ការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ ត្រូវតែមានការកែលម្អ។

បណ្តាប្រទេសនៅទ្វីបអាស៊ីកំពុងនាំមុខក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ដោយមានភាគហ៊ុនប្រមាណ៤៤% នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក។ ប្រទេសចិនកំពុងបន្តកសាងហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនៃការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ក៏ដូចជាសមត្ថភាពមនុស្ស។ ផ្ទុយទៅវិញ ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូង និងអាហ្វ្រិក កំពុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីការវិនិយោគនេះ ហើយជាលទ្ធផល ប្រទេសទាំងនោះក៏ពុំមានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចគួរឱ្យកត់សម្គាល់ដែរ។ ទុនវិនិយោគសរុបលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍរបស់ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូនិងអាហ្វ្រិក មានប្រមាណ៥%នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក ក្នុងពេលដែលតំបន់ទាំង២នេះមានប្រជាជនប្រមាណ២០%នៃប្រជាជនពិភពលោក។ ប្រទេសចំនួន៦ដែលមានលំដាប់ខ្ពស់ជាងគេនៅក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ រួមមានសហរដ្ឋអាមេរិក ចិន ជប៉ុន អាល្លឺម៉ង់ ឥណ្ឌា និងកូរ៉េខាងត្បូង ដែលស្មើនឹងប្រមាណ ៧០%នៃទុនវិនិយោគសរុបរបស់ពិភពលោក។

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយរបៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួតប្រជែងក្នុងយុគសម័យបដិវត្តឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះ

ចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជា ត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលមនុញ្ញផល និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ២០០២ នូវបម្លាស់ប្តូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ច ពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម និងធនធានអតិកម្ម (Labour and Resource Based Economy) ទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិ (Knowledge Based-Economy) ដែលក្នុងន័យនេះ ពុទ្ធិគឺជាគន្លឹះនៃការអភិវឌ្ឍ។ អាស្រ័យហេតុនេះ នៅលើគន្លងដែលកម្ពុជាកំពុងធ្វើដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចឌីជីថល សង្គមកម្ពុជាត្រូវតែមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ជ្រើសរើស បន្សាំ បង្កើតមុខរបរ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិ ដើម្បីរក្សានិរន្តរភាពនៃកំណើន និងកែលម្អជីវភាពរស់នៅ។ សមត្ថភាពទាំងនេះ អាចកើតឡើងនៅពេលពលរដ្ឋកម្ពុជាមានឱកាសក្នុងការទទួលបានបទពិសោធន៍ពីការស្រាវជ្រាវ ការបណ្តុះគំនិតច្នៃប្រឌិត និងការស្វែងរកនវានុវត្តន៍។

កំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ គឺជាការត្រួសត្រាយមាគ៌ាសម្រាប់ដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ និងប្រជាពលរដ្ឋប្រកបដោយភាពរស់រវើក។ តាមរយៈមូលដ្ឋានអប់រំ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិនឹងប្រមូលផ្តុំ បង្កើត និងចែករំលែក ទៅកាន់សមាជិកក្នុងសង្គមនូវសម្បទាអប់រំ ពិសេសគឺពុទ្ធិសម្បទាក្នុងបុព្វហេតុនៃមនុស្សជាតិនិងឧត្តមប្រយោជន៍នៃប្រទេស។ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ គឺពុំគ្រាន់តែជាសង្គមដែលសម្បូរព័ត៌មានប៉ុណ្ណោះទេ តែជាសង្គមដែលប្រជាពលរដ្ឋអាចធ្វើបរិវត្តកម្មពីព័ត៌មានទៅជាមូលធនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។ ការរីកចម្រើនទៅមុខជាលំដាប់នៃបច្ចេកវិទ្យានិងតំណភ្ជាប់ បានពង្រីកព្រំដែននៃការចូលទៅកាន់ និងការទទួលបានព័ត៌មានជាសកល ហើយដែលក្នុងន័យនេះ ការអប់រំនឹងបន្តវិវត្តទៅមុខនិងមានការផ្លាស់ប្តូរ។ សង្គមមួយដែលមានអំណាន និងរបាប់ជាបុរេលក្ខខណ្ឌនៃជីវភាពប្រចាំថ្ងៃនៃប្រជាពលរដ្ឋ ពេលនោះបំណិននៃអំណាន និពន្ធ និងការគណនាលេខនព្វន្ត គឺជាចលករនៃការរៀនរបស់សិស្ស។ ធាតុដ៏ចម្បងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងការកសាងសង្គមដែលប្រកបដោយពុទ្ធិគឺសៀវភៅសិក្សា ហើយការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សាជាប្រចាំ គឺជានវានុវត្តន៍នៃវិស័យអប់រំដែលនាំទៅរកការសិក្សាពេញមួយជីវិត ការអភិវឌ្ឍសម្បទាអប់រំ និងការចែករំលែកចំណេះដឹង។ មូលដ្ឋានអប់រំ ជាពិសេសគឺគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាត្រូវមានតួនាទីដែលប្រកបដោយការឆ្លើយតបចំពោះតម្រូវការខាងលើនេះ។ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំត្រូវបន្តសិក្សាជាប់ជានិច្ចតាមរយៈការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ហើយដែលសៀវភៅសិក្សាទាំងនេះនឹងក្លាយជាស្ពាននៃទំនាក់ទំនងរវាងនវានុវត្តន៍នៃបច្ចេកវិទ្យា និងការរៀននិងបង្រៀននៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិ ក៏ជាសង្គមដែលបណ្តុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិស្វកម្មអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិក និងសារ-គមនាគមន៍ ឌីជីថលនៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរ៉េខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ទនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជាច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក

លក្ខណៈសម្បត្តិនៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ មជ្ឈមណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណាធិបតេយ្យ និង ជាពិសេសគឺការបណ្ដុះវប្បធម៌អំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការរីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមានសន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅនៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងមួយឆ្នាំ មានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរ និងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន៤៤០ពាន់ ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន ៣០៥ ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន ១២០ពាន់ចំណងជើង។

ខណៈពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាកំពុងរីកចម្រើនជារៀងរាល់ថ្ងៃ មធ្យោបាយសម្រាប់អំណានក៏មានច្រើនជម្រើសសម្រាប់សិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជនរួមមានការអានសៀវភៅ ការអានលើឧបករណ៍អេឡិចត្រូនិក ការអានដោយប្រើទូរសព្ទវៃឆ្លាត និងការអានលើកុំព្យូទ័រ ដែលសុទ្ធសឹងជាមធ្យោបាយសំខាន់ៗដែលនាំអ្នកអានទាំងឡាយឱ្យសម្រេចគោលបំណងអានរបស់ខ្លួន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អំណានដោយប្រើមធ្យោបាយបច្ចេកវិទ្យាទំនើប ចំណាយពេលតិច ងាយស្រួលអាន និងជួយដល់បរិស្ថានមួយកម្រិតទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន សិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជនកម្ពុជាដែលស្រឡាញ់អំណានកំពុងតែប្រើប្រាស់មធ្យោបាយអំណានទាំងនេះ។ បើយើងក្រឡេកមើលទៅប្រទេសជឿនលឿន ទោះបីជាបច្ចេកវិទ្យារីកចម្រើនខ្លាំងយ៉ាងណា អំណានតាមរយៈសៀវភៅនៅតែមានសន្ទុះដដែល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាអានបែបទំនើបតាមរយៈឧបករណ៍ទំនើប អាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃធនធានអប់រំឌីជីថល និងមាតិកាឌីជីថលគ្រប់គ្រាន់ដែលបានផលិត និងបង្ហោះចែកចាយសម្រាប់អំណាន។

ក្នុងបរិបទកម្ពុជា ជាពិសេសក្នុងបរិការណ៍នៃការផ្ទុះរីករាលដាលនៃជំងឺកូវីដ-១៩ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានជំរុញឱ្យមានបរិវត្តកម្មឌីជីថលនៅក្នុងអេកូស៊ីស្តែមនៃការអប់រំ ជាពិសេសការអប់រំតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិកនិងការអប់រំពីចម្ងាយដើម្បីលើកកម្ពស់អំណានតាមរយៈការផលិតមាតិកាឌីជីថលដែលមានភាពចំរុះ ការកសាងសមត្ថភាពផ្នែកតំណភ្ជាប់និងវេទិកាឌីជីថល ការពង្រីកវិសាលភាពនៃមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ និងការលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការផលិតធនធានអប់រំឌីជីថល គួបផ្សំជាមួយការចែកសន្លឹកកិច្ចការឱ្យសិស្សយកទៅរៀននៅផ្ទះ និងការចុះទៅជួបជាមួយសិស្សជាបណ្ដុំនៅតាមសហគមន៍។ ក្នុងន័យលើកកម្ពស់អំណាន និងភាពសម្បូរបែបនៃធនធានសៀវភៅសិក្សាឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាពនិងភាពសក្ដិសិទ្ធិ និងផ្ដល់ឱកាសអំណានកាន់តែច្រើនថែមទៀតដល់សិស្សានុសិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជន ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាលើកទឹកចិត្តនូវចំណុចមួយចំនួនដូចខាងក្រោម៖

1. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែមទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជាខេមរភាសា

2. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និង និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ
3. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀនបង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
4. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថល ជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា អាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណាន កាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
5. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា ត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌ និងអកប្បកិរិយាអំណានជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
6. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែ ច្រើនថែមទៀត ជាពិសេសការលៃលកចំណាយនៅក្នុងគ្រួសារសម្រាប់ការទិញសម្ភារៈសិក្សា សៀវភៅអាន និងឧបករណ៍សម្រាប់អំណានដល់កូនៗ ដែលចាត់ទុកជាការវិនិយោគមួយដ៏សំខាន់ សម្រាប់ បង្កើនចំណេះដឹង និងអនាគតរបស់ពួកគេ។

ដោយមានការគាំទ្រពីក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ នៅឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា“មូលនិធិ ស.គ.ន” និងហៅជាភាសាអង់គ្លេសថា The Research Creativity and Innovation Fund ដែលហៅកាត់ជាភាសាអង់គ្លេសថា “RCI Fund”។ គោលដៅចម្បងនៃមូលនិធិនេះ គឺរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្ត ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភាវូបនីយកម្ម។ មូលនិធិ ស.គ.ន បានសម្រេចកំណត់ប្រធានបទ ជាអាទិភាពសម្រាប់ការគាំទ្រដោយមូលនិធិចំនួន៣ រួមមាន ឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.០ (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យសតវត្សទី២១ (21st Century Pedagogy Research)។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពវូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅនៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិសម្រាប់ឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការ**រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា(Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា**។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សាគឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូន

ដល់និស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀតការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

- ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិតនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា
- លើកកម្ពស់ទំនើបភាវូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវនៅលើមុខវិជ្ជា កម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់
- បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់ឋានៈសាស្ត្រាចារ្យ និងអ្នកស្រាវជ្រាវ
- រួមចំណែកដល់ការកសាងភាពជាសហគមន៍វិជ្ជាជីវៈ ការចែករំលែកបទពិសោធន៍ និងវប្បធម៌នៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានវាយតម្លៃខ្ពស់ចំពោះការបោះជំហានប្រកបដោយមនសិការវិជ្ជាជីវៈនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងបុគ្គលិកអប់រំទាំងអស់ ក្នុងការរៀបចំ រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រឹងសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូននិស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សាជាផ្នែកមួយនៃការទទួលស្គាល់គុណភាពអប់រំនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងជាធនធានសិក្សាដែលជាមូលដ្ឋានមួយដ៏សំខាន់ ក្នុងការគាំទ្រដល់ការបង្រៀន និងរៀន ហើយត្រូវមានបរិមាណគ្រប់គ្រាន់ ឆ្លើយតបទៅនឹងកម្មវិធីអប់រំ និងតម្រូវការសិក្សាស្រាវជ្រាវ។ ជាគោលការណ៍ គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាទាំងអស់ ត្រូវមានសៀវភៅសិក្សាដែលប្រើជាគោលសម្រាប់មុខវិជ្ជានីមួយៗ។ ចំនួនសៀវភៅសិក្សាដែលគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការស្រាវជ្រាវ និងការសិក្សារបស់និស្សិត ត្រូវមានយ៉ាងតិចមួយចំណងជើងក្នុងមួយមុខវិជ្ជា ហើយត្រូវតម្កល់យ៉ាងតិច២ច្បាប់ នៅក្នុងបណ្ណាល័យ ឬអាចរកបានតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា លើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតជូនដល់គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលបានស្នើសុំថវិកាមូលនិធិរួច សូមចូលរួមបន្ថែមទៀតដើម្បីបង្កើនចំនួនចំណងជើងសៀវភៅ។ ចំណែកគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋនិងឯកជនដែលពុំទាន់បានដាក់ពាក្យស្នើសុំ សូមចូលរួមដើម្បីជាគុណប្រយោជន៍ដល់តម្រូវការដ៏ទទូច និងថ្លៃថ្លានៃនិស្សិតកម្ពុជាក្នុងការសិក្សា និងស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

សេចក្តីបញ្ជាក់
នៃមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សៀវភៅសិក្សានេះជាលទ្ធផលនៃការស្នើសុំអនុវត្តថវិកាមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ក្នុងគម្រោង**រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។** សៀវភៅសិក្សានេះ ត្រូវបានរៀបរៀង និពន្ធ ឬកែលម្អដោយមានការធានាអះអាងថាជាស្នាដៃរបស់អ្នកនិពន្ធផ្ទាល់ និងបានឆ្លងកាត់ត្រួតពិនិត្យ ផ្តល់យោបល់ និងវាយតម្លៃដោយក្រុមប្រឹក្សាអប់រំ ក្រុមប្រឹក្សាស្រាវជ្រាវ ឬក្រុមប្រឹក្សាដែលមានតម្លៃស្មើនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងតាមរយៈកិច្ចសន្យាដែលបានធ្វើឡើង និងដែលបានតម្កល់ទុកនៅមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។ រាល់ខ្លឹមសារ ការបកស្រាយ និងរូបភាព គឺជាជំហរនិងទស្សនៈផ្ទាល់របស់អ្នកនិពន្ធ ហើយ ពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាឡើយ។

មាតិកា

បុព្វកថា i

សេចក្តីបញ្ជាក់ vi

អារម្ភកថា xii

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ xiii

ការបរិយាយលើមុខវិជ្ជា xiv

មូលន័យសង្ខេប xv

មេរៀនទី១៖រង្វាស់ 1

១.១.ខ្នាតរង្វាស់ 1

១.២.ខ្នាតគ្រឹះគំរូ 1

១.២.១.ប្រវែង 1

១.២.២.ម៉ាស 1

១.២.៣.ពេល 2

១.៣.ការវិភាគខ្នាត 2

១.៤.លេខមានន័យ 3

មេរៀនទី២៖ចលនាត្រង់ 4

២.១.ទំហំស្កាលែនិងទំហំវ៉ិចទ័រ 4

២.២.ផលបូកនិងផលដកវ៉ិចទ័រ 4

២.៣.ចម្ងាយចរ និងបំលាស់ទី 5

២.៤.វ៉ិចទ័រល្បឿន ល្បឿនមធ្យមនិងល្បឿនខណៈ 5

២.៥.សំទុះមធ្យមនិងសំទុះខណៈ 6

២.៦.ចលនាអង្គធាតុតាមមួយវិមាត្រ 7

២.៧.ទន្លាក់សេរី 10

មេរៀនទី៣៖ចលនាក្នុងប្លង់ 13
៣.១.បំលាស់ទីនិងវុិចទ័រល្បឿន 13
៣.២.ល្បឿនមធ្យម-ល្បឿនខណៈ 13
៣.២.១.ល្បឿនមធ្យម 13
៣.២.២.ល្បឿនខណៈ 13
៣.៣.សំទុះមធ្យម-សំទុះខណៈ 14
៣.៣.១.សំទុះមធ្យម 14
៣.៣.២.សំទុះខណៈ 14
៣.៤.ចលនាគ្រាប់បាញ់ 14
៣.៥.ចលនាវង់ស្មើ 16
៣.៥.១.សមីការអាប់ស៊ីសមុំ 16
៣.៥.២.ល្បឿនមុំ 17
៣.៥.៣.ខួបផ្ទាល់ 18
៣.៥.៤.សំទុះចូលផ្ចិត 18
៣.៥.៥.ចំណោលចលនាវង់ស្មើលើអ័ក្ស $(\overrightarrow{ox})$ និង $(\overrightarrow{oy})$ 19
៣.៥.៦.សំទុះមធ្យម 19
មេរៀនទី៤៖ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន 22
៤.១.កម្លាំង 22
៤.២.ម៉ាសនិងទំងន់ 22
៤.៣.ច្បាប់ទី១ញូតុន 22
៤.៤.ច្បាប់ទី២ញូតុន 23
៤.៥.ច្បាប់ទី៣ញូតុន 23
៤.៦.អនុវត្តន៍ច្បាប់ញូតុន 24
៤.៧.កម្លាំងកកិត 26

៤.៨.កម្លាំងក្នុងចលនាវង់ 26

មេរៀនទី៥៖កម្មន្តនិងថាមពល 31

៥.១.កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ 31

៥.២.ថាមពលស៊ីនេទិច និងទ្រឹស្តីបទកម្មន្ត 33

៥.៣.អានុភាព 34

៥.៤.ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល 34

មេរៀនទី៦៖ម៉ាស៊ីនងាយ 39

៦.១.ឃ្នាស់ 39

៦.១.១.គោលកាណ៍កម្មន្តនៃឃ្នាស់ 39

៦.១.២.គោលកាណ៍ម៉ូម៉ង់នៃឃ្នាស់ 39

៦.១.៣.ផលមេកានិចនៃឃ្នាស់(MA) 39

៦.២.ប្លង់ទេរ 40

៦.៣.កង់យោង នឹងស្ពឺ 40

៦.៣.១.ការបញ្ជូនចលនាតាមខ្សែពាន 40

៦.៣.២.ការបញ្ជូនចលនាតាមស្ពឺ 41

៦.៤.រ៉ក និងត្រឹយ 43

៦.៤.១.រ៉ក 43

៦.៥.ខ្នង 45

៦.៦.ទិន្នផលម៉ាស៊ីនងាយ 45

៦.៦.១.គោលការណ៍រក្សាកម្មន្ត 45

៦.៦.២.ទិន្នផលម៉ាស៊ីនងាយ 46

មេរៀនទី៧៖បរិមាណចលនា និងអាំងពុលស្យុង 48

៧.១.បរិមាណចលនា 48

៧.២.បរិមាណចលនា និងអាំពុលស្យុង 48

៧.៣.ច្បាប់រក្សាបរិមាណចលនា 48
៧.៤.ការទង្គិច 49
៧.៤.១.ការទង្គិចស្ទក់ 49
៧.៤.២.ទង្គិចខ្ទាត 50
៧.៥.ដំណោលនៃកាំជ្រួច 51
៧.៥.១.ទំហាក់ថយនៃកាំភ្លើង 51
៧.៥.២.ដំណោលកាំជ្រួច 51
មេរៀនទី៨៖ផ្ចិតម៉ាស 56
៨.១.ទីតាំងផ្ចិតម៉ាស 56
៨.២.ល្បឿនផ្ចិតម៉ាស 57
៨.៣.សំទុះផ្ចិតម៉ាស 57
មេរៀនទី៩៖ម៉ូម៉ង់ 59
៩.១.ម៉ូម៉ង់និងសំទុះមុំ 59
៩.២.កម្មន្តនិងអានុភាពក្នុងចលនារង្វិល 60
៩.២.១.កម្មន្តនៃចលនារង្វិល 60
៩.២.២.អានុភាព 60
៩.៣.ចលនារមៀល 61
៩.៤.ថាមពលស៊ីនេទិចនៃចលនារង្វិលនិងម៉ូម៉ង់និចលភាព 61
៩.៤.១.ថាមពលស៊ីនេទិចនៃចំនុចម៉ាស 61
៩.៤.២.ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចនៃចលនារង្វិល 61
៩.៤.៣.ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចនៃអង្គធាតុរឹង 61
៩.៤.៤.ម៉ូម៉ង់និចលភាពនៃវត្ថុខ្លះ 62
៩.៥.ថាមពលស៊ីនេទិចនៃចលនារមៀល 62
៩.៥.១.ចលនារមៀលរអិលនៃឃ្លីលើប្លង់ទេរ 62

៩.៥.២.ចលនាកងវិល 63
៩.៦.ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចនិងច្បាប់រក្សាថាមពល 63

អារម្ភកថា

សៀវភៅរូបវិទ្យាឆ្នាំទី១នេះ បានសរសេរស្របតាមកម្មវិធីសិក្សាដែលរៀបចំឡើងដោយក្រុមការងារក្រសួងអប់រំ យុវជននិងកីឡា នាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាលនិងវិក្រឹតការ សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកម្ពុជា វិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ វិទ្យាស្ថានគរុកោសល្យរាជធានីភ្នំពេញនិងបាត់ដំបងជាពិសេសនាយកដ្ឋានមួយចំនួនដែលពាក់ព័ន្ធក្នុងគោលបំណងលើកកម្ពស់សមត្ថភាពលើការបង្រៀននិងរៀនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់។មេរៀនទាំងអស់នៅក្នុងសៀវភៅនេះមានច្រើនដូចជា ចលនាត្រង់ ទម្លាក់សេរីដែលមានឈ្មោះថា មេកានិចបែបស៊ីនេម៉ាទិច និងមានមេរៀនដូចជា ច្បាប់ញូតុន ច្បាប់បរិមាណចលនា កម្មន្ត ថាមពលផ្សេងៗដែលគេហៅថាមេកានិចបែបឌីណាមិច ជាពិសេសនៅចុងមេរៀនមានលំហាត់ដើម្បីឱ្យគរុនិស្សិតអនុវត្តផងដែរ។

ជាទូទៅខ្លឹមសារមេរៀននីមួយមានលម្អិតពីបាតុភូត ដែលភ្ជាប់ជាមួយរូបភាពដែលមើលទៅងាយយល់ ងាយអនុវត្តឧទាហរណ៍ផ្សេងៗសម្រាប់ផ្សារភ្ជាប់ទៅការការរស់នៅប្រចាំថ្ងៃសម្រាប់មនុស្សគ្រប់រូប។

ជាទីបញ្ចប់ខ្ញុំបាទសង្ឃឹមថា សៀវភៅនេះនឹងក្លាយជាឯកសារមួយសម្រាប់គ្រូឧទ្ទេស ជាពិសេសគរុនិស្សិតទាំងអស់ដែរបានសិក្សានៅវិទ្យាស្ថានគរុកោសល្យក្នុងព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។ខ្ញុំបាទរងចាំទទួលការរិះគន់ពីមិត្តអ្នកអានគ្រប់មជ្ឈដ្ឋានដែលបានជួយផ្តល់យោបល់ ចំពោះកង្វះខាតនិងកំហុសឆ្គងដែលអាចកើតមានឡើងទាំងផ្នែកខ្លឹមសារ បច្ចេកទេសនិងគរុកោសល្យដើម្បីជួយកែលម្អសៀវភៅនេះឱ្យកាន់តែមានភាពសុក្រឹតថែមទៀត។

សូមអរគុណ

ថ្ងៃ ពុធ៣កើត ខែផល្គុន ឆ្នាំខាល ចត្វាស័ក ព.ស២៥៦៦

បាត់ដំបង,ថ្ងៃទី ២២ ខែកុម្ភៈ ឆ្នាំ២០២៣

អ្នករៀបរៀង

ហោ ស៊ីណា

សេចក្ដីថ្លែងអំណរគុណ

ជាការពិតសៀវភៅ «មេកានិច(ឌីណាមិចនិងស៊ីនេម៉ាទិច» ដែលលេចចេញជារូបរាងនៅពេលនេះគឺបានកើតឡើងពីការខិតខំ និងយកចិត្តទុកដាក់ចូលរួមពីភាគី និងស្ថាប័នពាក់ព័ន្ធជាច្រើន។

ខ្ញុំបាទសូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅបំផុតដល់ភាគី និងស្ថាប័នពាក់ព័ន្ធទាំងអស់ដូចជា ៖

- ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ ដែលបានគាំទ្រយ៉ាងពេញទំហឹងដល់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាឱ្យបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ហៅកាត់ថា «មូលនិធិ ស.គ.ន»។

- ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាដែលបានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា «មូលនិធិ ស.គ.ន» ដើម្បីរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្ត ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភាវូបនីយកម្ម។

- មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលបានគាំទ្រដល់ការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា (Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា ដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសាជូនដល់និស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

-ឯកឧត្តមនាយកវិទ្យាស្ថានគរុកោសល្យបាត់ដំបងដែលបានចាត់តាំងជាគណៈកម្មការនិពន្ធចូលរួមការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សានេះ។

- នាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាលដែលបានចាត់តាំងជាគណៈកម្មការនិពន្ធ និងគណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ លើស្នាដៃនៃការចូលរួមការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សានេះ។

- លោកប្រធាន នាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាលដែលព្រមព្រៀងទទួលសិទ្ធិជាតំណាងអ្នករៀបរៀងក្នុងការចាត់ចែង និងសម្របសម្រួលជាមួយក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ចុះហត្ថលេខាលើកិច្ចព្រមព្រៀង និងកិច្ចដំណើការទូទាត់ថវិកាតាមរយៈការស្នើសុំ និងទទួលថវិកា បោះពុម្ព និងផ្សព្វផ្សាយបន្តនូវស្នាដៃរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អរបស់អ្នករៀបរៀងក្នុងការរៀន និងបង្រៀនក្នុងគ្រឹះស្ថានសិក្សា និងប្រគល់សិទ្ធិស្របតាមការកំណត់នៃកិច្ចព្រមព្រៀង ស្តីពីការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា ក្រោមការគាំទ្រនៃមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។

- គ្រូឧទ្ទេសមុខវិជ្ជារូបវិទ្យានៃវិទ្យាស្ថានគរុកោសល្យបាត់ដំបងដែលបានផ្តល់មតិកែលម្អលើខ្លឹមសារ នៃមេរៀននីមួយៗឱ្យកាន់តែមានភាពសុក្រឹត និងមានលក្ខណៈវិទ្យាសាស្ត្រ។

ខ្ញុំបាទសង្ឃឹមថា សៀវភៅនេះនឹងឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់សិស្ស និស្សិត នៅកម្រិតវិទ្យាល័យ និងឧត្តមសិក្សា។

ការបរិយាយលើមុខវិជ្ជា

សៀវភៅរូបវិទ្យានេះសម្រាប់បណ្តុះបណ្តាលគ្រូបង្រៀនកម្រិតមធ្យមសិក្សាបឋមភូមិ បរិញ្ញាបត្រអប់រំ (១២+៤)ក្នុងឆ្នាំទី១ឆមាសទី១ ឯកទេសរូបវិទ្យា(វិទ្យាសាស្ត្រទូទៅ)បានរៀបចំឡើង ដើម្បីឱ្យអ្នកសិក្សាស្វែងយល់កាន់តែច្បាស់ និងយកទៅបង្រៀនបាននៅសាលារៀនមធ្យមសិក្សាបឋមភូមិ។ សៀវភៅនេះមានមេរៀនតាមលំដាប់លំដោយនៃកម្មវិធីសិក្សាលម្អិតទៅតាមចំណងជើងនិងចំណងជើងរងផ្សេងៗ។មេរៀននីមួយៗមានដូចជា រង្វាស់ខ្នាត ចលនាត្រង់មួយវិមាត្រ កម្លាំង ច្បាប់ទំនាញ ម៉ូម៉ង់និងច្បាប់រក្សាបរិមាណចលនាជាដើម។ជាក់ស្តែងមេរៀននីមួយបង្ហាញពីបាតុភូត រូបភាពនិងគំនូសតាងផ្សេងៗឱ្យកាន់តែយល់ស៊ីជម្រៅ។ខ្លឹមសារមេរៀននីមួយៗដកស្រង់ពីសៀវភៅចំណេះទូទៅរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១០ ទី១១និងទី១២ជាពិសេស ស្រាវជ្រាវចេញពីសៀវភៅបរទេសដែលមានខ្លឹមសារសំខាន់ទាក់ទងនឹងចំណុចលម្អិតមួយៗទៀតផង។

ជាក់ស្តែងសម្រាប់ការបង្រៀនវិញយើងអាចអនុវត្តទៅតាមវិធីសាស្ត្រសិស្សមជ្ឈមណ្ឌលឬគ្រូមជ្ឈមណ្ឌលទៅតាមតម្រូវការរៀងៗខ្លួនគ្រូអាចឧទ្ទេស ឬឱ្យគរុនិស្សិតមានសកម្មភាពច្រើនជាងគ្រូដោយអនុវត្តសកម្មភាពនិងពិសោធន៍ ពិភាក្សាគ្នាឡើងធ្វើលំហាត់ឬបទបង្ហាញបាតុភាតជាដើម។

មូលន័យសង្ខេប

សៀវភៅរូបវិទ្យាមេកានិចនេះមានគោលបំណងជាជំនួយសម្រាប់អ្នកសិក្សានិងស្រាវជ្រាវបន្ថែម ជាពិសេសគរុនិស្សិតនិងគ្រូឧទ្ទេសដើម្បីបង្កើនចំណេះដឹងទាក់ទងនឹងឯកទេសផ្ទាល់តែម្តង។សៀវភៅបានពន្យល់ជាផ្នែកតូចៗ លម្អិតៗ ងាយស្រួលយល់ ដោយផ្សារភ្ជាប់ជាមួយរូបភាពទៅតាមមេរៀននីមួយៗទៀតផង ។ម្យ៉ាងវិញទៀតគ្រប់មេរៀនមានលំហាត់អនុវត្តដែលចែកចេញជាកម្រិតទាបទៅខ្ពស់។ទន្ទឹមនឹងការដោះស្រាយលំហាត់និងឧទាហរណ៍ក្នុងមេរៀននីមួយៗ អ្នកសិក្សាត្រូវមានចំណេះដឹងមូលដ្ឋានគណិតវិទ្យាមួយចំនួនដូចជា ត្រីកោណមាត្រ ដោះស្រាយសមីការនិងប្រព័ន្ធសមីការ ដេរីវេ និងអាំងតេក្រាលជាដើម។ក្នុងសៀវនេះចែកមេរៀនជាផ្នែកធំៗចំនួន២គឺ៖ទី១គឺឌីណាមិច(ច្បាប់ញូតុន ច្បាប់បរិមាណចលនា កម្មន្ត ថាមពលស៊ីនេទិចនិងថាមពលប៉ូតង់ស្យែល) ទី២គឺស៊ីនេម៉ាទីច (ចលនាត្រង់ ចលនាតាមពីរវិមាត្រជាដើម)។

