



د پوهنې وزارت

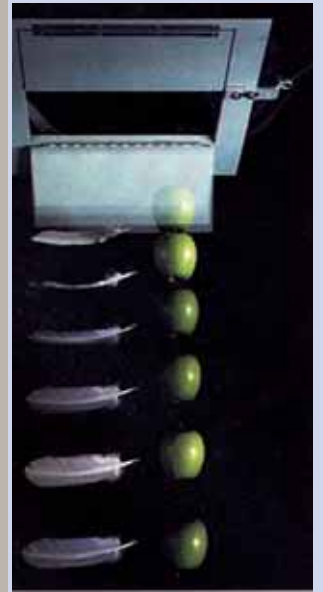
د تعلیمي نصاب، د ښوونکو د روزنې او د ساینس مرکز معینیت
د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف لوی ریاست

فزیک

یواسم ټولگی



فزیک



سسته او خرڅونه یې
پري:



د ۲۰۱۹ هـ.ش.

Ketabton.com

یواسم ټولگی





د پوهني وزارت

د تعليمي نصاب، د ټيكنوژنكو د روزنې او د سانس مركز مهميت
د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي كتابونو د تاليف لوي رياست

فيزيک

p h y s i c s

يو ولسم ټولگي

د چاپ كال: ۱۳۹۰ هـ ش.

الف

ليکوالان:

- سر مؤلف گل احمد ساغری د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست غړی او د نصاب د پروژې متخصص.
- اېو طالب حیدری په افغانستان کې د امریکایي پوهنتون استاد.
- د مؤلف معاون عبدالودود فیضی د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست غړی.
- دوکتور عبدالاکریم میرزا زاده

علمي او مسلکي اېډیټور:

- سر مؤلف گل احمد ساغری د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست غړی او د نصاب د پروژې متخصص.

د ژبې اېډیټور:

- مؤلف اقا محمد گرنډی (خوږبانی) د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست د پښتو څانگې علمي او مسلکي غړی.

دیني، سیاسي او کلتوري کمیټه:

- حبیب الله راحل د پوهنې وزارت سلاکار د تعلیمي نصاب د پراختیا په ریاست کې
- مولوی عبدالوکیل

د څارنې کمیټه:

- دکتور اسدالله محقق د تعلیمي نصاب، د ښوونکو روزنې او د ساینس مرکز معین
 - دکتور شیرعلي ظریفی د تعلیمي نصاب د پراختیا د پروژې مسؤول
 - د سر مؤلف مرستیال عبدالظاهر گلستانی د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف لوی رئیس.
- کمیټو ز او ډیزاین:**
خالد هوتک

ب



سرود ملی



سرود ملی

دا وطن افغانستان دی دا عزت د هر افغان دی
کور د سولې کور د توري هر بچی یې قهرمان دی
دا وطن د ټولو کور دی د بلوڅو د ازبکو
د پښتون او هزاره وو د ترکمنو د تاجکو
ورسره عرب، گوجر دي پامیریان، نورستانیان
براهوي دي، قزلباش دي هم ایماق، هم پشه پان
دا هیواد به تل ځلېږي لکه لمر پر شنه اسمان
په سینه کې د اسپا به لکه زره وي جاویدان
نوم د حق مو دی رهبر وایو الله اکبر وایو الله اکبر

بسم الله الرحمن الرحيم

د پوهني د وزير پيغام گرانو ښوونکو او زده کوونکو،

ښوونه او روزنه د هر هېواد د پراختيا او پرمختگ بنسټ جوړوي. تعليمي نصاب د ښوونې او روزنې مهم توکي دي چې د معاصر علمي پرمختگ او ټولني د اړتياوو له مخې رامنځته کېږي. څرگنده ده چې علمي پرمختگ او ټولنيزې اړتياوې تل د بدلون په حال کې وي. له دې امله لازمه ده چې تعليمي نصاب هم علمي او رغنده انکشاف ومومي. البته نه ښايي چې تعليمي نصاب د سياسي بدلونونو او د اشخاصو د نظريو او هيلو تابع شي.

دا کتاب چې نن ستاسو په لاس کې دی، پر همدې ارزښتونو چمتو او ترتيب شوی دی. علمي گټورې موضوعگانې پکې زياتې شوي دي. د زده کړې په بهير کې د زده کوونکو فعال ساتل د تدرسي پلان برخه گرځيدلي ده.

هيله من يم دا کتاب له لارښوونو او تعليمي پلان سره سم د فعالې زده کړې د ميتودونو د کارولو له لارې تدریس شي او د زده کوونکو ميندې او پلرونه هم د خپلو لویو او زامنو په باکفېته ښوونه او روزنه کې پرله پسې ګډه مرسته وکړي چې د پوهني د نظام هيلې ترسره شي او زده کوونکو او هېواد ته ښې برياوې ور په برخه کړي. پر دې ټکي پوره باور لرم چې زموږ گران ښوونکي د تعليمي نصاب په رغنده پلي کولو کې خپل مسؤوليت په رښتوني توگه سرته رسوي.

د پوهني وزارت تل زيار کاږي چې د پوهني تعليمي نصاب د اسلام د سپېڅلي دين له بنسټونو، د وطن دوستي د پاک حس په ساتلو او علمي معيارونو سره سم د ټولني د څرگندو اړتياوو له مخې پراختيا ومومي. په دې ډگر کې د هېواد له ټولو علمي شخصيتونو، د ښوونې او روزنې له پوهانو او د زده کوونکو له ميندو او پلرونو څخه هيله لرم چې د خپلو نظريو او رغنده وړانديزونو له لارې زموږ له مؤلفانو سره د درسي کتابونو په لا ښه تاليف کې مرسته وکړي.

له ټولو هغو پوهانو څخه چې د دې کتاب په چمتو کولو او ترتيب کې ښې مرسته کړې، له ملي او نړيوالو درنو مؤسسو، او نورو ملگرو هېوادونو څخه چې د نوي تعليمي نصاب په چمتو کولو او تدوين او د درسي کتابونو په چاپ او وېش کې ښې مرسته کړې ده، مننه او درناوی کوم.

ومن الله التوفيق

فازوق وردگ

د افغانستان د اسلامي جمهوريت د پوهني وزير
هـ

لو مړني خبرې

زموږ زمانه د ساينس او ټکنالوژۍ د چټکو بدلونونو زمانه ده، د پوهانو د اټکل له مخې به په راتلونکو کالونو کې هره مياشت د علمي اطلاعاتو کچه دوه برابره شي. څرگنده ده چې له دغو بدلونو سره يو ځای به زموږ د ژوند لارې، طريقې او هم زموږ د سبا ورځې د ځوان نسل اړتياوې هم بدلون ومومي. کيداى شي په دې لړ کې د علومو زده کړې په بدلون کې شي. په دې لارو چارو ټينگار شوی دی، چې زده کوونکي په آسانۍ سره چټکې زده کړې وکړي، وکولاى شي، چې لازم او اړين مهارتونه د زده کړې په پراوونو او د مسایلو په حل کې وکاروي. په دغه درسي کتاب کې هڅه شوېده، چې محتوا يې د فعالې زده کړې په پام کې نيولو سره تاليف شي.

په هر درسي کتاب کې درې بنسټيزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنيت) د مؤلفينو د پاملرنې وړ څرگندې دي، سربيره پر هغه د سرليکونو حجم او د کتاب محتوا د دولت له بنسټيزې او روزنيزې کرنا لارې سره سم د وخت او بنسټيز پلان په پام کې نيولو سره يې مفردات طرح شوي دي، د محتوا د عمومي معيارونو او منل شوي ليکنې پر بنسټ، د افغانستان د ثانوي دوري درسي کتابونه تنظيم او چاپ شويدي، هڅه شوېده، چې موضوع گانې په ساده او روانه بڼه شرح شي، چې د فعاليتونو، بيلگو او پوښتنو په راوړلو سره د زده کوونکو لپاره اسانه وي. له درنو ښوونکو څخه هيله کېږي، چې د خپلې هغه پوهې او تجربو له مخې د نوښتگرو طرحو په وړاندې کولو سره، چې کولاى شي، په ښوونه او روزنه کې د زده کوونکو لپاره مهمه (مرستندوى) واقع شي، له موږ سره مرسته وکړي.

همدا رنگه له خپلو رځنده وړانديزونو، چې د کتاب د کيفيت په لوړولو کې اغيزې ولري، له هيڅ ډول هڅې او هاند څخه ډوډه ونه کړي. تاسو ته ډاډ درکوو، چې انشاء الله ستاسو جوړوونکو او ارزښتمنو نظرياتو او وړانديزونو ته به د کتاب د نښکړتياوو او تيروتنو د مخنيوي په موخه په راتلونکي چاپ کې په مينه هر کلي وړاوي.

په پاى کې له هغو ښاخلو استادانو څخه چې ددغه کتاب په سمون او اصلاح کې يې زيار اېستلى دى، مننه کوو.

همدا رنگه د کمپيوټر له درنو کارکوونکو څخه چې ددغه کتاب په ټايب، ډيزاين او د پاڼو په ښکلا کې يې نه ستړي کيدونکي هلې ځلې کړيدى، هم مننه کوو.

د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف عمومي رياست

د فزيک څانگه

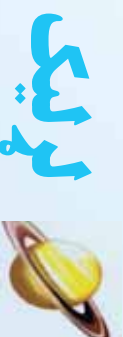


لړلیک

مخونه

لوړې څپرکي: ميخانيکي تعادل

- ۱.....
- ۲..... قوه، قوه د وکتور په توگه
- ۶..... متلاقي (ضير موازي قوي
- ۱۴..... د نقطه يي کتلې تعادل
- ۲۱..... د قوي مومنت (تورک)
- ۲۹..... موازي قوي
- ۳۴..... د قوي زوج
- ۳۶..... د تعادل عمومي شرطونه
- ۵۱..... **دوهم څپرکي**: يو بعلي حرکت
- ۵۲..... د موقعيت او مکان بدلون
- ۵۲..... حرکت د مستقيم خط په امتداد
- ۵۴..... منځنی (متوسط) سرعت
- ۵۸..... د موقعيت – زمان گراف
- ۶۰..... تعجيل
- ۶۳..... يو نواخته حرکت يو ډوله (مشتابه) حرکت
- ۶۶..... ازاد سقوط
- ۷۴..... **درېم څپرکي**: دوه بعلي حرکتونه
- ۷۵..... د مکان او منځنی سرعت بدلون
- ۷۸..... منځنی، تعجيل او لحظه يي تعجيل
- ۸۱..... غورځورونکي (برتابي) حرکتونه
- ۸۳..... مايل غورځول (ويشتل)
- ۸۷..... دايروي حرکت
- ۸۹..... دايروي يو ډوله حرکت
- ۹۳..... تعجيل په دايروي يو ډولي (مشتابه) حرکت کې



مخونه

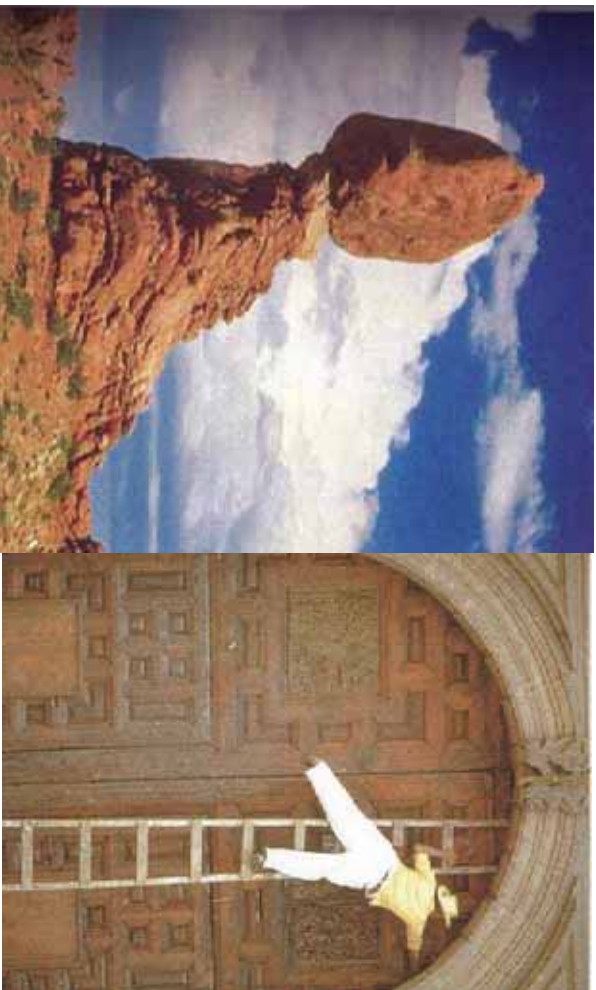
۱۰۰.....	د نیوتن د حرکت قوانین (د نیوتن لومړی قانون)
۱۰۲.....	د نیوتن دوهم قانون
۱۰۳.....	د نیوتن دریم قانون
۱۰۷.....	د نیوتن د قوانینو پلي کول
۱۱۲.....	د اصطکاک قوه
۱۱۶.....	د نیوتن د جاذبي قانون
۱۲۲.....	لفت
۱۲۴.....	د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدارونه
۱۳۰.....	پنځم څپرکی: کار، میخانیکي انرژي او طاقت
۱۳۴.....	کار او حرکي انرژي
۱۳۸.....	هغه کار چې د فزولخوا پر کتلې ترسره کېږي
۱۴۰.....	تحفظي او غیر تحفظي قوې
۱۴۱.....	د میخانیکي انرژي ساتنه
۱۴۳.....	توان (طاقت)
۱۴۸.....	شپږم څپرکی: خطي موتم او امپولس
۱۴۹.....	مستقیم الخط حرکت او امپولس
۱۵۱.....	موتم
۱۵۶.....	قوه و موتم
۱۵۹.....	ضربه او د خطي موتم تحفظ
۱۶۲.....	ارتجاعي تصادم
۱۶۴.....	غیر ارتجاعي تصادم
۱۶۴.....	د ثقل مرکز
۲۰۹.....	د توفاني جریان پدیده



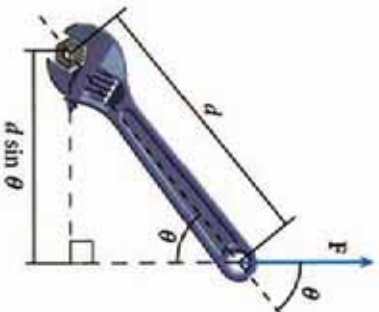
مخونه

- ۱۷۰..... د سيالونو نسبي سکون.....
- ۱۷۱..... د سيالونو فشار.....
- ۱۷۲..... د مايع د فشار اندازه کول.....
- ۱۷۵..... د اتموسفير فشار.....
- ۱۷۸..... په محصور شوو مايعاتو کې د فشار اندازه کول.....
- ۱۸۰..... په سيالونو کې د فشار انتقال - د اوبو شکنجه.....
- ۱۸۳..... د ارشميدس قانون.....
- ۱۹۲..... **اتم څپرکي**: متحرک سيالات - خيالي سيالات.....
- ۱۹۴..... د متعاديت معادله.....
- ۱۹۶..... د برنولي معادله.....
- ۲۰۰..... د برنولي د قانون تطبيقات.....
- ۲۰۲..... د وينتوري تيوب - د جريان د سرعت اندازه کول.....
- ۲۰۴..... د الوتکي وزرونه او متحرکه او چتونونکي قوه.....
- ۲۰۵..... لزوجيت - د لزوجيت مفهوم.....
- ۲۰۹..... د توفاني جريان پدیده.....

لومړۍ څپرکي مېخانيکي اند و ل (تعادل)



مېخانيکي تعادل د مېخانيک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کېدونکي موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بېلابېلو ډګرونو کې د اړتیا وړ ماښمېن الاتو او ټکنالوژۍ په پراختيا کې چې نوموړه د پولنې په ورځني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالېږي يو مهم بنسټ جوړوي. ځني مسايل لکه : د قوو مطالعه، په اجسامو باندې بې د اغېزو څرنگوالی، د رافعي او د هوايي ترانسپورت او دکانونو د استخراج په څېر د ساده ماشينونو په طراسې او جوړولو کې ځمکنې او دهغو داروندو پلېدو د اغېزو کارول دپول پر هغو قواعدو بناسوي چې مېخانيک فزیک او له د قوو او دهغو داروندو پلېدو د اغېزو کارول دپول پر هغو قواعدو بناسوي چې مېخانيک فزیک او له هغې جملې څخه د مېخانيکي تعادل پر بنسټ تيوري گانې بې تر مطالعې لاندې نيسي. مېخانيکي تعادل د انسانانو او حيواناتو په ژوندانه کې يو له خو را ژورو او طبيعي رمنزونو څخه دی چې د ځمکې د کرې پرمخ بې هغو ته د ثبات او ژوندي پاتې کېدو مناسب شرايط برابري. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نيولې د سفينو او سپارو ترالوتلو او د ځمکې او بحرونو په ژوروکې نفوذ داتول د علم او ټکنالوژۍ لاسته راوړنې دي چې د مېخانيکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره او غوره دی. ددې څپرکي محتويات دهغو محتواونو په تړاو جوړشوي چې ناسو په تيرو کلونوکې زده کېدې. قوه چې د فزیک له پخوانيو درسونو څخه يو بحث دی، په دې څپرکي کې هم تکرارېږي ترڅو چې يو شمېر نورو بحثونو لکه قوې يا متقابلې اغېزې (عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلو بنسټ جوړ کړی دی. د قوو د څرگندېدو (منځته راتلو) مطالعه، که څه هم د متلاقي او يا موازي قوو په څېر ده، همدا رنگه د قوو د تجربه کېدو پوهه، د قوې د مومنت او يا د دوران مومنت، او د زوج قوې په څېر ديو شمېر نورو مفاهيمو د پېژندلو او زده کولو لپاره هواروي.



په شکل کې لیدل کېږي چې د رافعي د مټ لوری تل د تطبیق شوی قوې پر لوري صعود دی.

دې ته باید پام وکړو چې قوه د یو مهم شاخص په توګه ددې څېړنې په ټولو برخو کې کارول شوې. ددې څېړنې دمنډر جو بحثونو دښې پوهې لپاره کورښن شوی چې موضوعګانې د مثالونو او تمرینونو په راوړلو سره د شاګردانو د مناقشې او تفکر لپاره وړاندې شي.

هیله ده چې زده کوونکي ددې څېړنې په پای کې د ولټیزو کارونو په ترسره کولو او دسوالونو او تمرینونو په حلولو سره، ددې بحث فزیکي مفاهیم پخپلو ذهنونو کې لاټور او تحکیم کړي او په پایله کې یې لاندې پوښتنو او ددې په څېړنورو پوښتنو ته ځواب ووايي:

ولې قوه وکتور دی؟ څه شی د یو جسم د حرکت ډګرندي کېدو یا تعجیل سبب ګرځي؟ کله چې د یو څټک (چکش) په مرسته پریو میخ قوه وارده شي، ایا میخ هم پخپل وارښیرته پرچکش قوه واردوي؟ څنګه او ولې؟، د یوه محور پر شاوخوا د یو جسم دوران پېښه څه شی تمثیلوي؟ او ددې په څېړنورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه ځواب ورکړی.

1-1: قوه

هغه قوه چې ټول یې پیژنو، د محکمې د جاذبې قوه یا د جسم وزن دی. په ورځني ژوندانه او هم تخنیک کې له ګڼ شمیر قوو سره بلدتیا لرو. همدارنګه تاسو په تیرو کلونو کې په دې پوه شوی چې قوې د هغو د اغیزو له مخې کولای شو پیژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي د یو جسم د سرعت د زیاتېدو یا کمېدو سبب شي او یا د یو جسم د شکل او د حرکت د لورې د تغیر سبب شي. دا تغیرات کله ناکله ډېر کم او واړه وي چې یوازې په ډېرو دقیقو اندازه کولو سره تشخیص کېدای شي. د یو جسم سرعت او د هغه د حرکت لوری دوه داسې ځانګړتیاوې دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتیاوو څخه په ګټې اخستې سره قوه داسې تعریفوي: قوه هغه عامل دی چې د جسم د شکل او یا حالت د تغیر سبب ګرځي.

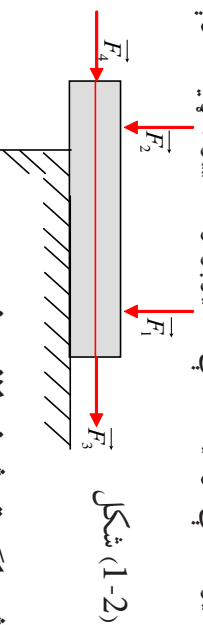
قوه دوکتور په توګه

يو جسم تل د خپل ځان يوه لوري ته حرکت ورکولی شي او يا د خپل سرعت يوه لوري ته تغير ورکوي، چې پر جسم باندي عامله قوه په هماغه لوري اغيز کوي. همدا رنگه د قوي د اغيز لوري کولای شي د جسم د شکل د تغير سبب شي. دا موضوع د اوسني په يوه ميله کې په ښه توګه کتل کېدای شي، يعنی کله چې ميله د يوې قوي تر اغيز لاندې واقع شي، کېږي. له پورتنیو څرګندونو څخه دې پایلې ته رسېږو چې قوه يو وکتوري کميت دی او د هغې د توضیح او بيانولو لپاره يې دکچې (اندازې) او لوري پېژندلو ته اړتيا ده. قوه د يوه وکتور په توګه ديو تير په مرسته ښيي. د (1-1) په شکل کې لاندې نوم کېښودلو ته پام وکړئ:

د A نقطه د تاثير يا اغيز نقطه، د AB د غښي اوږدوالی او يا د قوي مقدار يا زياتوالی، \overline{AB} د غښي يا د قوي لوری يا جهت او د د مستقيم د تاثير يا اغيز کرښه او يا د قوي استقامت لوری ښيي.



پريوه جسم ديوې قوي اغيزه، په عمومي توګه پر هماغه جسم باندي د قوي د اغيز د نقطې د موقعيت پورې اړه لري. (1-2) په شکل کې ليدل کېږي چې په جسم باندي دوې قوي F_1 و F_2 چې يوله بله سره مساوي دي عمل کوي. لکه څنګه چې د F_1 قوه جسم د لاندیني سطحې پر لور تر فشار لاندې نیسي او د F_2 قوه هغه، لاندې لوري ته کېږي. برعکس د F_3 او F_4 مساوي قوي چې د هماغه د اغيزې کرښه پر جسم عمل کوي، مساوي اغيز پر جسم باندي واره وي، چې په پایله کې ويلی شو: که چېرې د يوې قوي د اغيز د نقطې موقعيت دهغې د اغيز پر کرښه تغير وکړي، د قوي اغيز تغير نه کوي.

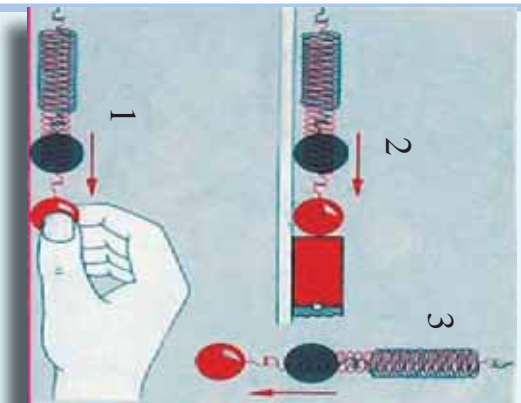


اوس د بيلابيلو قوو څو بيلګې تر څېړني لاندې نيسو:

له قوو څخه يوه د عضلو قوه ده. ددې قوي په مرسته کولای شو د اجسامو سرعت کم يا زيات کړو او يا د هغوی شکل ته تغير ورکړو. د عضلو قوه د فزيکي تجربو لپاره لږه مساعده ده. ځکه چې په سختی سره اندازه کېږي. لکه څنګه چې له پخوا څخه پوهېږئ، د وزن قوه يوه بله له قوو څخه ده چې په هغه يوه ځای کې د جسم له کتلې او يا د هغې د مادي اندازې سره چې په جسم کې شتون لري، مستقيماً متناسبه ده. د جسم وزن قوه تل په عمودي توګه د ځمکې د ثقل په لوري عمل کوي. له يوه تار څخه په ګټې اخستلو سره چې له يوه څرخ څخه تير شوی دی، د وزن د قوي اغيز بڼه له دې چې په مقدار (اندازه) کې تغير را منځ ته شي، کولای شو نورو لورونه يې متوجه کړو. د اصرطکاک قوه يوبل ډول قوه ده.

کله چې دوه جسمونه سره په تماس کې شي، او د متقابل حرکت په حالت کې راشي، ددوي ترمنځ د اصطکاکی قوه منځته راځي. مورږ په کور، بڼوونځي، بازار، د سپورت په ډگرونو او نورو ډېرو ځايونو کې په خپل ورځني ژوند کې پر جسمونو باندې د ډول ډول قوو لکه د مقناطیس قوې، برېښنايي قوې او نورو اغیز وینو. ددې لپاره چې د قوې اغیزې په ښه او څرگند ډول ولید لای شو او د قوې نورې بیلگې معرفي کړای شو، د لاندې فعالیتونو په ترسره کولو پیل کوو.

فعالیت



شکل (1-3)

د (1-3) شکلونو ته نظر وکړئ. څه به پېښ شي، که چېرې فز په لاس راوکاږو؟ (1-حالت) او یا مقناطیس ورته نژدې کړو؟ (2-حالت) دغه کار عملي کړئ او د خپلو کتنو پایلې په هره ډله کې وړاندې کړئ. داخل فز په عمومي ډول له غونډ اړي (گلولې) سره یوځای د (3-حالت) د شکل په څېر و څړوئ، څه تغیر به وگورئ؟

ایا بیا به هم فز د غونډاړي د وزن له امله و غځېږي؟ که چېرې تجربه مو په سمه توګه ترسره کړي وي، ددې گورئ چې مقناطیس او د غونډاړي وزن هم د لاس د عضلو د قوې په څېر د فز د شکل د تغیر لامل کېږي. نو پایلې ته رسېږو چې: قوه کولای شي د جسم د شکل د تغیر لامل وگرځي او یا برعکس د شکل هر ډول تغیر د یوې قوې د اغیز معلول دی.

یو شمیر نور ځایونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانۍ سره وگورو د بیلابیل سپورتونه دي چې ددوي له ډلې څخه د والیال او باسکتبال لوبې دي چې په ترڅ کې یې تاسو پخپله کولای شئ په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوبو کې ستاسو د لاس د عضلو قوه توپ ته سرعت ورکوي او یا توپ چې د حرکت په حالت کې دی ولې یې دروي؟ او یلې د حرکت لوري ته تغیر ورکوي؟ ایا هغه څه چې وویل شول، د مقناطیس د قوې په هکله هم صدق کوي؟ ایا د مقناطیس قوه د یو جسم د سرعت د زیاتېدو لامل کېدای شي؟ د مقناطیس د قوې اغیزې د لاندې فعالیت د ترسره کولو په ترڅ کې کتلې شو:

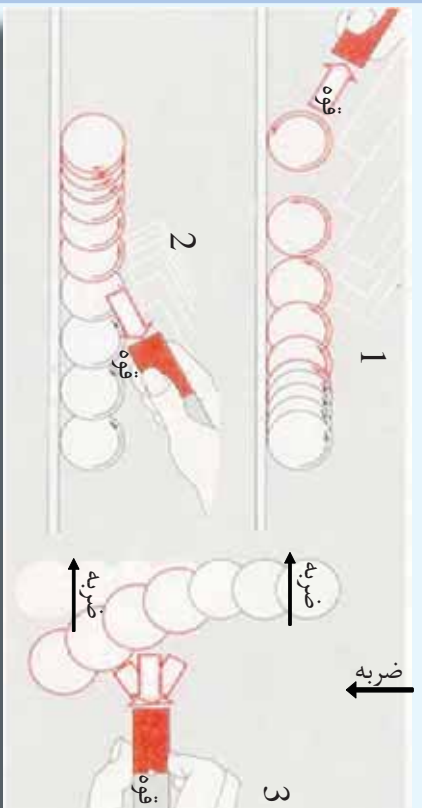


فعالیت

هغو حالتونو ته چې (1-4) په شکلونو کې وړاندې شوي دي. پام وکړئ:

1) حالت) پر یو واړه او سپینز غونډاږي چې د میز پر سر پروت دی، ضربه وارد وو.

گلولې د واردي ضربه له امله د میز پر سر ورو رځي. په عادي حالت کې گلولې په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطیسي میله د مخې لخوا گلولې ته ورژدي شي، څه پیښه به ریدل شي؟ د گلولې د حرکت په سرعت کې څه تغیر لیدل کېږي؟



شکل (1-4)

همدې حالت ته ورته گلولې، یوه گوله چې په ساکن حالت کې ده، کولای شي په حرکت راشي.

2) حالت). د اوسپني گلولې یو ځل بیا د میز پر مخ د رځېدو په بڼه خوځي، کور، خو دا ځل هغوي د (2حالت) که ونی شي د مقناطیسي میلې په مرسته تعقیبوو یعنې د گلولې د حرکت په سرعت کې څه تغیر ونی او ولې؟

په دریم حالت کې چې مقناطیسي میله له یوه لوري، رځېدونکې د اوسپنيزې گلولې د حرکت مخالف لوري له خوا مقناطیسي میلې ته ورژدي کېږي، تا سو څه تغیر کوږئ؟ هغه پایلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنیو پوښتنو د ځواب په توگه تر لاسه کوږئ، د یو دلیر کار په ترڅ کې یې پخپلو کې مطرح کوږئ

دلاندی تمرینونو په تر سره کولو سره، په یو جسم بانندی د قوې د اغیزو د څرنگوالي په اړه د گروپ د غړو تر منځ بحث وکړئ او پایلې یې له نورو سره شریکې کوږئ:

a- ویل شوي چې قوه یو وکتوري کمیت دی، ایا کولای شئ د یو وکتوري کمیت ځانگړنې بیان کوږئ.

b- ایا پرته له وکتوري کمیت څخه، بل کوم کمیت هم پېژنئ؟ که څواب هو وي، هغه کمیت کوم کمیت دی؟ د هغه کمیت او ځانگړنې معرفي کوږئ

- c- قوه يو جسم چي ساکن وي په حرکت راولي. کولای شی دا وینا په تجربه ثابتہ کړئ؟
- d- قوه په څه ډول د يوه متحرک جسم د دريلو سبب گرځي؟
- e- يو جسم په يوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، يوه قوه د کينې لوري پرې اغيز کوي، څه پيښېږي؟ د يو شکل په واسطه يې وښئئ. له دې عمل څخه څه پایله ترلاسه کوي؟
- f- پر يوه جسم د يوې قوې داغيز له امله، ممکنه ده چي دهغه جسم شکل ته تغير ورکړي. ايا په جسم باندې دا تغير د يو شکل په مرسته ښودلای شی؟

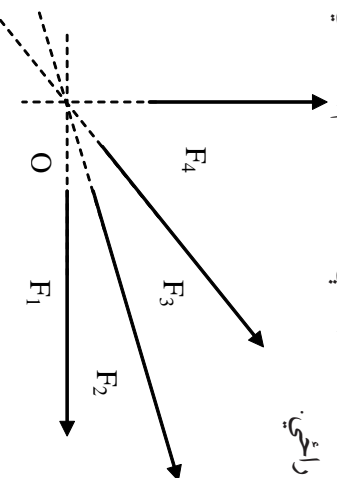
پوښتني



- د قوې د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تيرو کلونو کې لوستي دي، لاندې پوښتنو ته په ځواب ورکولو پخپل پخواني معلومات په لنډ ډول تکرار کړئ:
- 1. د (SI) په نړيوال سيستم کې بنسټيز (اساسي) واحدونه کوم دي؟ بيان او تعريف يې کړئ.
- 2. د (SI) په نړيوال سيستم کې قوې واحد څه شی دی؟ تعريف يې کړئ.
- 3. د (SI) په نړيوال سيستم کې د قوې واحد بنسټيز واحدی که يو فرعي واحد؟ او ولې؟

1-2: متلاقي (غیر موازي) قوې

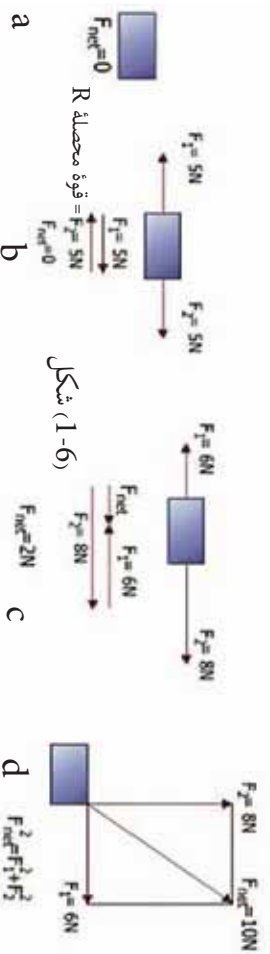
کله چې پر يوه جسم دوه يا تر دوو زياتې قوې اغيز وکړي، داسې چې د اغيز خطونه يې سره موازي نه وي او په يوه نقطه کې يو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه يادوي. د بيلگې په توگه (1-5) په شکل کې ليدل کېږي چې د F_1, F_2, F_3 او F_4 قوو د اغيز خطونه د O په نقطه کې يو بل قطع کوي، نو د O نقطه ددې قوو د اغيز مشترکه نقطه ده، F_1, F_2, F_3 او F_4 قوې متلاقي قوې بلل کېږي. کله چه څو متلاقي قوې پر يوه جسم باندې عمل وکړي، يوه محصله قوه را منځ ته کوي چې ددې قوې اندازه او لوري په هندسي توگه دوکتورونو له قواعدو څخه په گڼې اخيستلو او هم په حسابي توگه له الجبري قواعدو څخه په گڼې اخيستلو لاس ته راځي.



شکل (1-5)

د قوو محصله

کله چه په يوه وخت کې پر يوه جسم له يوري څخه زياتې قوې واردې شي، په دې حالت کې د قوو يو سيستم پر جسم عمل کوي چې د جسم د حرکت پر حالت اغيزه اچوي او پر يوه جسم د اغيز کوونکو ټولو قوو وکتوري مجموعه د محصله قوې په نامه يادېږي او هغه په R نښتي. پوهېږو چې قوې د وکتورو نو د قوانينو پر بنسټ جمع کېږي (لاندي شکلونه دي وکتل شي) بايد په ياد ولرو چې محصله قوه تل پر جسم د عمل کوونکو قوو له مجموعې سره معادله نه وي يعنې دا مجموعه په هر حالت کې د هغوی له محصله قوې سره نشو بدلولی، يوازې په هغه حالت کې دا کارشونې دی چې قوې موازي وي.



شکل (1-6)

د قوو محصله، د هغو قوو وکتوري مجموعه ده چې پر يوه جسم عمل کوي. بايد وويل شي چې د سوالونو په حل کې د R سمبول پر ځای ($\sum F$) هم کاروي او هم R د محصلې قوې په F_{net} سره نښو.

په هندسي توگه د متلاقي قوو محصله پيدا کول:

د متلاقي قوو د محصلې د پيدا کولو لپاره لاندي فعاليت تر سره کوو:



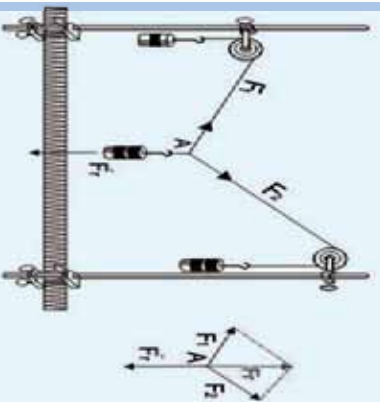
فعاليت

په يوه تجربه کې له مخالف شکل سره سم د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 دوي قوې په مياله توگه، په مختلفو لورو پورته خواته او د F_r قوه په عمودي توگه ښکته خواته عمل کوي. د قوو اندازه د هغو وزونونو په مرسته چې خړول شوي دي، ټاکل شوي ده. که چېرې قوې د ځينو په توگه رسم کړو، يوه ساده هندسي هماهنگي په لاس راځي.

څرنگه چې د نقطه د سکون په حالت کې ده، نو بايد:

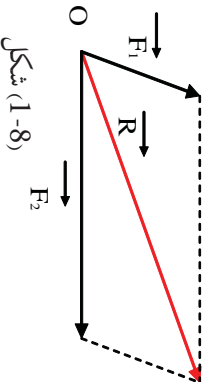
\vec{F}_1 او \vec{F}_2 محصله ده. د F_r له قوې سره مساوي، خو مخالف لوري کې لوري به ولري. که چېرې په رسم کې F_r وکتور ته په مخالف لوري کې د هغه له خپل اوږدوالي سره مساوي دوام ورکړو، \vec{F}_r به لاس راکوي. له دې ځايه څخه ليدل کېږي چې د F_1 او F_2 وکتورونه يوه داسې متوازي الاضلاع جوړوي چې \vec{F}_r يې وتر دی.

شکل (1-7)



د پورتنی فعالیت له پایلې څخه په گټې اخیستلو، ددو غیر موازي قوو محصله چې په هندسي توگه د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په نامه نومول شوې ده، داسې بیانوو:

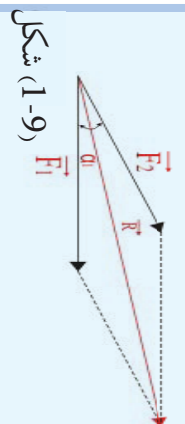
قاعدو: د دوو نا موازي (متلاقي) قوو محصله چې تر یوې زاوې لاندې پریوه جسم باندې اغیزکوي او دوو قوو له مقدار او لورې څخه هغه متوازي الاضلاع په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسېږي. که چېرې موز هغه زاوې ته چې د دوو قوو ترمنځ شتون لري، تغیر ورکړو، د محصله قوې کچه هم تغیر مومي، له دې وینا څخه یوه بله قاعده لاس ته راوړو او دا رنگه یې بیا نو:



شکل (1-8)

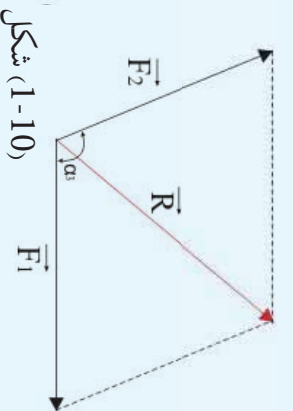
قاعدو: د محصله قوې مقدار نه یوازې د دوو قوو په مقدار پورې بلکې د هغې زاوې پر وسعت پورې هم اړه لري کومه چې د دې دوو قوو دانځیز د خطونو ترمنځ شتون لري. د محصله قوې د کچې اړیکه د هغې زاوې له وسعت سره چې ددو ووقوو ترمنځ شتون لري، په لاندې فعالیت کې تشریح اوکلی شو.

فعالیت

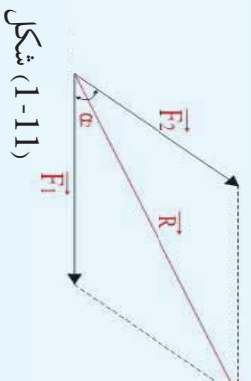


شکل (1-9)

وراندې وویل شول چې پر یو جسم باندې د اغیز کونکو دوو قوو د محصلې قوې کچه، نه یوازې د دوو قوو په مقدار پورې اړونده ده، بلکې د هغې زاوې پر پراخوالي پورې هم اړه لري چې د دوو قوو ترمنځ واقع ده. دا یوه قاعده ده چې موږ یې په دې فعالیت کې په ترسېمې ډول ثبوت او مشاهده کوو.



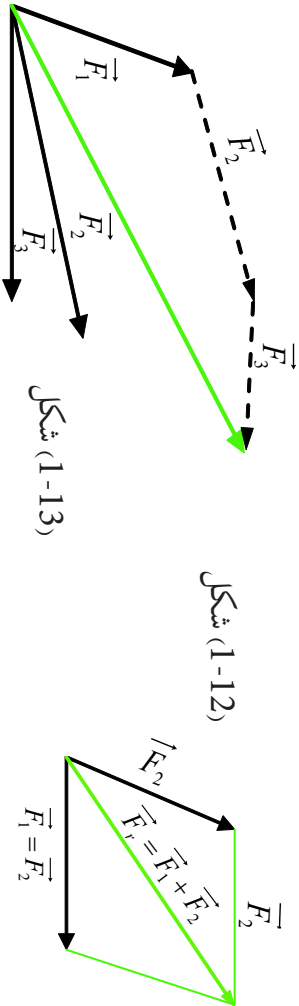
شکل (1-10)



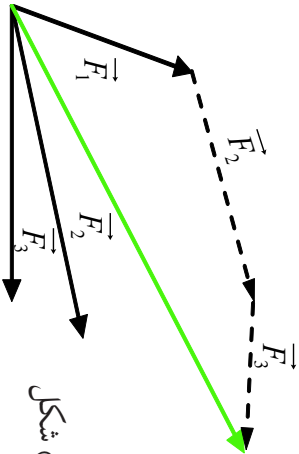
شکل (1-11)

په لاس راوړو. د دې متوازي الاضلاع وتر چې د محصلې قوې کچه په لاس راگوي، انداز، کور چې داوتر د F_1 او F_2 کچه د قوې له وکتور سره شریکه مېدا لري او لورې یې له مېدا څخه د انجام په لور دی. په شکلونو کې گورئ چې د R د محصلې قوې کچه نظر هغه زاوې ته چې قوې یې پخپلو جوړوي، توپیر لري. لکه څنګه چې وینو، هر څومره چې د دوو قوو د وکتورونو ترمنځ زاویه کوچنۍ وي، محصله یې لویه او څومره چې د دوي ترمنځ زاویه لویه وي، محصله یې کوچنۍ وي. دا فعالیت دې هره ډله په جلا ډول تر سره کړي او دخپل کار پایلې دې خپلو ټولگيوالوته وړاندې کړي.

باید وروایو چې موز کولای شو همدا پایله د وکتورونو د جمع کولو (د وکتورنو د انتقال طریقه) له قاعدې څخه په گڼې اغیستلو هم لاسته راوړو. دادی په (1-12) او (1-13) شکلونو کې د هغو قوو محصله چې په متلاقي ډول یې په یوه جسم عمل کړی دی، د وکتور د قوو د انتقال له طریقی څخه په کار اغیستلو سره دا ډول لاسته راوړو. د \vec{F}_1 د وکتور قوې انجام ته، یو موازی خط د \vec{F}_2 د قوې داغیز د خط په یوه لوري رسمو. بیا د دې خط پر مخ، یو قطعه خط چې د \vec{F}_2 قوې د وکتور اوږدوالی یې سره مساوي وي، جلا او په نښه کوو او بیا وروسته د \vec{F}_2 له انجام څخه یو خط چې د \vec{F}_3 له قوې سره مساوي او موازي وي، رسمو. کوم قطعه خط چې په لاس راځي، د \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 او \vec{F}_3 د قوو محصله ده، د (1-13) شکل. باید په یاد ولرو چې د متوازي الاضلاع قاعده او د وکتورونو قاعده د جمعې د محصله قوې د پیدا کولو لپاره عین نتیجه لري.

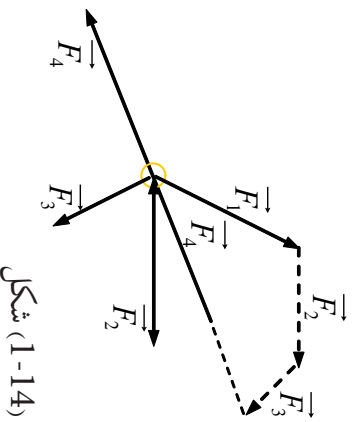


شکل (1-12)

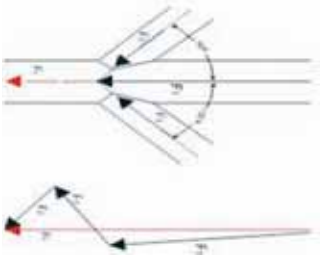


شکل (1-13)

که چېرې یو جسم د تعادل په حال کې وي، د قوو محصله یې له صفر سره مساوي ده او د قوو د مصلع په پایله کې یوه تریلي مصلع ده، د (1-14) شکل په تریلي مصلع کې د اخري قوې انجام د هغې قوې داغیز له نقطې سره منطبق کېږي. یعنې: $R = 0$ او یا $\sum F = 0$



شکل (1-14)



شکل (1-15)

مثال:

د یوې پلټنې د پاسه $F_1 = 3600N$ وزن پورته شوی دی. په همدې وخت کې په دې پایه کې، دوی قوې یوه یې $F_2 = 1200N$ تر 40° زاوې لاندې او بله قوه یې $F_3 = 1440N$ تر 55° زاوې لاندې فشار واردوي. د محصله قوې اندازه او لوری پیدا کړئ.

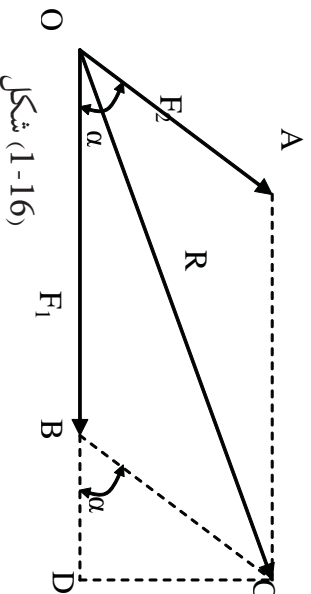
حل: تر ټولو د مخه د قوې لپاره د اوږدوالي یو مقیاسي واحد ټاکو. د بیلگې په توگه $1000N = 1cm$ وروسته د F_1 او F_2 قوې د قبول شوی مقیاسي واحد پر بنسټ، د هغو د کچې او لوري په رعایتولو سره، د قوو په یوه مضلع کې انتقالوو. د قوو دمحصلې اوږدوالی د شکل له مخې له $5.3cm$ سره مساوي دي. نو د پورتنۍ قبول شوی مقیاس څخه په گټې اخیستلو، سره لروچې:

$$R : 1000 N = 5.3cm : 1cm, R = 5300 N$$

او هغه زاویه چې محصله یې له افق سره جوړوي له 86° څخه عبارت ده.

د متلاقي قوو د محصلې د پیدا کولو الجبري طریقہ

که چیرې د F_1 او F_2 دوی قوې پر یوه جسم باندې داسې عمل وکړي چې داغیز خطونه یې پخپلو کې د α زاویه جوړه کړي (1-16) شکل: په دې صورت کې د محصلې د لوری والي یا کچې او لوري ټاکلو لپاره، د هغو دوو قوو د وکتورونو متوازي الاضلاع بشپړوو او له مخې یې محصله محاسبه کوو.



شکل (1-16)

د ODC په قائم الزاویه مثلث کې لیدل کېږي چې:

$$1. \dots\dots\dots OC^2 = R^2 = OD^2 + DC^2$$

$$OB = F_1, \quad OD = OB + BD = F_1 + BD$$

اوس که چیري د (OD) قیمت د 1 په رابطه کې واچووه، نو لرو چي:

$$R^2 = (F_1 + BD)^2 + DC^2$$

$$R^2 = F_1^2 + 2F_1 \cdot BD + BD^2 + DC^2 \dots\dots\dots 2$$

د \hat{BDC} قائم الزاویه مثلث له معني لیکلی شو چي:

$$BC^2 = F_2^2 = BD^2 + DC^2$$

اوس د $BD^2 + DC^2$ پر ځای د هغو مساوي اندازه یعنی (F_2^2) په 2 رابطه کې وضع کوو:

$$R^2 = (F_1^2 + 2F_1 \cdot BD + F_2^2) \dots\dots\dots 3$$

د \hat{BDC} له مثلث څخه د BD کچه پیدا کوو او په 3 رابطه کې يې وضع کوو:

$$BD = \vec{F}_2 \cdot \cos \alpha$$

$$\vec{R}^2 = (\vec{F}_1^2 + 2\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 \cos \alpha + \vec{F}_2^2)$$

$$\vec{R} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha}$$

موز ويلي وو چي د محصله قوي کچه د هغې زاويې په ليروالي پورې اړه لري، چي د دوو قوو ترمنځ واقع ده. اوس د \vec{R} د محصلي قیمت نظر د α قیمت ته تر مناقشي لاندې نيسو.

1. که چیري $90^\circ = \alpha$ وي، نو $\cos 90^\circ = 0$ دی او لرو چي:

$$\vec{R} = \sqrt{\vec{F}_1^2 + \vec{F}_2^2 + 2\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 \times 0}$$

$$\vec{R} = \sqrt{\vec{F}_1^2 + \vec{F}_2^2}$$

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2$$

2. که چیري $180^\circ = \alpha$ وي، نو $\cos 180^\circ = -1$ دی او کولای شو چي وليکو:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 (-1)}$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1 \cdot F_2}$$

$$R = \sqrt{(F_1 - F_2)^2}$$

$$\vec{R} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

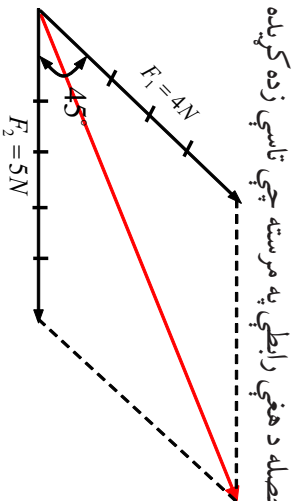
3. که چیري $\hat{\alpha} = 0^\circ$ ، په دې صورت کې $\cos 0^\circ = 1$ دی او لرو چې:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 (+1)}$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2}$$

$$R = \sqrt{(F_1 + F_2)^2}$$

$$R = F_1 + F_2$$



مثال: لاندې شکل په نظر کې ونیسئ، د قوو محصله د هغې رابطې په مرسته چې تاسې زده کړلده محاسبه کړئ:

حل:

$$\vec{F}_1 = 4N$$

$$\vec{F}_2 = 5N$$

$$\hat{\alpha} = 45^\circ$$

$$\cos 45^\circ = 1/\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

نو لرو چې:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \alpha}$$

$$= \sqrt{(4^2) + (5^2) + 2 \times 4 \times 5 \times \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

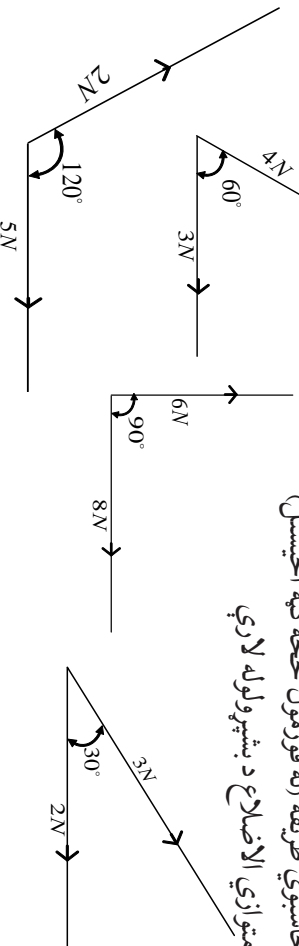
$$R = \sqrt{41 + 20 \cdot 1.414} = \sqrt{41 + 28.28} = \sqrt{69.28} = 8.32N$$

پوښتنه:

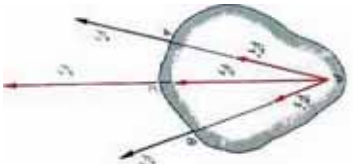
لاندې شکلونه په نظر کې ونیسئ چې په هغوی کې قوې په هغه اندازه چې ورکړل شوي دي، تر مختلفو زاویو لاندې په جسم باندې عمل کوي. د قوو د محصلې اندازه او لوری په لاندې دوو طریقو سره لاسته راوړئ:

1. محاسبوي طریقته (له فورمول څخه گټه اخیستل)

2. د متوازي الاضلاع د بشپړولو له لارې



هغه قوي چي د يوه جسم په مختلفو نقطو کي اغيزه کوي:
 مورن په تير لوست کي د متلاقي قوو اغيز چي پر يوه جسم باندي په مختلفو وضعيتونو کي عمل کوي، مطالعه کړ. همدا رنگه مو په ترسيمي او محاسبوي لارو د محصلي له پيدا کولو سره هم اشنائي ترلاسه کړه.



شکل (1-17)

يو بل حالت چي ډير ځله په تخنيکي پيښو کي رامنځ ته کيږي، هغه حالت دی چي که چيري دوه قوي د يو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، څنگه کولای شو چي محصله يې په هندسي توگه لاس ته راوړو؟ په (1-17) شکل کي ليدل کيږي چي د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 دوي قوي د يو جسم پر A او B نقطو عمل کوي. دا دوي نقطوي مختلف موقعيتونه لري. څنگه کولای شو چي د دې دوو قوو محصله لاس ته راوړو؟ په تيرو درسو نوکي موږ لوستل چي:

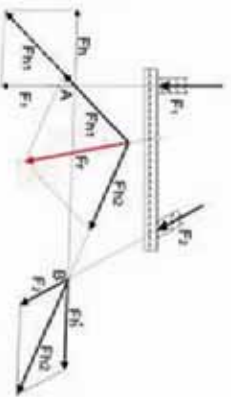
کولای شو يوي قوي ته دهغي د اغيز پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسي چي په مقدار او لوري کي يې هيڅ ډول تغيير رامنځ ته نشي. د همدې قاعدې په مرسته، د دواړو قوو د اغيز خطونو ته د تر نقطې پوري امتداد ورکړو، ترڅو چي يو او بل قطع کړي. د له نقطې څخه د هرې قوي د اغيز پر خطونو، له هغو سره مساوي قوي جلاکوو

چي عبارت له \vec{F}_1 او \vec{F}_2 څخه دي. د محصله قوي د پيدا کولو لپاره د متوازي الاضلاع له قاعدې څخه کار اخلو چي د \vec{F}_1 محصله قوه لاس ته راځي. دا محصله د \vec{PC} د خط اغيز لرونکي ده او د محصلي د اغيز نقطه کولای شو، په کيفي ډول د هغي د اغيز پر خط د بيلگي په ډول د C په نقطه کي و ټاکو. لکه څنگه چي (په شکل کي \vec{F}_1 محصله ښيي.

له دې عمليې څخه دا پايله هم لاس ته راځي چي د محصلي قوي اندازه او لوري به همدومره ولای که چيري پر يوه جسم جزئي قوو (مرکبو) په عين نقطه کي اغيز کولای.

څنگه کولای شو چي د دو متلاقي قوو د اغيز د نقطې کچه او موقعيت په لاس راوړو؟

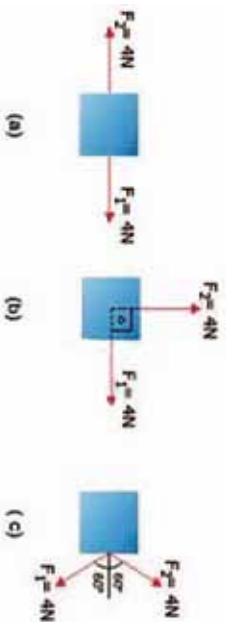
له مرستيالو قوو څخه په گټه اخيستنې د محصلي رسمول:



شکل (1-18)

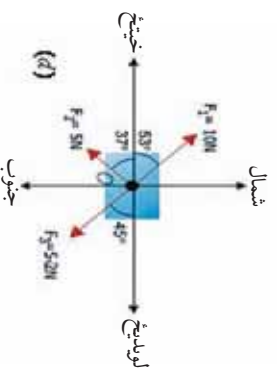
تمرینونه

1. د قوو محصله څه شی ده؟ د یوې محصلې قوې د تشکیل لپاره لږترلږه د څو قوو شتون اړین دی. د ریاضي له نظره یې محصله څنګه په نښه کړي ده؟
2. دهغه شمیر قوو لږوالی او لوری چې پر یوه جسم عمل کوي (a، b او c) په شکلونو کې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پیدا کړئ.



3. د (d) په د یاګرام کې درې قوې پر یوه جسم عمل کوي. محصله قوه چې پر جسم واردېږي پیدا کړئ.

$$\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8, \sin 37^\circ = 0.6, \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$



3-1: د نقطه يي کتلي تعادل

مخکې له دې چې د تعادل په باره کې و غږېږو، اړینه ده چې د نقطه يي کتلي په هکله لنډې څرګندو نې وکړو. موربه تېرو لوستونو څخه، د یو جسم کتله بیټرنو او پوهېږو چې کله د هغو موادو له اندازې څخه عبارت ده چې په جسم کې ځای شوی وي او د اندازه کولو واحدېي کیلوګرام دی، چې په عملي ډول یو کیلوګرام کتله یې د یولېتر خالصو اوبو په C 4° تودوخه کې قبوله کړي ده. یوه بله اصطلاح چې د فزیک د علم په ټاکلو برخو کې پکارېږي، له نقطوي کتلي څخه عبارت ده، چې د اُسانتیا راوستلو لپاره، د فزیک د علم د برا بلمونو او مسایلو په حل کې ورڅخه ګټه اخيستل کېږي.

نقطوي کتله د يو ايدېيال جسم له هغې کتلې څخه عبارت دی چې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره ټول کارېدلي مواد، په يوه نقطه کې متمرکز يا را ټول شوي وي. له دې تعريف څخه معلومېږي چې نقطوي کتله واقعي شتون نه لري او يوازې د محاسبې د ترسره کولو او مسايلو د حل لپاره په فرضي توگه منل شوې ده، اوس نو دا پوښتنه را پيدا کېږي چې عملاً څنگه کولای شو، يوه نقطوي کتله مجسمه کړو او د نقطوي کتلې رول د فزيکي مسايلو (برېلم) په حل کې څه دی ؟ هر حقيقي جسم چې جسامت (لویوالی) او شکل ېې، د يوې ميخانيکي مسئلې د مطالعې پر مهال رول و نه لري او له نظره د غور ځينو وړوې، کېدای شي د يو جسم يا نقطوي کتلې په توگه ومنل شي.

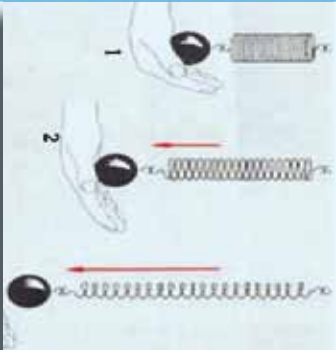
لاندې بېلگې موضوع ته لاروښانېا بڅښي:

1. دلبر پړشاو خوا د سپارو د حرکت د محاسبه کولو پر مهال، کولای شو سپارې، نقطوي کتله ومنو. د تينس د يو توپ دالوتلو دمدار د محاسبې لپاره ، کولای شو توپ د يوې نقطوي کتلې په توگه وننو.

3. د هایدروجن د اټوم د ساده مودل، الکترون او پروتون کولای شو د نقطوي کتلو په توگه ومنو. بايد ووايو چې موز په عملي ډول د نقطوي کتلو په سيسټمونو سره سروکار لرو، چې هر سيسټم د گڼ شمير نقطوي کتلو لرونکي دي. د بېلگې په ډول غازونه، مايعات، ارجاعي (الاستيکي) اجسام ، جامد اجسام، اټومونه، ماليکولونه، د سپارټو سيسټم، دا ټول په ځانگړو او ټاکلو برخو کې د نقطوي کتلې په توگه منل کېدای شي.

تبادل (انډول)

د يوې قوي داغيز په وړاندې د يو جسم عکس العمل: موز وړاندې له قوي او د هغې له اغيز و او ډولونو څخه وغزېدو او وموويل چې قوه هغه عامل دی چې کله پر يوه جسم اغيز وکړي، کولای شي، د يو جسم د حرکت په حالت کې بدلون راولي او يا د جسم د شکل د تغيير لامل شي. موز پر يوه جسم د قوي له اغيز و څخه خبرې وکړي، خو د قوي د اغيز په وړاندې موز د عکس العمل په هکله تر اوسه څه نه دي ويلې. موز تر دې مهال په دی اړه څه نه دی ويلې چې که چيرې يوه قوه پر يو جسم عمل وکړي، ايا جسم د نوموړې قوي د اغيز په وړاندې څه ډول غبرگون ښيي ؟ او يا کله چې يو جسم د سکون په حالت کې وي، د امعنا لري چې هيڅ قوي پرې اغيز نه دی کړی ؟ تاسې پوهېږئ چې هر جسم وزن لري چې هغه ېې د ثقل د قوي په نامه نومولی، بله پوښتنه داده چې ايا کولای شو د يوه جسم د وزن د قوي اغيز پر نوموړي جسم له منځه يو سو ؟ د دې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعاليتونه ترسره کوو:



شکل (1-19)

فعالیت:

1. یو جسم له یوه فنر څخه خړوو، داسې چې لاندې تړي خپل لاس ونیسو، د جسم د وزن قوه حس کرو (1 حالت)
 2. ډیر ورو ورو خپل لاس مخ په کښته تیتوو، د سپکوالی یوڅه احساس کوو او ورسره سم فنر د جسم د وزن د قوې له امله اوږدېږي (2 حالت).
 3. فنر یو ټاکلې موقعیت ته په رسېدو، نور نه اوږدېږي او جسم په آزاد حالت په فترکې خورنډ پاته کېږي (3 حالت).
- خو جسم، نور نشي کولای فنر مخ کښته راکاږي؟
د دې پوښتنې د ځواب لولپاره په لاندې توگه دویم فعالیت ترسره کوو.

فعالیت:

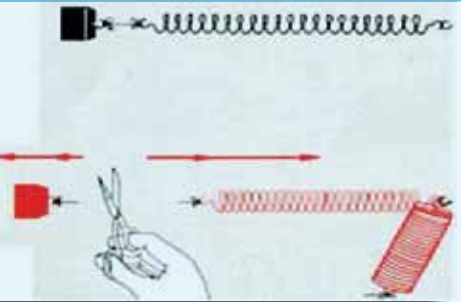
یو جسم (کم وزن) د تار په مرسته له یوه فنر سره خړوو، لیدل کېږي چې د جسم دوزن له کبله کښ او، اوږدېږي او بیا په یوه ټاکلې موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسېږي.

کله چې جسم د سکون حالت ته راشي، سمه سټی تار د قېچې په مرسته لکه د شکل په څیر قطع کوو. څه پېښېږي؟ د قوې د دوي اغېزې لیدل کېږي.

1. کوچنی وزن پر مخکې لویږي
2. فنر په چټکۍ سره پورته خواته راټولېږي او لومړنی حالت ته ورگرځي له دې وضعیت څخه کولای شو، پایله تر لاسه وکړو چې د دوي قوې باید په کار کې ورگډې وي.

a- د وزن قوه، کوچنۍ وزنه چې په فنر پورې څرېدلې ده.

b- هغه قوه چې ونې کولای شو له فنر تیرته خپل لومړنی حالت ته راوگرځوي چې دې قوې ته د بېرته گرځونکې قوې نوم ورکوو.



شکل (1-20)

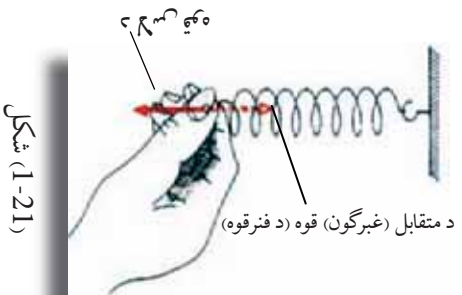
اوس پورتنۍ پوښتنې ته چې ولې فنر د مخکښې فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغېز له امله، نور اوږد نه شو، ځواب ورکولې شو او دې پایلې ته رسېږو چې خو مره چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتېږي، هومره، فنر د بېرته گرځېدو زمانه قوه شته، چې دا بېرته گرځونکې قوه د کوچنۍ وزنې له وزن سره په مخالف لوري کې لري، که چېرې دواړه قوې یعنې د وزنې وزن او د فنر بېرته گرځېدو قوه سره مساوي شي. په دې حالت کې فنر نور نه اوږدېږي او د سکون حالت غوره کوي، په دې وخت کې ولې شو چې: د جسم د وزن قوه د فنر له بېرته گرځونکې قوې سره برابره ده او څرنگه چې د فنر د بېرته گرځونکې قوه د کوچنۍ وزنې وزن په مقابل لوري کې د متقابلې قوې په توگه عمل کوي، نو ولې شو چې:

د وزن قوه = متقابل قوه

مقابلله قوه

تاسو د پور تينو تجربوله مخي د مقابل (عكس العمل) دقوي له مفهوم سره بللشورئ او اوس پوهيرئ چې دا قوه د تعادل د حالت په رامنځ ته كولو كي اغيز مننه ده.

كه چيري يو جسم د هغي قوي د اغيز په لور حرکت ونه كړي چې په دي يي عمل كړي، په دي حالت كي قوه يوازي په جسم كي د شكل د بدلون سبب گرځي. وروسته له دي چې په جسم كي د شكل بدلون رامنځ ته شو، جسم د بيا لپاره كه څه هم دقوي اغيز دوام ولري، لومړني يعني د ارامتيا حالت ته راگرځي او هغه قوي چې له بهر نه يي پر جسم عمل كړي دي، نشي كولاى پر جسم د نوي اغيز لامل شي، ځكه چې بله قوه چې د مقابل جسم داتصال له ځايه، لكه د يوال، ميز او نور پر جسم عمل كوي، د بهرنئ قوي اغيز خنثي كوي، يعني هغه په تعادل كي راوړي.



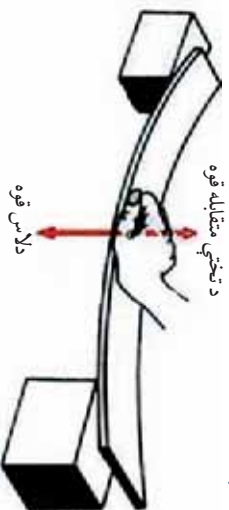
شكل (1-21)

هغه قوه چې پر جسم د اغيز كوزلكي قوي اغيز خنثي او په جسم كي د تعادل يا توازن سبب گرځي، د مقابلې قوي په نامه ياديري. په شكل كي ليدل كيري هغه عامه قوه چې لاس ته راغلي د فنر له مقابلې قوي سره خنثي كيري او فنر د تعادل حالت ته راوړي. په دي نمایش او په راتلونكي تجربې كي كولاى شو مقابل قوه په خپل لاس حس كړو. عامه قوه او مقابله قوه پخپلو كي سره مساوي دي، خو جهتونه يي مخالف دي. عامه قوه يا هغه قوه چې له بهر پر جسم وارده شوې، نور نشي كولاى د اغيز لامل وگرځي. ځكه چې اغيز يي د مقابلې قوي چې د كلك او غښتلي جسم لخوا عمل كوي، خنثي او د هغي د تعادل سبب گرځي.