មេរៀនទី១៖រង្វាស់

១.១.ខ្នាតរង្វាស់

រង្វាស់គឺបង្ហាញនូវក្បួននិងច្បាប់ធម្មជាតិជាមួយនឹងទំហំជាលេខ។ឧបករណ៍រង្វាស់នីមួយៗត្រូវបានក្រិតតាមខ្នាតគំរូ(Standard)។បើសិនជាជនជាតិខ្មែរយើងប្រាប់ទៅបរទេសនូវរង្វាស់5 ព្យាម ជនជាតិបរទេសនោះពុំដឹងព្យាមជាអ្វីទេ។ដូចនេះទំហំរូបវិទ្យាគ្រឹះក្នុងផ្នែកមេកានិចគឺម៉ាស ប្រវែង និងពេលដែលខ្នាតអន្តរជាតិ(SI) របស់វាគឺគីឡូក្រាម(kg) ម៉ែត(m) និងវិនាទី(s)។ ប៉ុន្តែទំហំគ្រឹះក្នុងផ្នែករូបវិទ្យាមាន៧គឺ ប្រវែង ម៉ាស ពេល សីតុណ្ហភាព បរិមាណនៃសារធាតុ ចរន្តអគ្គិសនី និងអាំងតង់ស៊ីតេពន្លឺដែលខ្នាតរបស់វាត្រូវបានបង្ហាញដូចក្នុងតារាងទី១ និងតារាងទី២ បង្ហាញពីបុព្វបទនៃខ្នាតនីមួយៗ។

តារាងទី១ខ្នាតនៃទំហំរូបវិទ្យា

ទំហំ	**ខ្នាត**	**និមិត្តសញ្ញា**
ប្រវែង	ម៉ែត	m
ម៉ាស	គីឡូក្រាម	kg
ពេល	វិនាទី	s
សីតុណ្ហភាព	កែលវិន	K
បរិមាណនៃសារធាតុ	ម៉ូល	mol
ចរន្តអគ្គិសនី	អំពែ	A
អាំងតង់ស៊ីតេពន្លឺ	កង់ឌីឡា	cd

ទំហំផ្សេងៗអាចទាញចេញពីទំហំគ្រឹះខាងលើ ល្បឿន(m/s);សំទុះ(m/s^2).........។

១.២.ខ្នាតគ្រឹះគំរូ

១.២.១.ប្រវែង

ក្នុងប្រព័ន្ធSIខ្នាតប្រវែងគឺម៉ែត្រ(m)។ក្នុងឆ្នាំ1960ដល់1970ម៉ែត្រគឺជាប្រវែងស្មើនឹង1650763.73ដងនៃជំហានរលកក្នុងសុញ្ញាកាសរបស់ពន្លឺលឿងទុំដែលបញ្ចេញដោយអ៊ីសូតូបរបស់អាតូមគ្រីបតុង(Kr)។តែនៅឆ្នាំ1983ម៉ែត្រត្រូវបានកំណត់ឡើងវិញថា ម៉ែត្រគឺជាប្រវែងដាលនៃពន្លឺក្នុងសុញ្ញាកាសក្នុងរយៈពេល1/299792458វិនាទី។

១.២.២.ម៉ាស

ក្នុងប្រព័ន្ធSIខ្នាតម៉ាសគិតជាគីឡូក្រាម (kg) ។គីឡូក្រាមគឺជាម៉ាសគំរូធ្វើពីប្លាទីនបញ្ចុះអ៊ីរ្យូដ្យូម(Platinum iridium)ដែលគេតម្កល់ទុកក្នុងការិយាល័យអន្តរជាតិខាងទម្ងន់និងរង្វាស់នៅទីក្រុងសែវ(Sevres)ប្រទេសបារាំង។

១.២.៣.ពេល

ក្នុងប្រព័ន្ធSIពេលត្រូវបានគិតជាវិនាទី(s)។មុនឆ្នាំ1960វិនាទីជារយៈពេលដែលស្មើនឹង1/31556925.9នៃឆ្នាំត្រូពិច។ឆ្នាំត្រូពិចនេះមានរយៈពេលតូចជាងរយៈពេលដែលផែនដីវិលជុំវិញព្រះអាទិត្យបន្តិច។ក្នុងឆ្នាំ1967វិនាទីត្រូវបានកំណត់សារជាថ្មីថាជារយៈពេលដែលត្រូវនឹង 9192631770ដងនៃខួបរលកពន្លឺរបស់អាតូមសេស្យូម133។

តារាងទី២ បុព្វបទនៃខ្នាទីមួយៗ

បុព្វបទ	និមិត្តសញ្ញា	កត្តាដែលត្រូវគុណ
យ៉ូត្ទ	y	10^{-24}
ហ្សិត្ទ	z	10^{-21}
អាត្ទ	a	10^{-18}
ហ្វង់ត្ទ	f	10^{-15}
ពីកូ	p	10^{-12}
ណាណូ	n	10^{-9}
មីក្រូ	μ	10^{-6}
មីលី	m	10^{-3}
សង់ទី	c	10^{-2}
ដេស៊ី	d	10^{-1}
គីឡូ	k	10^{3}
មេហ្គា	M	10^{6}
ជីហ្គា	G	10^{9}
តេរា	T	10^{12}
ពីតា	P	10^{15}
អិចសា	E	10^{18}
ហ្សិតា	Z	10^{21}
យ៉ូតា	Y	10^{24}

១.៣.ការវិភាគខ្នាត

ទំហំគ្រឹះដែលប្រើសម្រាប់ពណ៌នានៅក្នុងរូបវិទ្យាហៅថា វិមាត្រ$(dimension)$។ឧទាហរណ៍: ម៉ាស ពេល ប្រវែង ទាំងអស់នេះជាវិមាត្រ។

ក្នុងការអនុវត្តដើម្បីងាយស្រួលគេប្រើខ្នាតជាក់លាក់ដូចជា m, sនិងkgដូចបញ្ជាក់ក្នុងតារាងខាងក្រោម។ការប្រើខ្នាតបែបនេះអាចឱ្យគេធ្វើប្រមាណវិធីដូចជា ទំហំពិជគណិត ដែលអាចសម្រួលគ្នាបាន។ការប្រើខ្នាតផ្ទៀងផ្ទាត់សមីការហៅថា ការវិភាគខ្នាត។

ឧទាហរណ៍:គេមានទំហំប្រវែង$a = 3m; b = 4m$បញ្ចូលតម្លៃនេះទៅក្នុងសមីការ$a \times b = c$ គេបាន$3m \times 4m = 12m^2$។អង្គទាំងពីរតម្លៃស្មើគ្នា$(3 \times 4) = 12$ហើយអង្គទាំងពីរខ្នាតដូចគ្នា $(m \times m = m^2)$។

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

១.៤.លេខមានន័យ

ជាញឹកញាប់អ្នកផ្ដល់ទិន្នន័យជាលេខ កាលណាអ្នកដោះស្រាយលំហាត់មួយ។ជាទូទៅទិន្នន័យនោះអាចជាចំនួនជាក់លាក់ឬចំនួនដែលបានមកពីការវាស់វែង។ចំនួនជាក់លាក់ជាចំនួនដែលគ្មានល្អៀងតែចំនួនដែលបានមកពីការវាស់វែងជាទូទៅមានកម្រិតល្អៀងមួយ។បញ្ហាគឺថា តើត្រូវប្រាប់ល្អៀងនៃលទ្ធផលដែលកើតឡើងនោះយ៉ាងដូចម្ដេច?

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

ជាគោលការណ៍តួលេខមានន័យក្នុងរង្វាស់នីមួយៗ គឺជាតួលេខដែលទទួលស្គាល់ថាជាតួលេខជាក់លាក់និងថែមមួយតួលេខខាងក្រោយទៀតជាលេខមិនជាក់លាក់។លេខទាំងនេះបានមកពីការអានផ្ទាល់នៃឧបករណ៍រង្វាស់និងថែមមួយលេខទៀតដែលបានមកពីការប៉ាន់ស្មាននៃប្រភាគរបស់ប្រឡោះក្រិតដ៏តូច។

ទំហំ$2.5m$មានលេខជាក់លាក់គឺលេខ2និងលេខមិនជាក់លាក់0.5។ចំណែកទំហំ$2.54cm$មានលេខជាក់លាក់2; 5។ចំណែក0.04ជាលេខមិនជាក់លាក់។គេថា $2.54cm$មានភាពជាក់លាក់ជាង $2.5cm$។$2.5cm$មានលេខមានន័យពីរចំណែក2.54មានតួលេខមានន័យបី។វាអាចមានការភ័ន្តច្រឡំចំពោះចំនួនខ្លះដែលមានលេខសូន្យមួយឬច្រើនក្នុងករណីនេះ គេត្រូវប្រើក្បួនដូចខាងក្រោម៖

ឧទាហរណ៍៖ 0.0254មានតួលេខមានន័យ2; 4; 5(សូន្យដែលនៅចន្លោះចំនួនជាតួលេខមានន័យ)

ឧទាហរណ៍៖$104.6m$មានតួលេខមានន័យបួនគឺ(1; 0; 4; 6)(សូន្យនៅខាងក្រោយជាប់ក្បៀសជាតួលេខមានន័យដែរ)

ឧទាហរណ៍៖2075.0មានតួលេខមានន័យប្រាំ(2; 0; 7; 5; 0)ក្នុងចំនួនទាំងមូលដែលគ្មានផ្នែកទសភាគហើយបញ្ចប់ដោយលេខសូន្យមួយឬច្រើនសូន្យទាំងនោះអាចជាតួលេខមានន័យឬពុំអាចជាតួលេខមានន័យ។

ឧទាហរណ៍៖$500kg$អាចមានមួយលេខជាក់លាក់គឺ5អាចមានពីរលេខជាក់លាក់គឺ50អាចមានបីលេខជាក់លាក់គឺ500។ក្នុងករណីដោយឡែកមួយនេះគេអាចសរសេរជា:

$5 \times 10^2 kg$ សម្រាប់1លេខជាក់លាក់

$5.00 \times 10^2 kg$ សម្រាប់3តួលេខជាក់លាក់

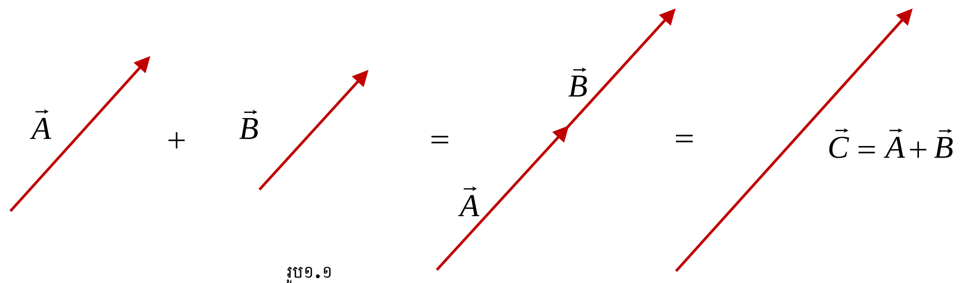
មេរៀនទី២៖ចលនាត្រង់

២.១.ទំហំស្កាលែនិងទំហំវ៉ិចទ័រ

- **ទំហំស្កាលែ:** ជាទំហំមួយដែលមានទាំង**តម្លៃ** និង**ខ្នាត** របស់វា។
  - ឧទាហរណ៍ ចម្ងាយចរ (d) រយៈពេល (t) ថាមពល (E) …………។
- **ទំហំវ៉ិចទ័រ** ជាទំហំមួយដែលមានទាំង ទំហំស្កាលែ និង ទិសដៅ។
  - ឧទាហរណ៍ បម្លាស់ទី (d)វ៉ិចទ័រល្បឿន (v) សំទុះ (a) កម្លាំង (F) …………។

២.២.ផលបូកនិងផលដកវ៉ិចទ័រ

- **ផលបូកវ៉ិចទ័រ:** ជាបង្គុំនៃវ៉ិចទ័រពីរ (ឬច្រើនជាងពីរ)ដែលមានទិសនិងទិសដៅដូចគ្នា ឬទិស និងទិសដៅខុសគ្នា។
  - **ឧទាហរណ៍** វ៉ិចទ័រពីរដែលមានទិសនិងទិសដៅដូចគ្នាគឺផ្គុំចុងវ៉ិចមួយជាមួយនឹងគល់វ៉ិចទ័រមួយទៀត:



រូប១.១

បើ $\vec{A}=4\,\text{m}$ និង $\vec{B}=3\,\text{m}$ ចូរគណនាវ៉ិចផលបូកនៃវ៉ិចទ័រទាំងពីរ។

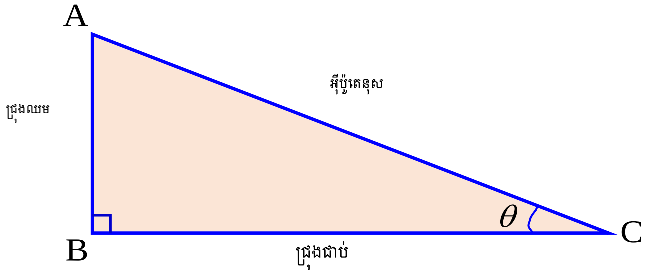
- ទ្រឹស្តីបទពីតាក័រ៖ អនុវត្តតែចំពោះត្រីកោណកែងដែលថ្លែងថា "ជ្រុងអ៊ីប៉ូតេនុស [ជ្រុងវែងជាងគេ] នៃត្រីកោណកែងការេ ស្មើនឹងផលបូកជ្រុងការេនៃជ្រុងជាប់មុំកែង" អោយដោយសមីការ

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

ឬ $$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$$

ជ្រុង AB : $$AB = \sqrt{AC^2 - BC^2}$$

ជ្រុង BC : $$BC = \sqrt{AC^2 - AB^2}$$

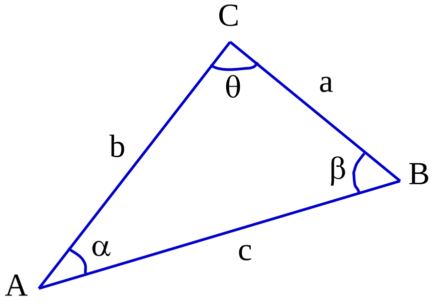


- ទ្រឹស្តីបទកូស៊ីនុស៖ អនុវត្តចំពោះត្រីកោណសមញ្ញ។

☞ រកជ្រុង a: $$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc\cos\alpha}$$

☞ រកជ្រុង b: $$b = \sqrt{a^2 + c^2 - 2ac\cos\beta}$$

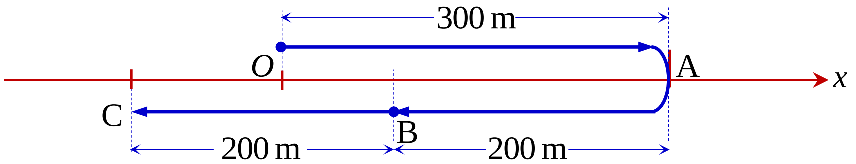
☞ រកជ្រុង c: $$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos\theta}$$



២.៣.ចម្ងាយចរ និងបំលាស់ទី

- ចម្ងាយចរ ជាចំងាយសរុបដែលចរបាន (មិនគិតទិសដៅទេ)។

ឧទាហរណ៍



រូប១.១០

រថយន្តមួយចេញពី O → A → B → C ដូចរូបខាងលើ ចូរគណនាចម្ងាយចរនិងបំលាស់ទីរបស់ចលនារថយន្ត។

- បំលាស់ទី ជាបម្រែបម្រួលទីតាំងនៃចលនារបស់អង្គធាតុ ឬជាចម្ងាយរវាងទីតាំងដើមនិងទីតាំងស្រេច(និងមានទិសដៅពីទីតាំងដើមទៅទីតាំងស្រេច) ដែលតាងដោយ Δx។ ជាទំហំស្កាលែ

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

ដែល x_1 ជាចម្ងាយចរដើម (m) និង x_2 ជាចម្ងាយចរចុងក្រោយ (m)។

២.៤.វិុចទ័រល្បឿន ល្បឿនមធ្យមនិងល្បឿនខណៈ

- *វិចទ័រល្បឿន* ជាលក្ខណៈបង្ហាញនូវភាពលឿន ឬយឺតនៃចលនារបស់អង្គធាតុមួយ និងមានទិសដៅច្បាស់លាស់។

ឧទាហរណ៍ រថយន្តមួយបើកបរដោយល្បឿន $\vec{v} = 20\,\text{m/s}$ ទៅ ***ទិសខាងលិច*** ។

- ល្បឿន ជាផលធៀបរវាងចំងាយចរនិងរយៈពេលចរ។

$$\text{ល្បឿន} = \frac{\text{ចម្ងាយចរ}}{\text{រយៈពេល}}$$

ឬ
$$v = \frac{d}{t}$$

ដែល d : ចំងាយចរគិតជាម៉ែត m

t : រយៈពេលចរគិតជាវិនាទី s

v : ល្បឿនគិតជាម៉ែតក្នុងមួយវិនាទីm/s

- ល្បឿមធ្យមនៃចម្ងាយចរជាផលធៀបរវាងចម្ងាយចរនិងរយៈពេលចរ។

$$\text{ល្បឿនមធ្យមចម្ងាយចរ} = \frac{\text{ចម្ងាយចរសរុប}}{\text{រយៈពេលសរុប}} \quad \text{ឬ} \quad \bar{v} = \frac{d}{t}$$

ដែល t : រយៈពេលចរគិតជាវិនាទី (s)

d : ចំងាយចរគិតជាម៉ែត្រ (m)

$\bar{v}$: ជាល្បឿនមធ្យមនៃចម្ងាយចរ (m/s)

ឧទាហរណ៍ គណនាចំងាយចររបស់អ្នកហាត់ប្រាណម្នាក់ដែលបានរត់ត្រឹកៗអស់រយៈពេល 1.5 ម៉ោង បើល្បឿនមធ្យមរបស់គាត់គឺ 2.22 m/s។

- ល្បឿនមធ្យមនៃបំលាស់ទី ជាផលធៀបរវាងបំលាស់ទីនិងរយៈពេលសរុប។

$$\text{ល្បឿនមធ្យមបំលាស់ទី} = \frac{\text{ចម្ងាយចរសរុប}}{\text{រយៈពេលសរុប}}$$

ឬ

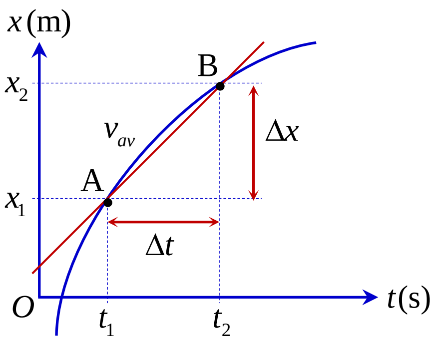
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

ដែល x_1 : ចម្ងាយចរនៅខណៈ t_1

x_2 : ចម្ងាយចរនៅខណៈ t_2

ក្រាប

រូប១.១១



ចំណាំ: មេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះរវាងចំនុច A និង B ជាល្បឿនមធ្យម។

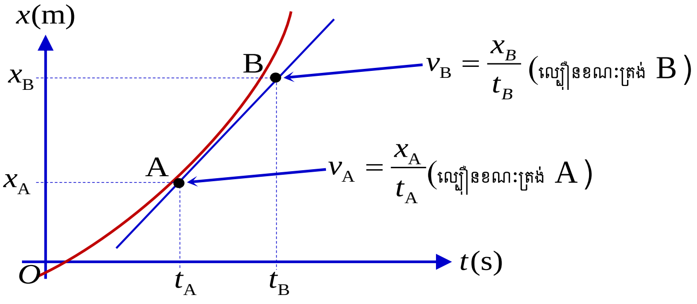
- **វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម**

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1}$$

- **ល្បឿនខណៈ**

ល្បឿនខណៈជាល្បឿននៅត្រង់ខណៈណាមួយលើគន្លងនៃចលនា។

រូប១.១២



ចំណាំ: មេគុណនៃបន្ទាត់ប៉ះរវាងចំនុច A និងB ជាល្បឿនមធ្យម។

ឬល្បឿនខណៈជាលីមីត $\Delta t \to 0$ នៃ $\Delta x / \Delta t$ គឺ $v(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$

២.៥.សំទុះមធ្យមនិងសំទុះខណៈ

- សំទុះមធ្យមៈជាផលធៀបរវាងបម្រែបម្រួលល្បឿននិងបម្រែបម្រួលរយៈពេល។

$$\bar{a}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}$$

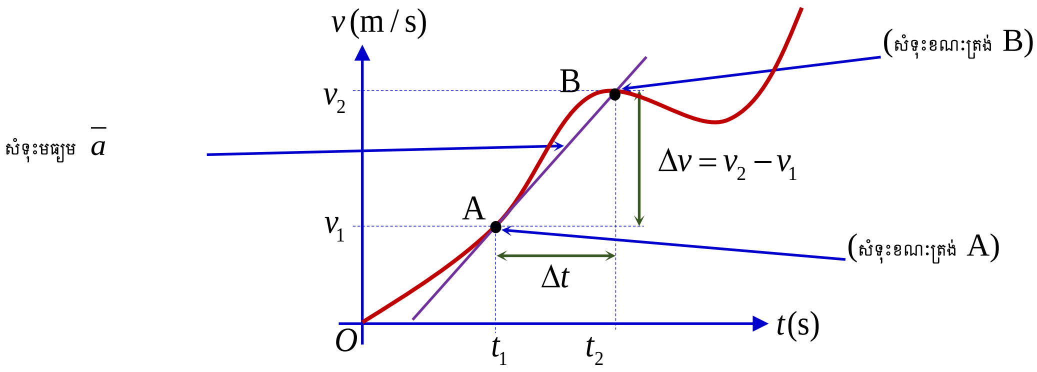
ដែល v_1 : ល្បឿននៅខណៈ t_1 គិតជាម៉ែត្រក្នុងមួយវិនាទី (m/s)

v_2 : ល្បឿននៅខណៈ t_2 គិតជាម៉ែត្រក្នុងមួយវិនាទី (m/s)

$\bar{a}$: សំទុះមធ្យមគិតជាម៉ែត្រក្នុងមួយវិនាទីការេ (m/s²)

- សំទុះខណៈជាលលីមីត $\Delta t\to 0$ នៃ $\Delta v/\Delta t$ ឬសំទុះខណៈជាសំទុះនៅត្រង់ខណៈណាមួយនៃចលនា (ព្រោះអង្គធាតុភាគច្រើនមិនមានសំទុះទាំងអស់លើគន្លងចលនានេះទេ)។

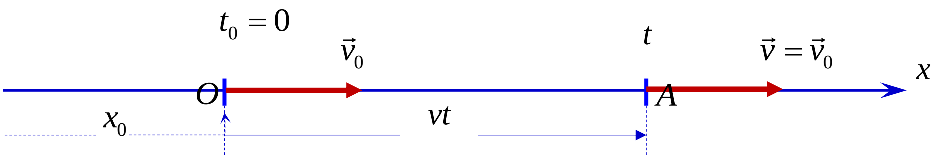
$$\bar{a}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta v}{\Delta t}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{v_B-v_A}{t_B-t_A}$$



២.៦.ចលនាអង្គធាតុតាមមួយវិមាត្រ

ចលនាចែកជាពីរប្រភេទគឺចលនាត្រង់ស្មើ(ចលនាដោយល្បឿនថេរ)និងចលនាត្រង់ប្រែប្រួលស្មើ(ចលនាដោយសំទុះថេរ)។

- ចលនាត្រង់ស្មើ ជាចលនាដែលមានល្បឿនថេរនិងសំទុះសូន្យ។



សមីការចម្ងាយចរ $d=vt+d_0$

ដែល v : ល្បឿនថេររបស់ចលនា (m/s)

t : រយៈពេលចរ s

d : ចម្ងាយចរសរុប m

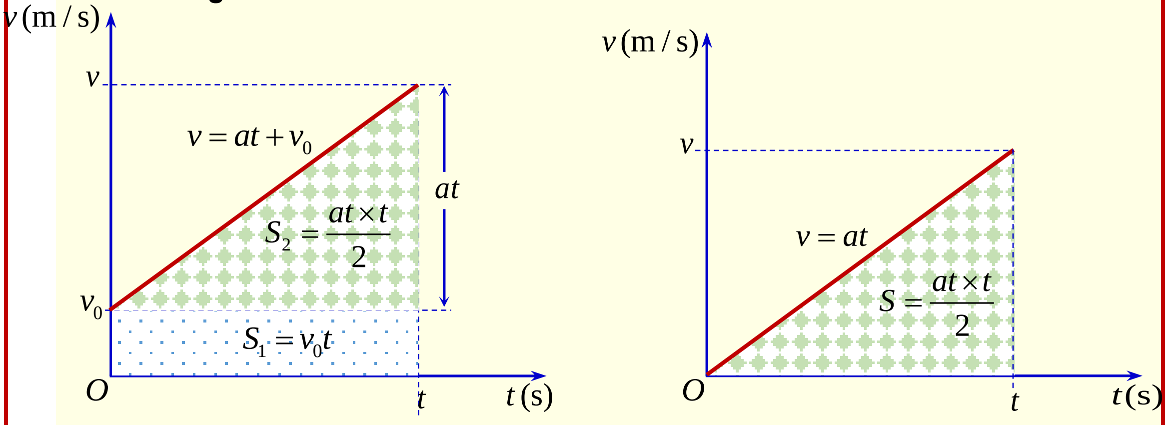
d_0 : ចម្ងាយចរដើម m

<u>ស្រាយបញ្ជាក់ថា</u> $d = vt + d_0$

យើងមានសំទុះមធ្យម $\bar{a} = \dfrac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

ទាញបានល្បឿនខណៈ $v = at + v_0$

<u>ក្រាបនៃល្បឿនខណៈ</u>



ករណីនេះសមីការបន្ទាត់នៃល្បឿនខណៈចេញពីចំនុច v_0 ។

ករណីនេះសមីការបន្ទាត់នៃល្បឿនខណៈចេញពីគល់ O ព្រោះ $v_0 = 0$ ។

រូប១.២១

ចំណាំ: ក្រឡាផ្ទៃខាងក្រោមក្រាប $v = at + v_0$ ជាបំលាស់ទី Δx ($\Delta x = S_1 + S_2$ និង $\Delta x = S$) ។

<u>ស្រាយបញ្ជាក់ថា</u> $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$

យើងមាន $v = at + v_0$ (១)

ហើយល្បឿនមធ្យមនៃបំលាស់ទី $v_{av} = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

តាង $x = x_2,\ x_0 = x_1,\ t = t_2,\ t_1 = 0$

សមមូល $v_{av} = \dfrac{x - x_0}{t}$ (២)

ម្យ៉ាងទៀត បើយើងដឹងល្បឿនរវាងពីរចំនុចនៅលើគន្លងចលនា នោះយើងយកល្បឿនត្រង់ចំនុច ទី១បូកនឹងល្បឿនត្រង់ចំនុចទី២ហើយចែកនឹង 2 គឺ

$$v_{av} = \frac{v + v_0}{2} \quad (៣)$$

យើងឃើញថាសមីការ (២)=(៣)

$$\frac{x-x_0}{t}=\frac{v+v_0}{2}$$

ឬ $$\left(x-x_0\right)=\frac{t\left(v+v_0\right)}{2} \quad (៤)$$

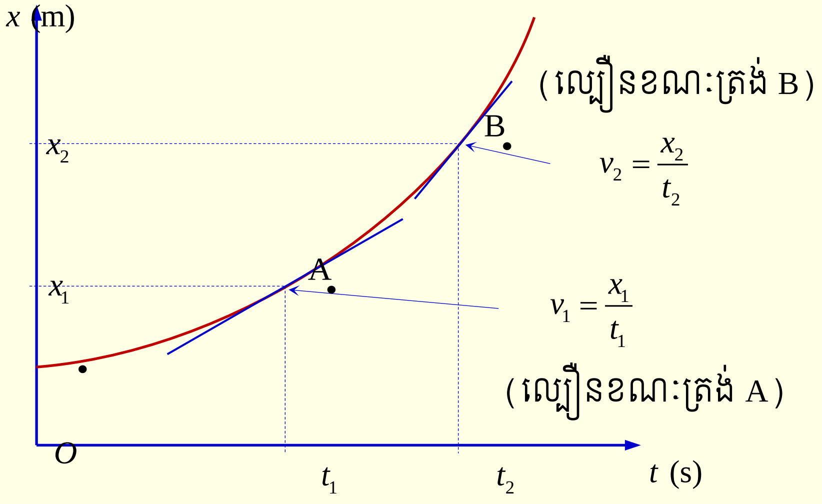
យកសមីការ(១)ជួសក្នុងសមីការ(៤)

$$x-x_0=\frac{t\left(at+v_0+v_0\right)}{2}$$

$$=\frac{at^2+2v_0t}{2}$$

នាំអោយ $$x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0$$

ក្រាបនៃចម្ងាយចរសេរុប



ចំណាំ:

- មេគុណប្រាប់ទិសត្រង់ចំនុចណាមួយនៃក្រាប $x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0$ ជាល្បឿនខណៈនៅត្រង់ចំនុចនោះ។
- បើ $x_0=0$ នោះខ្សែកោងនឹងគូសចេញពីគល់ O។
- បើសំទុះអវិជ្ជមាន $a<0$ (ចលនាយឺតស្មើ) នោះខ្សែកោងផ្កាប់។

ស្រាយបញ្ជាក់ថា $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

យើងមានសមីការល្បឿនខណៈ $v = at + v_0$ ហើយលើកអង្គសងខាងនៃសមីការនេះជាការេ

$$v^2 = (at + v_0)^2$$

$$= a^2t^2 + 2atv_0 + v_0^2$$

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

ដោយ $x - x_0 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$

សមមូល $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ ឬ $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

បើ $x_0 = 0$ នោះសមីការក្លាយជា

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

២.៧.ទន្លាក់សេរី

ទន្លាក់សេរី នៃវត្ថុមួយជាចលនាក្រោមអំពើតែមួយគត់នៃទម្ងន់របស់អង្គធាតុនោះ ។ហើយវាជាចលនាស្មុះដែលមានទិសដៅពីលើចុះក្រោម និងមានសំទុះ $\vec{g}$ ថេរ ។

សមីការនៃទន្លាក់សេរី គឺ :

+ ករណីៈ វត្ថុធ្លាក់ ចុះក្រោម

កម្ពស់ធ្លាក់ $s = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 + s_0$

ល្បឿនខណៈ: $v = v_0 + gt$

ទំនាក់ទំនងគ្មានពេល $v^2 - v_0^2 = 2gh$

+ ករណីៈ វត្ថុចោលឡើងលើ

កម្ពស់ $s = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 + s_0$

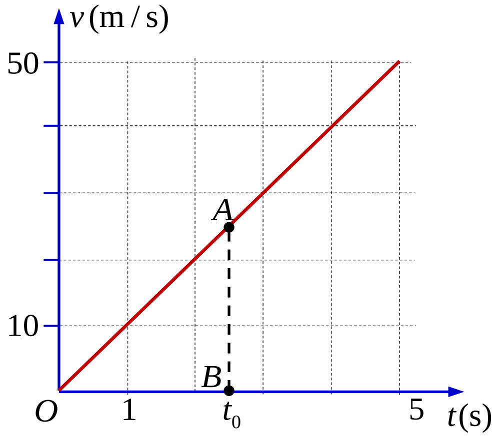
ល្បឿនខណៈ: $v = v_0 - gt$

ទំនាក់ទំនងគ្មានពេល $v^2 - v_0^2 = -2gh$;សំទុះមានតម្លៃ $g = 9.80 m/s^2$

សំនួរនិងលំហាត់

1. ចូររកឧទាហរណ៍ទំហំវិចទ័រនិងទំហំស្កាលែនិមួយៗអោយបានប្រាំ។
2. ចូររកលក្ខខណ្ឌខុសគ្នារវាងទំហំវិចទ័រនិងទំហំស្កាលែ។
3. តើបម្លាស់ទីនិងចម្ងាយចរខុសគ្នាដូចម្តេច?
4. ចូរសរសេររូបមន្តល្បឿនមធ្យម។
5. ចូរសរសេរសមីការដែលបញ្ជាក់ពីទំនាក់ទំនង a, x, v_0 និង t ក្នុងចលនាមួយវិមាត្រ។
6. ដូចម្តេចហៅថាទន្លាក់សេរី?
7. ចូរសង់វិចទ័រផ្តុបនិងវាស់តម្លៃរបស់វាដែល $a = 3\text{cm}$ និង $b = 4\text{cm}$ ដែល$\left(\vec{a} \perp \vec{b}\right) = 90^\circ$។
8. មនុស្សម្នាក់រត់បានចម្ងាយ $120\,\text{m}$ ក្នុងរយៈពេល $12s$ ។ តើល្បឿនមធ្យមរបស់គាត់មានតម្លៃប៉ុន្មាន?
9. រថយន្តមួយចេញដំណើរពីល្បឿនសូន្យតាមផ្លូវត្រង់មួយ។ ក្រោយពីចរបានរយៈពេល ២ នាទីមកវិចទ័រល្បឿននោះគឺ 2 m/s ។ រកសំទុះមធ្យមរបស់រថយន្តនោះ។
10. ចលនាតងមួយមានសមីការ $x = 10 + 20t - 5t^2$ ដោយ x គិតជាមែត្រនិង t គិតជាវិនាទី។
ក.កំនត់ប្រភេទចលនានិងគណនាសំទុះ។
ខ.គណនាល្បឿនខណៈនៅខណៈ$t = 0s$ និង $t = 2s$
គ.តើចលនាស្ថិតនៅទីតាំងណា នៅខណៈដែលល្បឿនមានតម្លៃស្មើសូន្យ?
11. គេចោលបាល់មួយត្រង់ឡើងលើដោយល្បឿនដើម $20m/s$ ។ $2s$ វិនាទីក្រោយមកគេចោលបាល់មួយទៀតត្រង់ឡើងលើដូចលក្ខខណ្ឌបាល់ទី១ដែរ។តើបាល់ទាំងពីនឹងជួបគ្នានៅខណៈណានិងនៅទីតាំងណា?គេសន្មត់ថាចលនារបស់បាល់ជាចលនាទន្លាក់សេរីនិងយក $g = 9.80\,\text{m}/\text{s}^2$ ។
12. ភាគល្អិតមួយបាញ់ចេញពីគល់ 0 ដោយល្បឿនដើម $0.25m/s$។ ភាគល្អិតផ្លាស់ទីតាមគន្លងត្រង់និងមានសំទុះ $1.5m/s^2$។ គណនា
ក.ចម្ងាយរបស់ភាគល្អិតបន្ទាប់ពីវាផ្លាស់ទីបាន 3 s។
ខ.ចម្ងាយរបស់ភាគល្អិតបន្ទាប់ពីវាផ្លាស់ទីបាន 5 s។
13. នៅខណៈ $t = 0s$ អង្គធាតុមួយត្រូវបានគេបាញ់ចេញពីគល់ 0 ដោយល្បឿនដើម $10m/s$ ។ អង្គធាតុផ្លាស់ទីតាមគន្លងត្រង់ដោយសំទុះ $-2m/s^2$។
ក.គណនាបម្លាស់ទីរបស់អង្គធាតុបន្ទាប់ពីផ្លាស់ទីបាន $7s$ ។
ខ.តើរយៈពេលប៉ុន្មានទើបវាឈប់?
14. ឃ្លីមួយធ្លាក់ដោយសេរី។ ល្បឿនរបស់វាអនុគមន៍នៃពេលបញ្ជាក់ដោយក្រាភិចខាងក្រោម។

ក.រកទំនាក់ទំនងរវាង vនិង tនិងទាញរកទំនាក់ទំនងដែលមានចម្ងាយចរ x និងរយៈពេល t។
ខ.បង្ហាញថានៅខណៈ t_0ចម្ងាយចរ x សមាមាត្រនឹងផ្ទៃក្រឡានៃត្រីកោណOAB ។
គ.តាមក្រាបនិងតាមការគណនា ចូរកំនត់ចម្ងាយចររវាងខណៈ $t = 2s$ និង$t = 5s$ ។



រូប១.២៥

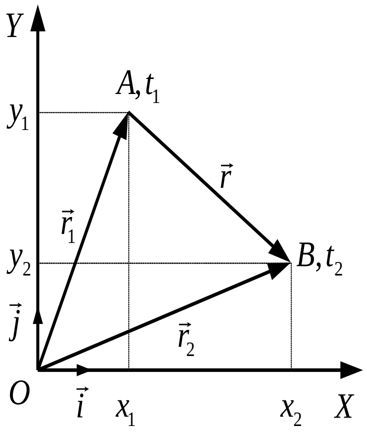
15. បាល់មួយបោះឡើងលើដោយល្បឿនដើម$14.7m/s$ ពីដំបូលផ្ទះមួយ។គណនា៖
ក.បាល់វាឡើងដល់កម្ពស់ណា?
ខ.រយៈពេលដែលបាល់ឡើងដល់កំពូល
គ.ល្បឿនបបាល់ពេលឡើងដល់កំពូល។

មេរៀនទី៣៖ចលនាក្នុងប្លង់

៣.១.បំលាស់ទីនិងវ៉ិចទ័រល្បឿន

វ៉ិចទ័រទីតាំងរបស់ចំនុចរូបធាតុ$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$

បំរែបំរួលបំលាស់ទីនៅចន្លោះចំនុច A និង B (នៅខណៈ t_1 និងt_2)



យើងបានបំលាស់ទី $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$

ដោយ $\vec{r_1} = x_1\vec{i} + y_2\vec{j}$ ហើយ $\vec{r_2} = x_2\vec{i} + y_2\vec{j}$

យើងបាន $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (x_2\vec{i} + y_2\vec{j}) - (x_1\vec{i} + y_2\vec{j}) = (x_2 - x_1)\vec{i} - (y_2 - y_1)\vec{j}$

ទំហំវ៉ិចទ័រ $\Delta\vec{r} = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j}$

ទំហំស្កាលែ $\Delta r = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$

ឧទាហរណ៍ គេមានវ៉ិចទ័រពីរ $\vec{A} = 3\vec{i} + 6\vec{j}$ និង $\vec{B} = 2\vec{i} - 4\vec{j}$។ ចូរគណនា

(ក)តម្លៃនៃវ៉ិចទ័រនិមួយៗនិងទិសដៅរបស់វា

(ខ)វ៉ិចទ័រផ្តួបរវាងវ៉ិចទ័រទាំងពីរនិងទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រផ្តួបនេះ។

៣.២.ល្បឿនមធ្យម-ល្បឿនខណៈ

៣.២.១.ល្បឿនមធ្យម

ជាផលធៀបរវាងចម្ងាយចរ ធៀបនិងរយៈពេល ។

ល្បឿនមធ្យម$=\frac{\text{ចម្ងាយចរ}}{\text{រយៈពេល}}$ **រូបមន្ត** $\boldsymbol{v = \frac{d}{t}}$

$$\text{វ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម} = \frac{\text{បម្លាស់ទី}}{\text{រយៈពេលបម្លាស់ទី}}$$

$$\vec{v}_{avg} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

$$\vec{v}_{avg} = \frac{\Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j}}{\Delta t} = \frac{\Delta x\vec{i}}{\Delta t} + \frac{\Delta y\vec{j}}{\Delta t} = \vec{v}_{avx} + \vec{v}_{avy}$$

ឬ

ជាម៉ូឌុល

$$\boxed{v_{av} = \sqrt{v_{avx}^2 + v_{avy}^2}}$$

៣.២.២.ល្បឿនខណៈ

ល្បឿនខណៈជាល្បឿននៅត្រង់ខណៈណាមួយលើគន្លងនៃចលនា។

ល្បឿនខណៈមធ្យម $\vec{v}_{avg} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j}$

ជាម៉ូឌុល/អាំងតង់ស៊ីតេ $v_{avg} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

ឧទាហរណ៍៖នៅខណៈ t វ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}_1 = (3.0\,\mathrm{m/s})\vec{i} + (7.0\,\mathrm{m/s})\vec{j}$ និង $\vec{v}_2 = (1.0\,\mathrm{m/s})\vec{i} + (9.0\,\mathrm{m/s})\vec{j}$ ។ ចូរគណនា (ក)តម្លៃនៃវ៉ិចទ័រល្បឿននិមួយៗនៅខណៈនោះ (ខ) ល្បឿនផ្ទួបនិងទិសដៅរបស់វា។

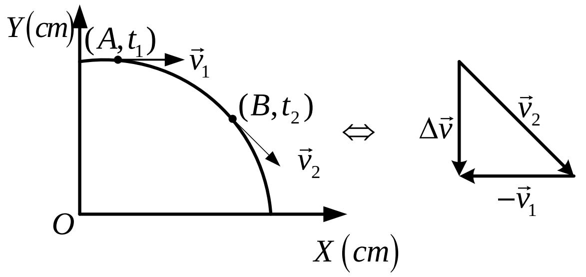
៣.៣.សំទុះមធ្យម-សំទុះខណៈ

៣.៣.១.សំទុះមធ្យម

សំទុះមធ្យម = បំរែបម្រួលល្បឿន/បម្រែបម្រួលរយៈពេល

យើងបាន

$$\vec{a}_{avg} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$



៣.៣.២.សំទុះខណៈ

សំទុះខណៈ: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ ហើយ $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y$

តំលៃ $\boxed{a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}}$ (1.4)

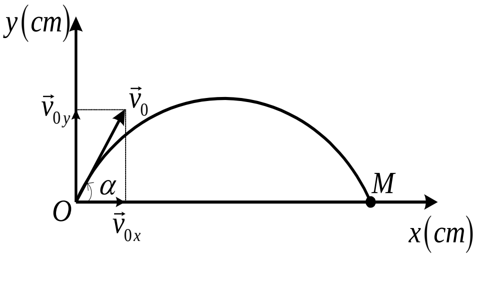
ឧទាហរណ៍ បក្សីមួយក្បាលហើរចេញពីមែកឈើមួយដើម្បីចាប់ចំណីនៅដីជិតនោះដោយវិចទ័រសំទុះ $\vec{a} = (0.2\,\mathrm{m/s^2})\vec{i} + (0.6\,\mathrm{m/s^2})\vec{j}$ ។ ចូរគណនាតម្លៃសំទុះនេះនិងទិសដៅរបស់វា។

៣.៤.ចលនាគ្រាប់បាញ់

ចលនាកោង៖ចលនាកោងនៃអង្គធាតុជាចលនាស្ថិតក្នុងប្លង់តាមពីរកុំប៉ូសង់គឺ $(\overrightarrow{ox})$ និង $(\overrightarrow{oy})$ ។

- **ចលនាតាមអ័ក្ស** $(\overrightarrow{ox})$

  សំទុះ : $a_x = 0$



ល្បឿនដើម : $v_{0x} = v_0 \cos\theta$

ល្បឿនខណៈ : $v_x = v_{0x} = v_0 \cos\theta$

សមីការអាប់ស៊ីស : $x = v_x t = v_0 \cos\theta t$ (1.5)

ចលនាតាមអ័ក្ស $(\overrightarrow{oy})$

សំទុះ : $a_y = -g$

ល្បឿនដើម : $v_{oy} = v_0 \sin\theta$

ល្បឿនខណៈ : $v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin\theta - gt$

សមីការអាប់ស៊ីស : $y = y_0 + v_0 \sin\theta t - \frac{1}{2} g t^2$ (1.6)

ដោយចលនាក្នុងប្លង់ នោះយើងធ្វើទំនាក់ទំនងរវាងសមីការ (1.5) និង (1.6) ដើម្បីបានសមីការប៉ារ៉ាបូល y អនុគមន៍នឹង x ដឺក្រេទី២។ ពីសមីការ(1.5) ទាញបាន $t = \frac{x}{v_0 \cos\theta}$ ហើយជំនួសក្នុងសមីការ (1.6) គេបាន

$$y = y_0 + v_0 \sin\theta \left(\frac{x}{v_0 \cos\theta} \right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos\theta} \right)^2$$

ដូចនេះ: $\boxed{y = y_0 + x\tan\theta - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2\theta} x^2}$ (សមីការគន្លងមានរាងជាប៉ារ៉ាបូល)

ចំងាយធ្លាក់

នៅខណៈដែលគ្រាប់ធ្លាក់ដល់ដីនោះ $y = 0$ ហើយចំងាយតាមទិសដេក

$$x = v_0 \cos\theta t$$

ឬពីសមីការ (1.7) យើងបាន $0 = y_0 + x\tan\theta - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2\theta} x^2$ តែ $y_0 = 0$

$$0 = x\left(\tan\theta - \frac{g}{v_0^2 \cos^2\theta} . x \right)$$

គេអាចសរសេរ $\begin{cases} x = 0 \\ x = \dfrac{2v_0^2 \cos^2\theta \tan\theta}{g} = \dfrac{2v_0^2 \cos\theta \sin\theta}{g} \end{cases}$

តាមពិជគណិត $2\sin\theta\cos\theta = \sin 2\theta$ ដូចនេះ:

$$\begin{cases} x = 0 & (\text{នៅខណៈ } t = 0) \\ x = \dfrac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} & (\text{នៅខណៈ } t \text{ ណាមួយ}) \end{cases}$$

- **<u>ចំងាយធ្លាក់អតិបរមា:</u>** លុះត្រាតែ $\sin 2\theta = 1$ ឬ $\sin 2\theta = \sin 90^\circ$ គឺ $2\theta = 90^\circ$ ឬ $\theta = 45^\circ$ យើងបាន $\boxed{x = v_0^2 / g}$

- **<u>កំពស់ឡើងអតិបរមា:</u>**

តាមទំនាក់ទំនងគ្មានពេល $v_S^2 - v_0^2 = -2gH$

ដោយ $\vec{v}_S$ នៅកំពស់អតិបរមា $\vec{v}_S = \vec{v}_{xS} + \vec{v}_{yS}$

ជាម៉ូឌុល $v_S = \sqrt{v_{xS}^2 + v_{yS}^2}$

ហើយ $v_{yS} = 0$ ព្រោះកំពស់អតិបរមា)

គេបាន $v_S = v_{xS} = v_x = v_0 \cos\theta$

យើងអាចសរសេរ $(v_0 \cos\theta)^2 - v_0^2 = -2gH$ (ព្រោះ $H = x_1 S$)

ទាញបាន $H = -\dfrac{v_0^2(\cos^2\theta - 1)}{2g} = \dfrac{v_0^2 \sin^2\theta}{2g}$ ព្រោះ

$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$

ដូនេះចំងាយធ្លាក់អតិបរមា $\boxed{H = \dfrac{v_0^2 \sin^2\theta}{2g}}$

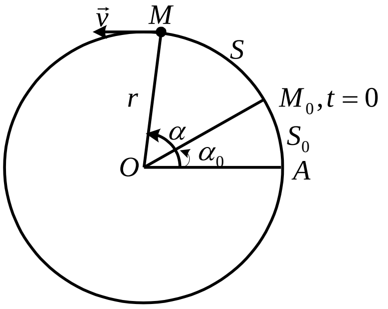
ឧទាហរណ៍: យន្តហោះជួយសង្គ្រោះមួយ ហោះតាមទិសដៅដេកដោយល្បឿនថេរ 180 km/h នៅរយៈកំពស់ 490m ។ អ្នកជួយសង្គ្រោះចង់ចាកចេញពីយន្តហោះទៅជួយស្រង់អ្នករងគ្រោះម្នាក់ដោយគាត់លិចទូកដែលកំពុងព្យាយាមហែលទឹក។ គេចាត់ទុកថាកម្លាំងនៃខ្យល់លើអ្នកជួយសង្គ្រោះអាចចោលបាន។

(ក) តើមុំ α មានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

(ខ) នៅខណៈដែលអ្នកជួយសង្គ្រោះមកដល់ផ្ទៃទឹក តើវិចទ័រល្បឿនមានតម្លៃប៉ុន្មាន ? តើវិចទ័រល្បឿនមានទិសបង្កើតជាមួយខ្សែដេកបានមុំ θ មានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន ? គេអោយ $g = 9.80\,\mathrm{m/s^2}$ ។

៣.៥.ចលនាវង់ស្មើ

៣.៥.១.សមីការអាប់ស៊ីសមុំ



$AM_0 = S_0, AM = S$

សមីការអាប់ស៊ីសកោង $\boxed{s = vt + s_0}$ (*)

មុំកៀស $\alpha = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OM})$

ម្យ៉ាងទៀត $\alpha = \frac{AM}{r} = \frac{s}{r}$

យើងចែកសមីការ (*) នឹង r

គេបាន $\frac{s}{r} = \frac{vt}{r} + \frac{s_0}{r}$

តាមសមីការ (1.10) និង (1.11)

យើងបានសមីការអាប់ស៊ីសមុំ $\boxed{\alpha = \frac{v}{r}t + \alpha_0}$

ដែល $\begin{cases} v : \text{ល្បឿនប្រវែងគិតជា m/s} \\ r : \text{កាំរង្វង់គិតជា m} \\ \alpha \text{ និង } \alpha_0 : \text{មុំគិតជា rd/s} \\ t : \text{រយៈពេលគិតជា s} \end{cases}$

ឧទាហរណ៍ មនុស្សមួយក្រុមកំពុងបញ្ចូល់ចង្រិត នៅពេលចង្រិតមួយចាញ់គេបានយកចង្រិតនោះទៅចងនឹងអំបោះមួយដែលមានប្រវែង l ហើយគ្រវីវាដោយល្បឿន $10m/s$ ថេរ។ បើវាមានល្បឿនមុំ $2rad/s$ បើគេគ្រវីវារយៈពេល $3mn$ ។

ចូរគណនា៖

ក.ចំងាយចរមុំ

ខ.ប្រវែងខ្សែ

គ.ខួប និងប្រេកង់។

៣.៥.២.ល្បឿនមុំ

ទាញបាន $\frac{\alpha - \alpha_0}{t} = \frac{v}{r}$

តាមនិយមន័យ $\frac{\alpha - \alpha_0}{t}$ ជាបំរែបំរួលល្បឿនមុំក្នុងរយៈពេល 1 វិនាទី

ដូចនេះល្បឿនមុំ $\boxed{\omega = \frac{\alpha - \alpha_0}{t}}$ ឬ $\boxed{\omega = \frac{v}{r}}$ ដែល ω ជាល្បឿនមុំគិតជា rd/s

បើចលនាវង់ស្មើមានល្បឿនធំ គេច្រើនប្រើល្បឿនមុំជាចំនួនជុំ N ក្នុងមួយវិនាទីវិញ។ដោយមួយជុំស្មើនឹង $2\pi rd$ បើចល័តធ្វើបាន N ជុំក្នុង 1 វិនាទី នោះគេបាន

$\boxed{\omega = 2\pi N}$ ដែល $\begin{cases} \omega : \text{គិតជារ៉ាដ្យង់ក្នុងមួយវិនាទី rd/s} \\ N : \text{គិតជាចំនួនជុំក្នុងមួយវិនាទី trs/s} \end{cases}$

៣.៥.៣.ខួបផ្ទាល់

កាលណាចល័តផ្លាស់ទីបានមួយជុំគត់ វាត្រឡប់មកដល់ទីដដែល តាមទិសដៅ ដដែល ហើយ ដោយល្បឿនដដែល ដូចនេះមុំប៉ូលែ α កើនបាន $2\pi rd$ ហើយ រយៈពេល t កើនឡើង បាន T យ៉ាងណាអោយ

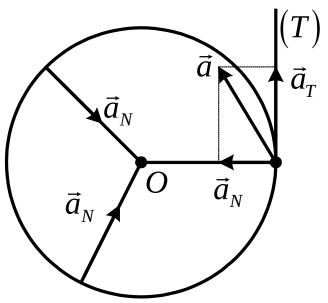
$$\begin{array}{r} -\left| \begin{array}{l} \alpha + 2\pi = \omega(t+T) + \alpha_0 \\ \alpha = \omega t + \alpha_0 \end{array} \right. \\ \hline 2\pi = \omega T \end{array}$$

ដូចនេះនាំអោយ $\boxed{T = \dfrac{2\pi}{\omega}}$

ដែល T ជាខួបគិតជាវិនាទី (s)

ឧទាហរណ៍ ក្នុងឧទាហរណ៍១.១១ ចូរគណនាប្រេកង់ និងខួបរបស់ចង្រិត។

៣.៥.៤.សំទុះចូលផ្ចិត



សំទុះ $\vec{a}$ នៅខណៈ t ជាផលបូក $\vec{a} = \vec{a}_T + \vec{a}_N$ ដោយ $\vec{a}_T \perp \vec{a}_N$

ជាម៉ូឌុល $a = \sqrt{a_T^2 + a_N^2}$

តែ $a_N = \dfrac{v^2}{r}$ ហើយ $a_T = \dfrac{dv}{dt} = 0$

ព្រោះក្នុងចលនាវង់ស្មើ $v=$ ថេរ

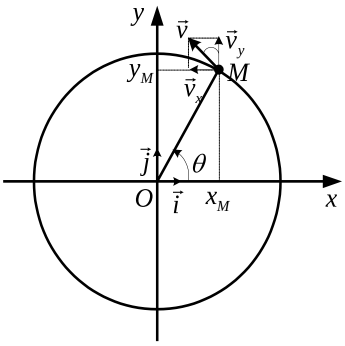
គេបាន $a = \sqrt{(0)^2 + \left(\dfrac{v^2}{r}\right)^2} = \dfrac{v^2}{r}$

ដូចនេះសំទុះចូលផ្ចិត $\boxed{a = a_N = \dfrac{v^2}{r} = \omega^2 r}$

ដែល a សំទុះគិតជា m/s^2

ឧទាហរណ៍ កាំគន្លងរបស់ព្រះចន្ទនៅជុំវិញផែដីមានប្រហែល 384000 km ហើយខួប T គឺ 27.3 ថ្ងៃ។ ចូរកំណត់សំទុះរបស់ព្រះចន្ទសំដៅមកផែនដី។

៣.៥.៥.ចំណោលចលនាចង់ស្មើលើអ័ក្ស $(\overrightarrow{ox})$ និង $(\overrightarrow{oy})$



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

យើងបាន $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$

ដោយ $v_x = -v\sin\theta = -v\frac{y_M}{r};\ v_y = v\cos\theta = v\frac{x_M}{r}$

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

ជាម៉ូឌុល $v^2 = \left(-\frac{v}{r}x_M\right)^2 + \left(\frac{v}{r}y_M\right)^2$

ឬ $$v = \sqrt{\left(-\frac{v}{r}x_M\right)^2 + \left(\frac{v}{r}y_M\right)^2}$$

៣.៥.៦.សំទុះមធ្យម

សំទុះមធ្យម $\vec{a}_{avg} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \left(-\frac{v}{r}\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)\vec{i} + \left(\frac{v}{r}\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)\vec{j} = \left(-\frac{v}{r}v_x\right)\vec{i} + \left(\frac{v}{r}v_y\right)\vec{j}$

ជាម៉ូឌុល $a_{avg} = \sqrt{\left(-\frac{v}{r}v_x\right)^2 + \left(\frac{v}{r}v_y\right)^2}$

ដោយ $v_x = -v\sin\theta; v_y = v\cos\theta$

យើងបាន $a_{avg} = \sqrt{\left(-\frac{v}{r}\times v\sin\theta\right)^2 + \left(\frac{v}{r}\times v\cos\theta\right)^2}$

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

ព្រោះ $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$

ដូចនេះសំទុះមធ្យម $$a_{avg} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

ឧទាហរណ៍ កញ្ចែមួយផ្លាស់ទីលើរង្វង់មួយដែលមានកាំ 2 m ដោយល្បឿនថេរ 2 m/s ប៉ះនឹងគន្លងរង់នេះនៅត្រង់ខណៈមួយដែលវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}$ បង្កើតបានមុំ 30° ជាមួយទិសដេក។ ចូរគណនាតម្លៃល្បឿនតាមកុំប៉ូសង់និមួយៗនិងសំទុះចូលផ្ចិត។

លំហាត់អនុវត្ត

I. ដូចម្តេចដែលហៅថាចលនាក្នុងប្លង់? ដូចម្តេចដែលហៅថាចលនាកោង?

II. ដូចម្តេចដែលហៅថាចលនាគ្រាប់បាញ់? ដូចម្តេចដែលហៅថាចលនាវង់ស្មើ?

III. ចូរសរសេររូបមន្តសំទុះចូលផ្ចិត?

IV. ចល័តមួយផ្លាស់ទីពីទីតាំង១ $[x_1=(2+5t)\text{m}$ និង $y_1=(-4+2t)\text{m}]$ ទៅទីតាំង២ $[x_2=(4+5t)\text{m}$ និង $y_2=(-4-2t)\text{m}]$។ គណនាបំលាស់ទីនៃចល័តនោះនៅខណៈ $t=2$s។

V. ចល័តមួយផ្លាស់ទីតាមទិសដែលបង្កើតបានមុំ 30° ជាមួយទិសដេក។ដោយវ៉ិចទ័រល្បឿន $v=35\,\text{m/s}$។ ចូររកវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}_x$ និងវ៉ិចទ័រល្បឿនតាមទិសឈរ $\vec{v}_y$?

VI. ចល័តមួយផ្លាស់ទីលើវង់មួយដែលមានកាំ 5 m ដោយចលនាស្មើ។វាវិលបាន 2 ជុំដោយប្រើរយៈពេល 4 s ។

a. រករយៈពេលដែលចល័តនោះវិលបានមួយជុំ?

b. គណនាល្បឿនរង្វិលរបស់ចល័ត?

c. គណនាសំទុះចូលផ្ចិត?

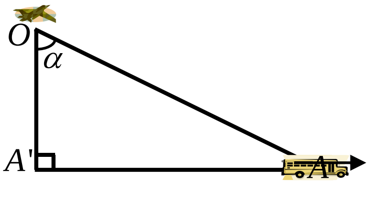
VII. នៅខណៈ $t=0$ គេទាត់បាល់ចេញពីចំនុច O ដោយល្បឿនដែលមានទិសបង្កើតបានមុំ $\alpha=45^\circ$ ធៀបនឹងអ័ក្សដេក $\overrightarrow{ox}$ និងមានតំលៃ $v=8$ m/s ។គណនា

a. ចំងាយធ្លាក់?

b. កំពស់?

c. ខណៈដែលបាល់ទៅដល់កំពូល S នៃប៉ារ៉ាបូលនិង កន្លែងបាល់ធ្លាក់?

VIII. រថយន្តមួយ (តាងដោយចំនុច A)បើកបរតាមទិសដេកលើផ្លូវត្រង់មួយដោយល្បឿនថេរ $20m/s$ ។ យន្តហោះមួយទៀត(ចំនុចO)ចង់ទំលាក់គ្រាប់បែកកំទេចរថយន្តនោះដែលហោះតាមទិសដេកស្របនឹងរថយន្តហើយនៅកម្ពស់2kmពីរថយន្តនិងមានល្បឿនថេរ $200m/s$។



a. គណនាមុំ α មើល(រូប)

b. គណនាល្បឿនគ្រាប់ពេលធ្លាក់ដល់ដី?

IX. វ៉ិចទ័រ $\vec{A}$ មួយមានជាតុនៅលើអ័ក្ស x ចំនួន -25 និងនៅលើអ័ក្ស y ចំនួន 40 ។ រកម៉ូឌុល និងទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រនេះ។

X. គេអោយវ៉ិចទ័រទីតាំង $\vec{A}=2\vec{i}+6\vec{j}$ និង $\vec{B}=3\vec{i}-2\vec{j}$

a. គូសវ៉ិចទ័រក្នុងក្រាភិចនូវ $\vec{C}=\vec{A}+\vec{B}$ និង $\vec{D}=\vec{A}-\vec{B}$ ។

b. គណនាម៉ូឌុល $\vec{C}$ និង $\vec{D}$ ព្រមទាំងមុំរបស់វាដែលវាស់ចេញពីអ័ក្សអាប់ស៊ីសទិសដៅ វិជ្ជមាន។

XI. ចូរកំនត់វ៉ិចទ័រល្បឿននៃវ៉ិចទ័រ $(4i-2j)\text{m.s}^{-1}$ $(-7i+5j)\text{m.s}^{-1}$ និង $(8i-6j)\text{m.s}^{-1}$ ។

XII. ចូរគណនាតំលៃនិងទិសដៅនៃវ៉ិចទ័រល្បឿន 16 m/s ឆ្ពោះទៅទិសខាងកើតនិង 10 m/s ឆ្ពោះទៅទិសខាងជើងឈៀងខាងកើតដោយបង្កើតបានមុំ 38° ។ ចូរគូស រូបបង្ហាញល្បឿននេះ។

XIII. អ្នកដំណើរថ្មើរជើងម្នាក់ដើរបានចំងាយ 8km/h ឆ្ពោះទៅទិសខាងជើងឈៀងខាងលិចដោយបង្កើតបានមុំ 80° ហើយក៏ដើរដោយល្បឿន 5 km/h ទៅទិសខាងត្បូងឈៀងខាងលិចបានមុំ 25° ។

XIV. ទូកមួយអាចធ្វើដំណើរដោយល្បឿន 3.5m/s។ទន្លេមានទទឹង80m ហើយចរន្តទឹកហូរដោយល្បឿន 2 m/s។

a. គណនារយៈពេលដ៏ខ្លីដែលទូកបើកឆ្លងទន្លេ និងចំងាយទូកតាមខ្សែទឹក?

b. គណនាទិសដៅ និងរយៈពេលដើម្បីទៅដល់ចំនុចមួយនៅទល់មុខកន្លែងចេញដំណើរ?

XV. អ្នកបើកបរយន្តហោះម្នាក់ត្រូវតែបើកយន្តហោះរបស់គាត់ចេញពីចំនុច A ទៅចំនុច B ដែល B នៅចំងាយ 600kmទៅទិសខាងកើតធៀបនឹង A។ មានខ្យល់បក់បោកមកពីទិសពាយព្យដោយល្បឿន 80 km/h ហើយយន្តហោះហោះដោយល្បឿន 350 km/h។ ចូររកទិសដៅដែលអ្នកបើកត្រូវបើកនិងរយៈពេល?

XVI. អង្គធាតុAមានវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}_A = (3i + 7j)\,\mathrm{m.s^{-1}}$ ហើយអង្គធាតុ B មានល្បឿន $\vec{v}_B = (5i - 2j)\,\mathrm{m/s}$ ។ ចូរគណនាល្បឿនពី A ទៅ B ?

XVII. ក្មេងស្រីម្នាក់ដើរដោយល្បឿន5km/hសំដៅទៅទិសខាងលិចហើយក្មេងប្រុសម្នាក់ទៀតដើរដោយល្បឿន12 km/h ដោយបង្កើតបានមុំ 150° ធៀបនឹងទិសខាងជើង។ គណនាទំនាក់ទំនងវ៉ិចទ័រល្បឿនរវាងក្មេងប្រុសនិងក្មេងស្រី?