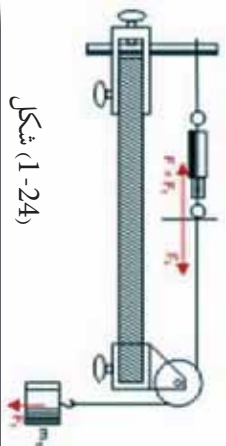
بحث وگړئ

يوه د لرگي تخته چې له شكل سره سم يي دواړه سروته پړيوه جسم تكه شوي دي او د لاس پرست يي پر منځني برخه قوه وارده شوي ده. ليدل كيري چې تخته له كوزوالي سره چې د لاس دقوي له امله يي ترلاسه كړي، مقابله كوي. ترڅو بيرته خپل لومړني حالت ته را وگرځي. ولې داسي پيښيري؟ په دي برخه كي د خپل گروپ له غړو سره خبري وكړئ او د خپلو بحثونو پايلې د ټولگي مخي ته وړاندې كړئ



شكل (1-22)

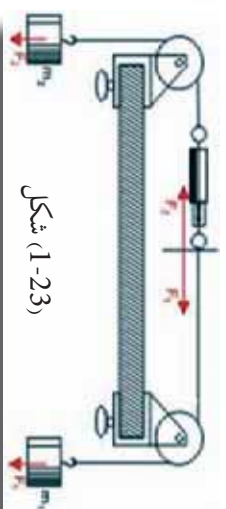
متقابله قوه يا د مخالف عكس العمل قوه (Reaction force) تل د عمل له قوي (Action force) سره مساوي ده، خو په مخالف لوري. بايد وويل شي كه چيري يو جسم په يوي كلكي نقطې پوري وتړو، د عكس العمل قوه د اتصال په نقطه كې، پخپله رامنځ ته كيري. په دې معنا چې د يوي قوي اغيز، د عكس العمل دقوي له پيدا كيدو پرته ناشوني ده. د دې موضوع لاروښانننجا دلاندې تجربو په لومړيو او دوهمو حالتونو كې په ښه توگه ليد لاي شي.



شکل (1-24)

دوهم حالت

پرتاز د راښكلو قوه د يو خړيدلو وزن پر مټ



شکل (1-23)

لومړي حالت

پرتاز د راښكلو قوه د دخړيدلو وزنو پر مټ

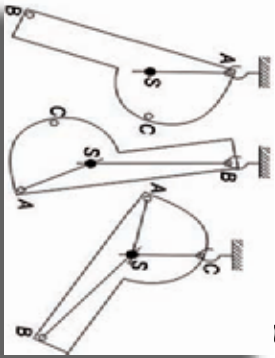
په لومړني حالت كې هم د عمل قوه او هم د عكس العمل قوه F_1 او F_2 دواړه د دوو خړيدلو وزنونو په مرسته، منځ ته راځي. په دويم حالت كې، هغه قوه چې له ميلې سره د اتصال له امله منځ ته راځي، د عكس العمل د هغې قوي له امله چې د (F_2) خړيدلي وزن پر مټ رامنځ ته راغلي ده، وزن يې په تعادل كې راوستي دي. د پورتنيو خړگندونو په پايله كې د تعادل د مفهوم لنډيز دا رنگه وړاندې كولي شو:

كله چې يوه قوه پر يوه جسم چې په يوه نقطه كې كلك تړل شوی وي، اغيزو كړي، دا جسم يوازې د همدې قوي تر اغيز لاندې نه وي، بلكې يوه بله قوه هم پرې اغيزه لري، چې هغه عبارت د عكس العمل له قوي څخه ده، څرنگه چې دا دواړه قوي يو د بل اغيزې په متقابله توگه له منځه وړي، نو له دې كبله هيڅ ډول حرکت منځ ته نه راځي او يوازې د متقابل عكس العمل قوي په منځ ته را تللو سره په جسم كې بدلون منځته راځي. كه چيري عامه او متقابله قوه چې هغوی ته د عمل او عكس العمل قوه هم وايي، چې د مساوي كچې لرونكې او لوري يې مخالف وي، دو اړه قوي كولاى شي د جسم د شكل د بدلون په حالت كې پاتې شي، په بل عبارت سره داسې وايي: قوي په تعادل كې دي. همدا ډول قانونندي د دوو ياله دوو څخه د زياتو قوو د عمل كولو پر مهال هم صدق كوي. په دې معنا، كله چې دوه يا له دوو څخه زياتې قوي پر يوه جسم اغيز وكړي او د جسم د حرکت په حالت كې د بدلون لامل نشي، يا دا چې پر جسم عامې قوي، يو دبل اغيزې تختې كړي، په دې صورت كې ويلى شو چې جسم يا قوي د تعادل په حالت كې دي.

بيلد پام وگړو، هغه ټول شيان او اجسام چې زمور په محيط او چاپير يال كې دي، تقريباً ټول د سكون په حالت كې دي. دسكون په حالت كې د هغو شتون، له دې كبله ندى چې گواكي هيڅ ډول قوه پرې اغيز نه كوي، بلكې د سكون دليل يې دادې، چې ټولې قوي يو دبل اغيز له منځه وړي او اجسام يې د تعادل په حالت كې راوستي دي.

په جسمونو کې د تعادل حالتونه او پابندیت (ثبات)

مخکې له دې چې، د تعادل او پابندیت د حالاتونو د چلولونو په هکله بیرخه و وایو، اړینه ده چې دا په یاد راوړو چې په پخوانیو درسونو کې موږه اجسامو کې د ثقل د مرکز په هکله یو شمیر مطالب زده کړي وو. اوس د تعادل او دهغې د چلولونو د مفهوم د ښه درک او همدا رنگه د اجسامو د پابندیت د حالاتو د پیژندنې لپاره، اړینه ده چې په لنډه توګه د ثقل مرکز په هکله دویم ځلې یادونه وکړو. که چیرې د (1-25) شکل په څېر یو جسم له مختلفو نقطو (A، B، C) څخه و څړوو، و به ګوري چې جسم له یو نوساني لنډ حرکت څخه وروسته یو ټاکلي حالت غوره کړي. پام وکړئ چې د جسم پر مخ یوه ثابت (د S نقطه) شتون لري چې خپل موقعیت ته په هر حالت کې بدلون نه ورکوي. دا ثابت نقطه د جسم د ټولو ذرو د ثقل د قوو دمحصولې د اغیز نقطه ده، ځکه چې په جسم کې یوازې یوه نقطه په دې خاصیت شتون لري چې که جسم په هر موقعیت کې د ثقل د قوې د دوران مومنت، په یو عمومي موقعیت کې د هغې قوې د اغیز تر نقطې لاندې قرار نیسي چې ترې څړېدلې دی.

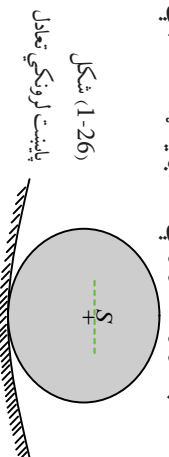


د (1-25) شکل د یو جسم د ثقل د مرکز ټاکل

د تعادل حالتونه:

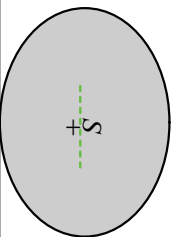
د ثقل د مرکز پیژندنل له مورز سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په اسانه توګه تر مطالعې لاندې ونیسو. یو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دی چې پرې د قوو د اغیزو له شتون سره سره بیاهم د سکون په حالت کې واقع وي. څرنگه چې په هر جسم کې د ثقل قوه یاد ځمکې د جاذبې قوه د هغې د ثقل په مرکز عمل کوي او جسم ښکته خواته راګرځي، نو له دې امله د تعادل حالت هغه وخت رامنځ ته کېدای شي چې د ثقل مرکز ونشي کولای مخ په ښکته حرکت وکړي. که چیرې یو جسم په یوې نقطې پورې نه وي تړل شوی، بلکې پخپله ښکتنی سطحه کې وي، د دې جسم د ممکنه حرکتونو لپاره، لاندې درې حالتونه مطالعه او یوله بله یې توییر کولای شو.

لومړی حالت: کله چې یو جسم د یوې قوې له امله د تعادل له حالت څخه خارج کړای شي او وروسته له دې چې د قوې د اغیز له قید څخه ازاد کړل شي، وکولای شي بیرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. یو مخروط چې پر خپلې قاعدې د ځمکې او یا د میز پر مخ ایښودل شوی دی، یا یو کروبي جسم چې د یو مقعر لورښي په منځ کې ایښودل شوی وي، د دې حالت بیلګې رانښيي، دې ډول تعادل ته پایدار بابتانه (stable) تعادل وایي. دغه ډول تعادل په ټولو حالتونو کې کار پورې اړینه ده، چې شیان د سکون په ډاډمن حالت کې کینودل شي.



شکل (1-26)

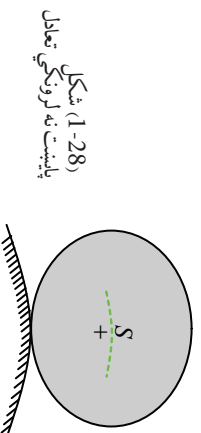
پابندیت لرونکي تعادل



شکل (1-27)
بی توپیره تعادل

دویم حالت: په ټولو هغو حرکتونو کې چې د ثقل د مرکز، لوړوالی د قاعدې له سطحې څخه تغیر ونکړي او جسم پخپل نوي موقعیت کې بیا هم د تعادل په حالت کې راشي یعنی خپل د تعادل حالت وساتي (لکه یو پناهوسکی او یا مخروط چې پخپله اړخ پر میز کېښودل شي)، دغه ډول تعادل ته بی توپیر یا (indifferent) تعادل وایي. د تعادل له دې ډول حالت څخه هغه مهال گټه اخیستل کېږي چې د دې اړتیاوي چې شیان متحرکه وي. لکه په ترانسپورتي وسایطو او یا په دوراني محورونو کې:

دویم حالت: که چېرې جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې ځایه شي او ونشي کولای چې بیرته خپل لومړني حالت ته راوگرځي، دې تعادل ته بی ثباته تعادل وایي. د بیلگې په ډول که چېرې یوه کوچنی، کره د یو جسم په ډېره لوړه نقطه او یا د محاسبې سطحې په پورتنۍ برخه کې کېښودل شي او یا یو مخروط چې د راس لخوا پر ځمکه تکیه شوی وي، دغه جسمونه د (1-28) شکل په څیر له اړخه ټکان یا لړزي سره د تعادل له حالت څخه وځي، له همدې امله د تعادل ناپایداره حالت له تخنیکي اړخه د استعمال ځای نلري.

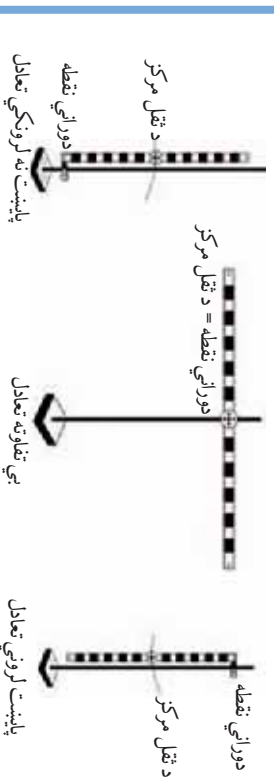


شکل (1-28)
پایښت نه لرونکي تعادل

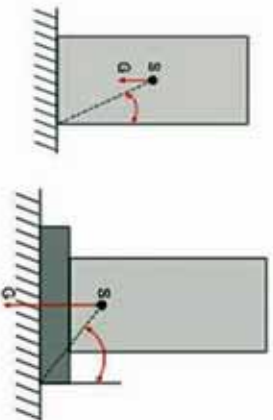
پوښتنه:



یو خطکش د a ، b او c په درو حالتونو کې، د شکل په څیر له مختلفو نقطو څخه پر یوې پایې ځړول شوی دی، خطکش په پورتنیو وضعیتونو کې په پایدار، بی توپیره او ناپایداره حالتونو کې لیدل کېږي. د هر یوه حالت ځانگړنې بیان کړئ.



ثابتوالي (پاښت)
هغه جسمونه چې د ثقل مرکزي د هغو د اټکاله لاندینی، سطحی، څخه پورته واقع وي، د تعادل په ثبات او داومن حالت کې دي، ځکه چې د چپه کېدو پر مهال یې د ثقل د مرکز موقعیت بدلون مومي او پورته ځي. په یوه جسم کې ثبات تل عین قیمت نلري، یو جسم یو مکعب مستطیل) که پخپله لویه جانبی سطحه اټکا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکی دی، په داسې حال کې که پخپلی وړي جانبی سطحی اټکاولري، ثبات یې بل قیمت اخیستلای شي.



شکل (1-29)

څومره چې د یو جسم د ثقل مرکز ښکته، د جسم وزن زیات او د اټکا سطحه یې لویه وي، پایداري یې زیاته وي. له وبل شوو درو شرطونو څخه ډېر ځله د جسم د ثبات د ډېرولو لپاره گټه اخلي. که چیرې، لکه په شکل کې چې لیدل کېږي، د یو جسم په کښتۍ برخه کې یوه درنه او پلنه پایه ور زیاته کړو، د جسم د ثقل مرکز موقعیت لاندې لوړېږي، د جسم وزن زیاتېږي او په پایله کې د جسم ثبات زیاتېږي.

1-4: د قوی مومنت (ټورک)

مورن پوهیرو چې قوی، په مختلفو ښووکولای شي، پر جسمونو اغیزه وکړي، د بیلگې په ډول متلاقي قوی چې مخکې مو د هغې محصله هم په هندسي ډول او هم په محاسبوي توگه پیدا کړه او پوره شوه د دوواو یا له دوو څخه د زیاتو متلاقي قوو د محصلې کچه د هغې زاويې پر اندازې پورې اړه لري، چې د دې قوو د اغیز د خطونو تر منځ جوړېږي. مورن ولیدل چې که چیرې یوه قوه پر جسم اغیز وکړي، جسم د هغې په وړاندې عکس العمل ښيي، له همدې ځایه د متقابلې قوې په شتون وپوهیدو. د تعادل حالت په پیدا کېدو کې د متقابلې قوې په نقش هم پوه شو. له وبل شوو مطالبو څخه څرگندېږي چې قوه په پورتنیو بیلو حالتونو کې، پر جسم ټاکي اغیزې وادروي. په اکثره حالتونو کې چې قوه پر جسم اغیز کوي، کولای شي د یو اوږدوالي په امتداد کې د جسم د حرکت سبب شي. خو دقوي اغیزې کولای شي، پر جسم یول ډول حرکت هم ورزیات کړي. د بیلگې په توگه یو جسم په نظر کې ونیسئ چې پر یوه محور تگه ولري، کله چې قوه پرې اغیز کوي، په دې حالت کې، قوه جسم د یو محور پر شاوخوا په دورانی حرکت څرخوي. هغه اغیز چې د قوې په واسطه په دورانی حرکت کې څرگندېږي، دقوي د مومنت په نامه یادېږي. د دوران مومنت د ټورک په نامه هم یادېږي. د قوي مومنت په M او ټورک د (T) په یوناني توري ښيي.

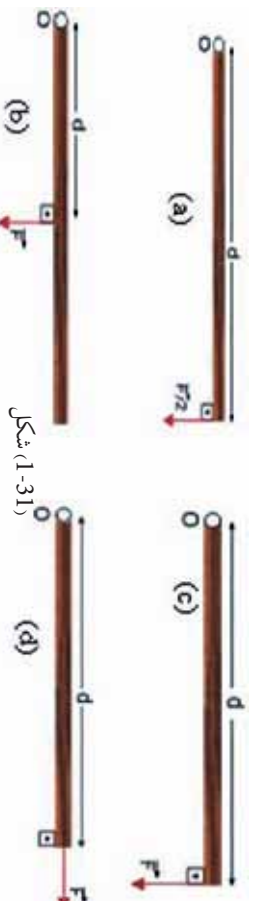
د لاندې بیلگې په وړاندې کولو سره د قوي د مومنت په هکله نوره رڼا اچوو:



شکل 1-30: بیچ تیچکول د رنج په وسیله

گرانه ده چې یو بیچ د لاس په مرسته بڼه کلاک کړو. په داسې حال کې چې کولای شو هغه د یو رنج په مرسته په اسانۍ سره کلاک کړو. ددې لامل دادی چې رنج یو لویه دوراني اغیزه جوړوی.

هغه قوه چې یو جسم د یوې نقطې پر شاو خوا په څرخیدو راولي، دغه نقطه د دوران د نقطې په نامه یادېږي. په شکل کې رنج، بیچ په دوران راولي. یوه قوه کولای شي مختلف مورمټونه چې د قوې د اغیزې نقطې په موقعیت اولوري پورې اړه لري، پر یوه جسم وارده کړي. مور په لاندې شکل کې څلور حالتونه لیدلای شو. د دې څلورگونو حالتونو په هر یوه حالت کې میله په ازاده توګه د (O) د نقطې پر شاو خوا دوران کولای شي. هغه مورمټ چې د a په حالت عمل کوي، لوی دی له هغه مورمټ څخه چې پر میلی د b په حالت عمل کوي، په داسې حال کې چې په دواړو حالتونو کې د قوو کچه مساوي ده.



شکل 1-31


د a او c په شکلونو کې چې قوې په هماغه یوه نقطه کې عمل کوي، څرنگه چې د قوو کچه یوله بلې سره توپیر لري، د دوران پېښه هم یوه له بلې سره توپیر لري. هغه مورمټ چې پر جسم د d په حالت کې عمل کوي، مساوي له (O) سره دی ځکه چې په دې حالت کې قوه د صفر په کچه پر جسم عمل کوي او دپایلې په توګه ویلې شو چې هغه اغیز یا مورمټ چې قوه یې د دوران په پېښه کې تولیدوي، په درو پارامترونو پورې اړه لري:

1. د قوې کچه
2. د قوې د اغیزې نقطې او دوران د محور ترمنځ واټن او یا هغه فاصله چې جسم یې پر شاو خوا څرخي او د d په توري ښودل شوي دي.
3. هغه زاویه چې د قوې د وکتور او هغه ترمنځ چې محور د قوې د اغیز له نقطې سره ښکاري، شتون لري (θ).



شکل 1-32: مورمټ صفر دی، ځکه چې د قوې د اغیزې کرښه د دوران له ټکي څخه تیرېږي.

مومنٽ صفري، θ ځکه چې د قوي د اغيز خط د دوران له نقطي، θ څخه تيريزي. که چيري يوه قوه پورتي د (1-32) شکل په څير په عمودي ډول د دوران د نقطي پر ارتباطي خط او د اغيز پر نقطي پر يوه جسم عمل وکړي، يعني $F \perp d$ وي، په دې حالت کې هغه مومنٽ چې دا قوه يې توليدوي، اعظمي قيمت لرونکي وي چې دا مومنٽ په رياضي کې داسې افاده کوي:



$$M = F \cdot d \dots\dots\dots (F \perp d)$$

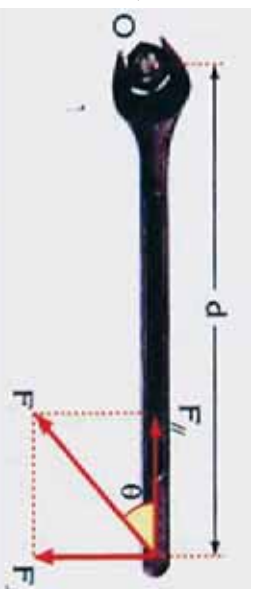
شکل (1-33)

که چيري قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوي د اغيز نقطه د دوران له نقطي سره وصلوي موازي عمل وکړي، يعني $(F \parallel d)$ وي، په دې صورت کې هغه مومنٽ چې دا قوه يې توليدوي، مساوي له صفر سره ده، يعني: $M = 0$

په عمومي توگه يوه قوه تل پخپلو دوو مرکبو تجزيه کېدای شي چې يوه يې موازي او بل يې پر هغه خط عمود دی چې د دوران نقطه دقوي د اغيز له نقطي سره وصلوي. قوه د دوران پر محور عمود وي. که چې قوه پر جسم عمل وکړي او دهغه مومنٽ د اغيز خط چې قوه يې وارډوي، اعظمي وي.

شکل (1-34)

که چې قوه پر جسم باندې عمل کوي او د قوه د تاثير خط د دوران پر محور عمود وي، نو هغه مومنٽ چې قوه توليد وي، اعظمي دی.



لکه څرنگه چې په (1-34) شکل ليدل کېږي، هغه مومنٽ چې د \vec{F} دقوي پرمست توليديزي، له هغه مومنٽ سره مساوي دی چې د همدې (F_{\perp}) قوي عمودي مرکبي د اغيز د نقطي پر واټن د دوران تر محور پورې عمود دی، را منځ ته کړی ده. ځکه چې دويمه مرکبه (F_{\parallel}) چې د اتصال له خط سره موازي وي، صفري، يعني:

$$M = F_{\perp} \cdot d$$

$$M = (F \sin \theta) \cdot d$$

په پورتنۍ رابطه کې، θ د قوي او هغه خط تر منځ زاويه ده، چې د دوران نقطه د قوي د اغيز له نقطي سره وصلوي.

مثال:

قوه پر يوه ميلې چې 0.2 متره اوږدوالی لري، د شکل په څير عمل کوي، هغه مومنٽ چې نو مورې قوه يې توليدوي، پيدا کړئ. $\sin 37^{\circ} = 0.6$ $\cos 37^{\circ} = 0.8$

حل:
 F_x مرکبه قوه د مومنت د تولید سبب نشي کېدای، هغه مرکبه قوه چې د (F_y) د محور په اوږدو چې په رنج عموده او د ساعت د عقربې په لور دوراني حرکت منځ ته راوړي، دا رنگه په لاس راوړو:

$$F_y = F \cdot \sin \alpha \rightarrow F_y = (15\text{ N}) \times 0.6 = 9\text{ N}$$

$$M = F_y \cdot d$$

$$M = F \cdot d \sin 37^\circ = (9\text{ N})(0.2\text{ m}) = 1.8\text{ Nm}$$

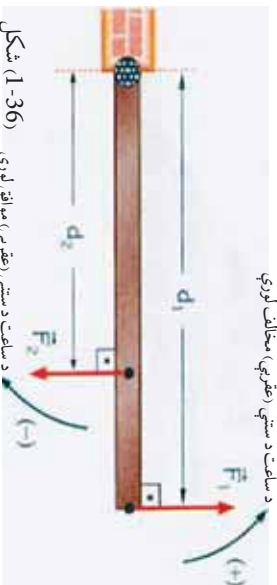


د (1-35) شکل



د محصلي تورك (مومنت) او د دوران لوري

که چیرې یو ششمیر قوې پر یوه جسم عمل وکړي، د هغو مومنتونو د جمعې حاصل چې د دوی د هرې یوې قوې تر اغیز نظر د دوران همېلې یوې نقطې ته منځ ته راځي، د ټول مومنتونو مجموعه یا د جمعې حاصل وي.



شکل (1-36)

په (1-36) شکل کې د F_1 او F_2 دوي قوې وینو چې پر یوې دروازې بڼې عمل کړي او په مخالف لوري بڼې د دوران سبب کېږي. که چیرې د ساعت د سستي د حرکت مخالف لوری مثبت او د ساعت د سستي د حرکت لوری منفي و منو، هغه مومنت چې دوه ډوله قوې منځته راوړي. پر دروازې له محصله مومنت څخه عبارت دی چې داسې حسابېږي.

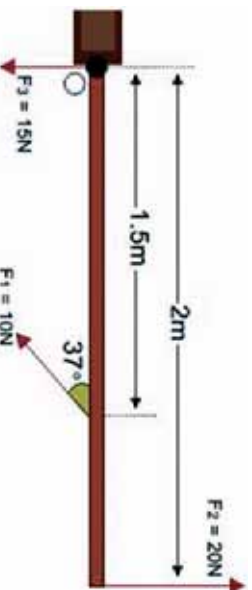
$$M_1 = F_1 d_1 \quad \text{او} \quad M_2 = F_2 d_2$$

$$M = M_1 + M_2 = F_1 d_1 + (-F_2 d_2)$$

اوس يو ساکن جسم په نظر کې نيسو:
 که چېرې د محصلې مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پيل کوي، اوکه چېرې پر جسم د محصلې مومنت منفي وي، جسم د منفي په لور په دوران پيل کوي، په ځانگړي حالت کې که چېرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، يعني د محصلې مومنت د ساعت دستي د گرځيدو په لور کې مساوي دساعت د سستي له مخالف مومنت سره (مقدار له نظره) وي، په هغه حالت کې جسم په دوران پيل نه کوي.

مثال:

مقابل (1-37) شکل سره سم درې قوې پر يوې دروازې عمل کوي:



شکل (1-37)

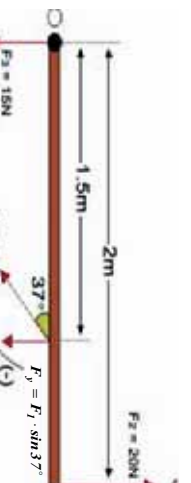
الف: د محصلې مومنت چې پر دروازې عمل کوي، پيدا کړئ.

ب: د څلورمې قوې اصغري قيمت محاسبه کړئ چې وکولای شي، د دروازې له دوران څخه مخنيوی وکړي، لورې او د اغيز نقطه يې مشخصه کړئ.

$$\cos 37^\circ = 0,8 \quad \sin 37^\circ = 0,6$$

حل:

الف: د F_1 قوې عمودي مرکبه د ساعت د سستي يو موافق دوران (-) او د F_2 قوه د ساعت د سستي يو مخالف دوران (+) منځ ته راوړي. د F_3 قوه هيڅ دوران منځ ته نه راوړي. ځکه چې قوه د دوران په نقطه کې عمل کوي، نو له دې سره سم ليکلای شو:



د (1-38) شکل

$$M_1 = -F_{1y} d_1 = -F_1 d_1 \cdot \sin \theta$$

$$M_1 = -(10N)(1.5m)0,6$$

$$M_1 = -9Nm$$

$$M_2 = F_2 \cdot d_2 = (20N)(2m) = 40Nm$$

$$\sum M = -M_1 + M_2 = -9Nm + 40Nm = 31Nm$$

نو د محصلې مومنت د O نقطې پر شا وخوا عبارت دی له:

خرنگه چې په دې ځای کې ، د محصلې مومنت ، مثبت په لاس راغلی ، نو له دې کبله دروازه د ساعت دستې مخالف لوري ته څرخي چې قیمت یې 31Nm دی.

ب: څرنگه چې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې مخالف دی او کچه یې 31Nm ده، دا وینا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي ، باید د ساعت د ستنې له لوري سره موافق یو مومنت د 31Nm په کمیت پر هغې اغیز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولید ولی شي ، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنی د دوو مترو په واټن د اغیز له نقطې څخه لرې په عمودي توګه عمل وکړي، نو لرو چې:

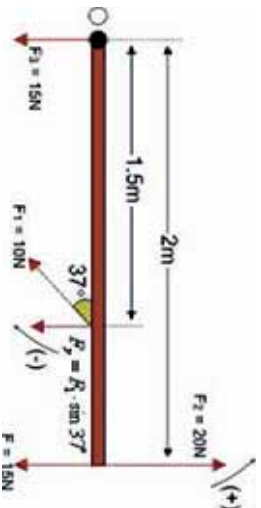
$$M_2 = F \cdot d$$

$$31Nm = F (2m)$$

$$F_{\min} = 15.5N$$

دا قوه باید د F_2 قوې په مخالف لوري اغیز وکړي

(1-39) شکل



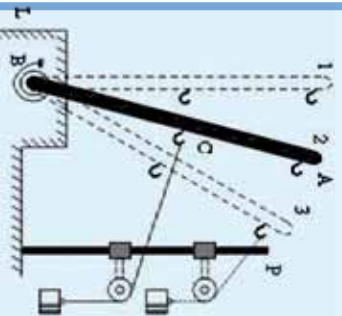
تجربه:

د AB یوه فلزي میله داسې په نظر کې نیسو چې یو لوری یې د L د محور د B په نقطه کې د یو مارپیچ فز په مرسته تړل شوی دی. په دې میله کې د تار په مرسته وصل شوي چنگکونه چمتو شوي دی او د اتار د یو ثابت څرخ له مخې تیرېږي چې د پر پايې تړل شوی دی. د تار په بل انجام کې کولای شو، قوې (دوزونه) و څروو. په مقابل شکل کې چې میله د 1 په حالت کې ده، هیڅ پرې قوې پرې اغیز نه دی کړی او دوران هم منځ ته ندی راغلی.

په 2 حالت کې ، قوه په منځني چنگک کې پر میله اغیز کوي، په دې حالت کې میله په شکل کې یو دوران ښيي. له میلی سره قوې د اتصال نقطه (د C نقطه) او د دوران تر مرکز (د B نقطې) ترمنځ واټن ، د قوې له مت څخه عبارت دی.

په 3 حالت کې، هم قوه او هم د قوه مت زبات شوی دی، دوران هم زبات شوی دی. دا تجربه همدا راز ثابتوي چې د قوې مومنت د قوې د مت له طول او د قوې له مقدار سره مستقیماً متناسب دی. نو دقوې د مومنت لپاره لاندې تعریف وړاندې کولی شو:

که چیرې قوه پر هغه خط چې د هغې د اغیز نقطه د دوران له مرکز سره وصلوي، په عمودي ډول عمل وکړي، د قوې د ضرب حاصل له هغه واټن سره چې د قوې د اغیز د نقطې او د دوران د مرکز ترمنځ واقع ده، دقوې د مومنت په نامه یادېږي.



شکل (1-40)



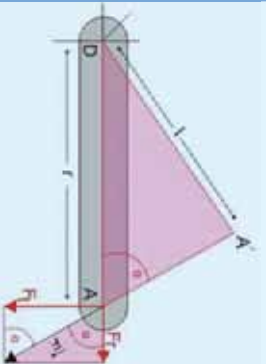
تجربه:

اوس داسې حالت په نظر کې نيسو لکله په (1-41) شکل کې چې ښودل شوی دی. په دې شکل کې وینو چې د قوه په مایله توگه پر یوه خط اغیز کوي چې هغه خط، د اغیز نقطه A د دوران له نقطې D سره وصلوي؛ په دې حالت کې قوه، نښې کولای چې خپل بشپړ اغیز څرگند کوي، ځکه چې د قوې د اغیز نقطه پر یوه د ابروي خط د دوران د نقطې پر شاو خوا حرکت کوي، نو په دې حالت کې، یوازې د F_1 د تماس مرکز (ناچلاني) قوه، دوراني اغیز لري، او د F_2 شعاعي مرکز پر محور د رابښکل د پورې قوې اغیز لري او د قوې مومنت عبارت دی له: $M = F \cdot l$ په وروستی افاده کې (1) له هغه عمودي طول څخه عبارت دی چې د دوران له نقطې څخه د قوې د اغیز پر خط راکښل کېږي. څرنگه چې دواړه مومنتونه یوله بل سره مساوي دي او هم د دوو نښه شورو مثانونوله ورته رالي څخه په لاس راځي چې:

$$F_1 \cdot r = F_2 \cdot l \quad \text{یا} \quad F \cdot l = F_1 \cdot r$$

که چېرې د دواړو دمټ پر ځای، دا عمود وکاروو، بیا هم هغه تعریف چې د قوې د مومنت لپاره شوی و، په دې حالت کې هم په لاس راوړو.

د قوې مټ (د دوران مټ)، عبارت د عمودي خط له هغه طول څخه دی چې د دوران له مرکز څخه د قوې د اغیز پر خط راکښل کېږي. دا تعریف په ټولو حالتونو کې صدق کوي.



شکل (1-41)

د مومنت واحد

که چېرې قوه په نیوتن (N) او واټن په متر (m) اندازه کړو، د قوې د مومنت د اندازه کولو واحد له نیوتن متر څخه عبارت دی چې داسې ښودل کېږي:

$$[M] = F \cdot L = [N \cdot m]$$

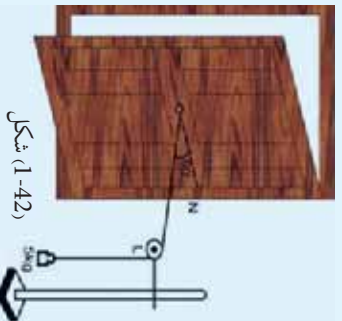
که چېرې قوه په ډاین (dyne) او واټن په سانتي متر (cm) اندازه کړو، د قوې د مومنت د اندازه کولو واحد له $\text{dyne} \cdot \text{cm}$ څخه عبارت دی.



فنايت:

ددې لپاره چې قوي د مومنت اغيز مشاهده او هم دا ثابته کړو چې د قوي مومنت ، مساوي دي دقوي ضرب له حاصل څخه په هغه واټن کې چې د قوي د اغيز نقطه يې د دوران له مرکز څخه لري، لاندې ساده تجربه په ډولوکې عملي کړو، چې د دروازي له پوي پلې سره ترسره کيږي. د دروازي يو څخه درنه پله چې له يوه چوکاټ سره تينگه شوي ده او له چوکاټ سره په تار وصل دی، دا تار د يو ثابت څرخ پورې پرمخ تيزيږي، داسې چې د تار يو سر د تلې له پوي پلې سره اړيکه لري. د څرخ مومنت داسې ټاکو چې تار د دروازي پر پلې باندې عمود واقع شي. که چيري څرخ د L په نقطه کې وي او تار د اتصال نقطه د دروازي له منځني چوکاټ سره په O او دهغه خط د تقاطع نقطه چې د O نقطه د دروازي د جاني چوکاټ (لځک) سره وصلوي، په N ونيول شي، زاويه د $\angle ON = 90^\circ$ وي. اوس دنلې په پله کې تر هغه وخته پوري وزن زياتوو چې دروازه په حرکت پيل وکړي. کله چې دروازه په حرکت راځي، په دې معنا دی چې وزن (قوه) د يو مومنت د توليد سبب شوی دی. تر دې وروسته وزن د تلې له پلې څخه را اخلو او د وزن کچه او د ON د واټن اوږدوالی ثوبت او ليکي. په دی حال کې که چيري د F_1 قوه او د ON واټن ته $F_1 \cdot d_1$ وويو، د قوي مومنت په لاندې توگه افاده کوو:

$$M_1 = F_1 \times d_1 \dots\dots\dots 1$$



شکل (1-42)

دروازه بيره به خپل لومړني حالت ته وروړلو. دا ځلي چنگاکی له خپل لومړني ځای څخه را وړاسو او د دروازی پر پوي پلې نقطې چې له چوکاټ او چيراس سره نژدې ده، نصبوو. په دې حالت کې بياهم څرخ په داسې موقیعت کې ږدو چې تار پر دروازي عمود واقع شي. وروسته بيا دنلې په پله کې وزن زياتوو، تر هغه پوري چې دروازه په حرکت پيل وکړي. بيا وزن د تلې له پلې څخه را اخلو. د F_2 وزن کچه د OL له طول سره چې دا ځلي په d_2 نيول کيږي، اندازه کوو.

$$M_2 = F_2 \times d_2 \dots\dots\dots 2$$

کاربدلې دی، يعنې:

دا کار د دريم ځل لپاره په همدې شرايطو تکراروو او د O د نقطې موقیعت د دروازي له چيراس سره ډېر نژدې ټاکو او تجربې ته په هغه پخړانې طريقه دوام ورکړو. بياهم د F_3 وزن (قوي) او d_3 واټن له اندازه کولو څخه پايله لاس ته را ځي چې په دريم ځل د دروازي په حرکت راوستلو کې، د دريم ځل په پر تله زياتې قوي ته اړتياوه:

$$M_3 = F_3 \times d_3 \dots\dots\dots 3$$

د وروستۍ پايلې لپاره، که چيري د قوي او واټن د ضرب حاصل چې په هر ځلي لاس ته راغلي دی، يو له بله سره پرتله کړو، ليدل کيږي چې مساوي قيمتونه لري، يعنې:

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2 = F_3 \times d_3$$

$$M_1 = M_2 = M_3$$

ښايي چې د خپل دليزکار پايلې د لا زيات بحث لپاره خپلو ټولگيو لارته وړاندې کړئ.

1-5: موازي قوي په دې لړست کې به مطالعه کړو چې دوي موازي قوي پر يوه جسم څه ډول اغيز کوي او څنگه کولاي شو چې محصله يې پيدا کړو، د دې موخې لپاره لاندي فعاليتونه تر سره کوو.

فعاليت الف:

د F_1 او F_2 دوي قوي په موازي او يوډبل خلاف لوري، د قوي سنځورونکي پر يو چنگک د (1-43) شکل په څير څر وو. د قوي سنځورونکي اوږدوالی د F_1 مجموعي قوي د اغيز لامل اوږدبوري او ښيي چې:

$$F_r = F_1 \times F_2$$

فعاليت ب:

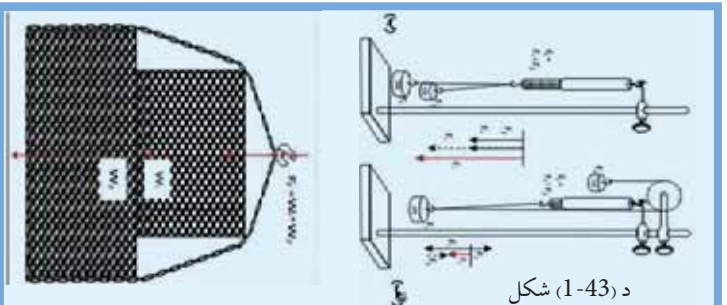
د تجربې دستگانه ته د شکل په څير (ب، 1-43) تغيير ورکړو، داسې چې د F_1 او F_2 قوي يوله بله سره په يوه لوري کې راشي (واقع شي). په دې حالت کې قوه سنځورونکې، د محصله قوه په لاندي ډول ښيي:

$$F_r = F_1 - F_2$$

فعاليت ج:

دوه جسمونه چې د M_1 ، M_2 معلومو وزنونو لرونکي دي، د (1-44) شکل په څير يو د بل له پاسه ږدو او دواړه ديو چنگک په مرسته په قوه سنځورونکي لوري څرو په قوه سنځورونکي کې د وزنونو د تعادل پر مهال، ليدل کېږي چې قوه سنځورونکي د دواړو جسمونو مجموعي وزن راښيي يعنې:

شکل (1-44)



د پورتنیو تجربو مشاهداتو له کتلو سره کېدای شي، دې پایلې ته ورسېږو چې کله چې موازي قوي د يوه جسم پر يوي نقطې عمل وکړي، که چېرې دا قوي يولوري (هم جهت) وي، محصله يې د نوموړو قوو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی. که چېرې قوي مخالف لوري ولري، محصله قوه يې د هغو د تفریق له حاصل څخه عبارت ده. له پورتنیو جملو څخه کېدای شي داسې پایله ترلاسه کړو چې دو قوي يې هغه مهال د تعادل په حالت کې را تالای شي چې محصله يې مساوي له صفر يعنې $\sum F = 0$ سره شي، دا هغه مهال شونې ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي وي،

نومور کولای شو دیوی قوی د اغیز نقطه په کیفی ډول د نوموړې قوی د اغیز پریخت تغیر مکان کرو او دا قاعده پر هغو ټولو موازي قوو چې په یوې نقطې یا په همدې یوه نقطه اغیز کوي، تطبیق شي، نو له همدې امله مور کولای شو، ادعا وکړو چې:

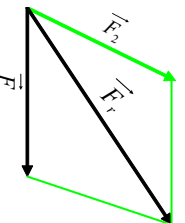
کله چې دوي قوی په همدې یوه نقطه یا په همدې یوه خط کې اغیز وکړي، هغه مهال د تعامل په حال کې را تللی شي چې کچې یې سره مساوي او لوري یې سره مخالف وي.

د یوې قوی تجزیه

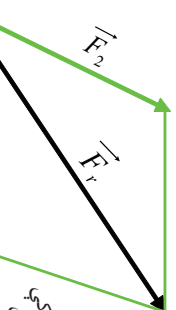
لکه چې وړاندې مو ولوستل، مور له داسې حالتونه سره مخامخ کیږو چې خوقوی پر یوه جسم اغیز کوي او مور اړتیا لرو، تر څو دقو د محصله یا نتیجه وپېژنو او هم د هغو د مقدار کچه پیدا کړای شو. له بل پلوه ویلی شو چې هره هغه قوه چې مور ورسره سرواکار لرو، کیدای شي پخپله یوه محصله قوه وي چې د دوو یا له هغو څخه د زیاتو قوو له ترکیب څخه لاسته راغلي وي.

په فزیکي او تخنیکي پېښو کې ډېر ځله له داسې مسائلو سره مخامخ کیږو چې اړیو، تر څو د محاسبو د تر سره کولو لپاره د یوې قوی اجزای وپېژنو. یعنې همغسې چې د قوو د محصلې د پیدا کولو موضوع یا اهمیت ده، دیوی قوی د اجزاو پیدا کول یا په بل عبارت د قوی مرکبې چې د قوی د ترکیب سبب شوي، هم په هماغه کچه ارزښت لري. په دې حالتونو کې معمولاً د جز (مرکبو) قو لوري ورکول کیږي او کچه (لویوالی) یې پیدا کیږي. په هندسي طریقه د مرکبو د پیدا کولو لپاره په دې ډول عمل کیږي:

د محصله قوی له انجام څخه هغو خطونو ته موازي گانې کښل کیږي چې د مرکبه قو لوری ښيي، په پایله کې یوه متوازي الاضلاع منځ ته راځي چې ضلعي یې مرکبې قوی را ښيي، (1-45) شکلونه.



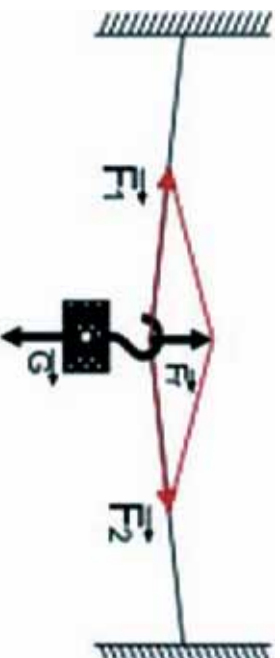
(1-45) شکل
په یوه نا معلومه مرکبه د قوی تجزیه



شکل (1-46) د قوی تجزیه، په هغه صورت کې چې لوری ورکړل شوي دي

د (1-45) په شکل کې، په یوه ناڅرګنده مرکبه د قوی تجزیه، د (1-45) په شکل کې د قوی تجزیه په هغه صورت کې چې لوری ورکړل شوي دي، بنودل شوي.

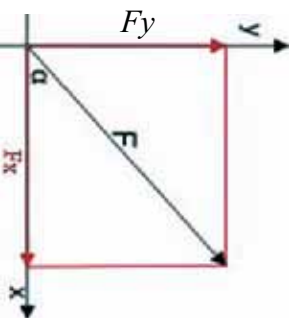
د قوو تجزیه په هغه صورت کې چې لوری ورکړل شوي دي د (1-47) شکل د قوی د تجزیې یو بل مثال په یوه پړي د یوه جسم څړپیل رانښيي او په یو واټ کې د برېښنا زښتی ګروپونه کولای شي، د دې ډول یوه غوره بیلګه وي.



شکل (1-47) د یوې قوی تجزیه د یو جسم په څړپیلې حالت کې (د واټ د برېښنا ګروپ)

د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

په محاسبوي طریقه د څو قوو د محصلې د لاس ته راوړلو لپاره، لومړی ټولې قوې د قائم مختصاتو په یو سیستم کې د (x, y) په مرکبو تجزیه کوو، د بیلګې په ډول د (1-48) شکل قوه را ښيي چې د $F_x = F \cos \alpha$ او $F_y = F \sin \alpha$ په مرکبو تجزیه شوي دي.



شکل (1-48)

د F د قوی تجزیه د هغې، په قائمو مرکبو

د پورتني قاعدې پر بنسټ د F_1 او F_2 قوې په نظر کې نيسو، مرکبې يې دارنگه ليکلی شو:

$$F_{1x} = F_1 \cos \alpha_1 \quad F_{1y} = F_1 \sin \alpha_1$$

$$F_{2x} = F_2 \cos \alpha_2 \quad F_{2y} = F_2 \sin \alpha_2$$

$$\frac{F_{2x}}{F_{1x}} = \frac{F_2 \cos \alpha_2}{F_1 \cos \alpha_1} \quad \frac{F_{2y}}{F_{1y}} = \frac{F_2 \sin \alpha_2}{F_1 \sin \alpha_1}$$

$$F_{rx} = \sum F_x \quad F_{ry} = \sum F_y$$

د قوو له مرکبو څخه په گټې اخستلو سره کولاي شو، محصله قوه او هغه زاويه چې د X له محور سره

جوړوي، حساب کړو: $\tan \alpha_r = F_{ry} / F_{rx}$ ، $F_r = \sqrt{F_{rx}^2 + F_{ry}^2}$

په هغه صورت کې چې تعادل برقراره وي، نو محصله بايد له صفر سره مساوي وي، دا موضوع هغه وخت شوني ده چې د محصلې قوې، هره مرگه له صفر سره مساوي شي يعنې:

$$\sum_x F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots = 0 \quad \sum_y F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots = 0$$

بايد پام وکړو چې د قوو د تجزيې اړوند د يوې مسئلې د حسابي حل لپاره، هغه لاري چې تر گټې اخيستلو لاندې نيول کېږي، د ورکړل شوو کميتونو پر بنسټ توپير لري.

ډېر ځله کولاي شو مطلوبې قوې د مثالونو له قاعدو څخه په گټې اخيستلو د قوو د مضع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې، کولاي شو د مضعو قوو تشابه له يو معلوم مثلث سره او يا د قايم الزاويه شکلونو پر مهال د فيثاغورث له قانون څخه گټه واخلو.

مثال:

1. د يو سرک په گولايي کې چې يو برېښنايي موټر پرې حرکت کوي، درې هوايي کپسلونه د برېښنايي گاډي د پاسني کيل سره د نښلونو لپاره د يو عمارت د A په يوه نقطه کې تړل شوي دي. د رابننگلو رکشن (د قوو کچه او لورې په شکل کې ښودل شوي دي. د مجموعي قوې لورې او کچه محاسبه کړئ.

- $F_1 = 1050\text{ N}$ $\alpha_1 = 90^\circ$
- $F_2 = 1500\text{ N}$ $\alpha_2 = 40^\circ$
- $F_3 = 1200\text{ N}$ $\alpha_3 = -20^\circ$

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos \hat{\alpha}_1 = 1050 \cdot \cos 90^\circ = 1050 \times 0 = 0 \quad F_{1y} = F_1 \sin \hat{\alpha}_1 = 1050 \cdot \sin 90^\circ = 1050$$

$$F_{2x} = 1500 \times \cos 40^\circ = 1149 \text{ N} \quad F_{2y} = 964 \text{ N} = 1050 \times 1$$

$$F_{3x} = 1200 \times \cos(-20^\circ) = 1127 \text{ N} \quad F_{3y} = -410 \text{ N} = 1050$$

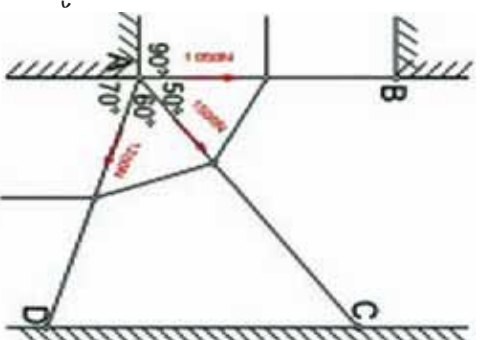
$$F_{rx} = 2276 \text{ N} \quad F_{ry} = 1604 \text{ N}$$

ددي پرنسنتي:

$$Fr = \sqrt{F_{rx}^2 + F_{ry}^2} = \sqrt{2276^2 + 1604^2} \text{ N}$$

$$Fr = 2786 \text{ N} \quad \text{و:}$$

$$\tan \hat{\alpha} = 1604/2276 \Rightarrow \hat{\alpha} = 35,2^\circ$$



د (1-49) شکل

دوهم مثال:

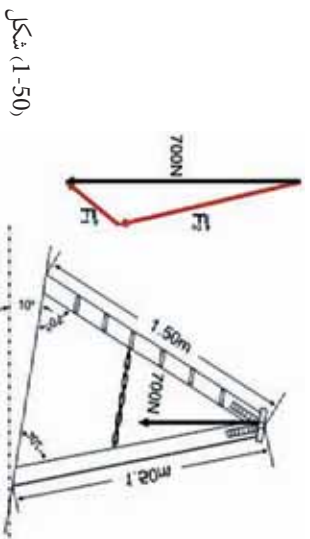
د اوسپسترو پښو يوه زينه د يوې ميلان لرونکې سطحې پر مخ ايښي ده. ديوټن د وزن قوه $W = 700 \text{ N}$ چې د زینې پر يوه پورتنۍ نقطې ولاړ دی، په څه ډول د زینې پر دوو پښو ویشل کېږي؟

حل:

له هغو زاویو څخه چې د تر سیمونو په پایله کې لاس ته راځي، د قوو یوه مضلع په 10° ، 30° او 140° زاویو تر لاسته کېږي. د ساین له قاعدې څخه به گټې اخستلو لیکلای شو:

$$700 \text{ N} / \sin 140^\circ = F_1 / \sin 10^\circ = F_2 / \sin 30^\circ$$

$$F_1 = 189 \text{ N} \quad F_2 = 544 \text{ N}$$

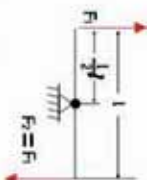


شکل (1-50)

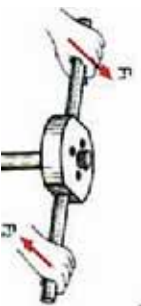
1-6: جوړه قوې (دقوې زوج)

هره قوه چې پر يوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران قابليت ومومي، دا قوه دراکښلو يا د يوې قوې فشار په توگه د جسم د دوران پر محور عمل کوي. له همدې امله دي، چې دا قوه په هغه نقطو کې چې د دوران محور پر هغو تکيه يا اتصال لري، عکس العمل قوه را منځ ته کوي په پايله کې دا قوه په عمومي توگه د دوران يو مومنت تو ليدوي. که چېرې د محور موقعيت ته تغيير ورکړای شي، په عمومي ډول د قوې مټ او د دوران مومنت چې قوه منځ ته راوړي هم بدلېږي. برعکس کله چې دوي موازي قوې چې متقابل لوري ولري، په عمودي توگه په يوه محور او د يوه جسم پر دوو بېلا بېلو نقطو اغېزې وکړي دوي ته د قوې زوج وايي. د قوې په يوه زوج کې، دواړه قوې يو د بل اغېز پر محور له منځه وړي، د قوې د يو زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې څخه چې د دوران محور په کوم موقعيت کې دي، تل همدا يو قيمت لري. د قوې په يو زوج کې د دوران مومنت د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره د هغود اغېز د خطونو ترمنځ د (L) له متقابل واټن سره د لاندې قيمتونو لرونکي دي.

$$M = F \cdot L = F_1 S_1 + F_2 (L - S_2)$$



شکل (1-51) جوړه قوې په يوه جوړې کښې دستگه کې

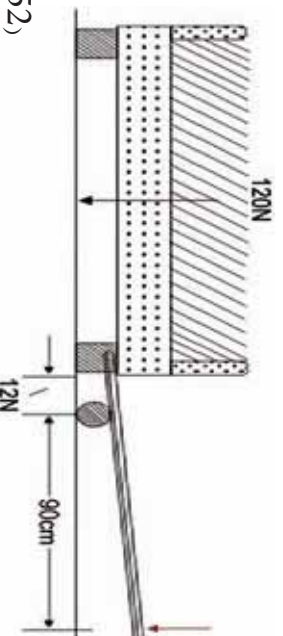


له دې ځايه په اسانۍ سره ويلي شو چې که د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له يوه خط څخه تير شي، خو چې له هغو څخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وړاندې کېدای شي:

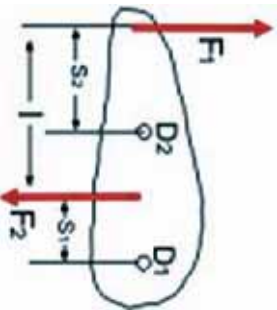
$$M = F_1 (l + S_1) - F_2 S_2 = F \cdot l$$

که چېرې د دوران محور د F_1 او F_2 ترمنځ لکه څنگه چې د D_2 په موقعيت کې واقع وي، مومنت داسې ليکو:

$$M = F_1 S_2 + F_2 (l - S_2) = F \cdot l$$



شکل (1-52)



د مرکز دوران د موقعیت سره اړیکه نه لري

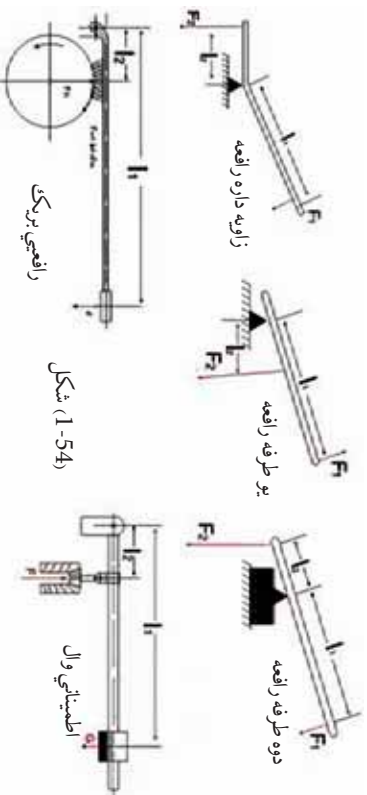
د یو قوی زوج د دوران مومنت،

شکل (1-53)

دی.

د یو زوج قوی د دوران مومنت، د دوران د مرکز له موقعیت سره اړیکه نه لري. په تخنیک کې، رافعي د قوی د زوج پر بنسټ کارکوي او معمولاً یې د یوې مستقیمې میلې یا یوې زاویه لرونکې میلې په توګه جوړوي.

هغه رافعه چې د میلې په شکل ده، که چیرې د دوران مرکزي د میلې په یو سر کې واقع وي، دې میلې ته یو اړخیزه رافعه وايي. که چیرې د دوران د مرکز په انجانونو کې واقع نه وي، دا رافعه د دوه اړخیزې رافعي په نامه یادېږي او همدارنګه هغه رافعه چې د یوې زاوېې شکل لري، هغه د زاویه لرونکې رافعي په نامه یادوي. په (1-54) شکلونو کې نا سو د رافعو مختلف ډولونه کتلې شي.



شکل (1-54)

د رافعي قانون مور ته دا اسانتیا راګوري چې د رافعي په یوه اړخ یا لوري کې د لږې کچې قوی په کارولو سره چې پر یو اوږد مت اغیز کوي، د رافعي په بل اړخ کې له یو لنډ مت سره په لویه کچه یوه قوه لاس ته راوړو. له همدې کبله دی چې رافعي په ورځني ژوندانه او تخنیک کې د کارولو ګڼ او ډېر ځایونه لري. یعنې د رافعي په یو اړخ کې د کمې کچې قوه کاروو او په هغه بل اړخ کې د ډېرې کچې قوه لاس ته راوړو، یعنې په قوه کې ګټه کوو. په همدې ډول د رافعي په استعمال سره، کولې شو په ولاین کې هم ګټه وکړو. چې که چیرې د رافعي په یوه اړخ کې یوه قوه د لنډ مت سره عمل وکړي، د رافعي په هغه بل اړخ کې چې کومه قوه عمل کوي، د یو اوږد مت لرونکې ده. د انسان لاس او د تایپ ماشین د دې بحث نور اوږد مثالونه کیدای شي.

1-7: د تعادل عمومي شرطونه

که چيرې څو قوې د يوه جسم په مختلفو نقطو عمل وکړي او جسم د تعادل په حالت کې وي، دا معنا ورکوي چې پر جسم د ټولو اعيز کوزنکو قوو محصله له صفر سره مساوي ده، برعکس که چيرې دا شرط تحقق ونه مومي، محصله قوه په جسم کې د تعجيل يا گزنديتوب سبب گرځي او دتعجيل، جسم په يونانقلالي حرکت راولي، هغه جسم چې د تعادل په حالت کې وي، دوران بايد ونلري او د دغه مطلب د تحقق لپاره لازمه ده چې د يوې کيفي نقطې پر شاو خوا دمومنتونو مجموعه، هم له صفر سره مساوي شي، که چيرې دا شرط پلي نشي، د محصلي مومنت، جسم يو دوراني حرکت ته اړباسي. پورتي دواړه شرطونه يې د تعادل د عمومي شرطونو په نامه منلي دي. نو کله چې څو قوې د يوه جسم په مختلفو او کيفي نقطو عمل وکړي، دا جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې راتلي شي چې لاندي دوه شرطونه ولري.

لومړی شرط: د عمل کوزنکو قوو محصله يې له صفر سره مساوي وي.

دویم شرط: دوران د ټولو مومنتونو مجموعه په يو جسم کې د دوران د يوې کيفي نقطې پر شاو خوا مساوي له صفر سره وي. په ډبر و مسايلو او حالاتو کې چې مخې ته راځي، قوې به په يوې مستوي کې وي، پرته له دې مسئلې کولای شو، په داسې گڼو اجزاو کې ووينشو چې، ټولې شته قوې، په يوه مستوي کې واقع شي. د دې لپاره چې د تعادل شرايط په رياضيکي فورمولونو بيان کړای شو، په هغه مستوي کې چې قوې واقع دي، د وضعيه کمياتو يو سيستم برقراره وو، واردي شوې قوې د F_1, F_2 په علامو په نښه کوو، د قوو مرکبي په F_{1x} او F_{2x} همدا رنگه په F_{1y} او F_{2y} او ... نښو او نظر د دوران يوې کيفي نقطې ته د قوې متي په L_1 او L_2 او... نومو علامي په نښه کوو. په پايله کې لاندي معادلي لاس ته راځي:

1- هغه قوې چې افقي عمل کوي، مجموعه يې مساوي له صفر سره ده يعنې:

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots = 0 \Rightarrow \sum F_x = 0$$

2- هغه قوې چې په عمودي ډول عمل کوي مجموعه يې له صفر سره مساوي ده يعنې:

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots = 0 \Rightarrow \sum F_y = 0$$

3- دوران د مومنتونو مجموعه له صفر سره مساوي ده.

$$F_{1l} + F_{2l} + F_{3l} + \dots = 0 \Rightarrow \sum M = 0$$

هغه څه مو چې د تعادل د شرايطو په اړه وويل، دا يې په پيل کې دا تعادل دلومړی شرط په توگه بيانوو او مسايل او تمرينونه يې حلوو:

د تعادل لومړی شرط

هر هغه جسم چې د تعادل په حالت کې دی، پر جسم د محصله قوو مجموعه (پر جسم د ټولو قوو وکتوری جمع) باید له صفر سره مساوی وي:

$$\text{یعنې: } \sum \vec{F} = 0 \quad \text{یا} \quad \vec{R} = 0$$

که چیرې د N په شمیر قوې پر جسم عمل وکړي، لرو چې:

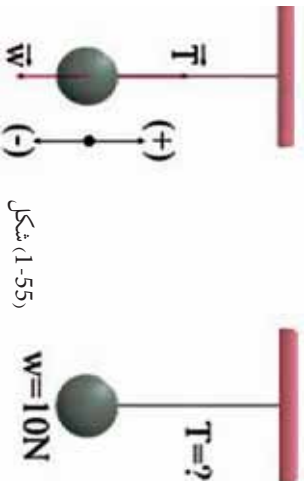
$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0$$

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots + F_{nx} = 0$$

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots + F_{ny} = 0$$

مثال:

د بریښنا یو ګروپ د $10N$ په وزن د یو سیم په مرسته د خونې له چت څخه خړول شوی او د سکون په حالت کې دی. د سیم د راکټلو قوه (T) محاسبه کړئ.



شکل (1-55)

حل:

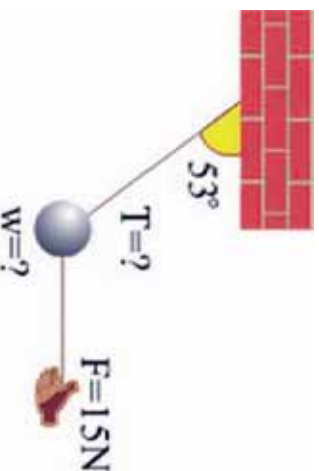
څرنگه چې جسم د سکون په حالت کې دی، نو عاملي قوې پرې د تعادل په حال کې دي یعنې:

$$\sum F = 0 \Rightarrow T + (-W) = 0, \quad T - W = 0, \quad T = W, \quad T = 10N$$

مثال:

یو جسم چې د تار په مرسته خړول شوی دی د $15N$ یوې قوې په واسطه چې په افقي توګه یې عمل کوي او د شکل په څیر یې جسم په تعادل کې ساتلي، راکټل کوي د راکټلو قوه چې پر تار عمل کوي محاسبه اوهم د جسم وزن په لاس راوړئ په داسې حال کې چې:

$$\sin 53^\circ = 0.8 \quad \text{او} \quad \cos 53^\circ = 0.6$$



شکل (1-56)

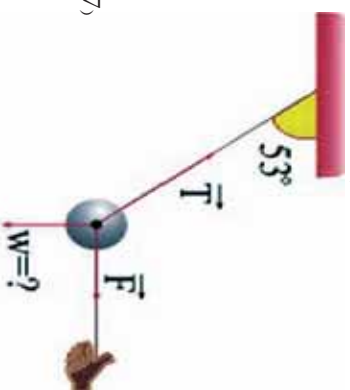
حل:
 په دې ځای کې درې قوې چې د تعادل په حالت کې دي، پر جسم اغیز کوي، دا درې قوې عبارت دي له:

- ۱- د جسم د وزن قوه W ، ۲- وارده قوه F چې پر جسم اغیز کوي ۳- د راکبېلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړی د ادرې قوې د قایمو مختصساتو سیستم ته انتقالوو. بیا د تعادل لومړنی شرط د X او Y په دواړو محورونو کې پر جسم تطبیقوو.
- د X پر محور باندې د تعادل د شرط تطبیق:

$$\sum F_x = 0$$

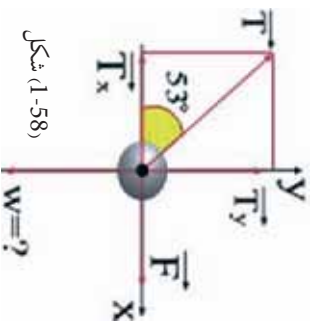
$$F - T_x = 0, \quad T_x = F$$

$$T \cdot \cos 53^\circ = 15N \rightarrow T \times 0.6 = 15N \Rightarrow T = 25N$$



شکل (1-57)

- اوس د تعادل لومړی شرط د Y پر محور تطبیقوو:



شکل (1-58)

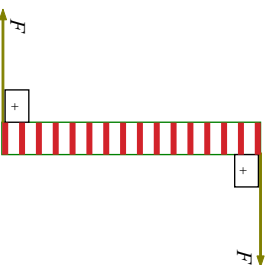
$$\sum F_y = 0$$

$$T_y - W = 0$$

$$T_y = W \rightarrow T \cdot \sin 53^\circ = W \quad W = 20N$$

د تعادل دویم شرط:

یو جسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط یې بشپړ کړی دی، له دې سره سره بیا هم کېدای شي، د تعادل په حالت کې نه وي. د (1-59) شکل ته نظر وکړئ پر جسم محصله قوه مساوی له صفر سره ده، خو جسم دسکون په حالت کې نشي پاتې کېدای. له دې ځایه ویلی شو: دهغه جسم لپاره چې د تعادل په حالت کې واقع وي، یو بل شرط ته هم اړتیا ده.



شکل (1-59)

نو دویم شرط د دی لپاره چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې باید د مومنتونو محصله (د توروکوړنو مجموعه) چې پر جسم اغیز کوي، مساوي له صفر سره وي. یعنې:

$$\sum M = 0$$

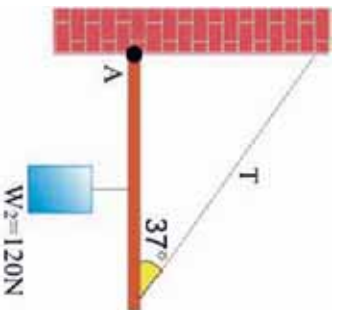
که چېرې د (11) په شمېر، قوې پر جسم، مومنت تولید کړي، لرو چې:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots + Mn = 0$$

که چېرې $\sum F = 0$ خو $\sum M \neq 0$ وي. په دې ځای کې جسم د انتقالی تعادل په حالت کې دی، په دې حال کې جسم تعجیل نه اخلي، بلکې په دوران پیل کوي. که $\sum F \neq 0$ خو $\sum M = 0$ وي. جسم د دوراني تعادل په حالت کې دی، یعنې دا چې جسم په دوران پیل نه کوي، خو تعجیل لري.

مثال:

د یو لرگي د ډبر سپک لاستي چې فرض کوو هېڅ وزن نلري، یو سر د A په نقطه او بل سر يې د یوې رسی په مرسته له یوه دیوال سره تړل شوی دی. یو جسم د شکل په څیر د 120N په وزن د لاستي له منځنۍ نقطې څخه څرول شوی دی.



شکل (1-60)

1. د T د راکټولو قوه په رسی کې پیدا کړئ.

2. د R عکس العمل قوه چې دیوال په لاستي باندې د A په نقطه کې عمل کوي، څومره ده؟ په داسې حال کې چې $\sin 37^\circ = 0.8$ او $\cos 37^\circ = 0.6$ وي.