XVIII. ដោយសារវង្វេងក្នុងព្រៃ ទាហានម្នាក់បានដើរទៅទិសអាគ្នេយ៍អស់ 25 km រួចសំរាកនៅទីនោះមួយយប់។ ព្រឹកបន្ទាប់គាត់ក៏ប្រញាប់ដើរទៅទិសខាងកើតឈៀងខាងជើងនៅមុំ 60° អស់ចំងាយ 40 km ទើបគាត់ឃើញបន្ទាយរបស់គាត់។

a. ចូរគណនាធាតុនៃបំលាស់ទី នៅថ្ងៃទី១ និងថ្ងៃទី២របស់គាត់?

b. ចូរគណនាធាតុនៃបំលាស់ទីសរុបក្នុងដំណើរទាំងពីរថ្ងៃរបស់គាត់ ហើយរកម៉ូឌុលនិងទិសដៅនៃបំលាស់ទីសរុបនេះ?

XIX. ចល័តមួយធ្វើចលនានៅក្នុងតំរុយអរតូណាមេ *(xoy)* មានសមីការពេល

a.

$$\begin{cases} x = 2t + 1 \\ y = t \end{cases}$$; *t* គិតជា (s) និង *x, y* គិតជា (m)

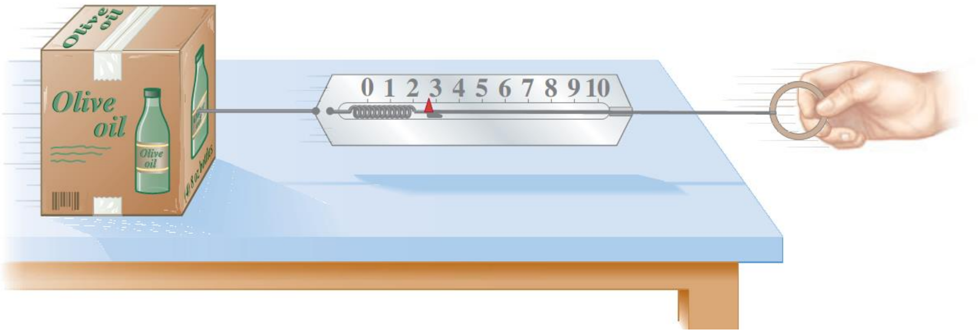
a. គណនាល្បឿន និងសំទុះរបស់ចល័ត

b. ប្រាប់ប្រភេទចលនាព្រមទាំងគូសគន្លងគន្លងចរនៅក្នុងតំរុយនេះ?

មេរៀនទី៤៖ច្បាប់ចលនារបស់ញូតុន

៤.១.កម្លាំង

កម្លាំងជាបុព្វហេតុធ្វើអោយអង្គធាតុមួយផ្លាស់ទី ហៀបនឹងផ្លាស់ទី ឈប់ ឬខូចទ្រង់ទ្រាយ។ គេតាងកម្លាំងដោយ F ហើយមានខ្នាតញូតុន (N)។



រូប២.១ គេប្រើឌីណាម៉ូមែត្រដើម្បីវាស់កម្លាំង

កម្លាំងចែកចេញជាពីរគឺ កម្លាំងដោយប៉ះនិងកម្លាំងពីចម្ងាយ។

- **កម្លាំងដោយប៉ះ**ដូចជា រុញ ទេះ ទាត់បាល់...
- **កម្លាំងពីចម្ងាយ**ដូចជា កម្លាំងទំនាញផែនដី កម្លាំងឆក់ទាញរវាងមេដែកនិងដែក ឬកម្លាំងទាញ ឬច្រានគ្នារវាងមេដែកនិងមេដែក កម្លាំងទាញឬច្រានគ្នារវាងបន្ទុកអគ្គិសនី...។

៤.២.ម៉ាសនិងទំងន់

- **ម៉ាស**ជាទំហំដែលកំនត់និចលភាពរបស់វត្ថុហើយមានខ្នាតជាគីឡូក្រាម (kg)។
- **ទម្ងន់**ជាទំហំនៃវង្វាស់កម្លាំងទំនាញផែនដីមានអំពើលើអង្គធាតុ ឬជាផលគុណរវាងម៉ាស m និងសំទុះទំនាញដី $\vec{g}$ $(=9.80\,\mathrm{N/kg})$។

ទម្ងន់ = ម៉ាស × សំទុះទំនាញដី

$$W = mg$$

ដែល W : ទម្ងន់មានខ្នាតគិតជាញូតុន N

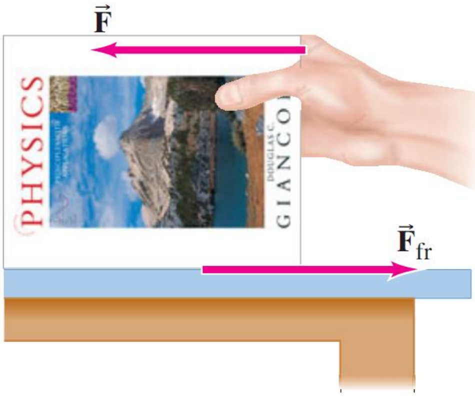
m : ម៉ាសរបស់អង្គធាតុគិតជាគីឡូក្រាម kg

g : សំទុះទំនាញដីគិតជា m/s^2 ឬញូតុនក្នុងមួយគីឡូក្រាមN/kg

ឧទាហរណ៍:ថ្មមួយដុំមានម៉ាស1000 kg តើវាមានទម្ងន់ប៉ុន្មាននៅលើផ្ទៃផែនដី បើសំទុះទំនាញដីគឺ 9.80 m/s^2 ?

៤.៣.ច្បាប់ទី១ញូតុន

ច្បាប់ទី១ញូតុនចែងថា បើអង្គធាតុមួយនៅនឹងថ្កល់ នោះវានឹងបន្តនឹងថ្កល់រហូត។ បើវាមានចលនា វាជាចលនាត្រង់ស្មើ(ល្បឿនថេរ) ដែលផលបូកកម្លាំងមានអំពលើវាស្មើសូន្យ $\Sigma\vec{F}=0$។



រូប២.២ កម្លាំង $\vec{F}$ មានអំពើលើសៀវភៅស្មើនឹងកម្លាំងកកិត $\vec{F}_{fr}$ ដូច្នេះសៀវភៅនៅស្ងៀម។

សំនួរ: ឡានមួយដឹកវ៉ាលីមួយចំនួន រំពេចនោះតែកុងជាន់ហ្វ្រាំងឈប់ភ្លាម ចំណែកវ៉ាលីដែលដាក់នៅលើឡានទាំងអស់ចាប់ផ្ដើមផ្លាស់ទី តើកំលាំងអ្វីដែលធ្វើអោយវ៉ាលីទាំងនោះផ្លាស់ទី ?

៤.៤.ច្បាប់ទី២ញូតុន

ច្បាប់ទី២ញូតុន៖សំទុះ $\vec{a}$ របស់អង្គធាតុមួយសមាមាត្រទៅនឹងកម្លាំងផ្គួប $\Sigma\vec{F}$ ដែលមានអំពើលើវា ហើយច្រាសសមាមាត្រនឹងម៉ាស m របស់វា។

$$\vec{a} = \frac{\Sigma\vec{F}}{m}$$

កំលាំងផ្គួប $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ (ជាវ៉ិចទ័រ)

$\Sigma F = ma$ (ជាតម្លៃ)

ដែល m : ម៉ាសអង្គធាតុគិតជា (kg)

a : សំទុះរបស់អង្គធាតុគិតជា (m/s^2)

ΣF : កម្លាំងផ្គួបមានអំពើលើអង្គធាតុគិតជាញូតុន (N)

ឧទាហរណ៍:រថយន្តមួយមានម៉ាស 900 kg ផ្លាស់ទីដោយសំទុះ 0.50 m/s^2 ចូរគណនាកំលាំងរបស់រថយន្តនេះ។

៤.៥.ច្បាប់ទី៣ញូតុន

ច្បាប់ទី៣ញូតុន: **កំលាំងប្រតិកម្មស្មើនឹងកំលាំងធ្វើអំពើ តែមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា។**

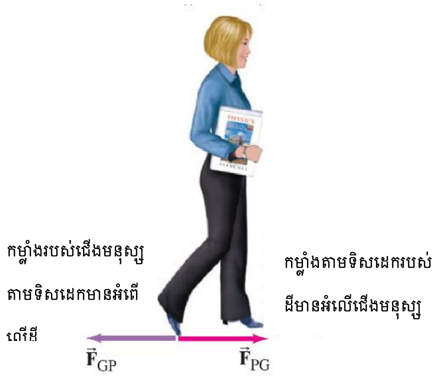
$\vec{F} = -\vec{F}'$ (ជាវ៉ិចទ័រ)

$F = F'$ (ជាទំហំស្កាលែ)

ដែល F : កម្លាំងធ្វើអំពើ (N)

F' : កម្លាំងប្រតិកម្ម (N)

រូបខាងស្តាំបញ្ជាក់ពីម៉ាស៊ីនរ៉ុកកែតរុញឧស្ម័នចុះក្រោមហើយឧស្ម័នមានអំពើលើរ៉ុកកែតមានទិសដៅឡើងលើស្មើនិងផ្ទុយពីកម្លាំងរ៉ុកកែត ដែលធ្វើអោយរ៉ុកកែតផ្លាស់ទីឡើងលើ។



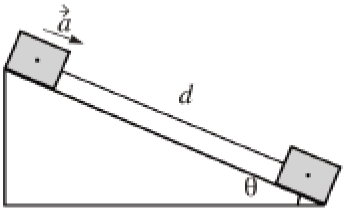
សំនួរ៖ ពេលវត្ថុមួយធ្លាក់ដោយសេរីក្រោមឥទ្ធិពលនៃកម្លាំងទំនាញដី mg។ តាមច្បាប់ទី៣ញូតុន វត្ថុក៏មានអំពើលើផែនដីដោយកម្លាំងស្មើនឹងកម្លាំងទំនាញរបស់ផែនដីដែរហើយមានទិសដៅផ្ទុយ។ តើផែនដីផ្លាស់ទីឬទេ? ចូរពន្យល់។

៤.៦.អនុវត្តន៍ច្បាប់ញូតុន

ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់ដែលទាក់ទងនឹងច្បាប់ញូតុនអ្នកត្រូវចងចាំដូចតទៅ៖

- កំណត់ប្រព័ន្ធរបស់ចលនាទៅម៉ាសរបស់វត្ថុនីមួយៗ
- គូសដ្យាក្រាមតាងកម្លាំងទាំងអស់
- កំណត់អ័ក្សកូអរដោនេរួចធ្វើចំណោលកែងកម្លាំងលើអ័ក្ស
- អនុវត្តច្បាប់ទី២ញូតុន ទាញរកអថេរដែលត្រូវគេសួររក
- ជំនួសលេខចូលនិងបំបែកខ្នាតឱ្យត្រឹមត្រូវ។

ឧទាហរណ៍៖ ធុងមួយមានម៉ាស m ដាក់លើផ្ទៃរលោង(កកិតអាចចោលបាន)នៃប្លង់ទេរមួយដែលបង្កើតបានមុំ θ ជាមួយប្លង់ដេក(ដូចរូប)។ចូរសិក្សាចលនាធុងក្រោយពីវាត្រូវគេលែង។



ចម្លើយ៖

ដោយដឹងថាកម្លាំងមានអំពើលើធុង យើងអាចអនុវត្តច្បាប់ទី២ញូតុនដើម្បីកំណត់រកសំទុះ៖

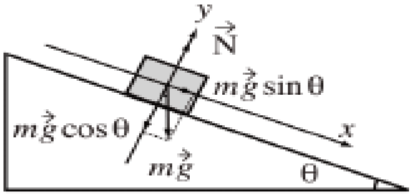
គូសដ្យាក្រាមតាងកម្លាំងដូចរូប៖

$\vec{P}$តាងកម្លាំងសំទុះទំនាញផែនដី(N);$\vec{N}$តាងកម្លាំងប្រតិកម្ម(N)

$\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$

$P_x = mgSin\theta = ma_x(1)$

$P_y = N - mgCos\theta = ma_y = 0(2)$

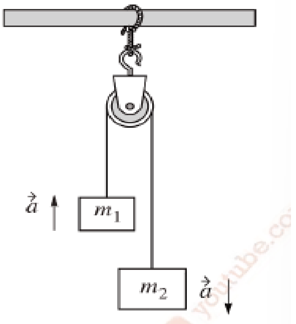


សទំនាក់ទំនង(1);(2)យើងបាន៖

$ma = mgSin\theta$នោះ$a = gSin\theta$

ដូចនេះសំទុះគឺ$a = gSin\theta$

ឧទាហរណ៍៖កាលណាវត្ថុពីរមានម៉ាសមិនស្មើគ្នាចងភ្ជាប់គ្នាតាមរយៈខ្សែដែលឆ្លងកាត់រ៉ក។កកិតរវាងរ៉កនិងខ្សែអាចចោលបាន។ម៉ាសខ្សែនិងម៉ាសរ៉កអាចចោលបាន។ប្រព័ន្ធដែលបានរៀបរាប់នេះហៅថាម៉ាស៊ីនអាត់វូត។កំណត់សំទុះទាំងពីរនិងតំណឹងខ្សែ។



ដំណោះស្រាយ៖

តាមរូបចំពោះម៉ាសm_1៖

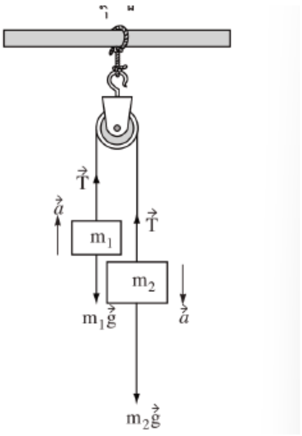
$T - m_1g = m_1a(1), T = m_1a + m_1g$

$m_2g - T = m_2a(2)$

$m_2g - m_1a - m_1g = m_2a$

$m_1a + m_2a = m_2g - m_1g$

$a = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}g$



ដោយដឹងថា៖$m_1 = 1kg; m_2 = 2kg; g = 9.8m/s^2$

ដូចនេះសំទុះ $a = \frac{2-1}{2+1} \times 9.8 = 3.27m/s^2$

លំហាត់៖តើមានអ្វីកើតឡើងនៅពេលមនុស្សម្នាក់ទាញប្រអប់មួយឡើងលើដូចក្នុងឧទាហរណ៍២.៨ដោយ

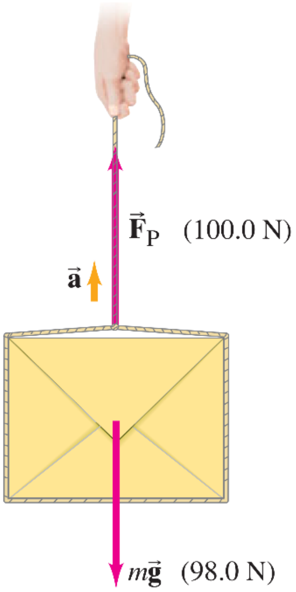
(ក) កម្លាំងស្មើ

(ខ)កម្លាំងធំជាង និង

(គ)កម្លាំងតូចជាងទម្ងន់របស់ប្រអប់?សម្រាប់ឧទាហរណ៍នេះគេឱ្យកម្លាំងមនុស្សដែលទាញលើគឺ

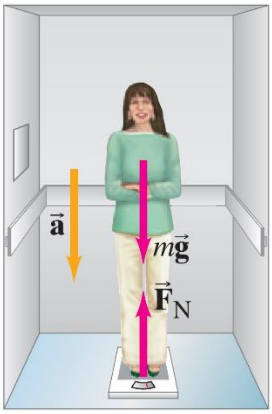
$F_P = 100N$ ។

[**ចម្លើយ** (ក) 509.60 N និង 52 kg (ខ) 65 kg]



ស្ទុះឡើងលើ ព្រោះ $F_P > mg$

លំហាត់៖នារី 65 kg ម្នាក់ជិះជណ្តើរយន្តចុះក្រោមដោយសំទុះ $0.20g$ ។ នាងឈរនៅលើជញ្ជីងដែលអានជា kg ។



(ក) កំឡុងពេលស្ទុះនេះ តើទម្ងន់របស់នាងប៉ុន្មាន? តើជញ្ជីងអានតម្លៃប៉ុន្មាន?

(ខ) តើជញ្ជីងអានតម្លៃប៉ុន្មាន ពេលជណ្តើរយន្តចុះក្រោយដោយល្បឿនថេរ 2.0 m/s?

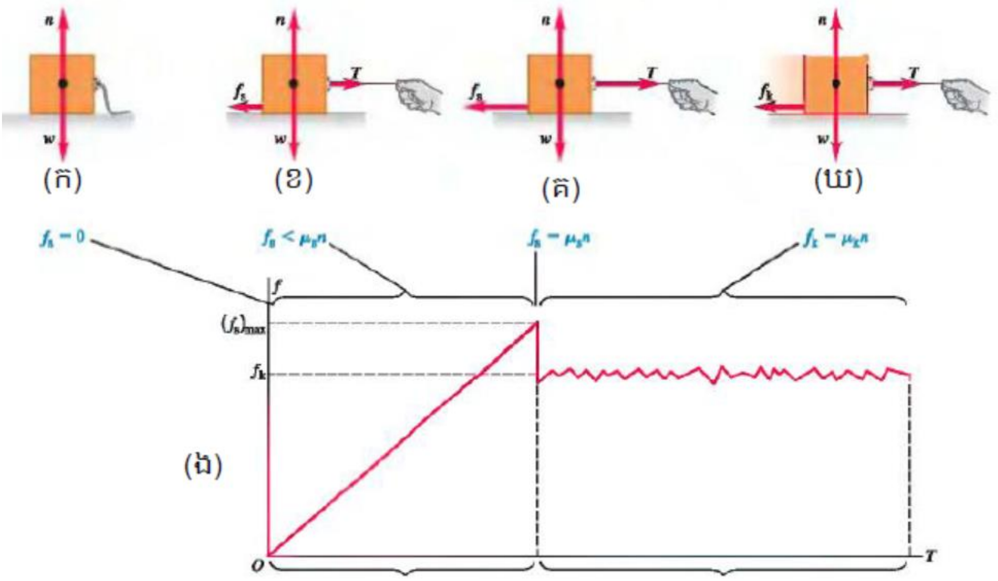
[**ចម្លើយ** (ក) 509.60 N និង 52 kg (ខ) 65 kg

៤.៧.កម្លាំងកកិត

ម៉ូឌុលនៃកម្លាំងកកិតស្តាទិច $f_s \le \mu_s n$

កម្លាំងកកិតស៊ីនេទិច $f_k = \mu_k n$

កម្លាំងនេះត្រូវបានបង្ហាញតាមរូបទី៤ដូចខាងក្រោម

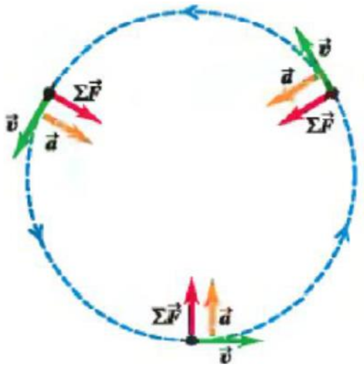


រូបទី៤ (ក) (ខ) និង(គ)អង្គធាតុនៅស្ងៀម នោះកម្លាំងកកិតស្តាទិចតូចជាងឬស្មើ $\mu_s n$

(ឃ)អង្គធាតុផ្លាស់ទី កម្លាំងកកិតជាកកិតស៊ីនេទិចមានតម្លៃស្មើនឹង $\mu_k n$

(ង) ក្រាបបង្ហាញពីកម្លាំងកកិតជាអនុគមន៍នៃកម្លាំងអនុវត្ត

៤.៨.កម្លាំងក្នុងចលនាវង់

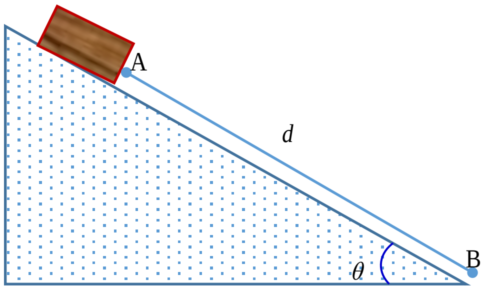


ចំពោះវង់ស្មើ វ៉ិចទ័រសំទុះមានទិសដៅចូលផ្ចិតនៃរង្វង់ជានិច្ច (រូបទី៥)។

យើងបាន $\sum \vec{F} = m\vec{a}, a_r = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi R}{T^2}$

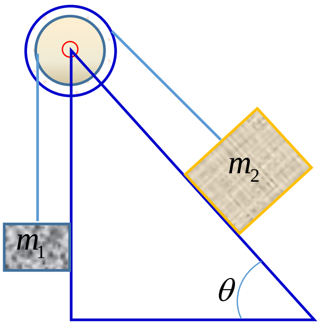
សំនួរនិងលំហាត់

1. កម្លាំងជាអ្វី? កម្លាំងមានខ្នាតជាអ្វី?
2. ចូរពោលច្បាប់និចលភាព។
3. តើម៉ាសនិងទម្ងន់នៃអង្គធាតុមួយដូចគ្នាឬទេ? ព្រោះអ្វី?
4. រថយន្តមួយផ្លាស់ទីត្រង់ដោយល្បឿនថេរ។ តើកម្លាំងដែលមានអំពើលើរថយន្តមានតម្លៃស្មើប៉ុន្មាន?
5. ស្ត្រីម្នាក់មានម៉ាស 50 kg តើស្ត្រីនោះមានទម្ងន់ប៉ុន្មាន? បើគេដឹងថាសំទុះទំនាញផែនដីគឺ 9.8 m/s²។
6. កម្លាំងពីរកែងគ្នាមានអំពើលើវត្ថុមួយមានម៉ាស 4 kg។ បើ $F_1 = 20\,\text{N}$ និង $F_2 = 15\,\text{N}$ ចូរគណនា
   (ក)កម្លាំងផ្គួបដែលមានអំពើលើវត្ថុនោះ
   (ខ)សំទុះនៃវត្ថុនោះ។
7. អេឡិចត្រុងមួយមានម៉ាស $9.1\times10^{-31}\text{kg}$ ធ្វើចលនាត្រង់ដោយល្បឿនដើម $2\times10^{5}\text{m/s}$ និងផ្លាស់ទីបាន 5 m ។ គេដឹងថាសំទុះនៃអេឡិចត្រុងថេរនិងល្បឿនស្រេចគឺ $6\times10^{5}\text{m/s}$ ។
   (ក)កំនត់កម្លាំងដែលមានអំពើលើអេឡិចត្រុង។
   (ខ)ប្រៀបធៀបកម្លាំងនេះជាមួយទម្ងន់អេឡិចត្រុង។ គេអោយ $g = 9.8$ m/s² ។
8. ឈើមួយដុំរាងប្រលេពីប៉ែតកែងរអិលដោយគ្មានកកិតចុះតាមបណ្ដោយប្លង់ទេរដូចរូប២.១២។ មុំរវាងប្លង់ទេរនិងប្លង់ដេកគឺ បានចំងាយ 2 m ។
   ក) គូសដ្យាក្រាមតាងអោយកម្លាំងទាំងអស់ដែលមានអំពើលើដុំឈើនោះ។
   ខ) គណនាសំទុះដុំឈើនេះ។
   គ) គណនាល្បឿននៅខណៈដុំឈើមកដល់ចំនុច B។

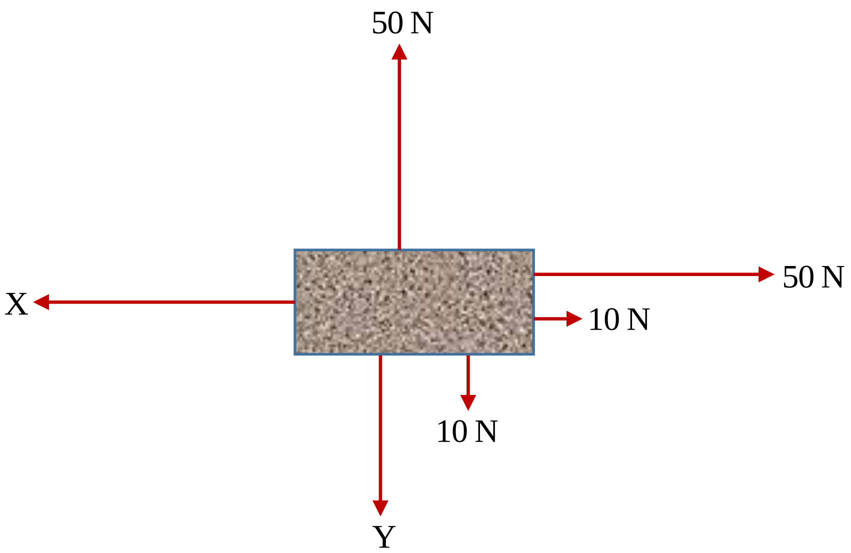


រូប២ .១២

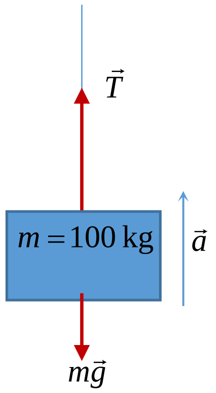
9. គេភ្ជាប់អង្គធាតុពីរដោយខ្សែដែលឆ្លងកាត់រ៉កមួយ(កកិតរវាងខ្សែនិងរ៉កអាចចោលបាន) ដូចរូប២.១៣រួចលែងវត្ថុនេះពីនៅស្ងៀម។ គេអោយ $m_1 = 2\,\text{kg},\ m_2 = 5\,\text{kg}$ និង $\theta = 60^\circ$ ។ គណនា
   ក) សំទុះអង្គធាតុ។
   ខ) តំណឹងខ្សែដែលចងភ្ជាប់អង្គធាតុទាំងពីរ។
   គ) ល្បឿនរបស់អង្គធាតុនិមួយៗក្រោពីចេញដំណើរបាន 2 s។



10. អង្គធាតុមួយនៅស្ងៀមនៅពេលវារងកម្លាំងដូចរូប២ .១៤។ ចូរគណនា X និង Y។

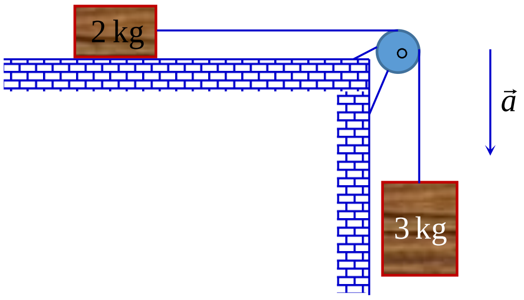


11. បារ៉ុជុំឥដ្ឋមួយមានម៉ាស 100 kg ត្រូវបានគេយោងឡើងលើសំណង់អាគារថ្មីមួយដោយសំទុះ $\frac{1}{4}g$ ។ចូរគណនាតំណឹងខ្សែក្នុងការលើកបារ៉ុឥដ្ឋនេះ។



12. ធុងមួយមានម៉ាស 5 kg ពេលគ្មានទឹកហើយ 15 kg ពេលដាក់ទឹកពេញ។ ធុងអត់ទឹកត្រូវបានទំលាក់ចុះក្នុងអណ្ដូងដោយសំទុះថេរ $5\,\text{m/s}^2$ ដោយសារខ្សែ។ ពេលទឹកពេញគេលើកវាឡើងលើដោយសំទុះ $2\,\text{m/s}^2$ ។ គណនាតំណឹងខ្សែ (ក) ពេលដាក់ចុះដោយគ្មានទឹក។ (ខ) ពេលលើកឡើងដោយទឹកពេញ។

13. ចូរពិនិត្យមើលរូបខាងក្រោមហើយគណនាសំទុះ និងតំណឹងខ្សែនៃម៉ាសទាំងពីរ។

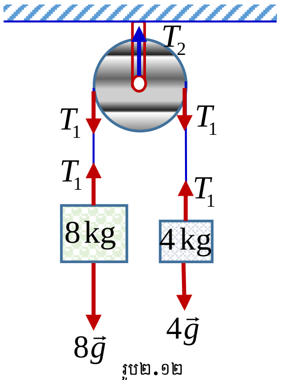


14. ដ្យាក្រាមខាងក្រោមម៉ាសពីរផ្លាស់ទីដោយសេរីដែលភ្ជាប់ទៅនឹងខ្សែស្រាលមិនយឺត(មិនគិតម៉ាស) ហើយគងលើរ៉កនឹងរលោងមួយ។ គណនា

(ក) សំទុះរបស់ម៉ាសនិមួយៗ

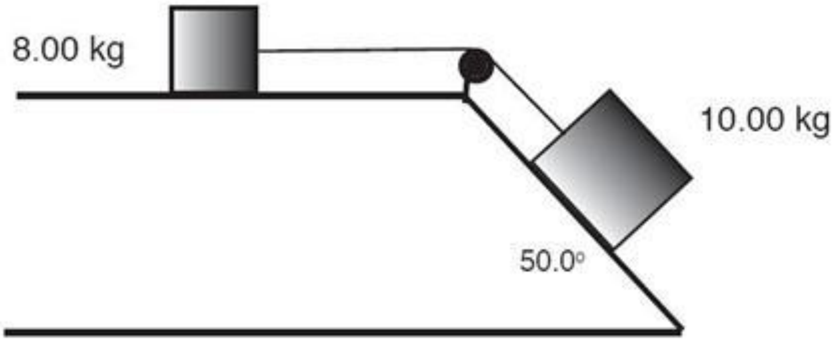
(ខ) តំណឹងខ្សែ T_1

(គ) តំណឹងខ្សែ T_2



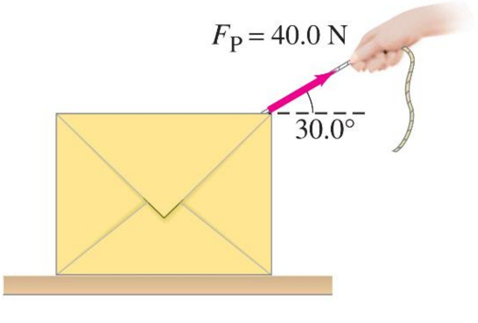
រូប២.១២

15. ចូរគណនាសំទុះនិងតំណឹងខ្សែនៃម៉ាសទាំងពីរ។



រូប២.១៣

16. ឧទាហរណ៍ថា អ្នកបានអោយកាដូមួយទៅមិត្តប្រុសរបស់អ្នក បន្ទាប់មកអ្នកអោយគាត់ទាយថាជាអ្វីនៅខាងក្នុងប្រអប់នោះ។ បន្ទាប់មក គាត់ក៏ទាញប្រអប់នោះអោយផ្លាស់ទីសាកមើលដោយប្រអប់នោះចងនឹងខ្សែមួយហើយទាញនៅលើផ្ទៃតុរលោងមួយដូចរូប២.១៤។ អាំងតង់ស៊ីតេកម្លាំងដែលធ្វើដោយបុរសនោះគឺ 40 N និងមានមុំ 30° ។

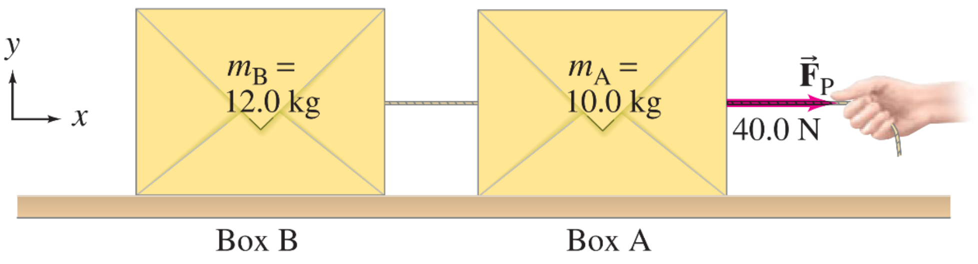


ក) គណនាសំទុះរបស់ប្រអប់កាដូ

ខ) គណនាអាំងតង់ស៊ីតេកម្លាំងប្រតិកម្មកែង F_N មានអំពើដោយតុលើប្រអប់។ សន្មត់ថាមិនមានកម្លាំងកកិតរវាងតុនិងប្រអប់ទេ។

[**ចម្លើយ** (ក) $a = 3.46\,\text{m/s}^2$ (ខ) $F_N = 78\,\text{N}$]

17. ប្រអប់ពីរ A និង B ចងភ្ជាប់ដោយខ្សែមិនគិតម៉ាសហើយទាញអោយផ្លាស់ទីលើផ្ទៃតុរលោងគ្មានកកិតមួយ។ ប្រអប់ទាំងពីរមានម៉ាស 12 kg និង 10 kg ។ កម្លាំងតាមទិសដេក 40 N គឺប្រើដើម្បីទាញប្រអប់ដែលមានម៉ាស 10 kg ដូចរូប២.១៥។ គណនា (ក) សំទុះរបស់ប្រអប់នីមួយៗ (ខ) តំណឹងខ្សែដែលភ្ជាប់ប្រអប់នីមួយៗ។ [**ចម្លើយ** (ក) $a = 1.82\,\text{m/s}^2$ (ខ) $T = 21.8\,\text{N}$]



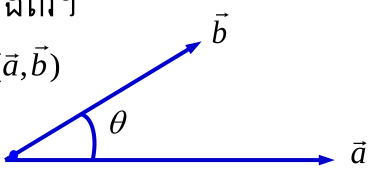
រូប២.១៥

18. ប្រព័ន្ធមួយកើនឡើងពីអង្គធាតុពីរចងព្យួរគងលើចង្ហួរ៉កដោយខ្សែពួរមួយដូចរូប២.១៦ដែលហៅថាម៉ាស៊ីនអាតវ៉ូត។ នេះជាការអនុវត្តប្រចាំថ្ងៃនៃជណ្តើរប្រអប់ m_E ហើយទម្ងន់ម្ខាងទៀត m_C ។ ដើម្បីអោយកម្មន្តធ្វើដោយម៉ូទ័រលើកវាឡើងលើ និងដាក់ចុះវិញដោយសុវត្ថិភាព នោះម៉ាស m_E និង m_C មានម៉ាសប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។ ក្នុងការគណនានេះយើងមិនគិតម៉ូទ័រក្នុងប្រព័ន្ធទេហើយ

មេរៀនទី៥៖កម្មន្តនិងថាមពល

៥.១.កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ

- **ផលគុណស្កាលែ**ជា៖ផលគុណចុច (•) រវាងវ៉ិចទ័រពីរបង្កើតបានជាស្កាលែដែលតម្លៃនេះជាផលគុណរវាងវ៉ិចទ័រទាំងពីរនោះនិងកូស៊ីនុសនៃមុំរវាងវ៉ិចទ័រទាំងពីរ។



យើងអាចសរសេរ $\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\cos(\vec{a},\vec{b})$

តាង $(\vec{a},\vec{b})=\theta$ នោះសមមូល

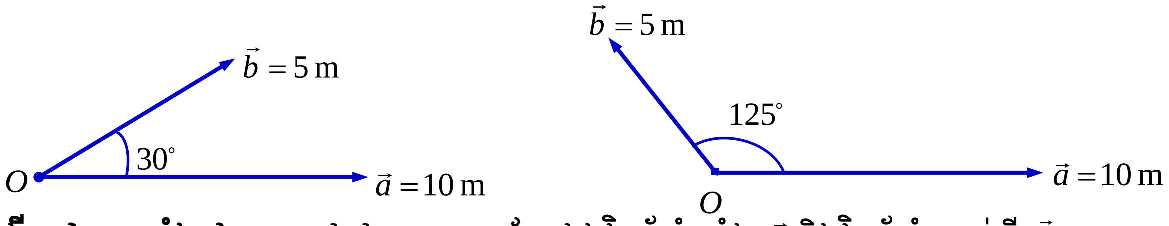
$$\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\cos\theta$$

ដែល a : ជាតម្លៃនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{a}$

b : ជាតម្លៃនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{b}$

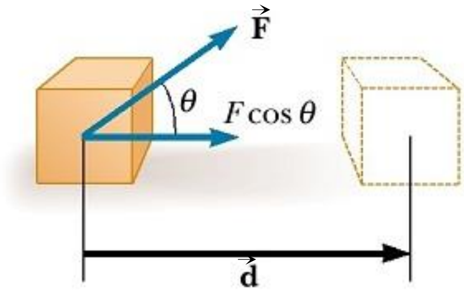
θ : ជាមុំដែលបង្កើតឡើងដោយវ៉ិចទ័រ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ ហើយមានខ្នាតជាដឺក្រេ $(^\circ)$

ឧទាហរណ៍៖ចូរគណនាផលគុណស្កាលែរវាងវ៉ិចទ័រ $\vec{a}$ និង $\vec{b}$ ដូចរូបខាងក្រោម៖



កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ៖កម្មន្តជាផលគុណស្កាលែរវាងវ៉ិចទ័រកំលាំង $\vec{F}$ និងវ៉ិចទ័របំលាស់ទី $\vec{d}$ ។

ឬ **កម្មន្តបង្កើតដោយកម្លាំងថេរ**ជាផលគុណរវាងកម្លាំងក្នុងទិសដៅបំលាស់ទីនិងទំហំបំលាស់ទីនោះ។



រូប៣.៣

$$W = \vec{F}\cdot\vec{d} = Fd\cos(\vec{F},\vec{d})$$

តាង $(\vec{F},\vec{d})=\theta$

$$W = Fd\cos\theta$$

ដែល F : កម្លាំងគិតជាញូតុន (N)

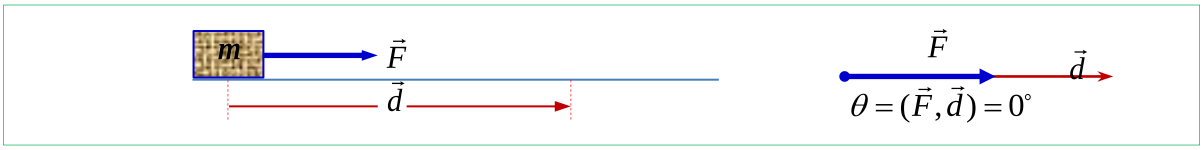
d : បំលាស់ទីគិតជា (m)

θ : មុំរវាងវ៉ិចទ័រកម្លាំង $\vec{F}$ និងបំលាស់ទី $\vec{d}$ មានខ្នាតគិតជាដឺក្រេ $(^\circ)$

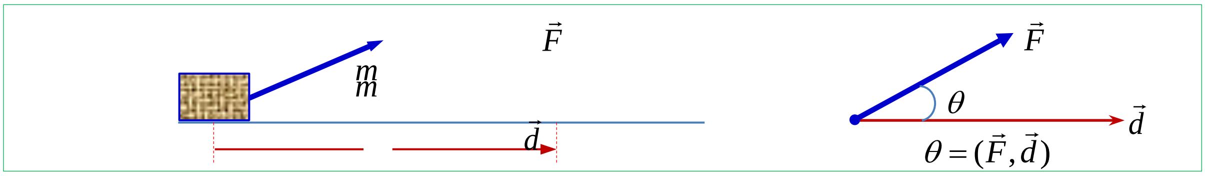
W : កម្មន្តនៃកម្លាំងថេរ (J) ឬ (N.m)

លក្ខខណ្ឌកម្មន្តនៃកម្លាំងថេរ

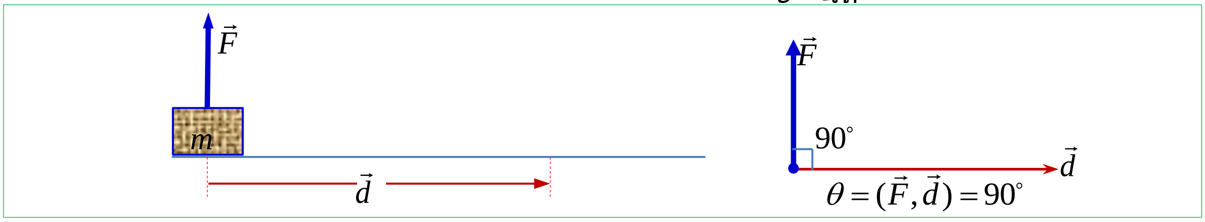
☞ បើ $\theta = 0^\circ$ $\Rightarrow W = Fd\cos 0^\circ = Fd > 0$ (កម្មន្តចលករ)



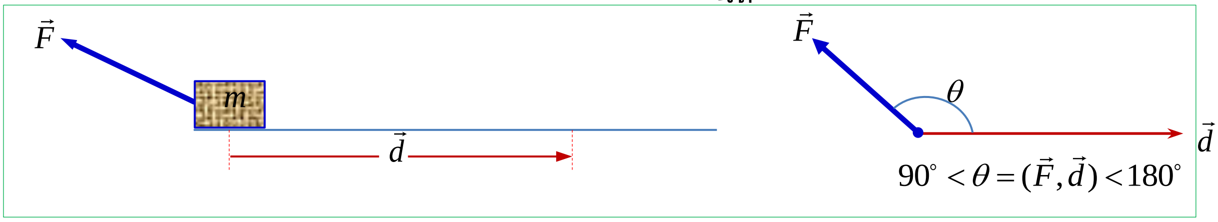
☞ បើ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ $\Rightarrow W = Fd\cos\theta > 0$ (កម្មន្តចលករ)



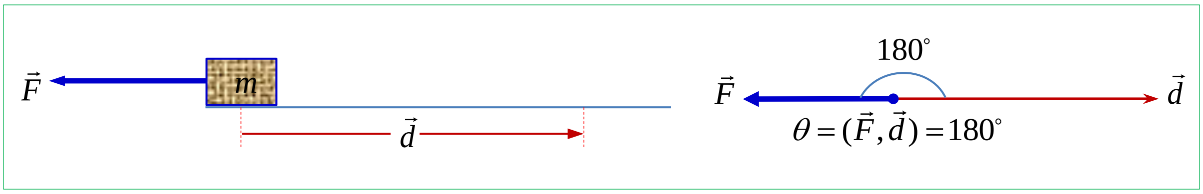
☞ បើ $\theta = 90^\circ$ $\Rightarrow W = Fd\cos 90^\circ = 0$ (មិនធ្វើកម្មន្តទេ)



☞ $90^\circ < \theta < 180^\circ$ $\Rightarrow W = Fd\cos\theta < 0$ (កម្មន្តទប់)



☞ បើ $\theta = 180^\circ$ $\Rightarrow W = Fd\cos 180^\circ = -Fd < 0$ (កម្មន្តទប់)



ឧទាហរណ៍៖ដើម្បីឱ្យវត្ថុមួយផ្លាស់ទី Aទៅ B ដែលមានចម្ងាយ $AB = x = 5m$ គេត្រូវប្រើកម្លាំង $F = 20N$។

(ក) ចូរគូសក្រាបតាងឲ្យ កម្លាំង-បំលាស់ទី

(ខ) តាមក្រាបនេះ ចូរគណនាក្រឡាផ្ទៃចតុកោណកែងដែលមានជ្រុងស្មើនឹង F និង AB។

(គ) គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើនេះ។

៥.២.ថាមពលស៊ីនេទិច និងទ្រឹស្តីបទកម្មន្ត

ថាមពលជាសមត្ថភាពធ្វើកម្មន្តរបស់អង្គធាតុហើយមានខ្នាតគិតជាស៊ូល (J)។

- ថាមពលស៊ីនេទិចៈ ជាថាមពលដែលកើតឡើងនៅពេលអង្គធាតុមានចលនាហើយអាស្រ័យនឹងម៉ាស និងល្បឿនរបស់វា។

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

ដែល K : ជាថាមពលស៊ីនេទិចគិតជាស៊ូល (J)

m : ម៉ាសរបស់អង្គធាតុ (kg)

v : ល្បឿនរបស់អង្គធាតុ (m/s)

ឧទាហរណ៍៖ចូរគណនាថាមពលស៊ីនេទិច

ក. អង្គធាតុមួយមានម៉ាស 5 kg ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 4 m/s។

ខ. អង្គធាតុមួយមានម៉ាស 2 kg ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 3 m/s។

គ. រថយន្តមួយមានម៉ាស 800 kg ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 10 m/s។

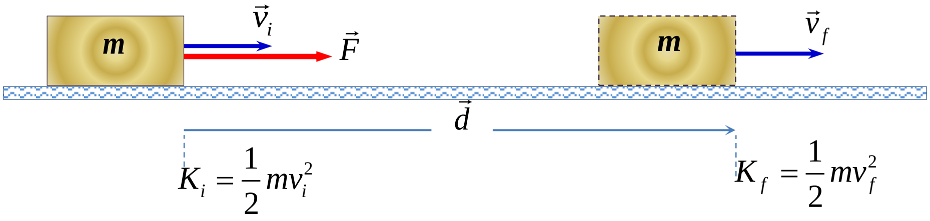
ឃ. ផង់មួយមានម៉ាស 100 g ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 20 m/s។

ង. គ្រាប់កាំភ្លើងមួយគ្រាប់មានម៉ាស 10 g ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 400 m/s។

- **បម្រែបម្រួលថាមពលស៊ីនេទិច ៖** ពេលល្បឿនរបស់អង្គធាតុប្រែប្រួលនោះ វាមានបម្រែបម្រួលថាមពលស៊ីនេទិចដែរ។

$$\Delta K = K_f - K_i$$

ដោយ $K_i = \frac{1}{2}mv_0^2$ និង $K_f = \frac{1}{2}mv_2^2$



សមមូល $$\Delta K = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

ដែល K_i : ថាមពលស៊ីនេទិចដើម (J)

K_f : ថាមពលស៊ីនេទិចចុងក្រោយ (J)

v_i : ល្បឿនដើមរបស់អង្គធាតុ (m/s)

v_f : ល្បឿនចុងក្រោយរបស់អង្គធាតុ (m/s)

- **ទ្រឹស្តីបទកម្មន្ត - ថាមពល ៖** បម្រែបម្រួលថាមពលស៊ីនេទិច ΔK នៃអង្គធាតុមួយរវាងខណៈពីរ ស្មើនឹងផលបូកកម្មន្ត W នៃកម្លាំងក្រៅទាំងអស់ដែលមានអំពើលើអង្គធាតុនោះគឺ $W=\Delta K$ ។

៥.៣.អានុភាព

អានុភាព ជាផលធៀបរវាងកម្មន្ត(ឬថាពល)និងរយៈពេល។

$$\text{អានុភាព}=\frac{\text{កម្មន្ត}}{\text{រយៈពេលចរ}} \qquad \text{នោះ}\; P=\frac{W}{t}$$

ដែល W : កម្មន្តនៃកម្លាំងថេរ (J)

t : រយៈពេលអង្គធាតុផ្លាស់ទី (s)

P : អានុភាពរបស់អង្គធាតុគិតជាវ៉ាត់ (W)

អានុភាពមធ្យម ជាផលធៀបនៃបម្រែបម្រួលថាមពល និងបម្រែបម្រួលរយៈពេល។

$$\overline{P}=\frac{\Delta W}{\Delta t}$$

ដោយកម្លាំងនោះហើយវាមានបម្រែបម្រួលចម្ងាយ(បំលាស់ទី) នោះបម្រែបម្រួលកម្មន្តសរសេរ

$$\Delta W=F\Delta x$$

សមមូល

$$\overline{P}=\frac{F\Delta x}{\Delta t}$$

ម្យ៉ាងទៀត $\Delta x/\Delta t=v$ នាំឲ្យអានុភាពមធ្យម

$$\overline{P}=F\,v$$

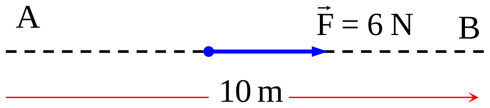
សំគាល់

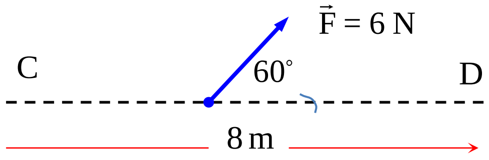
☞ អានុភាពខណៈ P នៃកម្លាំងមួយស្មើនឹងផលគុណស្កាលែនៃកម្លាំង $\vec{F}$ និងវ៉ិចទ័រល្បឿន ខណៈ $\vec{v}$ នៅខណៈនោះ។

☞ បើ $\vec{v}$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿនមធ្យម នោះគេបាន P អានុភាពមធ្យម។

☞ បើ $\vec{v}$ ជាវ៉ិចទ័រល្បឿនខណៈ នោះគេបាន P អានុភាពខណៈ។

ឧទាហរណ៍៖រូបនីមួយៗខាងក្រោមបង្ហាញពីបំលាស់ទីរបស់ភាគល្អិតមួយដែលផ្លាស់ទីតាមបណ្ដោយខ្សែចម្លងត្រង់មួយក្រោមអំពើនៃកម្លាំងថេរ។ ក្នុងករណីនីមួយៗ ភាគល្អិតផ្លាស់ទីតាមប្រវែងខ្សែអស់រយៈពេល 5 s។ គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំង និងអានុភាពរបស់វា។

(ក)


(ខ)


៥.៤.ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល

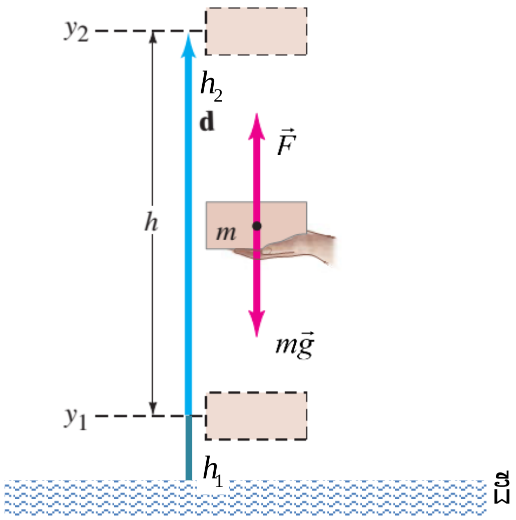
ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលជាថាមពលមួយដែលអាស្រ័យនឹងកម្ពស់ឬស្ថានភាពរបស់វត្ថុ។

$$U = mgh$$

ដែល m ម៉ាសរបស់អង្គធាតុ (kg)

g សំទុះទំនាញដី (m/s²)

h កម្ពស់អង្គធាតុ (m)



រូប៣.៧

<u>បម្រែបម្រួលថាមពលប៉ូតង់ស្យែល</u>

ពេលយើងផ្លាស់ទីអង្គធាតុពីកម្ពស់មួយទៅកម្ពស់មួយទៀត នោះវាមានបម្រែបម្រួលថាមពលប៉ូតង់ស្យែល។

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

ដោយ $U_1 = mgh_1$ និង $U_2 = mgh_2$

$$\Delta U = mgh_2 - mgh_1$$

ឬ $$\Delta U = mg(h_2 - h_1)$$

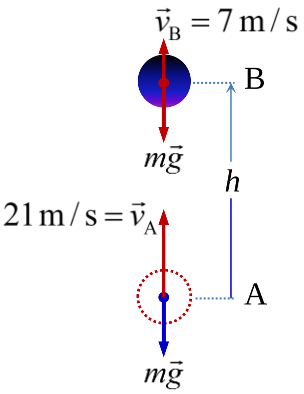
ឬ $$\Delta U = mgh$$

ដែល U_1 : ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៅទីតាំងដើម (J)

U_2 : ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៅទីតាំងចុងក្រោយ (J)

ΔU : បម្រែបម្រួលថាមពលស៊ីនេទិច (J)

លំហាត់៖ ចំនុច A នៅខាងក្រោមចំនុច B។ អង្គធាតុមួយមានម៉ាស 0.10 kg បាញ់ចេញពីចំនុច A ទៅចំនុច B ឡើងលើត្រង់ដោយល្បឿន 21 m/s ហើយពេលទៅដល់ចំនុច B វាមានល្បឿន 7 m/s។ ចូរគណនា (ក)បម្រែបម្រួលថាមពលស៊ីនេទិចពី A ទៅ B (ខ)កម្ពស់ពេលឡើងដល់ B (គ)ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលត្រង់ B។ គេឲ្យសំទុះទំនាញដី $g = 9.80\,\mathrm{m/s^2}$ ។



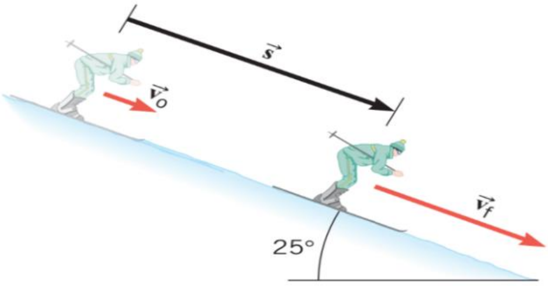
សំនួរនិងលំហាត់

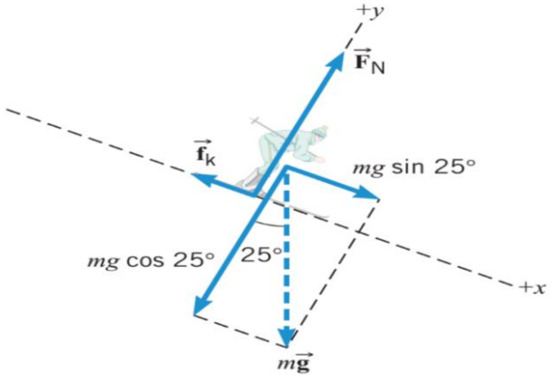
1. ស្ត្រីម្នាក់ទូលល្អីដាក់ចេកពេញ។ គាត់ធ្វើដំណើរសំដៅទៅផ្សារដើម្បីលក់ចេកទាំងនេះ។ តើកម្លាំងដែលគាត់ទូលនេះបានបំពេញកម្មន្តឬទេ ? ព្រោះអ្វី ?
2. ចូរពោលទ្រឹស្ដីបទកម្មន្ត-ថាមពល។
3. បើអេឡិចត្រុងមួយ (ម៉ាស $m_e = 9.11\times10^{-31}\text{kg}$) មានថាមពលស៊ីនេទិច $6.7\times10^{19}\text{J}$ ។ តើអេឡិចត្រុងមានល្បឿនប៉ុន្មាន ?
4. ត្រាក់ទ័រមួយទាញរ៉ឺម៉កដោយកម្លាំងថេរ $15N$ តាមទិសដៅចលនា។ គណនាកម្មន្តនៃកម្លាំងនោះក្នុងទិសដៅបំលាស់ទី $100m$ ។
5. កម្លាំង $55N$ មានអំពើលើអង្គធាតុមួយមានម៉ាស $25kg$ ដែលកំពុងនៅស្ងៀម។ ចូរគណនា
   ក.កម្មន្តនៃកម្លាំងដែលមានអំពើលើអង្គធាតុនោះក្នុងរយៈពេល $3s$។
   ខ.អានុភាពនៅខណៈ $3s$។
6. ដុំថ្មមួយមានម៉ាស $100kg$ ធ្លាក់ពីកម្ពស់ $200m$ ធៀបនឹងផ្ទៃដី។ គណនា
   ក.កម្មន្តនៃទម្ងន់ក្នុងកម្ពស់ $200m$ នេះ
   ខ.គណនាថាមពលស៊ីនេទិចនៅខណៈដែលវាធ្លាក់មកនៅត្រឹមកម្ពស់ $100m$ ។
7. រថយន្តមួយមានម៉ាស $1000kf$ ស្ថិតនៅស្ងៀម។ បន្ទាប់មកវាផ្លាស់ទីក្រោមអំពើនៃកម្លាំងផ្ទួប $\vec{F}$ ដែលមានទិសដៅស្របនឹងគន្លងនិងផ្លាស់ទីបានចម្ងាយ $1000m$ ក្នុងរយៈពេល $32s$។
   ក.កំណត់សំទុះរថយន្ត បើសន្មតថាសំទុះថេរ។
   ខ.គណនាល្បឿនរថយន្តនៅខណៈដែលរថយន្តផ្លាស់ទីបាន $1000m$។
   គ.រកថាមពលស៊ីនេទិចនៃរថយន្តនៅខណៈ $32s$ នេះ និងគណនាកម្លាំងផ្ទួបដែលមានអំពើលើរថយន្តនេះ។(ឃ)គណនាអានុភាពនៃកម្លាំងនេះនៅខណៈ $10s$។
8. ប្លង់ទេរមួយមានមុំ $\tan^{-1}(3/4)$ ធៀបនឹងទិសដេក។ អង្គធាតុមួយមានម៉ាស $50kg$ រអិលចុះពីប្លង់ទេរពីនៅស្ងៀតបានចម្ងាយ $5m$ ។ ចូរគណនាថាមពលស៊ីនេទិចនៅខណៈចុងក្រោយ។
9. ចូរគណនាការកើនឡើងនៃថាមពលស៊ីនេទិចពេល
   ក.រថយន្តមានម៉ាស 1 តោន កើនល្បឿនពី $5m/s$ ទៅ $6m/s$។
   ខ.អង្គធាតុមួយមានម៉ាស $5g$ កើនល្បឿនពី $200m/s$ ទៅ $300m/s$។
10. ចូរគណនាថាមពលស៊ីនេទិចបាត់នៅពេល
    ក.អង្គធាតុមានម៉ាស $2kg$ មានល្បឿនថយចុះពី $2m/s$ ទៅ $1m/s$។
    ខ.រថយន្តមានម៉ាស $800kg$ មានល្បឿនថយចុះពី $18m/s$ទៅឈប់។
11. អង្គធាតុមួយមានម៉ាស $2kg$ ហើយលែងពីនៅស្ងៀម។ អង្គធាតុធ្លាក់ក្រោមអំពើនៃកម្លាំងទំនាញដី ចូរគណនាល្បឿនចុងក្រោយរបស់វានៅចម្ងាយ $10m$។
12. A និង B ជាចំនុចពីរស្ថិតតាមអ័ក្សឈរដែល B នៅចម្ងាយ $4m$ ពីលើចំនុច A។ អង្គធាតុ Pមានម៉ាស m ត្រូវបានគេបាញ់តាមទិសឈរដោយល្បឿនដើម $10m/s$។ គណនា

ក.ល្បឿនរបស់អង្គធាតុ P ពេលវាឆ្លងកាត់ចំនុច B។
ខ.ល្បឿនរបស់អង្គធាតុ P ពេលវាឆ្លងកាត់ចំនុច Bម្តងទៀត(ចុះក្រោមវិញ)។
គ.ល្បឿនរបស់អង្គធាតុ P ពេលវាទៅដល់ចំនុចបាញ់ដំបូង។
ឃ.កម្ពស់អតិបរមាដែលអង្គធាតុ P ឡើងដល់។

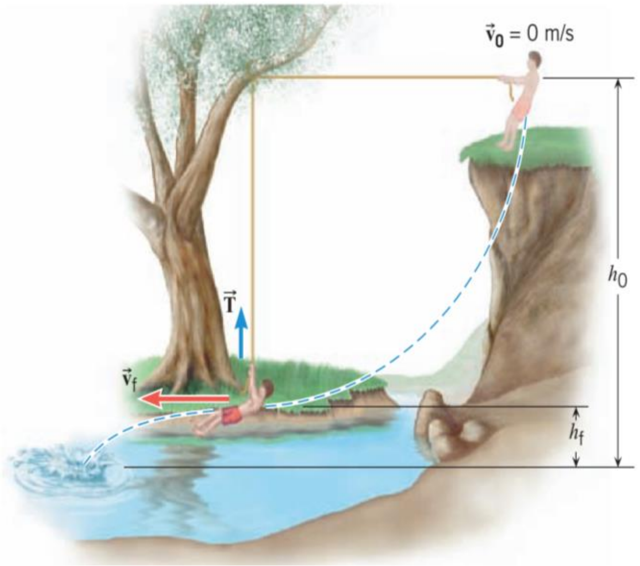
13. រថយន្តមួយមានម៉ាស $1000kg$ កំពុងបើកបរផ្ទុយពីកម្លាំងកកិតដែលមានតម្លៃ $200N$។ ម៉ាស៊ីនធ្វើកម្មន្តថេរ $8kW$ ចូរគណនា
ក.សំទុះរថយនពេលវាមានល្បឿន $5m/s$
ខ.សំទុះរថយន្តពេលវាមានល្បឿន $10m/s$
គ.ល្បឿនអតិបរមារបស់រថយន្ត

14. អ្នកជិះស្គី $58kg$ ចុះជំរាលមួយដែលមានមុំ $25°$ ។ នៅជិតកំពូលនៃជំរាលល្បឿនរបស់នាងគឺ $3.6m/s$ ។ នាងស្ទុះចុះតាមជំរាលព្រោះតែកំលាំងទំនាញដី ទោះបីជាមានកំលាំងកកិតស៊ីនេទិច $71N$ ផ្ទុយពីនាងក៏ដោយ។ បើកម្លាំងកកិតនៃខ្យល់មិនគិត ចូរកំនត់ល្បឿនពេលចុះបាន $57m$ ។



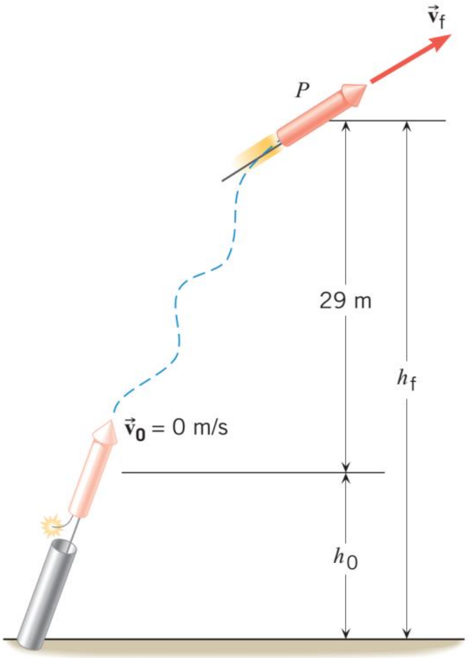


15. ខ្សែព្យួរមួយចងជាប់នឹងមែកឈើ។ ខ្សែព្យួរនេះត្រូវបានគេប្រើសំរាប់យោលជាទោង(ចាប់ផ្តើមពីនៅស្ងៀម)ទៅខាងលើទឹក។ មានតែកម្លាំងពីរទេដែលមានអំពើលើគាត់កំឡុងពេលផ្លាស់ទីចុះគឺតំណឹងខ្សែ $\vec{T}$ និងទម្ងន់របស់គាត់។ កម្ពស់ដើមរបស់គាត់ h_0 និងកម្ពស់ចុងក្រោយ h_f ត្រូវបានដឹង។ តើយើងអាចប្រើគោលការណ៍រក្សាថាមពលមេកានិចដើម្បីរកល្បឿនចុងក្រោយ v_f របស់គាត់នៅត្រង់ចំនុចមួយដែលគាត់ទៅដល់បានដែរឬទេ។ ចូរស្រាយបញ្ជាក់។