حل:

هغه قوې چې پر جسم عمل کوي، په شکل کې ښودل شوي دي. R_x او R_y د هغو قوو مرکبې دي چې دیوال يې د لرگي په لاستي وارډ وي. هغه مومنتونه (تورکوړنه) چې R_x او R_y يې منځ ته راوړي، له صفر سره مساوي دي. ځکه دا دوي قوې د دوران په نقطه کې په لاستي عمل کوي. پرلاستي باندې د (A) نقطې لپاره د تعادل د دویم شرط له تطبیق سره لرو چې:

$$\sum M_A = 0 \text{ د هغه محصلې مومنت چې د T او W د قوو لخوا تولیدېږي.}$$

$$T_y \times L - w(L/2) = 0$$

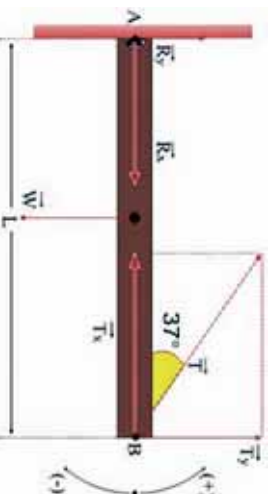
$$(T \sin 37^\circ)L - 120(L/2) = 0$$

$$T \cdot 0,6 - 60 = 0$$

$$T \cdot 0,6 = 60$$

$$T = 100N$$

شکل (1-61)

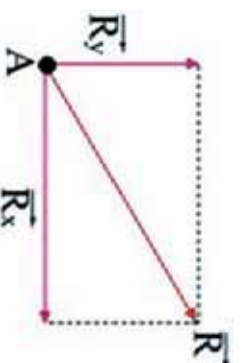


د تعادل له لومړي شرط څخه لرو چې

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ R_x - T_x &= 0 \\ R_x - 100 \cdot \cos 37^\circ &= 0 \\ R_x &= 80 N\end{aligned}$$

د عکس العمل قوه د فیثاغورث له قاعدې څخه په دې ډول محاسبه کېږي:

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ R_y + T_y - w &= 0 \\ R_y + 100 \sin 37^\circ - 120 &= 0 \\ R_y &= 60 N \\ R^2 &= R_x^2 + R_y^2 \\ R_2 &= 80^2 + 60^2 \\ R &= 1000 N\end{aligned}$$



شکل (1-62)

د مومنت له فارمول څخه بل تعبیر (څرگندونه)

موز لرو چې $M = F \cdot d \sin \theta$

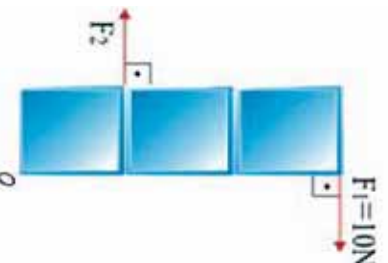
پورتنۍ افاده دا رنگه هم لیکلای شو $M = F(d \cdot \sin \theta)$ پورتنۍ شکل ښيي چې $(d \cdot \sin \theta)$ د دوران د نقطې او د قوې د اغیز د خط تر منځ عمودي واټن دی.

مثال:

یو بکس چې فرض کوو یې وزنه دی، د O د نقطې پر شاو خوا په ازاده توګه دوران کوي، په نظر کې ونیسئ که چیرې $F_1 = 10 N$ وي او د مربع هره ضلع 1 متر وي، د F_2 قوې کچه چې صندوق په تعادل کې راولي محاسبه کړئ.

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلی شو چې:

$$\begin{aligned}\sum M &= 0 \\ F_2 d_2 - F_1 d_1 &= 0 \\ F_2 (1m) - (10N)(3m) &= 0 \\ F_2 &= 30 N\end{aligned}$$

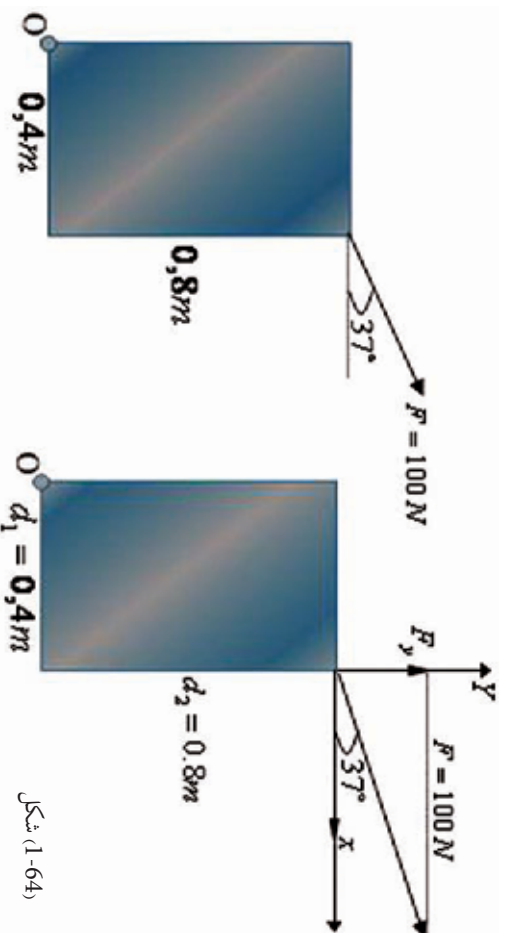


شکل (1-63)

مومنت په لاندې تعبیرونه سره کولای شو دا رنگه افاده کړو:

مومنت مساوي دی، له عمودي قوي ضرب له محور څخه د دوران په واټن، یا مومنت مساوي دی د عمودي واټن د قوي ضرب د دوران له محور څخه. په اکثر وځومومي حالتونو کې هم د قوي له مرکزي څخه اوهم د واټن له مرکزي څخه، يعني د دواړو له مرکبو څخه چې سره جمع کېږي، د مومنت د مرکبي د پیدا کولو لپاره ترې گټه اخېستل کېږي.

مثال: په مخامخ شکل کې، هغه مومنت چې د O نقطې پر شاوخوا منځ ته راځي، محاسبه کړئ.



شکل (1-64)

حل: د تعادل د حالت لپاره ليکلی شو:

$$(F_y)(0,4) - (F_x)(0,8) = 0$$

$$(F \cdot \sin 37^\circ)(0,4) - (F \cos 37^\circ)(0,8) = 0$$

$$F_x^2 + F_y^2 = (100N)^2 \dots (1)$$

$$F_x \cdot 0,4 - F_y \cdot 0,8 = 0 \dots (2)$$

$$F_x = \frac{0,8F_y}{0,4} = 2F_y \quad (2F_y)^2 + F_y^2 = (100N)^2$$

$$F_y^2 = \frac{10000N^2}{5} = 2000N^2$$

$$F_y = 44,7213N$$

$$F_x^2 = (100N)^2 - 2000$$

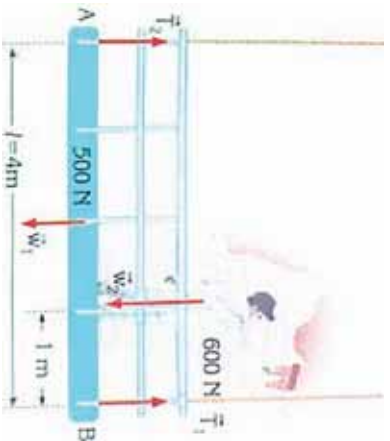
$$F_x^2 = 8000N^2$$

$$F_x = 89,4427N$$

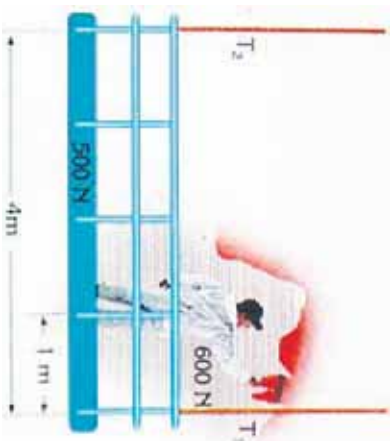
د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل
 کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړی جسم مجموعي مومنت، صرف نظر له دې چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوی دی. نو د دوران د نقطې موقعیت، په هر ځای کې، چې د پرابلم د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کېدای شي.

مثال:

یو رنگمال چې 600 نیوتن وزن لري شکل سره سم په یو ټاکلی موقعیت کې، دلرګي د خوازې له پاسه چې وزن یې 500 نیوتن دی او د یوې رسی په مرسته خړول شوی، ولاړ دی او د یوال رنگوي. د راکښلود قوو کچه T_1 او T_2 چې په رسی عمل کوي، لاسته راوړئ (په سیستم کې له نورو وزنونو څخه صرف نظر کېږي).



شکل (1-66)



شکل (1-65)

حل:

لومړی د هغو قوو سکېچ چې په سیستم کې عمل کوي رسموو.
 څرنگه چې سیستم د تعادل په حالت کې دی، نو کولای شو چې د مومنتونو د اصل تعادل وکاروو د T_1 او T_2 قوو د محاسبې لپاره لومړی د B نقطه یعنی د T_1 قوې د اغېز او بیا وروسته د T_2 قوې د اغېز نقطه یعنی A ټاکو.

$$\sum M_A = 0 \quad \text{څرنگه چې}$$

$$T_2 \cdot 0 + T_1 \cdot 1 - 500 \cdot \frac{1}{2} - 600 \left(\frac{1}{2}\right) = 0 \quad \text{ویا}$$

$$0 + T_1 \cdot 4 - 500 \cdot 4/2 - 600(4 - 4/4) = 0$$

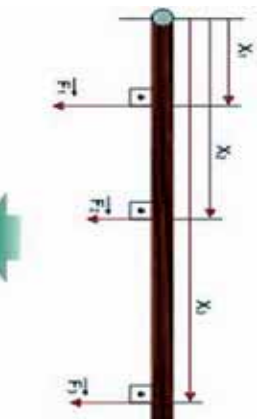
$$T_1 = 700 \text{ N} \quad \text{نو}$$

$$\sum M_B = 0 \quad \text{همدارنگه} \quad \text{اویا}$$

$$T_1 \cdot 0 + T_2 \cdot 1 - 500 \cdot 1/2 - 600 \cdot 1/4 = 0$$

$$0 + T_2 \cdot 4 - 500 \cdot \frac{4}{2} - 600 \cdot 4/4 = 0$$

$$4T_2 = 1600 \quad \text{نو}$$



باید پام وکړو چې د $\sum F_y = 0$ قوو تعادل نشو کولای، د T_1 او T_2 قوو د محاسبې لپاره کارولې نه شو. د دې ډول پرابلمونو د حل لپاره، د مومنتونو د تعادل شرط عموماً د نا معلومو قیمتونو لپاره کارول کېږي.

مثال: تصور وکړئ چې په یوې وزنه سیم درې داسې قوې عمل کوي چې په بېلابېلو نقطو کې یو له بل سره موازي دي.

شکل (1-67)

که چیرې دا درې قوې له یوې قوې سره داسې تعویض شي چې بردي جسم محصله قوه او محصله مومنت، د دوران د مرکز موقعیت ته په نظر نه گولو څخه ثابت پاتې شي. ددې محصله قوې کچه او د اغیز نقطه محاسبه کړئ.

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \quad \text{خړنگه چې محصله قوې ثابتې، باقي پاتې کېږي. نو لرو چې:}$$

حل:

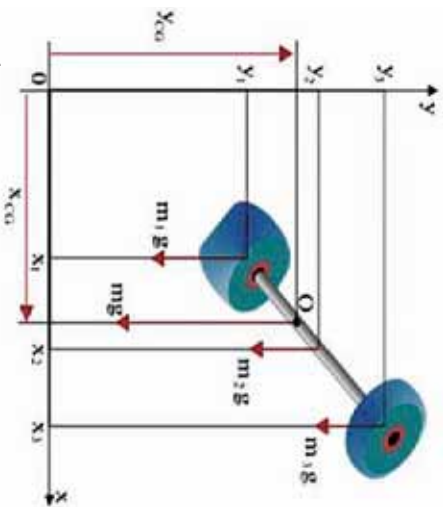
اوس د دوران د مرکز واټن د مومنت د تعادل له اصله، دا رنگه په لاس راوړو:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot X = F_1 X_1 + F_2 X_2 + F_3 X_3$$

$$X = (F_1 X_1 + F_2 X_2 + F_3 X_3) / (F_1 + F_2 + F_3)$$

خړنگه چې دقتل د قوې اغیز د جسم په ټولو برخو دی او لوری یې تل د ځمکې د مرکزي په لور دی، نو لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، ټولې قوې په یوه لوري او په موازي ډول عمل کوي.



شکل (1-68)

د دې قوو محصله د جسم وزن تشکيلوي او د دې قوو د اغيز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه يا دوي او په CG يې بڼې. د وزن او چټولو يوه ميله په دواړو سرونو کې دوه مختلف وزبونه، د قايمو مختصاتو په سيستم کې داسې په نظر کې نيسو.

چې له درې برخو، يعنې دوه وزني په دوو انجامونو اويروي ميلي څخه جوړ شوی وي. د دې هرې يوي برخې وزن عبارت دی له: m_1g , m_2g او m_3g د ميلي مجموعي وزن عبارت دی له:

$$mg = m_1g + m_2g + m_3g$$

د O نقطه د mg قوي د اغيز نقطه ده.

د مومنت معادله دا رنگي ليکلای شو:

$$(m_1g + m_2g + m_3g) X_{CG} = m_1g x_1 + m_2g x_2 + m_3g x_3$$

خرنگه چې $m_1 + m_2 + m_3$ د جسم له مجموعي کتلې څخه عبارت دی، نو پورتنۍ معادله داسې ترتيبولای شو:

$$X_{CG} = (m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3) / (m_1 + m_2 + m_3)g$$

له ساده کولو وروسته لرو چې:

د Y محور لپاره لرو چې:

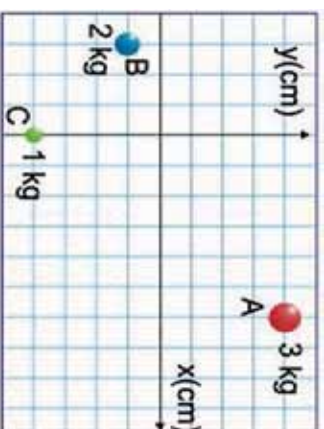
$$Y_{CG} = (m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3) / (m_1 + m_2 + m_3)g$$

$$Y_{CG} = \sum (my) / \sum m$$

هغه نقطه چې فرض کېږي د جسم ټوله کتله هلته متمرکه شوې ده، د نوموړي جسم د کتلو مرکز دی. X_{cm} او Y_{cm} د جسم د مختصاتو له کتلوي مرکز څخه عبارت دی، په يوه محيط کې چې د متجانس ثقل ساحه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا يوه نقطه وي او په هغه محيط کې چې ثقل يا (جاذبه) نه وي، په هغه ځای کې وزن شتون نه لري او يوازې کتله شتون لري.

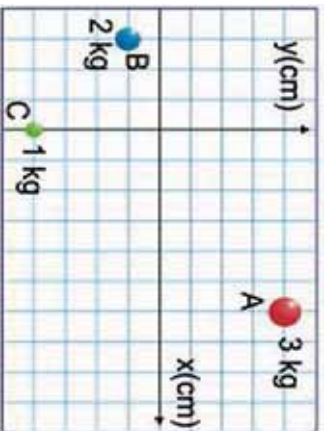
مثال: د A ، B او C جسمونه لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، د مختصاتو دسیستم پرمخ موقعیت لري، د دې جسمونو کتلې په ترتیب سره 3kg ، 2kg او 1kg دي، د هغه سیستم د کتلوي مرکز مختصات چې دې درو جسمونو جوړ کړي دي، پیدا کړئ.

شکل (1-69)



حل: د کتلو مختصات او د جسمونو موقعیتونه عبارت دي له:

- (د 3kg کتلې مختصات) $A(6\text{cm}, 4\text{cm})$
- (د 2kg کتلې مختصات) $B(-3\text{cm}, -1\text{cm})$
- (د 1kg کتلې مختصات) $C(0\text{cm}, -4\text{cm})$



شکل (1-70)

د (cm) د کتلوي مرکز مختصاتو مرکز عبارت دی له:

$$X_{CM} = \frac{\sum (m \cdot X)}{\sum m} = \frac{(m_A \cdot X_A + m_B \cdot X_B + m_C \cdot X_C)}{(m_A + m_B + m_C)} \\ = \frac{(3\text{kg})(6\text{cm}) + (2\text{kg})(-3\text{cm}) + (1\text{kg})(0\text{cm})}{(3\text{kg} + 2\text{kg} + 1\text{kg})}$$

$$X_{CM} = 2\text{cm} \quad \text{له ساده کولو وروسته لرو چې:}$$

$$Y_{CM} = \frac{\sum (m \cdot y)}{\sum m} = \frac{(m_A Y_A + m_B Y_B + m_C Y_C)}{(m_A + m_B + m_C)} \\ = \frac{(3\text{kg})(4\text{kg}) + (2\text{kg})(-1\text{cm}) + (1\text{kg})(-4\text{cm})}{(3\text{kg} + 2\text{kg} + 1\text{kg})}$$

$$Y_{CM} = 1\text{cm} \quad \text{له ساده کولو وروسته لرو چې:}$$



د لومړۍ څپرکې لنډيز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې د شکل او یا حالت د بدلون سبب گرځي او په نړېوال سیستم کې یې بنسټيز (اساسي) واحدونه داین اونیوتن دي.
- کله چې څو متلاقي قوې پر یوه جسم عمل وکړي، یوه محصله قوه منځ ته راوړي، چې د دې قوې کچه او لوری په هندسي توګه د وکتورونو له فاعلي څخه په ګټې اخیستلو او هم په حساسي توګه له الجبري قاعدو په ګټې اخیستلو په لاس راځي.
- نقطه یي کتله د یو ایديال یا خیالي جسم له کتلې څخه عبارت دی چې ټول هغه مواد چې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره کارېدلي، په یوه نقطه کې متمرکز شوي وي.
- دوه قوې هغه مهال په تعادل کې واقع کېدای شي چې محصله یې له صفر سره یعنې $\sum F = 0$ شي او دا په داسې حالت کې شوې ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي او لوری یې سره مخالف وي.
- د محاسبې په طریقه د څو قوو د محصلې د پیدا کولو لپاره لومړی ټولې قوې د قائم مختصانو په سیستم کې د X او Y په مرکب تجزیه کوو، بیا وروسته د قوو له مرکب څخه په ګټې اخیستلو، محصله قوې او هغه زاوې چې X او Y له محورونو سره یې جوړوي، حسابېدای شي. کله چې د محصله قوې د هرې یوې مرکبې مجموعه له صفر سره مساوي وکړي، دوي ته جوړه قوې (د قوو زوج) وایي.
- کله چې دوي موازي قوې، چې د متقابلو لورو لرونکي وي، عموماً پر یوه محور او د جسم په دوو بیلابیلو نقطو اغیز وکړي، دوي ته جوړه قوې (د قوو زوج) وایي.
- د قوې یو زوج د دوران موقعیت (د دوران نقطې) ته له نظر کولو پرته، تل د دوران د همدې یوه مومنت لرونکي وي.
- یو جسم د سکون په حالت کې دی او یا دا چې د سکون په حالت کې پاتې شوی دی، ویل کېږي چې د ستاینک تعادل په حالت کې دي. خو هغه جسم چې په یوه ثابت سرعت د حرکت او یا د دوران په حال کې وي، وایي چې دا جسم د دینامیک تعادل په حالت کې دی.
- د دی لپاره چې یو جسم د تعادل په حال کې وي، دوه لاندیني شرطونه باید ولري:
 - 1 - پر جسم د ټولو عمل کوونکو قوو محصله (وکتوري جمع) باید له صفر سره مساوي وي، یعنې:

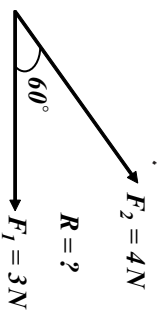
$$\sum F = 0$$
 - 2 - د محصلو مومنتونه (د مومنتونو جمع چې پر جسم اغیز لري) باید له صفر سره مساوي وي یعنې:

$$\sum M = 0$$
- د قوې دوراني اغیز ته مومنت (ترک) وایي چې موزې یې په M نښو او د یوناني تورو په (T) هم ښودل شوی دی چې: $M = F \cdot d \sin \theta$
- مومنت د ساعت د سټې په لوري اویا دهغې په مخالف لوري عمل کولی شي.
- یو جسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط یې بشپړ کړی دی، له دې سره بیا هم کولای شي صفروي، خو جسم د سکون په حالت کې نه دی.
- د یو جسم د نقل مرکز مختصات د وضعیه کمیټونه په قائم سیستم کې له لاندې معادلو څخه لاسته راځي:

$$X_{CG} = \sum (mx) g / \sum mg \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum (my) g / \sum mg$$

د لوړمړۍ څپرکی پوښتنې

- 1- قوه تعریف کړئ او په نړیوال (SI) سیستم کې یې بنسټیز (اساسي) واحدونه بیان کړئ.
- 2- ولې قوه یو وکتوري مقدار ده؟
- 3- دوي موازي کيفي قوي انتخاب کړئ او محصله يې د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په طريقه رسم کړئ.



- 5- نقطه يي کله تعريف کړئ او د نقطه يي کتلې درې بيلگې بيان کړئ.
- 6- د عمل قوه تل د له قوي سره مساوي خو د متقابل لرونکي وي
- 7- هغه جسمونه چې د هغو پورته واقع وي د هغو داکاله څخه د تعادل په حالت کې شتون لري.
- 8- هغه مومنت چې يوه قوه يې د دوران په پيښه کې توليدوي، له کومو درو پارامترونو سره اړيکې لري، بيان يې وليکئ.
- 9- هغه مومنت چې د $25N$ قوې په واسطه پر هغه مېلې چې اوږوالی يې $0.5m$ دی، توليدکېږي محاسبه کړئ.
- 10- د لانديني هرې محصله قوې مرکبې په هندسي طريقه ترسيم کړئ.

11. په يو زوج قوه کې، د دوران د مومنت د رياضي رابطه د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره، د هغو د اغيز د خطونو د L له متقابل واټن سره وليکئ

12. که چېرې د دوران محور د اغيز د دوو خطونو له يوه څخه تير شوی وي، خو له هغو څخه خارج واقع وي، په دې صورت کې د مومنت دوران څنگه اړايه کېږي؟ رياضي رابطه يې وليکئ.
- 13- د هغه تورک کچه چې د $3N$ قوې د اغيز له امله پر يوې دروازي په $0.25m$ عمومي واټن د دوران له محور څخه توليدېږي، محاسبه کړئ.
- 14- يوه ساده رفاصه له $3Kg$ نقطه يي کتلې سره د يو نري تار په سر کې چې اوږدوالی يې $2m$ دی، څرول شوی، د محور له يوې نقطې سره وصل شوی دی.

a- تولید شوی تورک (د ځمکې د جاذبې قوې په مرسته) د محور د دې نقطې په شاوخوا کې حساب کړئ. په داسې حال کې چې د 5° زاویه په عمودي ډول له محور سره جوړه کړي.

b- دا محاسبه د 15° زاوې لپاره ترسره کړئ.

15. د یو موټر ډویل د پیچ د خلاصولو لپاره لازم تورک $40Nm$ دی، هغه ډبره کومه قوه چې یو میخانیک یې د $3cm$ رنج سر باندې د پیچ د خلاصولو لپاره واردوي، څومره ده؟

16. که د یو گنچ د بیداکولو لپاره په یوه نقشه کې د لورز تعقیبولو لپاره، یو یو لاروي لومړی $45m$ د شمال په لورځې، بیا راگرځي او $7.5m$ د ختیځ په لور یاد شوی گنچ ته قدم وهي، د لاروي درسیلو لپاره، باید نوموړی څومره واټن په مستقیم ډول ووهي؟ د گنچ موقعیت د وضعیه کمیانو په سیستم کې ونښتی.

17. یوه لارۍ پر یوې غونډۍ چې 15° څوړوالی لري، حرکت کوي، که چیرې لارۍ ثابت سرعت $22m/s$ ولري، د لارۍ د سرعت عمودي افقي مرکبې پیدا کړئ.

18. د یوې پېشو لخوا وهل شوي واټن عمودي او افقي مرکبې، چې $5m$ په عمودي ډول ونې ته ختلي ده، پیدا کړئ.

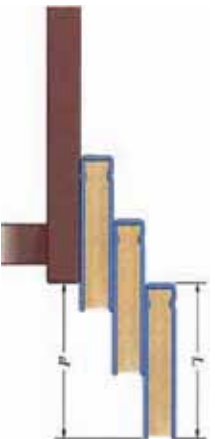
19. یوه الرتکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی $75Km$ واټن له 30° زاوې سره دشمال لویديځ په لور او دویم واټن $155Km$ له 60° زاوې سره د شمال ختیځ په لور الرتته کوي. دالرته کې لخوا ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

20. د متوجه سرعت د وکتور کچه اولوری په لاندي سرعوتونو کې چې پخپلو کې عمود دي پیدا کړئ.

a- یو کب نسبت اوبو ته د یو سیند د تگ لورۍ په استقامت چې $5m/s$ حرکت کوي، د $3m/s$ په چټکتیا لامبووهي.

b- یوه ساحلي څپه نسبت اوبو ته د یوې بلې څپې په لور په $6m/s$ چټکتیا سره حرکت کوي، مخ په وړاندې ځي.

21. درې هم شکله او هم وزنه کتابونه د A په اوږدوالي د شکل په څیر یو ډبل پرمخ ایټنډول شوي دي. د d د پرمختگ اعظمي واټن چه کتابونه پکې په تعادل کې وي او سقوط ونه کړي، پیدا کړئ

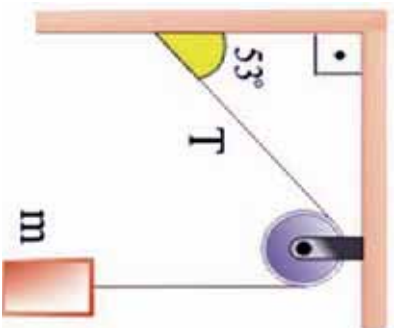


22. یوه متجانسه میله په $4.25m$ اوږدوالي او $47Km$ چي له یوه محور سره یې یو سر پر دیوال ایښتی دی، په افقي توګه د یو سیم په مرسته له بل سر سره تړل شوی دی. سیم له افق سره $30N$ زاویه جوړوي اوسیده د میلی پر محور نصب شوی دی. که چیرې سیم وکولای شي د راکټلو $1400N$ قوې په وړاندې مخکې له دې چې وشلېږي، مقاومت وکړي. له د یوال څخه په څومره واټن یوتن له $68Kg$ کتلې سره پر میله باندې کښیني، تر څو سیم وشکېږي؟

23. په یوې رسی کې د T راکټلوقوه $30N$ دی، لکه چې په شکل کې وښی جسم د تعادل په حالت کې دی.

د کتلې کچه په Kg حساب کړئ په داسې حال کې چې:

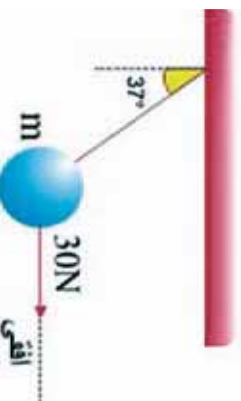
$$\sin 53^\circ = 0,8 \quad \cos 53^\circ = 0,6$$

$$g = 10N/kg$$


24. یو جسم د m له کتلې سره د $30^\circ N$ افقي قوې په مرسته له شکل سره سم په حالت کې دی، د جسم د کتلې کچه په Kg محاسبه کړئ. داسې چې:

$$\sin 37^\circ = 0,6 \quad \cos 37^\circ = 0,8$$

$$g = 10N/kg$$

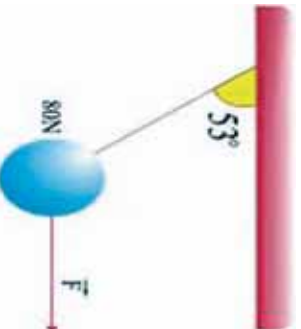


25. لکه څنګه چې په شکل کې وښی، یو جسم له $80N$ وزن سره دیوې رسی، په مرسته ځړول شوی او د یوې افقي قوې F په واسطه راکټل کېږي.

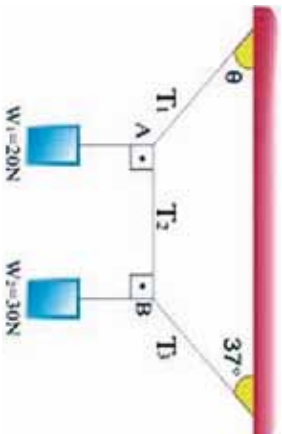
a - په رسی کې د راکټلو قوه پیدا کړئ.

b - د F قوه محاسبه کړئ.

$$\cos 53^\circ = 0,6 \quad \sin 53^\circ = 0,8$$



26. هغه سیم چې تاسو یې په شکل کې گورئ، دوه جسمونه پکې په $W_1 = 20\text{ N}$ وزن او $W_2 = 30\text{ N}$ وزنونو د رسی په مرسته له چت څخه خړول شوي او د تعادل په حالت کې دي. که چیرې د AB رسی افقي وي، د راکټلو د T_1, T_2, T_3 قوې محاسبه کړئ او همدا رنگه د θ زاويې قیمت پیدا کړئ.



$$\sin 30^\circ = \cos 53^\circ \quad \sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$$

27. یو ډوریزور د F یوه قوه، لکه چې په شکل کې یې ویني، د خپلولا سونو په مرسته د گاډي په اشتراک واردوي، که چیرې د اشتراک څرخ د d شعاع ولري، پیدا کړئ:

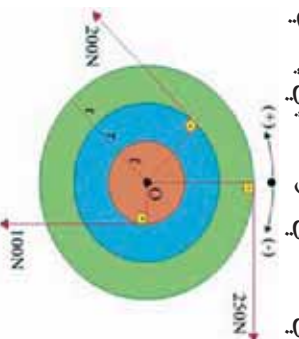
a- محصله قوه

b- د محصلې مومنت چې اشتراک پر څرخ عمل کوي.

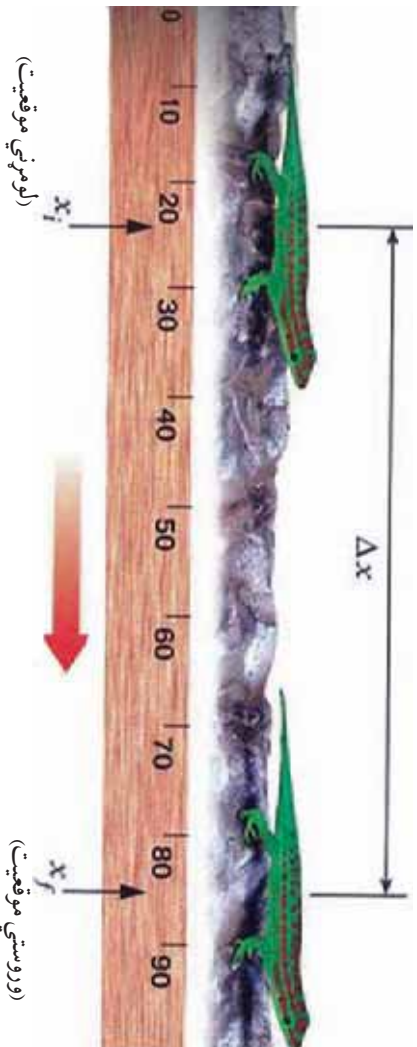


28. درې ټیکلي (دسکونه)، لومړنی د I په شعاع، دویم د $2r$ په شعاع او درېیم یې د $3r$ په شعاع یوله بله سره داسې تړل شوي دي چې ټول یې د O نقطې په شاوخوا د $200\text{ N}, 100\text{ N}$ او 250 N قوو په اغیز کولو سره دوران کوي.

که چیرې شعاع $r = 0.1\text{ m}$ وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سیم باندې عمل کوي، پیدا کړئ.



دورلیم څپرکی یو بدي حرکت



لکه څنگه چې پوهیږو، نړۍ او هر څه چې پکې دي، حتی هغه جسمونه چې په ظاهره کې ساکن ښکاري، لکه سړک، ونې او یا د ونو د پاڼو غورځیدل ټول په حرکت کې دي. کله چې د بڼوونځي په لاره کې خپل شاو خوا ته گوري، د حرکتونو بېلابېل ډولونه گوري؟ د دې حرکتونو د څیړلو لپاره له کوم علم څخه باید گټه واخلو؟ لکه څنگه چې د نهم توکي په فزیک کې مو ولوستل، ډینامیک چې د میخانیک یوه برخه جوړوي، د اجسامو حرکت او د حرکت اړیکې له یو شمیر فزیکي مفاهیمو لکه قوه او کتلې سره ترماللي لاندې نیسي.

مونږ به دې څپرکي کې د اجسامو حرکت د موقعیت (مکان) او زمان د مفاهیمو څخه په گټې اخیستلو، پرتله له دې چې پر اجسامو واره قوي په نظر کې ونیول شي، مطالعه کوو، چې د میخانیک فزیک دا برخه د سینماتیک په نامه یادوي.

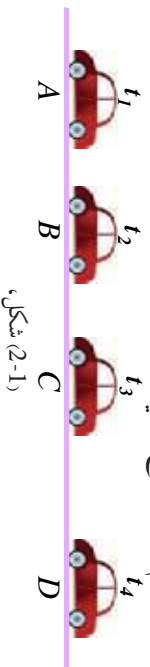
ناسو به د دې څپرکي په پای کې د حرکتونو د ډولونو په هکله ډېر څه زده کړئ او د دې ډول حرکتونو بشپړ تصویر به په خپلو ذهنونو کې ترسیم کولای شئ چې ډول پوښتنو ته چې، د یو مستقیم خط په امتداد حرکت څه شي دی؟ د یو متحرک جسم موقعیت او تغیر مکان څه شي دی؟ او د دې په څېر نورو پوښتنو ته به ځوابونه ووايست.

همدا رنگه د دې څپرکي په پای کې د سینماتیک، منځني سرعت او په یو بعدي حرکت کې دمهغه اړیکې، د موقعیت د اصطلاحگانو تشریح، د موقعیت تغیر او د حرکت معادلي او $(X - t)$ او $(V - t)$ گرافونو تحلیل، د لحظه یي سرعت تعریف او تشریح، منځني تعجیل او لحظه یي تعجیل او د هغو د معادلو په لاس راوړل، له ثابت تعجیل سره، د یو بعدي حرکت تشریح، د حرکت د معادلو لاس ته راوړل له ثابت تعجیل سره، د اجسامو د آزاد سقوط تحلیل او څیړنه د ثابت التعمیل حرکت د یوې بیلگې په توگه او ځینو نورو مفاهیمو سره باندتیا حاصله کړي.

2-1: حرکت د مستقیم خط په امتداد

د مستقیم خط په امتداد حرکت ته یو بعدی حرکت هم وايي چې په هغې کې د حرکت مسیر، مستقیم مسیر دی. لاندې مثال د دې ډول حرکت د مفهوم د پېژندلو لپاره خورا ښه بېلگه ده:

د یو موټر په څیر یو متحرک جسم په نظر کې ونیسئ؛ چې په یو مستقیم مسیر کې په حرکت کې دی. شکل د دې موټر موقعیتونو ته د t_1, t_2, t_3 او t_4 په زماني لحظو کې په ترتیب سره د A, B, C او D په نقطو کې د یو مستقیم مسیر پرمخ ښيي.



(2-1) شکل،
د مستقیم خط په امتداد حرکت

د یو مستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چیرې ابتدا د مسیر پرمخ اختیار کړو، د موقعیت او مکان تغییر وکتورونه هم لوري دي، دا د دې لامل گرځي چې محاسبه د دې وکتورونو پرمخ په آسانی سره ترسره شي.



د یو ډگنډې ټیټز رفتار په څیر یو متحرک په نظر کې ونیسئ چې په یو مستقیم سوک په حرکت کې دی. د دې موټر د حرکت ډول په توګې کې له اړوندو ډولسره تر بحث لاندې ونیسئ او پایله یې په توګې کې وړاندې کړئ.

که چیرې د د وضعیت کمیټونو د مختصاتو یو محور OY او OX د حرکت د مسیر په توګه ونیسئ، کولای شئ د متحرک جسم موقعیت په هره لحظه کې د هغه د مختصې په مرسته (مثلاً د X مختصه) چې کېدای شي مثبت او یا منفي عدد تشخیص کړي. د (2-2) په شکل کې د حرکت مسیر او متحرک موقعیت د t_1, t_2 او t_3 په لحظو کې ښودل شوی.



د (2-2) شکل

لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، t_1, t_2 او t_3 په لحظو کې د متحرک جسم موقعیتونه په ترتیب

$$\text{سره } x_3 = -3m, x_2 = +3m, x_1 = 9m \text{ دي.}$$

2-2: د موقعیت او مکان بدلون

د اجسامو موقعیت او د مکان بدلون څنګه څیړلی شو؟ د یوه جسم د حرکت د وضعیت او څیړلو لپاره څه باید وکړو؟

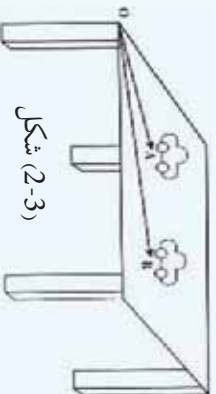
د دې لپاره چې د مکان بدلون تعریف کړای شئ، لاندې فعالیت ترسره کړئ:



فعالیت:

اړین مواد: د لوبې موټر کي (لابراتوارې) خط کش، میز کي نلاره.

- 1- موټر د میز پرمخ په یو ټاکلي موقعیت کي کپړئ او فاصله یې د میز له یوې ځنډې څخه (مېدا) د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OA په وکتور یې ونښئ.
- 2- د شکل په څیر موټر کي له لومړني موقعیت څخه بیځایه او په یو بل موقعیت کي یې کپړئ او بیا وروسته دمیز له هغه ځنډې څخه چې په لومړۍ مرحله کي مو اندازه کړي دي (لومړني مېدا)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OB په وکتور یې ونښئ.



شکل (2-3)

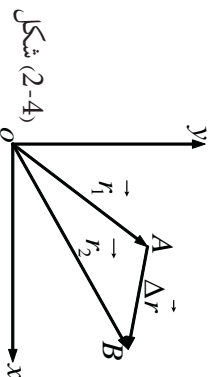
- اوس لاندې پوښتنوته ځواب وولئ:
1. ایا د موټر موقعیت په دواړو مرحلو کي یوښي (مساوی) وه؟
 2. موټر په کومه اندازه د موقعیت تغیر کړی؟
 3. د دواړو حالتونو ترمنځ څه شي په مشترکه توګه ونښئ؟ توضیح یې کړئ.
- په یقین سره هغه موټر چې د میز پرمخ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کي د A په موقعیت کي او د t_2 په لحظه کي د B په موقعیت کي دي.
- پس د موټر موقعیت په دواړه مرحلو کي یوښي نه دي.

په پورتنۍ فعالیت کي، هغه مشترک عنصر چې د موټر A او B دوو موقعیتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مېدا څخه دي. د \vec{OA} او \vec{OB} وکتورونو تر موقعیت (مکان) د وکتورونو په ترتیب t_1 او t_2 په لحظو کي وایو. له پورتنۍ فعالیت څخه کېدای شي لاندې پایلونه ورسېږو:

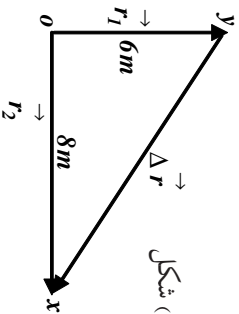
1- د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعیت په هره لحظه کي ټاکي، چې د دې وکتور پیل، درضعیه کمیټونو مېدا او انجام یې د جسم موقعیت دی او په معمول ډول یې د r په توری ښيي.

2- د یوه متحرک د موقعیت تغیر د t_1 او t_2 په دوه لحظو کي، هغه وکتور دی چې پیل یې د متحرک موقعیت د t_1 په لحظه کي او انجام یې د متحرک موقعیت د t_2 په لحظه کي وي.

له پخوا څخه پوهیږو چې په لاندې شکل کي د \vec{AB} وکتور، د \vec{OB} او \vec{OA} دوو وکتورونو له تفاضل څخه عبارت دی یعنې: $\vec{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$



شکل (2-4)



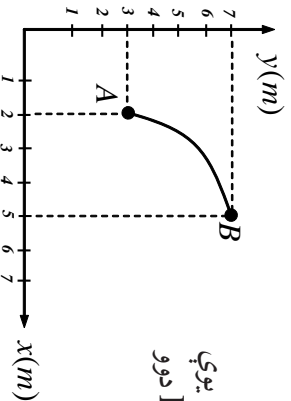
شکل (2-5)

مثال: د یوه متحرک موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې په ترتیب سره r_1 او r_2 دی. که چیرې د هر وکتور اندازه په ترتیب سره $6m$ او $8m$ او دهغو ترمنځ زاویه 90° وي، د مکان تغیر اندازه د دې دوو لحظو ترمنځ څومره ده؟

حل: د O شکل په پام کې نیولو سره د موقعیت د تغیر وکتور، یعنې Δr عبارت دی، د قایم الزاویه مثلث له وتر څخه چې ضلعي یې $6m$ او $8m$ دي، له دې کبله د مکان د موقعیت تغیر برابر دی له:

$$\Delta r = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{36 + 64} = \sqrt{100m^2} = 10m$$

تمرین: په لاندې شکل کې د یو متحرک مسیر د AB د یوې منځني بړ مخ ښودل شوی دی. د مکان تغیر وکتور د A او B دوو نقطو ترمنځ رسم کړئ او قیمت یې لاس ته راوړئ.



2-3: منځني (متوسط) سرعت

لکه څنګه چې د نهم ټولګي په فزیک کې مولوستی و، یو متحرک جسم د مختلفو عواملو له کبله نشي کولای مساوي واټنونه (فاصلې) په مساوي وختونو کې ووهي. په دې حالت کې په مستقیم مسیر باندې د جسم حرکت د ځانګړتیاوو د بیانولو لپاره، دمنځني سرعت له اصطلاح څخه ګټه اخلو.

د منځني سرعت د اصطلاح د ښه درک لپاره، لاندې مثال ته پام وکړئ:

مثال: د (2-6) شکل د یو موټر موقعیت چې د حرکت په حال کې دی، په بېلابېلو وختونو کې راښيي.



شکل (2-6)

الف) د $t_1 - t_0$ او $t_2 - t_1$ د موقعیت د تغیر کچه د وخت له مخې پیدا کړئ.

ب) په ټاکلي وخت (انټروالونو) کې موټر په منځني توګه په هره ثانيه کې د موقعیت څومره تغیر کوي دی؟

حل: الف) د موقعیت تغیر په زماني انټروال کې مساوی دی له: $\Delta t = t_1 - t_0 = 10s$ سره او د موقعیت تغیر په $\Delta x = x_1 - x_0 = 120 - 50 = 70m$ کې مساوي دی له $\Delta x = x_2 - x_1 = 230 - 120 = 110m$ سره.

ب) په هر ټاکلي وخت کې د هغه د اړوندې وهل شوي فاصلې په ویشلو سره، معلومېږي چې متحرک په هره ثانيه کې موقعیت څومره تغیر کوي دی.

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{70}{10} = 7 \text{ m/s}$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{110}{50} = 2.2 \text{ m/s}$$

په دې توګه په یو زماني انټروال کې د مکان د تغیر په معلومولو سره کولای شو، په انټروال کې د هرې ثانيې د مکان د تغیر اوسط پیدا کړو، چې هغه ته په زماني انټروال کې متوسط سرعت وايي. منځني سرعت د \bar{v} په علامې ښیو او لرو چې:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \dots\dots\dots (2-1)$$

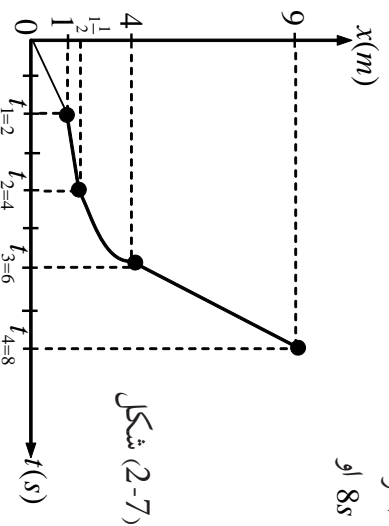
چې د SI په سیستم کې د متوسط سرعت د اندازه کولو واحد m/s دی. منځني سرعت وکتوري کمیت دی چې د مکان د تغیر له وکتور سره هم لوری دی.



اړين مواد: فيته بي متر، زمان سنج (استاپ واچ)
ګډلاره: له خپل يوه ټولګوال څخه وخواړی چې په ټولګي کې په يو مستقيم خط په لاره ولاړشي.
 وروسته تاسو به متر فاصله او د زمان سنج په مرسته د وخت په لاس راوړئ او په پايله کې دهغه د حرکت منځني سرعت حساب کوئ.

مثال: د (2-7) په شکل کې، د $(x-t)$ متحرک ګراف چې د مستقیم مسیر پرمخ حرکت کوي، ښودل شوی دی.

- a- په یوه جدول کې هر زماني انټروال یعنی له صفر نه تر $2s$ ، $4s$ ، $6s$ ، $8s$ نه تر $2s$ ، $4s$ ، $6s$ ، $8s$ او
- د هر انټروال د مکان تغیر وښیئ.
- b- په هر یو زماني انټروال کې د متحرک منځني سرعت څومره دی؟



د a جز حل: د Δx او Δt قیمتونه په لاندې جدول کې محاسبه شوي دي.

$\Delta x(m)$	$\Delta t(s)$
$x_1 - x_0 = 1 - 0 = 1$	$t_1 - t_0 = 2 - 0 = 2$
$x_2 - x_1 = 1.2 - 1 = 0.2$	$t_2 - t_1 = 4 - 2 = 2$
$x_3 - x_2 = 4 - 1.2 = 2.8$	$t_3 - t_2 = 6 - 4 = 2$
$x_4 - x_3 = 9 - 4 = 5$	$t_4 - t_3 = 8 - 6 = 2$

د b جزء حل:

$$\bar{V}_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{1 \text{ m}}{2 \text{ s}}$$

$$\bar{V}_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{0.2}{2} = \frac{1 \text{ m}}{10 \text{ s}}$$

$$\bar{V}_3 = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{2.8}{2} = 1.4 \text{ m/s}$$

$$\bar{V}_4 = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m/s}$$

تعمیر: د یوه جسم د حرکت معادله د SI په سیستم کې د $x = 2t^2 + 1$ له رابطې سره ورکړ شوې ده. منځنۍ سرعت یې په لاندې زماني انټروالونو کې،

(a) له 1 نه تر 2 ثانیو،

(b) له 1 نه تر 1.1 ثانیې،

(c) له 1 نه تر 1.01 ثانیې او

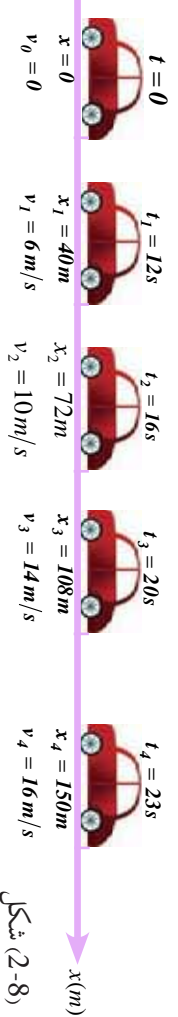
(d) له 1 نه تر 1.001 ثانیو پیدا کړئ.

لحظوي سرعت

لحظوي سرعت څه شی دی؟ د منځني او لحظه يي سرعت ترمنځ کوم توپير شتون لري؟
 کله چې يو موټر د حرکت په حال کې وي، که سرعت سنج ته يې وگوروه، و به لېدل شي، چې د سرعت سنج ستن په هره لحظه کې يوه ټاکلې اندازه را ښيي. کله چې د موټر سرعت زيات شي، ستن ډېره اندازه راښيي.

د منځني سرعت او لحظه يي سرعت ترمنځ اړيکه څه شی ده؟ دې پوښتنې ته د ځواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:

مثال: په (2-8) شکل کې چې يو موټر په مستقيم مسير کې د حرکت په حال کې دی، په بيلايلو وختونو کې يې سرعت بلون مومي. هغه موقعيت او فاصلي چې د موټر سرعت سنج د $0s, 12s, 16s, 20s, 23s, 20s, 16s, 12s, 0s$ په لحظو کې ښيي، په شکل کې ښودل شوي دي.



شکل (2-8)

الف) په يو جدول کې $t_1 - t_1$ ، $t_3 - t_1$ او $t_4 - t_1$ زماني انټروالونه، د موقعيتونو تغير او منځني سرعتونه وليکئ.

ب) په کوم زماني انټروال کې، منځني سرعت د هغه سرعت له کچې سره نژدې دی، چې د موټر سرعت سنج يې د t_1 په لحظه کې ښيي.
 حل: الف)

$\Delta t(s)$	$\Delta x(m)$	$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} (m/s)$
$t_4 - t_1 = 23 - 12 = 11$	$x_4 - x_1 = 150 - 40 = 110$	10
$t_3 - t_1 = 20 - 12 = 8$	$x_3 - x_1 = 108 - 40 = 68$	8.5
$t_2 - t_1 = 16 - 12 = 4$	$x_2 - x_1 = 72 - 40 = 32$	8

ب) لکه چي په جدول کي لیدل کیږي د $t_1 - t_2$ په زماني انټروال کي منځني سرعت، د $t_1 - t_3$ او $t_1 - t_4$ له انټروالونو څخه لږ دی.

د (ب) د برخي د ځوابونو له پرتله کولو څخه کیدای شي پایله تر لاسه کړو چې: هر څومره چي زماني انټروالونه کوچني وي، منځني سرعت به له هغه سرعت سره نژدې وي چي د موټر سرعت سنج یې ښيي.

منځني سرعت په هغه حدکي چي دوخت انټروال ډېر کمېږي، د لحظه یي سرعت په نامه یادېږي، په ډېره دقیقه توگه ویلای شو: کله چي t_1 او t_2 ته نژدې کیږي یعنی د Δt قیمت صفر ته تقرب کوي، د $V_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ نسبت، د جسم لحظه یي سرعت د t_1 په زمان کي رانښيي، لیکلای شو چي لحظه یي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چي Δt د صفر په لور تقرب وکړي یعنی:

$$V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \dots \dots \dots (2-2)$$

څېړنه وکړئ:

په دې هکله چي څنگه کولای شو د $(x-t)$ له گراف څخه په گڼي اخیستلو سره، د یوه متحرک لحظه یي سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانگړو ډلو په توگه پښه وکړئ او پایلې یې وړاندې کړئ.

2-4: د موقعیت - زمان گراف $(x-t)$

هغه موټر په نظرکي ونیسئ چي په ترتیب سره د $s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$ په ترتیب سره $x_1 = 5m, x_2 = 10m, x_3 = 15m, x_4 = 20m$ انټروالونو کي، د لاندې شکل (2-9) په څیر په $5m, 10m, 15m, 20m$ په ترتیب سره $t_1 = 1s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$ په زماني موقعیتونه غوره کوي.

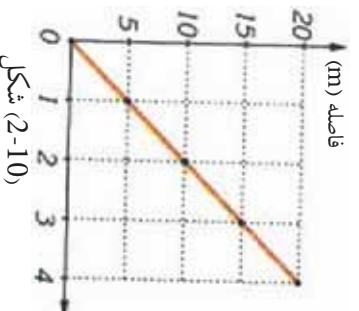


شکل (2-9)

د دې متحرک (موټر) د حرکت د موقعیت څرگندولو لپاره له کوم ډول گراف څخه باید گټه واخلو، تر څو وکولای شي په مختلفو وختونو کي، د جسم موقعیت په ښه توگه وښيي؟ د موقعیت زمان $(x-t)$ له گراف څخه کار اخیستل به د دې پوښتنې ځواب وي. په ډېرو مواردو کي د دې گراف رسم د حرکت دڅیړلو لپاره مناسب دي.

د دې گراف د رسمولو لپاره، معمولاً وخت (t) د افقي محور پرمخ او موقعیت (x) د قائم محور پرمخ ټاکو.

په پایله کي د نوموړي موټر لپاره به د $(x-t)$ گراف په لاندې توگه وي:



شکل (2-10)

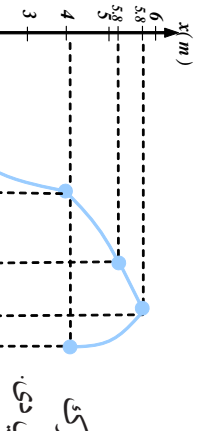
لاکه څنگه چې په گراف کې لیدل کېږي، متحرک (موټر) په هره ثانيه کې، مساوي واټونه وهي. له دې گراف څخه په گټې اخیستلو سره په اسانۍ سره موندلای شو چې متحرک په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان تغیرې د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی. د مثال په توگه په گراف کې لیدل کېږي چې متحرک د $t_2 = 2s$ په لحظه کې د میلا په لس متري کې دی یا د $\Delta t = 1s$ په انټروال کې یې د مکان تغیر $\Delta x = 5m$ دی. ددې ډول گراف دیني پېژندنې لپاره، لاندې فعالیت په ډله ییزه توگه پخپل ټولگي کې عملي کوئ.

فعالیت:



لاندې جدول د متحرک جسم واین تر میلا پورې په ورکړل شویو لحظو کې ښیي د متحرک د $(x-t)$ گراف رسم کوئ

$t(s)$	0	1	2	3	4	5
$x(m)$	0	1.5	3	5.5	8	11.5



تعمیر: د لاندې شکل د $(x-t)$ په گراف کې یو متحرک چې د مستقیم خط پرمخ په حرکت کې دی، ښودل شوي دی.

الف: د $t_0 - t_1$ ، $t_1 - t_2$ او $t_2 - t_3$ په زماني انټروالونو کې، د متحرک د موقعیت تغیر څومره دی؟

ب: د متحرک ډېر اعظمي واین تر میلا پورې څومره دی اومتحرک دوخت په کومه لحظه کې اوسي؟

ج: د t_4 نه تر t_5 زماني لحظه کې، د موقعیت تغیر څومره او په کوم لوري دی؟

2-5: تعجيل يا گړندښتوب

تعجيل يا گړندښتوب څه شی دی؟ د منځني تعجيل او لحظه يي يا وقفه يي تعجيل ترمنځ څه توپير دی؟

لکه څنگه چې تاسو پخوا د نهم ټولگي په فزيک کې لوستي دي، کله چې يو متحرک مساوي واټنونه په مساوي وختونو کې ونه وهي، دې ډول حرکت ته، تعجيلي حرکت وايي.

کله چې يو موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کوي، د موټر سرعت سنج بشپړي چې سرعت يې ورو ورو زياتيږي او برعکس د برک نيولو پر مهال، سرعت يې په تدريج سره کميږي، دا چې په پورتنيو دواړو حالتونو کې، د متحرک سرعت بدلون مومي، نو بيا پر دې د متحرک حرکت يو تعجيلي دی، نه يو رنگ. منځني تعجيل عبارت دی د في واحد وخت د سرعت له تغيير څخه، که چيرې د سرعت تغيير

Δt په زماني انټروال کې مساوي له Δv څخه وي، نو لرو چې: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ له پورتنۍ

معادلي څخه کولای شو، په اسانۍ سره د تعجيل واحد چې عبارت له $(\frac{m}{s^2})$ څخه دي، په لاس راوړو.

مثال: د يوه متحرک سرعت د $t_1 = 20s$ په لحظه کې مساوي دی له $10 m/s$ سره او د $t_2 = 45s$ په لحظه کې مساوي له $20 m/s$ سره دی.

منځني تعجيل يې د t_1, t_2 دوو لحظو ترمنځ څومره دی؟

حل:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{20 - 10}{45 - 20} = \frac{10}{25} = 0.4 m/s^2$$

لحظوي تعجيل

په تعجيلي حرکت کې هم ولې شو چې متحرک په هره لحظه کې يو تعجيل لري چې د لحظه لرونکي په نامه يې نوموړ. لکه څنگه مو چې په لحظه يي سرعت کې وليدل، په دې ځای کې هم که د $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

په رابطه کې، Δt ډېر کوچنی شي، منځني تعجيل له لحظه يي سره ډېر نژدې کيږي، اوس کولای شو لحظه يي تعجيل د لحظه يي سرعت په څېر په ډېر دقيق ډول تعريف کړو:

لحظه يي تعجيل د منځني تعجيل له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي.

که چيرې لحظه يي تعجيل په a_x وښيو، د پورتنيو تعريفونو پر بنسټ ليکلای شو:

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \dots \dots \dots (2-4)$$



د سرعت- زمان گراف ($v-t$)

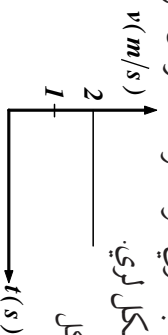
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړه، د مکان - زمان گراف ($x-t$)، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله داسې معلومات لکه سرعت یا متحرک مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب، په همدې ډول د سرعت - زمان ($v-t$) له گراف څخه کولای شو، د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت- زمان ($v-t$) گراف د ترسیم لپاره د کمیه مختصاتو په سیستم کې، د Y لایم محور د سرعت - او د X افقي محور د زمان یا وخت لپاره ټاکو او هماغه ترتیب چې مو د زمان موقعیت ($x-t$) گراف په هکله کړنه تر سره کړې وه، د آگراف هم همسې رسموو.

مثال: یو متحرک له ثابت سرعت سره د یو مستقیم مسیر پرمخ حرکت کوي. د $t_1 = 2s$ په لحظه کې په 5 مټري واټن کې او د $t_2 = 12s$ په لحظه کې، له مبدا څخه په 25 مټري واټن کې موقعیت لري، د ($v-t$) گراف یې رسم کړئ.

حل: د ثابت سرعت په حرکت کې کولای شو ولیکو: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25-5}{12-2} = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}$

څرنگه چې په یوه نواخت حرکت کې سرعت ثابت وي، نو د سرعت - زمان گراف $v-t$ د زمان یا وخت له محور سره موازي د یو مستقیم خط شکل لري.



شکل (2-11)

تمرین: په لاندې جدول کې د هغه متحرک سرعت چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، په څو زماني لحظو کې مشخص شوی دی. د ($v-t$) گراف یې رسم کړئ.

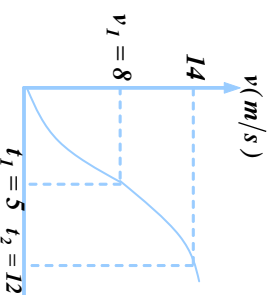
$t(s)$	0	0.5	2.5	1.5	2	3
$v(m/s)$	0	2	1	3.5	3.75	4

تمرین: لاندې شکل د یو متحرک ($v-t$) گراف راښيي، توضیح

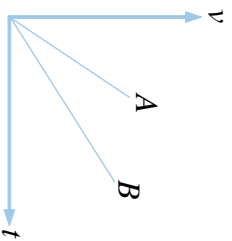
یې کړئ:

الف: د وخت په $(0, t_1)$ او (t_1, t_2) انټروالونو کې منځنی تعجیل څومره دی؟

ب: د t_1 ، t_2 په یوه یا دوو لحظو په کوم یو کې تعجیل ډېر دی؟ $t_1 = 5$ $t_2 = 12$



تمرین: د A ، B دوو متحرکو د $(v-t)$ گراف په لاندې شکل کې ورکړل شوی دی. د دې دوو متحرکو شتاب (نیټه) سره پر تله کوئ،



فعالیت:

د اړتیاوړ وسایل:

1. جریداره نڅته د لرگوله میلو سره، پرده له دوه متره اوږدوالی سره
2. د لرگیو مکعبونه $4cm$ په ضخامت سره
3. نښینه یي گولې، پافلزي ساچمې
4. زمان سنځ (کرونومتر)
5. فیته یي متر



شکل (2-12)

ګولاره:

له (2-12) شکل سره سم د پردې د لرگي د مېلې یو سر د لرگیو پر یوه مکعب کېږئ. یوه نښینه یي گوله د مېلې د هغه بل سر چې پر مکعب هوښتی، له نیم مترۍ څخه یي خوشي کوئ او په دې لحظه کې کرونومتر په کار واچوئ. کولای شې هغه لحظه گوله پر مکعب (د مسير پر پلي) لگېږي، کرونومتر ودرؤئ. آزماینست د $1.5m$ او $2m$ فاصلو لپاره تکرار کوئ. پایله په لاندې جدول کې ولیکئ او د له مخې گراف رسم کوئ. ازمايل شوي پایله تجزيه او تحليل کوئ.

خوځلي	طول په متر	t وخت په ثانيه	t^2	$\frac{x}{t^2}$
1	0.5			
2	1			
3	1.5			
4	2			

2-6: یو ډوله (متشابه) حرکت

که چېرې د یوه متحرک جسم لحظه یي سرعت چې یو مستقیم مسیر حرکت کوي، په ټولو لحظو کې یو شان وي، حرکت یې یو نواخته نومه‌یږي، په دې ډول حرکت کې د (موقعیت- زمان) گراف، یو مستقیم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځني سرعت په پایله کې له لحظه یي سرعت سره مساوي کېږي او له دې امله کولای شو ولیکو چې:

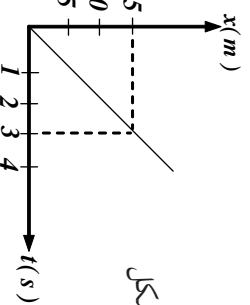
$$\bar{v} = v \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t$$

که چېرې د متحرک جسم واټن تر مېلې پورې د $t = 0$ په لحظه کې له او واټن یې تر مېلې پورې د t په لحظه کې له X سره برابر وي، په هغه صورت کې $(0 = v(t - x_0) - x_0)$ او یا $x - x_0 = v(t - 2 - 5)$ ، $x = vt + x_0$ پورتنۍ معادله د یوه نواخت حرکت له معادلي څخه عبارت دی چې په هغې کې X تر مېلې پورې واټن دی، د متر برېښنه، v لحظه یي سرعت دی د متر ثانې برېښنه، t_1 وخت د ثانې برېښنه او x_0 د صفر په لحظه کې تر مېلې پورې واټن د متر برېښنه دی.

هغه څه ته په پاملرنې چې مخکې وویل شو، بېلای د جسم موقعیت مثبت او یا منفي وي. سرعت هم که چېرې د X یا v له محور سره هم لوری وي مثبت او له هغه پرته منفي دی. په یو نواخت حرکت کې، د موقعیت- زمان گراف $(x - t)$ یو مستقیم خط او په پایله کې د دوو لحظو ترمنځ منځنی سرعت، له لحظه یي سرعت سره مساوی کېږي.

مثال:

د (2-13) شکل د $(x - t)$ یو متحرک گراف رابښي چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.



شکل (2-13)

الف: ایا ددې حرکت سرعت ثابت دی؟ د سرعت کچه څومره ده؟

ب: د صفر په لحظه کې یې له مېلې څخه واټن او د حرکت او مکان د تغیر معادله یې د $2s = t_1$ او $5s = t_2$ دوو لحظو ترمنځ په لاس راوړئ.

حل: الف: څرنگه چې د $(x - t)$ گراف یو مستقیم خط دی، نو د جسم حرکت عبارت له یو نواخت حرکت څخه دی او د گراف میل د متحرک له سرعت سره برابر دی. شکل ته په پام کولو سره، د گراف میل $5 = \frac{15}{3}$ دی، نو $\frac{15}{3} = 5 \frac{m}{s}$ سره دی.

ب: د $t = 0$ په لحظه کې $x = 0$ او $x_0 = 0$ دی، په پایله کې: د حرکت معادله، $x = vt + x_0$ ،
 $5 \times 2 = 10m$ او $x_1 = 5 \times 5 = 25m$ د دوو لحظو ترمنځ د مکان تغیر،
 $\Delta x = x_2 - x_1 = 25m - 10m = 15m$

تعمیر: یو جسم د V له سرعت سره یو مستقیم مسیر په حرکت کې دی، که چیرې $t_1 = 5s$ په لحظه کې یې له مبدا څخه $6m$ او د $t_2 = 20s$ په لحظه کې یې له مبدا څخه فاصله $24m$ وي، سرعت او واټن یې تر مبدا پورې د $t = 0$ په لحظه کې څومره دی؟ د $x - t$ معادله په لاس راوړئ او د متحرک جسم د $x - t$ گراف رسم کړئ.

له ثابت تعجیل سره مستقیم الخط حرکت

که چیرې په یو حرکت کې تعجیل په مختلفو لحظو کې یو شان وي، دې ته د ثابت تعجیل حرکت وایي، په دې ډول حرکت کې د $(x - t)$ گراف یو مستقیم خط دی. په دې ډول حرکت کې منځنی تعجیل د دوو اختیاري نقطو ترمنځ د هرې لحظې له تعجیل سره برابر دی. یعنې:

$$a = a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

که چیرې په پورتنۍ رابطه کې $t_1 = 0$ او $t_2 = t$ وي، په دې حالت کې د 1 سرعت په 0 او د 2 سرعت په (V) ښودل کېږي او کولای شو ولیکو:

$$a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v = at + v_0 \dots \dots \dots (2-6)$$

له ثابت تعجیل سره په یو حرکت کې، د دوو لحظو ترمنځ منځنی سرعت، د همدغو دوو لحظو د سرعتو نو د مجموعې نیمایي تعریف شوی دی. یعنې:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2}$$


څپړنه وکړئ:

په بیلابیلو ډول کې لاندې پوښتنې ته ځواب ورکړئ او پایله یې ټولګې ته واوروئ. ولې په مستقیم الخط حرکت کې له ثابت تعجیل سره، د $x - t$ گراف عبارت له یوه مستقیم خط څخه دی؟

مثال: یو متحرک د سکون له حالت څخه په $2m/s^2$ ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي. سرعت یې د $t_1 = 4s$ او $t_2 = 12s$ په لحظو کې پیدا کړئ، د $(v - t)$ گراف یې رسم کړئ.

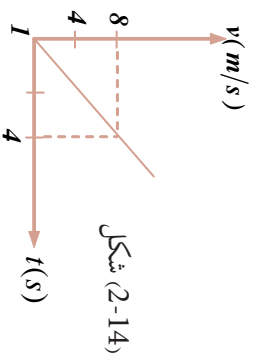
حل: څرنگه چې متحرک د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، نو:

$$v_0 = 0$$

$$v_1 = 0 + 2 \cdot 4 = 8m/s$$

$$v_2 = 0 + 2 \cdot 12 = 24m/s$$

خړنگه چې تعجيل ثابت دی، د $(v-t)$ گراف يو مستقيم خط دی. نوڅکه د رسمولو لپاره يې د گراف دوي نقطې کافي دي.