16. The Kingda Ka ជាកន្លែងជិះរទេះភ្លើងដ៏ធំមួយដូចរូបខាងស្តាំ។ ទីតាំងនេះស្ថិតនៅ Jackson Township, New Jersey ដែលអ្នកជិះចុះបានកម្ពស់ $127m$ ។ សន្មតថារទេះភ្លើងអាកាសនេះមានល្បឿន $6m/s$ នៅត្រង់កំពូលចំណោត។ សន្មតរទេះអាកាសនេះមានល្បឿនដើម $6m/s$ នៅកំពូលនៃចំណោត។ យើងមិនគិតកម្លាំងកកិតរវាងរទេះនិងផ្លូវនិងកំលាំងកកិតនៃខ្យល់។ គណនាល្បឿនពេលធ្លាក់ដល់ចំនុចទាបបំផុត។

17. រ៉ុកកែតក្នុងកាំជ្រួចបានបាញ់ពីនៅស្ងៀមតាមគន្លងប្រែប្រួលទៅចំនុច P។ ចំនុច P នៅកម្ពស់ $29m$ពីលើចំនុចចាប់ផ្តើម។ ក្នុងដំណើរការបាញ់នេះ កម្មន្ត $425J$ មានលើរ៉ុកកែតដោយកម្លាំងមិនរក្សាដែលបង្កើតដោយការរុញនៃចំហេះ។ មិនគិតកម្លាំងកកិតនិងម៉ាសថយចុះអាស្រ័យដោយការរុញច្រាននៃចំហេះ។ គណនាល្បឿន v_f នៃរ៉ុកកែតនៅត្រង់ P ។

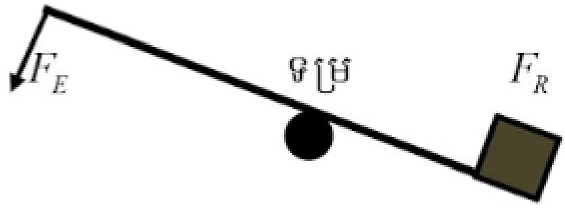


មេរៀនទី៦៖ម៉ាស៊ីនងាយ

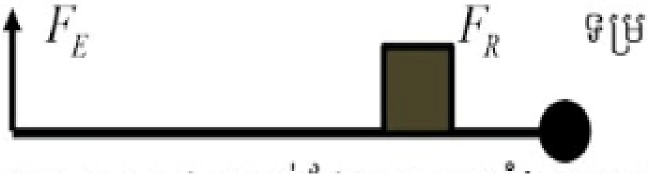
៦.១.ឃ្នាស់

ឃ្នាស់គឺជាអង្គធាតុរឹងមាំ ចល័តជុំវិញចំណុចនឹងមួយដែលហៅថាចំណុចទម្រ ឬអ័ក្សទម្រ។ គេចែកឃ្នាស់ជាបីប្រភេទគឺ៖

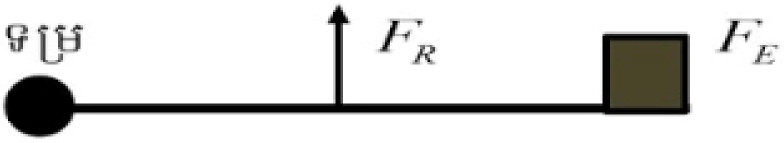
- ឃ្នាស់ទម្រកណ្ដាល៖ជាឃ្នាស់មានទម្រនៅចន្លោះកម្លាំងចលករ(F_E)និងកម្លាំងទប់(F_R)។



- ឃ្នាស់ទំនប់កណ្ដាល៖ជាឃ្នាស់មានកម្លាំងទប់(F_R)នៅចន្លោះកម្លាំងចលករ(F_E)និងទម្រ។



- ឃ្នាស់ចលករកណ្ដាល៖ជាឃ្នាស់មានកម្លាំងចលករ(F_E)នៅចន្លោះទម្រនិងកម្លាំងទប់(F_R)



៦.១.១.គោលការណ៍កម្មន្តនៃឃ្នាស់

គ្មានឃ្នាស់ឯណាចំណេញ ឬខាតកម្មន្តទេវាគ្រាន់តែចំណេញកម្លាំងខាតបំលាស់ទី បើខាតកម្លាំងចំណេញបំលាស់ទី។

គេកំណត់សរសេរ $W_E = W_R$

៦.១.២.គោលការណ៍ម៉ូម៉ង់នៃឃ្នាស់

ម៉ូម៉ងចលករ (M_E) ស្មើនឹងម៉ូម៉ង់ទប់(M_R)។

គេកំណត់សរសេរ $M_E = M_R$

៦.១.៣.ផលមេកានិចនៃឃ្នាស់(MA)

តាមគោលការណ៍ម៉ូម៉ង់ $M_E = M_R$

គេបាន $F_E \times d_E = F_R \times d_R$

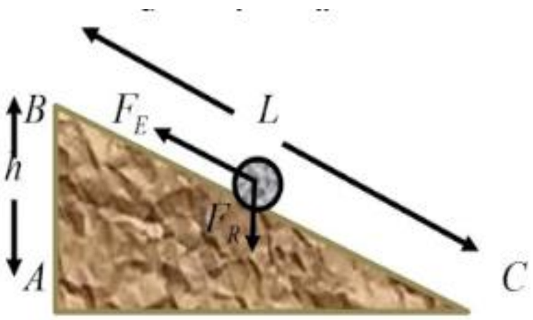
សមមូល $\frac{F_R}{F_E} = \frac{d_E}{d_R}$

រូបមន្តផលមេកានិចនៃឃ្នាស់មានពីរគឺ $MA=\frac{F_R}{F_E}$ និង $MA=\frac{d_E}{d_R}$ ។

-ប្រភេទឃ្នាស់ទី១ និងទី២កម្លាំងចលករធំជាងកម្លាំងទប់ ($F_E > F_R$)

-ចំណែកប្រភេទឃ្នាស់ទី៣កម្លាំងទប់ធំជាងកម្លាំងចលករ ($F_R > F_E$)

៦.២.ប្លង់ទេរ



ប្លង់ទេរគឺជាផ្ទៃរាបស្មើដែលភ្ជាប់ពីទីទាបទៅទីខ្ពស់។

ប្លង់ទេរប្រវែង L ឡើងបានកម្ពស់ h និងមិនគិតកកិតគេបាន៖

-កម្មន្តចលករៈ $W_E=F_EL$

-កម្មន្តទប់ៈ $W_R=F_Rh$

តាមគោលការណ៍រក្សាកម្មន្ត យើងបានៈ $W_E=W_R$

សមមូលៈ $F_EL=F_Rh$

+ផលមេកានិចនៃប្លង់ទេរ៖

គឺជាផលធៀបរវាងកម្លាំងទប់(F_R)និងកម្លាំងចលករ(F_E)។

គេកំណត់សរសេរៈ $MA=\frac{F_R}{F_E}$

តាមគោលការណ៍រក្សាកម្មន្ត $F_EL=F_Rh$

សមមូល $\frac{F_E}{F_R}=\frac{L}{h}$ គេបានៈ $MA=\frac{L}{h}$

យើងអាចឲ្យនិយមន័យម្យ៉ាងទៀតថាជាផលធៀបរវាងប្រវែងប្លង់ទេរ L និងកម្ពស់ h ។

-បើប្លង់ទេរកាន់តែវែង កម្លាំងចលករដែលធ្វើឲ្យវត្ថុផ្លាស់ទីតាមប្លង់ទេរកាន់តែតូច។

-ដើម្បីចំណេញកម្លាំងចលករលុះត្រាតែ ($L>h$)។

គោលការណ៍រក្សាកម្មន្តៈ បើចំណេញកម្លាំងខាតបំលាស់ទី បើខាតកម្លាំងគេចំណេញបំលាស់ទី។

៦.៣.កង់យោង នឹងស្តី

៦.៣.១.ការបញ្ជូនចលនាតាមខ្សែពាន

យើងសង្កេតឃើញមានការបញ្ជូនចលនាពីកង់យោងមួយទៅកង់យោងមួយទៀតតាមរយៈខ្សែពាន។

r_0 គឺជាកាំនៃអ័ក្ស, R_E គឺជាកាំនៃកង់ចលករ A , R_R គឺជាកាំនៃកង់ទប់ B , F_R កម្លាំងទប់, និង F_E កម្លាំងចលករ។ ប្រសិនបើយើងសិក្សាកង់យោង A និង B វិលជុំដោយល្បឿនថេរ ឬមិនវិល(ស្មើគ្នា) ផលបូកម៉ូម៉ង់នៃកង់ចលករ A និងម៉ូម៉ងនៃកង់ទប់ B ស្មើនឹង 0 (លក្ខខណ្ឌលំនឹង)។

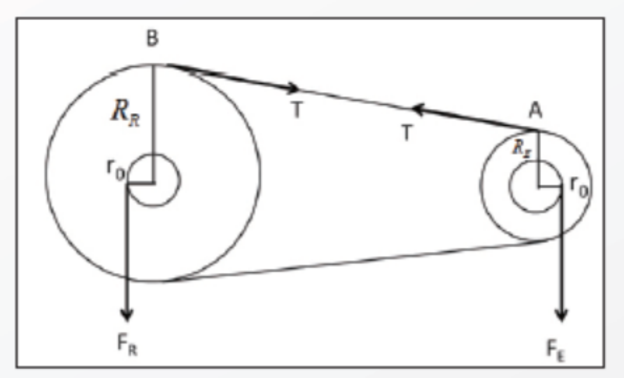
ដូចនេះ

កង់ $A: T\times R_E - F_B\times r_0 = 0$ (1)

កង់ $B: F_R\times r_0 - T\times R_R = 0$ (2)

ពីសមីការ(1) $T\times R_E = F_B\times r_0$

បន្ទាប់មកគេបាន $T=\frac{F_E\times r_0}{R_E}$ ហើយជំនួសក្នុង(2)



$$F_R\times r_0 - \frac{F_E\times r_0}{R_E}\times R_R = 0$$

$$F_R\times r_0 = \frac{F_E\times r_0}{R_E}\times R_R$$

$$F_R = \frac{R_R}{R_E}\times F_E \quad (3)$$

$$F_E = \frac{R_E}{R_R}\times F_R \quad (4)$$

និយមន័យនៃផលមេកានិច $MA=\frac{F_R}{F_E}$ ។

ជំនួសសមីការ(3)និង(4)ក្នុង MA បន្ទាប់មកគេបានផលមេកានិច $MA=\frac{\frac{R_R}{R_E}\times F_E}{F_E}=\frac{R_R}{R_E}\Rightarrow MA=\frac{R_R}{R_E}$ ពីសមីការ(3)និង(4)យើងអាចនិយាយបានថាកម្លាំងចលករតូចជាងកម្លាំងទប់។

ឧទាហរណ៍: ថាសឈ្នាន់កង់មួយមានធ្មេញ 48 និងលីបមានធ្មេញ 16 ។

ក.គណនាផលមេកានិចនៃស្ពឺ

ខ.បើគេធាក់ឈ្នាន់កង់វិលបាន 20 ជុំ តើលីបវិលបានប៉ុន្មានជុំ?

គ.បើក្មេងប្រុសជិះកង់ដោយប្រើកម្លាំង $1000N$ គណនាកម្លាំងទប់

៦.៣.២.ការបញ្ជូនចលនាតាមស្ពឺ

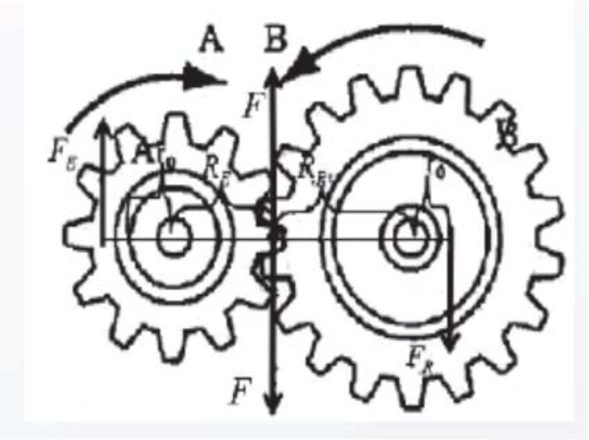
ប្រសិនបើអ្នកសង្កេតមើលផ្នែកខាងក្នុងនៃទ្រនិចនាឡិកាដៃ(មេកានិច) អ្នកនឹងឃើញកង់ដែលមានធ្មេញហៅថាស្ពឺ។ ស្ពឺធ្វើឲ្យទ្រនិចម៉ោង នាទី វិនាទី ដើរដោយល្បឿនខុសៗគ្នា។

ស្ពឺក៏មានក្នុងទោចក្រយាន ទោចក្រយានយន្ត.........ផងដែរ។ ចំពោះទោចក្រយាន(កង់)ថាសស្ពឺបញ្ជូនចលនាទៅលីបស្ពឺតាមច្រវ៉ាក់។

ស្ពី A និងស្ពី B មានអង្កត់ផ្ចិតនិងចំនួនធ្មេញស្មើគ្នា។ ប្រសិនបើស្ពី វិលបានមួយជុំតាមទិសដៅទ្រនិចនាឡិកា នោះស្ពីក៏វិលបានមួយជុំដែរ ប៉ុន្តែតាមទិសដៅផ្ទុយ។

ស្ពី $A: F_B \times r_0 = F \times R_E$ (1)

ស្ពី $B: F_R \times r_0 = F \times R_R$ (2)



ពីសមីការ(1) $F = \frac{r_0}{R_E} \times F_E$

យក F ជំនួសក្នុង(2) គេបាន

$$F_R \times r_0 = \frac{r_0}{R_E} \times F_E \times R_R$$

$$F_R = \frac{R_R}{R_E} \times F_E \qquad (3)$$

បើយើងតាងចំនួនធ្មេញនៃស្ពីចលករ A និងស្ពីទប់ B ដោយ N_E និង N_R រៀងគ្នា ពីព្រោះចម្ងាយពីធ្មេញមួយទៅធ្មេញមួយទៀតមានតម្លៃស្មើគ្នា។

$$\frac{2\pi R_E}{N_E} = \frac{2\pi R_R}{N_R} \Rightarrow \frac{R_R}{R_E} = \frac{N_R}{N_E}$$

ពីរូបមន្ត $MA = \frac{F_R}{F_E}$ យើងជំនួសសមីការ(3)ក្នុងរូបមន្តនេះ

$$MA = \frac{F_R}{F_E} = \frac{\frac{R_R}{R_E} \times F_E}{F_E} = \frac{R_R}{R_E} = \frac{N_R}{N_E}$$

$$MA = \frac{N_R}{N_E}$$

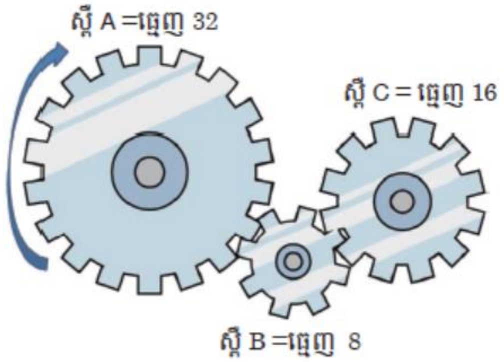
បើយើងតាងចំនួនធ្មេញនៃស្ពីចលករ A និងស្ពីទប់ B ដោយ n_E និង n_R រៀងគ្នា ពីព្រោះបរិមាត្រនៃរង្វិលរបស់ស្ពី A និងស្ពី B មានតម្លៃស្មើគ្នា។

$$2\pi R_R \times n_R = 2\pi R_E \times n_E$$

$$\frac{R_R}{R_E} = \frac{n_E}{n_R}$$

$$MA = \frac{F_R}{F_E} = \frac{R_R}{R_E} = \frac{N_E}{N_R} = \frac{n_E}{n_R}$$

ឧទាហរណ៍:គេមានស្ពឺបី A, B និង C ដូចរូបខាងក្រោម។



ក.គូសជ្យាក្រោមដើម្បីបង្ហាញពីទិសរង្វិលនៃស្ពឺ B និង C កាលណាស្ពឺ A វិលតាមទិសដៅដូចរូប

ខ.គណនាចំនួនជុំក្នុងមួយវិនាទីនៃស្ពឺ B និង C បើស្ពឺ A វិលដោយ 20 ជុំក្នុងមួយវិនាទី។

៦.៤.រ៉ក និងត្រីយ

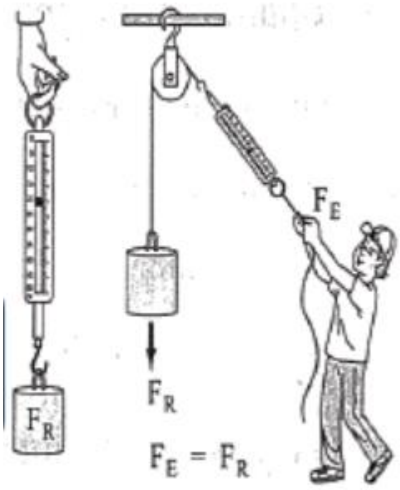
៦.៤.១.រ៉ក

រ៉កជាកង់ម្យ៉ាងដែលធ្វើអំពីឈើ ឬដែក និងមានចង្អូរព័ទ្ធជុំវិញ។ ចង្អូរនេះសម្រាប់ដាក់ខ្សែឬខ្សែកាប។ កង់នេះចល័តដោយសេរីជុំវិញអ័ក្សមួយដែលកាត់តាមផ្ចិតរបស់វា។

៦.៤.១.១.រ៉កនឹង

ដើម្បីលើកបន្ទុកឡើងលើ គេប្រើរ៉កមួយ។ រ៉កនេះត្រូវបានគេចង់ភ្ជាប់ទៅនឹងចំណុចនឹងមួយ។

ក្នុងការប្រើរ៉កនឹង អាំងតង់ស៊ីតេកម្លាំងចលករស្មើនឹងអាំងតង់ស៊ីតេនៃបន្ទុក



គេអាចសរសេរ $F_E = F_R$

បើគេទាញខ្សែរ៉កបានប្រវែង $AA' = d$ ទម្ងន់ $\vec{P}$ ក៏ផ្លាស់ទីបានប្រវែង d ដូចគ្នាដែរ។

គេគណនាកម្មន្តទាំងពីរ គឺកម្មន្តចលករ និងកម្មន្តទប់ គេបាន:

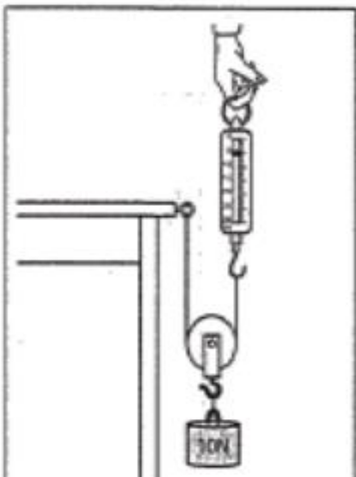
កម្មន្តចលករនៃកម្លាំង $F : W_E = F_E \times d$

កម្មន្តចលករនៃកម្លាំង $P : W_R = F_R \times d$

ដោយ $F_E = F_R \Rightarrow W_R = W_F$

គេសន្និដ្ឋានថា ចំពោះការប្រើរ៉កនឹងមួយដែលមានចលនាយឺតហើយគ្មានកកិត គេបានកម្មន្តចលករនឹងកម្មន្តទប់។

៦.៤.១.២.រ៉កចល័ត



គេក៏អាចប្រើរ៉កចល័តមួយ ដើម្បីផ្លាស់ទីទៅលើបានដែរ។ គេចងចុងខ្សែម្ខាងនៃរ៉កនេះជាប់នៅនឹងមួយកន្លែង ហើយគេទាញចុងម្ខាងទៀតនៃខ្សែដែលយោងបន្ទុកមួយព្យួរនឹងរ៉កឡើងត្រង់ទៅ

លើយ៉ាងណាឲ្យកន្ទុយខ្សែទាំងពីរនៅសងខាងរ៉កស្របគ្នា។

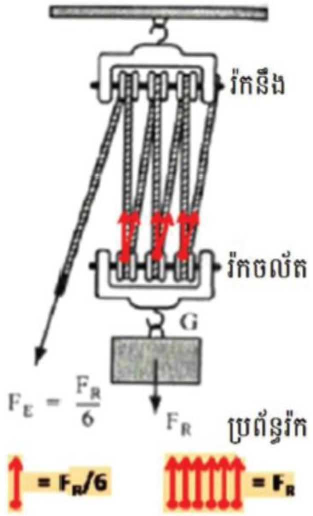
ដូចនេះគេបញ្ចេញកម្លាំងចលករស្មើតែពាក់កណ្តាលនៃទម្ងន់បន្ទុកប៉ុណ្ណោះ ដើម្បីទប់បន្ទុកកុំឲ្យវាធ្លាក់ចុះទៅវិញ។ ក្នុងការប្រើរ៉កចល័តមួយ បន្ទុកនិងរ៉កផ្លាស់ទីតាមទិសដៅកម្លាំងចលករហើយកម្លាំងចលករស្មើពាក់កណ្តាលនៃបន្ទុក $F_E = \frac{F_R}{2}$ ។

បើគេលើកបន្ទុក មួយឲ្យផ្លាស់ទីបានកម្ពស់ នោះគេត្រូវទាញខ្សែត្រង់ទៅលើប្រវែង។

គេគណនាកម្មន្តទាំងពីរគឺ

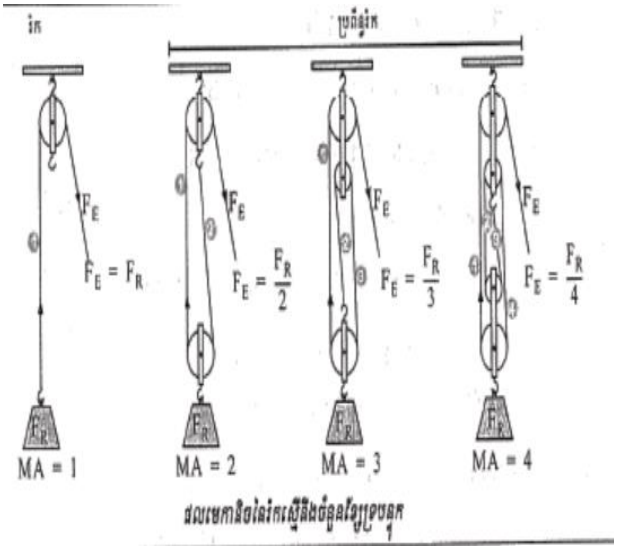
កម្មន្តចលករនៃកម្លាំង $F : W_F = F_E \times 2h = \frac{F_R}{2} \times 2h = F_R \times h$

កម្មន្តទប់នៃកម្លាំង $P : W_R = F_R \times h$ ដោយ $F_E = \frac{F_R}{2} \Rightarrow W_F = \frac{W_R}{2}$



គេសន្និដ្ឋានថា ចំពោះការប្រើរ៉កចល័តមួយដែលមានចលនាយឺតហើយគ្មានកកិត គេបានកម្មន្តចលករស្មើតែពាក់កណ្តាលនៃកម្លាំងទប់ឬបន្ទុកប៉ុណ្ណោះ។

ក្នុងការលើកដាក់វត្ថុធ្ងន់ គេប្រើប្រព័ន្ធរ៉កដែលមានរ៉កពីរ ឬច្រើននិងរ៉កចល័តមានចំនួនស្មើគ្នា។ ប្រព័ន្ធរ៉កបែបនេះហៅថាបាឡង់ឬកៅឡាក់។ ប្រសិនបើគេប្រើបាឡង់ដែលមានរ៉កនឹងបី និងរ៉កចល័តបី នោះកម្លាំងចលករដែលត្រូវបញ្ចេញដើម្បីលើកបន្ទុកគឺសឹងតែស្មើ $\frac{1}{6}$ នៃទម្ងន់បន្ទុកប៉ុណ្ណោះ។



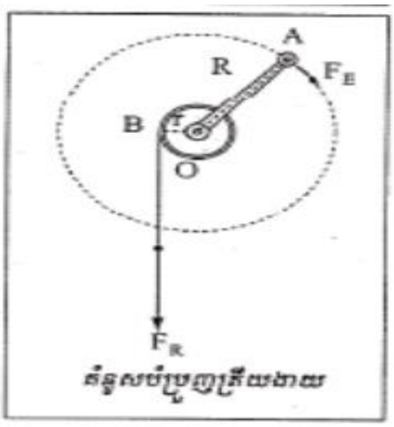
៦.៤.១.៣.ផលមេកានិចនៃរ៉ក

ផលមេកានិចនៃរ៉កក៏ដូចផលមេកានិចនៃឃ្នាស់ដែរគឺ $MA = \frac{F_R}{F_E}$ ។

យើងប្រើរូបមន្តនេះក្នុងករណីដែលកកិតនិងម៉ាសរ៉កមិនបាច់គិតឬអាចចោលបាន។

៦.៤.២.ត្រីយ

ឧបមាកម្លាំងចលករ F_E ដែលចាប់ត្រង់ A នៃដងដៃរវៃមានអាំងតង់ស៊ីតេថេរ ហើយទោះជាដងស្ថិតនៅស្ថានភាពណាក៏ដោយក៏កម្លាំង F_E នៅតែប៉ះនឹងរង្វង់គូសដោយកាំ OA ជានិច្ច។ ដូចនេះវាកាត់កែងនិងអ័ក្សរង្វិលនៃត្រើយ ហើយដៃឃ្នាស់របស់វាមានប្រវែង $OA=R$ ។ ម្យ៉ាងទៀតកម្លាំងទប់ F_R នៃបន្ទុកជាកម្លាំងឈរ ដូចនេះវាកាត់កែងនឹងអ័ក្សរង្វិលនៃត្រើយដែរ ហើយដៃឃ្នាស់របស់វាមានប្រវែង $OB=r$ ។



តាមគោលការណ៍ម៉ូម៉ង់ ដើម្បីឲ្យត្រើយមានលំនឹង លុះត្រាតែម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងចលករ F_E ធៀបទៅនឹងអ័ក្សរង្វិលរបស់វាឲ្យវិលទៅតាមទិសដៅម្ខាងស្មើនឹងម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងទប់ F_R ធៀបទៅនឹងអ័ក្សរង្វិលរបស់វាឲ្យវិលតាមទិសដៅផ្ទុយ។

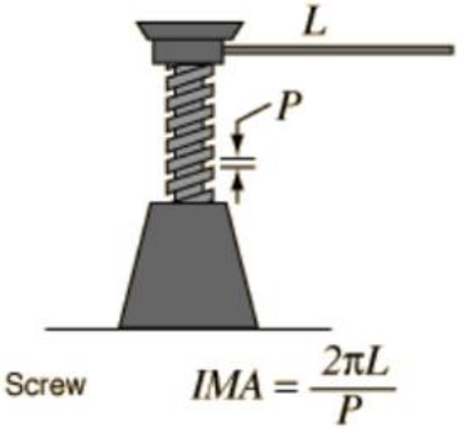
គេសរសេរ $F_E \times R - F_R \times r = 0$ ឬ $F_E = F_R \times \frac{r}{R}$ ។

ផលមេកានិចនៃត្រើយក៏ដូចផលមេកានិចនៃឃ្នាស់ដែរគឺ $MA = \frac{F_R}{F_E}$ ឬ $MA = \frac{R}{r}$

សំគាល់៖យើងប្រើរូបមន្តនេះក្នុងករណីដែលទម្ងន់ដៃរវៃនិងកកិតមិអាចចោលបាន។

៦.៥.ខ្ចៅ

វីសគឺជាប្លង់ទេរដែលមានទំនោររុំព័ទ្ធស៊ីឡាំង។ នៅពេលដែលនៅលើវីសប្លង់ទេរត្រូវបានគេហៅថាស្លឹដែលអាចត្រូវបានគេមើលឃើញនៅក្នុងរូបភាពខាងលើ។ អត្ថប្រយោជន៍មេកានិចនៃវីសកើនឡើងជាមួយនឹងដង់ស៊ីតេនៃស្លឹ។ការគណនាដើម្បីកំណត់ទិន្នផលមេកានិចសម្រាប់វីសពាក់ព័ន្ធនឹងបរិមាត្រក្បាលវីសនិងទទឹងស្លឹ។ដូច្នេះប្រសិនបើបរិមាត្រក្បាលវីសគឺ $3cm$ និងទទឹងខ្សែស្លឹ $0.6cm$ ។ នោះទិន្នផលមេកានិចត្រូវបានគណនាដោយ



៦.៦.ទិន្នផលម៉ាស៊ីនងាយ

៦.៦.១.គោលការណ៍រក្សាកម្មន្ត

-គោលការណ៍រក្សាកម្មន្តៈ គ្មានម៉ាស៊ីនងាយណាមួយដែលធ្វើឲ្យចំណេញកម្មន្តនោះទេ ទោះបីក្នុងលក្ខខណ្ឌណាក៏ដោយ វាបានត្រឹមតែបំពេញកម្មន្តដែលគេផ្តល់ឲ្យវាប៉ុណ្ណោះ។

-ចំពោះម៉ាស៊ីនងាយ: បើគេចំណេញកម្លាំងនោះ គេខាតបំលាស់ទី តែបើគេខាងកម្លាំងនោះគេចំណេញបំលាស់ទីវិញ។

៦.៦.២.ទិន្នផលម៉ាស៊ីនងាយ

ម៉ាស៊ីនងាយបានបញ្ជូនកម្មន្តសរុបដែលយើងបានផ្តល់ឲ្យទៅជាកម្មន្តចលករ និងខាតបង់មួយចំនួនដោយកកិត។

តុល្យភាពកម្មន្ត $W_T = W_E + W_N$

ទិន្នផលម៉ាស៊ីនងាយ $Rd = \frac{W_E}{W_T} = \frac{P_E}{P_T}$

ដោយ $W_E = P_E t, W_T = P_T t$

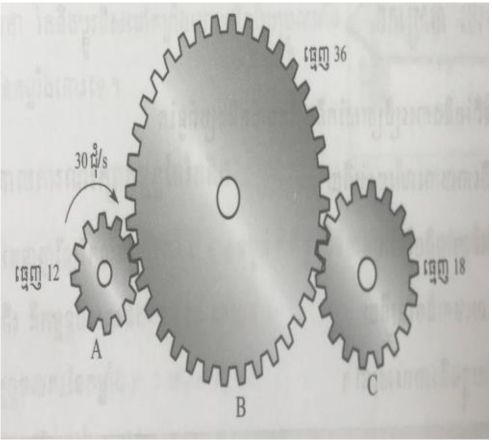
លំហាត់អនុវត្ត

1) តើឃ្នាស់ចែកចេញជាប៉ុន្មានប្រភេទ?អ្វីខ្លះ?