$t(s)$	0	4
$v(m/s)$	0	8

تمرین: د یوه متحرک سرعت $4s = t_1$ په لحظه کې برابر له $5m/s$ او سرعت يې د $12s = t_2$ په لحظه کې $11m/s$ دی. په هغه حالت کې چې تعجيل ثابت وي، سرعت يې د $t_0 = 0$ په لحظه کې پیل کړئ او د $(v-t)$ گراف يې رسم کړئ.

له ثابت شتاب سره په مستقيم الخط حرکت کې د $(x-t)$ معادله

د $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ او $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ رابطو پر بنسټ د ثابت تعجيل په حرکت کې لیکلې شوچې:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t$$

په دې رابطه کې، Δx د موقعیت تغیر د Δt په زماني انټروال کې، v_1 سرعت د t_1 په لحظه کې v_2 سرعت د t_2 په لحظه کې دی. که چېرې $t_1 = 0$ او $t_2 = t$ په دې لحظو کې د متحرک سرعت په ترتیب سره v_0 او v د متحرک موقعیت په دې لحظو کې x_0 او x وي، په دې صورت کې:

$$\Delta x = x - x_0 = \Delta t = t - t_1 = t - 0 = t$$

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

$$v = at + v_0$$

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

$$x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0 \dots \dots \dots (2-8)$$

$(x-t)$ د معادلي وروستی، رابطه له ثابت تعجيل سره پر مستقیم خط حرکت افاده کوي. که چيري د $x = at + v_0$ له رابطي څخه وخت (زمان) په لاس راوړو او په دې معادله کې يې کيرجو، په پايله کې به د موقعيت او سرعت رابطه په لاس راوړو چې له وخت او زمان څخه مستقلة دي يعنې:

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

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0) \dots \dots \dots (2-9)$$

ساده کولو سره لرو:

مثال: يو متحرک له $\frac{1}{2} m/s^2$ ثابت تعجيل سره د سکون له حالت څخه د يو مستقیم خط پرمخ په حرکت پيل کوي، د متحرک د موقعيت تغيير او د هغه سرعت وروسته له $25m$ په لاس راوړي.

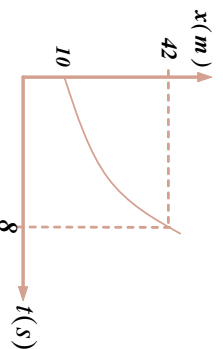
حل:

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

$$v^2 - 0 = 2 \times \frac{1}{2} (25 - 0)$$

$$v = 5 \frac{m}{s}$$

تمرين: لاندي شکل د $(x-t)$ د متحرک گراف دی چې په ثابت تعجيل سره دمستقیم خط پرمخ په حرکت کوي. فرض کړئ، که $v_0 = 2m/s$ وي، د $(x-t)$ گراف رسم کړئ.



2-7. ازاد سقوط د جاذبي ساحي مفهوم

ايا تر اوسه مو له کومې ونې مني ټولې کړېدې؟ ولې، کله چې مېه ستاسوله لاسه خوشي شي، مخ په کښته (ځمکې ته) لوړېږي؟ ستاسو په نظر د ځمکې پر سطحې د مني د لوېدلو لامل څه شی دی؟ د اجسامو د ازاد سقوط ښکارنده د رياضي په ژبه څنگه بيانولی شو؟ دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به ورته ددې لوست په پای کې ځواب ورکړئ. د دې لپاره چې د اجسامو د ازاد سقوط ښکارنده په ښه ډول درک کړئ، لاندي فعاليت تر سره کړئ.



فمايلت:

د کاغذ يوه پاڼه چې کلکه شوي نه وي (خلاصه پاڼه) او يوه دانه سکه راواخلي، او په يوه وخت کې يې له ټاکلي ارتفاع څخه خوشې کړئ؛ په دويمه مرحله کې د کاغذ هماغه پاڼه کلکه (کوله) کړئ او له سکه سره يې يوځای له همغې ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دريمه پلا دورې سکه له همغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته يې د رسيدو پر څرنگوالي د خپلې ډلې له غړو سره بحث وکړئ او پایله يې په ټولگي کې وړاندې کړئ.

په پای کې لاندې پوښتنو ته ځوابونه وولئ:

۱. ایا د کاغذ پاڼه او سکه په يوه وخت ځمکې ته ورسيدل؟
۲. ایا د کاغذ دواړه پاڼې په يوه وخت ځمکې ته ورسيدلې؟
۳. کم لامل د دې سبب شوی چې د کاغذ پاڼه او سکه د ځمکې په لور لږېږي.



(2-15) شکل

ازاد سقوط، له ثابت تعجيل سره د حرکت يوه طبيعي بيلگه ده. په دې ډول حرکت کې د حرکت مسير مستقيم دی، او د سقوط پرمهال پر جسم يوازې نه واده قوه همغه د جسم وزن دی. که چېرې يوه سکه يوه پاڼه په يوه وخت له يوې ارتفاع څخه د ځمکې په لور خوشې کړو، په يوه وخت ځمکې ته نه رسېږي. خو که چېرې همدا تجربه په خلاکې تر سره کړو، سکه او پاڼه په يوه وخت ځمکې ته رسېږي. د بيلگې په توگه په خلاکې د يوجسم سقوط او يا د يوې وړې فلزي گلولې سقوط په هراکې (په يوه مناسب تعريف سره) کولای شو چې سقوط يې فرض کړو.

(2-15) شکل د يورې ساچمې حرکت د ازاد سقوط پر مهال راښيي چې متوالي زمانو (وقفو) $\Delta t = 1/30\text{ s}$ کې ورڅخه تصويرونه اخستل شوي دي. ښايردې که چېرې د هوا له مقاومت څخه ورتير شو (صرف نظر وکړو)، ټول جسمونه له سطحې سره په نژدېوالي کې له ثابت تعجيل سره سقوط کوي. چې په دا همغه د ځمکې د جاذبې تعجيل دی چې د g په توري ښودل کېږي. د g له تعجيل سره حرکت ته ازاد سقوط وايي چې د دې تعجيل لورې تل مخ په کښته (د ځمکې مرکز) په لور دي.

د جغرافيه يي عرض البلد له مخې د g د تعجيل کچه، يو څه تغير کوي او د ځمکې له سطحې څخه د ارتفاع په زياتيدلو، کمېږي. د دې تعجيل کچه د ځمکې د سطحې په نږدې کې 9.8 m/s^2 ته نژدې دی، نوکله ټاکله د محاسبي د اسانتيا لپاره، $g = 10\text{ m/s}^2$ سره فرض کېږي.



شکل (2-15)

په آزاد سقوط کې د حرکت او سرعت معادلي، همغه له ثابت تعجيل سره د حرکت معادلي دي. په آزاد سقوط کې، د مکان تغير د قايم په اوزدوکې دي، د متحرک موقعيت معمولا په y يا h ښودل کېږي او د حرکت مبدا همغه نقطه ده چې سقوط ورڅخه پيل کېږي.

که چېرې مثبت لوری مخ په کښته وټاکو، د حرکت او سرعت معادله به په لاندي ډول وي:

$$d \text{ حرکت معادله} \quad (2-10) \quad v = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t \dots\dots\dots$$

$$d \text{ سرعت معادله} \quad (2-11) \quad v = gt + v_0 \dots\dots\dots$$

څرنگه چې په آزاد سقوط کې تل لومړنی سرعت v_0 مساوي له صفر سره وي، نو د (2-10) او

$$(2-11) \quad \text{رابطې په لاندي توگه ليکل کېږي:} \quad (2-12) \quad y = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots$$

$$(2-13) \quad \dots\dots\dots v = gt$$

د ځمکې يوه ټاکلې نقطه د ټول جسمونو لپاره يوشی دی خو قيمت د ځمکې د سطحې په مختلفو نقطو کې توپير لري.

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} \dots\dots\dots (2-14) \quad \text{اوس له (2-12) معادلي څخه } t \text{ په لاس راوړو،}$$

په (2-13) رابطه کې يې ږدو.

$$v = g \left(\sqrt{\frac{2y}{g}} \right) = \sqrt{g^2} \times \left(\frac{\sqrt{2y}}{\sqrt{g}} \right)$$

$$v = \sqrt{2g \cdot y} \dots\dots\dots (2-15)$$

له اخرنی رابطې څخه کولای شو د سقوط کوزونکي جسم سرعت له دې وروسته چې د فاصله ووهي، پيدا کړو.

مثال: يوه کوچنی تيره د ځمکې له 4.9 متري ارتفاع څخه راخوښې کېږي.

الف: پس له څو ثانيو څخه ځمکې ته رسېږي؟

ب: ځمکې ته د رسيدو په وخت کې يې سرعت څو مره دی؟ ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$ فرض شي)

$$\text{حل: الف) } v_0 = 0, \quad y = \frac{1}{2}gt^2$$

$$4.9 = \frac{1}{2} \times 9.8 \cdot t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{9.8}{9.8} \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

تيره پس له يوې ثانيې څخه ځمکې ته رسېږي.

ب) $9.8 \text{ m/s} = 9.8 \times 1 = v \Rightarrow v = gt \Rightarrow v = 9.8 \text{ m/s}$ د تيرې سرعت 9.8 m/s دی.

تمرین:

د A او B دوه جسمونه په ترتیب سره له 20 متری او 45 متری ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ پرته له لومړنۍ سرعت څخه په ازاده توګه رالوړېږي. د هر یو د سقوط وخت څومره دی؟ او د B جسم څو ثانيې د A له جسم څخه مخکې یا وروسته ځمکې ته رسېږي، د هر یو سرعت څمکې ته د رسېدو په لحظه کې څومره دی؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ فرض شي)



د دویم څپرکي لنډيز

• د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعیت په هره لحظه کې مشخص کوي. د دې وکتور بیل، د دوضعیه کمیتونو مبادء او پای (انجام) یې د جسم موقعیت دی او د m په توريښودل کېږي.

• د یو متحرک د موقعیت تغیر t_1 او t_2 د دوو شیبو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور څخه عبارت دی چې پیل یې د متحرک موقعیت د t_1 په لحظه کې او انجام یې د متحرک موقعیت د t_2 په لحظه کې دی.

- د موقعیت او د موقعیت د تغیر د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له (m) څخه دی.
- منځنی سرعت (V_{av}) په یوه وخت کې د موقعیت له بدلون څخه عبارت دی یا $V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- د $(x-t)$ په ګراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنی سرعت د میل له دوو نقطو څخه عبارت دی چې د یوه قطعه خط په مرسته یو له بل سره وصل شوی وي.
- د سرعت د اندازه کولو واحد په SI سیستم کې له m/s څخه عبارت دی.
- لحظه یي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر څوانه نژدې شي، یعنې: $V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- لحظه یي سرعت کېدای شي مثبت، منفي او یا صفروي.
- د $(x-t)$ په ګراف کې، لحظه یي سرعت د t په زمان کې د قطعه خط له میل (تانجانت) څخه عبارت دی.

- منځنی د وخت په یوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی. که چېرې د سرعت تغیر د Δv په زمانې انټروال کې له Δt سره برابر وي، لرو چې:

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

• منځني تعجيل په هغه صورت کې مثبت دی چې $v_1 > v_2$ څخه او کېدای شي منفي وي که چېرې $v_2 < v_1$ څخه وي او صفر هغه وخت وي کله چې $v_1 = v_2$ سره وي.

• لحظه يي تعجيل د منځني تعجيل له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt صفر ته تقرب وکړي

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$$

يعنې:

• لحظوي سرعت کېدای شي مثبت منفي او يا صفر قيمتونه هم اختيار کړي.

• کله چې تعجيل ثابت وي، په هغه صورت کې به لحظوي تعجيل له منځني تعجيل سره مساوي وي.

• د $(t - t_0)$ په گراف کې، لحظوي تعجيل د قطعه خطه له ميل (تانجانت) څخه د t په ځانگړي زمان کې عبارت دی.

• د تعجيل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړيوال سيستم کې عبارت له متر بر ثانيه مربع (m/s^2) څخه دی.

• د حرکت مختلفي معادلي شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجيل سره پريځيږي شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپيرونو لرونکې وي. لکه: سرعت د وخت د تابع په نوم د $v = v_0 + at$

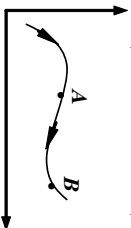
$$\text{منځني سرعت} = \frac{v_0 + at}{2}$$

• موقعيت د وخت t او شتاب w د تابع په عنوان $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

کله چې سرعت د وخت له تابعيت څخه ازاد خو د موقعيت تابع وي نو: $v^2 - v_0^2 = 2ax$

د دویم څپرکي پوښتي

- 1- د موقعیت (مکان) وکتور تعریف کړئ
 - 2- t_2, t_1 دوو لحظو ترمنځ د مکان د بدلون وکتور تعریف کړئ
 - 3- په لاندې شکل کې د یوه جسم د حرکت مسیر مشاهده کړئ متحرک د t_1 په لحظه کې د A په مکان او د t_2 په لحظه کې د B په مکان کې اوسی.
- د جسم موقعیت د t_1 او t_2 په لحظو کې رسم کړئ او د جسم د موقعیت د تغییر وکتور مشخص کړئ.



- 4- a: یو موټر په یو دایروي مسیر کې د ۱۰۰ مترو په شعاع حرکت کوي. هغه واټن چې موټر نیمه دوره وهي، څو متره دی؟ د موټر د مسیر شکل رسم کړئ او د موقعیت د بدلون وکتور د شکل پرمنځ مشخص کړئ او اندازه یې په لاس راوړئ.
- b: د موټر د موقعیت تغییر د دایروي مسیر په یوه بشپړه دوره کې لاسته راوړئ؟
- c: د موټر د موقعیت تغییر په یوه بشپړه دوره کې څومره دی؟
- 5- په کوم صورت کې د موقعیت وکتورونه او د موقعیت د بدلون وکتورونه سره هم لوري دي؟
- 6- یو متحرک چې د مستقیم خط پرمنځ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کې $x_1 = 6m$ په مکان کې او د t_2 په لحظه کې $x_2 = 7m$ په مکان کې دي. د جسم د موقعیت کچه د t_1 او t_2 دوو لحظو ترمنځ محاسبه کړئ.
- 7- د $x - t$ د مکان- زمان گراف څه شي دی؟
- 8- د منځني سرعت او لحظوي سرعت ترمنځ توپیر څه شی دی او په کوم حالت کې دواړه سرستونه سره مساوي دي؟
- 9- یو ډبرور د دوو ښارونو ترمنځ فاصله په لاندې توگه وهي:
په پیل کې د یو ساعت لپاره له $15m/s$ منځني سرعت سره بې ډبروري کړي او ترهغې وروسته د 10 دقیقو لپاره ډبروي. بیا له $20m/s$ منځني سرعت سره د 30 دقیقو لپاره ډبروي. ته دوام ورکوي او پاتې واټن د ساعت په څلورمه موده کې په منځني سرعت $12m/s$ ډبروي کوي.
- a- د دوو ښارو ترمنځ واټن څو کیلو متره دی؟
- b- منځني سرعت یې په ټول مسیر کې څو کیلو متره پر ساعت دی؟
- c- منځني سرعت یې د ډبرورۍ د ټولې مودې په اوږدو کې څومره دی؟

10- د یو موټر سرعت د 20 ثانیه په موده کې د یو مستقیم مسیر پر مخ له 10 m/s څخه تر 18 m/s پورې رسېږي.

a- د موټر منځنی تعجیل په دې موده کې څومره دی؟

b- که چیرې د موټر سرعت له همدې تعجیل سره تغیر وکړي، وروسته له څومره مودې به یې سرعت 18 m/s ته ورسېږي؟

11- د یوې فضايي بېړۍ سرعت له 30 ثانیه حرکت وروسته 1200 km/h ته رسېږي. منځنی تعجیل یې څومره دی؟ دا تعجیل د $g = 9.8\text{ m/s}^2$ څو برابره دی؟

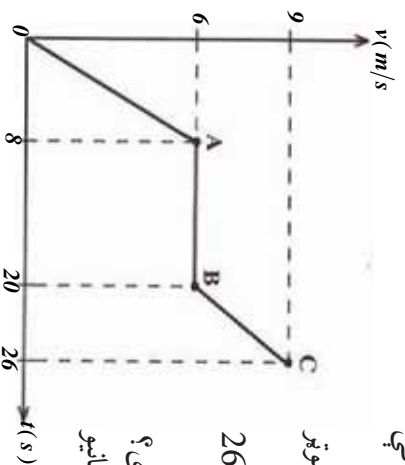
12- یو موټر په یو مستقیم مسیر کې له ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي او پس له 20 ثانیه څخه بې سرعت 36 km/h ته رسېږي. بیا له همدې سرعت سره د 10 دقیقو لپاره خپل حرکت ته دوام ورکوي له هغې وروسته ډیر ژر برک نیسي او پس له 5 ثانیه څخه درېږي. که چیرې د برک کولو پر مهال تعجیل ثابت وي:

a- د سرعت لوری او د حرکت تعجیل په هر یو او کې معلوم کړئ.

b- د $(x-t)$ گراف د حرکت پیل له لحظې څخه د موټر درېدو تر لحظې پورې رسم کړئ.

13- لاندې شکل د یو متحرک د $(v-t)$ گراف په 26 ثانیه کې ښيي.

a- د OB ، AB ، BC هر یو پړاوونو تعجیل څومره دی؟
 b- په زمانې انټروال کې یې له صفر څخه تر 26 ثانیه منځنی تعجیل څومره دی؟



14- یوه ډبره په عمودي ډول مخ پورته خواته غورځول شوې او 10 ثانیه وخت ته اړتیا ده چې بیرته ځمکې ته را وگرځي. دا ډبره په څومره ارتفاع پورته ځي؟

15- د $x-t$ له گراف څخه په گټې اخیستلو سره منځنی سرعت څنګه ټاکي، د شکل په رسمولو سره یې بیان کړئ.

16- لحظوي سرعت تعریف او د SI په سیستم کې یې د اندازه کولو واحد ذکر کړئ.

17- د یوه مستقیم خط پر مخ یو ډوله (متشابه) حرکت تعریف او ددې حرکت معادله پیدا کړئ.

18- یو جسم چې پر مستقیم خط حرکت کوي، د حرکت معادله یې د SI په سیستم کې $x = 2t + 3$ ده.

- a- له مېدا څخه د متحرک واټن د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ په لحظو کې پېدا کړئ.
- b- د جسم د موقعیت تغیر د دوو لحظو ترمنځ $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ محاسبه کړئ.
- c- د متحرک سرعت څومره پر ثابتي دی؟
- 19- یو جسم د V په ثابت سرعت د یو مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، که چېرې د $2s = t_1$ په لحظه کې واټن تر مېدا پورې 11 متره او $t_2 = 7s$ په لحظه کې یې واټن تر مېدا پورې 31 متره وي.
- a- د متحرک سرعت او تر مېدا پورې یې واټن د صفر ثابتي په لحظه کې څومره دی؟
- b- د $(x-t)$ رابطه یا د حرکت معادله ولیکئ.
- 20- د $(v-t)$ گراف څنگه رسمېږي؟
- 21- منځنی تعجیل تعریف او رابطه یې ولیکئ او د اندازه کولو واحد یې په SI سیستم کې ذکر کړئ.

- 22- یو متحرک چې د یو مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، سرعت یې د $t_2 = 7s$ په لحظه کې $20 m/s$ او د $t_2 = 10s$ په لحظه کې $32 m/s$ سره مساوي دي، د متحرک منځنی تعجیل د t_1 او t_2 دوو لحظو ترمنځ حساب کړئ.
- 23- لحظه یې تعجیل په څه ډول $v-t$ گراف په مرسته ټاکي؟ د شکل له مخې یې توضیح کړئ.
- 24- یو جسم د ځمکې د سطحې له 520 متري ارتفاع څخه په لومړني $2 m/s$ سرعت په عمودي ډول د ځمکې پر مخ په کېښته غورځول کېږي.
- a- د ځمکې سطحې ته د جسم د رسیدو وخت حساب کړي.
- b- د جسم سرعت ځمکې ته د رسیدو په وخت کې حساب کړئ.
- 25- د A او B دوه جسمونه په ترتیب سره له 500 متري او 320 متري ارتفاع څخه د ځمکې د سطحې په لور پرته له لومړني سرعت څخه خوشې کېږي.
- a- د A جسم څو ثابتي وروسته د B له جسم څخه د ځمکې سطحې ته رسېږي؟
- b- د هر یوه سرعت د ځمکې په سطحه کې محاسبه کړئ.
- 26- یوه کوه چنی، گلوله له لورې و دانې څخه خوشې کېږي، کله چې د ځمکې پر مخ 40 متري ارتفاع ته رسېږي، سرعت یې $10 m/s$ کېږي.
- a- د جسم سرعت ځمکې ته د رسیدو په لحظه کې حساب کړئ.
- b- د ودانې ارتفاع پېدا کړئ.
- c- د گلولې منځنی سرعت د سقوط (په موده کې) وټاکئ.
- d- د $(x-t)$ گراف یې رسم کړئ.

دوریم شپړکی دوه بعدي حرکتونه

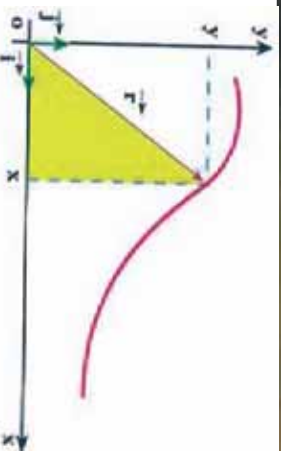
په مخکیني، شپړکی کې تر یوې اندازې په یوه بعد کې حرکت مطالعه کړ او د موقعیت، تغیر د موقعیت، منځني سرعت او... کمیتونو سره بلد شو، او یو نواخت او له ثابت تعجیل سره حرکتونه مو د یوه مستقیم خط پر مخ وڅیړل. خو په دې باند یوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر څه ډېر له هغو حرکتونو سره مخامخ یو چې په دوو یا درېو بعدونو کې تر سره کېږي او د هغو څېړل موږ ته ډېر اهمیت لري.

دیوې سیاري حرکت د لمر پر شاوخوا او یا د موټر حرکت د یوې لارې په ګولایي کې او د یو توپ د غوښارې حرکت چې کله ویشل کېږي او... د دوه بعدي حرکت تحلیل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنګه د ریاضي څه شي دي؟ څنګه کولای شو دوه بعدي حرکتونه تحلیل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنګه د ریاضي په ژبه بیانولی شو؟ له دوه بعدي حرکتونو څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخیستلای شو؟ دا هغه پوښتنې دي چې له تاسو څخه یې د څېړکي په پای کې د ځوابونو توقع کېدای شي. مخکې مو وویل چې د جسم موقعیت په یوه سطحه کې د \vec{r} په وکتور بنودل کېږي. دا وکتور کولای شو په لاندې ډول ولیکو:

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} \dots\dots\dots (3-1)$$

چې په دې کې \vec{i} او \vec{j} په ترتیب سره د واحد وکتورونو څخه عبارت دي چې د x او y په لورو کې دي.

څرنگه چې د جسم د حرکت پر مهال، د مکان وکتور تغیر کوي، د حرکت پر مهال د جسم د مکان د تشخیصو لپاره کافي ده چې د x او y مرکبي د زمان د تابع ګانو په څېر ولرو: $(3-2) \dots\dots\dots Y = g(t)$ او $X = \dots$ د (3-2) رابطې د یوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونو کې ښيي او څرګنده ده چې په هر دوه بعدي حرکت کې، د مکان وکتور هم د زمان یوه تابع ده یعنې: $\vec{r} = (t) \vec{i} + g(t) \vec{j}$ په حقیقت کې وړلای شو چې په یوه مستوي (صفحه) کې حرکت، د یو بعدي دوو حرکتونو ترکیب د x او y په اوردو کې دي چې دا وړاندو معادلو په لرل سره یې مکان (موقعیت) د جسم په ټولو لحظو کې معلوم او په پایله کې د جسم د حرکت مسیر مشخص کېږي. لکه د (3-1) شکل



شکل (3-1)

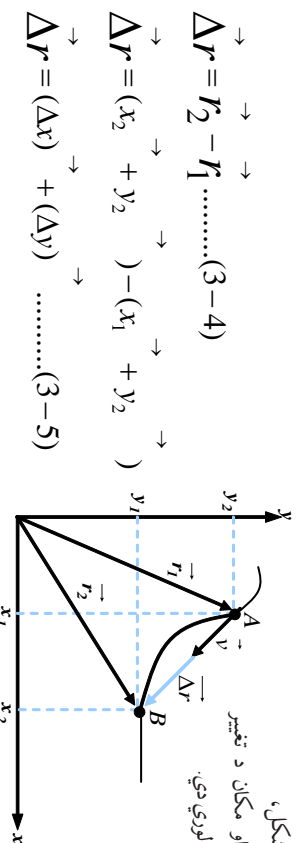


څيړنه وکړئ:

فرض کړئ چې په يوه لنډه موده کې، د کښپ (سنگ پښت) د حرکت معادلي د SI په سيستم کې د $x = 10t$ او $-5t^2 = y$ په توګه دی. د دې کښپ د حرکت مسير په بيلابيلو ډولګي د نقطې پيداکولو له لارې له 0 څخه تر 5 ثانيو زماني انټروال کې رسم کړئ.

3-1: د مکان او منځني سرعت بدلون

په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان او سرعت بدلون څنګه څيړلې شو؟ کوم توپيرونه د مکان د تغيير او منځني سرعت تر منځ په يو بعدي او دوه بعدي حالتونو کې شتون لري؟
په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان د تغيير او منځني سرعت د څيړلو لپاره، فرض کړئ چې متحرک له (3-3) شکل سره سم د t_1 په لحظه کې د r_1 مکان د A په نقطه کې او د t_2 په لحظه کې د r_2 مکان د B په نقطه کې دی. لکه څنګه چې په دويم څپرکي کې مو ولوستل، هغه وکتور چې د A له نقطې څخه B ته رسېږي، د جسم د مکان تغيير په $\Delta r = r_2 - r_1$ زماني انټروال کې رابښي. دا وکتور چې د (3-3) په شکل کې هم رسم شوی دی، له لاندي را بطو څخه لاسته راځي.



شکل (3-2)

د منځني سرعت او مکان د تغيير وکتورونه هم لوري دي.

$$\vec{\Delta r} = r_2 - r_1 \dots\dots\dots (3-4)$$

$$\vec{\Delta r} = (x_2 + y_2) - (x_1 + y_1)$$

$$\vec{\Delta r} = (\Delta x) + (\Delta y) \dots\dots\dots (3-5)$$

د جسم منځني سرعت په يو ټاکلي زماني انټروال کې، د يو بعدي حالت په څير په لاندي ډول تعريف کېږي:

$$\vec{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} \dots\dots\dots (3-6)$$

د (3-5) له رابطې څخه په گڼې اخيستلو منځني سرعت کولای شو، په لاندي ډول وليکو:

$$\vec{v} = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right) + \left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right) \dots\dots\dots (3-7)$$

که چيرې $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ په \bar{v}_x او $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ په \bar{v}_y وښيو، په پايله کې د (3-7) رابطه په لاندي ډول ليکلې شو:

$$\vec{v} = \left(\bar{v}_x\right) + \left(\bar{v}_y\right) \dots\dots\dots (3-8)$$



فعالیت:

د (2-3) شکل په بیلابیلو ډولونو کې تحلیل کړئ او ووايئ چې د منځني سرعت وکتور او د مکان د تغیر وکتور هم لوري دي، او بیا وروسته دې هره ډله په ټولگي کې په جلا توگه څرگندونې وکړي.

مثال: د یوه جسم د حرکت معادلي په دوو بېلګونو کې، له لاندې رابطو سره د SI په سیستم کې ورکړل شوي دي:

$$X = 2t \quad , \quad y = -t^2 + 4t$$

a- د جسم د مکان (موقعیت) وکتور د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ په لحظو کې پیدا کړئ.

b- منځني سرعت یې د 1 او 2 ثانې ترمنځ په زماني انټروال کې وټاکئ او اندازه یې حساب کړئ.

$$\begin{aligned} \vec{r}_1 &= 2\vec{m} \quad \text{او} \quad \vec{r}_1 = 3\vec{m} & t_1 = 1s \\ \vec{r}_2 &= 2 + 3 & \end{aligned}$$

په همدې ترتیب په $t_2 = 2s$

$$\begin{aligned} \vec{r}_2 &= 4\vec{m} \quad \text{او} \quad \vec{r}_2 = 4\vec{m} \\ \vec{r}_2 &= 4 + 4 \end{aligned}$$

(b) د 1 او 2 ثانې ترمنځ په زماني انټروال کې:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 4 - 2 = 2m$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 = 4 - 3 = 1m$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 2 - 1 = 1s$$

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{2} = 2m/s = 2$$

$$\bar{v}_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{1}{2} = 1m/s = 1 \quad \Rightarrow \quad \vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y = 2 +$$

$$(\bar{v})^2 = (\bar{v}_x)^2 + (\bar{v}_y)^2 = 2^2 + 1^2 = 5 \quad \Rightarrow \quad \bar{v} = \sqrt{5} \approx 2,23m/s$$

تمرین: فرض کړئ چې په یو لنډ وخت کې، د یوې سونې د حرکت معادلي د SI په سیستم کې د $x = 10t$ او $y = -2t^2$ په توگه دي. د دې سونې منځني سرعت د 0 تر 2 ثانې په زماني انټروال کې پیدا کړئ.

لحظوي سرعت

لحظوي سرعت په دوه بعدي حرکتونو کې څرنگه تحلیل او ارزولي شو؟ لحظوي سرعت په دوه بعدي او یو بعدي حرکت کې کوم توپیرونه لري؟

په دوه بعدي حرکت کې د لحظوي سرعت د څیړلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کې ونیسئ. دا شکل، د جسم حرکت د کرپې لیکې (منځني) پر مسیر راښيي.

د جسم موقعیت د t_1 او t_2 په دوه لحظو کې مشخص شوی دی. منځکې مو یادونه کړې وه چې د منځني سرعت وکتور په یو ټاکلي زماني انټروال کې، د هغې د اړوند موقعیت له تغییر سره، هم لوري دی.

لکه څنګه چې په منځني څپر کې چې د یو بعدي حرکت په هکله هم وویل شول، که چېرې د Δt زماني انټروال کوچنی او تر ټو کوچنی شي، منځني سرعت له لحظوي سرعت سره نژدې او ډېر نژدې کېږي. یعنې د ریاضي به ژبه، د لحظوي سرعت وکتور د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي. یعنې:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\vec{v}) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \dots \dots \dots (3-9)$$

په بل عبارت ویلی شو چې (لحظوي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي) یعنې:

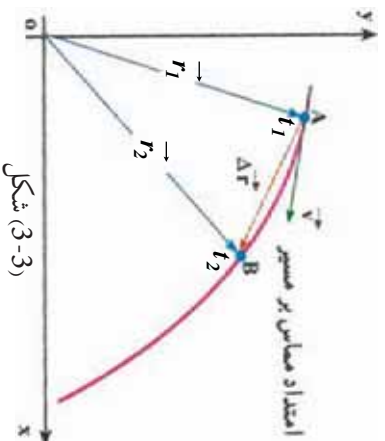
$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \dots \dots \dots (3-10)$$

نو لدې امله کله چې په یو لیمت کې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، د (3-5) له رابطې څخه به گټې اخیستلو سره کولای شو د جسم لحظوي سرعت د هغه د مرکبو پر بنسټ د X او Y په دوو امتدادونو کې لاسته راوړو، یعنې:

$$\vec{v} = \left(\frac{dx}{dt}\right) \vec{i} + \left(\frac{dy}{dt}\right) \vec{j}$$

$$\vec{v} = (v_x) \vec{i} + (v_y) \vec{j} \dots \dots \dots (3-11)$$

نوله دي امله، گورو چې د منځني سرعت وکتور د مکان د تغییر له وکتور سره هم لوري دي، نو په یو لیمت کې چې Δt د صفر لوري ته تقرب کوي، د لحظوي سرعت وکتور به د حرکت پر مسیر په نقطه کې مماس شي. په پایله کې کله چې یو جسم د کرپې لیکې (منځني) په مسیر کې حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري به چې تل د حرکت پر مسیر مماس دي، په هره لحظه کې تغییر کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وایو.



مثال: یو موټر چې د $x = 0.7y$ په افقي صفحه کې حرکت کوي، د حرکت معادلي یې د SI په سیستم کې په لاندې ډول دي: $y = 4t^2$ او $x = 6t + 5$ د موټر د سرعت کچه په $t = 1s$ کې لاس ته راوړئ:

حل: د (3-4) له رابطې څخه په گټې اخیستلو سره د سرعت مرکبي په لاس راځي:

$$V_x = \frac{dx}{dt} = 6m/s \quad \text{او} \quad V_y = \frac{dy}{dt} = 8t$$

لکه چې لیدل کیږي د سرعت افقي مرکه د زمان تابع نده او ثابت کچه لري، خو د سرعت قایمه مرکه، د زمان تابع ده او کچه یې په $t = 1s$ کې برابر ده له: $V_y = 8m/s$ ، نو د سرعت کچه په $t = 1s$ کې برابر دي له: $V = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10m/s$ سره.

3-2: منځني تعجیل او لحظوي تعجیل

مخکې مو ولوستل کله چې د جسم سرعت تغیر وکړي، حرکت تعجیلي دی. د سرعت تغیر کیدای شي د سرعت په کچه کې د تغیر په معنا یا د سرعت په لوري کې تغیر او یا د واړه وي. ومو لیدل کله چې د جسم حرکت د منځني مسیر پرمخ دي، په داسې حال کې چې د جسم سرعت تغیر نه کوي، خو د سرعت لوري یې هرومرو تغیر کوي. نو لډې امله که چیرې د سرعت قیمت اندازه هم تغیر ونکړي، کیدای شي حرکت تعجیلي وي. لکه، د منځني مسیر پرمخ حرکت چې په هغه کې یوازې د حرکت لوري تغیر کوي، یو تعجیلي حرکت دی.

څېړنه وکړئ:



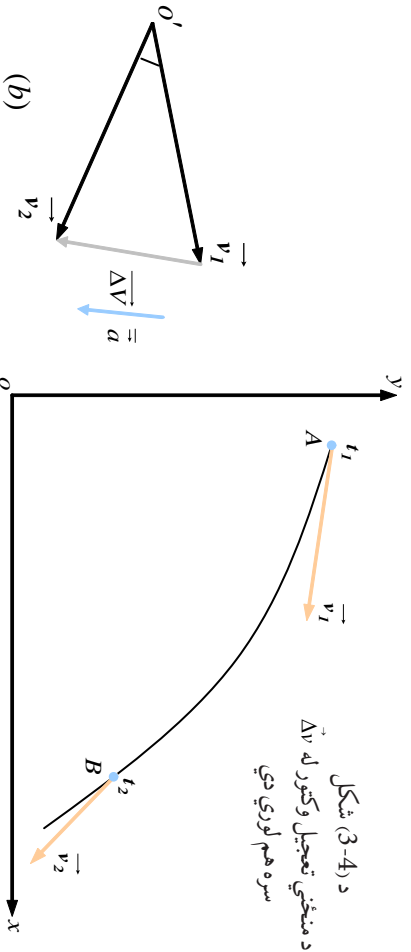
د دوو تعجیلي حرکتونو په هکله څېړنه وکړئ چې په هغو کې، د سرعت کچه تغیر ونه کړئ.

د (3-4-a) په شکل کې د سرعت مرکبي د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې د مسیر پرمخ ښودل شوي دي. د سرعت د تغیر د محاسبې لپاره د $t_1 - t_2 = \Delta t$ په زماني انټروال کې په (3-4) شکل کې د v له نقطې څخه له v_1 او v_2 سره مساوي وکتورونه رسمو او Δv په لاس راوړو. د یو بعدي حرکت په څیر، د منځني تعجیل وکتور د Δv په زماني انټروال کې په لاندې توگه تعریفوو:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \dots \dots \dots (3-12)$$

$$\vec{a} = \left(\frac{\Delta v_x}{\Delta t}\right) + \left(\frac{\Delta v_y}{\Delta t}\right) \rightarrow \vec{a} = (\bar{a}_x) + (\bar{a}_y) + \dots \dots \dots (3-13)$$

اویا:



د شکل (3-4) د منځني تعجیل وکتور له \vec{a} سره هم لوري دي

بحث وکړئ:

د ټولگي په بيلابيلو ډلو کې په دې هکله چې ولې د منځني تعجیل وکتور له $\vec{\Delta v}$ سره هم لوري دي، بحث وکړئ او پایله يې په ټولگي کې وړاندې کړئ.

لکه څنګه چې پوښو لفظوي تعجیل د t_1 په لحظه کې کولای شو، د منځني تعجیل د لیمت په شکل کله چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، ولیکو. یعنې:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}\right) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\vec{a}) \dots \dots \dots (3-14)$$

پورتنۍ رابطه د مشتق مفهوم ته په پام کولو سره، کولای شو په لاندې توګه ولیکو:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \dots \dots (3-15)$$

$$\vec{a} = \frac{d^2(r)}{dt^2} \dots \dots \dots (3-16)$$

د (3-13) رابطې په مرسته کولای شو ولیکو چې:

$$\vec{a} = \left(\frac{dv_x}{dt}\right) + \left(\frac{dv_y}{dt}\right) + \dots \dots \dots (3-17)$$

چي په دي کي $\frac{dv_x}{dt} = a_x$ او $\frac{dv_y}{dt} = a_y$ د لحظوي تعجيل له مرکبو څخه عبارت دي. او په پايله کي:

$$\vec{a} = (a_x) \vec{i} + (a_y) \vec{j} \dots\dots\dots(3-18)$$

د (3-12) رابطه دا ښيي چي \vec{a} او $\Delta \vec{v}$ هم لوري دي. خو لکه څنگه چي د (3-5-a) په شکل کي ښودل شوي دي، د منځني مسير پرمخ حرکت کي هېڅ کله د منځني تعجيل وکتور (\vec{a})، د سرعت له وکتورونو (\vec{v}_1 يا \vec{v}_2) سره هم لوري نه دي. کله چي Δt د صفر لورته تقرب کوي او \vec{v}_2 وکتور د \vec{v}_1 له وکتور سره ډېر نژدې کېږي، بيا هم تعجيل له لحظوي سرعت سره هم لوري نه دی.



فعاليت :

د ټولگي په مختلفو ډولکي، د گراف پرمخ ونښت، چي د منځني مسير پرمخ د ثابت سرعت د حرکت پر مهال، کله چي Δt صفر لوري ته تقرب کړي، $\vec{\Delta v}$ پر \vec{v} عمود دی.

مثال : د يوه جسم د دوه بعدي حرکت معادله په SI کي په لاندي ډول ده:

$$\begin{cases} x = 20t^2 \\ y = 5t^3 \end{cases}$$

د سرعت او تعجيل وکتورونه يي په $t = 1s$ کي پيدا کړئ. ايا دا دواړه وکتورونه هم لوري دي؟

حل : د سرعت دو کتور د ټاکلو لپاره، په لومړي پړاو کي د V_x او V_y مرکبي په $t = 1s$ کي دارنگي په لاس راوړو:

$$v_x = \frac{dx}{dt} \Big|_{t=1s} \Rightarrow v_x = 40$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} \Big|_{t=1s} \Rightarrow v_y = -15 \text{ m/s}$$

په پايله کي دلحظوي سرعت وکتور په $t = 1s$ کي به په دي ډول وي:

$$\vec{v} = 40 \vec{i} - 15 \vec{j}$$

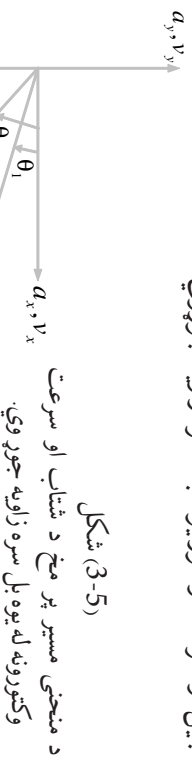
د تعجيل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجيل مرکبي يعني a_x او a_y دارنگه پيدا کوو:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = 40 \text{ m/s}^2 \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} = -30$$

لکه څنګه چې وینو، a_x د t زمان تابع دی او په $t = 1s$ کې برابر دی له: $a_x = -30m/s^2$
 په پایله کې د تعجیل وکتور به په $t = 1s$ کې په دې ډول وي:

$$\vec{a} = 40 \rightarrow -30 \rightarrow$$

د a_x او v_x وکتورونو له مقایسې د $t = 1s$ په زمان کې او هم لاندې شکل ته په پام کولو سره کولای شو دا پایله ترلاسه کړو چې دا دوه وکتورونه سره موازي نه دي. د حرکت د تعجیل کچه په $t = 1s$ کې برابر له $50m/s^2$ سره دي، ولې؟ (بحث وکړئ). د (3-5) شکل د منحنی مسیر پر مخ حرکت کې، د تعجیل او سرعت وکتور یو له بله سره زاویه جوړوي.



شکل (3-5)

د منحنی مسیر پر مخ د شتاب او سرعت وکتورونه له یوه بل سره زاویه جوړوي.

3-3: غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه

د غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه څه ډول حرکتونه دي؟ غورځوونکي حرکتونه په فضا کې څه ډول مسیر وهي؟ یو غورځول شوي (وارشوي) جسم او هغه مسیر چې په هوا (فضا) کې یې وهي، د حرکت د مختلفو ډولونو یوه بیلګه ده، چې هر انسان د ماشومتوب له پیل څخه، په عمل کې ورسره سر اوکار لري. د ویشلو حرکت د دوه بېلګې حرکت یو ډول دی. د دوه بېلګې حرکتو د مطالعې او تحلیل لپاره په لومړي پړاو کې باید لاندیني درې فرضيې په نظر کې ونیسو:

1. جاذبه یي تعجیل (g)، د جسم د حرکت په سیمه (محدوده) کې ثابت او لوری یې مخ په ښکته دی.

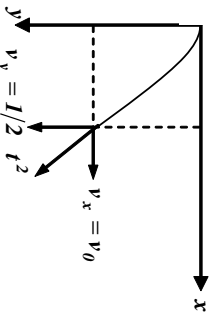
2. د هوا د مقاومت له اغیز څخه کولای شو، صرف نظر وکړو.

3. د ځمکې څرخیدل د دې حرکت پر مخ اغیز نه لري.

یوه له اصطلاحاتو څخه چې د ویشلو (پرتابي) حرکتونو کې ورسره ډېر مخامخ کېږو عبارت له غورځول شوي جسم څخه دی، غورځول شوي جسم هغه جسم دی چې په پیل کې په لومړني سرعت سره غورځول کېږي او یا د یوې ضربې له امله په یو لوري کې حرکت پیل کړي او بیا وروسته د جاذبې د قوې تر اغیز لاندې، تعجیلې حرکت رګم له کمه د وضعیت کمیټونو د یو محور په اوږدو کې) ولري. هغه مرمي چې له توپک څخه راوځي، یوه تیره چې په یوه زاویه غورځول کېږي، د اوبو بهیدل چې له یوه سوري څخه فواره جوړوي، دا ټول د غورځوونکي (پرتابي) حرکت بیلګې دي چې په فضا کې پاربول شکله مسیر وهي. وروسته به وګورو چې د دې مسئلې ثابتول چې د غورځول شورو حرکتو مسیر، پاربول دی د ریاضي له لارې اسانه دی.

افقي غورخول (ويشل)

څه فکر کوئ که چيري يو جسم د يو برج له سره په افقي امتداد کي د v_0 په لومړني سرعت سره وغورځو، څه پيښه به رامنځ ته شي؟ هغه مسير چي غورځول شوي جسم يې وهي، څرنگه مسير به وي؟ يو جسم د قايم مختصاتو (x, y) له ميلا څخه د v_0 له لومړني سرعت سره د X له محور سره په موازي ډول د لاندي شکل په څير غورځو. ليدل کيږي چي غورځول شوي جسم خپل حرکت ته په افقي توگه دوام نه ورکوي بلکي ورو ورو په ښکته لور راکښل کيږي. يعني غورځول شوي جسم شيبه په شيبه (لحظه په لحظه) د ځمکي



شکل (3-6)

د جاذبي لغوا مخ په ښکته راکښل کيږي، بالاخره له ځمکي سره تصادم کوي. په دې ډول حرکت کي د غورځول شوي جسم سرعت د v_x او v_y دوو وکتورونو له ترکيب څخه تر مطالعي لاندي ونيسو. لکه څنگه چي غورځول شوي جسم منظم مستقيم الخط حرکت د محور په اوږدوکي د v_0 په لومړني سرعت تر سره کوي او د Y د محور په اوږدوکي د ځمکي د جاذبي قوې تر اغيز لاندي وي، نو له دې امله د غورځول شوي جسم معادلي د X او Y محورونو په لوروکي عبارت دي له:

$$x = v_0 t \dots (3-19)$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \dots (3-20)$$

که چيري د t قيمت د (3-19) رابطي څخه پيدا کړو او د (3-20) په رابطه کي يې وضع کړو، وپه مو

موچي:

$$y = \frac{1}{2} g \cdot \frac{x^2}{v_0^2} \dots (3-21)$$

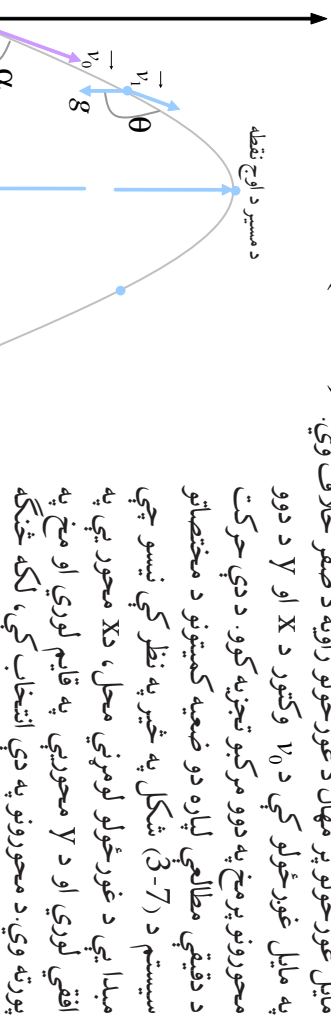
څرنگه چي $\frac{g}{2v_0^2}$ يو ثابت کيمنت دی، هغه په ښو، د (3-21) رابطه لاندي شکل نيسي:

$$y = c x^2 \dots (3-22)$$

د (3-22) له معادلي پايله ترلاسه کيږي چي د ويشل شوي جسم د حرکت مسير په افقي توگه عبارت له يو پارابول څخه دی. د (3-20) له رابطي څخه څرگنديږي چي په افقي ويشلو کي هغه وخت چي غورځول شوي جسم يې مخ په ښکته د Y د واټن په وهلو کي تر سره کوي، برابر دي له هغه وخت سره چي نو مورني جسم په ازاده توگه سقوط وکړي او همغه د Y واټن په عمودي توگه ووهي.

3-4: مایل غورخول (ویشل)

مایل ویشتل (پرتاب) څه ډول غورخول دي؟ د افقي غورخونې او مایل غورخولو ترمنځ کوم توپیر شته؟ د (3-3) په برخه کې، غورخول د افق په امتداد کې تریخت لاندې شوه. د افقي غورخولو په حالت کې هغه زاویه چې د لومړني سرعت وکتور د دوکتور له مثبت لوري سره وي یعنې، $(\alpha = 0)$ وه. خو د مایل غورخولو پر مهال د غورخولو زاویه د صفر خلاف وي.



چې تعجیل د Y د محور په لوري کې له $(-g)$ سره X د محور په لوري کې صفر دی، نو کولای شو

$$a_y = -g \dots \dots \dots (3-23)$$

$$a_x = 0 \dots \dots \dots (3-24)$$

ولیکو چې:

غورخول شوی جسم په $t = 0$ مېلا زمان کې د مختصاتو له مېلا (پیل) څخه د v_0 په لومړني سرعت نسبت افق ته په α زاوېي غورخول کېږي. په دې حالت کې د لومړني سرعت د X او Y مؤلفې عبارت دي له:

$$v_{0,y} = v_0 \sin \alpha \dots \dots \dots (3-25)$$

$$v_{0,x} = v_0 \cos \alpha \dots \dots \dots (3-26)$$

$a_x = 0$ مېلا، یعنې د X افقي لوري کې د $v_0 \cos \alpha$ له ثابت سرعت سره تر سره کېږي، نو لاندې امله د غورخول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلې د X د محور په لوري کې به په لاندې ډول وي:

$$x = (v_0 \cos \alpha) t \dots \dots \dots (3-27)$$

$$v_x \cos \alpha = c o s n t \dots \dots \dots (3-28)$$

او لکه څنګه چې وویل شول د Y په قائم لوري کې حرکت، د $(-g)$ له ثابت تعجیل سره دی. د اجسامو د ازاد سقوط له رابطو څخه په ګټې اخستلو سره، د غورخول شوي جسم د حرکت معادلې د Y په لوري کې به هم په لاندې ډول وي.

$$y = \frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin \alpha) t \dots \dots \dots (3-29)$$

$$v_y = -gt + v_0 \sin \alpha \dots \dots \dots (3-30)$$

له (3-27) څخه تر (3-30) پورې څلور معادلي، د تعجیل د وکتور مرکبې، د غورځول شوي جسم سرعت او موقعیت په هره موده د X او Y د محورونو پرمخ بښي.
 که چیرې د حرکت په معادلو کې د X او Y لپاره په دوه بېلابېلو حرکتونو کې، زمان خلاف شي، د حرکت د مسیر معادله لاس ته راځي. له دې لارې څخه په گڼې انجستلو سره، د XOY د صفحه کې پرمخ د غورځونې د حرکت د مسیر معادله دارنگې په لاس راځي:
 د t قیمت د (3-27) له رابطې څخه اخلو او د (3-29) په رابطه کې یې وضع کوو.

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

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

$$y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \quad n \quad \alpha \dots \dots \dots (3-31)$$

د (3-31) معادله رابښي چې د غورځونې حرکت مسير، عبارت له پارابول څخه دی. (ولې؟) هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم یې وهي تر څو بیرته د غورځونې لومړنی ارتفاع ته وگرځي، د غورځول کېدونکي جسم د (Range) په نامه یادوي او هغه د R په توري بښي.

لومړنی ارتفاع ته د بیرته گرځیدو د نقطو مختصي، شکل ته په پام کولو سره، د $X = 0$ په توگه دي.

د (3-31) په رابطه کې د دې قیمتونو په وضع کولو سره کولای شو ولیکو چې:

$$0 = \frac{-g(\quad)^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + (\quad) \quad n \quad \alpha \Rightarrow \frac{g(\quad)^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = \quad n \quad \alpha$$

$$= \frac{2v_0^2 \cdot \cos^2 \quad \sin \alpha}{g \quad \cos \alpha}$$

$$= \frac{v_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g}$$

ځکه چې: $\sin 2 \alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$

$$= \frac{2v_0^2 \sin 2 \alpha}{g} \quad \dots \dots \dots (3-32)$$

نو:



بحث وکړئ:

د (3-31) رابطه د $c + bx + ax^2 = (x)$ له معادلې سره پرتله کړئ او د حرکت د مسیر په اړه یې پخپلواکي بحث وکړئ او پایله یې ټولگي ته وړاندې کړئ.



فعالیت:

د ضرورت وړ مواد: نقاله، خط کش یا متر، دماشومانو د لوبو تو مانجه، پلاستيکي گولې او میز.
کړنلاره: زده کوونکي دې په درې ډلو ووېشل شي. لومړۍ ډله دې د (0) له نقطې څخه د 25° زاويې لاندې، دویمه ډله دې د (0) له نقطې څخه د 45° زاويې لاندې، دریمه ډله دې د (0) له نقطې څخه د 65° زاويې لاندې فیر وکړي. کله چې مرمی پر څمکه ولگېده. د (0) د ویشلو نقطې او د لگېدو د نقطې (x_m) ترمنځ واټن د خط کش یا متر په مرسته اندازه او نوبت کړئ. هره ډله دې د خپل کار پایلې بوله بله سره پرتله کړي او عمومي پایله دې د شپونځي په منځ کې ټولگي ته وړاندې کړي.



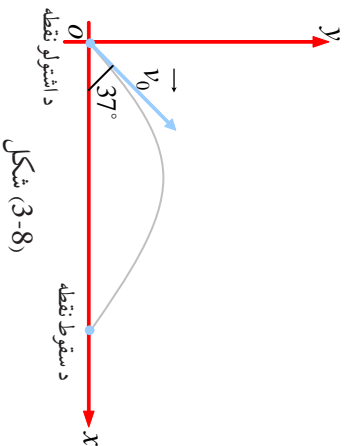
بحث وکړئ:

ویشل کیدونکي جسم، تر څو درجو زاويې لاندې وغورځول شي، تر څو اعظمي رنج (افقي واټن) ووهي؟
 د اوج پوړتڼه) نقطه (اعظمي ارتفاع) د غورځولو په حرکت کې، تر ټولو لوړه نقطه ده چې ویشل شوي جسم ورته رسېږي. د (7-3) په شکل کې، د اوج د نقطې ارتفاع په H نښودل شوي، د Y په لور د اوج په نقطه کې سرعت صفر دي، ولې؟ $\alpha \sin v_0 + gt = 0$ (3-33)

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

له دې فورمول څخه په کار اخیستلو سره کولای شو تر ټولو لوړه (اوج) نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسیدو وخت لاس ته راوړو. په (29-3) معادله کې د نوموړي وخت t په اېښودلو سره د اوج د نقطې ارتفاع په لاس راځي. $(\frac{v_0 \sin \alpha}{g})^2 + (v_0 \sin \alpha) = \frac{1}{2} g (\frac{v_0 \sin \alpha}{g})^2 + (v_0 \sin \alpha)$

$$\begin{aligned} &= \frac{-v_0^2 \sin^2 \alpha + 2v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \\ &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \dots\dots\dots (3-34) \end{aligned}$$



شکل (3-8)

مثال: د فوټبال یو لوبغاړي، یو توپ نسبت افق ته تر 37° زاویې لاندې په لومړني سرعت 10 m/s شوت کوي. له دې فرضولو سره چې توپ د XOY په صفحه کې حرکت وکړي او د هوا مقاومت کم وي:

a- د اوج نقطې ته د توپ د رسیدو زمان په لاس راوړئ.

b- پس له خومره مودې به توپ بیرته ځمکې ته راوگرځي؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)

حل: الف) د مسیر د اوج په نقطه کې لرو چې:

$$v_y = -gt + v_0 \sin \alpha$$

$$0 = -9.8t + 10 \times 0.6 \Rightarrow t = \frac{6}{9.8} \cong 0.6s$$

ب: بیرته ځمکې ته راگرځیدل $y = 0$ دي، یعنی:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t$$

$$0 = -4.9t^2 + (10 \times 0.6)t$$

$$t(-4.9t + 6) = 0 \Rightarrow t_1 = 0, \quad t = 1.2s$$

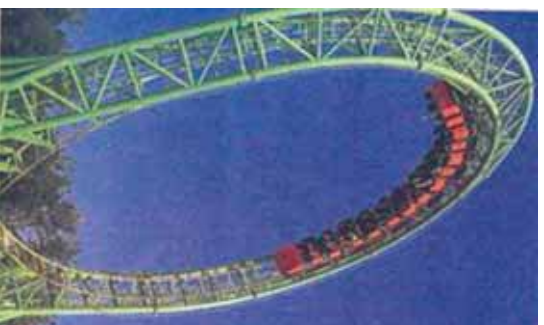
چې په دې کې $t_1 = 0$ د توپ د غورځولو د وخت اړوند او $t = 1.2s$ پر ځمکې د پټووسکې د لگیدو د وخت اړوند (د ټول حرکت زمان) دی.

نمړین: د غورځولو (ویشلو) په حرکت کې

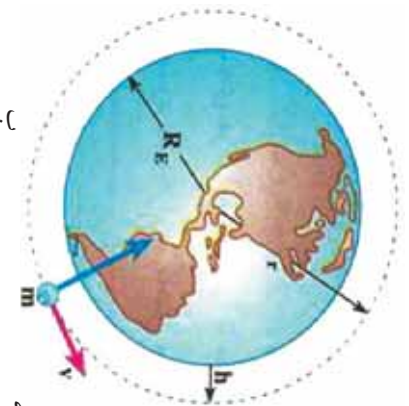
1. د حرکت تر ټولو ساده ډول له _____ سره ثابت په سطح کې، د غورځولو حرکت دی.
2. د ویشل شوي جسم تر ټولو لرې واټن د اوج نقطې ته د _____ له رابطې څخه لاس ته راځي.
3. د اوج نقطې ته د ویشل شوي جسم د رسیدو زمان د _____ له رابطې څخه لاس ته راځي.

3-5: دایروي حرکت

دایروي حرکت څه شی دی؟ دایروي حرکتونه په ورځني ژوندانه کې د کارولو کومې بیلګې لري؟ کله تاسو د ماشومانو د لوبو ټالونه او مچنونو لیدلي دي چې څه ډول حرکتونه ترسره کوي؟ په دایروي مسیر کې د یو جسم حرکت، په دوو بعلومونو (مخونو) کې د حرکت یوه بله بیلګه ده. د دې حرکت ټوټې بیلګې هره ورځ گورو. د ځمکې پر شاوخوا د سپوږمۍ د حرکت مسیر، د هستې پر شاوخوا د الکترون حرکت او د ځینو سپوږمکیو حرکت د ځمکې پر شاوخوا د دایروي حرکت نسبي ډولونه دي. د کور په ځینو وسایلو لکه د جامو مینځلو په ماشین کې، له میوو څخه د اوبو ویستلو ماشین او ... جسمونه د هغو په منځ کې په دایروي مسیر حرکت کوي. په لاندې تصویرونو کې په دایروي مسیر کې د اجسامو د حرکت بیلګې گورئ.



الف



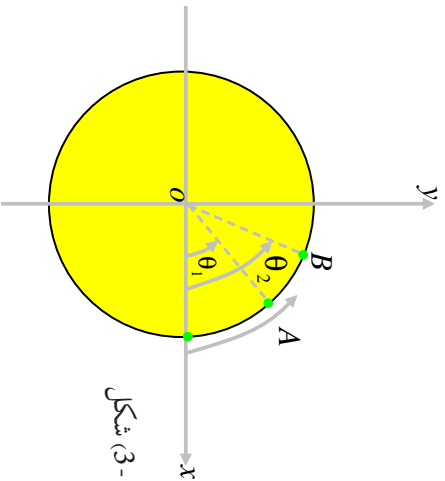
ب
(9-3) شکلونه



ج

زاویوي سرعت

یوه ذره په نظر کې ونیسئ چې په یو دایروي مسیر کې د ساعت د سستي په خلاف لوري کې د لاندې شکل په څیر حرکت کوي. په دې ځای کې له ذرې څخه موخه یو وړوکی جسم دی چې اېماندې د دایرې د شعاع په پرتله ډېر کم دی.



شکل (3-10)

د ذرې موقعیت د دایرې پرمخ هره گړۍ کولای شو، د θ له زاویې سره د XO د محور په نسبت ونیسو.

کله چې ذره د A په نقطه کې وي، موقعیت د θ_1 له زاویې سره او کله چې د B په نقطه کې وي، موقعیت د θ_2 په زاویې سره نښو، او $\theta_1 - \theta_2 = \Delta\theta$ د ذرې د زاویه یي موقعیت تغیر (وهل شوي واټن) بولئ. طبیعي ده چې د ذرې زاویه یي منځني سرعت په دایروي حرکت کې، د زاویه یي تغیر موقعیت په نسبت دهغې پر زمان باندې تعریفېږي، یعنې:

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \dots\dots\dots (3-35)$$

د زاویوي سرعت د اندازه کولو د واحد، رادین پر ثانيې ($\frac{rad}{s}$) څخه عبارت دي.



څېړنه وکړئ:

دلته پرنشاورخوا دځمکې د حرکت په مهاله په بیلابیلو ډلو کې څېړنه وکړئ او د لمر پرنشاورخوا د ځمکې منځني زاویه یي سرعت محاسبه کړئ.



پوښتنه:

- a- له دایروي حرکت څخه په ورځني ژوندانه کې څه ښه اغېستل کېږي؟
- b- د څو وسیلې چې منځني برخې یې (د منځ اجزاوې) د دایروي حرکت لرونکې وي، نومونه یې واخلئ.

لحظوي زاویوي سرعت

زاویه یې لحظوي سرعت په هغه ډول چې د لحظوي سرعت په هکله مو په (۳-۲) لوست کې ولوست، تعریفوو:

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \dots \dots \dots (2-34)$$

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \dots \dots \dots (3-35) \quad \text{او یا:}$$

تمرین:

دیوي ذرې زاویه یې موقعیت چې د دایروي مسیر پرمخ حرکت کوي د $\theta = 2t^2 + 6t$ رابطې سره ورکړل شوي. (t د ثانوي له مخې او θ د رادیان له مخې)
الف: د متحرک زاویه یې منځني سرعت د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ لحظو ترمنځ حساب کړئ.
ب: د متحرک لحظوي سرعت د $t_3 = 3s$ په لحظه کې حساب کړئ.



بحث وکړئ:

د منځني سرعت او لحظوي سرعت د رابطې د بڼه درک لپاره، څو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو ټولګیوالو سره بحث او خبرې پرې وکړئ او پایله د خپل ښوونکي ترمنځ په ټولګي کې بیان کړئ.

3-6. دایروي یو ډوله (متشابه) حرکت

کله چې پر دایروي مسیر د حرکت کونکي ذرې زاویوي سرعت ثابت باقي پاتې شي، ولیرو چې ذره یو ډولې دایروي حرکت لري: په دې ډول حرکت کې، منځني زاویوي سرعت په هره زماني وقفه کې، د ذرې د زاویوي لحظوي سرعت سره برابر دي.

$$\omega = \omega = \frac{\theta - \theta_0}{t - 0}$$

$$\theta = \omega t + \theta_0 \dots \dots \dots (3-36) \quad \text{او یا:}$$

د یو جوړه دایروي حرکت د خیرلو لپاره، په لومړي پړاو کې باید لاندې کمیتونه تعریف کرو:

پریود: هغه زماني موده چې ذره د یو دایروي مسیر پرمخ یوه بشپړه دوره وهي، دیر یو د یه نامه یادېږي. پریود د T په توري بڼې او د اندازه کولو واحدې ثابته ده.

فریکونسي: په یوه ثابته کې د ذرې د دورانونو شمیر ته فریکونسي وايي. فریکونسي د نیو (N) په لاتین توري بڼې، د فریکونسي د اندازه کولو واحد $\frac{1}{s}$ او یا هرترز دی.

$$= \frac{1}{T} \dots\dots\dots (3-37)$$

خړنگه چې ذره په هره دوره کې 2π رادیان طي کوي، نو له دې امله زاویه یې سرعت یې برابر دی له:

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \dots\dots\dots (3-38)$$

فنايت:

په خپلو ډلو کې پر یو د او فریکونسي سره پرتله کړئ او لاندې جدول بشپړ کړئ.

فریکونسي	پریود	متحرک
10^{17} دوره په یوه ثابته کې	10^{-17} ثابته	د هایدروجن د اټوم الکترون
7.10^{-4} دوره په یوه ثابته کې	0.33 ثابته	د بریښنا د تولید لپاره د اوبو توربین
	29.7 ورځ	ځمکه د هغې د محور په شاوخوا سپوږمۍ د ځمکې پر شاوخوا
2.7×10^{-3} دوره په یوه ورځ کې		ځمکه د لمر په شاوخوا

خطي سرعت په دایروي حرکت کې

مخکې مو ولیدل چې د مکان وکتور کولای شي، د متحرک موقعیت په سطحه کې وټاکي، (2-3) شکل. که چیرې د یوې ذرې د مکان وکتور د r_1 په وخت کې r_2 او د t_2 په شپږه کې r_2 وي، د ذرې د موقعیت د $r_1 - r_2 = \Delta r$ په زماني شپږه کې به برابر له $t_1 - t_2 = \Delta t$ سره وي. ذره د Δt په وخت کې د Δs قوس وهي، که چیرې دا زماني شپږه ډیر کوچنۍ وي، د Δs قوس کوچنۍ کېږي او کولای شو د Δs قوس اوږدوالی د هغه د مقابل وتر یعنی (Δr) له اوږدوالي سره تقریباً برابر ونیسو.

همدارنگه میځکې مو ولیدل چې د متحرک منځني سرعت کولای شو له (3-32) ...

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \dots$$
 رابطې څخه لاسته راوړو او د لحظوي سرعت کچه هم د لاندې رابطې په مرسته تعریفېږي:

$$|\vec{v}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t}$$

او له هغه ځايه چې د لیمت په حالت کې $|\Delta \vec{r}| = \Delta s$ ټاکل کېدای شي، نو لرو چې:

$$|\vec{v}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \dots \dots \dots (3-39)$$

په ریاضي کې مو لوستي دي چې د θ زاویه د رادیان له مخې برابر ده، د هغې زاوې د مقابل قوس د طول له نسبت سره پر شعاع د دایرې باندې، یعنې:

$$s = r\theta \dots \dots \dots (3-40)$$

نو له دې امله د Δs د قیمت په وضع کولو سره د (3-39) رابطه کولای شو، په لاندې ډول ولیکو:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} r \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

$$v = r \frac{d\theta}{dt}$$

$$v = r\omega \dots \dots \dots (3-41)$$



په دایروي حرکت کې له خطي سرعت څخه څه اڅه اخیستونکي کوم خلک دي؟ او له هغې څخه په کومو برخو کې څه اخلې؟
 په دې هکله پخپلو ډلو کې بحث وکړئ او خپلو ټولگيالو ته راپور ورکړئ.

مثال: د ماشومانو ډلبو یو تړخ، خلک په یوه افقي سطحه کې او په دایروي مسیر کې ګرځوي، داسې چې هر فرد دایروي یو ډوله حرکت لري. که چیرې دوران کونګي په هره 10 ثابته کې یو دور ووهي او د هر کس لپاره د څرخیدو شعاع 5 متره وي، دهر شخص زاویه یې او خطي سرعت په دې دوره کې حساب کړئ.

حل: د څرخیدو د دورې زمان $t = 10s$ دي، پس زاویه یې سرعت برابر دی له:

$$\omega = \frac{2\pi}{10} = \frac{2\pi}{5} \text{ rad/s}$$

او خطي سرعت به یې برابر وي له:

$$v = r\omega = 5 \cdot \frac{\pi}{5} = 3.14 \text{ m/s}$$



پوښتني:

- 1- د یو دیوالي ساعت د عقربو اوږدوالی، دقیقه او ثانیه گره په ترتیب سره 8cm ، 12cm دي. د دې عقربو د هرې عقربې څوگړ خطي سرعت محاسبه کړئ.
- 2- یو متحرک پر دایروي شکله مسیر 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرک زاویه یي سرعت، پریود او فریکونسي حساب کړئ.

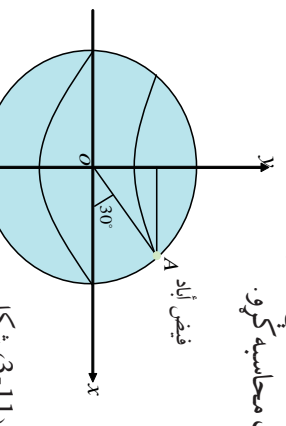


فکر وکړئ:

د ځمکې د وضعي حرکت زاویه یي سرعت، د ځمکې په ټولو نقطو کې یوشان دی یا نه ؟ (ولې؟)

مثال: د فیض اباد ښار په 30° شمالي جغرافیه یي مدار کې واقع دي. هغه تن چې په دې ښار کې اوسېږي زاویه یي سرعت او خطي سرعت یې پیدا کړئ. د ځمکې شعاع $m \cdot 6.4 \cdot 10^6 =$ په نظر کې ونیسئ.

حل: دې ته په پام کولو سره چې د ځمکې په شاوخوا پخپله د ځمکې د څرخیدو دوره 24 ساعته ده کولای شو، د ځمکې د مخ د هرې نقطې زاویه یي سرعت محاسبه کړو.



فیض اباد شکل (3-11)

$$\omega = \frac{2\pi}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 86400\text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{86400} = 7.27 \cdot 10^{-5} \text{ r/sd} / \text{s}$$

د فیض اباد واټن د ځمکې د څرخیدو له محور څخه (د 3-11) شکل ته پام کولو سره برابر دي له:

$$r = \cos 30^\circ \rightarrow \cos 30^\circ = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

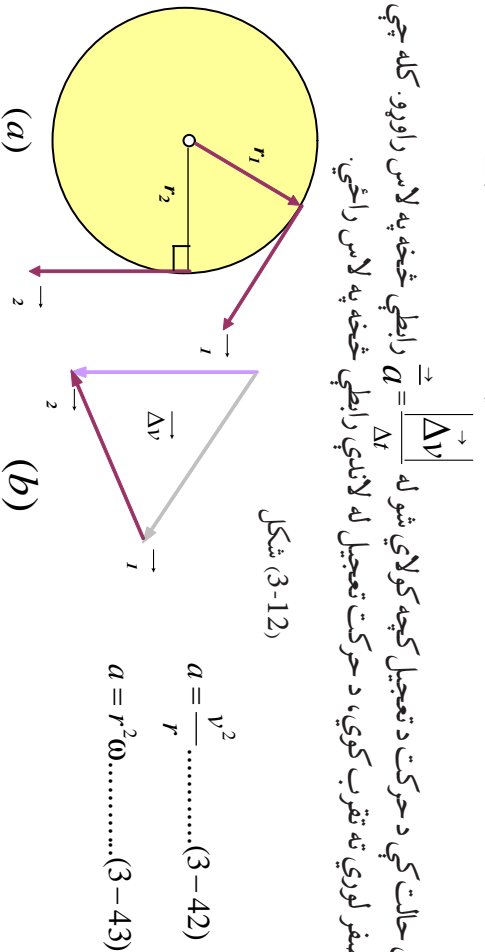
$$r = 6.4 \times 10^6 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5.53 \times 10^6 \text{ m}$$

او د فیض اباد په ښار کې خطي سرعت برابر دی له:

$$v = r\omega = 5.53 \times 10^6 \times 7.27 \times 10^{-5} = 402.03 \text{ m/s}$$

3-7: تعجيل په دایروي یو ډوله حرکت کې

یو ذره په نظر کې ونیسئ چې دایروي یو ډوله حرکت لري (a-12-3). شکل. مخ کې مو ولیدل چې د سرعت وکتور په هره لحظه کې پر مسیر مماس دی. که چېرې د ذرې مکان د t_1 په لحظه کې، r_1 او د t_2 په لحظه کې r_2 وي، د متحرک د سرعت وکتورونه په دې نقطو کې په ترتیب پر r_1 او r_2 عمود دي. د $v_1 - v_2 = \Delta v$ وکتور د (b-12-3) په شکل کې رسم شوی دی او کتل کېږي. سره له دې چې د سرعت د وکتور کچه ثابتې ده، خو د سرعت د وکتور د لوري د تغیر له امله $\Delta v \neq 0$ دی.



شکل (3-12)

$$a = \frac{v^2}{r} \dots \dots \dots (3-42)$$

$$a = r^2 \omega \dots \dots \dots (3-43)$$

په دې حالت کې د حرکت د تعجيل کچه کولای شو له $a = \frac{|\Delta v|}{\Delta t}$ رابطي څخه په لاس راوړو. کله چې Δt صفر لوري ته تقرب کوي، د حرکت تعجيل له لاندې رابطي څخه په لاس راځي.

چې مرکز ته د جذب تعجيل (Centripetal Acceleration) ورته وايي چې د دې تعجيل لوري د شعاع په بريد د مرکز په لوروي.

مثال: سپوږمۍ تقریباً د 27.3 ورځو په موده کې، یو ځل په دایروي مسیر کې په یو ډوله (یونواخت) د ځمکې په شاوخوا ګرځي. د سپوږمۍ مرکز ته د جذب تعجيل په لاس راوړئ.

حل: د $\omega = \frac{2\pi}{T}$ له رابطي څخه په گڼې اخستلو سره د سپوږمۍ زاویه يي سرعت عبارت دي له:

$$\omega = \frac{2 \cdot 3.14}{27.3 \cdot 24 \cdot 3600} = 2.66 \cdot 10^{-6} \text{ rad/s}$$

به این ترتیب شتاب جذب به مرکز مهتاب برابر است با:

$$a = r\omega^2 = 3.84 \cdot 10^8 \cdot (2.66 \cdot 10^{-6})^2 = 2.7 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$$



فعالیت:

د خپلې ډلې له غړو سره یوه تیره په یوه کلکه تار سره وتړئ او په یوه قلمه سطحه کې د خپل لاس پر شاوخوا وڅرخوئ او ځمکې ته یې د نه لوبېدو په هکله بحث وکړئ او پایله یې پخپل ټولگي کې وړاندې کړئ. کله چې د m یوه کله له ثابت سرعت سره د یوې دایرې په مخ حرکت کړي، تعجیل پیدا کوي چې لوری یې د دایرې مرکز ته متوجه وي.



پوښتنې:

- په پورتنۍ فعالیت کې، که چېرې د وزن له درلودلې او د هو له مقاومت څخه ورتیر شو څه پېښېږي؟
- د فعالیت د ترسره کولو پر مهال، که چېرې تار یو ناڅاپي وشلېږي، کومه پېښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کره په هرو 24 ستاعونو کې یوځل د خپل محور پر شاوخوا راڅرخي. خطي سرعت او مرکز ته جذبېدونکې شعاع د ځمکې د سطحې په کومو نقطو کې ډېره کچه لري؟ که چېرې د ځمکې د کرې شعاع 6400km په پام کې ونیسو، د کرې خطي سرعت او مرکز ته د جذب تعجیل حساب کړئ.

د یو ډوله دایروي حرکت ډینامیک

په مخکېني برخه کې مو لیدل چې په یو ډوله دایروي حرکت کې، د جسم تعجیل د دایرې د شعاع په لوري کې او لوري یې د مرکز خواته دی. د نیوټن د دویم قانون له مخې قوه او تعجیل هم لوري دي، له دې امله په یو نوناخت دایروي حرکت کې، پر جسم دواړېدونکو قوو محصله د شعاع په استقامت او د مرکز په لور دي چې په دایروي حرکت کې پر جسم دغې واردي شوې قوې مرکزه د جذب قوه (Centrifugal force) وایي. د نیوټن د دویم قانون رابطه په پام کولو سره، دغه قوه په یو نوناخته دایروي حرکت کې، د خطي سرعت پر بنسټ لاندې بهه نېسي:

$$= \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots (3-44)$$

او د زاویه یي سرعت پر بنسټ $(3-45) \dots\dots\dots = mr\omega^2$ په دې رابطه کې، پر جسم دواړدو شوو قوو کچه د دایرې د شعاع په لوري کې ده.

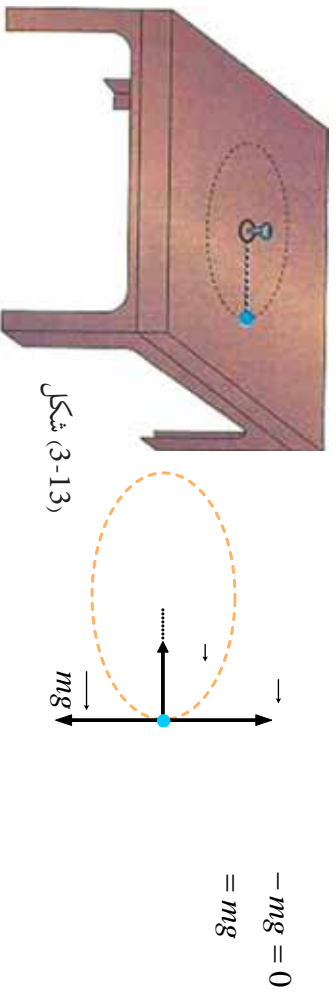


فعالیت:

مچنونڅو په خپل لاس کې ونیسی او په کاسه کې یې یوه وړه تیره د 4 نه تر 8 گرامه په وزن واچوئ او د خپل لاس په شاوخوا (د ښوونځي په انگرې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پر مهال د مچنونڅو پور سر خوشي کړئ او د خپلې ډلې له غړوسره د تیرې د تیزۍ د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله یې د ښوونکي تر مخ بیان کړئ.

مثال: یوه مېره له 20g کتلې سره، په یوه تار ترو او د تار له بل سر سره یوه کوچنۍ کړۍ ترو. بیا کړۍ د (3-13-a) شکل په څېر له یوه لاندې میخ سره د یو میز د مخ په برخه کې نصبوو. (له میز سره د اصطکاک له قوې تیر شوي یو). مېرې واټن له میخ څخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پر مسټرې وادوو، هغه د دایروي مېرې پرمخ په حرکت راولو. پرمېرې وادشوي قوې د یو شکل په رسمولو سره مشخص کړئ.

که چیرې کړۍ په هره ثانیه کې یوه دوره ووهي، د تار د رابنګلو (کشش) قوه حساب کړئ. د (3-13-b) په شکل کې د وزن قوه او پراتکا باندې عمودي قوه په قایم لوري کې پرجسم اغیز کوي چې د دې دوو قوو محصله صفر ده یعنې:



یوازې د تار د رابنګلو قوه پاتې کېږي چې په دې ځای کې همغه مرکزته جذب قوه یعنې: $\frac{mv^2}{r}$ ده.

زاویه یې سرعت برابر دی له: $\omega = 2\pi v = 2\pi \text{ rad/s}$

او خطي سرعت هم برابر دی له: $v = r\omega = 0.25 \cdot 2\pi = \frac{\pi}{2} = 1.57 \text{ m/s}$

د تار د رابنګلو قوه برابره ده له: $= m \frac{v^2}{r} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{1}{0.25} \cong 0.2$

پوښتنې:



- په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.
1. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې څرخي.
 2. د هستې پرتاوخو د الکترون د ګرځېدو.
 3. د لمر پرتاوخو د سیارو په ګرځېدو.

د دریم څپرکي لنډیز



- په دوه بعدي حرکت کې د جسم موقعیت په \vec{r} ښودل کېږي چې په لاندې توګه یې لیکلای شو:

$$\vec{r} = (t) \vec{i} + g(t) \vec{j}$$

له رابطې څخه ښکاري چې د موقعیت وکتور د t د زمان یوه تابع ده.

- د جسم منځني سرعت په دوه بعدي حرکت کې په لاندې ډول وي: $\vec{v} = (v_x) \vec{i} + (v_y) \vec{j}$

- لفظوي سرعت عبارت دی د منځني سرعت له لیمت څخه، کله چې صفر لور ته تقرب وکړي، یا په بل عبارت، لحظه یي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \Rightarrow \text{اوا } \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{v} = (v_x) \vec{i} + (v_y) \vec{j}$$

- د منځني تعجیل وکتور د Δt په زماني انټروال کې په لاندې ډول تعریفوو:

$$\vec{a} = (a_x) \vec{i} + (a_y) \vec{j}$$

- \vec{a} د منځني تعجیل وکتور له Δv سره هم لوري دی.

- لفظوي تعجیل د t_1 په لحظه کې کولای شو د منځني تعجیل د لیمت په توګه ولیکو.

کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي یعنې: $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}$

- لحظه یي تعجیل د مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخیستلو سره هم لیکلای شو:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow \vec{a} = (a_x) \vec{i} + (a_y) \vec{j}$$

- د غورځولو، په حرکتونو کې، د غورځیدونکي جسم د حرکت مسیر په فضا کې عبارت له یو پارابول څخه دی.

- په افقي غورځولو کې، د حرکت معادلي عبارت دی له: $x = v_0 t$

- یا $y = \frac{1}{2} g t^2$ او

- په مایل غورځولو کې، د تعجیل مرکي په لاندې ډول دي. $a_y = -g$ او $a_x = 0$

- د معادلي د د زمان د تابع په نامه، د غورځولو په حرکتونو کې عبارت دي له:

$$x = (v_0 \sin \alpha) t \quad \text{او} \quad y = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \cos \alpha) t$$

- هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم يې د بېرته يا د دویم ځل لپاره د غورځولو لومړنۍ ارتفاع ته د ګرځېدو لپاره وهي، عبارت د غورځول شوي جسم له $a g$ څخه دی او دارنگې افاده کېږي:

$$= \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

- د غورځونې په حرکت کې لوره يا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، ترټولو هغه لوره نقطه ده، چې غورځول کېدونکی جسم هغې ته رسېږي، د H په توري ښودل کېږي:

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

- د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسېدو زمان عبارت دی له:

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

- په دایره يي حرکت کې د ذرې زاویه يي منځني سرعت د زاویه يي موقعیت د تغیر د نسبت په توګه د هغې پر زمان تعریفېږي:

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

- زاویوي لحظوي سرعت کولای شو، د لیمت او مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخیستلو سره په لاندې ډول ولیکو:

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \quad \text{اوا} \quad \omega = \frac{d\theta}{dt}$$

- په دایره يي یو نواخته حرکت کې، د یوې ذرې زاویه يي سرعت چې پریو دایره يي مسیر حرکت کوي، ثابت پاتې کېږي.

- پریود عبارت له هغه وخت څخه چې یوه ذره د دایره يي مسیر پر مخ، یوه بشپړه دوره وهي او د T په توري ښودل کېږي.

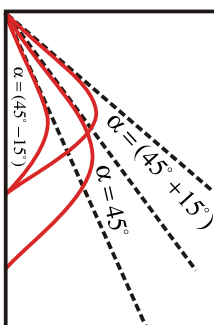
- فریکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمیر څخه چې په یوه ثانيه کې سرته رسېږي د نیو (ν) په لاین توري ښودل کېږي او د اندازه کولو واحديې $\frac{1}{s}$ او یا Z (هرتز) دي.

- د پریود رابطه T اود (ν) فریکونسي په لاندې ډول دي: $\frac{1}{\nu}$

د دریم څپرکي پوښتني

- 1- د یو جسم د حرکت معادله په SI په سیستم کې د $x = t^3 - 3t^2$ په بڼه دی، مطلوب دي:
 - a- له 1 نه تر 2 ثانیه زماني انټروال کې د جسم د منځني سرعت کچه.
 - b- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرک د سرعت کچه.
 - c- د 2 نه تر 5 ثانیه زماني انټروال کې د متحرک د منځني تعجیل کچه.
 - d- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرک د تعجیل کچه.
- 2- یو موټر د سره خراغ په وړاندې ولاړ دی، د خراغ په شنه کیلو، موټر له $2m/s$ تعجیل سره په حرکت پیل کوي. په همدې (لحظه) کې، یوه لارې له $36km/h$ ثابت سرعت سره یې له څنګ څخه تیرېږي.
- a- د $(x-t)$ او $(v-t)$ وکتور د لارې لپاره رسم کړئ.
- b- وروسته له څومره مودې څخه به موټر لارې ته ورسېږي؟
- 3- د یو متحرک موقعیت (مکان) وکتورونه د $t_1 = 5s$ او $t_2 = 25s$ په لحظو کې په ترتیب سره $\vec{r}_1 = 2 + 14\vec{a}$ او $\vec{r}_2 = 8 + 6\vec{a}$ دی. د ذرې د منځني سرعت کچه د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې پیدا کړئ او د گراف په رسمولو، د \vec{v} لوری وښیئ.
- 4- د یو جسم د حرکت معادله د دوو لاندینو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوې ده.
$$x = 6t \text{ او یا } x = 2t^2 + 1$$
 - a- د سرعت معادله یې ولیکنئ او د سرعت کچه یې په $t = 2s$ کې لاس ته راوړئ.
 - b- د حرکت د مسیر معادله یې لاس ته راوړئ.

5 - گالیله پخپل یو کتاب کې لیکي: د غورځولو د زاویو لپاره چې په یوه کچه له 45° زاویې څخه ډېره او یا لږه ده. رنجنونه (برد او فاصلې) مساوي دي... په لاندې شکل کې د دې وینا سمورالی ثبوت کړئ.



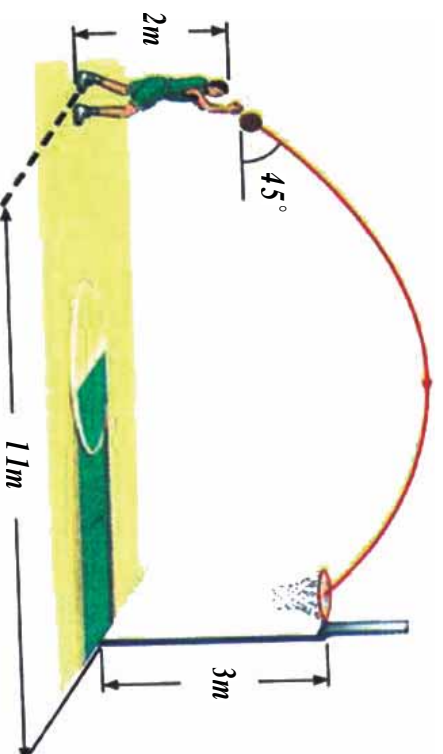
6 - پرېوه رود د یو پیل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې یو جسم په افقي ډول په $30m/s$ سرعت غورځوو.

a- څومره موده وروسته به جسم د اوبو پرمخ ولگېږي؟

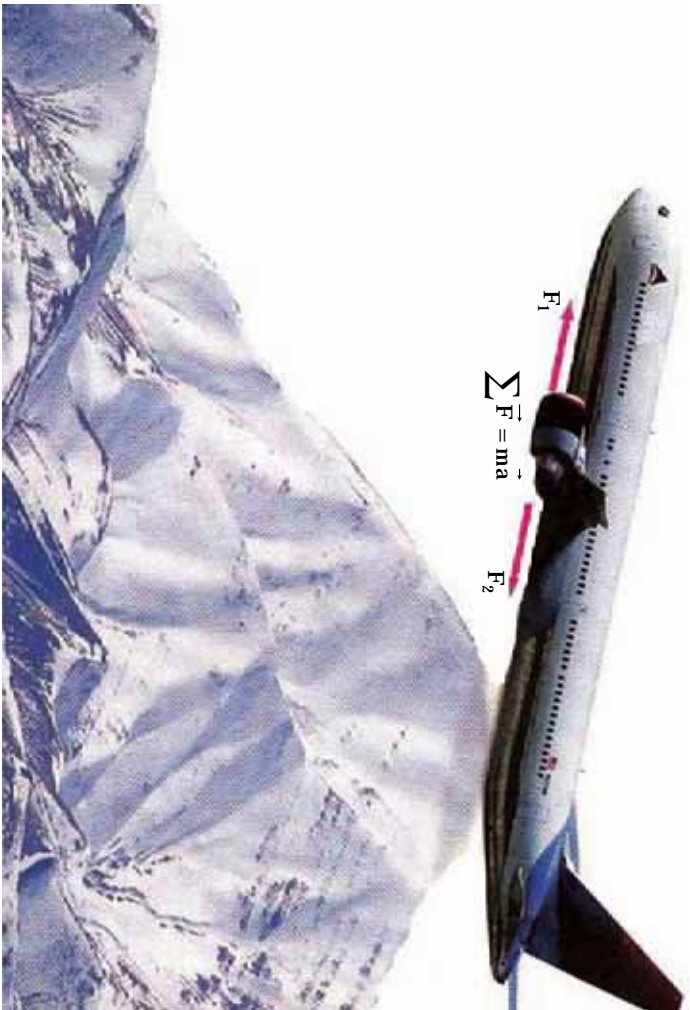
b- له اوبو سره د لگیدو د نقطې افقي واټن، د غورځولوتر نقطې پورې څومره دی؟

c- له اوبو سره د لگیدو د سرعت کچه، څومره ده؟

7 - په لاندې شکل کې، د توپ لومړنی سرعت داسې محاسبه کړئ چې توپ د ټوکرۍ په منځ کې ولوبېږي. ($g = 10m/s^2$)



ظهورم څپرکی د نیوټن د حرکت قوانین



په دویم څپرکی کې له ځینو کمیتونو لکه موقعیت، د موقعیت بدلون، سرعت، تعجیل او ... سره اشنا شو او د دې کمیتونو په تعریفولو سره مو حرکت توصیف کړ. ومولوسل چې شونې ده چې حرکت له ثابت سرعت سره تر سره شي، یا شونې ده چې د جسم حرکت تعجیلي وي او په پایله کې، سرعت بدلون وکړي.

مگر د پوښتنو طرحه کولو او هغو ته د څواب ورکولو څخه مو ډډه وکړه لکه: په کوم حالت کې یو جسم ساکن پاتې کېږي؟ څنگه کولای شویو ساکن جسم په حرکت کې راولو؟ کوم لامل د جسم د سرعت د بدلون سبب گرځي؟ کوم عامل د حرکت د تغییر او په ټولو کې کوم لامل د جسم د وضعیت د بدلون سبب گرځي؟ او ... په دې څپرکی کې یادی شوي پوښتنې څېړو، د همدې موخې لپاره د نیوټن د حرکت قوانین تر مطالعې لاندې نیسو، وروسته بیا په ورځني ژوندانه کې د دې قوانینو د پلي کېدو (تطبيق) ساحې ترڅېړني لاندې نیسو. هیله کېږي چې تاسو به د دې څپرکي په پلي کې د لاندې موضوعگانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نیوټن درې گوني قوانین
- د اصطکاک د قوي ډولونه او په ورځني ژوندانه کې یې کارونه
- د نیوټن د جاذبې قانون
- د لفت د حرکت څرنگوالی.
- د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدار

4-1: د نیون لومړی قانون

عطالت (انرشیا):

له پخوا څخه پوهیږو کله چې په یو ساکن موټر کې ناست یئ او موټر یو ناڅاپه په حرکت پیل کوي، د شا په لور ډيکه کېږی، که چیرې په یو روان موټر کې ناست اوسی، په یو ناڅاپي دریدو سره، د مخ لور ته به ډيکه شی. ایا تراوسه موله ځانه پوښتلې چې د دې پېښې د رامنځ ته کیدو لامل څه دی؟ تاسو هغه مهال کولای شئ دې پوښتنې ته ځواب ورکړئ چې قبوله کړئ چې هر جسم د عطالت (انرشیا) لرونکی دی. عطالت عبارت له هغه مقاومت څخه دی چې یو جسم یې د هر حرکت په وړاندې د سکون او یا حرکت په ګډون له ځانه ښيي، او یا په بل عبارت، هیڅ یو جسم یې د هر حرکت په وړاندې نوموړی جسم خپل حالت ساتي، یعنې که جسم د حرکت په حالت کې وي خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته دوام ورکوي او که چیرې د سکون په حالت کې وي، د خپل سکون حالت ساتي. اوس د عطالت د مفهوم په پوهیدلو سره، د هغې پوښتنې څېړلو ته مخه کوو، چې د دې لوست په پیل کې وشو. کله چې یو شخص په داسې یو موټر کې، چې د حرکت په حال کې نه دی، ولاړ وي او موټر یو ناڅاپه په حرکت پیل وکړي، نو موټرې شخص د شا په خوا لوبږي، ځکه چې د نوموړي شخص پښې له موټر سره په حرکت پیل کوي، خو بدن یې چې پر موټر تکیه تلري، د عطالت د خاصیت له مخې غواړي، خپل د سکون حالت وساتي. د تعادل د حالت تر رامنځ ته کیدو وروسته یعنې هغه مهال چې موټر یو ډوله مستقیم الخط حرکت ځان ته غوره کړي، نور نو شخص په موټر کې د حرکت احساس نه کوي، ځکه چې مایل نه دی، یا نه غواړي چې خپل حرکت ودروي. که چیرې موټر یو ناڅاپه برک ونیسي، وپه لیدل شي چې شخص د مخ په لور غورځېږي او لامل یې دا دي چې د شخص پښې موټر ته په تا بیعت ساکن او بدن یې د عطالت له خاصیت سره سم غواړي، خپل حرکت ته دوام ورکړي.



فعالیت:

اړین توکي: کاغذ (مقوا)، سکه، پښینه یې لوبږي، یا ګلاس

ګوټلاړه: کاغذ پر پښینه یې لوبږي کېږدی او د کاغذ پر مخ سکه کېږدی، تردې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کړئ:

1. کاغذ د هغې له مستوي سره موازي په ډېر سرعت را وکارئ.

2. کاغذ د هغې له مستوي سره موازي په لږ سرعت را وکارئ.

په دواړو پړاوونو کې هغه څه چې پښ شوی دی، نوټ کړئ او د ټولګي په بیلابیلو ډلو کې بحث وکړئ، پایله یو لګوالو ته وراندې کړئ.

اوس چي د عطالت (انرژيا) په مفهوم ښه پوه شوو، د نيوتن د لومړي قانون په مطالعه پيل کوو:

نيوتن، انگليسي پوه او عالم د خپلو پخوانيو پوهانو له نظرونو څخه په گڼي اخيستلو سره په دې بريالی شو چې د حرکت قوانين چې نن د هغه پخپل نوم (د حرکت په هکله د نيوتن قوانين) يا ډبري، پخپل کتاب کې بيان کړي. هغه لومړی قانون داسې بيان کړی دی:

«يو جسم خپل د سکون حالت او يا د مستقيم خط پرمخ خپل يو ډوله حرکت ساتي، مگر دا چې ډيوې قوې تر اغيز لاندې، د خپل حالت بدلون ته اړکړای شي».

له لومړي قانون څخه پايله تر لاسه کېږي، چې که پر يوه جسم قوه واورده نه شي، که چېرې ساکن وي، ساکن پاتې کېږي او که چېرې په حرکت کې وي، خپل حرکت ته په ثابت سرعت سره دوام ورکوي. هغه څه به په پام کې نيولو سره چې تراوسه وويل شول، د نيوتن لومړي قانون ته، د عطالت (انرژيا) قانون هم وايي. خپلو شاوخوا جسمونو ته وگورئ، ايا کولای شئ داسې يو جسم پيدا کړئ چې قوه پرې واورده نشي؟ ترڅو وکولای شي، د نيوتن لومړی قانون په بشپړه توگه پلي کړو لکه څرنگه چې په ټولو جسمونو د وزن قوه واورېږي، په پايله کې نشو کولای داسې يو جسم پيدا کړو چې قوه پرې واورده نشي. نن پوهان د نيوتن له لومړي قانون څخه د ځمکې بهر ته د سپوږمکيو او فضايي بېړيو د لېږلو لپاره گڼه اخلي. بېړۍ په بشپړه توگه له ځمکې څخه ليرې، په ارام رگل ماشین او په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته دوام ورکوي. (ولې؟)

4-4: د نيوتن دويم قانون

د نيوتن په لومړي قانون کې مولوستل چې جسم خپل د سکون حالت ساتي، داسې چې کومه قوه پرې عمل ونه کړي او يا برعکس، که چېرې جسم په حرکت کې وي او قوه پرې عمل ونه کړي، جسم خپل د ثابت حرکت حالت د مستقيم خط پرمخ ساتي.

مگر پر جسم د واورده قوې، کتلې او د حرکت د تعجيل ترمينځ کومه رابطه شتون لري؟
موز: په ورځني ژوندانه کې گورو چې د يو غټ جسم د حرکت لپاره نسبت يو وړوکی جسم ته، ډېرې قوې ته اړتيا ده. همدارنگه پوهېږو چې په همدې عين قوې کولای شو وړوکی جسم ته دلورې جسم پرتله ډېر چټک حرکت ورکړو. له دې ځاي څخه پايله تر لاسه کېږي چې د جسمونو د تعجيل، کتلې او هغه قوې ترمنځ چې پر جسمونو تطبيق کېږي، اړيکه شته. پر جسم باندې د واورده قوې، کتلې او د جسم د حرکت د تعجيل ترمينځ اړيکه، د نيوتن د دويم قانون موضوع ده. د نيوتن دويم قانون دا بيانوي چې «که پر يو جسم قوې وادې شي، جسم داسې تعجيل اخلي چې پر جسم د واورده شوو قوو له محصلې سره مستقيم نسبت لري، له هغې سره هم لوري دي او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري».

که چېرې د جسم کتله m او پرې واورده قوه \vec{F} وي، د نيوتن دويم قانون د لاندې رابطې له مخې بيانېږي:

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

او يا $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

د قوي د اندازه کولو واحد، نیوتن (N) دی، چې د پورته رابطې له مخې تعریفیږي. که چیرې په دې رابطه کې، کتله د کیلوگرام پر بنسټ او تعجیل د متر پر ثابته مربع (m/s^2) پر بنسټ وي، قوه د m/s^2 پر بنسټ حسابیږي چې دا د نیوتن (N) په نامه یادوو. له دې امله «نیوتن» د هغې قوي کچه ده چې که پر یوه جسم له یو کیلوگرام کتلې سره واره شي، هغې ته د یو متر مربع پر فې ثابتي برابر تعجیل ورکوي».

مثال: یو جسم چې 20kg کتله لري، له 1.5m/s^2 تعجیل سره په حرکت کې دی. پر جسم د واره قوه محصله څو نیوتن ده؟

حل:
$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow 1.5 = \frac{20}{m} \Rightarrow m = \frac{20}{1.5} = 13.33\text{ kg}$$

مثال: $m_1 = 5\text{ kg}$ او $m_2 = 12\text{ kg}$ پر هري کتلې باندې 15 m/s^2 قوه وارده و، د هري کتلې تعجیل حساب کړئ.

حل:
$$a_1 = \frac{F}{m_1} = \frac{15}{5} = 3\text{ m/s}^2$$
 او
$$a_2 = \frac{F}{m_2} = \frac{15}{12} = 1.25\text{ m/s}^2$$



پوښتنه:

څومر قوه په کار ده چې یو موټر چې له 1500 kg کتلې په لرلو سره له 100 km/h سرعت سره په حرکت کې دی، 55 m واټن له وهلو څخه وروسته ودروي؟

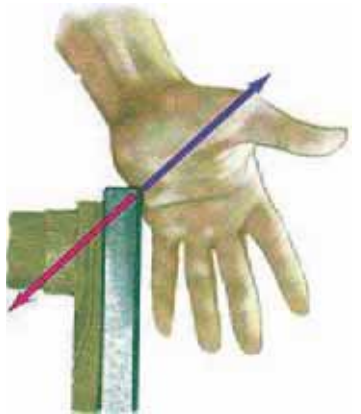
4-3: د نیوتن دریم قانون

د نیوتن لومړي قانون د جسم وضعیت د قوي د نه شتون پر مهال او د نیوتن دویم قانون، د جسم وضعیت هغه مهال چې د قوي تراغیز لاندې وي، بیانوي. خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پر جسم واره قوه له کومه ځایه پرهغې واراږي؟ د نیوتن دریم قانون همدا مسئله خپري چې پر جسم واره شوې قوه له کوم ځایه پرې واراږي. که چیرې خپلو ورځنیو کړنو ته څیر سره شو. و به لیدل شي چې یو جسم تل پر بل جسم قوه وارهوي.



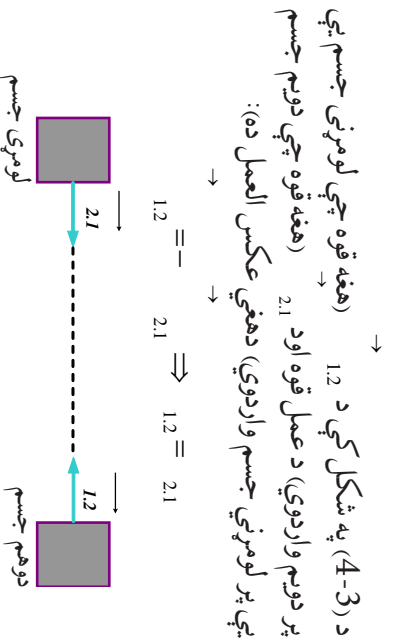
(4-1) شکل، څټک یوه قوه پرمخ وارهوي او میخ هم د څټک د قوي په خلاف لوري، پرمخک قوه وارهوي.

د فوټبال لوبغاړی په خپله پښه توب وهي. یعنې د پښې په مرسته پر توب قوه واردوي. کله چې یو شخص یو جسم د ځمکې پر مخ راکاږي، پر هغې قوه واردوي او یا هغه څپک چې پر میخ وهل کېږي، پر میخ قوه واردوي، د نیوتن د دریم قانون په بیانولو سره، دا څرگندوي چې قوه پر یوه جسم تل د بل جسم لخوا واردېږي او پر دې سر بیره دا څرگنده وي چې د قوې واردول، یوازینی عمل نه بلکې دا پخپله یو دوه اړخیزه (دوه لوري) عمل دی.



(4-2) شکل، که چېرې ستاسو لاس د میز پر ځانې قوه ورده کړي، میز هم په هماغه کچه خو ستاسو د لاس د لورې خلاف قوه واردوي.

د نیوتن دریم قانون بیانوي چې « کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واردوي، دویم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري پر هغه واردوي» که چېرې هغه قوه چې لومړنی جسم یې پر دویم جسم واردوي، د (عمل) قوه ونولو، د دویم جسم قوه چې پر لومړي جسم واردېږي د (عکس العمل) قوه به وي.



(4-3) شکل

د عمل او عکس العمل قوو د پېژندلو لپاره پام وکړئ: دا قوې تل یو له بل سره په یوه کچه او اندازه یو د بل په خلاف لور کې وي.



شکل (4-4)

نور هم وپو هپړی:

د نیوټن له دریم قانون څخه په عمل کې د کار اخیستلو یو مهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوايي بیړیو (سفنېو) توغول یا ویشل دي. فضايي سفینه د هغه گاز په مرسته چې له ماشین څخه یې خارجېږي، په عمودي توګه د ځمکې پر سطحه قوه واردوي او د نیوټن د دریم قانون له مخې، د سفینې له ماشین څخه خارج شوی گاز هم په هماغه کچه قوه خو په خلاف لوري (په پورته لوري) پر فضايي سفینې واردوي



بحث وکړی:

د ټولګي په سیلابو ډلو کې په دې هکله چې «ګرم دلیل د دی لامل ګرځي، چې موټر د مخ لورته حرکت وکړي، بحث وکړی او د خپلو بحثونو پایله ټولګیوالو ته وړاندې کړی.

مثال: د (4-5)، شکل په څیر د یو طناب یو سر په دیوال کې کلاک کړی او لومړنی سر یې د خپل ځان په لور راکارې. که چېرې طناب له دیوال څخه جلا نه شي، د عمل او عکس العمل قوې (د لاس او طناب) او (دیوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړی.



د شکل (4-5)

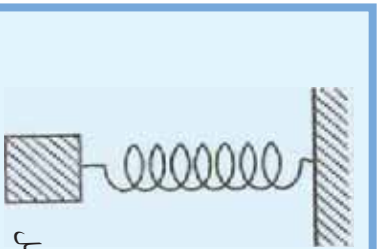
حل:

د شکل په مختلفو برخو کې، قوې د لاس، طناب او دیوال ترمنځ نیول شوي دي. په دې شکلونو کې مولاس د 1 جسم، طناب 2 جسم او دیوال 3 جسم په نومونو نومولې:

$$\begin{aligned} &\rightarrow \quad \rightarrow \quad \Rightarrow \quad \text{عمل و عکس العمل} \quad 1,2 = 2,1 \\ &1,2 = - \quad 2,1 \\ &\rightarrow \quad \rightarrow \quad \Rightarrow \quad \text{عمل و عکس العمل} \quad 2,3 = 3,2 \\ &2,3 = - \quad 3,2 \end{aligned}$$



شکل (4-6)



شکل (4-7)

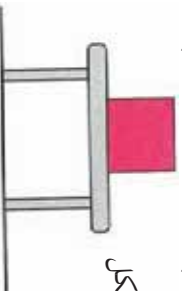


فعالیت:

- یو جسم د فیر په یوه سره وصل کړئ او فیر له بل سره څخه وڅړوئ، که چیرې سیستم (جسم - فیر) د سکون په حال کې وي:
- پر جسم واردي شوي قوي مشخص کړئ.
 - د دې قوو عکس العمل مشخص کړئ او څرگنده کړئ چې هره یوه په کوم جسم وارديږي؟

د اتکا عمودي قوه

پر جسم په نظر کې ونیسئ چې د (4-8) شکل په څیر د میز پراقي سطحې د سکون په حالت کې وي، په دې وضعیت کې کومې قوې پر جسم وارديږي؟
 که چیرې د جسم کتله له m سره برابره وي. د جسم د وزن قوه $mg =$ د ځمکې له خوا پر جسم وارديږي او هغه مخ بېلګه راکاږي. نورې مخ بېلګه حرکت نه کوي؟



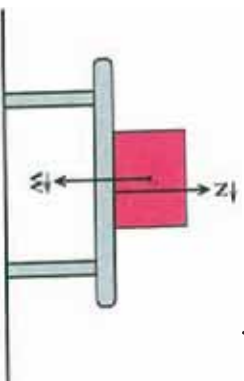
شکل (4-8)

لکه څنګه چې جسم ساکن دی، د حرکت تعجیل یې صفر دی یعنې $(a = 0)$. د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي، چې پر جسم د وارد شویو قوو محصله صفر ده ($ma = 0$) په پایله کې، باید د جسم له وزن سره مساوي یوه قوه، خو په خلاف لوري کې پرې عمل وکړي، ترڅو د وزن د قوې په ختني کولو سره د جسم له تعجیل اخیستلو څخه مخنیوی وکړي. په (4-8) شکل کې د جسم وضعیت ته په پام کولو سره، دا قوه د میز لخوا پر جسم وارديږي. په (4-9) شکل کې پر جسم واردي شوي قوې ښودل شوي دي. د N قوه چې د میز لخوا پر جسم وارديږي د «اتکاء عمودي قوه» بولو چې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو سره، کولای شو ولیکو:

$$ma = 0$$

$$- = 0$$

$$=$$

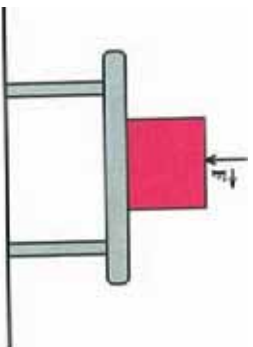


شکل (4-9)

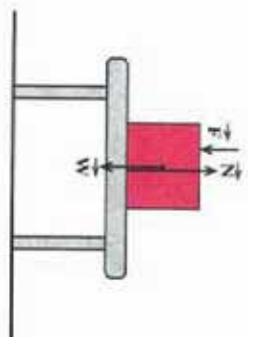
اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څیر، یوه قوه F په کچه په عمودي ډول اړمخ په بېلګه پر جسم واردوو. آیا میز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم وارديږي، تغیر کوي؟

پر جسم واردي شوي قوي مو په (4-11) شکل کې بنودلي ده، لکه څنګه چې د جسم تعجیل صفر دی ($a = 0$)، په پایله کې د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ کولای شو ولیکو: $ma = 0$

$$- \quad - \quad = 0$$

$$= \quad +$$


شکل (4-10)



شکل (4-11)

نو له دې امله د اټکاء عمودي قوه، د () په کچه زمانه شوي ده.



فعالیت:

د بړي فزي تلي پر ښځ ودرېږئ او هغه عدد چې تله يې په لاندې حالتونو کې راښيي ولولئ
 a- د تلي پر ښځ ساکن ولاړئ؟
 b- په داسې حال کې چې د تلي پر ښځ ولاړئ، پخپل لاس باندې پر هغه ميز چې ستاسو تر څنگ هې نښه وکړئ.

4-4: د نیوټن د قوانینو پلي (تطبيق) کول



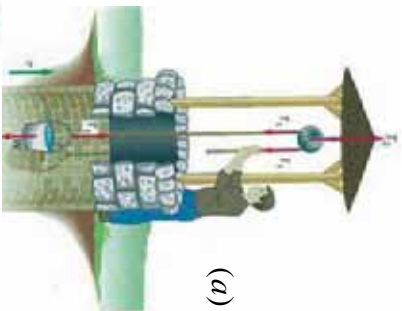
په تصویر کې یوټن چې په رسی کې خړیدلی دی. ښايي هیڅکله د نیوټن د قوانینو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانین پري په هره گړۍ کې چې هغه د خپل جان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخپل او اغیز کوي. هغه پر هغه قوه چې په رسی باندې د هغه د وزن په وړاندې د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدا رنگه پر هغه قوه چې د خړخړونو له امله مطلوبه لوړوڼه موچه شوي دي، پورې دی هغه کولی شي خپل ذهن ته د اصطلاحات د ذاتي قوي چې د هغه د لاسونو او رسی ترمنځ عمل کوي، پراختیا (انکشاف) ورکړي.

مورډ له ټولډينسټيو سره په ورځني ژوندانه کې، که چېرې پوهيږو يا نه پوهيږو د نيوتن د قوانينو تابع يو. تاسو نشي کولای ددې قوانينو له اصولو څخه په سرغړاوي د خپل بدن غړو ته حرکت ورکړي، يو موټر وچلولی او يا يو توپ پورته واچوی او ... لنډه دا چې ټول قوانين زموږ دهستي لپاره د همدې درې بنسټيزو بيانونو چې د نيوتن د درې قوانينو څرگندونکي اود مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. دنیوتن قوانين په حیرانوونکي ډول په کهکشانونو، سيارو او ان له يوې زني څخه ديوي مټي په لوبدلو چې په ظاهره کې يوه ډېره ساده او طبيعي پيښه گڼل کېږي، په داسې حال کې چې دا قوانين زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پيښو کې د تطبيق وړ او د حرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستې د عالم ډېر مغلق اسرار مورډ ته راپيژني.

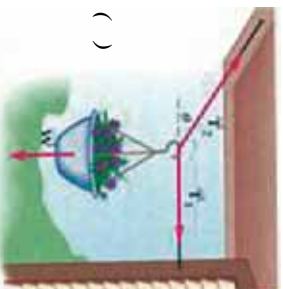
نن ورځ مورډ تراوسه دنیوتن قوانين د فزيک په ټولو برخو کې، بنسټيز او اړين گڼو. غوره ده چې ووايو دا قوانين کولای شي د حرکت دعلم او تحليل او توضیح لپاره، د سمښت ډېر غوره مهر ولاگوي خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پيړۍ لومړيو کې فزيک پوهانو کشف کړه چې د نيوتن قوانين يوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت يې د نور له سرعت څخه لږ او يا د نور سرعت ته نږدې وي او همدا رنگه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې يې د اندازې له مخې لږې او يا له اتومونو سره برابري وي، د تطبيق وړ دي. خو د انسانانو په ورځنيو تجربو کې تراوسه هم د نيوتن قوانين د تطبيق ډېره ستره او پراخه ونډه لري. د نيوتن د حرکت قوانين پر ډيرو او بيلا بيلو سيستمونو لکه چې په پخوانيو بحثونو کې مومالمه کړل، تطبيق کيدای شي، په دې بحث کې به د نورو قوو ډولونه په نوو سيستمونو کې چې د نيوتن قوانين کولای شي، په مختلفو مسيرونو د حرکت په حال کې جسمونو باندې د تطبيق وړ وي، مطالعه کړي. هغه څه چې وويل شول، په نړۍ کې د نيوتن د قوانينو د تطبيق د بې شميره مواردو ډيرې محدودې بيلگې وي.

د ماشينونو په انتقالي تعادل کې د نيوتن د قانون تطبيق

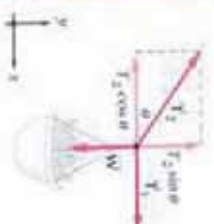
کله چې وایو چې جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم دواړه قوو محصله صفر ده، يعنې $\sum \vec{F} = 0$. د نيوتن د دويم قانون له مخې پورتنی بيان له دې سره معادل دی چې وایو د جسم تعجيل صفر دی. په دوه بعدي سيستمونو کې انتقالي تعادل په دوو بعدونو کې په مستقل ډول تطبيق کېږي. يعنې $\sum x = 0$ او $\sum y = 0$ لکه څنگه چې پوهيږئ، هغه اجسام چې دوه ډوله حرکتونه (خطي او دوراني) لري، په هغو کې دوراني تعادل په هغه کچه مهم دی چې انتقالي تعادل پکې د اهميت ورگڼل کېږي. اوس کله چې له تعادل څخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالي تعادل دی. لاندې شکلو ته د انتقالي تعادل مختلفې بيلگې را ښيي.



(a)



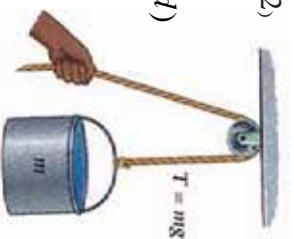
()



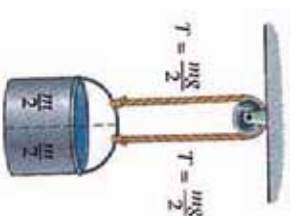
شکل (4-12)



(c)



(d)

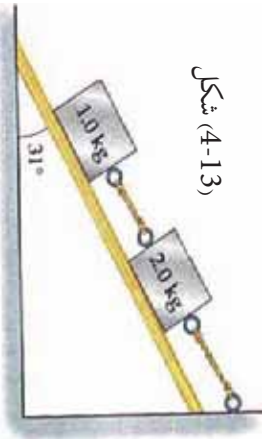


په شکل (4-13) کې د نیوټن د قانون تطبیق د انتقالی تعادل بحث د یوې مایې سطحې بربخ د یوې عمومي بیلګې په توګه مطالعه کوو. په دې شکل کې لیدل کېږي چې دوه بلوکه د یو تار په مرسته سره وصل شوي او د تار یو سر له دیوال سره تړل شوی دی.

اوس په دې شکل د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو او د انتقالی تعادل د شرط له مخې، که چېرې د لاندني بلوک ګڼه g 1.0 او د پورتنی بلوک ګڼه g 2.0 او د میلان سطحې ورکړل شوي زاویه 31° وي، د تار د رابنګلو (کشش) قوه په لاندني وضعیتونو کې پیدا کړئ.

a- د هغه تار رابنګل چې له دواړو بلوکونو سره وصل دی.

b- د هغه تار رابنګل چې له دیوال سره تړلي دی.

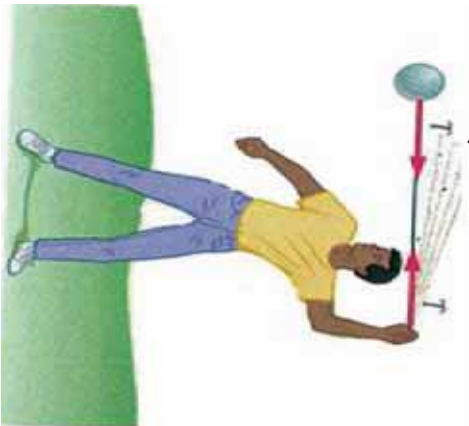


شکل (4-13)

د نیوټن د دویم قانون تطبیق په دایره یي حرکت کې

د نیوټن د دویم قانون پیر بنسټ، که چېرې پیر یو متحرک جسم کومه قوه عمل و نه کړي، جسم په ثابت سرعت او لوري خپل حرکت ته دوام ورکوي، یعنې د یو جسم د سرعت او حرکت د لوري د بدلون لپاره دې قوې ته اړتیا ده. د بیلګې په توګه که چېرې یو موټر د یو دایروي مسیر بربخ له ثابت سرعت سره چلوی، د موټر د حرکت لوري په دوامداره توګه په هره ګرۍ کې بدلون کوي. د دې لوري د بدلون لپاره یوه قوه باید پر موټر عمل وکړي، موږ غواړو هغه دوه شپږمه د یوې قوې په هکله چې د دایروي حرکت د بدلون لامل کېږي، مطالعه کړو.

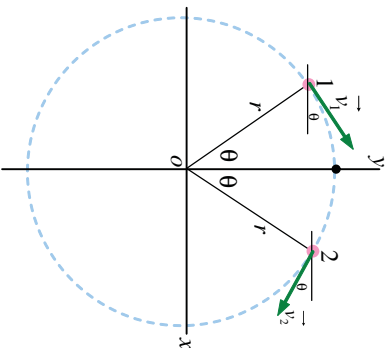
يو د دي قوي لوري او بل بي مقدار. لومړی راځي چې د دي قوي لوري مطالعه كړو. فرض كوو يو پنډوسوكی (توپ) چې د (4-14) شكل په څير له يوه تار سره تړل شوی دی زموږ د سر له پاسه په دايره بي حرکت څرخيږي. كله چې تاسو توپ ته دوره وركوئ، د رابنكلو يوه قوه په تار كې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لوري ته راكارېي. په څرگند ډول د تار په بل سر كې چې له توپ سره وصل دی، د رابنكلو دا قوه مخالف لوري يعنې د دايره د مركز په لور عمل كوي چې په لنډه توگه داسې ويلي شو:



شكل (4-14)

(ددي لپاره چې يو جسم وركولاي شي، په ثابت سرعت د يوي دايره پرمخ حرکت وكړي، يوه قوه چې لوري يې د دايره د مركز په لور وي، بايد پري عمل وكړي، تر څو نوموړی جسم د دايره د مركز په لور راوكاږي). لكه څنگه چې توپ د دايره مركز لوري ته راكښل كيږي، په لومړيو كې دا نا اشنا او غير عادي معلومېږي. چې څرنگه يو توپ چې په ثابت سرعت حرکت كوي، د تعجيل لرونکی دی. ځواب دا دی چې تعجيل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او يا د حرکت لوري بدلون ومومي.

په دايروي حرکت د حرکت كې لوري هره گړې بدلون مومي. د مركز په لور د تعجيل پايله د تعجيل الي المركز (Centripetal acceleration) په نامه يادوي چې له دي وروسته هغه په a_c نښو. راځي چې د a_c كچه د هغه جسم لپاره چې د v په ثابت سرعت د يوي دايره پر مخ r په شعاع راڅرخي، محاسبه كړو.



شكل (4-15)

يوه ذره د يوه دايره بي مسير د O له مركز سره په حرکت كې دی. ذره ثابتته ده، خو سرعت يې په ثابت ډول د بدلون په حال كې دی.

(4-15) شکل یو دایره یی مسیر د دایرې له مرکز سره د وضعیه کمیټونو په مېلاکې ښيي. پر دایرې باندې د P په نقطه کې د تعجیل د حسابولو لپاره لومړی منځنی تعجیل \vec{a}_{av} د 1 له نقطې څخه د 2 تر نقطې پورې په دې ډول لاسته راوړو.

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

لحظه یی تعجیل د P په نقطه کې عبارت دی د $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ له لیمت څخه، کله چې د 1 او 2 نقطې یو له بل سره څیرې نژدې شي. یو ځل بیا پورتنی شکل ته وګورئ، لیدل کېږي چې \vec{v}_1 او θ زاویې افقي خط له پاسه او \vec{v}_2 په همدې θ زاویې له افقي خط لاندې واقع دی. دواړه v_1 او v_2 د هغه کچې لرونکي دي چې په لاندې توګه دواړه وکتورونه کولای شو ولیکو:

$$\vec{v}_1 = (v \cos \theta) \hat{x} + (v \sin \theta) \hat{y}$$

$$\vec{v}_2 = (v \cos \theta) \hat{x} + (-v \sin \theta) \hat{y}$$

د پورتنیو اړیکو د پایلې له تفریق څخه \vec{a}_{av} دا ډول لاس ته راوړو:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_2}{\Delta t} = \frac{-2v \hat{y}}{\Delta t}$$

په یاد ولرئ چې د \vec{a}_{av} لوري د P په نقطه کې د دایرې د مرکز په لوري دی. د محاسبې د بشپړولو لپاره Δt (هغه زمان چې جسم د 1 له نقطې څخه د 2 نقطې ته ځي) ته اړتیا لرو. لکه څنګه چې د جسم سرعت، v او $d = r(2\theta)$ دی، وهل شوي فاصله د 1 له نقطې څخه تر 2 نقطې پورې دی په نوموړې رابطه کې θ په رادیان اندازه کېږي، په پورتنۍ رابطه کې د d په وضع کولو سره، Δt د r څخه په لاس راوړو:

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{2r\theta}{v}$$

د له پرته کولو او د Δt قیمت چې په پورته \vec{a}_{av} ډول حاصل شوی، لرو:

$$\vec{a}_{av} = \frac{-2v \hat{y}}{\frac{2r\theta}{v}} = -\frac{v^2}{r} \hat{y}$$

د P په نقطه کې د \vec{a} د پیدا کولو لپاره راځئ چې د 1 او 2 نقطې د P نقطې ته نژدې حده نژدې کړو چې صفر ته تقرب وکړي. (ناسو پوهیږئ کله چې θ زاویه صفر ته تقرب وکړي، نو په هغه صورت کې چې $\sin \theta / \theta$ نسبت د 1 په لور تقرب کوي) یعنې:

$$\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\hat{y}}{\theta} = 1$$

بالاخره لحظه یی تعجیل د P په نقطه کې عبارت دی له: $\vec{a} = -\frac{v^2}{r} \hat{y} = -a_c \hat{y}$

لکه څنگه چې وویل شول، د تعجیل لوری د دایرې د مرکز په لوري او لیدل کېږي چې مقدار یې لکه $a_c = \frac{v^2}{r}$ دی. اوس پورتنۍ پایلې دا ډوله خلاصه کوو:

کله چې یو جسم د (۱) په سرعت په دایره یي مسیر د (r) په شعاع حرکت کوي، الې المرکز تعجیل یې عبارت له $a_c = \frac{v^2}{r}$ څخه دی. یوه قوه باید پر جسم عمل وکړي ترڅو نوموړي جسم ته دایره یي حرکت ورکړي. د یو جسم لپاره د m د کتلې په لرلو، د محصله عاملي قوې کچه په دې ډول د لاندې رابطي له مخې ټاکل کېږي:

$$F^2 = ma_c = m \frac{v^2}{r}$$

د دې قوې لوري د دایرې د مرکز په لور موجه دی. باید پوه شو چې الې المرکز قوه ټولې کولای شي، په یو شمیر ډیرو لارو منځ ته راشي. د بیلګې په توګه ټولې قوې په پورتنۍ توګه د یو نار رابنګل دي، بنایي د اصطکاک له امله د سرک او موټر د ټایرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په یو سرک کې دوره وهي). کېدای شي د جاذبي داسې قوه وي چې د مصنوعي سپوږمۍ د څرخیدو او یا د ځمکې په شاوخوا د سپوږمۍ د دوران نسبت وي. نو ټولې عبارت له معني قوې څخه دی چې باید شتون ولري ترڅو د دایره یي حرکت سبب وګرځي.

4-5: د اصطکاک قوه

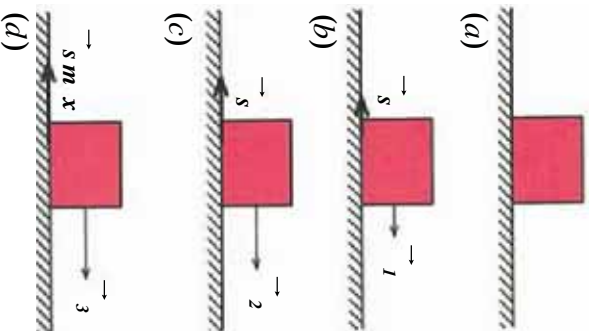
په پخوانیو ټولګیو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول اشنا شوی. ورځنۍ تجربې ښيي چې که چېرې یوه ګوله د افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې ګوله د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودرېږي، په داسې حال کې چې د نیوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګوله باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي. اوکه چېرې یوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کېږي چې د زمان په تیریدو د رقاصي واټن له عمودي خط څخه ورو وکمیږي او په پایله کې رقاصه درېږي. اما د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د پتانسیل انرژي د بدلیدو دلیل په حرکتی انرژي باندې او د هغې برعکس، باید د نوموړې رقاصي اهتزاز له عمودي خط څخه په عین واټن په متناوبه توګه یا د تل لپاره تکرار شي او کموالی په دې واټن کې همیځکله ونه کتل شي. په افقي سطحې باندې د ګولې له ساکن کیدو او له عمودي خط څخه د رقاصي د واټن د کمیډو پایله ترلاسه کېږي چې حتما د هغو د حرکت د لوري په خلاف یوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وايي.

د اصطکاک قوه هغه مهال منځ ته راځي، چې یو جامد جسم پر بل جامد جسم، د مایع او یا ګاز په منځ کې حرکت وکړي. د اصطکاک قوه په دوو حالتونو کې څیږو.

1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښی دی، رابنګل کېږي، خو ساکن پاته کېږي په دې حالت کې، د اصطکاک قوه د ستایکي (سکون) اصطکاک قوې په نامه یادوي.

2. جسم نسبت هغه سطحې ته چې ورباندې دی، په حرکت کې وي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه دینامیکي (حرکي) اصطکاک قوه نوموي. په لاندې ډول هر یو تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - سکون (ستاتیکی) اصطکاک، د جامداتو ترمنځ اصطکاک چې ټوله بل سره په تماس کې دي، د دې له امله منځ ته راځي چې د اجسامو د تماس سطحه هېڅکله اواره او مسطح نه وي. له دې امله کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ رابنګل کېږي، په دې حالت کې د نوموړو اجسامو سطحې یو د بل له پامه اصطکاک تولیدوي.



اوس فرض کړئ یو جسم د (d) د شکل په څیر، د یوې افقي سطحې پرمخ د سکون په حالت کې دی. په جسم د \vec{s} قوه واردوو. په پیل کې د دې قوې کچه کوچنۍ او له سره برابره نیسو. هغسې چې جسم ساکن پاته شي. د (b) شکل، څرنگه چې جسم ساکن دی، د نیوټن د دویم قانون له مخې باید پر جسم دواړه قوه محصله صفر وي، نو له دې کبله باید د \vec{s} په څیر افقي قوه پر جسم وارده شوي وي. ترڅو د $\vec{1}$ قوې د اغیز په څنډې کولو سره، د جسم د حرکت د تعجیل نیولو مخه نیول شوې وي.

(4-16) شکلونه

د \vec{s} قوه د اټکاء سطحه پر جسم واردوي. دې قوې ته، «د ستاتیکی اصطکاک قوه» وایو.

$$a = -\frac{m}{m}$$

$$a = 0$$

$$1 - s = 0 \Rightarrow s = 1$$

که په همدې ترتیب سره د $\vec{1}$ قوې کچه ور زیاته شي او د $\vec{2}$ کچې ته یې ورسوو، په دې حالت کې، که چېرې جسم همدارنگه ساکن پاته شي، استدلال له مخې دي، پایلې ته رسیږو چې د اصطکاک ستاتیکی قوه هم زیاتېږي او له $\vec{2}$ سره برابره شوي ده، له دې امله د \vec{s} قوې په زیاتولو سره د ستاتیکی اصطکاک قوه هم زیاتېږي.

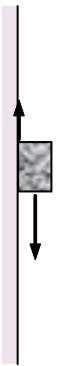
که چیري په همدې ترتیب د \vec{F}_2 قوي کچه ورزیاته کړو او په \vec{F}_3 یې ونښو، جسم د حرکت په بهیر کې واقع کیږي. دا په دې معنا دي چې که چیري د F_3 کچه د F_2 د قوي له کچې څخه لږڅه زیاته شي، جسم ساکن نه پاته کیږي او په حرکت پیل کوي. په دې حالت کې د اصطکاک قوي ته «د حرکت په حال د اصطکاک قوه» ویل کیږي او په F_{sm} ښودل کیږي. د نیوتن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي چې په وروستي حالت کې $F_{sm} = F_3$ دی او همدارنگه د اصطکاک کچه د حرکت پر مهال کولای شو، له لاندې رابطې څخه لاس ته راوړو: $F_{sm} = \mu_s \cdot F_N$.

په دې رابطه کې F_N د اتکاء عمومي قوه ده، F_{sm} د ستاتیکی په اصطکاک ضریب نومېږي چې د هغو سطحو یو له بله سره په تماس کې دي، د هغو د نوعیت او طبیعت تابع دي. F_{sm} یو فزیکي کمیت یې له واحد دی. ولی؟

یادونه: د a رابطه یوازې په هغه حالت کې سمه ده چې جسم د حرکت په حال کې وي. له دې کبله د ستاتیکی اصطکاک پخپل وارد « F_{sm} » له کچې څخه کوچنی او زیات حد (Maximum) یې برابر له $F_{sm} \leq \mu_s \cdot F_N$ دی.

مثال: یو جسم له 10kg کتلې سره د افقي سطحې پرمخ $F_s = 0.4$ ستاتیکی اصطکاک له ضریب سره په 25 نیوتن قوي سره راکاږو، خو په خوځول قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوتن د قانون له مخې څومره وي؟

$$\left. \begin{aligned} m &= 10\text{kg} \\ \mu_s &= 0.4 \\ F_s &= 25 \\ V &= 0 \end{aligned} \right\}$$



شکل (4-17)

حل: څرنگه چې د F د قوي په واردولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاته کیږي، په پایله کې د اصطکاک څرگنده شوي قوه هم د ستاتیکی اصطکاک قوه ده. په دې حالت کې لرو چې:

$$F_s = 25 \Rightarrow F_s = 25$$


پوښتنه:

په مداخل شکل کې یو جسم له 2kg کتلې سره د افقي سطحې پرمخ قرار لري او د F_1 او F_2 قوي چې د هرې یوې کچه 5 نیوتن ده، پر جسم واردېږي، جسم د حرکت په حال کې دی. د جسم او افقي سطحې ترمنځ د ستاتیکی اصطکاک ضریب پیدا کړئ.

$$= (10 \times 2)$$

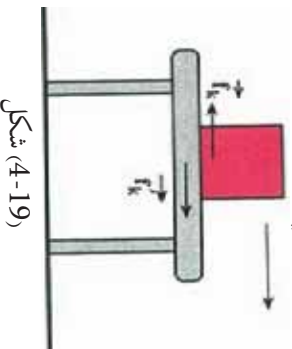


شکل (4-18)

د حرکتی (دینامیکی) اصطکاک قوه: فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقي سطحې پرمخ راکاږي. که چېرې صندوق نور نه راکاږي، گورئ به چې سرعت یې ورو، ورو کمېږي او خو شېبې وروسته درېږي. که چېرې موټر چې د افقي سطحې پرمخ د حرکت په حال کې دی، برک نیسي، له لږې مودې وروسته موټر درېږي. دې ته په پام کولو سره چې قوه، د سرعت د بدلون لامل دی، باید یوه قوه د جسم د حرکت په خلاف لوري، په جسم وارده شوې وي. دا قوه اصطکاک له حرکتی (دینامیکی) قوې څخه عبارت ده. کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ حرکت وکړي، د هر جسم د تماس سطحې ته موازي یوه قوه، د یو جسم پر جسم بل وارديږي چې د اصطکاک ډینامیکي (حرکي) قوه نومېږي. په دې ځای کې هم د پورته رابطې په څیر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot F_N$$

μ_k عبارت دی، د دینامیکي (حرکي) اصطکاک له ضریب څخه.



شکل (4-19)

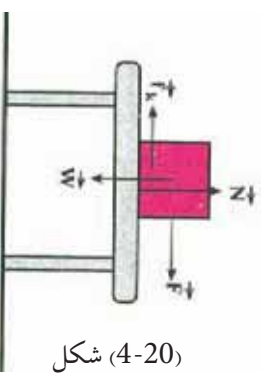
بحث وکړئ:

د تیرلگي په بیلابیلو ډولګې «د ستاتیکي اصطکاک او حرکتی اصطکاک قوو ترمنځ توپیر» په هکله پخپلو کې بحث وکړئ او پایله یې پرلگوالته واورئ.

مثال: یو جسم په $12kg$ کتلې سره د یو تڼاب په مرسته چې ورسره وصل شوی دی، د افقي سطحې پرمخ راکاږو، که چېرې د افقي تڼاب لوری، د دواړو جسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکتی اصطکاک ضریب مساوي له 0.25 سره وي. پر جسم وارده شوې حرکتی اصطکاک قوه څو نیوتونه ده؟ ($g = 10m/s^2$ سره فرض کړئ).

حل: پر جسم واردي قوې په لاندې شکل کې ښودل شوي دي. څرنگه چې جسم د افقي سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوتن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي، چې پر جسم وارده قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دی:

$$\begin{aligned} - &= 0 \\ &= mg \\ &= 120 () \\ &= \mu_k \cdot F_N \\ &= 0.25 \times 120 \\ &= 30 () \end{aligned}$$



شکل (4-20)

مثال: په مخکښې مثال کې، که چېرې تباب په $36 =$ قوې سره کش کړو، د حرکت تعجيل به څومره وي؟

حل: د تعجيل د محاسبې لپاره د نیوټن له دویم قانون څخه گټه اخلو. پر جسم د وارده شوو قوو محصله برابر ده له:

$$\begin{aligned} k &= 30 \\ &= 36 - 30 = 6 \\ a &= \frac{6}{m} \Rightarrow a = \frac{6}{12} = 0.5 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

تمرین:

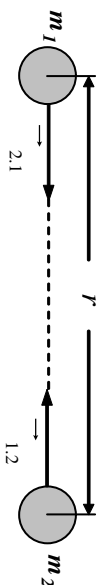
په مخامخ شکل کې، جسم له 4 m/s^2 تعجيل سره د حرکت په حال کې دی. که چېرې د جسم کتله 20 kg وي، د حرکې اصطکاک ضریب يې پيدا کړئ.