2) ដងថ្លឹងមួយមានប្រវែង$40cm$។នៅចុងសងខាងរបស់វាគេផ្ទុកទម្ងន់$40N$និង$80N$។តើទីតាំងនៃចំនុចទម្រនៅត្រង់ណាដើម្បីឱ្យដងថ្លឹងមានលំនឹងតាមទិសដេក?

3) ផ្លូវចំណោតមួយមានប្រវែង$20m$និងកម្ពស់$4m$។គណនាកម្មន្តដែលគេត្រូវបំពេញដើម្បីទាញវត្ថុមួយទម្ងន់$150N$ឱ្យដល់កំពូលចំណោត។គណនាកម្លាំងដែលត្រូវផ្តល់ដើម្បីបំពេញកម្មន្តនេះ (មិនគិតកម្លាំងកកិត)។

4) គេមានកង់ស្ពឺបី$A; B$និងCដូចរូបខាងក្រោម៖



   a. ចូរគូសព្រួញពីទិសដៅវង្វិលនៃស្ពឺBនិងC កាលណាស្ពឺAវិលតាមទិសដៅដូចរូប។
   b. គណនាចំនួនជុំក្នុងមួយវិនាទីនៃស្ពឺBនិងC បើស្ពឺAវិលបាន30ជុំ។

5) ជាងកាត់ដេរម្នាក់បញ្ចេញកម្លាំង$200N$ដើម្បីបង្វិលកង់យោងឈ្នាន់នៃម៉ាស៊ីនដេរមួយដែលមានកាំ $30cm$។ឯកង់យោងនៅត្រង់ក្បាលម៉ាស៊ីនមានកាំ$10cm$។គណនា៖
   a. កម្លាំងទប់របស់ក្បាលម៉ាស៊ីនដេរ(បើគេមិនគិតកកិតរវាងកង់យោងនិងខ្សែពាន)
   b. ផលមេកានិចនៃកង់យោងនោះ
   c. ម៉ូម៉ង់កម្លាំងនៃកង់ចលករនិងម៉ូម៉ង់កម្លាំងនៃកង់ទប់។

6) គេព្យួរបន្ទុកមួយមានទម្ងន់$200N$នៅលើអង្កត់ផ្ចិតនៃស៊ីឡាំងរបស់ត្រឹមមួយមានប្រវែង$14cm$ និងកាំនៃវង្វង់គូសដោយដៃវរមានប្រវែង$70cm$។គណនា៖
   a. ម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងដែលមានអំពើលើស៊ីឡាំង
   b. កម្លាំងទប់នៅលើដៃវរដើម្បីឱ្យត្រឹមមានលំនឹង។

7) ជាងជួសជុលរថយន្តម្នាក់ប្រើរ៉កមួយដើម្បីលើកម៉ាស៊ីនមួយចេញពីរថយន្ត។ម៉ាស៊ីននោះមានទម្ងន់$500N$ហើយត្រូវលើកក្នុងរយៈកម្ពស់$2m$។ជាងនោះប្រើកម្លាំង$200N$ដើម្បីទាញខ្សែរ៉កចុះក្រោមក្នុងចម្ងាយ$10m$នៅពេលលើកវា។គណនា៖
   a. កម្មន្តក្នុងការលើកម៉ាស៊ីន
   b. កម្មន្តដែលបំពេញដោយជាង
   c. ទិន្នផលនៃរ៉ក

មេរៀនទី៧៖បរិមាណចលនា និងអាំងពុលស្យុង

៧.១.បរិមាណចលនា

បរិមាណចលនានៃចំនុចរូបធាតុនៅខណៈមួយជាផលគុណរវាងម៉ាស mនិងវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}$ នៃចំនុចរូបធាតុនៅខណៈនោះ។

បរិមាណចលនា $\vec{p} = m\vec{v}$

ជាម៉ូឌុល $p = mv$

ដែលpជាបរិមាណចលនាគិត$kg.m/s$; mម៉ាសគិត kg និង v ល្បឿនគិតជា m/s

ឧទាហរណ៍៖ចំនុចរូបធាតុមួយមានម៉ាស $m = 10g$ ផ្លាស់ទីដោយវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}$ ដែលមានតម្លៃ $2m/s$។ គណនាបរិមាណចលនានៃចំនុចរូបធាតុនោះ។

៧.២.បរិមាណចលនា និងអាំពុលស្យុង

បម្រែបម្រួលបរិមាណចលនានៃចំនុចរូបធាតុ

$$\Delta\vec{p} = m\Delta\vec{v} \quad (1)$$

តាមច្បាប់ទី២ញូតុន $\vec{F} = m\vec{a} = m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

ឬ $$\vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v} \quad (2)$$

តាមសមីការ (1);(2)យើងបាន៖

យើងបាន $$\boxed{\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}}$$

ដែល $\Delta\vec{p}$: ហៅថាបម្រែបម្រួលបរិមាណចលនា $kg.m/s$

$\vec{F}\Delta t$: ហៅថាអាំពុលស្យុងនៃកម្លាំងក្រៅទាំងអស់ $N.s$ ឬ $kg.m/s$

សំគាល់៖បម្រែបម្រួលបរិមាណចលនានៃប្រព័ន្ធរូបធាតុ(ឬចំនុចរូបធាតុ)ក្នុងរយៈពេល Δt ស្មើនឹងអាំពុលស្យុងនៃកម្លាំងក្រៅទាំងអស់។

ឧទាហរណ៍៖បន្ទប់យោងមួយមានម៉ាស $500kg$ ផ្លាស់ទីតាមទិសឈរឡើងលើ។ ក្នុងវគ្គនៃចលនាស្ទុះស្មើ វ៉ិចទ័រល្បឿនមានតម្លៃប្រែប្រួលពី 0 ទៅ $3m/s$ ក្នុងរយៈពេល $2s$។

ក.សិក្សាកម្លាំងដែលមានអំពើលើបន្ទប់យោង។

ខ.គណនាបម្រែបម្រួលបរិមាណចលនានៃបន្ទប់យោង។

គ.តើតំណឹងខ្សែកាបមានតម្លៃលើសទម្ងន់ស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

៧.៣.ច្បាប់រក្សាបរិមាណចលនា

ប្រព័ន្ធត្រមោច ចំពោះប្រព័ន្ធមួយបើកម្លាំងផ្ទួប $\vec{F}$ នៃកម្លាំងក្រៅទាំងអស់ ដែលមានអំពើលើប្រព័ន្ធនោះស្មើនឹងសូន្យ ប្រព័ន្ធបែបនេះហៅថាប្រព័ន្ធត្រមោច។

ការរក្សាបរិមាណចលនា៖តាមទ្រឹស្តីបរិមាណចលនានិងអាំពុលស្យុងពីសមីការ

$$\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$$

ហើយកម្លាំងក្រៅមានអំពើលើប្រព័ន្ធ $\vec{F} = 0$ អាចសរសេរ

$$\Delta\vec{p} = \vec{0} \quad (4.6)$$

ដូចនេះគេបានបរិមាណចលនានៃប្រព័ន្ធត្រមោចនៅរក្សាតម្លៃដដែល។

នាំឲ្យ **បរិមាណចលនាមុនទង្គិច = បរិមាណចលនាក្រោយទង្គិច**

$$m\vec{v}_i = m\vec{v}_f \quad (4.7)$$

ជាម៉ូឌុល $$mv_i = mv_f \quad (4.8)$$

នាំឲ្យ $$v_i = v_f \quad (4.9)$$

ឧទាហរណ៍៖ប្រអប់មួយមានម៉ាស 6 kg រអិលលើបន្ទះក្តារដោយល្បឿន 4.0 m/s តាមទិសដៅវិជ្ជមាននៃអ័ក្សដេកហើយកម្លាំងកកិតអាចចោលបាន។ ប្រអប់នោះបែកចេញជាពីរបំណែក បំណែកទី១មានម៉ាស 2 kg និងផ្លាស់ទីតាមទិសដៅវិជ្ជមាននៃអ័ក្សដេកដោយល្បឿន 8 m/s។

(ក) តើបំណែកទី២មានម៉ាសស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

(ខ) កំណត់វ៉ិចទ័រល្បឿននៃបំណែកទី២។

៧.៤.ការទង្គិច

វត្ថុពីរទង្គិចគ្នាកាលណាល្បឿនរបស់វាត្រូវបានកែប្រែយ៉ាងខ្លាំងក្រោយពីមានអាំពុលស្យុងយ៉ាងសំខាន់ក្នុងរយៈពេលយ៉ាងខ្លីដែលវាមកប៉ះគ្នា។

៧.៤.១.ការទង្គិចស្អក់

បរិមាណចលនាមុនទង្គិច=បរិមាណចលនាក្រោយទង្គិច

$$\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$$

ឬ $$m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i} = m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f}$$

ដោយទង្គិចស្អក់ក្រោយពេលទង្គិចអង្គធាតុជាប់គ្នា នោះល្បឿនក្រោយទង្គិចស្មើគ្នា ដូចនេះ

$$\boxed{m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = (m_1 + m_2)v}$$

ដែល m_1, m_2 : ម៉ាសអង្គធាតុគិតជា kg

v_{1i}, v_{2i} : ល្បឿនអង្គធាតុមុនទង្គិចគិត m/s

v : ល្បឿនអង្គធាតុក្រោយទង្គិចគិតជា m/s

ម្យ៉ាងទៀតតាមច្បាប់រក្សាថាមពលស៊ីនេទិច

ថាមពលស៊ីនេទិចមុនទង្គិច=ថាមពលស៊ីនេទិចក្រោយទង្គិច

$$K_{1i}+K_{2i}=K_{1f}+K_{2f}$$

ឬ
$$\frac{1}{2}mv_{1i}^2+\frac{1}{2}mv_{2i}^2=\frac{1}{2}mv_{1f}^2+\frac{1}{2}mv_{2f}^2$$

$$\boxed{mv_{1i}^2+mv_{2i}^2=mv_{1f}^2+mv_{2f}^2=v^2\left(m_1+m_2\right)}$$

ព្រោះក្រោយទង្គិច $v_{1f}=v_{2f}$

ឧទាហរណ៍៖រថយន្តទំនើបមួយមានម៉ាស $1850kg$ កំពុងតែឈប់នៅមុខភ្លើងចរាចរ ស្រាប់តែមានរថយន្តមួយទៀតមានម៉ាស $975kg$មកបុករថយន្តទំនើបនោះពីក្រោយ។ ក្រោយពេលបុក រថយន្តទាំងពីរប្រទាក់ជាប់គ្នា រួចបន្តចលនារួមគ្នាទៅមុខ។ វ៉ិចទ័រល្បឿននៃរថយន្តទី២មុនពេលទង្គិចមានល្បឿន $22m/s$។ តើវ៉ិចទ័រល្បឿនរួមគ្នារវាងរថយន្តទាំងពីរក្រោយពេលទង្គិចស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

៧.៤.២.ទង្គិចខ្ទាត

ថាមពលស៊ីនេទិចមុនទង្គិច=ថាមពលស៊ីនេទិចក្រោយទង្គិច

$$\vec{p}_{1i}+\vec{p}_{2i}=\vec{p}_{1f}+\vec{p}_{2f}$$

ឬ
$$m_1\vec{v}_{1i}+m_2\vec{v}_{2i}=m_1\vec{v}_{1f}+m_2\vec{v}_{2f}$$

ជាម៉ូឌុល
$$\boxed{p_{1i}+p_{2i}=p_{1f}+p_{2f}}$$

ឬ
$$\boxed{m_1v_{1i}+m_2v_{2i}=m_1v_{1f}+m_2v_{2f}}$$

ម្យ៉ាងទៀតតាមច្បាប់រក្សាថាមពលស៊ីនេទិច $K_{1i}+K_{2i}=K_{1f}+K_{2f}$

ដូចនេះ
$$\boxed{\frac{1}{2}mv_{1i}^2+\frac{1}{2}mv_{2i}^2=\frac{1}{2}mv_{1f}^2+\frac{1}{2}mv_{2f}^2}$$

ឧទាហរណ៍៖ឃ្លីពីរធ្វើពីថ្មដុសដែលឃ្លីទី១មានម៉ាសស្មើនឹង 0.015 g ផ្លាស់ទីទៅស្តាំដោយល្បឿន 0.225 m/s ទៅទង្គិចនឹងឃ្លីទី២ដែលមានម៉ាស 0.03 g កំពុងផ្លាស់ទីទៅឆ្វេងដោយល្បឿន 0.18 m/s។ ក្រោយទង្គិច ឃ្លីទាំងពីរខ្ទាតចេញពីគ្នាដែលឃ្លីតូចជាងផ្លាស់ទីទៅខាងឆ្វេងដោយល្បឿន 0.315 m/s។

ក.គណនាវ៉ិចទ័រល្បឿនរបស់ឃ្លីដែលមានម៉ាស 0.03 kg ក្រោយពេលទង្គិច។

ខ.គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបមុនពេលទង្គិច។

គ.គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបក្រោយពេលទង្គិច។

ឃ.ប្រៀបធៀបថាមពលស៊ីនេទិចសរុបមុនពេលទង្គិចនិងក្រោយពេលទង្គិច។

៧.៥.ដំណោលនៃកាំជ្រួច

៧.៥.១.ទំហាក់ថយនៃកាំភ្លើង

បរិមាណចលនាមុនពេលបាញ់ = បរិមាណចលនាក្រោយពេលបាញ់

យើងបាន $(M+m)\vec{0} = M\vec{v} + m\vec{V}$

ទាញបានល្បឿនធាក់ថយរបស់កាំភ្លើ

$$\vec{v} = -\frac{m}{M}\vec{V}$$

ផលធៀបថាមពស៊ីនេទិចនៃគ្រាប់ និងថាមពលស៊ីនេទិចកាំភ្លើង យើងបាន

$$\frac{k(\text{គ្រាប់})}{k(\text{កាំភើង})} = \frac{\frac{1}{2}mV^2}{\frac{1}{2}Mv^2} = \frac{mV}{Mv} \times \frac{V}{v} = 1 \times \frac{V}{v} = \frac{M}{m}$$

នាំឲ្យ

$$\frac{k(\text{គ្រាប់})}{k(\text{កាំភើង})} = \frac{V}{v} = \frac{M}{m}$$

ព្រោះ $Mv = mV$

ដែល m, M : ម៉ាសគ្រាប់និងម៉ាសកាំភ្លើង (kg)

v : ល្បឿនរបស់គ្រាប់កាំភ្លើង (m/s)

V : ល្បឿនធាក់ថយរបស់កាំភ្លើង (m/s)

ឧទាហរណ៍៖កាំភ្លើងមួយមានម៉ាស M = 4 kg បាញ់គ្រាប់មួយមានម៉ាស m = 15 g ដោយល្បឿន V = 600 m/s។

(ក) រកល្បឿនធាក់ថយរបស់កាំភ្លើង។

(ខ) រកថាមពលស៊ីនេទិចរបស់កាំភ្លើងនៅខណៈដែលគេបាញ់គ្រាប់ចេញ។

៧.៥.២.ដំណោលកាំជ្រួច

នៅខណៈ t បរិមាណចលនា

$$p = mv$$

នៅខណៈ $t+\Delta t$ បរិមាណចលនា

$$p' = (m-\Delta m)(v+\Delta v) + \Delta m(v - v_e)$$

ដែល $(m-\Delta m)(v+\Delta v)$: បរិមាណចលនាកាំជ្រួច

$\Delta m(v - v_e)$: បរិមាណចលនារបស់ឧស្ម័ន

តាមគោលការណ៍ច្បាប់រក្សាបរិមាណចលនារបស់ប្រព័ន្ធត្រមោច យើងបាន

$$(m - \Delta m)(v + \Delta v) + \Delta m(v - v_e) = mv$$

$$mv + m\Delta v - v\Delta m - \Delta m\Delta v + v\Delta m - v_e\Delta m = mv$$

ដោយ $\Delta m\Delta v$ មានតំលៃតូចអាចចោលបាន នោះគេបាន

$$m\Delta v - \Delta m v_e \approx 0$$

ឬ $$m\Delta v \approx \Delta m v_e$$

តាង μ ជាម៉ាសឧស្ម័នបាញ់ចេញក្នុងរយៈពេល 1s គេបាន $\mu = \frac{\Delta m}{\Delta t}$

ទាញបាន $$\Delta m = \mu\Delta t$$

ពីទំនាក់ទំនងខាងលើយើងបាន

$$\boxed{\frac{\Delta v}{\Delta t} \approx \frac{\mu v_e}{m}}$$

ឬ $$\boxed{a = \frac{\mu v_e}{m}}$$

ទាញបាន

$$m\frac{\Delta v}{\Delta t} = \mu v_e$$

$$ma = \mu v_e$$

តាមទំនាក់ទំនងគ្រឹះឌីណាមិច $F = ma$ កម្លាំងដំណោលរបស់កាំជ្រួច

យើងបាន $$\boxed{F = \mu v_e}$$

ដែល μ : ម៉ាសឧស្ម័ន kg

v_e : ល្បឿនធាក់ថយរបស់ឧស្ម័ន m/s

F : កម្លាំងដំណោលរបស់កាំជ្រួច N

សំនួរ-លំហាត់

1) ចូរសរសេររូបមន្តបរិមាណចលនារបស់ចំនុចរូបធាតុ (ឬប្រព័ន្ធរូបធាតុ)?

2) តើអាំពុលស្យុង និងបរិមាណចលនាមានទំនាក់ទំនងគ្នាដូចម្តេច?

3) បើល្បឿនចលនារបស់ចំនុចរូបធាតុកើនឡើងពីរដង។

   a. តើបរិមាណចលនារបស់វាប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេចដែរ?

   b. តើថាមពលស៊ីនេទិចរបស់វាប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេចដែរ?

4) វត្ថុពីរទង្គិចគ្នា។ ចូរឆ្លើយនឹងសំនួរខាងក្រោម ព្រមទាំងពន្យល់ហេតុផលផង។

   a. បើអ្នកដឹងតម្លៃបម្រែបម្រួលបរិមាណចលនារបស់វត្ថុមួយ តើអ្នកអាចរកបម្រែបម្រួលបរិមាណចលនារបស់វត្ថុមួយទៀតបានដែរឬទេ?

   b. បើអ្នកដឹងតម្លៃវ៉ិចទ័រល្បឿនដើមនិងវ៉ិចទ័រល្បឿនស្រេចនៃវត្ថុមួយនិងម៉ាសរបស់វត្ថុមួយទៀត តើអ្នកមានពត៌មានគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីគណនាល្បឿនស្រេចរបស់វត្ថុទី២បានឬទេ?

   c. បើអ្នកដឹងម៉ាសនិងតម្លៃវ៉ិចទ័រល្បឿនស្រេចនៃវត្ថុទាំងពីរ តើអ្នកអាចគណនាល្បឿនដើមរបស់វត្ថុទាំងពីរបានឬទេ?

5) តើរថយន្តមួយផ្លាស់ទីដោយវ៉ិចទ័រល្បឿនប៉ុន្មាន? បើគេដឹងម៉ាសនៃរថយន្តនោះគឺ 1210 kg និងមានបរិមាណចលនា $5.6\times10^{4}\text{kg.m/s}$ ។

6) វត្ថុមួយមានម៉ាស 0.50kg កំពុងនៅស្ងៀម។បន្ទាប់មកវត្ថុនោះរងនូវកម្លាំង3Nក្នុងរយៈពេល 1.50 s

   a. គណនាល្បឿននៅខណៈ t= 1.5 s ?

   b. នៅខណៈ t= 1.5 s នោះមានកម្លាំង 4 N មានអំពើលើវត្ថុនោះនិងមានទិសដៅផ្ទុយ ពីកំលាំងទី១ក្នុងរយៈពេល 3 s។ គណនាល្បឿនវត្ថុនៅខណៈ៣សចុងក្រោយនោះ។

7) បាល់ពីរមានម៉ាស 0.5 kg ដូចគ្នា។ បាល់ពណ៌បៃតងផ្លាស់ទីលើប្លង់ដេកដោយល្បឿន 12 m/s ទៅទង្គិចនឹងបាល់ពណ៌ខៀវដែលកំពុងនៅស្ងៀម។ កម្លាំងកកិតរវាងបាល់ និងផ្ទៃប្លង់នោះអាចចោលបាន។ រកវ៉ិចទ័រល្បឿនរបស់បាល់ពណ៌ខៀវក្រោយទង្គិចក្នុងករណីៈ

   a. ក្រោយទង្គិចបាល់បៃតងនៅស្ងៀម?

   b. ក្រោយទង្គិចបាល់ពណ៌បៃតងបន្តដំណើរទៅមុខទៀតដោយល្បឿន 2.40 m/s?

8) រថភ្លើងទី១មានម៉ាស 15000 kg ផ្លាស់ទីលើផ្លូវដែកត្រង់ដេកដោយល្បឿន 7 cm ទៅបុករថភ្លើងទី២ ដែលមានម៉ាសដូចគ្នា និងកំពុងផ្លាស់ទីលើផ្លូវដែកនោះតាមទិសដូចគ្នាដោយល្បឿន 1.5 m/s។ក្រោយពេលបុករថភ្លើងទាំងពីរជាប់គ្នា និងបន្តចលនាទៅមុខទៀត។គណនាល្បឿនរថភ្លើងទាំងពីរក្រោយពេលទង្គិចគ្នា?

9) កីឡាករស្គីទឹកកកម្នាក់មានម៉ាស 56 kg រអិលដោយល្បឿន 4 m/s ទៅជួបនឹងចាប់ដៃជាមួយកីឡាករស្គីម្នាក់ទៀតដែលកំពុងផ្លាស់ទីតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នាដោយល្បឿន 1.2 m/s។ ក្រោយពីចាប់ដៃគ្នាកីឡាករទាំងពីរផ្លាស់ទីរួមគ្នា។ កីឡាករទី២មានម៉ាសដូចកីឡាករទី១ដែរ។

a. គណនាល្បឿនកីឡាករទាំងពីរក្រោយពេលចាប់ដៃគ្នា ?

b. គណនាកំហាតថាមពលស៊ីនេទិចក្រោយពេលចាប់ដៃគ្នា ?

10) ថ្មដុសពីរមានម៉ាសដូចគ្នា 0.015 kg រអិលលើប្លង់ដេក។ ថ្មទី១រអិលទៅខាងស្តាំដោយល្បឿន 22.5 cm/s ទៅទង្គិចនឹងថ្មទី២ដែលរអិលលើប្លង់ដដែលទៅខាង ឆ្វេងដោយល្បឿន 18 cm/s។ បន្ទាប់ពីទង្គិចគ្នាថ្មទី១ផ្លាស់ទីទៅខាងឆ្វេងដោយ ល្បឿន 18 cm/s។

a. រកវ៉ិចទ័រល្បឿនរបស់ថ្មទី២ក្រោយពេលទង្គិច ?

b. ចូរផ្ទៀងផ្ទាត់ចំលើយរបស់អ្នក រួចសន្និដ្ឋានដោយគណនាថាមពលសរុបរបស់ប្រព័ន្ធមុននិងក្រោយពេលទង្គិច ?

11) វត្ថុរឹងមួយមានម៉ាស 10 g រអិលដោយគ្មានកកិតលើប្លង់ដេកក្នុងល្បឿនថេរ 20 cm/s ហើយក៏ទង្គិចនឹងវត្ថុនឹងមួយទៀតដែលមានម៉ាស 30 g កំពុងរអិលតាមទិសដូចគ្នា តែទិសដៅផ្ទុយគ្នាក្នុងល្បឿន 10cm/s។ សន្មតថាក្នុងទង្គិចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបត្រូវបានរក្សា។ រកទិសនិងល្បឿននៃចលនារបស់តវត្ថុ នីមួយៗក្រោយពេលទង្គិច ?

12) គ្រាប់កាំភ្លើងមួយមានម៉ាស 20 g ។ គេបាញ់តាមទិសដេកហើយវាទៅទង្គិចនឹងឧបសគ្គស្ទក់មួយគឺឡាំងដែលមានដីនៅខាងក្នុង។ គ្រាប់ក៏បានចូលទៅក្នុងឡាំងដីនោះតែម្តង។ ឡាំងដីមានម៉ាសសរុប 10 kg ស្ថិតនៅលើរទេះតូចមួយដែលគេមិនគិតម៉ាសហើយអាចរអិលដោយគ្មានកកិតលើប្លង់ដេក។ ក្រោមអំពើនៃការទង្គិចឡាំង ដីនិងរទេះក៏មានចលនាដោយល្បឿន $v_0 = 0.5\,\mathrm{m/s}$ ។ តើគ្រាប់កាំភ្លើងមានល្បឿនស្មើប៉ុន្មាននៅខណៈដែលវាទង្គិចនឹងឡាំងដី ? ក្រោយពីផ្លាស់ទីបានបន្តិចលើប្លង់ដេកឡាំងដីនិងរទេះតូចក៏ឡើងលើប្លង់ទេរមួយដែលមានចំនោទ 2.5% ដោយគ្មានកកិត។ ប្រព័ន្ធក៏ផ្លាស់ទីលើប្លង់ទេរនោះបានចំងាយ X ទើបឈប់។ រកទំនាក់ទំនងរវាងចំងាយ X ម៉ាស M និងល្បឿន v នៃគ្រាប់កាំភ្លើងខណៈទង្គិចឡាំងដី ? គេអោយ $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$ ។

13) ទូររថភ្លើងមួយមានម៉ាស m = 5 តោន។ វាឈប់នឹងលើផ្លូវដេកហើយត្រង់។ ក្បាលរថភ្លើងមួយមានម៉ាស M = 700 តោនប្រានទូររថភ្លើងដោយកម្លាំងដេកហើយថេរ F = 20000 N ។ តើក្នុងរយៈពេលប៉ុន្មានទើបទូរថភ្លើងមានល្បឿន v = 1200 km/h។ គេសន្មតកម្លាំងកកិតអាចចោលបាន។

14) បំពង់កាណុងជាន់ដើមមួយមានម៉ាស 140 តោន ដែលបាញ់គ្រាប់មួយដោយល្បឿនដើម $v_0 = 1400\,\mathrm{m/s}$។ បើគ្រាប់នោះមានម៉ាស 120kg គណនាល្បឿនធាក់ថយនៃកាណុង?

15) តើកម្លាំងធាក់នៃគ្រាប់កាំភ្លើងនៅពេលគេបាញ់ស្មើនឹងប៉ុន្មាន បើគ្រាប់កាំភ្លើងមានម៉ាស 10 g ហើយល្បឿនរបស់គ្រាប់កាំភ្លើងពេលចេញពីកាណុង v = 300 m/s? កាំភ្លើងអាចបាញ់បាន 300 គ្រាប់ក្នុងមួយនាទី។

16) បាល់មួយមានម៉ាស m = 150 g ទៅទង្គិចជញ្ជាំងក្រោមមុំ $\theta = 30^\circ$ រួចខ្ទាតមកវិញដោយគ្មានប្រែប្រួលតម្លៃល្បឿន។ គណនាកម្លាំង F ដែលមានអំពើលើបាល់និងជញ្ជាំង។ ល្បឿនបាល់ 10 m/s រយៈពេលទង្គិច $\Delta t = 0.1\mathrm{s}$។

17) គ្រាប់កាំភ្លើងធំមួយមានម៉ាស m = 20 kg បាញ់តាមខ្សែដេកក្នុងល្បឿន 50 m/s។ គ្រាប់កាំភ្លើងបានទៅទង្គិចនឹងយឿនរថភ្លើងដែលមានផ្ទុកដីខ្សាច់មានម៉ាស M = 10 តោន ហើយបៀមជាប់ក្នុងដីខ្សាច់នោះ? តើខឿនរថភ្លើងមានល្បឿនប៉ុន្មាន?

18) ឃ្លីមួយមានម៉ាស m = 200 g ធ្លាក់តាមខ្សែឈរមកប៉ះនឹងដីដោយល្បឿន v = 5 m/s និងខ្ទាតឡើងលើវិញបានកំពស់h=46cm។ គណនាបម្រែបម្រួលបរិមាណចលនា Δp ស្មើនឹងប៉ុន្មាននៅពេលទង្គិច?

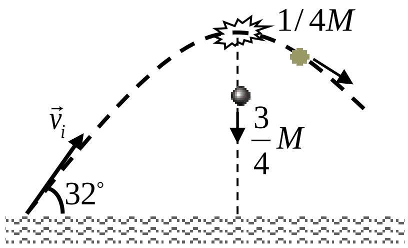
19) កូនបាល់មួយមានម៉ាស 140g បោលដោយល្បឿនដើម $v_i = 39\,\mathrm{m/s}$ ទៅបុកនឹងដំបងវាយកូលបាល់ បន្ទាប់មកវាខ្ទាតចេញពីដំបងដោយល្បឿន $v_f = 39\,\mathrm{m/s}$។

a. គណនាបរិមាណចលនាដែលមានលើបាល់ខណៈដែលវាទៅទង្គិចនឹងដំបង?

b. រយៈទង្គិច Δt រវាងបាល់នឹងដំបងគឺ 12 cm។ តើកម្លាំងមធ្យមដែលមានលើបាល់ស្មើនឹងប៉ុន្មាន**?**

c. តើសំទុះមធ្យមរបស់បាល់ស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

20) គ្រាប់កាំភ្លើងធំមួយទ្រូវបានគេបាញ់ចេញពីកាណុងដែលមានមុំ 32° និងមានល្បឿនដើម 280 m/s ដូចរូប។ នៅត្រង់កម្ពស់អតិបរមាគ្រាប់កាំភ្លើងផ្ទុះខ្ទាតជាពីរ បំណែកដែលមានម៉ាស 1: 3 ហើយម៉ាស $\frac{3}{4}M$ ធ្លាក់ទៅដីនិងបំណែកម៉ាស $\frac{1}{4}M$ មួយផ្លាស់ទីតាមទិសដេក។ គណនាល្បឿនរបស់បំណែកគ្រាប់ ស្រាលមុនពេលបុកដី?