4-6: د نیوټن د جاذبي قانون

ایا تر اوسه مو له خپله ځانه پوښتلې چې ولې کله چې یو جسم پورته خواته غورځوو، پس له یوې مودې څخه بیرته ښکته لویږي؟ او یا ولې اوبه په ویا لوکې مخ ښکته حرکت کوي؟ له پخوا زمانو څخه، بشر پوهیده چې ځمکه، خپل نژدې جسمونه د ځان په لور راکاږي، دې قوې ته د جاذبي قوه وايي. نیوټن انګلیسي پوه (عالم) د جاذبي د قانون په بیانولو سره وښودله چې قوه، د دواړو جسمونو ترمنځ شتون لري. د نیوټن د جاذبي د قانون له مخې دواړه کتلې، په یوه وخت یو بل جانیوي. نیوټن د جاذبي قانون په لاندې توګه بیان کړ: «د دواړو ترمنځ د جاذبي قوه د دواړو ذرو د کتلو د ضرب له حاصل سره مستقیم نسبت او د هغو ترمنځ د واټن له مربع سره معکوس نسبت لري» که چېرې د m_1 او m_2 دواړو ذرو د کتلو ترمنځ واټن له لاندې رابطې سره سم له r سره برابروي، د جاذبي قوې (F) کچه د دواړو ذرو ترمنځ له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

$$\begin{aligned} \rightarrow & F_{1,2} = - \rightarrow & \Rightarrow & \text{عمل او غبرګون (عکس العمل)} \\ & & & \\ & & & (1) \end{aligned}$$



شکل (4-21)

په دې رابطه کې G د جاذبي نړيوال ثابت نومېږي، په SI سيستم کې د کلي داندازه کولو واحد، کيلوگرام (kg)، د قوې د اندازه کولو واحد، نيوتن (N). د فاصلې د اندازه کولو واحد، متر (m) دی، نو G مساوي دی له: $m^2 \cdot 6.67 \times 10^{-11} \frac{kg^2}{kg^2}$

مثال: دوه جسمونه له $5kg$ او $12kg$ کتلو سره په يو مترې واټن کې يوله بله لرې واقع دي، د هغو ترمنځ د جاذبي قوه محاسبه کړئ.

$$\text{حل:} \Rightarrow 4 \times 10^{-9} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{5 \times 12}{1^2} = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

لکه څنگه چې پورتنی مثال راښيي، د جاذبي قوه د دوو جسمونو ترمنځ له وړوکتلو سره، صرف د جاذبي قوه راښيي.

پوښتنه:



د ځمکې کتله تقريباً $6 \times 10^{24} kg$ او د ځمکې شعاع تقريباً $6.4 \times 10^6 m$ دی، د ځمکې د جاذبي قوه چې پر تاسو واردېږي، څو نيوتنه ده؟ (ددې قوې د محاسبې لپاره، د ځمکې کتله د ځمکې پر مرکز متمرکز فرض کړئ.

د وزن قوه - د جاذبي تعجيل

په دويم څپرکي کې، د اجسامو د ازاد سقوط په بحث کې، پوه شوی چې د ازاد سقوط په حرکت کې تعجيل، د ټولو جسمونو لپاره يو شان اوله g سره برابر دی، هغه قوه چې د دې تعجيل د منځ ته را تلو لامل کېږي، د نيوتن له دويم قانون څخه يې په دې توگه محاسبه کوو.

$$(2) \quad \Rightarrow ma = mg \dots \Rightarrow a = g$$

له بلې خوا پوهېږو چې د وزن قوه، د جسم د سقوط سبب گرځي. که چېرې د وزن قوه په W وښو، (2) رابطې ته په پام کولو به ولرو: (3) $\Rightarrow mg \dots$

د وزن قوه عبارت له جاذبې قوې څخه ده چې ځمکه يې پر جسم واردوي، که چېرې د ځمکې کتله او شعاع په ترتيب سره په M_e او R_e وښو، د (1) رابطې څخه به گڼې اخيستلو کولای شو، د جسم وزن، يعنې پر جسم د ځمکې د جاذبي قوه دا ډول حساب کړو.

$$(4) \quad \Rightarrow = \frac{m \cdot}{2} \dots$$

(3) او (4) روا بطو له پر تله کولو دا پایله لاس ته راځي:

$$(5) \quad \Rightarrow g = \frac{m \cdot}{2} \dots$$

نوٽ: خو مره چي د خمڪي له سطحي څخه لري شو، د g ڪجهه ڪمپري، ڪه چيري د خمڪي له سطحي څخه د h په ڪيفي ارتفاع ڪي، g او g' سره برابر فرض ڪرو، نو و به لرو:

$$g' = \frac{g}{(1+h)^2}$$


ڇيڙه وکري:

ڇيڙه وکري چي د جاني نروال ضرب G دلوري، حل لپاره د چالخوا محاسبه شو، د هغه د کار طريقي په لنډه توگه ٿوري ڳالهه ته رپورٽ ورکري.

پو پڻه:



خمڪي د G قيمت د (1) رابطي په مرسته محاسبه شوه. هي ته په پام ڪولو سره چي د g منڃي، ڪجهه د خمڪي په سطحي ڪي، د 9.8 m/s^2 په شاوخوا او د خمڪي شعاع $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ هي. د خمڪي ڪله محاسبه ڪري.

پراشوت



شڪل (4-22)

د پراشوت د حرڪت د مطالعه ڪولو لپاره پڪار دي، چي د يو جسم آزاد سقوط چي د سقوط پر مهال بي تعجيل د خمڪي په فضاڪي د هوا د مقاومت دشتون له امله په تغير ڪي دي، مطالعه ڪرو.

يو هوا باز له پراشوت څخه په دي موزخه گهٽه اخلي چي د هوا د مقاومت يوه ستره قوه بي گلي وي ترڅو وڪولاي شي، د خپل وزن له قوري سره موزانه منڃ ته راوړي اوهغه پورته خواته راکاڙي. (د رابنڪلود دي قوري ڪجهه حتي ڪه پراشوت خلاص هم نه وي، د صرف نظر ورتنه ده، په دي ڊول حالت ڪي به، هوا باز له ڊبر سرعت سره سقوط وکري). پورته خواته د مقاومت د رابنڪلو قوه چي پر يوه جسم د سقوط په حال ڪي به هوا ڪي وارڊيري (له دي وروسته به دا قوه په F_d وڻيوي)، د جسم د سرعت له زياتيدوسره په ائو مائيڪ ڊول زياتيري او ڪجهه بي د جسم د سرعت له مربع سره متناسب وي يعني: $d = bv^2$

د b قيمت ثابت دي، د جسم د اندازي او شڪل سره اړوند وي اود مقاومت د قوري لوري د حرڪت د لوري مخالف وي. خرنگه چي د سرعت له زياتيدو سره، د مقاومت قوه زياتيري، نو ڪله چي د رابنڪلو د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دي حالت ڪي به خامضا سقوط ڪونڙاڪي، جسم د تعادل په وضعيت ڪي واقع شي. هغه سرعت چي د مقاومت د قوري ڪجهه په ڪي د جسم له وزن سره مساوي ڪيري، د جسم د حالي سرعت په نامه ياديري. ڪله چي د جسم سرعت د يو حد سرعت ته نڙدي ڪيري، تعجيل ڪوچني او ترٿولو ڪمپري. ڪله چي جسم حالي سرعت ته رسيڙي، تعجيل بي صفر ڪيري.

که حلدی سرعت په V_1 وښیو، لکه څنګه چې د مقاومت د قوې کچه په دې سرعت کې د جسم له وزن سره مساوي ده، نو له دې کبله کولای شو ولیکو: $d = mg = bV_1^2 \Rightarrow b = mg/V_1^2$

نو له دې امله د هر اختیاري سرعت لپاره لیکلای شو: $d = mg \frac{V^2}{V_1^2}$

د جسم حلدی سرعت د هغه د کچې شکل او کتلې سره اړوند وي. لاندې جدول د څو جسمونو حلدی سرعت د بیلګې په ډول ښيي.

جسم	حلدی سرعت (m/s)
د چرګ بڼکه	0.5
د واورې دانه	1
د باران څانګې	7
هوا بارزله واز پراشوت سره	5-9
الوتنګې عقاب	50-60
هوا بارز له الوتنګې پراشوت سره	80
مرمی	100

مثال: دوه هوا بازاران چې یو ډول پراشوتونه لري او کتلې یې (د پراشوتونو په ګډون) g او $82.0g$ دي. کوم هوا باز حلدی زیات سرعت لري او د حلدی سرعتونو نسبت یې څو دی؟

د مثال حل لپاره لارښوونې:

څرنګه چې پراشوتونه یو ډول دي، نو هیله داده چې په یو ټاکلي سرعت باید د مقاومت رابنګونو کې قوې کچه پر دواړو پراشوتونو یو ډول عمل وکړي. هغه هوا باز چې وزن یې زیات دی، د دې لپاره چې د مقاومت قوه یې د هغه له وزن سره برابره وي، ژر سقوط وکړي. له دې امله د g 82.0 هوا باز باید ډېر حلدی سرعت ولري. د حلدی سرعتونو نسبت د ټاکلو لپاره، په پیل کې بیا مو چې څرنګه حلدی سرعتونه د کتلې مربوط کېږي، وروسته به په دې سرعتونو کار وکړو.

حل: د V_1 په حلدی سرعت کې د مقاومت قوه باید د جسم له وزن سره مساوي وي یعنې:

$$mg = d = bV_1^2$$

خرنگه چې پراشوتونه یو ډول دی، گورو به چې د b ثابت قیمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله $V_1 \propto \sqrt{m}$ ، نو دروند هواپاز حلدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، باید چټک حرکت وکړي. نو د حلدي سرعتونو نسبت به یې په دې ډول وي:

$$\frac{V_{12}}{V_{11}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{82,0 \text{ g}}{62,0 \text{ g}}} = 1,15$$

د g 82,0 وزن لرونکي هواپاز حلدي سرعت د کم وزنه هواپاز له 1,15 چنده حلدي سرعت سره برابر دی یعنې 15 یې چټک حرکت کېږدی.

مباحثه: د g 82,0 هواپاز 32 دروند دی، ځکه: $\frac{82,0 \text{ g}}{62,0 \text{ g}} = 1,32$ خو حلدي سرعت فقط 15 ډېر دی او لامل یې دا دی چې د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقیماً متناسب دی یعنې همدا 15 ډېر سرعت، د مقاومت قوه 32 زیاتوي، یعنې: $(1,32)^2 = 1,74$

تمرین

یو پیلوټ خپل ځان له پراشوت سره د ځمکې د سطحې له 2000m ارتفاع څخه له خپلې الوتکې غورځوي. که چیرې د پیلوټ مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چې پیلوټ حلدي سرعت ته رسېږي، څومره ده؟

مثال: د باسکتبال یو توپ له پوړلوږ تعمیر څخه راخوښې کېږي.

a- د توپ لومړنی تعجیل په هغه وخت کې چې توپ خپل سرعت ته رسېږي څومره دی؟

b- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې توپ خپل حلدي سرعت ته رسېږي حساب کړئ.

c- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې سرعت یې د حلدي سرعت نیمایي ته رسېږي پیدا کړئ.

د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د γ مثبت محور انتخابو تر څو د معمول په شان یې نقطې د پورته په لور پرمخ په نښه کړو. څرنگه چې توپ د سکون له حالت څخه غورځول کېږي، نو له دې امله هغه یوازینی قوه چې د غورځولو په لومړۍ شیبه کې پرې عمل کوي، د ځمکې د جاذبې قوه ده په دې شیبه کې چې سرعت صفر دی، د هوا د مقاومت قوه هم صفر ده. کله چې توپ په حرکت کې دی، د مقاومت قوه پر جسم په وارده متوجه قوه کې ونډه لري.

حل:

a. څرنگه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجیل مساوي د ازاد سقوط له تعجیل سره دی، یعنې:

$$\vec{a} \rightarrow (a = g)$$

b. کله چې توپ خپل حلدي سرعت ته رسېږي، د مقاومت د قوي کچه مساوي د توپ له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کې عمل کوي او څرنگه چې په دې حالت کې پر توپ متوجه قوه صفر ده. نو تعجیل په حلدي سرعت صفر وي، یعنې: $a = 0$

C. کله چې په نیم حدي سرعت کې د غورځیدو په حال دی، د مقاومت قوه مهمه ده، خو دا قوه د توپ له وزن څخه کمه ده. محصله قوه په ښکته لور او د دې له مخې تعجیل هم (خوږه چې په کمه کچه) مخ په ښکته عمل کوي. پوهیږو چې د مقاومت قوه په هر سرعت کې د لاندې رابطې په مرسته ټاکل کېږي.

$$d = mg \frac{V^2}{V_1^2}$$

او همدا رنگه پوهیږو چې دا قوه د وزن د لوري خلاف په پورته لوري عمل کوي، نو منته صمودي قوه په دې ډول لیکو:

$$\sum_y = d - mg = mg \frac{V^2}{V_1^2} - mg = mg \left(\frac{V^2}{V_1^2} - 1 \right)$$

د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره لرو: $\sum_y = ma_y$ ترلاسه شوی تعجیل د قیمت د لاسته راوړلو لپاره کولای شو چې ولیکو:

$$ma_y = mg \left(\frac{V^2}{V_1^2} - 1 \right) \Rightarrow a_y = g \left(\frac{V^2}{V_1^2} - 1 \right)$$

په یوه وخت کې سرعت مساوي له نیم حدي سرعت سره دی، یعنې: $\frac{V^2}{V_1^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{V^2}{V_1^2} = \frac{1}{4}$

$$a_y = g \left(\frac{1}{4} - 1 \right) = -3/4 \times g$$

نود توپ تعجیل $a = 3/4g$ او د $a = g$ دواړه لوري مخ په ښکته دي.

مباحثه: څرنگه کولای شو، پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دی؟ که چېرې موږ د جسم په حدي سرعت په اټکلي ډول پوه شو، په هغه وخت کې به پوه شو چې خوږه د جسم سرعت د هغه د حدي سرعت پرتله لږ وي، په هماغه کچه د هوا مقاومت تر ډېره د صرف نظر وړ نه وي.

فعالیت:



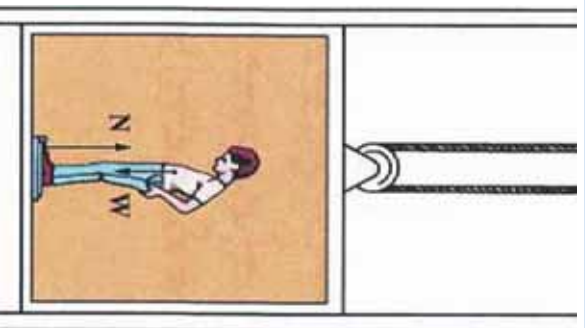
یو لور یا یو اوچت محل ته وختیږئ، پر یوې زینې پورته شئ اوله هغه ځایه یو توکری، ښکله کاغذ لکه د یکې کاغذې، جامګې او یوه پنځه افغانیګې سسکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سسکې په وړاندې د صرف نظر وړ دی، خو دا چې له ډیرې لوړې ارتفاع څخه خوشې شې. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذې توکری، په وړاندې ډېر د پام وړ دی او توکری تدریاً یو نا ځایه خپل حدي سرعت ته رسېږي. څو کاغذې توکری (له دوزنه تر څلورو دانو) سره یوځای کړئ او هغوی له لومړني توکری سره یوځای خوشې کړئ. څه به وګورئ؟ د کاغذې توکریو حدي سرعت زیات دی؟ ولې؟



اوس يوه پوکړی کاغذ کولو له کړی او بیا هغه په یو وخت له سسکې سره خوشې کړی. و به گوری په داسې حال کې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرنې وړ دی. ولې؟
 په دې هکله په ډلگۍ بحث وکړئ او لاندې شکل ته چې یو ستر ویو سکوپیک تصویر دی او د دوو جسمونو سقوط په هوا کې له ډېر توپیري حلې سرعتونو سره ښیي، وگورئ، او په مرسته یې د هغه فعالیت په هکله چې ترسره کړی مو دی، په ډلگۍ بحث او مناقشه وکړئ (تصویرونه په زمانې وقفو 1، 15، 1 کې عکاسي شوي دي)
 شکل (4-23)

4-7: لفت

لغت څه شی دی؟ ایا تراوسه موله ځانه پوښتنه کړې ده چې لغت د فزیک له نظره څنگه کار کوي؟ کله چې د لغت د نښه یاست او لغت د V په ثابت سرعت پورته او یا ښکته حرکت کوي، څه پېښیږي؟ او که چیرې لغت د a په ثابت تعجیل په حرکت پیل وکړي، څه پېښیږي؟ او ... دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به د دې لوست په پای کې هغو ته د ځواب ورکولو وړتیا ترلاسه کړئ.



پورته پوښتنو ته د ځواب ورکولو لپاره، لاندې مثال ته پام وکړئ:
 فرض کړئ چې یوتن د m له کتلې سره د لغت د نښه یوه پوره فزري تله ولاړ دی. پرفزري تلي د واردې قوې کچه په لاندې دريو حالتونو کې تر مطالعي لاندې نيسو:

شکل (4-24)

- 1- که چیرې لغت ساکن وي: په دې حالت کې خرنګه چې لغت ساکن دی، په پایله کې د حرکت تعجیل به صفر وي. پر شخص واردې قوې په (4-24) شکل کې ښودل شوي دي، نو د نیوتن دویم قانون له مخې لیکلای شو:

$$a = 0$$

$$= - = 0$$

$$= mg \dots \dots \dots (1)$$

په دې حالت کې داسې پایله ترلاسه کولای شو چې: کله چې یوتن د لغت د نښه دی اود لغت تعجیل صفر دی، فزري تله یوازې د جسم د وزن قوه یعنې mg رانښيي.

2 - لفت د a په ثابت تعجيل پورته لوري ته په حرکت پيل کوي: په دې حالت د حرکت تعجيل د a په اندازه مخ په پورته دی او د نيوتن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو وليکو چې:

$$\begin{aligned} &= ma \\ - &= ma \\ -mg &= ma \\ &= ma + mg \\ &= m(a + g) \dots\dots (2) \end{aligned}$$

3 - لفت د a ثابت تعجيل په لرلو بڼگنه لور په حرکت پيل کوي: په دې حالت کې هم، د حرکت تعجيل د a په کچه مخ په بڼگنه دی (د حرکت مخ بڼگنه لوري مثبت په نظر کې نيسو) او د نيوتن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو وليکو چې:

$$\begin{aligned} - & ma \\ mg - &= ma \\ &= mg - ma \\ &= m(g - a) \dots\dots (3) \end{aligned}$$

نوټ: د پورتيو درو حالتونو ته په پام کولو سره کولای شو، پایله ترلاسه کړو: «کله چې لفت ساکن دی او يا له ثابت سرعت سره حرکت کوي، هغه عدد چې فزري تله يې نښي، د شخص له ريښتني وزن سره برابری، يعنې: $(=)$. کله چې لفت له ثابت تعجيل سره مخ پورته حرکت کوي، هغه عدد چې فزري تله يې نښي، د شخص له واقعي وزن څخه ډير دی، يعنې $(>)$ ، کله چې لفت د مثبت تعجيل په لرلو سره مخ په بڼگنه حرکت کوي، هغه عدد چې فزري تله يې نښي د شخص له ريښتني وزن څخه کم دی، يعنې: $(<)$.

مثال: يوتن له 70kg کتلې سره د لفت د دننه ولاړدی، هغه عمودي قوه چې د لفت قاعده يې پر شخص واردوي، په لاندې حالاتو کې محاسبه کړئ.

- a- لفت ساکن دی
 - b- لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.
 - c- لفت په $2m/s^2$ ثابت تعجيل پورته خوا ته په حرکت پيل کوي، $g = 10\text{ m/s}^2$ دې فرض شي
- حل:** (a) څرنگه چې لفت ساکن دی، د حرکت تعجيل صفر دی او په پایله کې:
- $$\begin{aligned} &= - = mg \\ &= mg \\ &= 70 \times 10 = 700 \end{aligned}$$

b) په دې حالت کې چې لفت له ثابت سرعت سره مخ پورته خواته په حرکت کې دی، په پایله کې د حرکت تعجیل صفر دی او د a د محاسبې په څېر پایله تر لاسه کېږي چې $700 = \text{دې}$.

c) په دې حالت کې د حرکت تعجیل $12m/s^2$ او مخ په پورته خواته دي او د نیوټن دویم قانون ته په پام کولو ولرو چې:

$$\begin{aligned} - &= ma \\ -700 &= 70 \times 2 \\ &= 840 \end{aligned}$$



پوښتنه:

یو تن په لفت کې د یوې فنري تڼې د پامه ولاړ دی. د نوموړي شخص کتله 50 kg ده، په لاندې حالتونو کې فنري تڼه کوم عدد نښي:

- a- لفت له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته خواته حرکت کوي.
- b- لفت له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ ښکته خواته حرکت کوي.
- c- لفت په ثابت سرعت حرکت کوي.

د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدارونه

لکه څنګه چې پوهیږو، مصنوعي سپوږمۍ د ځمکې په شاوخوا کې تقریباً د یوه دایره یي مسیر پر مخ حرکت کوي. اوس فرض کړئ چې یو سړی د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دی ستاسو له نظره نوموړي سړی خپل حرکت نسبت ځمکې ته څنګه ویني؟ کومې قوې په مصنوعي سپوږمۍ عمل کوي؟



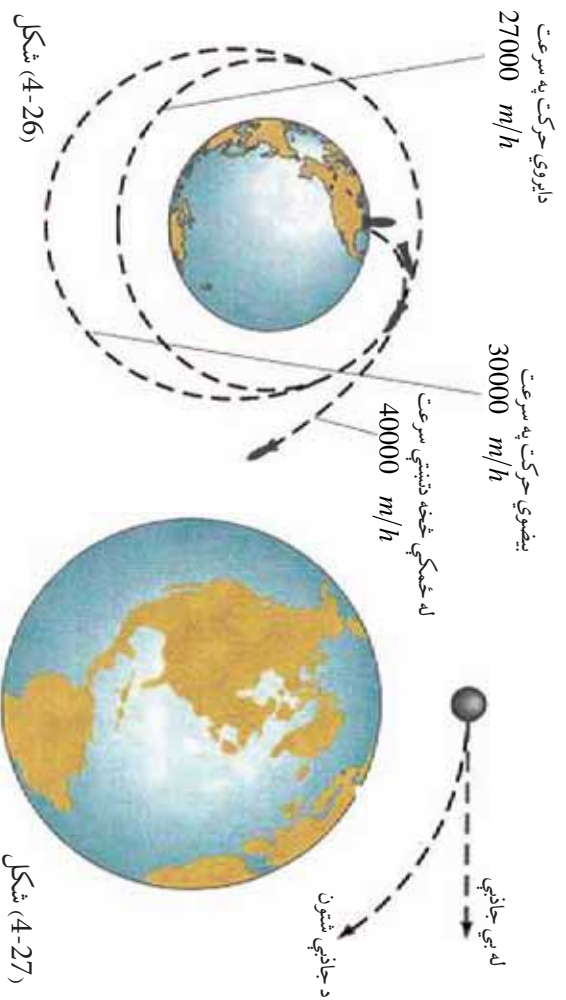
هغه سړی چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، چې مصنوعي سپوږمۍ تل له ځمکې څخه همدا یووالن لري (د دایروي مسیر له امله یې). یا په بل عبارت دغه سړي گوري چې مصنوعي سپوږمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه دی .

شکل (4-25)

نوله دي امله نوموړي سړی دې پایلې ته رسیږي چې هېڅ یوه قوه پر مصنوعي سپوږمۍ عمل نه کوي. خو هغه څه ته په پاملرنې چې د دایروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولای شو وایو چې په مصنوعي سپوږمۍ دوی قوي عمل کوي. یوه د جاذبې قوه mg او بله له مرکز څخه د تینټي قوه $m\omega^2$ ، چې دواړه قوي یوه له بلې څخه په مخالفو لورو کې دي. څرنگه چې مصنوعي سپوږمۍ د هغه سړی له نقطه نظره چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دي، ساکن دی، نوله دي امله ویلی شوي چې دوی پورتنۍ قوي یوه له بلې سره د توازن په حال کې دي. او یا په بل عبارت، دا دوی قوي یوه له بلې سره مساوي دي. یعنې:

$$m \cdot g = m \omega^2 \dots (1)$$

$$g = \omega^2$$



شکل (4-26)

شکل (4-27)

څرنگه چې $\omega = \frac{V}{r}$ دی او V د مصنوعي سپوږمۍ خطي سرعت دی، نو د قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$g = \frac{V^2}{r} \dots (2)$$

له دې څخه پایله تر لاسه کېږي هغه سړی او نور شیان د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې د حرکت پر مهال بې وزله کېږي. ځکه د (1) معادلي په اساس د مصنوعي سپوږمۍ وزن مساوي دی، له مرکز څخه تینټي قوي سره او د هغو محصله صفر ده.

د څلورم څپرکي لنډيز



- د نیوټن د حرکت قوانین، په کلاسیک فزیک کې د حرکت پېژندنې ډېر مهم قوانین دي.
- د نیوټن لومړی قانون (دعطالت یا انرشیا قانون) بیانوي چې: یو جسم د سکون حالت او د مستقیم خط پرمخ خپل حرکت ساتي، خو کله چې د یوې قوې تراغېزې لاندې، د خپل حالت تغییر ته اړ کړای شي.
- مصنوعي سپوږمکۍ چې د بشر لخوا هوا ته توغول کېږي، د نیوټن له درېم، قانون څخه ګټه اخیستل کېږي.
- د نیوټن دویم قانون بیانوي چې: که چېرې پر یوه جسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجیل اخلي چې پر جسم د واده قوو له محصلې سره مستقیم نسبت او ورسره عین لوري لري او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري چې په لاندې ډول بیانېږي.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \text{یا} \quad \vec{a} = m \vec{F}$$

- د نیوټن درېم قانون بیانوي چې: هر کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واده کړي، دویم جسم هم په لومړي جسم برابر قوه په مخالف لوري واردي، چې په لاندې توګه لیکل کېږي.

$$\begin{aligned} \vec{F}_{12} &= - \vec{F}_{21} \dots\dots\dots \\ \text{له وکتوري پلوه} & \\ \text{له سکالري پلوه} & \quad F_{12} = - F_{21} \dots\dots\dots \end{aligned}$$

- د اټکاء عمومي قوه، یو له هغو قوو څخه ده چې ځانګړی قانون ورته نه لري، یعنې داسې رابطه نه شته چې په مرسته یې وکولای شو، د دې قوې کچه محاسبه کړو، لکه څنګه چې مولوسټل، د دې قوې کچه د نیوټن د دویم قانون په مرسته محاسبه کړو.

- د ستاتيکې اصطکاک قوه: جسم نسبت و هغه سطحې ته چې پرې اېښي، راکښ شوي خو، ساکن باقي پاتې کېږي، په دې حالت کې، د اصطکاک قوې ته د ستاتيکې اصطکاک قوه وايي. د ستاتيکې اصطکاک قوه د لاندې رابطې له مخې لاس ته راځي: $F_s \leq \mu_s \cdot F_n$
- کله چې جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې حرکت کوي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د حرکتې (د ډینامیکې) اصطکاک قوه وايو چې په لاندې ډول لیکل کېږي: $F_k = \mu_k \cdot F_n$

μ او μ په ترتیب سره د ستایکي او د پنامیکي اصطکاک له ضریب څخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

که چیرې د دوو ذرو کتلې m_1 او m_2 وي او د دوی تر منځ ولتن r وي، د F د دوو ذرو ترمنځ د جاذبې قوې کچه له لاندې رابطې څخه په لاس راځي: $\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} =$ پورتنۍ رابطه د نیوټن د جاذبې له قانون څخه عبارت ده چې د m_1 او m_2 دوو کتلو له حاصل ضرب سره مستقیمه رابطه او

د دې دوو کتلو ترمنځ د ولتن له مربع سره معکوسه رابطه لري:

- د وزن قوه عبارت له جاذبې قوې څخه ده چې ځمکه یې پر جسم واردوي.

- د ځمکې د جاذبې د قوې کچه چې پر جسم واردېږي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:

$$= \frac{m}{2}$$

- د مقدار د $g = \frac{g}{2}$ له رابطې څخه لاسته راځي.

- که چیرې جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع کې وي، په پایله کې پورتنۍ رابطه په لاندې شکل لیکل کېږي:

$$g = \frac{g}{(1 + h)}$$

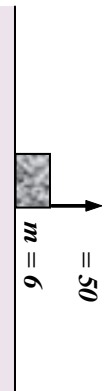
- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، سره، که چیرې لفت له ثابت تعجیل سره منځ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال \langle څخه، او که چیرې لفت له ثابت تعجیل سره منځ په ښکته حرکت وکړي، په پایله کې \langle څخه وي.

- پر مصنوعي سپوږمکیو دوي قوې عمل کوي، یوه یې د جاذبې قوه (مرکز ته د جذب قوه) او دویمه یې له مرکز څخه د تینینتي قوه.

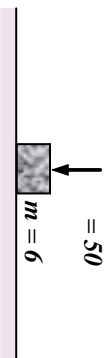
د څلورم څپرکي پوښتي

1. د نیوټن د حرکت قوانین کوم شیان بیا نوي؟
2. د نیوټن لومړی قانون تعریف کړئ او له دې قانون څخه څه پایله تر لاسه کولی شو؟
3. عطالت یا انرشیا تعریف کړئ.
4. د نیوټن دویم قانون بیان کړئ او اړیکه یې د اندازه کولو له واحدونو سره ذکر کړئ
5. د نیوټن دریم قانون تعریف کړئ.
6. یو موټر ولې په یو افقي سرک چې مخه یې کنگل دی، نشي کولای د سرک له ګولایي څخه تابعیت وکړي او د مستقیم خط په امتداد له سرک څخه منحرف کېږي؟
7. د نیوټن له لومړي قانون څخه درې مثالونه بیان کړئ.
8. پر یو جسم له $2Kg$ کتلې سره ، 20 نیوټنه قوه واردېږي:

- a- د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.
- b- که چیرې قوه، 30 نیوټنه شي، د حرکت په تعجیل کې څه ډول تغیر رامنځ ته کېږي؟
9. دوه جسمونه له m_1 او m_2 کتلو سره چې پر یوې افقي سطحې د سکون په حالت کې دي ، د یو ډول قوو تر اغیز لاندې په حرکت پیل کوي. که چیرې د t زمان له تیریدو څخه یې سرعت په ترتیب سره v_1 او v_2 شي، د $\frac{v_2}{v_1}$ نسبت محاسبه کړئ.
10. یو جسم د سقوط په حال کې دی (د هوا له مقاومت څخه تیرشي) کومې قوې پرې واردېږي؟ د دې قوو عکس العمل مشخص کړئ.
11. د نیوټن د جاذبې قانون بیان کړئ او رابطه یې ولیکئ.
12. دوه جسمونه له $2Kg$ او $5Kg$ کتلو سره یو له بل څخه په $\sqrt{6.67}$ متري واټن کې لري دي، د هغو ترمنځ جاذبې قوه حساب کړئ.
13. په لاندې شکلونو کې د اټکاء عمومي قوه حساب کړئ ($g = 10m/s^2$ دي فرض شي)



(b)



(a)

14. له شکل سره سم، یو جسم له تناب سره تړلی او هغه مو په عمومي استقامت کې ساتلی دی.
 - a- که چیرې د ستگاه له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د رابنګلو اکشش) قوه معلومه کړئ.
 - b- که چیرې د ستگاه له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ په لاندې حرکت وکړي، د تناب د رابنګلو قوه به څو نیوټنه وي؟



- c- که چیري د ستگاه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تباب د رابنډلو قوه به څومره وي؟
15. د اصطکاک دقوي د ډولونو نومونه واخلئ او څرگنده کړئ، چې دا قوي څه وخت څرگندېږي.
16. یو جسم له 20Kg کتلې سره د یوې افقي سطحې پرمخ چې ستایکي ضریب یې $\mu_s = 0.5$ سره ایښی او هغه په 25 نیوتن افقي قوې سره راکارو، خو په ښورولو یې قادر نه یو د اصطکاک قوه به د نیوتن پر بنسټ څومره وي؟

17. یو جسم د یوه فنر له څوکي سره په یو لښت کې څړول شوی دی، د جسم کتله 5Kg او د فنر ثابت $1000 / m$ دی. د فنر د اوږدوالي بدلون په لاندې حالتونو کې حساب کړئ:
- a- لفت له $3m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته په حرکت پیل کوي.
- b- لفت له $3m/s^2$ تعجیل سره مخ ښکته په حرکت پیل کوي.

- c- لفت له ثابت سرعت سره حرکت کوي.
18. غواړو یو جسم ته چې 10Kg کتله لري، $3m/s^2$ تعجیل ورکړو، د هغې قوې کچه چې باید پرې ودرده یې گرو، په لاندې حالتونو کې حساب کړئ:

- a- جسم د افقي سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه حرکت کوي.
- b- جسم پرافقي سطحه له 0.1 حرکي اصطکاک ضریب سره، په حرکت کې دی.
- c- جسم په قایم مسیر کې مخ پورته حرکت کوي.
- d- جسم په قایم مسیر کې مخ ښکته حرکت کوي.
19. د m_1 او m_2 دوه جسمونه د یوې اوازې اوصفا افقي سطحې پرمخ دي، د m_1 کتلې کچه له 10Kg او د m_2 کتلې کچه 5Kg ده، د افقي قوه چې کچه یې 30N ده، د شکل په څیر، په m_1 وادېږي، هغه په حرکت راوړي، پیدا کړئ چې د m_2 کتلې لخوا څومره قوه په m_1 کتلې باندې وادېږي؟



20. دځمکې د کړي کتله $6 \times 10^{24} \text{kg}$ او د سپوږمۍ د کړي کتله تقریباً 7.4×10^{22} او د ځمکې د کړي د مرکز واټن د سپوږمۍ د کړي له مرکز څخه تقریباً $4 \times 10^5 \text{ km}$ دی.
- a- د جاذبې قوه چې ځمکه یې پر سپوږمۍ وادوي، محاسبه کړئ او ووايي چې دا قوه سپوږمۍ ته څومره تعجیل ورکوي؟
- b- د سپوږمۍ د جاذبې قوه پر ځمکې څومره ده؟ دا قوه ځمکې ته په کومه کچه تعجیل ورکوي.

پنجم شهرگی کار، میخانیکي انرژي او طاقت



ورزش کوونکي ډیسیس بال په توپ د پوي قوي په تطبیقولو سره، په یو لور او چټک سرعت سره تعجیل اچستلو ته چمتو کوي. هغه د پوي داسې قوي په تطبیقولو سره چې برصت په نبي ښايي توپ ته په متروبو د موقعیت تغییر ورکوي، یو داسې کار په ترسره کوي چې مجموعه به یې له $(\frac{1}{2}mv^2)$ حرکتی انرژي سره مساوي، چې د توپ د سرعت ورکولو لپاره اړینه ده وي. همدې لاسته راغلي پایلې ته د رکار- انرژي) قانون وايي.

تر اوسه پوري مور د یو جسم انتقالی حرکت د نیوتن د درو قوانینو له پلوه مطالعه کړ، د پورتنیو قوانینو پر بنسټ، قوي د حرکت ټاکونکي کمیت په توگه مرکزي رول لوباو. په دې څپرکي او تردې وروستي څپرکي کې به، مور له مختلفو تحلیلونو سره د انرژي او مومنتم کمیتونو له پلوه د اجسامو د انتقالی حرکت په هکله بحث وکړو.

د انرژي او مومنتم بنسټیز اهمیت د هغو د تحفظ په ځانگړي خاصیت کې دی. یعنې هغوی په عمومي حالتونو کې ثابت پاته کېږي. د تحفظي مقادیر و شتون نه یوازې دا چې مور ته د نړۍ په طبیعت کې د ژور لیدلو قدرت راکوي، بلکې د عملي مسایلو حل ته د رسیدو بله لار مور ته رابښي. د انرژي د تحفظ او مومنتم قوانین په ځانگړي ډول د اجسامو له مختلفو سیستمونو سره چې له بیلابیلو قوو سره سرواکار لري او د هغو اړوندو مسایلو حل چې ډېر گران اویا ناشونی ښکاري، ډېر د اهمیت وړ دی. دا قوانین په پراخ طیف کې، پدیدې او پیښې د اټوم او هستوي ذرو د نړۍ د پدیدو په گډون چې نور پکې د نیوتن قوانین عملي ندي، د تطبیق وړ دی. په دې څپرکي کې به تاسو د دوو ډېرو مهمو مفاهیمو یعنې کار او انرژي د بیلابیلو ډولونو په هکله چې له میخانیک سره تړاو لري معلومات ترلاسه کړئ. دغه دوه کمیتونه اسکار دي او څرنگه چې جهت لرونکي نه دي، مطالعه یې نسبت وکتوري مقدارونو ته آسانه ده. حرکتی انرژي چې له حرکت سره اړیکې لري او ذخیره وي انرژي چې د یو جسم له موقعیت سره تړاو لري، د انرژي دوه ډولونه دي چې په دې څپرکي کې به یې مطالعه کړئ. کار، انرژي او طاقت یو له بل سره اړیکې لري. د ماشینونو ډولونه چې په ورځني ژوندانه کې ورسره سرواکار لرو، معمولاً د هغه کاري کچې له مخې چې د هغو په مرسته ترسره کېدای شي او هغه طاقت چې تولیدوي یې تشریح کېدای شي، چې ددې څپرکي په پای کې به د نوموړو مفاهیمو په هکله اړین معلومات او بللنیا ترلاسه کړئ.

هغه کار چې د ثابتې قوې په مت ترسره کېږي

د کار مفهوم څه شی دی؟ هغه کار چې د یوې ثابتې قوې پر مت ترسره کېږي، څه ډول دی؟ څنگه کولای شو کار د فزیک له مخې وڅیړو؟ د اتم توکلي په فزیک کې تریوي اندازې د کار له مفهوم سره بلل شوی، د هغه څه یادولو لپاره چې د اتم توکلي په فزیک کې مو مطالعه کړ، لاندې فعالیت ترسره کړئ.

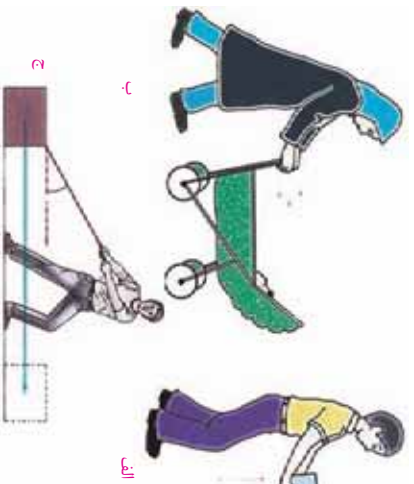
فعالیت:



هغه شمېر کارونه، چې په خپل چاپېریال کې یې ونډه او یا له هغو سره مخامخ کېږئ یوې لیکې او خپل توکلي ته یې وړاندې کړئ. ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې ځانگړنې او ګڼه عناصر شته؟ دا پوښتنه په بېلابېلو ډولو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیا یې توکلي ته وړاندې کړئ.

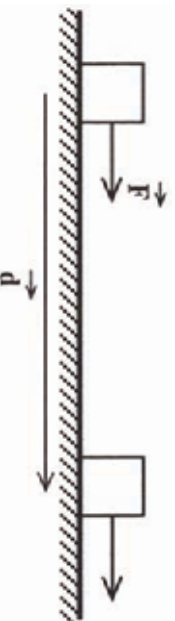
پورتنۍ ذکر شوي فعالیت ته په پام کولو سره، په کارونو کې چې ترسره کېږي، دوه ګڼه عنصرونه شتون لري.

1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوې دا عمل له امله، هغوی د حالت او موقعیت له تغیر سره مخامخ کېږي.



شکل (5-1)

لکه څنګه چې په (5-1) شکل کې یې ونډه، یو سړی پر جسم قوه واردوي او په پایله کې د جسم د مکان د تغیر سبب ګرځي. هغه څه ته په پاملرنې چې وویل شول. کولای شو ووايو چې د قوې د مرکبې ضرب حاصل د مکان د تغیر او د هغې لخوا د وړل شوي واټن په لور، پر متحرک جسم د عاملي قوې له کار څخه عبارت دی. یعنې که چېرې د (5-2) شکل په څیر، پر جسم د \vec{F} په کچه قوه ورده شي، هغه د d په اندازه له ځایه بیخپه کړي، د تعریف له مخې د F د ثابتې قوې کار عبارت دی له: $(1) \dots \dots \dots W = F \cdot d$



شکل (5-2)

د کار د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له m څخه دی چې ژول نومېږي او د [په نښې ښودل کېږي، یعنې

$$1 \cdot m = 1 \dots\dots\dots (2)$$

د CGS په سیستم کې، د کار د اندازه کولو واحد عبارت له ارگ (rg) څخه دی، چې په لاندې توګه وړاندې کېږي:

$$1 \text{ rg} = 1 \text{ dm} \dots\dots\dots (3)$$

په انګلیسي سیستم کې کار په فوت پونډ ($oat - o \text{ d}$) سره اندازه کېږي، چې په دې ډول وړاندې کېږي:

$$1 = 10^7 \text{ rg} = 0.7376 \text{ t} - 1b \dots\dots\dots (4)$$



پوښتنه: د ټولګي په مختلفو ډلو کې (4) رابطه د ډلو د غړو په مرسته ثابتې کړئ. کار عبارت له یو سکالاري کمیت څخه دی. مثلاً که چېرې په (2-5) شکل کې کار د ځای او موقعیت له خوږ پرله پسې (متوالي) بدلون سره ترسره کړو، ټول کار کولای شو د ترسره شوو کارونو له جبري مجموعې څخه د ځایونو په هر بدلون کې لاس ته راوړو.

مثال: یو تن 70 افقي قوه پر یوه جسم وارد وي او هغه د 10m په اندازه بې ځایه کوي، هغه تن څومره کار کوي؟

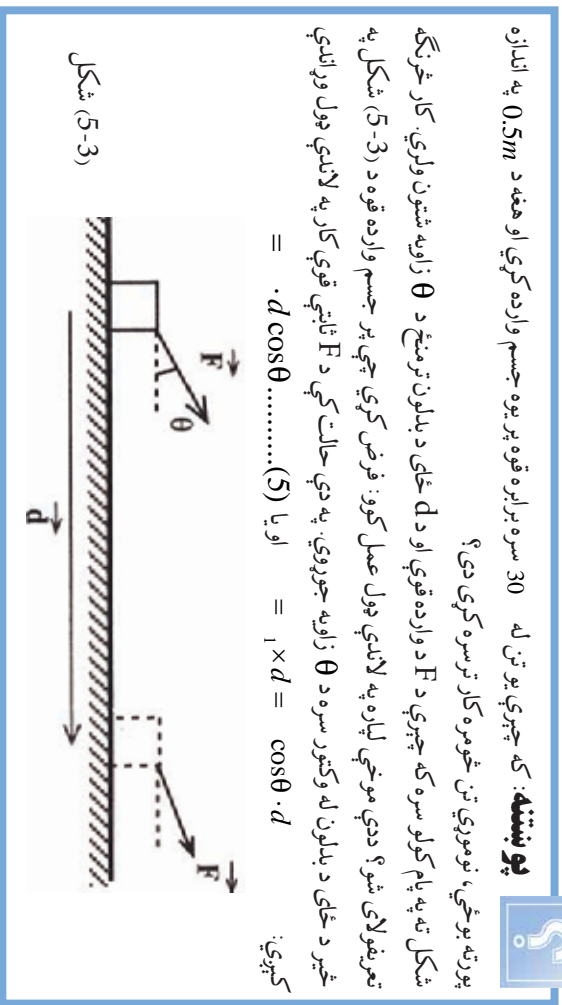
حل: له (1) رابطې څخه لرو چې:

$$= \cdot d$$

$$= (70) (10m) = 700$$



پوښتنه: که چېرې یو تن له 30 سره برابره قوه پر یوه جسم وارد کړي او هغه د 0.5m په اندازه پورته بوځي، نوموړي تن څومره کار ترسره کړی دی؟ شکل ته په پام کولو سره که چېرې د F د وارده قوې او د d ځای د بدلون ترمنځ د θ زاویه شتون ولري. کار څرنگه تعریفولای شو؟ ددې موخې لپاره په لاندې ډول عمل کوو: فرض کړو چې پر جسم وارده قوه د (3-5) شکل په څیر د ځای د بدلون له وکتور سره د θ زاویه جوړوي. په دې حالت کې د F ثابتې قوې کار په لاندې ډول وړاندې کېږي:

$$= \cdot d \quad \text{او یا} \quad (5) \dots\dots\dots \cdot d \cos\theta$$


نوت: که چیري د (5) په رابطه کې، $\theta = 0$ شي، په پایله کې د (1) رابطه به لاس ته راشي.

مثال: 10N قوه په یوه جسم د 60° زاويې لاندې واردوو د (F) قوې کار د ځای په شپږمې متري بدلون کې حساب کړئ:

$$= \cdot d \cos \theta$$

$$= (10) \cos 60^\circ = 10 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2} = \frac{60}{2} = 30$$

حل: د (5) رابطې له مخې لرو چې:

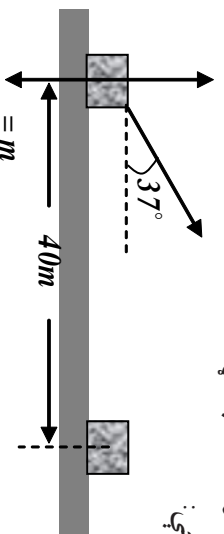
قوه کولای شي چې پریوه جسم عمل وکړي، خو هیڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسو د بښونځي خپل بکس په لاس کې ونیسئ او ودرېږي، په دې حالت کې کار نه ترسره کوئ ولې؟

مثال: یو تن له $100 =$ ثابتې قوې سره، 50Kg جسم د $40m$ په اندازه بې ځایه کوي. که چیري د زاويې د وکتور او د ځای بدلون وکتور زاویه 37° وي او د اصطکاک قوه 50 وي.

a. د هرې قوې کار چې پر جسم عمل کوي، لاس ته راوړئ.

b. پر جسم د ترسره شوي کار مجموعه حساب کړئ.

حل: شکل ته په پام کولو سره لرو چې:



شکل (5-4)

a) د W او F_{in} قوو په واسطه ترسره شوي کار له صفر سره مساوي دي، ځکه چې:

$$g = m \cdot g \cdot d \cos 90^\circ = mgd \times 0 = 0$$

$$= \cdot d \cdot \cos 90^\circ = d \times 0 = 0$$

هغه کار چې د F_p قوې په مرسته ترسره کېږي، مساوي دی له:

$$= d \cos \theta = (100) \cos 37^\circ = 3200$$

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

$$r = \cdot d \cos 180^\circ = (50) (40m) (-1) = -2000$$

b) د ترسره شوي کار مجموعه () عبارت ده له: $r =$

$$r = 0 + 0 + 3200 - 2000 = 1200$$

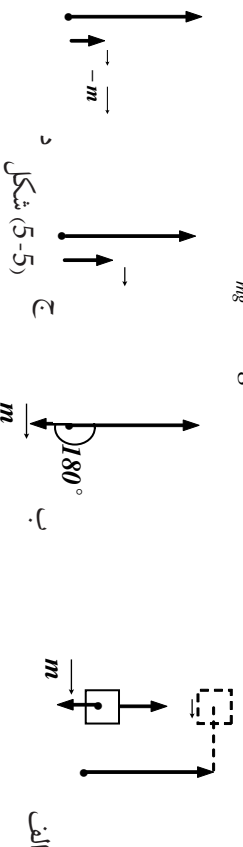
مثال: یو جسم د m له کتلې سره د (5-5) شکل سره سم د h په اندازه پورته ورو، د وزن د قوې کار

څومره دی؟

حل: په دې حالت کې د وزن او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه 180° ده.

په پایله کې:

$$mg = m \cdot g \cdot h \cdot \cos 180^\circ = mgh \quad (-1) \\ \Rightarrow mgh = mgh$$



تمرین: په شکل کې د F ثابتې قوه په (افقي امتداد کې په یو جسم د m په کتله وارديږي او هغه د یوې

سطحي پرمخ له h حرکتې اصطکاک له ضریب سره پیلخایه کوي مطلوب دی.

(a) د F قوې کار (b) د اصطکاک قوې کار (c) د عکس العمل قوې کار

(d) د وزن قوې کار (e) د قوې د محصلې کار



5-2 کار او حرکتې انرژي

د پخوانیو معلوماتو له مخې پوهیږو چې د یو جسم حرکتې انرژي د m کتله او د v سرعت له $\frac{1}{2}mv^2 =$ رابطې سره تړل کېږي.

کله چې یو توپ لومړی په عمودي ډول هوا ته غورځوو، د توپ سرعت په تدریجي توګه کمېږي. په دې معنا کې چې د توپ حرکتې انرژي د پورته تلو پر مهال کمېږي، ددې پر خلاف که چېرې توپ د سکون له حالت څخه له یو لوړ ځایه راخوشي کړو، په پایله کې د توپ حرکتې انرژي د ښکته راتلو پر مهال زیاتېږي.

مورن په ورځني ژوندانه کې په خپل چاپېریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې برک یې کوي، حرکتې انرژي یې کمېږي او.....

فعالیت:

نورې ښانګې چې د حرکتې انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپېریال کې ونیسئ، وپې لیکئ او ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

د کار او حرکتې انرژي د رابطې د ښې څیړني لپاره، یو جسم m په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کې ونیسئ. چې د وارده قوو محصله پزې ثابتې او له \rightarrow سره برابر دي او جسم ددې قوې تر اغېز لاندې د d په اندازې پر یوه افقي سطحه د مکان تغیر کوي.



شکل (5-6)

لکه څنګه چې پوهېږو د F د قوې کار له لاندې رابطې سره حسابېږي. $d = F \cdot d$ له بلې خوا د نیوټن له دوهم قانون څخه په ګټې اخیستلو کولای شو ولیکو چې، $d = m \cdot d = F \cdot d$ د قوې د اعمال له امله، د جسم سرعت د v_1 له کچې څخه (1) په نقطه کې د v_2 په کچه (2) په نقطه کې تغیر کوي او دا چې له پخوا څخه پوهېږو:

$$(1) \quad a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \quad \text{اویا} \quad v_2^2 - v_1^2 = 2ad$$

د $m \cdot g = F$ په رابطه کې ددې رابطې په ایښودلو سره لرو چې:

$$\begin{aligned} &= m \cdot a \cdot d = m \left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \right) d = m \left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \right) \\ &\Rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \dots \dots (2) \end{aligned}$$

ددې رابطې د ښې اړخ اول حد، د جسم حرکتې انرژي په (2) نقطه کې، او دوهم حذبې د جسم حرکتې انرژي په (1) نقطه کې دي.

په پایله کې که چېرې دوي حرکتې انرژي په ترتیب سره په K_2 او K_1 ونیوو لاندې رابطه په لاس راځي:

$$= \Delta k \dots \dots (3) \quad \text{او یا:} \quad k_2 - k_1$$

(3) رابطه د کار او انرژي قضیې په نامه یادېږي. او ددې قضیې له مخې پر یو جسم د محصله قوو ورکړ شوي کار د ځای په بدلون کې، د جسم د حرکتې انرژي له بدلون سره په همغه د ځای له بدلون برابر دی. ددې قضیې پر بنسټ که چېرې د محصله ثابتو قوو کار وي، $k_2 \leq k_1$ دی او حرکتې انرژي کمېږي، او همدارنګه که چېرې د محصلو قوو کار صفر وي، $k_2 = k_1$ دی او د جسم حرکتې انرژي تغیر نه کوي.



مفهومې پوښتنه: د اجسامو په حرکتې انرژي کې

- a. که چېرې د جسم کتلې دوه برابره شي، حرکتې انرژي به په څومره کچه تغیر وکړي؟
 b. که چېرې د جسم سرعت دوه برابره شي، د جسم حرکتې انرژي به په څومره کچه تغیر وکړي؟ (په ټولگي کې پرې بحث وکړئ)

مثال: یو جسم له 1Kg کتلې سره له 10m ارتفاع څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په گټې اخیستلو، وټاکئ، کله چې جسم ځمکې ته رسېږي، حرکتې انرژي یې څومره ده؟
 ($g = 10\text{m/s}^2$ فرض شي).

حل: په دې مثال کې پر جسم یوازینی وارده قوه، د وزن قوه ده او ددې قوو کار برابر دی له:

$$= \cdot d \cdot \cos\theta = m \cdot g \cdot h \cos 0^\circ = (1\text{kg})(10\text{m/s}^2)(10\text{m})(1) = 100$$

دا چې د جسم اولیه حرکتې انرژي صفر ده، نو کولای شو ولیکو:

$$= k_2 - k_1$$

$$100 = k_2 - 0 \Rightarrow k_2 = 100$$

مثال: یو موټر په 1500kg کتلې او 72 m/h سرعت په حرکت کې دی، که چېرې د زیور برک ونیسي، موټر له یو څه واټن څخه وروسته درېږي. د اصطکاک د قوې کار پیدا کړئ.
 حل: د موټر سرعت له برک کولو څخه تر مخه برابر دی له: $V_1 = \frac{72 \cdot 1000}{3600} = 20\text{m/s}$

او حرکتې انرژي یې مخکې له برک کولو څخه مساوي دي له:

$$k_1 \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} (1500\text{kg}) (20\text{m/s})^2 = 300.000$$

دا چې موټر له برک کولو څخه وروسته درېږي $k_2 = 0$ دی. له بلې خوا د اصطکاک قوه، د اټکا عمودي قوه او د وزن قوه، هغه قوې دي چې پر جسم اغیز کوي او په پایله کې:

$$\begin{aligned} \text{خو د اټکا د عمودي قوې کار او د وزن قوه له صفر سره برابر ده (ولې؟) په پایله کې:} \\ f = \quad + \quad + \quad mg \\ = k_2 - k_1 = 0 - 300.000 = -300.000 \end{aligned}$$

تمرین: یو موټر چې له یو تن کتلې او له 36 m/h سره په حرکت کې دی، د موټر زیور ناڅاپه برک کوي. که چېرې د سرک او د موټر د ټایرونو تر منځ د اصطکاک ضریب 0.5 وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته درېږي؟ ($g = 10\text{m/s}^2$ فرض شي).

تمرین: یو جسم د h له ارتفاع څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په گټې اخیستلو سره یې سرعت په $3/4h$ کې پیدا کړئ. (د هوا له مقاومت څخه تیر شي).

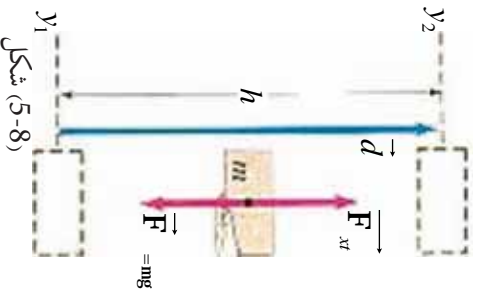
تمرین: څومره کار په کار دی، تر څو یو موټر له 1000Kg کتلې سره د 20m/s سرعت په لرلو سره 30m/s ته ورسېږي.

کار او د پتانسیل انرژي

په پخواني لوست کې مو د کار او حرکي انرژي په هکله موضوعات زده کړل او د کار او حرکي انرژي ترمنځ رابطه مو په لاس راوړه. اوس ددې پوښتنې څیړنې ته مخه کوو چې دکار او پوتانسیل انرژي ترمنځ رابطه څنگه ده؟ لکه څنگه چې پوهیږو د پوتانسیل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې یو جسم یې د ځمکې له سطحې څخه د خپلې ارتفاع له امله لري. یعنې که چېرې یو جسم د (5-7) شکل په څیر د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع کې واقع وي، د پوتانسیل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره باید کار ترسره کړو. نو ددې کار ترسره کیدو له امله جسم د پوتانسیل جاذبوي انرژي لاس ته راوړي ده، نو ولسی شو چې د پوتانسیل د انرژي په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخیره کېږي.



شکل (5-7)



شکل (5-8)

په دې لوست کې د انرژي په کمي ډول تعریف او له کار سره به یې رابطه لاس ته راوړو.

(5-7) شکل ته په پام کولو سره هغه کار چې د F قوې په مرسته ترسره کېږي، ترڅو د m کتله د h تر ارتفاع پورته شي، عبارت دی له:

$$= d \cos\theta = m \cdot g \cdot h \cos 0^\circ = mg(h_2 - h_1)$$

په پایله کې کولای شو ولیکو چې: $mg(h_2 - h_1) = \Delta$

یعنې هغه کار چې د F قوې لخوا د m د کتلې د پورته کولو لپاره د h_1 له ارتفاع څخه د h_2 ارتفاع ته مصرفیږي، په هغې کې د پوتانسیل د انرژي له تفاضل څخه عبارت دی، یعنې: $\Delta =$

پورتنیو ټکو ته په کتو کولای شو، د پوتانسیل جاذبوي انرژي په لاندې توګه تعریف کړو:

د یو جسم د پوتانسیل جاذبوي انرژي نسبت ځمکې ته په یوه نقطه کې برابر دی، له هغه کار سره چې مورنۍ ترسره کړو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د ځمکې له سطحې څخه تر یادې شوي نقطې پورې یوسو.



د تړانګې په بېلابېلو ډولونو کې (5-8) شکل ته په پام کولو، د جاذبوي قوه لاس ته راوړئ. په ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې تړانګې ته وړاندې کړئ.

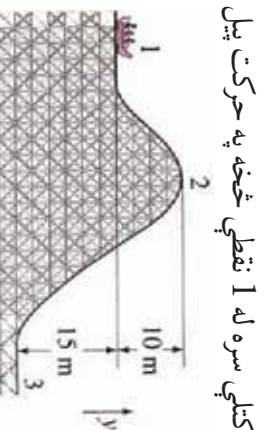


فنايت:

د توڼگي په بيلابيلو ډلو کې لاندې جدول دياود شوو ارتفاعگانو لپاره، بشپړ کړئ. او پايله يې توڼگي ته وړاندې کړئ.

ارتفاع	حروي انرژي	سرعت	د پوتانسيل انرژي	د حروي او پوتانسيل انرژيو مجموع
h				
1/2				
1/4h				
0				

نوټ: د يادولو وړ ده، چې که چېرې له ثابت سرعت سره شرط د پوتانسيل د انرژي په تعريف کې نه وای دکر شوی، د بېلگې په توگه د جسم سرعت زياتېده او د کار يوه کچه د جسم د حروي انرژۍ د زياتيدو لپاره مصرفيده.



شکل (5-9)

مثال: (5-9) شکل ښيي چې يو متحرک له 1000kg کتلې سره له 1 نقطې څخه په حرکت پيل کوي او د 2، 3، له نقطو څخه تېرېږي.

a. د پوتانسيل جانزوي انرژي د 1 او 2 په نقطو کې لاس ته راوړئ.

b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتانسيل د انرژۍ توپير حساب کړئ

5-3: هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي

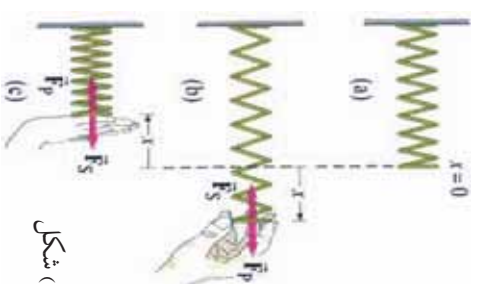
څنگه کولای شو هغه کار چې د يو فنر لخوا پر يورې کتلې ترسره کېږي، اندازه کړو.

ددې موضوع د څيړلو لپاره، يو فنر د لاندې شکل په څير په نظر کې ونيسئ.

که چېرې فنر د غړو د قوې په مرسته د d_x په اندازه راکاږو، په دې حالت کې د غړو قوې د $(\mathbf{d} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d}_x)$ کار ترسره کړی دی. که چېرې د خپل لاس په مرسته په فنر د F قوه واره کړو او فنر د X په اندازه راکاږو او بياې کښېکاږو، ددې قوې کچه د فنر د X له واټن سره مستقيمه رابطه لري، نو له دې امله:

$$F \propto X \Rightarrow F = X \dots \dots \dots (1)$$

شکل (5-10)



په دې رابطه کې F د فنر ثابت ضریب دی، رابنګل شوی او کېښکاپارل شوی فنر هم یوه قوه د F_p د قوې خلاف لوري په لاس واردوي. ولې؟ (بیان یې کړئ)

نوکلای شو لیکو چې: (2) $F_s = -X \dots \dots$

په دې رابطه کې د منفي نښه ښيي چې F_s د X د لوري په خلاف عمل کوي او د F_p او F_s دوي قوې، یو دبل په خلاف لوري کې دي. لکه څنګه چې پوهیږو د (2) رابطي د هوک قانون څرګندوي او په پایله کې لیکلای شو: (3) $F = -F_s \dots \dots$

هغه کار چې د $X = -F = -F \cdot dx$ عبارت دی له: $d = -F \cdot dx$

د (2) له رابطي څخه لرو چې: $\Rightarrow d = kx \cdot dx$

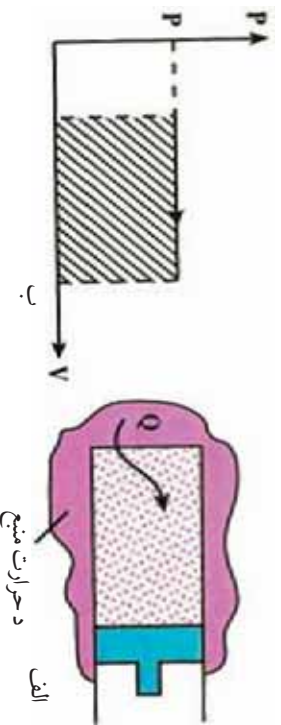
څرګه چې F_p د $X_1 = 0$ له موقعیت څخه تر هر وروستي X موقعیت پورې خطي تحول لري، نو ځکه متوسطه قوه (\bar{F}) عبارت له $X = \frac{1}{2}(0 + X) = \frac{1}{2}X$ څخه او مجموعي سرته رسیدلې کار ($X^2 = \frac{1}{2}X \times X = \frac{1}{2}F \cdot X$) وي، چې داکار د فنر د پوتانشیالي انرژي په نوم هم یادېږي.

مثال: د یو فنر ثابت ضریب 405 N/m دی، څومره کچه کار به کار دي. ترڅو فنر د 3cm متره اوږد شي؟

حل: $= \frac{1}{2} (405 \text{ N/m}) (0.03\text{m})^2 = 0.182$

هغه کار چې د گاز په مرسته له ثابت فشار سره پر پستون ترسره کېږي:

هغه کار چې د گاز لخوا پر پستون ترسره کېږي، د څیړلو لپاره یې یو گاز د (الف، 11-5)، شکل په څیر د یو پستون په منځ کې چې د تودوخې له سرچینې سره په تماس کې دی، په نظر کې ونیسئ. گاز په پیل کې د په فشار او حجم انډول د تعادل په حالت کې دی. (فرض کړئ چې اصطکاک د پستون او استوانې ترمنځ د صرف نظر وړ نه دی) په دې صورت کې د گاز فشار د چاپیریال له فشار سره برابر دی، ولې؟ د سرچینې او سیستم ترمنځ د تودوخې د توپیر له کبله د تودوخې کچه ګاز ته لېږدوي چې په پایله کې ګاز لږ منبسط کېږي او پستون یوڅه لږ ښي لورته د شا پلو ته چلوي.



شکل (5-11)

که چیري په همدې ترتیب د گاز تودوخې ورکولو ته ورو ورو دوام ورکړو. گاز په څنډه سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو بڼې لور ته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل ډېر کوچنی وي. په پایله کې هغه قوه چې گاز یې پر پستون واردوي، باید له هغه قوې سره چې چاپیریال یې په پستون واردوي، برابر وي. نو له دې امله وایي شو چې د تودوخې ورکولو په بهیر کې د گاز فشار د محیط له فشار سره یو شان دی، یعنې ددې عمل پر مهال د گاز فشار ثابت پاته کېږي. د حجم د فشار گراف (P-V) په دې عملیه کې د (1-5) په شکل کې ښودل شوی دي.

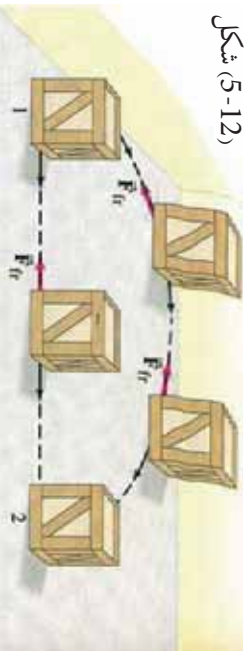
په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېږي، لومړی کار محاسبه کوو. که چیري د گاز فشار P وي، گاز د عملیې پر مهال د $F = P \cdot A$ قوه په پستون واردوي، چې په هغې کې A د پستون له مساحت څخه عبارت دی. که چیري د پستون د ځای بدلون له d سره برابر وي. د کار چې سیستم یې د چاپیریال پرمخ ترسره کوي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي: $W = F \cdot d = (P \cdot A) \cdot d = P \cdot \Delta V$ (4) په پایله کې:

$$W = P \cdot \Delta V \quad (4)$$

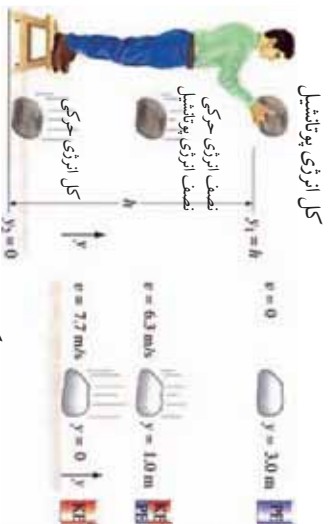
5-4: تحفظي او غیر تحفظي قوي

تحفظي او غیر تحفظي قوي څنګه قوي دي؟ ددې دوو قوو ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟ لکه څنګه چې پوهېږو که یو جسم د h_1 له ارتفاع څخه د h_2 ارتفاع ته پورته کړو. باید انرژي مصرف کړو او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو نه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تړاو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوي وایي. د ځمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه بڼه بېلګه ده. په داسې حال کې چې د F قوې پرمخت ترسره شوي کار د لارې له مسیر سره تړاو لري. په دې صورت کې دې ډول قوو ته، غیر تحفظي قوي وایي. ددې ډول قوو بڼه بېلګه له اصطکاک قوې څخه عبارت ده. په همدغه ډول چې په (12-5) شکل کې وښی، کله چې یو جسم ته له یوې نقطې څخه بلې نقطې ته حرکت ورکول کېږي، هغه کار چې ترسره شو، د جسم پرمخت له وهل شوي مسیر سره تړاو لري. لکه چې په شکل کې لیدل کېږي چې جسم له 1 موقعیت څخه تر 2 موقعیت پورې د دوو مسیرونو له لارې حرکت کولای شي.

1 مستقیم مسیر 2 منحنی مسیر
که چیري جسم له 1 موقعیت څخه
موقعیت پورې له منحنی مسیر
څخه حرکت وکړي، د اصطکاک
د قوې کار د هغه د اصطکاک
قوې له کار څخه زیات دی چې
همغه جسم له مستقیم مسیر څخه
حرکت کوي.



شکل (12-5)

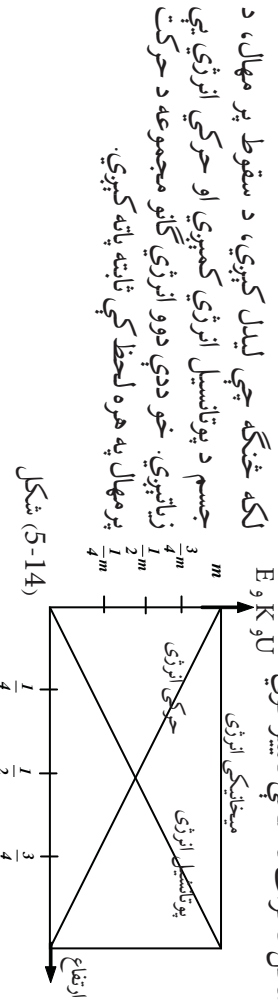


شکل (5-13)

5-5: د میخانیکي انرژی ساتنه (تعمف)

د میخانیکي انرژی تعف حفظ څه شی دی؟ کله چې یو جسم د m له کتلې سره د h له ارتفاع څخه خوشي کوو، د جسم د پوتانشیل انرژي او حرکتی انرژي به تغیر وکړي؟ ولې؟ د حرکتی او پوتانشیل انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟ په هغه صورت کې چې یوازې تعفطي قوې پر جسم عمل وکړي، موز یوې اسانې او ښکلې پالې ته رسېږو.

ددې پالې د توضیح او پورتنیو پوښتنو ته د ځواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د m کتله لري، په نظر کې ونیسئ، چې د ځمکې سطحې ته د m له واټن څخه خوشي شوی دی. په مخامخ شکل کې لیدل کېږي، چې د سقوط پر پاياله کې د جسم حرکتی او پوتانشیل انرژي د لاندې شکل د گراف له مخې تغیر کوي.



شکل (5-14)

د پورته مفاهیمو په پوهیدو سره، اوس یو نوي کمیت چې میخانیکي انرژي (E) نومېږي، څېړو چې عبارت د حرکتی او پوتانشیل انرژي له مجموعې څخه ده، او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو ولیدل، ددې کمیت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاته کېږي، یعنې د پوتانشیل انرژي له زیاتیدو سره، د حرکتی انرژي کچه کمېږي او برعکس، یعنې: $Co s n t = +$ که څه هم په پورته مثال کې د میخانیکي انرژي تعف ښودل شوی دی، خو کولای شو ونیسو چې له یو شمېر قوو د فز رابنډولو، برېښنايي قوې او ... سره هم میخانیکي انرژي ثابتې باقي پاتې کېږي. له پورتنۍ معادلې څخه پایله ترلاسه کېږي، چې په یوه سیستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوتانشیل او حرکتی انرژي مجموعه ثابتې وي چې دا قانون د میخانیکي انرژي د تعف د قانون په نامه یادېږي.

مثال: یو جسم له $0.5Kg$ کتلې سره د $2m$ له ارتفاع څخه د $10m/s$ له سرعت سره مخ پورته غورځوو. دا جسم تر ډېره حمله تر کومې ارتفاع پورې پورته ځي؟ $g = 10m/s^2$ فرض کېږي او د هوا له مقاومت څخه دې صرف نظر وشي.

حل: د جسم حرکي انرژي د غورځولو په نقطه کې برابر ده له: $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(10)^2 = 25$ او د پوتانسيل انرژي يې په همدې نقطه کې برابر ده له: $V_1 = mgh_1 = 0.5 \times 10 \times 2 = 10$ همدارنگه د جسم حرکي انرژي تر ټولو په لوړه نقطه کې $v_2 = 0$ او د پوتانسيل جاذبوي انرژي يې په دې نقطه کې برابر ه ده له: $V_2 = mgh_2 = 0.5 \times 10 \times h_2 = 5h_2$

د ميخانيکي انرژي د تحفظ پر بنسټ ليکلاى شو چې:

$$v_1^2 + v_2^2 = 5h_2 + 0$$

$$10 + 25 = 5h_2 + 0$$

$$\Rightarrow 35 = 5h_2 \Leftrightarrow h_2 = 7m$$

د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره شوى کار

په تيرو لوستونو کې له تحفظي او غير تحفظي قوو سره اشنا شوى او همدارنگه د تحفظي قوو پرمټ له ترسره شوى کار سره هم بلد شوى. اما تر اوسه مو له خپله څخه پوښتنه کړې ده چې د غير تحفظي قوو کار څنگه دى؟

ايا هغه کار چې د تحفظي او غير تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، يو شان دى؟ ولې؟
تعميرين: مخکينيو زده کړو ته يا پاملرنې، د غير تحفظي قوو يو مثال راوړئ او په هکله يې بحث وکړئ. د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره شوى کار د لارې له مسير سره تړاو لري، ددې ډول قوو بڼه بېلگه د اصطکاک له قوې څخه عبارت دى. مثلاً که چيرې تاسو د يو جسم چې د ځمکې پرمخ ايښى دى، ځاى بدل کړئ، (په منځني ډول، په مستقيم، په منکسر يا زنگراکي ډول) هره يوه ځاى بدلونه د اصطکاک د قوو پرمټ ترسره شوي او کار يې يو له بله توپير لري.



بحث وکړئ:

د ټولگي په مختلفو ډلو کې په دې هکله چې ولې د پوتانسيل انرژي د تحفظي قوو لپاره تعريف کېداى شي، بحث وکړئ او بيا له يې ټولگي ته ورواښه کړئ.

اوس د کار او انرژۍ له قضيې څخه په گټې اخېستلو ($\Delta k = W_c$) د غير تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار دقيقې څېړنې پيل کوو، چې د پوتانسيل انرژي هم رانغاړي.

فرض کړئ چې په يوه جسم څو قوې عمل کوي او جسم ددې قوو تر اغېزې لاندې د حرکت تغير کوي، او فرض کړئ چې ددې قوو يو شمېر تحفظي او نورې غير تحفظي قوې دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمټ ټول ترسره شوي کار کولای شو داسې وليکو:

$$W_c = W_{nc} + \dots \quad (1)$$

هغه کار چې د تحفظي او W_c هغه کار دى چې د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي.

$$W_c = \Delta k$$

$$\rightarrow W_c + W_{nc} = \Delta k$$

$$\rightarrow W_{nc} = \Delta k - W_c \dots \dots \dots (2)$$

هغه کار چې د تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسيل د انرژۍ په بڼه يې وليکو،

لکه څنګه چې له پخوانيو لوستونو څخه مو زده کړي: (3) $\dots -\Delta V = e$

اوس له (3) رابطې څخه (2) رابطې ته د $W = e$ په تعويضولو سره ليکلای شو چې:

$$e = \Delta k - (-\Delta v)$$

$$\rightarrow (4) \quad e = \Delta k + \Delta v$$

(4) رابطه د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار لپاره يوه کلې رابطه ده.

5-6. طاقت (توان)

توان څه شی دی؟ د کار او زمان توان يو له بله سره څه ډول رابطه لري؟

د اووم ټولګي په فزيک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنگه په پخوانيو لوستونو کې مو د ترسره شوي کار په هکله بحث وکړ. خو د هغه زمان په هکله چې دا کار پکې ترسره کېږي، خبرې نه دي شوي. کار کېدای شي پخ او يا ډېر چټک ترسره شي، يو جسم کولای شو په 10 يا 15 ثانيو کې يوې ټاکلې ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالاتونو کې ترسره شوی کار يو ډول دی، خو په اول حالت کې کار ډېر چټک ترسره شوی دی. د کار د ترسره کولو د وخت په نظر کې نيولو لپاره، يو مناسب کميت د توان په نامه تعريفوو. په همغه ډول چې د اووم ټولګي په فزيک کې مو هم ولوستل، د W کار چې د t په زمانه کې ترسره کېږي، د P د توان پرمټ ترسره شوي کار د زمان په واحد کې تعريفېږي. يعنې: $P = \frac{W}{t} \dots (5-18)$

په SI سيستم کې د توان د اندازه کولو واحد ډول پر ثانيه ($\frac{J}{s}$) دی. چې د جيمز واط د علمي کارونو په وياړ په (W) نومول کېږي.

فعاليت:



د ټولګي په بيلابيلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمېخ اړیکو په هکله لاندې جدول ډک او پايله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

()	t (s)	$= \frac{W}{t}$ (watt)
10	2	
10	1	
20	$\frac{1}{2}$	
80	$\frac{1}{4}$	

مثال: يو غر مزلي (کوهورردي) له 60 kg کتلې سره د 4 ثانيو په موده کې 4.5 m ارتفاع وهي. د غر مزلي توان لاس ته راوړئ، ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$) فرض کړئ.

حل: لومړۍ د غر مزلې لخوا ترسره شوی کار لاس ته راوړو:

$$= m \cdot g \cdot h = (60 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (4.5 \text{ m}) = 2646$$

$$= \frac{2646}{4} = 661.5$$

د موټر، برېښنايي جاړو، لفت او نورو په څېر هره وسيله چې کار ترسره کوي، انرژي مصرفوي. له دې وسيلو څخه د گټې اخېستلو لپاره بايد هغو ته انرژي ورکړو، دې انرژي ته وړوډي يا مصرفي انرژي وايي. څرنگه چې ددې انرژي يو برخه د اصطکاک له امله او يا د وسيلې د اجزاوو د حرکت ورکولو لپاره مصرفېږي. نو له دې امله د وسيلې کار يا گټوره خړوجي انرژي د هغې له وړوډي انرژي سره برابر نه ده. په پايله کې د وړو دې انرژي يوازې يو څه کچه د گټې اخېستلو وړ ده. دغه کچه معمولا د فيصدي په ډول بيانېږي او د بېرته ورکړي يا اغېزمنتيا (موثریت) په نامه يادېږي.

$$\text{خړوجي کار} = \frac{\text{اغېزمنتيا ورکړه وړوډی کار}}{100} \times 100$$


د پنځم څپرکي لنډيز

- د قوي د ترکيبي ضرب حاصل د هغې د مکان د تغيير او وهل شوي واټن په لور، په متحرک جسم باندې د عاملي قوي کار په نامه يادېږي. او کولای شو چې په اسانۍ سره ووايو چې کار په واټن کې د قوي له حاصل ضرب د ځای له بدلون څخه عبارت دی. يعنې: $d \cdot F$
- که چېرې يوه قوه د (θ) تړوبي ټاکلي زاويې لاندې پر جسم وارده شي او جسم د x په اندازه بې ځايه کړي، د F د قوي پرمت ترسره شوي کار به عبارت وي له: $d \cos(\theta) F$
- F د قوي پرمت ترسره شوی کار به منفي وي، په هغه صورت کې چې: $90^\circ > \theta$ وي.
- په هغه وخت کې چې پر جسم له يورې څخه زياتې قوي عمل وکړي، مجموعي کار عبارت له حاصل ضرب د هر يو کار څخه په جلا توگه دی، يعنې: $1 + 2 + 3 + \dots + n$
- او يا مجموعي کار کولای شو، په لاندې توگه وليکو:

$$d \cos(\theta)_{\text{total}} = d \cos(\theta)_{\text{total}}$$
- د کار د اندازه کولو واحد د (J) په سيستم کې عبارت له ژول (J) څخه دی، $1 \text{ J} = 1$
- هغه کار چې د د بېلابېلو قوو پرمت ترسره کېږي، عبارت د تغيير مکان قوي د منځني ترمېخ له مساحت څخه د x د محور پرمخ دی.
- د يو فنر پرمت ترسره شوی کار چې د x په اندازه کښيکار شوی او يا رابنګل شوی عبارت دی له:

$$= \frac{1}{2} kx^2$$

- که چیرې د F د قوي پرمخت ترسره شوی کار د لارې پر مسیر پورې تړاو ونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره اړیکې ولري، دې ډول قووته، تحفظي قوې وايي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تړاو ولري، دې ډول قووته غیر تحفظي قوې وايي.

- مجموعي کار عبارت دی له تفاضل د حرکي انرژۍ څخه د 1 او 2 په دوو نقطو کې، یعنې:

$$W_{\text{tot}} = \Delta K = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2$$

نوټ: حرکي انرژي تل یا مثبت وي او یا صفر.

- د انرژۍ د تحفظ قانون بیانوي چې: انرژي کولای شي، له یوه حالت څخه بل حالت ته واوړي (تبدیل شي)، خو مجموعي انرژي تل ثابتې پاتې کېږي. $W_{\text{tot}} = \Delta K = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2$
- هغه کار چې د گاز پرمخت پر پستون ترسره کېږي عبارت دی له: $W = \int_{r_1}^{r_2} F dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{GMm}{r^2} dr = GMm \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$
- طاقت عبارت دی له ترسره شوي کار څخه، د هغه کار د ترسره کولو لپاره د مصرف شوي زمان په کچې باندې، یعنې:

او همدا ارزښت کولای شو طاقت داسې ولیکو: $P = \frac{W}{t}$

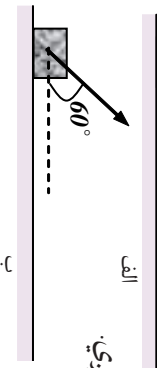
- په SI کې د طاقت د اندازه کولو واحد عبارت له واط (W) څخه دی.

$$\frac{1}{s} = 1 \text{ W}$$

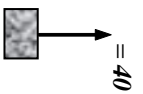
$$736 \text{ W} = 1 \text{ hp}$$

د پنځم څپرکي یو بنسټي

- کار تعریف کړئ، د اندازه کولو واحد یې د SI په سیستم کې ووايئ او ددې (وکتوري یا سکالري) کمیت ډول مشخص کړئ.
- پر یو جسم د $100 =$ قوه واردېږي او هغې ته په افقي لوري کې د 20m په اندازه د مکان تغیر ورکوي. ددې قوه په مرسته ترسره شوی کار په لاندې حالتونو کې لاس ته راوړئ.
 - قوه په افقي توګه پر جسم واردېږي.
 - قوه د افق په نسبت تر $\theta = 60^\circ$ زاوړي لاندې پر جسم واردېږي.

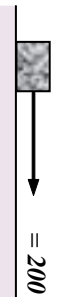


- پر یوه جسم له $m = 3\text{kg}$ کتلې سره، د F قوه د لاندې شکل په څیر واردېږي، او هغه په قائم (عمودي) لوري کې پورته وړي، د هوا له مقاومت څخه به صرف نظر کولو:
 - د جسم د حرکت تعجیل لاس ته راوړئ.
 - د F د قوې کار د جسم په 10m ارتفاع په اوچتولو کې حساب کړئ.
 - د W د وزن د قوې کار د جسم په پورته کولو کې وټاکئ.
 - د محصله قوې کار مشخص کړئ.



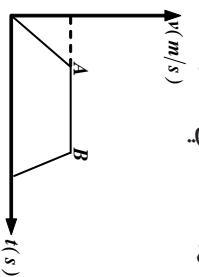
- یو جسم د m له کتلې سره، د ځمکې له سطحې څخه، مخ پورته په قائمه توګه وپستل کېږي او د h تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پیدا کړئ.
 - بیان کړئ چې ولې په لاندې هر یو حالت کې، کار له صفر سره مساوي دی؟
 - که چېرې یو تن یو جسم په لاس کې ونیسي (په داسې حال کې چې شخص ستومانه کېږي).
 - که چېرې یو تن یو جسم په لاس کې وساتي او هغه ته په ثابت سرعت په افقي استقامت کې د موقعیت تغیر ورکوي.

- له شکل سره سم پر یوه جسم له $m = 10\text{kg}$ کتلې سره د $200 =$ افقي قوه واردېږي، او جسم ته د 20m په اندازه په افقي لوري کې د موقعیت تغیر ورکوي. (د حرکي اصطکاک قوه 20N ده):
 - په یوه رسم کې پر جسم باندې ټولې واردې قوې ونښئ.
 - د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.
 - د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

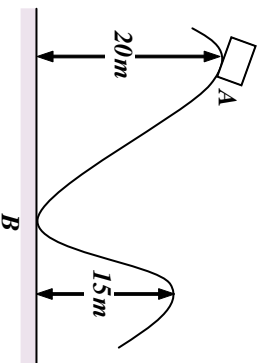


- د یوې قوې پرمخت د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بیلابیلو زاویو کې وڅیړئ.
- حرکي انرژي تعریف کړئ او رابطه یې ثبوت کړئ.

- 9) د کار او انرژي قضيه بيان او رابطه يې وليکئ.
- 10) کار او انرژي قضيه ته په پاملرنې بيان کړئ.
- a. کله د جسم حرکي انرژي زياتېږي؟
- b. کله د جسم حرکي انرژي کمېږي؟
- c. کله د جسم حرکي انرژي تغيير نه کوي؟
- 11) يو جسم له 20Kg کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه په 45m ارتفاع خوشي کړو، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضيه څخه په گټې اخېستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت يې څمکې ته د رسېدو په لحظه کې حساب کړي.
- 12) په مځامځ شکل کې پر جسم د واردو شوو قوو د محصلې د کار نېټه د حرکت په هره مرحله کې د دليل له ذکر کولو سره مشخص کړئ.



- 13) د پوتانسيل انرژي تعريف او د درې ټولو نومونه يې واخلئ.
- 14) د پوتانسيل جاذبوي انرژي تعريف کړئ او رابطه يې وليکئ.
- 15) د فنر د پوتانسيل انرژي له کومې لارې رامنځ ته شوې او بکې ذخيره شوې.
- 16) د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون بيان کړئ.
- 17) يو جسم د (A) له نقطې څخه پرته له لومړني سرعت څخه د يوې سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه خوشي کېږي، د ميخانيکي انرژي د تحفظ له قانون څخه په گټې اخېستلو سره د جسم سرعت د B او C په نقطو کې پيدا کړئ.



- 18) يو جسم له 2Kg کتلې او له ثابت سرعت سره د 1m په واټن د 0.2 ثانيې په موده کې پورته وړو، دا کار په څومره طاقت ترسره کېږي؟
- 19) وړودي يا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بيان يې کړئ.
- 20) اغېزمنتيا تعريف کړئ او رابطه يې وليکئ.

شپږم څپرکی خطي مومنت او امپولس



- په دې څپرکی کې د میخانیک علم د لاپراختیا لپاره، د ضربې (Impulse) او مومنت (Momentum) په نومونو له دوو نورو کمیټونو په مصرف کولو سره به خپل بحث ته دوام ورکړو. کله چې یوه قوه پر یوه جسم په یوه ټاکلې وخت کې عمل کوي، نوموړې قوه په جسم کې د سرعت یو بدلون رامنځته کوي. ددې قوې امپولس (د ثابتي قوې لپاره) عبارت له حاصل ضرب د قوې او هغه زمان څخه دی چې قوه په کې عمل کوي او یا په بل عبارت کولای شو ووايو چې د (قوې - زمان) (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منځني لاندې مساحت عبارت له امپولس څخه دی. همدا ډول د جسم په سرعت کې بدلون هم د هغه قوې د امپولس په توګه تعریف شوی دی چې پر جسم عمل کوي. او همدارنګه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب يې د مومنت په نامه چې پر مهم فزیکي کیت دي او د M په سمبول ښودل کېږي، یادېږي.
- یو مهم فزیکي کیت دی، په دې څپرکی کې، به موږ دوه مهم اصلونه امپولس او مومنت دواړه فزیکي وکتوري کمیټونه دی، په دې څپرکی کې، به موږ دوه مهم اصلونه مطالعه کړو. یو د امپولس - مومنت اصل او دویم د خطي مومنت د تحفظ اصل. ددې څپرکی د محتویاتو په اړیه کولو کې اړینه ده، پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصلونه (چې کله ناکله د قوانینو او یا بنسټيزو قواعدو په نامه یاد شوي)، په حقیقت کې د نیوټن د قوانینو د بحث دوام دي، چې په تیر څپرکی کې مو مطالعه کړل. په دې معنا چې دا دوه اساسي قاعدې، د نیوټن د قوانینو پراختیا ده چې په واقعیت کې د امپولس او مومنت فزیکي مقدارونو په پېژندلو سره بشپړ شوی دی.
- په دې څپرکی کې به په لاندې ډول ددې مبحث په باب مطالعه کړو:
 - د یو جسم موقعیت او سرعت کیدای شي د یوې قوې په تطبیق بدلون ومومي.
 - د هغې قوې چې د جسم پر ټاکلې کتلې عمل کوي، عمل کوي، او د نوموړي جسم د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بیانول (د نیوټن دوهم قانون).
 - د یوې قوې د امپولس او مومنت تعریفول.
 - د مومنت د تحفظ شرحه د دوو جسمو په تصادم کې چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.
 - د خطي مومنت د تحفظ د طبیعت مثالونو بیانول.
 - د ارتجاعی او غیر ارتجاعی ټکرونو د مفاهیمو تعریف او توضیح کول.

مستقيم الخط حرکت او امپولس (ضربه)

(6-1) امپولس (ضربه)

يا اتر اوسه مو له ځان څخه پوښتنه کړي دي، چې ضربه څه شی دی؟ کله چې پر يوه جسم ضربه وارد وي، څه پېښېږي؟ د تعريف له مخې ضربه يا امپولس عبارت له حاصل ضرب د F قوي او t له زمان څخه دی، يعنې:

$$I = \int F dt$$

لکه څنگه چې له پورتنۍ رابطې څخه ليدل کېږي. امپولس د I په توري ښيي چې له قوي او زمان سره مستقيمي اړيکې لري. امپولس او مومتم د اندازه کولو د يو ډول واحد لرونکي دي. ولي؟
په ډبرو حالتونو کې په يو نقطه کې جسم د قوي د اغېز زمان هومره لنډوي چې موږ اړ کېږو، د مشتق او انتيگرال له مفاهيمو څخه گټه پورته کړو، چې تاسو به يې د دولسم ټولگي په رياضي کې زده کړئ. اوس فرضو چې د F قوه د Δt په زمانه کې پر يوه جسم عمل کوي. په دې صورت کې د F د قوي ضربه د ΔI په زمان کې په Δt داسې ښيو:

$$\Delta I = \Delta t \cdot F$$

په ورځني ژوندانه کې گورو چې موږ د يو جسم د موقعيت او يا سرعت د بدلولو لپاره، بايد پر نوموړي جسم قوه ورده کړو. په پخوانيو بحثونو کې د نيوتن د حرکت د قوانينو په پيل کې د قوي او د هغې د اغېزو او همدا رنگه د قوي د واحدونو (ډاين او نيوتن) د تعريف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل. په (6-1) شکل کې جسم د m له کتلې سره د X_1 په موقعيت او V_1 په سرعت په t_1 زمانه کې د X د محور پرمخ د F ثابتې قوي پرمخت په حرکت کې دي. موږ دا ډول حرکت پخوا لوستي و، خو د پخوانيو معلوماتو د تکرار او پراختيا لپاره بيا له هغې څخه يادونه کوو. د کار د اسانتيا لپاره خپل مطالعات د X پر محور په حرکت او يا له هغه سره موازي محدود ساتو. د t_2 په زمان کې جسم د X_2 په موقعيت کې د V_2 سرعت لرونکي دي. نو کولای شو وليکو:

$$m = (x_2 - x_1) \text{ په موقعيت کې تغيير}$$

$$m/s = (V_2 - V_1) \text{ په سرعت کې تغيير}$$

$$s = (t_2 - t_1) \text{ زماني واټن}$$

د حرکت تعجيل د Δt په زماني واټن کې د a له تعجيل سره په دې ډول افاده کېږي.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ m/s}^2$$

د نيوتن په دوهم قانون کې تعجيل همغه د کتلې او قوي نسبت تعريف شوی دی، چې عبارت دی له:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta t = m \Delta v \text{ اړوا}$$

وروستي افاده په دې څپرکي کې زموږ د بحث کلي بنسټ جوړوي او لکه څنګه چې ددې څپرکي په مقدمه کې ذکر شول، اوس امپولس کولای شو، په لاندې ډول تعريف کړو:

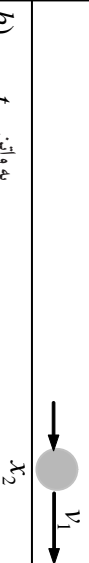
د يوه ثابتې قوې امپولس عبارت دی، د نوموړې قوې او زمانې واټن له حاصل ضرب څخه چې قوه په کې عمل کوي.

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$\Delta v = v_2 - v_1$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

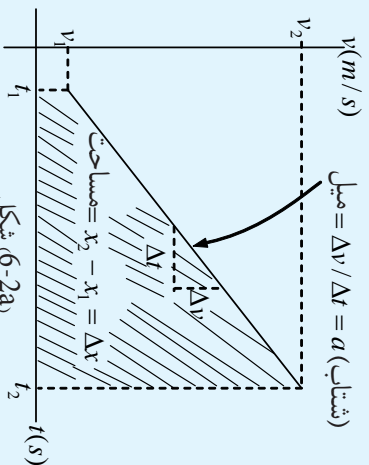
a) په واټن t_1 کې x_1



1-6) شکل، د يوې قوې د تطبيق په پايله کې د يو جسم د سرعت او موقعيت تغيير پر نوموړي جسم

b) په واټن t_2

فعاليت:

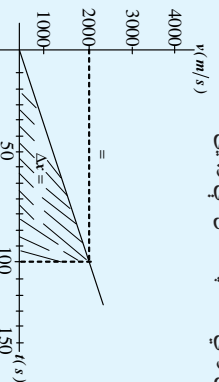


د (سرعت- زمان) گراف د (1-6) شکل د جسم لپاره په (2a-6) شکل کې ښودل شوي دي. بايد پام وکړو چې د (سرعت - زمان) منځني ميل عبارت له ثابت تعجيل او ددې منځني ترمينځ مساحت او د زمان محور عبارت د Δx له تفسير مکان څخه دی. په دې فعاليت کې زده کوونکي په خپلو اړندو ډلو کې د ښوونکي په مرسته د (2a-6) شکل په تفصيلاتو او خصوصياتو بحث وکړي او بايد يې خپلو ټولگيو لويه او زوروي.

فعاليت:

زده کوونکي په بېلابېلو ډلو کې د (سرعت - زمان) د گراف په مرسته چې د يوې فضايي بېړۍ (سفینې) د حرکت لپاره په (2b-6) شکل کې ښودل شوي دي، لاندې پوښتنو ته ځواب برابر کړي او د ټولگي په وړاندې يې بيان کړي:

- بېړۍ په لومړيو 100 ثانيو تعجيلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې ونښئ.
- د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې څومره دی؟
- د بېړۍ تعجيل حساب کړي.

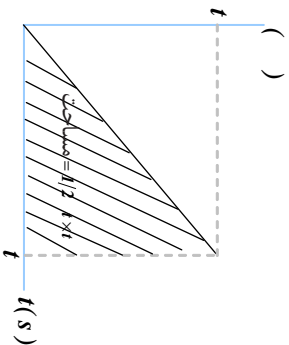


2b-6) شکل، گراف د فضايي بېړۍ د (سرعت - زمان) گراف

تمرینونه

لاښاري پرېښتنو ته څر اېږنه وړايی.

1. د $3,7$ يوه ثابتې قوه په 100 زمانې واټن کې عمل کوي. ددې قوې امپولس حساب کړئ.
2. په مخامخ شکل کې د $r = 2,2$ ، قوه ورکړې شوې ده، ددې قوې امپولس له $t = 0$ څخه تر $t = 30s$ زمانې انټروال کې پيدا کړئ.



3. په ورکړل شوي پورته شکل کې $dv = 55$ ، $t_1 = 10s$ او $t_2 = 18s$ دي، ددې قوې امپولس وټاکئ.
4. د $5N$ ثابتې قوه په ($t = 1s$) تر ($t = 3s$) زمانې انټروال کې او د $2N$ دويمه قوه په ($t = 5s$) تر ($t = 10s$) زمانې انټروال کې عمل کوي. ددې دوو قوو امپولسو نه حساب او سره پرته کړئ.

6-2: مو منښم

مو منښم څه شی دی؟ د يوې لارې موټر او يو ګرڼدي ورکوتې موټر ترمنځ د حرکت په حال کې د مو منښم له نظره څه توپير شتون لري؟

د نيوتن د حرکت دويم قانون د مو منښم له نقطې نظره څنگه کولای شو، تعريف کړو؟ اويا په ساده توګه، د مو منښم او د نيوتن د حرکت د دويم قانون ترمنځ کومې اړيکې شته؟



بحث وکړئ:

دو توپونو ته چې دواړه د يو نشان کتلې لري، يو له بله سره تصادم ورکړئ، څه به پېښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې بحث وکړئ او پایله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

په پخواني بحث کې مو د نيوتن د قانون په مرسته پيدا کړل چې: $m\Delta v = \Delta t$ او د معادلې د کين اړخ مقدار مو د امپولس په نامه يادکړ. اوس خپل پام د معادلې بڼې اړخ ته راګرځوو. پوهېږو چې $v_1 - v_2 = \Delta v$ لکه څنگه چې v_1 د جسم لومړنۍ سرعت د t_1 په زمانه او v_2 دويم سرعت د t_2 په زمان کې دی. نو کولای شو وليکو: $m\Delta v = mv_2 - mv_1$

د معادلې د بڼې اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب افاده کوي. دغه حاصل ضرب له مهمو فزيکي کچو يا اندازو څخه يوه بله کچه ده، چې د مو منښم په نامه ياد شوی دی.

د تعريف پر بنسټ د M يوه کتله چې د V په سرعت په حرکت کې ده، د P مومنتم لرونکې ده چې د $m\vec{V} =$ له معني افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په SI او CGS سيستمونو کې عبارت دي له چې د $g - m/s$ او $gr - cm/s$ او ابعاد يې (m/t) دي.

همدارنگه بايد ووايو چې د ايمپلس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواړه يو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (6-3) شکل کې ورکړل شوي دي. په دې شکل کې هر يو له مومنتمونو حساب شوي چې په څرگنده توگه ليدل کېږي. ددې لپاره چې د مومنتم په مفهوم ښه پوه شي، کوشنش وکړئ په څير سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو پوځيوالو سره بحث وکړئ.

$$\begin{aligned} &= 3 \times 10^5 m, & &= 5,0 \times 10^{22} kg m/s & \text{a) پروتون} \\ &= 1.67 \times 10^{-27} m & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1 \times 10^3 m/s & &= 1 m/s & \text{b) مرمی} \\ &= 20 m/s & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1 \times 10^4 m & &= 2 \times 10^3 kg - m/s & \text{c) لاری} \\ &= 3 \times 10^2 m/s & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3 \times 10^5 m & &= 9 \times 10^7 kg m/s & \text{d) برونګ} \\ &= 1 \times 10^4 m/s & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 5 \times 10^3 m & &= 5 \times 10^7 kg m/s & \text{e) فضايي بېړۍ (سفینه) لاپولو} \\ &= 3 \times 10^4 m/s & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 6 \times 10^{24} m & &= 18.10^{24} = 1.8 \times 10^{29} kg m/s & \text{f) ځمکه} \\ &= 1 \times 10^4 m/s & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3 \times 10^{30} m & &= 3 \times 10^{34} kg m/s & \text{g) ستوري} \\ & & & & \end{aligned}$$

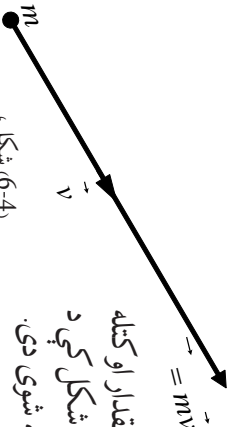
په مختلفو اجسامو کې د مومنتم مثالونه
شکل (6-3)

مثالونه

1 - ديو اوبن کتله د هغه له بار سره $g = 500$ دي او په $2m/s$ حرکت کوي، مومنت يې حساب کړئ.

حل: $m/s = 10^3 \text{ kg} \times 2m/s = 5 \times 10^2 \text{ kg} \times 2m/s = mV$

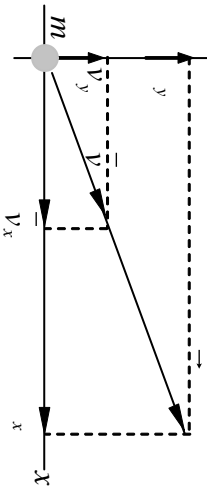
له (6-4) شکل سره سم څرنگه چې سرعت يو وکتوري مقدار او کتله يو سکالر دي، نو له دې امله مومنت وکتوري مقدار دی. په شکل کې د m کتله د V په سرعت کې ده او مومنتم په mV اړايه شوی دی.



شکل (6-4)،
د مومنتم وکتوري خاصیت ښوونه

لکه څنګه چې د وضعيه کمیتونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، يو وکتور د وضعيه کمیتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزا تجزيه کېدای شي، ددې له مخې د د مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزيه کېدای شي، چې په (6-5) شکل کې ښودل شوي دي. باید په یاد ولرو که چېرې مومنتم د د محور د مثبت لوري په نسبت د θ زاويه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

$$\begin{aligned} P_x &= \cos \theta \hat{P} & \text{د مومنتم د X مرکبه} \\ P_y &= \sin \theta \hat{P} & \text{د مومنتم د Y مرکبه} \\ P^2 &= P_x^2 + P_y^2 & \text{او د فيثاغورث له قضیې څخه:} \end{aligned}$$



شکل (6-5)،
په اجزاوو د مومنتم د وکتور تجزيه

په خپلو کې بحث وکړئ او د تمرین په حلولو پیل وکړئ

- یوه لاری له $g = 3000$ کتلي سره، په 30° زاویه د شمال ختیځ په لور په 72 m/h سرعت په حرکت کې ده، یو واګون چې د $g = 1000$ کتلي لرونکی دی، له ځانه سره راکاږي د X محور په ختیځ لور او د محور د شمال په لور په نظر کې ونیسی. د لاری د مومنت د X او Y مرکبې پیدا کړئ.
- د اریانا مسافر وړونکي یوه الوتکه په ټولیزه توګه د $g = 50000$ کتلي لرونکي ده، او په 900 m/h سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسیر 135° د جنوب ختیځ په لور وي، د مومنتم د (X او Y) مرکبې یې وټاکئ.

حل a: لرو چي: $\hat{\theta} = 30^\circ$

او $m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72 \text{ m/h}$

$$= 4000 \text{ g} \times \frac{72000m}{3600s}$$

$$= 80000 \text{ g m/s} = 8 \times 10^4 \text{ g - m/s}$$

پس $x = \cos \hat{\theta} = 8 \times 10^4 \text{ g m/s} \times \cos 30^\circ$

$$= 8 \times 10^4 \times 0,866 \text{ g m/s}$$

$$x = 6,928 \times 10^4 \text{ g m/s}$$

او $y = \sin \hat{\theta} = 8 \times 10^4 \cdot 0,5 \text{ g m/s}$

$$y = 40 \times 10^4 \text{ g m/s}$$

حل b: لرو چي: $\hat{\theta} = 135^\circ = -45^\circ$

او

$$= 50000 \text{ g} \times 900 \text{ m/h}$$

$$= 5 \times 10^4 \text{ g} \times \frac{900 \times 10^3 m}{3600s}$$

$$= 5 \times 10^4 \times 2,5 \times 10^2 \text{ g m/s} = 1,2 \times 10^5 \times 10^2 \text{ g m/s}$$

$$= 1,25 \times 10^7 \text{ g m/s}$$

پس $x = \cos \hat{\theta} = -1,25 \times 10^7 \cos 45^\circ \text{ g m/s}$

$$= -1,25 \times 10^7 \times 0,707 \text{ g m/s}$$

$$x = -8,84 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

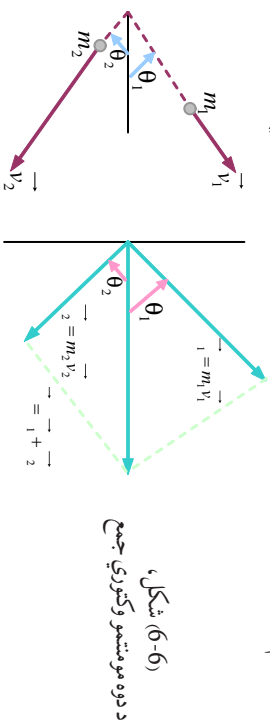
او $y = \cos \hat{\theta} = -1,25 \times 10^7 \cos 45^\circ \text{ g m/s}$

$$= 1,25 \times 10^7 \times 0,707 \text{ g m/s}$$

$$y = 8,84 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

پوښتنې له حل څخه پایله ترلاسه کېږي، چې مومنټ په دقیقه توګه یو وکتوري کمیت دی. ددې لپاره چې د یو جسم مومنټم په بشپړه توګه مشخص کړو، موږ باید د کتلې او سرعت حاصل ضرب او همدا راز د هغې د حرکت لوري وپېژنو. په تېرو څپرکو کې مو د مکان د تفسیر وکتورونه، د سرعت وکتورونه او د تعجیل د قوې وکتورونه معرفي کړل او پوره شو چې څنګه کولای شو، دوه یا څو یو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه یې وپېژنو.

په همدې توگه مورډ کولای شو د مومنت دوه یا څو وکتورونه ساده محصلې د یو وکتور د لاسته راوړلو لپاره سره جمع کړو، د (6-6) شکل ته پام وکړئ، په شکل کې د m_1 کتله د V_1 سرعت لرونکې ده او ددې له مخې د $m_1 V_1 = m_1 V_1$ مومنت لرونکې او همدارنگه د m_2 کتلې مومنت $m_2 V_2 = m_2 V_2$ او د دواړو کتلو د سیستم د مومنت محصله عبارت له $m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 V_1 + m_2 V_2$ څخه دي.



د محصلې د مومنت د پیداکولو لپاره کولای شو د متوازي الاضلاع دوو طریقو له یوې څخه او یا د مرکبو له جمع کولو څخه گټه واخلو. په یاد ولرئ چې:

$$\text{مومنت د } X \text{ مرکبه} \quad d_1 = m_1 V_1 \cos \theta_1$$

$$\text{مومنت د } Y \text{ مرکبه} \quad d_1 = m_1 V_1 \sin \theta_1$$

$$\text{مومنت د } X \text{ مرکبه} \quad d_2 = m_2 V_2 \cos \theta_2$$

$$\text{مومنت د } Y \text{ مرکبه} \quad d_2 = m_2 V_2 \sin \theta_2$$

څرنگه چې د محصلې د وکتور د X او Y مرکبې په ترتیب سره د جمع شوو وکتورونو د X او Y مرکبو له مجموعې سره مساوي دي، نو ددې له مخې:

$$P_x = m_1 V_1 \cos \theta_1 + m_2 V_2 \cos \theta_2 \quad \text{مومنت د } X \text{ مرکبه}$$

$$P_y = m_1 V_1 \sin \theta_1 + m_2 V_2 \sin \theta_2 \quad \text{مومنت د } Y \text{ مرکبه}$$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولای شو په لاندې درې گونو عددونو باور ولرو:

1. د یو جسم مومنت عبارت دی د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه.
2. مومنت یو وکتوري مقدار دی.
3. د جسمونو د یو سیستم د مومنت مجموعه د هر مومنت له وکتوري جمعې څخه عبارت ده.

د ټولگي په بېلابېلو ډلو کې، په دې هکله چې ولې کله چې یوه لارې او یو ګرځندې موټر په یو ډول سرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې لارې موټر چې کله یې ډېره ده، د زیات مومنتم لرونکي وي؟ پایله یې ټولگي ته ولاروئ.

توضیح کړئ: د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونیسئ. که چیرې $(3m_B = m_A)$ وي، په دې حالت کې د او دوه جسمونه کولای شي، د یو ډول مومنتم لرونکي وي. یعنې: $a = B$ ولې؟

اوس د مومنتم د مفهوم په پوهیدو سره ددې پوښتنې په څیړلو پیل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنتم ترمنځ کوم ډول اړیکه شته؟ یا قوه کولای شي د یو جسم مومنتم تغیر ورکړي؟ ددې موضوع د پوهیدو لپاره لاندې فعالیت ترسره کړئ.



فعالیت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په محکمې فعالیت کې مو ترسره کول. کوبښ وکړئ چې هماغه دوه توپونو ته له ډېرې قوې سره یو له بله تصادم ورکړئ. څه به پېښ شي؟ توضیح یې کړئ. د پورتنۍ فعالیت په ترسره کولو به دې پایلې ته ورسېږئ، چې قوه کولای شي چې د یو جسم مومنتم کم او یا زیات کړي او یا د مومنتم په لورې کې بدلون منځته راوړي.

3-6: قوه او مومنتم

ددې څپرکي په پیل کې مو د نیوټن قانون د $\Delta r = m\Delta v$ په بڼه افاده کړ. چې په بنسټیز ډول د نیوټن د دویم قانون ($= ma$) څخه استخراج شوی و. نیوټن د حرکت په باب د خپلو درې ګونو قوانینو په بنسټیزه ویناګې، قوه د کتلې او تعجیل له جنسه نه، بلکه د مومنتم زمانې د تغیراتو د درجې له جنسه افاده کړې دي. په یاد ولرئ چې: $\Delta V = m\Delta v - mV_1 = \Delta$ $m\Delta v = m\Delta v_2$ رابطه ښيي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د تغیراتو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنتم کې له تغیراتو سره د $m\Delta v$ قیمت په تعویضولو سره په لومړۍ رابطه کې پایله کې ترلاسه کېږي، چې $\Delta r = \Delta v$ په Δr باندې د معادلې د دواړو خواو له تقسیمولو څخه $\frac{\Delta}{\Delta t} =$ لاس ته راځي. په یاد ولرئ چې Δ په مومنتم کې د تغیر له $g m/s$ واحد سره او Δt د زمان انټروال دي. کله چې د F قوه عمل کوي او د Δ د تولید سبب ګرځي. نو په مومنتم او د زمان انټروال کې د بدلون نسبت عبارت د مومنتم د تغیر د زمان له منځنۍ درجې څخه پایله ترلاسه کوو، چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د یو جسم د مومنتم د تغیراتو له زمانې درجې سره مساوي ده.

وروستی، ادعا تقریباً همغه د نیوتن د دویم قانون اصلی بیان دی چې په خپله د هغه لخوا ارایه شوی دی. (د نیوتن د حرکت د قوانینو اصلی بیان په لاتیني ژبه کې ارایه شوی دی). همدارنگه په اسانۍ سره کولای شو، د نیوتن دویم قانون ($\sum \vec{ma} = m\vec{a}$) له وروستی رابطې څخه په گټې اخیستلو هم د ثابتې کتلې ($m = Co s nt$) په نظر کې نیولو سره په دې توگه لاس ته راوړو.

فرض کړئ چې \vec{V}_1 د جسم لومړنۍ سرعت \vec{V}_2 د جسم نهایی سرعت د Δt په زماني انټروال کې وي، نو:

$$\begin{aligned} \sum \vec{a} &= \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{m\vec{V}_2 - m\vec{V}_1}{\Delta t} = \frac{m(\vec{V}_2 - \vec{V}_1)}{\Delta t} \\ &= m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \end{aligned}$$

له هغه ځایه چې $\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$ عبارت دی د جسم له تعجیل (\vec{a}) څخه نو په (3) رابطه کې د قیمت په وضع کولو سره کولای شو ولیکو: ($m = Co s nt$)..... $\sum \vec{ma} = m\vec{a}$

وروستی، لاس ته راغلي رابطه، د نیوتن له دویم قانون څخه عبارت ده.

د امپولس – مومنتم قانون

مور: په پخوانیو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعریف کړل. اوس ښیو چې هغوی څه ډول په اسانۍ د نیوتن له دویم قانون سره تړلي دي. مور: په پورته کې وښودو چې قوه مساوي ده، د مومنتم د تغیراتو له زماني درجې سره، یعنې: $\frac{\Delta}{\Delta t}$ او یا کولای شو داسې ولیکو: $\Delta t = \Delta$

اما $\Delta t = I$ د \vec{F} امپولس د Δt په زماني انټروال کې او Δ تولید شوي مومنتم تغیر د \vec{F} د قوې پرمخت، نو کولای شو چې ولیکو: $I = \Delta$

وروستی، رابطه بیانوي چې، یوه قوه چې پریوه جسم عمل کوي، برابره ده، د نوموړي د جسم په مومنتم کې له منتجه تغیراتو څخه چې بیان شوي جمله د (امپولس – مومنتم) د قانون په نامه یادېږي. د (6-7) شکل دا قانون د صفر د لومړنۍ مومنتم لپاره ښیي.

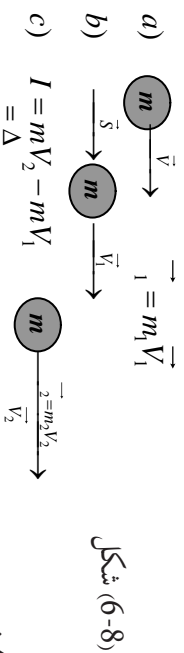
$$\begin{aligned} V &= 0 \\ a) \quad & \text{m} \\ & \xrightarrow{I} \text{m} \\ b) \quad & \text{m} \\ & \xrightarrow{I} \text{m} \\ c) \quad & \text{m} \\ & \xrightarrow{I} \text{m} \end{aligned} \quad = m\vec{V} = I$$

شکل، (6-7)

د صفر لومړنۍ مومنتم لپاره د (امپولس – مومنتم) د قانون ښوونه

د m کتله په پیل کې د سکون په حالت کې وه او د I امپولس د mV په اخري مومنتم کې چې په عددي ډول مساوي له I سره دی، په کې اعمالېږي. د (8-6) په شکل کې د m یوه کتله د $mV_1 =$ لومړني مومنتم لرونکې ده. په همدې ډول د I یو امپولس د $mV_2 =$ اخري مومنتم په پایله کې پر کتلې اعمالېږي، نو ددې له مخې کولای شو ولیکو: $I = mV_2 - mV_1$

د امپولس - مومنتم قانون د نیوټن د دوهم قانون بڼه تفصیل او توسعه ده، لاندې شکل لومړنی د خوښې مومنتم د (امپولس - مومنتم) د قانون پر بنسټ ښيي.



شکل (6-8)

تمرین

د یوې فضايي سفینې کنټرولونکي انجنونه چې g 15000 کتله لري، د مخې په لور د خپلې بدنې د غورځولو لپاره 3×10^5 قوه تولید وي. د سفینې د مومنتم بدلونونه په هغه حالت کې چې انجنونه یې د 10^5 لپاره اور واخلي حساب کړئ. په سرعت کې په منتهجه بدلونونه څومره وي؟ او د څومره مودې لپاره باید ماشینونه فعالیت وکړي، ترڅو په سفینه کې 4×10^4 سرعت تغیر رامنځته شي.

$$\Delta = I = \Delta t = 3 \times 10^5 \times 10^5 = 3 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta}{m} = \frac{3 \times 10^6}{1.5 \times 10^4} \text{ g m/s} = 200 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta}{m \Delta V} = \frac{1.5 \times 10^4 \times 4 \times 10^4}{3 \times 10^5} = 2 \times 10^3 \text{ s} = 2000 \text{ s}$$

نو په دې مثال کې کله چې انجن د 10 ثانیه لپاره وارد شي د سفینې په مومنتم کې منتهجه بدلونونه نو په دې 3×10^6 او په سرعت کې منتهجه تغیرات 200 m/s دي. انجنونه باید د 2000 s لپاره (تقریبا 33 دقیقې) فعالیت وکړي، ترڅو $400,000 \text{ m/s}$ د سرعت بدلون تولید کړي. په یاد ولري چې پورتنۍ سرعت $(m/hr) = 144,000 \text{ m/s} \times 3600 \text{ s/hr} = 144,000 \text{ m/s}$ یو خوا ډېر لوړ سرعت دی. پورتنۍ مثال مورته د امپولس - مومنتم د قانون د گټې اخیستنې یو مورد را په گوته کړ.

4-6: ضربه او د خطي مومتم ساتل (تحفظ)

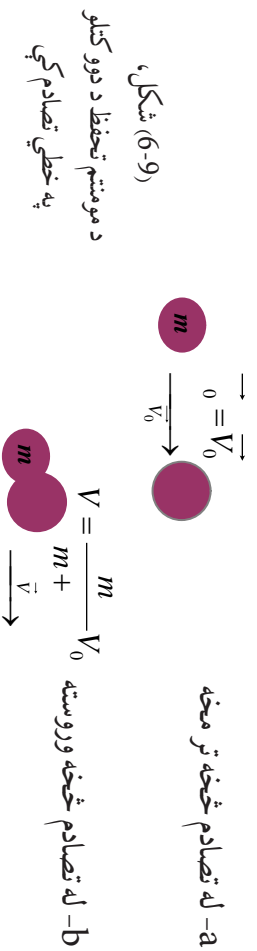
په پخواني څپرکي کې مو د نیوټن دریم قانون په دې اړه چې د هر عمل لپاره هغه ته یو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصیل سره مطالعه کړ. د نیوټن دریم قانون په حقیقت کې په طبیعت کې د قوو د بنسټي خاصیت پایله ده چې تل یې په خپلو کې په جوړه یې ډول عمل او عکس العمل واقع کېږي. کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واره کړي، دوهم جسم یوه مساوي او مخالف الجته قوه پر لومړي جسم وارد وي. اوس ددې حقیقت یو ځلی کول د نیوټن له دوهم قانون سره د مومتم پر بنسټ، موز ته د مومتم د تحفظ قانون لارښوونه کوي. که چېرې پر یوه سیستم هیڅ قوه واره نشي، په دې حالت کې د یو سیستم مومتم پرته له هر رنگه متقابلو اغیزو د هغه سیستم هیڅ قوه واره نشي، په دې حالت کې د مومتم د تحفظ قانون په بشپړ توګه بیانوي. له پورتنۍ تعریف څخه د نیوټن دوهم قانون دارنگه لیکو:

$$\Delta = \frac{\Delta}{\Delta t} \quad \text{او یا} \quad \Delta = \Delta t$$

په وروستی رابطه کې F پر جسم B د اجسامو په سیستم) باندې عامه حاصله قوه، Δt هغه زماني انټروال دی چې د F قوه عمل کوي او Δ د مومتم منته بدلون دی. په څرګنده توګه که چېرې F صفر وي، یعنې که چېرې کومه منته قوه پر جسم B (سیستم) عمل ونکړي، په هغه صورت کې Δ هم صفر وي، او دا معنا ورکوي چې مومتم ثابت دی. که چېرې د یو کمیت بدلون د Δt په زماني انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموړي کمیت د Δt په زمان کې ثابت وي. د مومتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کوو دوه جسمونه سره تصادم کوي، راځي چې په لنډ ډول د هغو تصادم بیان کړو.

کله چې دوه جسمونه د تصادم د پیل په لحظه کې په خپلو کې سره لګېږي، هر یو پر بل باندې یوه قوه واردوي، چې ددې قوو کچه سره مساوي او لوري یې مختلف وي. لکه څنګه چې دغه ادعا د تصادم په کړنې کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوي- زمان) منځني د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه پایلې ته رسېږو چې د هرې قوې امواس د مقدار له اړخه یو له بله سره مساوي دی. نو د هر جسم د مومتم بدلونونه مساوي او لوري یې مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سیستم کې د مومتم ټولیز بدلونونه د متقابلو اغیزو (د تصادم عمل) په پایله کې له صفر سره مساوي وي. په دې معنا چې د دوو جسمونو په مومتم کې د بدلونو مجموعه له ټکر څخه تر مخه او ترې وروسته په دقیقه توګه له صفر سره مساوي وي. دا بیان څرګندوي چې مومتم د یو تصادم په متقابلو اغیزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاته کېږي.

مثال: په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم ځانګړی ډول ښودل شوی دی.



لومړنۍ جسم د m په کتله او v_0 سرعت له دویمې جسم سره چې د m کتلې لرونکي دي ټکر کوي او په پایله کې دواړه کتلې یو له بله سره یو ځای کېږي او د v په سرعت خپل حرکت ته دوام ورکوي. اوس له تعریف سره سم کولای شو ولیکو:

$$d \text{ مومتم د تحفظ له قانون څخه } 0 = (m + m) V = mV_0 = (m + m)v$$

ددې له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو ولیکو: $V = \frac{m}{m+m} V_0$ باید یادونه وکړو چې کولای شو چې د m ، او v_0 د قیمتونو په لرلو سره له تصادم څخه وروسته دواړو یو ځای شوو کتلو د حاصل شوي سرعت محاسبه کړو.

د (6-10) شکل د m یوه کتله د v_0 له سرعت سره له m له دویمې کتلې سره تصادم (ټکر) کوي او له تصادم څخه وروسته، m د v په سرعت او V په سرعت یو ډبل په مخالف لوري کې په حرکت راځي. څرنگه چې په دې ټکر کې مومتم محفوظ دي، نو له مخې یې:

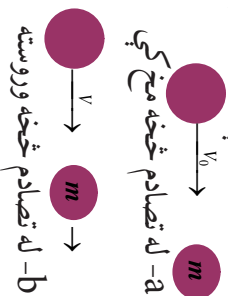
$$mV_0 = V + (-mv) = V - mv$$

a- مخکې له ټکر څخه

b- له ټکر څخه وروسته

(6-10) شکل،
په خطي ټکر کې د مومتم تحفظ
(ټکر لرونکي کتله له ساکني کتلې کوچنې)

پورتی رابطه په څرگند ډول بیانوي چې له تصادم څخه د مخه مومتم مساوي دی، له تصادم څخه وروسته مومتم سره، که چیرې تصادم کورنکې کتله د مستقیم خط پرمخ په یو تصادم کې له ساکني کتلې څخه لږه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم څخه وروسته یو له بله څخه لږې کېږي او په همدې پړه لوري کې په حرکت راځي. په (6-11) شکل کې ښودل شوي دي.



شکل (6-11)،
په خطي تصادم کې د مومتم تحفظ
(ټکر کورنکې کتله له ساکني کتلې څخه لږه)

د دې ځانگړي حالت لپاره، د مومتم د تحفظ قانون لاندې شکل ځانته اختیاري:

$$V_0 = V + mv$$

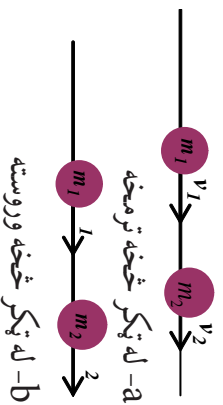
په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوي دي. په دې حالت کې:

$$b = m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$$

$$a = m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$$

د مومتم د تحفظ له قانون څخه: $a = b$
نو ددې له مخې: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$

m_1 او m_2 ورکړ شوو کتلو او v_1 او v_2 ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستي سرعتونه له تصادم څخه وروسته په v_1 او v_2 دي. د لومړني قیمت د ورکړل شویو ټاکلو برخو لپاره m_1 ، m_2 ، v_1 او v_2 د نهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځته کېدای شي. خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قیمتونو لپاره د پورتني معادلې صحت او د مومتم د تحفظ د قانون د صحت په پایله کې په هغو کې تحقق مومي.

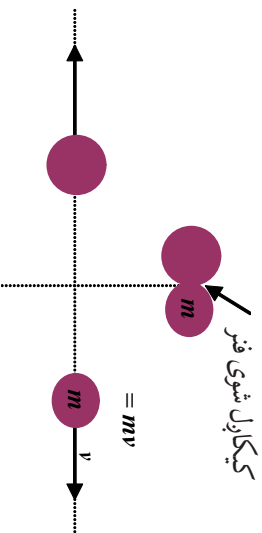


شکل (6-12)،
د مستقیم خط پرمخ ټکر د مومتم
د تحفظ عمومي حالت

د مومنتم د تحفظ یول په زړه پورې مثال په (6-13) شکل کې ښودل شوی دی. د m له کتلو سره دوه جسمونه، د یو فنر په دواړو خواو چې تر فنسر لاندې نیول شوي، یو له بل سره کلک نیول شوي دي. په هغه گړۍ کې چې جسمونه خوشې شي، د فنر قوه یې په دوو اړخو ضربه واردوي. په هر یو جسم باندې د واردې شوې قوې اندازه په هره گړۍ کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول یو له بل سره مساوي او پر کتلو د وارد شوو قوو لوری یو د بل په خلاف دی. ددې له مخې، د هغې قوې امپولس چې په عمل کوي، په کچه کې مساوي، خو د هغه قوې له امپولس سره په مخالف لوري کې دي، چې د m پر کتلې عمل کوي. هره کتله د شوپ کتلو په پایله کې عین مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه یې صفر دی. یعنې څرنگه چې مومنتم له خوشې کېدو تر مخه صفر وه، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کېدو وروسته صفر دی. له پورتنیو بحثونو څخه که چیرې د مومنتم اسکالري اندازه ته پام وکړو، وپه مومو چې هغوی باید یو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دویم ځلي پاملرنه کولای شو ولیکو: $mv = m'v'$

شکل (6-13)،

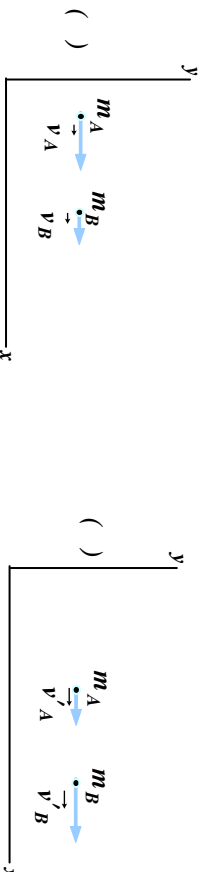
د هغو کتلو د مومنتم تحفظ چې د فنر په واسطه دواړو خوا ته شوتل شوي دي.



دا پایله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقیم تطبیق (برته له پورتنیو څرگندونو) څخه کېدای شي لاس ته راشي چې له مخې یې لومړنی مومنتم باید له نهایي مومنتم سره مساوي وي، او په دې مثال کې د دواړو مومنتمونو برخې په بشپړه توگه صفر دي.

6-5: اړتجاعي ټکر (تصادم)

اړتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزیک له اړخه څنگه څیړل کېږي؟ اړتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په کې د مومنتم د تحفظ او میخانیکي انرژۍ قوانین دواړه صفاق وکړي. ددې ډول ټکر د ښه درک لپاره د A او B دوه واړه جسمونه په نظر کې نیسو، داسې چې دواړه جسمونه د X د محور په یوه مستقیم خط حرکت کوي. اوس دا دواړه جسمونه له ټکر څخه تر مخه او له هغې څخه وروسته تر مطالعې لاندې نیسو: فرض کوو چې له (6-14) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له ټکر څخه د مخه په ترتیب سره د v_A او v_B سرعتونه او له تصادم څخه وروسته د v'_A او v'_B سرعتونه لري.



شکل (6-14)

کله چې $v > 0$ وي، جسم د X د محور نښي لور ته او کله چې $v < 0$ وي، جسم د X د محور کېن لوري ته حرکت کوي.

د مومنتم د تحفظ له قانون سره سم، په دې ډول ټکر کې د سیستم مجموعي مومنتم له ټکر څخه مخکې او وروسته ثابت پاته کېږي، نو کولای شو ولیکو چې:

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V'_A + m_B V'_B \dots\dots\dots(1)$$

په همدې ډول د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د ټکر کونکو جسمونو د حرکي انرژي مجموعه له ټکر څخه تر مخه او له ټکر څخه وروسته مساوي دي، یعنې:

$$\frac{1}{2} m_A V_A^2 + \frac{1}{2} m_B V_B^2 = \frac{1}{2} m_A V_A'^2 + \frac{1}{2} m_B V_B'^2 \dots\dots\dots(2)$$

په هغه صورت کې د دواړو جسمونو کله او سرعت له تصادم څخه د مخه معلوم دي، د (1) له رابطې څخه به گټې اخیستلو کولای شو، د A او B دواړو جسمونو کله او سرعت له تصادم څخه وروسته داسې به لاس راوړو:

$$m_A (V_A - V'_A) = m_B (V'_B - V_B) \dots\dots\dots(3)$$

په همدې ترتیب له (2) رابطې څخه به گټې اخیستلو سره د حرکي انرژي لپاره لیکو چې:

$$m_A (V_A^2 - V_A'^2) = m_B (V_B'^2 - V_B^2) \dots\dots\dots(4)$$

له الجبري $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$ ، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول لیکلای شو:

$$m_A (V_A - V'_A)(V_A + V'_A) = m_B (V'_B - V_B)(V'_B + V_B) \dots\dots\dots(5)$$

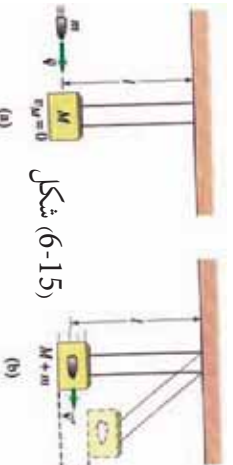
اوس په (3) رابطې باندې د (5) رابطې په ویشلو او د $V'_A \neq V'_B$ او $V'_A \neq V_B$ په فرضولو سره لرو چې:

$$\begin{aligned} V_A + V'_A &= V'_B + V_B \\ V_A - V_B &= V'_B - V'_A && \text{اویا} \\ V_A - V_B &= -(V'_A - V'_B) \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

د (6) اخځني رابطه يوه ډېره مهمه او په زړه پورې رابطه ده، د تصادم دا رابطه ددې بيانونکي ده چې په يو ارتجاعي تصادم کې، نسبي سرعت او يا د دوو ټکر کوونکو جسمونو د سرعتونو تفاضل له ټکر څخه دمخه او وروسته يو له بله سره برابر خو يو له بل څخه په خلاف لوري دي.

6-6: غير ارتجاعي ټکر (تصادم)

غير ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ د ارتجاعي او غير ارتجاعي تصادم ترمنځ څه ډول توپير شته؟ غير ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په هغې کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي. خو د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون صدق ونه کړي. په دې ډول تصادم کې د ميخانيکي انرژي د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دليل دي چې د سيستم د حرکې او پوتانسيل انرژي مجموعه ثابت نه پاته کېږي. يعنې په دې ډول تصادم کې شونې ده، چې ميخانيکي انرژي په حراتي انرژي، صوتي انرژي او يا د کار د تغيير شکل ورکړي.



شکل (6-15) (6-15)

نو ددې له مخې د غير ارتجاعي تصادمونو لپاره، يوازې کيدای شي د مومنتم د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونيسو. په غير ارتجاعي تصادمونو، معمولاً تصادم کوونکي جسمونه له تصادم څخه وروسته يو له بله سره نښتي او په عين سرعت حرکت کوي.

د غير ارتجاعي تصادم ډيټرمننډ لپاره يوه نښه مثال عبارت له بالستیک رقصي (Ballistic Pendulum) څخه دی، چې په مرسته يې کولای شو د مرمی سرعت اندازه کړو.



څېړنه وکړئ:

د ټولگي په مختلفو ډلو کې د مرمی د سرعت د پيدا کولو يو طريقه د بالستیک رقصي پرست وڅيړئ او پايله يې ټولگي ته وړاندې کړئ.

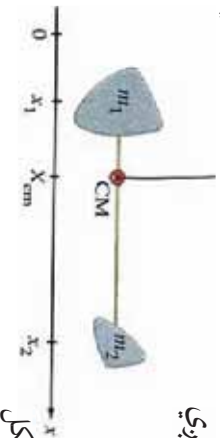
6-7: د ثقل مرکز

په پخو انيو ټولگيو کې د ثقل مرکز له مفهوم او دا چې څنگه مو وکولای شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مرکز پيدا کړو، بلدتيا ترلاسه کړه، خو ايا تراوسه مو له ځانه څخه پوښتنه کړې ده، چې څرنگه کولای شو د اجسامو د يو سيستم او يا هغو ذرو د ثقل مرکز چې د يو مستقيم خط پرمخ دي، لاس ته راوړو؟ او يا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سيستم او يا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو. د پيرټينو پوښتنو د ځوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونيسئ، په دې شکل دوه جسمونه د m_A او m_B په کتلو شتون لري چې د هريو واټن د X د محور له مرکز څخه عبارت له x_A او x_B څخه دي.

ددې سیستم د ثقل د مرکز د لاس ته راورلو لپاره چې له دوو جسمونو (له دوو ذرو څخه نماینده گي کوي) جوړ شوي دي له لاندې رابطې څخه گټه تر لاسه کېږي

$$m_A x_{cm} + x_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$

$$\text{اویا (1)} \quad X_{cm} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{m_A + x_B}$$

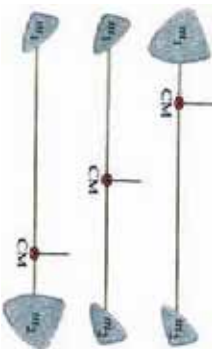


شکل (6-16)

په دې رابطه کې X_{cm} د سیستم د ثقل د مرکز فاصله د X محور له مرکز څخه دي. د رابطې د ساده کولو لپاره د m_A او m_B د کتلو مجموعه د M د قیمت په وضع کولو د (1) رابطه لاندې شکل ځانته نیسي:

$$X_{cm} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{m_A + m_B}$$

شکل (6-17)



اوس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - په هغه صورت کې چې یو ه کتله له بلې څخه لویه مثلا $m_B > m_A$ وي، په دې حالت کې ددې دوه جسمي (دوه ذره یي) سیستم د ثقل مرکز هغه جسم ته نژدې دی چې د لوېې کتلې لرونکی وي.