មេរៀនទី៨៖ផ្ចិតម៉ាស

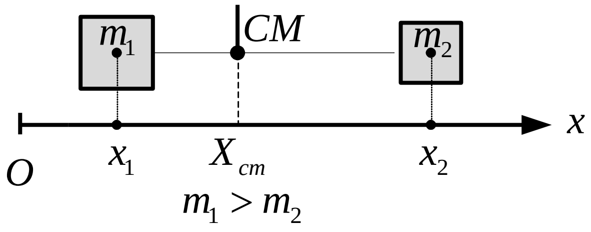
៨.១.ទីតាំងផ្ចិតម៉ាស

ចំពោះប្រព័ន្ធវត្ថុនីមួយៗមានចំណុចពិសេសមួយហៅថា ផ្ចិតម៉ាស។ ហេតុផលដែលគេហៅដូចនេះ ព្រោះក្នុងស្ថានភាពបែបណាក៏ដោយ ប្រព័ន្ធប្រព្រឹត្តទៅហាក់ដូចជាម៉ាសរបស់វាទាំងអស់ទៅផ្តុំត្រង់ផ្ចិតម៉ាសនោះ។ ជាលទ្ធផលប្រព័ន្ធមានលំនឹងនៅត្រង់ផ្ចិតម៉ាសរបស់វា។

ផ្ចិតម៉ាសនៃប្រព័ន្ធម៉ាសមួយ គឺជាចំណុចដែលត្រង់ចំណុចនោះប្រព័ន្ធមានលំនឹងក្នុងដែនទំនាញដីឯកសណ្ឋាន(កំណត់ដោយអក្សរG)។

ដើម្បីធ្វើឲ្យប្រព័ន្ធមានលំនឹង គេត្រូវព្យួរប្រព័ន្ធនេះទៅនឹងខ្សែមួយត្រង់ផ្ចិតម៉ាសរបស់វា។ ដើម្បីងាយយល់យើងពិនិត្យករណីពិសេស បើ $m_1 = m_2$ នោះផ្ចិតម៉ាសស្ថិតត្រង់ចំណុចកណ្តាលរវាងម៉ាសទាំងពីរ។

ជាទូទៅបើម៉ាស m_1 និង m_2 ស្ថិតនៅលើអ័ក្ស $\overrightarrow{ox}$ ដែលទីតាំងវាកំណត់តាមរៀងអាប់ស៊ីស x_1 និង x_2 ទីតាំងនៃផ្ចិតម៉ាស X_{cm} ត្រូវបានឲ្យនិយមន័យដូចខាងក្រោម៖



$$X_{cm} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2}{M}$$

ដែល $M = m_1 + m_2$: ម៉ាសសរុបគិតជា (kg)

x_1, x_2 : ចំងាយពី O ទៅចំនុច m_1, m_2 គិតជា (m)

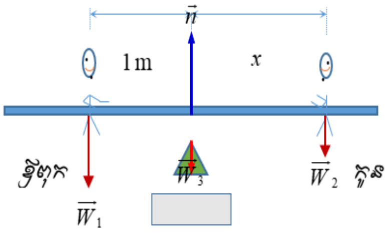
X_{cm} : ចំងាយពីចំនុច O ទៅទីប្រជុំទម្ងន់នៃម៉ាសទាំងពីរ (m)

ទូទៅ
$$X_{cm} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + \ldots + m_nx_n}{m_1 + m_2 + \ldots + m_n} = \frac{\Sigma m_ix_i}{M} \qquad (6.3)$$

$$Y_{cm} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + \ldots + m_ny_n}{m_1 + m_2 + \ldots + m_n} = \frac{\Sigma m_ix_i}{M}$$

ឧទាហរណ៍៖ ដងថ្លឹងមួយធ្វើឡើងពីបន្ទះក្តារស្មើសាច់ដែលមានទម្ងន់ 50 N។ ឪពុកនិងកូនមានទម្ងន់រៀងគ្នា 700 N និង 300 N អង្គុយលើបន្ទះក្តាដូចរូបខាងក្រោម។ បើទម្រស្ថិតនៅក្រោមទីប្រជុំទម្ងន់នៃបន្ទះឈើហើយឪពុកស្ថិតនៅចម្ងាយ 1 m ពីទីប្រជុំទម្ងន់។

ក.ចូរគណនាកម្លាំងប្រតិកម្ម $\vec{n}$ នៃទម្រទៅលើបន្ទះក្តារ។



ខ.ចូរកំនត់ទីតាំងដែលកូនត្រូវអង្គុយដើម្បី

អោយប្រព័ន្ធមានលំនឹង។

៨.២.ល្បឿនផ្ចិតម៉ាស

ដើម្បីមើលឃើញសារៈសំខាន់នៃផ្ចិតម៉ាសនៃការប្រមូលផ្តុំនៃអង្គធាតុយើងត្រូវតែសួរថាតើមានអ្វីកើតឡើងនៅត្រង់ផ្ចិតម៉ាសពេលអង្គធាតុផ្លាស់ទី? វ៉ិចទ័រល្បឿននៃផ្ចិតម៉ាសតាមកំប៉ូសង់តាមអ័ក្ស x និង y គឺជាដេរីវេនៃ X_{cm} និង Y_{cm} ។

$$v_{cm-x} = \frac{m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} + m_3 v_{3x} + ...}{m_1 + m_2 + m_3 + ...}$$

$$v_{cm-y} = \frac{m_1 v_{1y} + m_2 v_{2y} + m_3 v_{3y} + ...}{m_1 + m_2 + m_3 + ...}$$

សមីការនេះស្មើនឹងវ៉ិចទ័រល្បឿនដែលដេរីវេធៀបរយៈពេល

$$\overrightarrow{v_{cm}} = \frac{m_1 \overrightarrow{v_1} + m_2 \overrightarrow{v_2} + m_3 \overrightarrow{v_3} + ...}{m_1 + m_2 + m_3 + ...}$$

បើ $m_1 + m_2 + ... = M$ យើងអាចសរសេរ

៨.៣.សំទុះផ្ចិតម៉ាស

ប្រសិនបើកម្លាំងខាងក្រៅសុទ្ធនៅលើប្រព័ន្ធនៃអង្គធាតុមិនមែនសូន្យ ម៉ូម៉ង់សរុបមិនត្រូវបានរក្សា និងវ៉ិចទ័រល្បឿនផ្ចិតម៉ាសបានផ្លាស់ប្តូរ។

យើងយកវ៉ិចទ័រល្បឿនដែលដេរីវេធៀបរយៈពេល យើងបាន $M\overrightarrow{a_{cm}} = m_1\overrightarrow{a_1} + m_2\overrightarrow{a_2} + m_3\overrightarrow{a_3} + ...$ បើ $m_1\overrightarrow{a_1}$ ស្មើនឹងផលបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងនៃអង្គធាតុទី1 ដូចនេះសមីការខាងលើស្មើនឹងផលបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងទាំងអស់ $\sum \vec{F}$ នៃអង្គធាតុទាំងអស់។ យើងអាចបញ្ជាក់កម្លាំងនីមួយៗទាំងខាងក្នុង ឬខាងក្រៅ។ ផលបូកវ៉ិចទ័រកម្លាំងទាំងអស់នៃអង្គធាតុទាំងអស់ឲ្យដោយសមីការ

$$\sum \vec{F} = \sum \vec{F}_{ext} + \sum \vec{F}_{\text{int}} = M\vec{a}_{cm}$$

តាមច្បាប់ទី3ញូតុន កម្លាំងខាងក្នុងទាំងអស់មិនគិតសម្រាប់កម្លាំងគូរ $\sum \vec{F}_{\text{int}} = 0$ ។

$$\sum \vec{F}_{ext} = M\vec{a}_{cm}$$

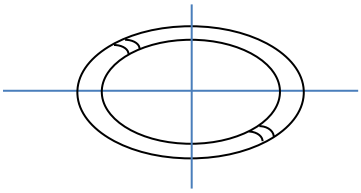
វាមានសារៈសំខាន់មួយសម្រាប់ពិពណ៌នាប្រព័ន្ធចលនានៃអង្គធាតុដោយប្រើ $\vec{a}_{cm} = \dfrac{d\vec{v}_{cm}}{dt}$ សមីការខាងលើអាចសរសេរ $\vec{a}_{cm} = M\dfrac{d\vec{v}_{cm}}{dt} = \dfrac{d(M\vec{v}_{cm})}{dt} = \dfrac{d\vec{P}}{dt}$

បើប្រព័ន្ធមានម៉ាសសរុបថេរ M សមីការខាងលើអាចសរសេរ

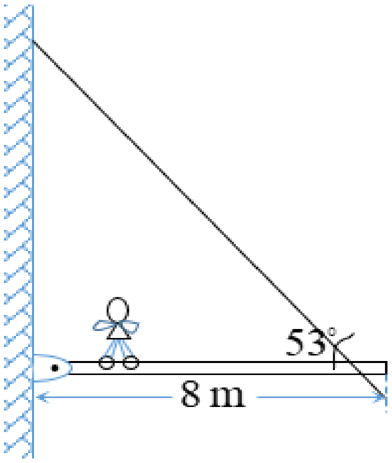
$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

លំហាត់អនុវត្ត

1) ចំនុចវត្ថុមានម៉ាសស្មើគ្នា m ស្ថិតនៅតាមបណ្តោយអ័ក្សអាប់ស៊ីសដែលទីតាំងវាគឺ $x_1 = 1.0\,\mathrm{m}$ $x_2 = 5\,\mathrm{m}$ និង $x_3 = 6\,\mathrm{m}$ ។ ចូររកទីតាំងផ្ចិតម៉ាស។



2) ធ្នឹមស្មើសាច់មួយស្ថិតតាមទិសដេកមានប្រវែង 8 m ហើយមានទម្ងន់ 200 N ត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងជញ្ជាំងដោយត្រចៀកមួយ។ នៅខាងចុងទ្រដោយខ្សែមួយដែលបង្កើតបានមុំ 53° ជាមួយខ្សែដេក។ មនុស្សម្នាក់មានទម្ងន់ 600 N ឈរលើធ្នឹមចម្ងាយ 2 m ពីជញ្ជាំង។ ចូររកតំណឹងខ្សែព្រមទាំងកំណាត់កម្លាំងដែលជញ្ជាំងមានអំពើលើធ្នឹម។



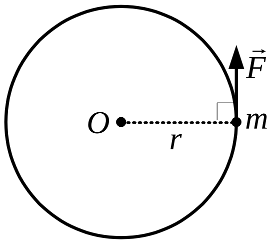
3) ជណ្តើរមួយមានប្រវែង 5 m ផ្អែកទៅលើជញ្ជាំងមួយត្រង់កំពស់ 4 m ពីដីដូចរូប៦.៩។ ជណ្តើរធ្វើពីសារធាតុស្មើសាច់ហើយមានម៉ាស 12 kg។ សន្មត់ថានៅលើជញ្ជាំងគ្មានកម្លាំងកកិតទេ ប៉ុន្តែនៅលើដីមានកម្លាំងកកិត។ គណនាកម្លាំងដែលដីនិងជញ្ជាំងមានអំពើលើជណ្តើរ

មេរៀនទី៩៖ម៉ូម៉ង់

៩.១.ម៉ូម៉ង់និងសំទុះមុំ

តាមទំនាក់ទំនងគ្រឹះឌីណាមិច(ច្បាប់ទី២ញូតុន)

$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$



ដោយម៉ាស m រងតែកំលាំងមួយជាកំលាំងចូលផ្ចិតយើងបាន

$$F = ma$$

ទាញបានសំទុះ $a = \frac{F}{m}$ (1)

ម្យ៉ាងទៀតសំទុះមុំ $\alpha = \frac{a}{r}$ (2)

យកសមីការ (1) ជួសក្នុងសមីការ (2)យើងបាន

ឬ $\alpha = \frac{F}{mr}$ (3)

គុណភាគយកនិងភាគបែងនៃសមីការ (3) នឹង r យើងបាន

$$\alpha = \frac{Fr}{mr^2}$$;ដោយ $Fr = \tau$ នោះ

$$\alpha = \frac{\tau}{mr^2}$$

ទាញបាន $\boxed{\tau = \alpha mr^2}$

ឬ $\boxed{\tau = \alpha I}$

ដែល τ : ម៉ូម៉ង់នៃចលនារង្វិល $m.N$

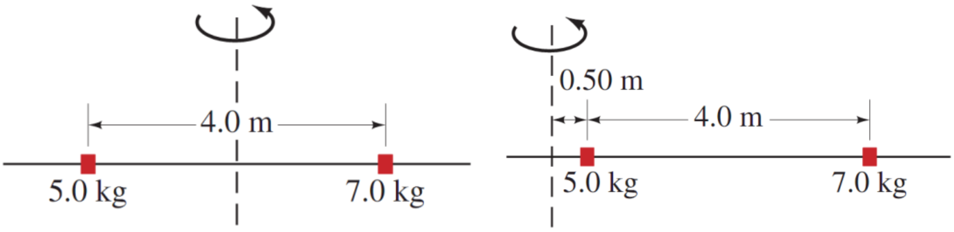
α : សំទុះមុំ rad/s^2

m : ម៉ាសអង្គធាតុឬភាគល្អិត kg

r : កាំវង្វង់ m

I : ម៉ូម៉ង់និចលភាព $kg.m^2$

ឧទាហរណ៍៖ ទម្ងន់ពីរនៅលើរបារ អាប់ស៊ីសខុសគ្នា ម៉ូម៉ង់និចលភាពខុសគ្នា



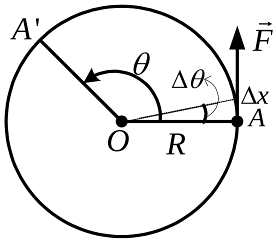
កូនទម្ងន់ពីរមានម៉ាស $5kg$ និង $7kg$ ដាក់នៅចម្ងាយពីគ្នា $4m$ លើរបាររស្រាលមួយដែលមានម៉ាសអាចចោលបានដូចរូប។ គណនាម៉ូម៉ង់និចលភាពនៃប្រព័ន្ធ

ក.ពេលវិលជុំវិញអ័ក្សរង្វិលនៅកណ្ដាលរបាររវាងទម្ងន់ទាំងពីរ។

ខ.ពេលវិលជុំវិញអ័ក្សរង្វិលនៅចម្ងាយ $0.5m$ ពីខាងឆ្វេងម៉ាស $5kg$ ដូចរូប

៩.២.កម្មន្តនិងអានុភាពក្នុងចលនារង្វិល

៩.២.១.កម្មន្តនៃចលនារង្វិល



កម្មន្តនៃចលនារង្វិល $W_{AA'} = \vec{F} \times \overrightarrow{AA'} = FAA'\sin\left(\vec{F}, \overrightarrow{AA'}\right)$

តាង $\theta = \left(\vec{F}, \overrightarrow{AA'}\right)$ សមមូល

$$W_{AA'} = F.AA'\sin\theta$$

ដោយ $\vec{F} \perp \overrightarrow{AA'}$ នោះ $\sin\theta = \sin 90^\circ = 1$ គេបាន

$$W_{AA'} = F.AA'$$

តែ $\theta = \dfrac{\overrightarrow{AA'}}{R}$ $AA' = R\theta$ នាំអោយ

$$W_{AA'} = FR\theta$$

ហើយ $FR = \tau$ ដូចនេះ

$$\boxed{W_{AA'} = \tau\theta}$$

ដែល $W_{AA'}$: កម្មន្តនៃកម្លាំងបង្វិល (J)

τ : ម៉ូម៉ង់នៃកម្លាំងបង្វិល (N.m)

θ : មុំកៀសគិតជារ៉ាដ្យ៉ង់ (rad)

សំគាល់: **បំរែបំរួលថាមពលស៊ីនេទិច=កម្មន្ត**

$$\boxed{\Sigma W_{AA'} = \Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2}$$

៩.២.២.អានុភាព

និយមន័យអានុភាពជាកម្មន្តដែលធ្វើក្នុងមួយខ្នាតពេល។

$$P = \frac{W_{AA'}}{t}$$

តែ $W_{AA'} = \tau\theta$ គេបាន

$$P = \frac{\tau\theta}{t}$$

ដោយ $\frac{\theta}{t} = \omega$ នាំអោយ

$$\boxed{P = \tau\omega}$$

ដែល P អានុភាពគិតជាវ៉ាត់(W)

៩.៣.ចលនារង្វៀល

កាលណាអង្គធាតុមួយវិលបានមួយជុំខ្លួនឯង(ឬរង្វង់)នោះបរិមាត្ររបស់វាស្មើនឹង $s = 2\pi r$ ហើយរយៈពេលដែលធ្វើបានមួយជុំគឺមួយខួបតាងដោយ $t=T$។យើងបានល្បឿនប្រវែង

$$\boxed{v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T}}$$

ល្បឿនមុំ $\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$

និងសំទុះ $\boxed{a = \frac{v^2}{r}}$

៩.៤.ថាមពលស៊ីនេទិចនៃចលនារង្វិលនិងម៉ូម៉ង់និចលភាព

៩.៤.១.ថាមពលស៊ីនេទិចនៃចំនុចម៉ាស

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(\omega r)^2 = \frac{1}{2}(mr^2)\omega^2$$

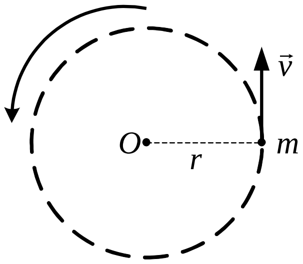
ដោយ $mr^2 = I$ (ម៉ូម៉ង់និចលភាព)គេបាន

$$\boxed{K = \frac{1}{2}I\omega^2}$$

ដែល K : ថាមពលស៊ីនេទិច (J)

ω : ល្បឿនមុំរបស់ចំនុចម៉ាស (rad/s)

I : ម៉ូម៉ង់និចលភាពរបស់ចំនុចម៉ាស (kg.m²)

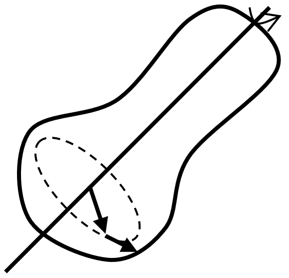


៩.៤.២.ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចនៃចលនារង្វិល

យើងមានម៉ូម៉ង់ $\tau = mr^2\alpha$

ដោយ $I = mr^2$ នាំអោយ $\tau = I\alpha$

៩.៤.៣.ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចនៃអង្គធាតុរឹង

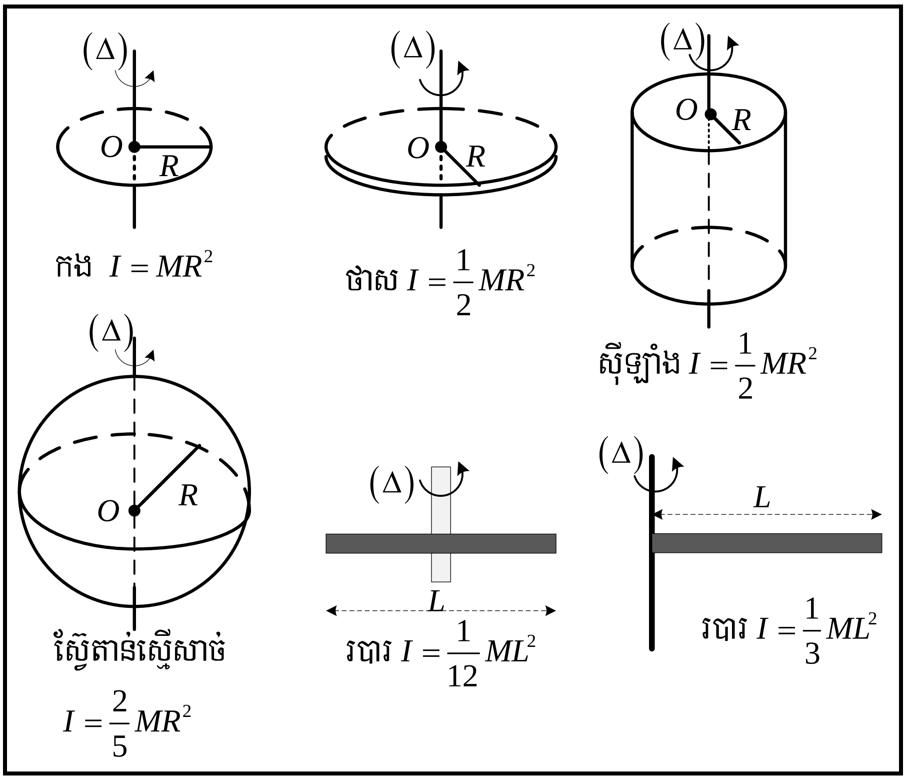


$K = \Sigma\left(\frac{1}{2}m_i v_i^2\right)$;ដោយ $v = \omega r$

យើងបាន $\boxed{K=\Sigma\left[m_i\left(\omega_i r_i\right)^2\right]=\frac{1}{2}\left(\Sigma m_i r_i^2\right)\omega^2}$ នាំអោយ $\boxed{K=\frac{1}{2}I\omega^2}$

ព្រោះ $I=\Sigma m_i r_i^2$

៩.៤.៤.ម៉ូម៉ង់និចលភាពនៃវត្ថុខ្លះ



៩.៥.ថាមពលស៊ីនេទិចនៃចលនារមៀល

ដោយចលនារមៀលជាចលនារំកិលផងនិងចលនារមៀលផងនោះថាមពលស៊ីនេទិចសរុបស្មើ នឹងផលបូកថាមពលស៊ីនេទិចនិងថាមពលនៃចលនារង្វិលគឺ

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

៩.៥.១.ចលនារមៀលរអិលនៃឃ្លីលើប្លង់ទេរ

ពេលឃ្លីរអិលវាមានចលនារង្វិលផងចលនារំកិលផងដែលមានថាមពលមេកានិចនៅត្រង់ A គឺ

$$E_{M(A)}=K_i+U_i$$

ហើយថាមពលនេមកានិចត្រង់ B គឺ $E_{M(B)}=K_f+U_f$

តាមច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិច $E_{M(A)}=E_{M(B)}$ យើងបាន(7.16) = (7.17)

$$K_i+U_i=K_f+U_f$$

ដោយ $K_i=0;U_f=0$ និង $K_f=\frac{1}{2}mv_f^2+\frac{1}{2}I\omega^2$ នាំអោយ

$$mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

ដោយម៉ូម៉ង់និចលភាពរបស់ស្វ៊ែស្ទើសាច់ $I = \frac{2}{5}Mr^2$ ហើយ $v = \omega r$ នាំអោយ

$$mgh_A = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}\times\frac{2}{5}Mr^2\times\left(\frac{v}{r}\right)^2$$

ទាញបាន $$v = \sqrt{\frac{10}{7}gh}$$

ដែល h : កម្ពស់ m

g : សំទុះទំនាញដី $g = 9.8m/s^2$

v : ល្បឿន m/s

៩.៥.២.ចលនាគខទិល

នៅខណៈដើមពេល $E_{M(i)} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$

នៅខណៈស្រេច $E_{M(f)} = mgh$

តាមច្បាប់រក្សាថាមពលមេកានិច (7.20) = (7.21)

$$E_{M(i)} = E_{M(f)}$$

សមមូល $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = mgh$

ដោយ $v = R\omega$ នាំអោយ $\omega = \frac{v}{R}$

៩.៦.ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចនិងច្បាប់រក្សាថាមពល

យើងមានបរិមាណចលនា $p = mv$

អង្គធាតុមួយបើវារង្វិលលើរង្វង់មួយដែលមានកាំ *r* ដោយល្បឿនមុំ ω នោះគេនិយាយថាវាមានម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិច *L* គឺ $L = pr = mvr$ តែ $v = \omega r$ គេបាន

$$L = m\omega r^2$$

ហើយ $mr^2 = I$ នាំអោយ

$$L = \omega I$$

ដែល L : ម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិច (kg.m²/s)

ω : ល្បឿនមុំ (rad/s)

I : ម៉ូម៉ង់និចលភាព (kg.m²)

សំគាល់: រូបមន្តខាងលើនេះអនុវត្តបានតែចំពោះចំនុចម៉ាសដែលវិលលើរង្វង់មួយប៉ុណោះ

សំនួរនិងលំហាត់

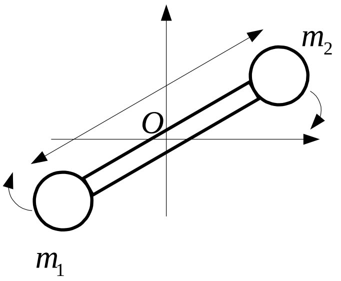
1. ទ្រនិចនាទីនិងទ្រនិចម៉ោងរបស់នាឡិកាមួយវិលជុំវិញអ័ក្សតែមួយហើយមានម៉ាសស្មើគ្នា។ទ្រនិចនាទីវែងហើយស្តើងចំណែកទ្រនិចម៉ោងខ្លីតែក្រាស់។តើទ្រនិចមួយណាមានម៉ូម៉ង់និចលភាពធំជាងគេ?
2. ស្វ៊ែពីរមានកាំដូចគ្នា។តើអ្នកអាចប្រាប់ថាក្នុងចំនោមស្វ៊ែទាំងពីរតើ១ណាប្រហោង១ណាតាន់?
3. គេបាញ់អាប៉ោងក្នុងចានទាបមួយ។ គេសង្កេតឃើញថាបើគេបង្វិតមេឡើងលើទុកជើងអោយខ្ពស់នោះអាប៉ោងធាប់រលំ។ការបង្វិតនេះមានឥទ្ធិពលទៅលើម៉ូម៉ង់និចលភាពរបស់មេអាប៉ោងឬទេ? ការធាប់រលំឬក្ររលំបណ្តាលមកពីអ្វី?
4. នៅក្នុងរថយន្តមួយដែលកំពុងបើកតើផ្នែកណាខ្លះដែលធ្វើចលនារំកិលចលនារង្វិលចលនារំកិល + ចលនារង្វិល?
5. ស្វ៊ែពីរមានកាំស្មើគ្នាម៉ាសស្មើគ្នារមៀលនៅលើឥដ្ឋដោយល្បឿនដូចគ្នា។ស្វ៊ែមួយតាន់ហើយស្វ៊ែមួយទៀតប្រហោងតើស្វ៊ែមួយណាដែលពិបាកបញ្ឈប់អោយរមៀល? ព្រោះអ្វី?
6. វត្ថុបីមានម៉ាសមាឌដូចគ្នា។វត្ថុទី១ជាស្វ៊ែតាន់ទី២ជាស៊ីឡាំងតាន់និងទី៣ជាស៊ីឡាំងប្រហោង។វត្ថុទាំងបីត្រូវបានគេដាក់នៅលើកំពូលនៃប្លង់ទេរហើយគេលែងអោយវារមៀលដោយគ្មានល្បឿនដើមនិងគ្មានរអិល។តើវត្ថុណាមកដល់ចុងប្លង់ទេរមុនគេ? អ្នកអាចសាកល្បងធ្វើនៅផ្ទះហើយកត់សំគាល់ថាលទ្ធផលមិនអាស្រ័យនឹងម៉ាសនិងកាំនៃវត្ថុទេ។
7. អ្នករាំលើទឹកកកម្នាក់បានឈរត្រង់លើចុងជើងអោបដៃហើយបង្វិលខ្លួនអោយវិលខ្វាល់ដោយល្បឿនមុំ ω រួចហើយគេត្រដាងដៃទាំងពីរនិងបោះជើងមួយទៅក្រោយហើយឈរនៅលើជើងមួយ។ កាយវិការនេះនាំអោយចលនាប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច?គេសន្មត់ថាចលនារង្វិលនេះគ្មានកកិត។
8. ស្វ៊ែមួយមានអង្កត់ផ្ចិត 1.2 m អាចវិលជុំវិញអ័ក្សកាត់តាមផ្ចិតវាដោយម៉ូម៉ង់ 25 N.m ដែលធ្វើអោយវាធ្វើចលនាស្ទុះស្មើពីនៅស្ងៀមទៅដល់ល្បឿនមុំ 180 ជុំក្នុងរយៈពេល 15s។ គណនាម៉ាសរបស់ស្វ៊ែ?
9. ថ្មសំលៀងមួយជាស៊ីឡាំងស្មើសាច់ដែលមានកាំ 12.5cm និងម៉ាស 0.880kg ។គណនា

   (ក) ម៉ូម៉ង់និចលភាពរបស់ថ្មសំលៀងកាំបិត?

   (ខ) ម៉ូម៉ង់នៃកំលាំងបង្វិលចលករដើម្បីអោយវាមានចលនាស្ទុះពីនៅនឹងថ្កល់ទៅដល់ល្បឿន 600 tr/s (rps) ក្នុងរយៈពេល 4 sបើម៉ូម៉ង់នៃកំលាំងកកិត 0.0145 N.m ។

10. រថយន្តមួយមានម៉ាស 1500 kg បរដោយល្បឿនប្រវែង v = 40 m/s លើផ្លូវវង់ដែលមានកាំ 50m ។គណនាម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចរបស់រថយន្តធៀបទៅនឹងផ្ចិតនៃផ្លូវ ?

11. របារឹងមួយមានម៉ាស M ប្រវែង l អាចរអិលដោយគ្មានកកិតជុំវិញចំនុច O ផ្ចិតរបស់វា។ម៉ាសទាំងពីរគឺ m_1 និង m_2 ត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងចុងរបារ។ ប្រព័ន្ធនេះវិលក្នុងប្លង់ឈរដោយល្បឿនមុំ ω ។ចូរអោយកន្សោមម៉ូម៉ង់ស៊ីនេទិចរបស់ប្រព័ន្ធជាអនុគមន៍នៃ m , l, ω, m_1 និង m_2 ។



12. ថាសមួយមានម៉ាស 1.2 kg ហើយមានកាំ 10 cm រមៀលដោយគ្មានរអិល។ បើថាសមានល្បឿនប្រវែង 1.41 m/s ចូរគណនា

(ក) ថាមពលស៊ីនេទិចនៃចលនារំកិលនិងចលនារង្វិល ?

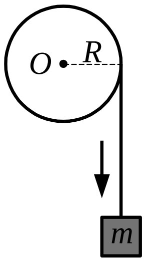
(ខ) ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់ថាស ?

13. រ៉ូឡង់មួយមានរាងជាថាសស្មើសាច់ហើយមានម៉ាស M = 20 kg និងមានអង្កត់ផ្ចិត 20 cm។ វាវិលជុំវិញអ័ក្សមួយដែលកាត់តាមផ្ចិតរបស់វាហើយកែងនឹងប្លង់របស់វា។រ៉ូឡង់វិលក្នុងល្បឿន 300 ជុំក្នុងមួយនាទី (rpm) គេក៏បញ្ឈប់វាដោយប្រើកំលាំងបង្វិលទប់ដែលមានម៉ូម៉ង់ថេរហើយមានតំលៃដាច់ខាត $\tau_{fr} = 0.25\ \text{N.m}$ ។ គណនារយៈពេលដែលត្រូវប្រើដើម្បីធ្វើអោយរ៉ូឡង់ឈប់ស្ងៀម ?

14. រ៉កមួយមានកាំ R = 33 cm ម៉ូម៉ង់នចលភាព $I = 0.385\ \text{kg.m}^2$ ។ នៅចុងខ្សែដែលរុំព័ទ្ធរ៉កគេព្យួរម៉ាសមួយ m=1.53kg ។ គេសន្មត់ថាខ្សែមិនរអិលលើរ៉កហើយមិនយឺត។

(ក) គណនាសំទុះមុំ α របស់រ៉កនិងសំទុះ a របស់ម៉ាស m ?

(ខ) កំនត់ល្បឿនមុំ ω របស់រ៉កនិងល្បឿនប្រវែងរបស់ម៉ាស m នៅខណៈ t = 3 s បើរ៉កចាប់ផ្តើមវិលពីភាពនឹងថ្កល់នៅខណៈ t=0ហើយម៉ូម៉ង់នៃកំលាំងទប់ $\tau_{fr} = 1.10\ \text{Nm}$ ។



ឯកសារពិគ្រោះ

- សៀវភៅសិក្សាគោលរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១០;១១និងថ្នាក់ទី១២របស់ក្រសួងអប់រំ យុវជននិងកីឡា
- សៀវភៅរូបវិទ្យាទូទៅភាគ១របស់លោកគ្រូជ័យ ចាន់អឿន ឆ្នាំផលិត២០១១
- University Physics with Modern Physics, Hugh D. Young, Roger A. Freeman, 12th Edition, 2008.
- Physics 131, Laboratory Manual, Simon Fraser University, Physics Department, December 2012.