2 - که چېرې د سیستم ټوله کتله په یوه نقطه مثلا د m_B په نقطه کې دي، په دې صورت کې به $m_A = 0$ وي او کولای شو ولیکو چې:

$$X_{cm} = \frac{0 \times X_A + m_B X_B}{0 + m_B} = \frac{m_B X_B}{m_B} = X_B$$

3 - که چېرې سیستم له دوو جسمونو (ذرو) زیات تر n ذرو پورې وي، په داسې حالت کې د (1) د رابطې پر بنسټ کولای شو ولیکو چې:

$$(2) \quad X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}$$

$$= m_1 + m_2 + m_3 + \dots \quad X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i X_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

ووروستي رابطه د اجسامو یا د ذرو د سیستم د ثقل مرکز د لاسته راوړلو لپاره یوه کلې رابطه ده. همدارنگه د Y محور لپاره په آسانی کولای شو، په اثبات ورسوو چې:

$$\sum_{i=1}^n m_i Y_{cm} = \dots$$

د شپږم څپرکي لنډيز



- د خطي مومنتم او امپولس په مبحث کې دوه اصله (امپولس - مومنتم) او (د خطي مومنتم تحفظ) د بنسټيزو قوانينو او قاعدو په نامه ياد شوي دي.
- امپولس يا ضربه يو وکتوري کميت دی، چې د قوې او وخت له حاصل ضرب څخه عبارت دی.

$$\vec{I} = \sum_{cm} \vec{r} \cdot \Delta t$$

- امپولس د نيوتن د دوهم قانون په نظر کې نيولو سره په حقيقت کې عبارت له Δ څخه دی، يعنې:

$$\vec{I} = \sum_{cm} \vec{r} \cdot \Delta t = \Delta$$

- د يو جسم خطي مومنتم د m له کتلې او \vec{v} د سرعت سره عبارت له $m\vec{v} = \vec{I}$ څخه دی.
- مومنتم يو وکتوري کميت او د \vec{v} له وکتور سره هم لوری دی.
- د څو جسمو څخه په جوړ شوي سيستم کې د ټول سيستم خطي مومنتم عبارت دی له مجموعې د مومنتمونو د هر يو له اجسامو څخه په جلا توګه، يعنې:

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \dots = \sum_{i=1}^n \vec{I}_i$$

- مومنتم د نيوتن د دوهم قانون په نظر کې نيولو سره عبارت له: $\vec{I} = \frac{\Delta}{\Delta t}$ څخه دی، يعنې پر يوه جسم د واردو شوو قوو مجموعه مساوي د مومنتم له تغيير سره نظر زمان ته دی.
- د يو جسم لپاره د مومنتم تحفظ هغه مهال برقراره کيدای شي چې پر جسم د واردو شوو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په هغې کې د مومنتم د تحفظ بېلګې انرژي او قوانين دواړه صدق کوي.
- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کونکو دواړو جسمونو نسبي سرعت له تصادم څخه مخکې او له وروسته يوه اندازه خو يو دبل په خلاف لوري دي.
- غير ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی، چې په هغې کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون په کې صدق نه کوي.
- د اجسامو يا ذرو د سيستم د نقل مرکز لاس ته راوړلو لپاره له لانديني رابطو څخه ګټه اخيستل کېږي.

$$\sum_{cm} X = \sum_{i=1}^n X_{cm} \Rightarrow \text{نظر د } X \text{ محور ته} \quad \Rightarrow \sum_{cm} Y = \sum_{i=1}^n Y_{cm} \Rightarrow \text{نظر د } Y \text{ محور ته}$$

د شپږم څپرکي پوښتي

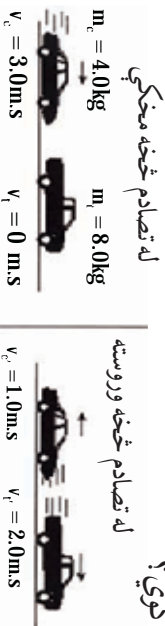
1. د یو جسم مومتم عبارت دي د جسم د او له حاصل ضرب څخه.
2. د نیوټن د دوهم قانون له مخې پر یو جسم د وارده قوو مجموعه عبارت له نسبت د پر دی.
3. امپولس عبارت د له تغییراتو څخه دي.
4. په ارتجاعی تصادمونو د دوو تصادم کونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته یو له بله سره خو په لوري یو د بل دي.
5. له لاندې څوابونو څخه کوم یو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.

الف) m	ب) $\frac{m}{s}$	ج) $\frac{\Delta v}{\Delta t}$	د) s
----------	------------------	--------------------------------	--------
6. له لاندې څوابونو څخه کوم یو پر جسم د عمل کونکي قوې له مجموعې سره مساوي دي.

الف) $\frac{\Delta v}{\Delta t}$	ب) $m \cdot \Delta v$	ج) Δv	د) Δ
----------------------------------	-----------------------	---------------	-------------
7. که چیرې د دوو جسمونو مومتم یو شان وي، په پایله کې حرکي انرژي له کتلې سره له لاندینو رابطو څخه یوه لري.

الف) مستقیم ب) معکوس ج) هېڅ اړیکه نه لري د) یو له بل سره متناسب

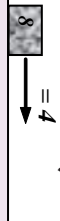
8. لاندې تصویر د دوو لابراتواري موټر ګیر تصادم ښيي، چې په ترتیب سره د 4Kg او 8Kg کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له 1m/s سرعت سره د شا په لور او د B موټر له 2m/s سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پر بنسټ، لاندې څوابونو څخه کوم یو د مومتم او حرکي انرژي په هکله صلیق کوي؟



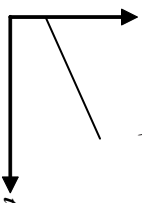
مومتم	حرکي انرژي
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت نه دي موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت نه دي موندلی

- الف: _____
 ب: _____
 ج: _____
 د: _____

9. په لاندې شکل کې که چیرې د اصطکاک قوه د هر کیلوگرام په وړاندې 0.25 نیوټن وي او جسم د سکون له حالت څخه په حرکت کې راشي، له څو ثانیه څخه به یې موتم 8 m/s ته ورسېږي؟
الف) 1.25 ثانیه ب) 2.5 ثانیه ج) 1.6 ثانیه د) 3.2 ثانیه



10. د Y عمودي محور، د P موتم لاندې گراف او د X افقي محور، t زمان د یوې فضايي سفینې لپاره ښيي. له لاندې څوابونو څخه کوم یو د خط له میل څخه عبارت دی.



- الف) د سفینې کتله
ب) د سفینې سرعت
ج) هغه مجموعي قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي.
د) د سفینې پرمخ ترسره شوي کار
11. یو جسم د 5 ثابتې قوې لاندې د سکون له حالت 1.5 m/s^2 تعجیل سره په حرکت راځي، له 6 ثانیه څخه وروسته د جسم موتم 8 m/s کېږي؟
الف) 20 ب) 30 ج) 22.5 د) 45
12. څه شی باید په یو جسم تطبیق شي، ترڅو د هغه سرعت او یا حالت ته تغیر ورکړي.
13. د قوې امپولس تعریف کړئ.
14. د m د کتلې لرونکې جسم موتم چې د V په سرعت په حرکت کې دی، تعریف کړئ.
15. د خطي موتم د تحفظ قانون بیان کړئ.
16. څه ډول (امپولس) - موتم) او (د موتم تحفظ) د نیوټن قوانین تعقیبوي، بیان یې کړئ.
17. په شکل کې $10 \text{ gr} = m$ ، $5 \text{ gr} = m$ او $25 \text{ m/s} = v$ ،
د M د کتلې لومړنی سرعت حساب کړئ.
18. په لنډ ډول د دوه جسمونو په تصادم کې د موتم تحفظ چې نوموړي جسمونه د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړئ.
19. د $s - 300$ یو امپولس پر یو جسم چې کتله یې 8 ده واردېږي، ددې کتلې په سرعت کې تغیر وټاکئ (تعمین) کړئ.
20. یو جسم چې 10 gr کتله لري، د 10 gr سرعت لرونکی دی. که چیرې $s - 1000$ امپولس پر دې کتلې وارد شي، د کتلې اُخري سرعت حساب کړئ.

21. یو ماشوم له g 21 کيلې سره بېر وړوکی بایسکل چې g 9.5 کتله لري، سپور او په $4.5m/s$ سرعت د شمال ختیځ په لور په حرکت کې دی.

a. د ماشوم او بایسکل مجموعي مومنتم څومره دی؟

b. د ماشوم مومنتم څومره دی؟

c. د بایسکل مومنتم حساب کړئ.

22. د فوټ بال یو توپ له g 0.5 کتلي او $15m/s$ سرعت سره د شمال په لور شوت کېږي، یوساکن شخص په $0.02s$ زمان کې هغه نیسي او دروي یې. کومه قوه د نیوونکي لخوا په توپ واره شوې ده؟

23. د کرکټ د هر توپ کتله د سکون په حالت کې g 0.5 ده، که چېرې شین رنگه توپ په $12m/s$ سرعت له ایې رنگه توپ سره چې ساکن دی، برخورد وکړي. (فرض کړو چې د لویې دوخت په اوږدو کې، توپونه له اصطکاکی پرته بېرېرې سطحې حرکت کوي). د ایې رنگه توپ نهایی سرعت په لاندې حالتونو کې پیدا کړئ.

a. شین رنگه توپ له ایې توپ سره له ټکر څخه وروسته درېږي.

b. شین توپ له تصادم څخه وروسته خپل حرکت ته له $2.4m/s$ سرعت سره په عین لوري کې دوام ورکوي.

24. د لاندې تمرینونو لپاره مناسب شکلونه رسم او هغه حل کړئ.

a- فرض کړئ چې د m کتله د (a) په شکل کې یو واگون دی له g 600 کيلې سره او د M بل واگون له g 900 کتلي سره دي. د واگونونو سرعت له تصادم څخه وروسته چې په خپلو کې سره یو ځای کېږي، محاسبه کړئ. (ځواب: $0.8m/s$ دی).

b- فرض کړئ د (b) په شکل کې m د تینس توپ له $500gr$ کيلې سره وي. که چېرې د تینس د توپ لومړنی سرعت $20m/s$ او نهایی سرعت یې $10m/s$ په هغه لوري کې چې په شکل کې لیدل کېږي، وي. د والبال د توپ سرعت پیدا کړئ. (ځواب: $3m/s$ دی)

c- د (b) په پورتنی شکل کې فرض کړئ چې یوه 10 گرامي سکه او یوه 5 گرامي سکه وي. په هغه صورت کې چې $V = 2m/s$ او $V_0 = 1m/s$ وي، د V قیمت وټاکئ. (ځواب: $2m/s$)

d- فرض کړئ چې پورتنی دوه جسمونه د هوابي سفینې دوی برخې (مثلا د قوماندې برخه او د سفینې د خدمتونو برخه) وي، او g 10,000 = او $m = 2000$ وي. که چېرې یو له بل څخه د برخورد تر جلا کېدو وروسته $V = 5m/s$ وي، د V سرعت قیمت او د m د کتلي سرعت نسبت ته وټاکئ. (ځواب: $25m/s$ او $30m/s$)

25. یوه تشله له $0.015kg$ کتلي سره شني لورته له $22.5cm/s$ سرعت سره له اصطکاکی څخه پرته بېرېرې سطحې اغېزې، له یوې بلې تشلې سره چې له $0.015kg$ کتلي او $18cm/s$ سرعت سره کین لورته حرکت کوي، یو ارتجاعي تصادم کوي. له ټکر څخه وروسته لومړنی، تشله له $18cm/s$ سرعت سره په حرکت راځي. د دوهمې تشلې سرعت له تصادم څخه وروسته پیدا کړئ.

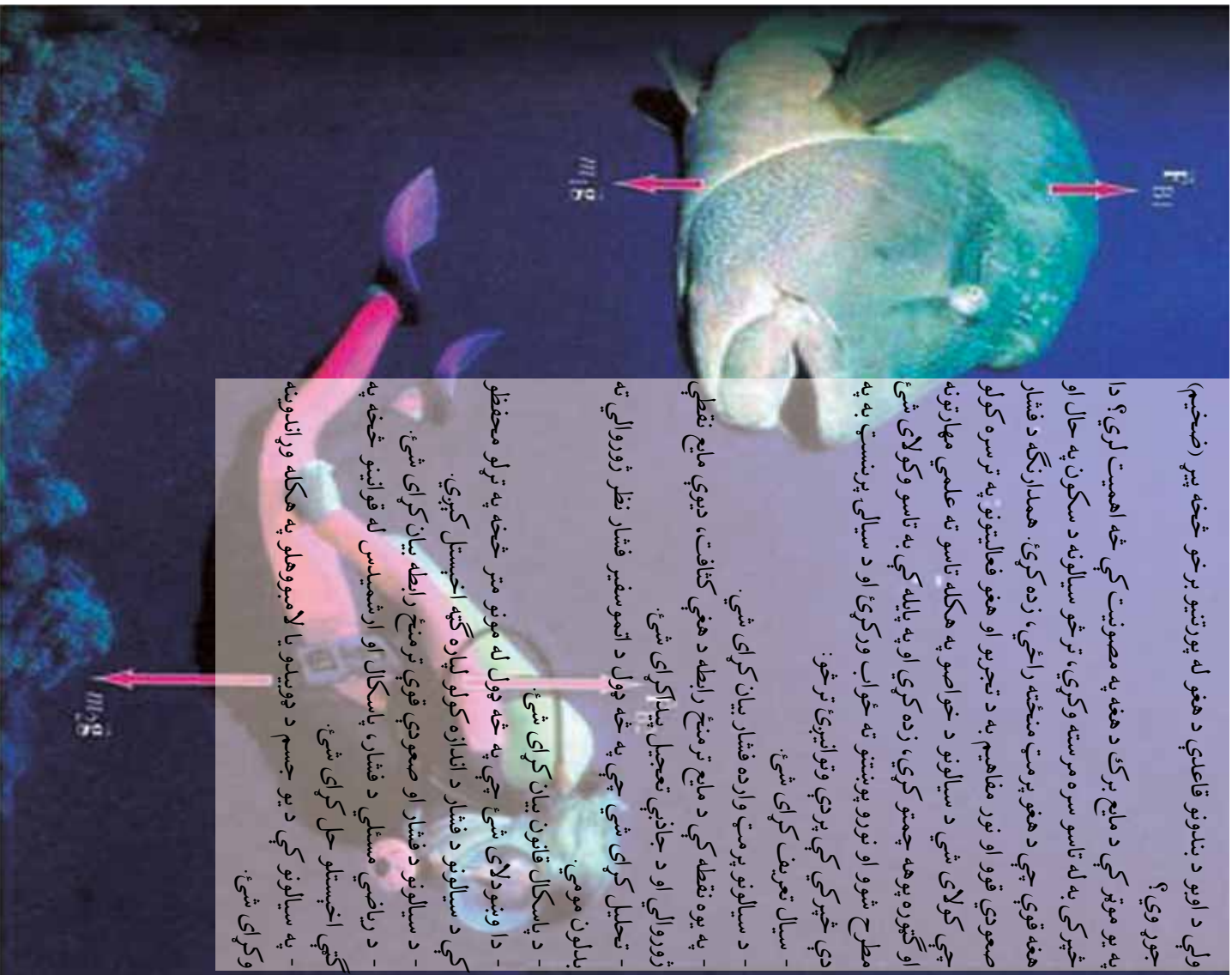
26. یو موټر له g 500 کتلي په $15m/s$ سرعت د جنوب په لور له یوې g 4500 لاری سره چې د ترافیکي اشارې لپاره د دریډلې ده، ټکر کوي. موټر او لاری یو له بله سره لگیدلي او له ټکر څخه وروسته یو له بل سره یو ځای په حرکت راځي د موټرونو د مجموعي کتلو نهایی سرعت پیدا کړئ.

اوووم شپړکی د سیالونو نسبي سکون

ولې د اوووم د بندونو قاعدې د هغو له پورتنیو برخو څخه پیر (صخیم) جوړوی؟

په یو موټر کې د مایع برک د هغه په مصونیت کې څه اهمیت لري؟ دا څپړکی به له تاسو سره مرسته وکړي، ترڅو سیالونه د سکون په حال او هغه قوې چې د هغو پرست منځته راځي، زده کړي. همدارنگه د فشار صعودي قوو او نور مفاهیم به د تجربو او هغو فعالیتونو په ترسره کولو چې کولای شي د سیالونو د خواصو په هکله تاسو ته علمي مهارتونه او ګټوره پوهه چمتو کړي، زده کړي او په پایله کې به تاسو وکولای شي مطرح شوو او نورو پوښتنو ته ځواب ورکړئ او د سیالی پرېست به په دې څپړکي کې پردي وتوانیږئ ترڅو:

- سیال تعریف کړای شی.
- د سیالونو پرست وارده فشار بیان کړای شي.
- په یوه نقطه کې د مایع ترمنځ رابطه د هغې کثافت، د یوې مایع قطعي ژوروالي او د جاذبې تعجیل پیدا کړای شي.
- تحلیل کړای شي چې په څه ډول د اتموسفیر فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.
- د پاسکال قانون بیان کړای شي.
- دا وپوښتل شي چې په څه ډول له مونو متر څخه په ټولو محفوظو کې د سیالونو د فشار د اندازه کولو لپاره ګټه اخیستل کېږي.
- د سیالونو د فشار او صعودي قوې ترمنځ رابطه بیان کړای شي.
- د ریاضي مسئلې د فشار، پاسکال او ارشمیدس له قوانینو څخه په ګټې اخیستلو حل کړای شي.
- په سیالونو کې د یو جسم د جویندو یا لامبووهلو په هکله وړاندوینه وکړای شي.



7-1: سیالونه

په مایع حالت کې د اجسامو مالیکولونه د اتصال (ښیتلو) له کمزورو قوو سره یو له بله سره تړل شوي دي. هغوی ثابتو موقعیتونو ته مقید نه دي، بلکې یو د بل پرمخ په ښویدلو په ازاده توګه له یو موقعیت څخه بل موقعیت ته د مکان تغیر کوي. بناءً مایعات ټاکلی حجم لري او کولای شي روان اوسې او په هغه لورېني کې چې اچول کېږي، د هغې شکل ځایته اختیاړوي.

همدا راز د مایعاتو مالیکولونه یو له بله سره نژدې دي او د فشار ورکونکو قوو په وړاندې مقاومت دي. لکه څنګه چې مایعات عملاً د تراکم وړنه دي.

د ګاز په حالت کې ذرې یو له بله څخه ډېره فاصله لري او اتصال یا ښیتلو او لګیدلو قوې یې ترمنځ هومره کوچنۍ دي چې د صرف نظر وړ دي.

له دې امله هغوی د مایعاتو مالیکولونو پرتله ډېر په ازاده توګه یو له بل څخه په لرې واټن کې حرکت کولای شي او ټاکلی حجم او ټاکلی شکل نلري، هرې خوا ته خپریږي او په اسانۍ سره متراکم کېږي. څرنګه چې هم مایعات او هم ګازات له خپل لږ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل تغیر کوي او د سیالیا وړتیا لري، له همدې امله دي چې هغوي د سیالونو¹ په نامه یادوي.

د سیالونو فشار

لکه څنګه چې تاسو پوهیږئ فشار په ظرف کې د سیال په هره نقطه کې، عبارت دی د سطحې پر واحد باندې د عمودي وارده قوې له مقدار څخه چې کیدای شي داسې ولیکل شي:

$$\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}$$
$$\text{او یا د سمبول په لیکلو: } = \frac{\quad}{A}$$

د SI د اندازه کولو په سیستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) څخه دی او مساوي دی له:

$$\frac{\text{نیوتون}}{\text{مترمربع}} \text{ یا } \frac{N}{m^2}$$

مثال:

د یو کتاب لخوا وارده فشار چې $0.16cm^2$ مساحت او $8N$ وزن لري، څومره دی؟ حساب یې کړئ.

حل:

$$\begin{aligned} \text{لومړۍ مرحله: لاندې معلومات ورکړل شوي دي: } A &= 0.16cm^2 \\ &= 8 \\ \text{دوهمه مرحله: د فشار معادله ولیکئ. } &= \frac{\quad}{A} \end{aligned}$$

1 د سیال کلمه د پیدللو یا جریان پیداکولو د وړتیا مفهوم رسوي او له همدې امله دا کلمه په یوه وخت کې د مایعاتو او ګازاتو لپاره کارېدلای ده.

دریمه مرحله: د ورکړل شوی قیمتونو په وضع کولو سره مساحت او د قوه حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبې قوې له اندازې څخه عبارت دی).

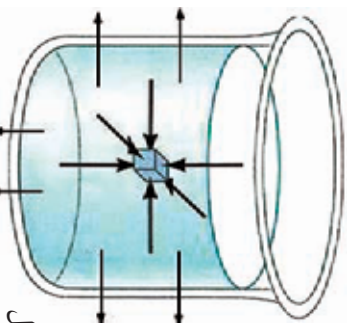
$$= \frac{8}{0.16} = 50 \frac{m^2}{m^2} = 50 \quad a$$

پوښتنې:



1. د یو کانتینر لخوا وړاندې فشار چې وزن یې 6000 او د قاعدې مساحت یې $3m^2$ دی، څومره دی؟ بیا یې کړئ.
2. د یوې دېرنې تختې وزن پیدا کړئ چې مساحت $12m^2$ دی او a فشار پر ځمکې واردوي.

7-2: د مایع فشار اندازه کول



شکل (7-1)

کله چې د لامبلو په یوه ډنډه کې تراویو لاندې لامبې، د اویو فشار د خپلو غوړونو په پردو کې حس کولای شې. څه شی ددې فشار سبب کېږي؟ په اسانۍ سره ویلای شو چې ددې فشار لامل، د اویو وزن ستاسو پر بدن دي چې تاسو مقابل لوري ته ډیځه کوي. د (7-1) شکل د اویو په یو ډک لوبښي کې یو غوټه شوي جسم ښیي.

مایع د جسم او د هغې پر جدارونو قوې واردوي، قوې د جسم د سطحې او جدارونو پر هره نقطه په عمودي ډول وار دېږي.



فعالیت:

اوبه څرنگه پر اجسامو فشار واردوي؟

اړین توکي: پلاستيکي کڅوړه، سنجاق او اوبه

ګړنلاره:

- 1- کڅوړه له اویو څخه ډکه کړئ.
- 2- کڅوړې ته په سختې فشار ورکړئ او په چټکۍ سره یې په څو نقطو کې په سنجاق سوزی کړئ.
- 3- خپل مشاهدات ولیکئ.
- 4- له خپلې ډلې سره پر لیکل شورو مشاهداتو بحث وکړئ.
- 5- ستاسو پایله ترلاسه کول له دې فعالیت څخه څه شی ده؟ تاسو ولیدل چې اوبه د کڅوړې د سطحې له سوزیو څخه په ټولو لورو کې په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار په ټولو لورو کې د سطحې په هره نقطه کې عمودي دی.



شکل (7-2)

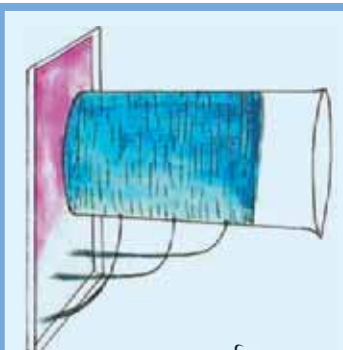
په څه ډول د اوبو د فشار کچه نظر د اوبو عمق ته توپیر کوي؟
ددي پوښتنې ځواب د لاندې فعالیت په ترسره کولو لاس ته راوړلای شئ.



فعالیت: فشار او ژوروالي

اړین توکي: اوبده حلې قطی، موم، سوري کوونکي او اوبه
ګولاره:

- 1- د قطی پوه څرا درې ځایه په مساوي ډول سوري کړئ.
 - 2- سوري په موم یا خمیرې بند کړئ.
 - 3- حلې قطی له اوبو څخه وکه کړئ.
 - 4- سوري پر لښیزئ.
 - 5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.
- لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب وولئ:
- له کوم سوري څخه اوبه په تیزۍ او ډیر شدت فواره کوي؟
 - په کوم سوري کې فشار ډیر دی؟



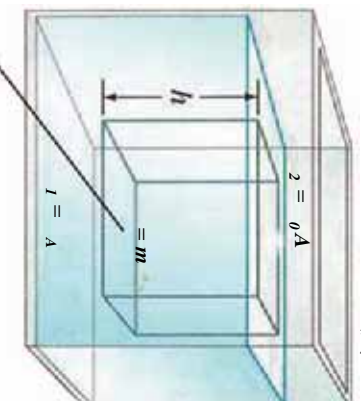
شکل (7-3)

له لاندې فعالیت څخه کولای شو پایله تر لاسه کړو چې د اوبو فشار د ژوروالي په زیاتیدو سره ډیرېږي.

د مایع په یوه ټاکلي نقطه کې د فشار او ژوروالي تړمنځ رابطه

کثافت لرونکي ساکنه مایع د یو سر خلاصې لوبڼې په منځ کې له (7-4) شکل سره سم په نظر کې نیسو. کله چې وضو اړو د مایع فشار د مایع په منځ د C په نقطه کې چیرې چې د مایع ارتفاع یا ژوروالی په هغې نقطه کې h دی، لاس ته راوړو.

شکل (7-4)



له مایع څخه وکله لوبڼې په نظر کې ونیسئ چې د h په ارتفاع او د A په قاعدې یو سلنډر په کې غوټي وهي. ددې بېلگه نیز سلنډر ارتفاع برابره ده، د C نقطې له ژوروالي څخه تر اوبو تر سطحې (h) پورې راځي چې ددې فرضي سلنډر پورتنیو او لاندینو سطحو باندې عامې قوې مطالعه کړو. دغه قوې درې ډوله دي:

$$1 - \text{د بېلگه نیز سلنډر وزن } (W), \quad W = \rho g h A$$

$$2 - \text{د } (F_1) \text{ صعودي قوه چې د مایع د فشار له امله د سلنډر پر قاعدې واردېږي. } F_1 =$$

د (2) قوه چې د اتموسفیر د فشار له امله د سلنډر پر پورتنۍ سطحه له پاسه عمل کوي، پردي بېلگه ییز سلنډر د نیوټن د دریم قانون په تطبیقولو سره (مایع ساکن او د تعادل په حالت کې دی):

$$\sum = 0$$

$$\begin{aligned} \text{نر ددي له مخې: } A - ({}_0A + pghA) &= 0 \\ &= {}_0 + pgh \\ \text{اویا } - {}_0 &= pgh = \end{aligned}$$

- P مطلقه فشار دی، P_g نظر ژوروالي ته د سیال د داخلي فشار په نامه یادېږي. د مطلقه فشار د h په ژوروالي د مایع د سرخلاصي لوړتني په ښکتنې سطحه کې د اتموسفیر له فشار څخه ډېر دی او کچه یې (Pgh) ده. له هغه څخه نه مو چې په رابطه کې مطالعه کړ، لاندې پایلې لاسته راوړلای شو:
- 1 - د مایع د داخل په هره نقطه کې فشار، په خطي توګه عمل کوي او د مایع له عمق او کثافت سره متناسب دی.
 - 2 - فشار د مایع د عین ژوروالي په ټولو نقطو کې یو ډول وي.
 - 3 - د لوړتني شکل پر فشار اغیز نه لري.

مثال

یو لامبورهنګی په $400m$ ژوروالي تر سمندر لاندې په افقي توګه لامبورهي. که چېرې د بحر د اوبو کثافت $\frac{kg}{m^3} 1.025 \times 10^3$ ، a او $\frac{m}{s^2} 9.8 = g$ وي، حساب کړئ.

- 1 - د P_g داخلي فشار په دې ژوروالي کې.
- 2 - منځنۍ فشار په دې ژوروالي کې.
- 3 - پر لامبورهنګی جسم د اوبو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبورهنګی جسم مساحت $0.8m^2$ وي.

حل:

$$\begin{aligned} &= pgh \\ &= 1.025 \times 10^3 \times 9.8 \times 400 \\ &= 4.018 \times 10^6 \quad a \end{aligned}$$

$$= 0 + \quad -2$$

$$= 1.01 \times 10^5 a + 4.018 \times 10^6 a$$

$$= 4.119 \times 10^6 a$$

$$= - \Rightarrow = \times A \quad -3$$

$$= 4.018 \times 10^6 \times 0.8$$

$$= 3.2144 \times 10^6$$

7-3: د اتموسفیر فشار

ځمکه د نایټروجن، اکسیجن او غازاتو د یو قشر په واسطه احاطه شوې ده، چې د اتموسفیر په نامه یادېږي. د اتموسفیر د قشر پیلوالی له ځمکې څخه د هغې تر پورتنې پورې تقریباً 150km ته رسېږي، د اتموسفیر شاوخوا 80 غازونه د ځمکې د سطحې په 10 کیلومتری ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفیر په پورتنۍ برخه کې صفر ته نژدې کېږي، لکه چې پوهېږو فشار د اتموسفیر په هره نقطه کې مساوي وي، د هغه هوایي ستوني له وزن سره، چې طول یې له هماغه نقطې څخه د اتموسفیر تر پورتنۍ برخې پورې وي او د سطحې پر واحد باندې په هماغه نقطه کې واردېږي. نو له دې امله فشار د ارتفاع په زیاتیدو سره تناقص پیدا کوي، اوس گورو چې څنګه کولای شو، د اتموسفیر فشار اندازه کړو؟

دې موخې لپاره مورز د تورریچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنخ) څخه چې په 1643 زېږدیز کال اختراع شوي دي ګټه اخلو.

په (7-5) شکل کې شیشه یي اوږد تيوب تقريباً د یو متر په اوږدوالي او د $1cm^2$ قاعدې مساحت سره ونښی، چې سر یې بند دی. کله چې هغه له سیمابو (Hg) څخه ډک کړو او بیا یې په معکوس ډول له سیمابو څخه په ډک لوبښي کې کېږدو، په دې صورت کې $a = b$ (ولې؟) ځکه نو: $0 = \rho_g gh$

د بحر په سطح او تر معیاري شرایطو لاندې د ځمکې د جاذبې تعجیل او د سلسیوس صفر درجې تودوخې، د سیمابو د ستنې ارتفاع 76cm دی او د سیمابو په دې ستنې باندې د اتموسفیر فشار یو اتموسفیر (1_{atm}) دی.

د سیمابو ستنې ارتفاع په ρ ، g او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري. نو له دې کبله د کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبې تعجیل (ρ) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له تغیراتو سره بدلون مومي. ټول دقیق فشار سنخوونکي یا بارومترونه (Barometers) له ترمامیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارټونو سره یو ځای جوړېږي.



شکل (7-6)



اضافي معلومات:

ځښني مريضوعات چي بايد پري پوه شو:
هرڅومره چي غواص (لامبووهونكي) د بحر د اوبو په ژورو كې ښكته ځي، فشاري بدن زياتېږي، تنفس ورته گرانېږي، نو له همدې امله لامبووهونكي ددې ستونزې د رفع كولو لپاره له فشار تنظيمونكو څخه گټه اخلي.
د (7-6) شكل د غواصانو ځانگړي لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر 610m ژوروالي پورې په تعادل كې ساتي او د تنفس عمل اسانه كوي.

ايا د سيال د جاري كيدو لوري ټاكلې شي؟
ددي پوښتنې د ځوابو لپاره لاندې فعاليت په عملي توگه تجربه كړئ.



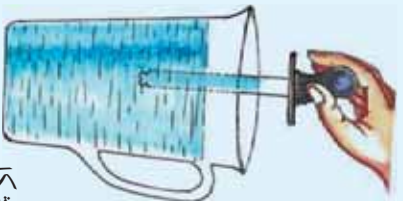
فعاليت:

د فشارونو توپير او د سيالونو جريان پيدا كړل.

اړين توکي: قطره څڅوونکي، پياله او اوبه

کړنلاره:

- 1- دواړو زده کوونکو ته يوه دانه پلاستيکي قطره څڅوونکي او د اوبو يوه کوچنې پياله ورکړئ.
- 2- له هغو څخه وضوړئ چې د قطره څڅوونکي د کار د څرنګوالي په هکله يو پاراګراف وليکي.
- 3- توضيح کړئ چې ولې اوبه په قطره څڅوونکي کې پورته ځي؟ او ولې کولای شو اوبه پر فشار له قطره څڅوونکي څخه خارجي کړو؟ دواړه پوښتنې دې ددې حقيقت پر بنسټ چې سيالونه د جگ فشار له ساحې څخه د تپت فشار لوري ته جريان پيدا کوي، تشریح شي.



شکل (7-7)

ستاسو پر جسم باندي د فشار بدلون

ستاسو په جسم څه پېښېږي کله چې د اتموسفیر په فشار کې بدلون رامنځته شي؟ کله چې په یوه سفر لور و او یا تیتو نقطه ته ولاړ شي، باید ځان د اتموسفیر له فشار سره عیار کړی ترڅو د بدن د داخلي او خارجي فشار تعادل رامنځته شي. ښایي تجربه کړي مو وي چې لوړو او تیتو منطو ته د سفر پر مهال مو غوږونه اواز کوي او سبب یې دا دی چې ستاسو د غوږنو د شاوخوا هوا په فضايي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځته شوي او د غوږ پرده مو اغېزمنه کوي.

مثال:

a- د اتموسفیر فشار د سلسیوس په صفر درجه او د ځمکې د جاذبې په معیاري تعجیل کې د بحر په سطحه کې حساب کړی. په هغه صورت کې چې:

$$\rho_g = 13595 \frac{kg}{m^3} \quad \text{او} \quad g = 9.80666 \frac{m}{s^2}$$

حل:

$$1_{atm} = \rho_g h$$

$$1_{atm} = 13595 \times 9.80666$$

$$1_{atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ a}$$

b- د بحر په سطح کې پر $2m^2$ مساحت واړه قوه حساب کړی.

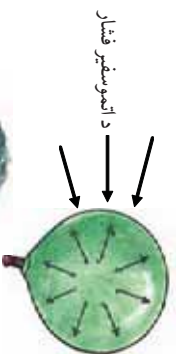
$$20 \text{ ټنه وزن} \approx 2.026 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 \times 2 \Rightarrow \frac{0}{A}$$

ولیل شوه چې دا قوه یوه ستره قوه ده.

پوښتي:



1. ولې تاسو دومره ستر او څیزونکی فشار نشئ حس کولای؟



2. ولې د الرتکر کابینه بله د تنظیم شوي هوا فشار ولري؟



3. څه پېښېږي کله چې په یوې نیچې، د میوو او په څښنې؟ تشریح یې کړی.

4. ولې فشار تیر ژور ونډو په قاعده کې نسبت د یو لوی او کم ژور جهیل له قاعدې له فشار څخه زیات دی؟

7-4: په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول

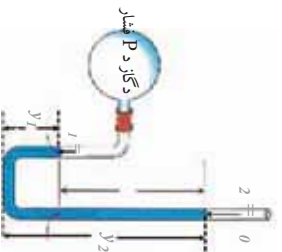
په محصور شوو مایعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له یوې الې خڅه چې د فشار سنډچ په نامه یادېږي، کار واخلو. دوه ډوله فشار سنډچ شتون لري. یو د سرخلاص نل چې هغې ته شکله موزومتر (U shape monometer) او دویم ډول یې د بورډن موزومتر (Bourdon - type) په نامه یادېږي.

1 - خوله خلاصی موزومتر

دا ډول موزومتر له ډوله نښېته یې نل خڅه جوړ شوي دي، چې په منځ کې یې مایع وي. یو سربې خلاصی او بل سربې له یو سیستم (ټانک) چې د (فشاريې اندازه کوو وصل شوي دي. د کین اړخ د ستنې په قاعده کې د مایع فشار مساوي دی له $Pgy_1 +$ سره، په داسې حال کې چې د نسبي اړخ په قاعده کې، د مایع فشار $Pgy_2 +$ دی.

P عبارت د موزومتر د مایع له کثافت خڅه دی. له هغه ځایه چې دواړه تعریف شوي فشارونه له هغه نقطې سره اړیکه لري، نو ددې له مخې لیکلای شو:

$$\begin{aligned} Pgy_1 &= Pgy_2 \\ - Pgy_1 &= Pgy_2 - Pgy_1 \\ - Pgy_1 &= Pgh \end{aligned}$$



شکل (7-8)

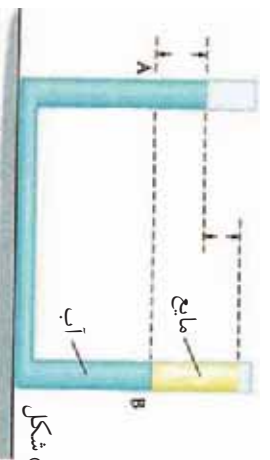
لکه څنګه چې پوهېږئ چې ($0 -$) نظر زوروالی ته، د فشار د توپیر په نامه دی او دا فشار متناسب دی د مایع د ستونزو د ارتفاع له توپیر سره.

مثال:

یو ډولې نښېته یې نل له اوبو خڅه یوڅه ډک شوی دی، یوه بله مایع چې له اوبو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په یو انجام کې اچول شوي ده. ترڅو دا مایع د d په فاصله کې د اوبو په پورتنۍ سطحه په بل سټون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.

پیداګړی:

- 1 - د مایع د کثافت او اوبو د کثافت ترمنځ نسبت.
- 2 - که چېرې د مایع د ستون ارتفاع $20cm$ او $d = 8cm$ وي، د مایع کثافت پیداګړئ.



حل:

$$P_a = P_0 + \rho g h$$

$$P_0 + \rho g(d + h) = P_0 + \rho g h$$
 په رابطه کې P د مايع کثافت او P_0 د اوبو کثافت رابښي، د پورتنۍ رابطې له ساده کولو وروسته لرو:

$$P = \frac{\rho}{\rho + d} \Rightarrow P = \frac{12}{1000} = 600 \frac{kg}{m^3}$$

مثال:

په خوله خلاصې مونیومتر د گاز له یوه ټانک سره تړل شوی دی.

د ښي اړخ په ستون کې د سیمايو سطحه د (7-10) شکل په څیر، $0.39m$ نسبت د مونیومتر د کین اړخ سطحې ته لوړه واقع ده. که چیرې یو مونیومتر د سیمايو د ستون ارتفاع $g = 0.75mm$ وښيي.

a- د گاز مطلقه فشار څومره دی؟ ځوابونه په نیوتن پر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) او اتموسفیر (atm) وړاندې کړئ.

b- د گاز داخلي فشار نظر د (P_g) ژوروالي ته محاسبه کړئ.

حل:

a- د گاز مطلقه فشار (P_{gas}) عبارت له هغه فشار څخه دی چې د سیمايو د کین اړخ ستون پر پورتنۍ سطحې وارديږي او دا فشار مساوي دی د سیمايو د ښي اړخ ستون په عین افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره. نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + \rho_{Hg} h = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$

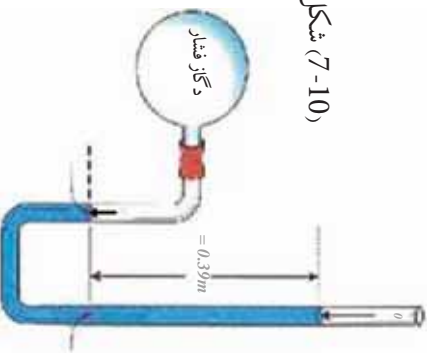
$$1atm = 0.76mHg$$

$$P_{gas} = \frac{1.14}{0.76} = 1.5atm$$

$$a \text{ او } P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

b- د گاز داخلي فشار (P_g) داسې په لاس راځي:

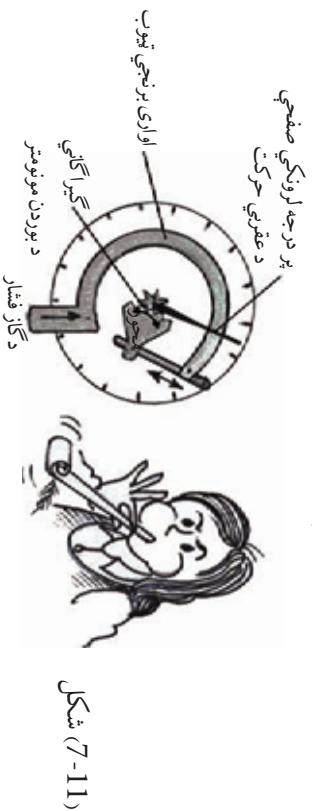
$$P_g = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$



شکل (7-10)

2) د بوردن ډوله فشار سنځ اله

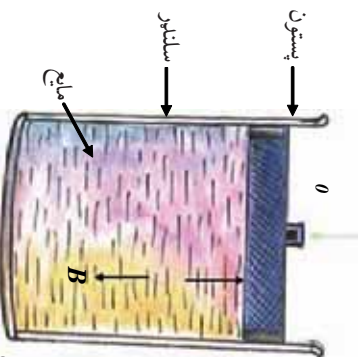
له دې الې، څخه نسبت مایع مونومتر ته د گڼو مقاصدو لپاره په اسانۍ او آرامۍ ډیر کار اخیستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجي هوار ټیوب څخه جوړ شوی دی، چې یو سر یې ټول شوی او په دایره یي ډول کوز شوی دی. ټول شوی سر یې له یوې گیر او کوچني غاښ لرونکي څرخ چې د یوې مندر چې صفحې پر مخ حرکت کوي له یوې عقربې سره وصل شوی دی. د (7-11) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د ټیوب خلاص انجام له هغې الې سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوی دی. کله چې فشار د هوار ټیوب په سر راوړل کېږي، ټیوب ورو ځان سیخوي او دنل د خلاص انجام (چې له عقربې سره وصل دی) د حرکت په پایله کې عقربه حرکت کوي.



شکل (7-11)

7-5: په سیالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (7-12) شکل یو سیال په یو سلنډر کې نښتي چې له مایع څخه ډک شوی دی او یو پستون لري. ددې پستون په مرسته کولای شو د سلنډر داخلي فشار ته تغیر ورکړو. فشار د مایع د داخل په هره نقطه کې د مثال په ډول د (b) په نقطه کې د $P_{gh} + 0 =$ معادلې په مرسته حسابیدای شي. راځئ چې داخلي فشار د $\Delta 0$ په اندازه زیات کړو. په دې حالت کې د قیمت هم د پورتنۍ رابطې پر بنسټ زیاتیږي. دا پایله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه،



شکل (7-12)

چې د پاسکال د قاعدې په نامه یادېږي. هغه فشار چې پر یوې محصور شوي مایع تطبیق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې یې کموالي راشي د مایع ټولو برخو او د لورنښي جدارونو ته انتقالېږي.

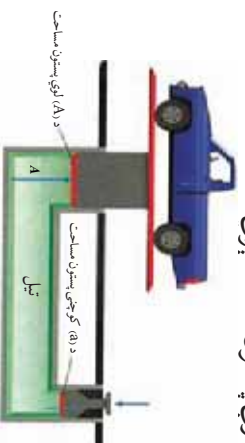
پاسکال د قوي مضاعف کونکي اله اختراع کړه چې د پاسکال د ابې شکنجي په نامه یاده شوې او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبیق مهم ځایونه لري.

ابي شكنجه)

په بنسټيزه توگه ابي شكنجه له دوو سلنډرونو څخه جوړه شوي ده، چې له غليظي مايع څخه ډكه شوي ده او د متحركو پستونونو په مرسته يې پرترتي سطحې بندي شوي چې په (7-13) شكل كې ښودل شوي دي. لوی ستون د (A) او کوچنی پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

ابي شكنجه څنگه كار كوي؟

1- كله چې تاسو د (F) يوه كوچنې قوه په يوه واړه پستون واره كړئ. د مايع (تيل) پر سطحې وارد شوی فشار $= \frac{F}{a}$ ، د ارتباطي نل له لارې پستون ته انتقالېږي.



شكل (7-13)

2- څرنگه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوي دی، نو: $\frac{F}{a} = \frac{F'}{A} \Rightarrow F' = \frac{A}{a} \times F$ وروستی رابطه رابڼي چې ابي شكنجه، د قوي مضاعف كوونكي اله ده چې ميخانيكي خيالي گټه يې له $\frac{A}{a}$ سره مساوي ده. د سلمايي څوكي، د غاښونو د ډاكټر څوكي، د موټرو جكونه او هايډروليكي برکونه دا ټول هغه وسايل دي چې د پاسكال له قاعدې څخه په گټې اخېستلو جوړ شوي دي. تاسو کولای شئ د پاسكال د قاعدې په تطبيقولو سره لاندي جيرانوونکي فعاليت ترسره کړئ.



فعاليت: يو د اوبو بازاك ركوچني بوتل) حرکت د اوبو په لوبني كې.

اړين توکي: استوانه يي ورکوټي بوتل له 8 تر 10 سانتي متره اوږد، بنسټه يي اوږد مرتبان او د ربر اړتجايي پرده

(د قشچې شوي پوگانې يوه برخه)، اوبه او يوه دانه تشله.

ګونډاره:

- 1- مرتبان له اوبو ښه ډك كړئ.
- 2- په ورکوټي بوتل كې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په سطحه كې پلټې شي او په مرتبان كې په غوټه كيدو سره لاسوهي.
- 3- تشله په ربري پرده د شكل په څير وټوئ، او پرده د مرتبان له پاسني څنډې سره كلك كړئ.
- 4- پرده له تشلې سره ونيسئ او فشار وركړئ او دوهم ځل بې پورته راكړئ، خپلې مشاهدې نرت كړئ او هغه تشرېح كړئ.



شكل (7-14)

د مرتبان په بهرنۍ سطحه کې د هوا د فشار ډېبروالی د مايع له لارې انتقالېږي او ددې لامل گرځي ترڅو چې د اوبو يوه ډبره اندازه د اب بازگ په منځ کې ورننه وزی. صعودي قوه پکې کمېږي او ددې لامل گرځي چې د اب بازگ بوتل پکې لمباو کړي. د فشار په دويم ځلي کېدو سره، بوتل خپله صعودي قوه بيا مومي او پورتنۍ سطحې ته پورته ځي.

مثال

په يوه ابې شکنجه کې که چيرې کوچنۍ پستون 5cm قطر او لوی پستون 40cm قطر ولري، په کوچنۍ پستون باند کومه وزنه کېږدو ترڅو هغه موثر چې 2×10^4 وزن لري، د لوی پستون د پاسه په توازن کې وساتي؟

حل: لرو چې:

$$a = \pi r^2 = \pi \times (0.025)^2$$

$$A = \pi^2 = \pi \times (0.2)^2$$

$$= 2 \times 10^4$$

$$\frac{a}{A} \Rightarrow = \frac{a}{A}$$

$$= 2 \times 10^4 \times \frac{0.025 \times 0.025}{0.2 \times 0.2} \Rightarrow = 312.5$$

ايا پوهېږئ چې تاسو کولای شئ، يوه ابې شکنجه ديزاين کړئ؟

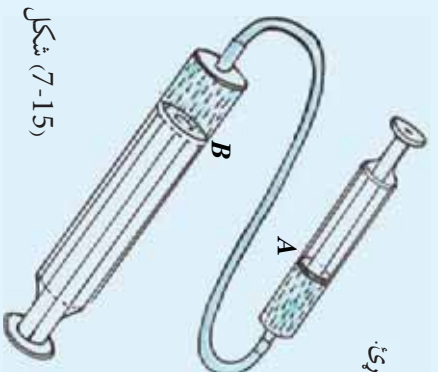


اضافي فعالیت: هایدرولیکي ماشین

اړين توکي: وړوکې سرنج، لوی سرنج، نرۍ درېږي تل او يوه مايع (اوبه، تيل يا ...)

ګڼلاره:

- 1 - د ډياگرام د شکل په څير دواړه سرنجونه يو له بله سره وصل کړئ.
 - 2 - سرنجونه له مايع څخه ډک کړئ.
 - 3 - د A کوچنۍ پستون ته فشار ورکړئ.
 - 4 - خپل مشاهدات ثبت او تشریح کړئ.
- يادونه: د B پستون يو څه شاته راټيکل کېږي ولې؟
قوه د B په پستون ډېره شوې ده.



شکل (7-15)

$$\frac{\text{د B پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}} = \frac{\text{د A پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}}$$

7-6: د ارشمیدس قانون)

ولې اجسام تر اوبو لاندې سپک کېږي؟ تاسو مخکې ولوستل چې سیالونه پر اجسامو یوه صعودي قوه واردوي، چې په پایله کې اجسام یو څه او یا په بشپړ ډول په سیال کې هوښېږي. دغه قوه د لاملو (buoyancy) قوې په نامه نومول شوې ده. د لاملو صعودي قوه د جسم د وزن (د ځمکې د جاذبې قوه) په وړاندې عمل کوي او څرخګه چې د جسم وزن له صعودي قوې څخه ډېر دی، جسم په اوبو کې نښکته ځي. په دې حالت کې جسم سپک ښکاري او د هغه د ظاهري وزن په نامه یادېږي، (په یاد ولرئ چې صعودي قوه ددې سبب ګرځي چې اجسام په مایعاتو کې ډوب شي او یا لمبا وکړي). فکر وکړئ چې یو مکعب شکلګه جسم په یو سیال کې بشپړ ډوب شوی دی، په (7-16) شکل کې ښودل شوي دي. سیال د جسم پر ټولو سطحو کې عمودي قوه واردوي. هغه قوه چې د مکعب د قاعدې پر سطحې واردېږي عبارت ده له: $A \rho g h_2 + \rho_0 =$ = صعودي قوه، چې په هغې کې د ρ سیال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتنۍ سطحې واردېږي عبارت دی له:

$$A \rho g h_1 + \rho_0 = \text{نزولي قوه}$$

څرخګه چې $h_2 > h_1$ دي، نو $\rho_0 >$ او متوجه صعودي قوه به برابر له ρ_0 وي.

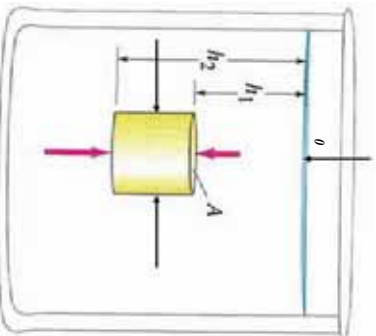
متوجه صعودي قوه په B نښو لیکو: $A(h_2 - h_1) \rho g = B$

څرخګه چې $(h_2 - h_1)$ د جسم ارتفاع ده نو له مخې یې:

$$V = A(h_2 - h_1) = \text{د جسم حجم}$$

نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي: $B = \rho \times V \times g$

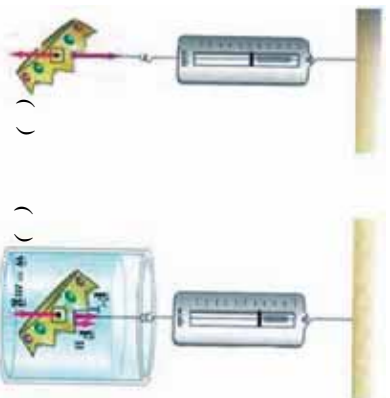
شکل (7-16)



په وروستۍ رابطه کې ρ او V په ترتیب د سیال کثافت او د ډوب شوي جسم حجم دی. متوجه صعودي قوه (buoyant force) برابره ده، د جسم لخوا دې ځایه شوي سیال د حجم له وزن سره، دا حقیقت په فزیک کې یو له پخوانیو کشفیاتو څخه دی چې شاوخوا په 250 قبل المیلاد کال کې د ارشمیدس (Archimedes) یوناني فیلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشمیدس قانون په لاندې توګه تشریح کېدای شي:

هر جسم چې یو څه او یا بشپړ په یو سیال کې ډوب شي، په وړاندې یې یوه صعودي قوه عمل کوي چې په پایله کې یې وزن کمېږي.



شکل (7-17)

چي ددي بايللي وزن کچه په جسم کي مساوي ده، د نوموړي جسم لخوا د بيخايه شوو اوبو د حجم له وزن سره، يعني: دې خايه شوي سيال وزن مساوي دي له F_B سره. د جسم د واقعي وزن (W) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول د يو فنر له سر څخه خړوو او د فنر د مقابل مندرجې صفحه کي له مخي يي رېښتي وزن لولو. که چيري همدا څرېدلې جسم ټول په مايع (سيال) کي ډوب کړو، ليدل کېږي چې د ارشميدس د صعودي قوې له امله يي وزن کمېږي، په دې حالت کي: $F_B =$

$$\begin{aligned} \text{د جسم ظاهري وزن (') عبارت دي له: } & F_B - W \\ \text{نو: } & W - F_B = \text{د بې خايه شوي سيال وزن} \\ \text{دياگرام نښتي چې: واقعي وزن} & = \text{د فنر د راښکلو قوه} \\ \text{ظاهري وزن} & = F_B - W' \end{aligned}$$

کله يو جسم لامبو وهي او يا ډوبېږي؟

ددي پرېښتي د څو اوبو لږ لپاره راځي درې لاندېني حالتونه تر مباحثي لاندې ونيسو:

- 1 - کله چې د ارشميدس صعودي قوه د جسم له رېښتي وزن څخه کمه وي: $F_B <$ «منتېجه قوې لوړي مخ په ښکته وي او بناړدې جسم په سيال کي ښکته ځي او په بشپړ ډول ډوبېږي»، يعني: $\rho \times V \times g < \rho \times V \times g$ (د سيال کثافت د جسم له کثافت څخه کم دی).
- 2 - که چيري د ارشميدس قوه مساوي د جسم له رېښتي وزن سره وي: $F_B =$

«منتخبه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دی، یعنې نه ښکته ځي او نه صعود کوي». $\rho \times V \times g = \rho \times V \times g$ او یا $\rho = \rho$ د سیال کثافت مساوي دی، د جسم له کثافت سره (د جسم د ظاهري وزن کچه په دې حالت کې خومره ده؟)

3 - که چېرې صعودي قوه د جسم له رښتیني وزن څخه ډېره وي او ټول جسم تر سیال لاندې شي (منتخبه قوه لوری مخ پورته وي او جسم پورته خوا ته تېله کوي) او په پایله کې، جسم په تدریجي توګه د اوبو سطحې ته پورته ځي او لمبا کوي ترڅو پورې چې د تعادل ځای یوه برخه یې تر اوبو لاندې وي) ونیسي او په دې حالت کې د بې ځایه شوي سیال وزن مساوي دي د جسم له وزن سره. $\rho \times V \times g > \rho \times V \times g$ او یا $\rho > \rho$

دلته د سیال کثافت د جسم له کثافت څخه زیات دی، خو کله چې جسم د مایع په سطحه کې لمبا کوي، یوه برخه یې تر مایع لاندې وي او د سکون حالت لري، یعنې په تعادل کې دی. نو له دې امله:

$$F_{B'} > V' \rho g = V \rho_0 g$$

او:

$$\frac{V}{V'} = \frac{\rho_0}{\rho}$$

(V' مساوي دی د جسم د دویمې شوي برخې له حجم سره په مایع کې).

نو، د کثافتونو نسبت مساوي دی، د جسم د ډوب شوي حجم له کسر سره.

مثال: د یخ کثافت g/m^3 920 دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت g/m^3 1025 دی. د لامبوو هونګي یخ ټوټې کوم کسر:

- a: په اوبو کې ښکته ځي؟
- b: له اوبو څخه بهر پاته کېږي؟

حل:
$$\frac{V}{1025} = \frac{\rho}{\rho} = \frac{920}{1025}$$

$$-a = 0.89 = 89$$

$$-b = 100 - 89 = 11$$

د ارشمیدس د صعودي قوې پر کچې باندې د مایع د کثافت د اغېز مشاهده کولو لپاره، لاندې فعالیت ترسره کولای شئ.

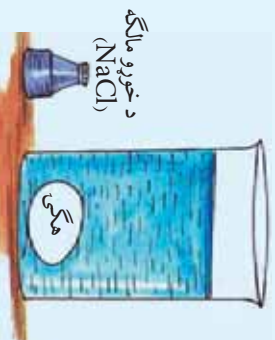


فعالیت: د یوې هگې لاسو

اړین توکي: (زازه هگې، یو بنسټه یي لوښی، اوبه، د خوړو مالګه (NaCl)) کاجوغه او لرونکی سیخ).

ګونلاره:

- 1 - د لوښي دوه ټلټه ($\frac{2}{3}$) له اوبو څخه ډک کړئ.
- 2 - هگې ورو د اوبو په منځ کې ټینګه کړئ، و به گورئ، چې هگې په اوبو کې جوړېږي، بیان کړئ چې ولې؟



شکل (7-18)

3 - یوه ډکه چلی خوړي کاجوغه مالګه په اوبو کې واچوئ او وپي لړئ او هگې مشاهده کړئ.

4 - مالګه ډېروئ ترڅو هگې د اوبو سرته راشي او یو څه به اوبو کې لاسو وکړي.

5 - د صعودي قوې په کچه په هر پړاو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

بې له شکه پللي ته به ورسېږئ چې د مالګې په زباتولو سره په تدریج د مالګو اوبو کثافت زیاتېږي او صعودي قوه هم په تدریج سره زیاتېږي، یعنی کولای شو ووايو: صعودي قوه د مایع له کثافت سره مستقیماً متناسبه ده.

مثال

یو سری د سرورزو یو سیټ له یوه مارکیټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کورته راځي سره زر نلې 7.84 کپري. په دوهم پړاو کې د همدې سرورزو وزن په اوبو کې پیداکوي، تله دا ځلي 6.86 نښتي. ایا سره زر چې اخیستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوته یا ګا؟ تشریح یې کړئ.

حل:

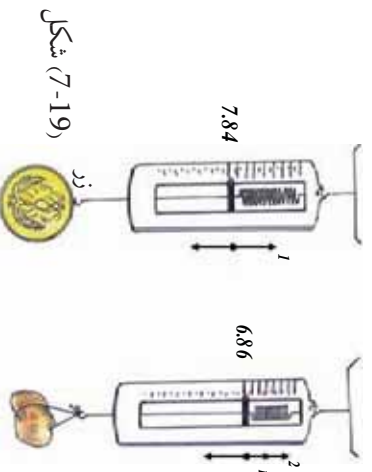
1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

$$7.84 = \text{د زرو وزن } g$$

$$6.86 = \text{ظاهري وزن } g$$

$$\rho = 1.00 \times 10^3 = \text{د اوبو کثافت } g/m^3$$

$$\rho_g = \text{د سرورزو کثافت } g$$



شکل (7-19)

$$= mg = 7.84 \quad -2$$

$$g - B = \text{ظاهري وزن}$$

$$\therefore B = 7.84 - 6.86 = 0.98$$

$$B = V_0 \rho \quad g$$

$$0.98 = V_0 \times 1.0 \times 10^3 \times 9.8$$

$$V_0 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\therefore g = m_o g = V_0 \rho_o g$$

$$\rho_o = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3 \quad \frac{g}{m^3}$$

خود سروزرود کثافت g/m^3 دی 19.3×10^3 نو سره زر سوچه یا خالص نه دی.



پوښتني:

- 1 - د سیالونو فشار تل موجه برکوم لوري وي:
 - a: پورته
 - b: اړخونو ته
 - c: ښکته
 - d: ټولو خوا ته
- 2 - کومه یوه له لاندې معادلو څخه د منتهجه قوې (F_{net}) سمه معادله ده چې په ډوب شوي جسم عمل کوي؟
 - a: $F = 0$
 - b: $F_{جسم} = (\rho_{جسم} - \rho)gV_0$
 - c: $F = (\rho - \rho_o)gV_0$
 - d: $F = (\rho + \rho_o)gV_0$

- 3 - په څه ډول لامبوهورونکی جسم د صعودي قوې لخوا اغیزمن کېږي، بیان یې کړئ.
- 4 - په اوبو کې د هر ډوب شوي جسم لپاره د ارشمیدس صعودي قوه مساوي له څه شی سره ده؟

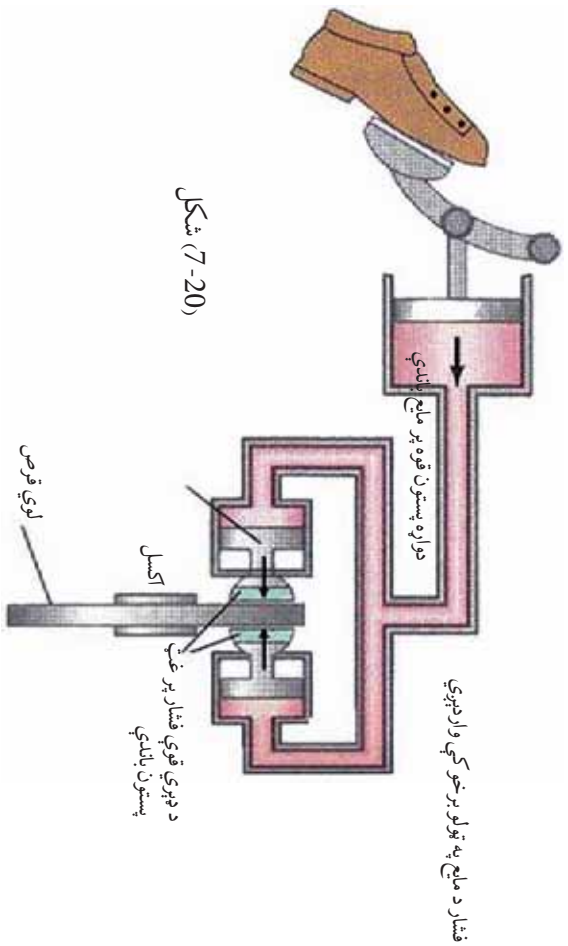
- 5 - فولاد د اوبو پرتله ډېر کثافت لري. نو څرنگه فولادي کښتۍ د اوبو پر مخ لامبوړهي؟
- 6 - له لاندې جسمونو څخه کوم یو یې له سیمابو څخه په یو ډک ټیوب کې لامبوړهي؟
 - a- د سروزرو یوه جامه گوته
 - b- د بیخ یو مکعب
 - c- د اوسپني یو پیچ
 - d- $5m$ اوبه

مواد	کثافت به g/m^3
بیخ	0.917×10^3
اوسپنه	7.86×10^3
سره زر	19.3×10^3
سیماب	13.6×10^3

دایروی هایدرولیک بریکونه

په یوه موټر پر خټلورو ټایرونو د قوو د مساوي تطبیق او پر بریک تطبیق او پر بریک باندي د قوي د کچي د زیاتولو لپاره د پاسکال له قانون څخه گټه اخيستل شوي ده. دا کار څنگه ترسره کېږي؟

- 1 - د ډبرو رېښه پستون ته فشار ورکوي ترڅو د بریک پر مایع فشار راشي.
- 2 - فشار د مایع له لاري پستونونو کې د دایروي لویو قوسونو یا صفحو دواړو خواو ته چي د موټر له اکسل سره کلک شوي انتقال کوي.
- 3 - دا فشار، پستونونه له قوسونو سره لگوي، ترڅو د موټر حرکت ورووشي. فشار د مایع په ټولو برخو کې واردېږي.



شکل (7-20)

د اووم څپرکي لنډيز



- 1 - سیال د هغو موادو څخه عبارت دي، چې جریان کولای شي، له دې امله ټاکلې شکل نه لري. غازات او مايعات دواړه سیالونه دي.
- 2 - د سطحې پر واحد د وارده قوې کچه عبارت له فشار څخه دی.
- 3 - فشار د ژوروالي له زیاتیدو سره زیاتېږي.
- 4 - د اتموسفیر وزن د فشار د منځته راتلو سبب گرځي چې د اتموسفیر د فشار په نامه یادېږي.
- 5 - سیالونه د لوړ فشار له سیمې څخه د ټیټ فشار سیمې ته جاري کېږي.
- 6 - پر یو محصور شوي سیال تطبیق شوی فشار د سیال په هره نقطه او د لوریني په جدارونو کې په مساوي توگه انتقال کوي، (د پاسکال قاعده).
- 7 - صعودي قوه د هغې قوې څخه عبارت ده، چې د سیال لخوا مخ په پورته لور پر یوه جسم چې یو څه او یا په بشپړ ډول ډوب شوی وي، عمل کوي.
- 8 - صعودي قوه په مایع کې د فشار د اختلاف له امله منځته راځي.
- 9 - د ارشمیدس قاعده بیانوي چې ((پر یوه جسم صعودي قوه مساوي ده، د نوموړي جسم لخوا د بې ځایه شوي سیال له وزن سره)).
- 10 - په یوه لامپوهونکي جسم د صعودي قوې کچه مساوي ده د جسم له وزن سره (سیستم په تعادل کې دی).

داووم څپرکي پوښتي

- 1- لاندې مفاهیم او کلمات په خپله ژبه تعریف کړئ:
سیال، د اتموسفیر فشار، د ارشمیدس صعودي قوه.
- 2- له لاندې بیانو څخه کوم یوې د سیالونو په باره کې سم دی؟
 - a. سیالونه په ډیره تیزی سره د هغو لوښو شکل ځانته نیسي چې په کې وي.
 - b. سیالونه مایعات او غازات راغاري.
 - c. سیالونه له ټیټ فشار څخه د لوړ فشار په لوري جریان پیدا کوي.
 - d. سیالونه ډېر فشار په ښکته لوري واروي.
- 3- ولې تاسو د اتموسفیر د فشار له امله نه شکجه کېږئ؟

مسائل:

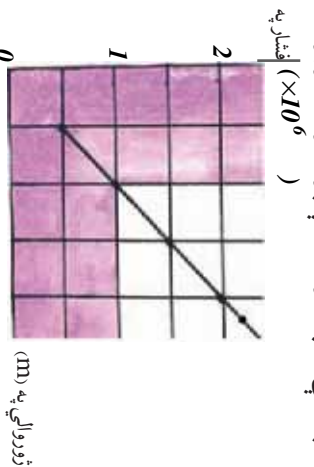
- 4- د لمبلو د یو ډنډو د قاعدې فشار چې $3m$ ژور دی، څومره دی؟
 $1.013 \times 10^5 =$ د اتموسفیر فشار)
- 5- د یوې ټوټې فلز وزن په هوا کې 50 ، په اوبو کې 36 او په ناڅرگنده مایع کې 41 دی. د فلز او ناڅرگندي مایع کثافتونه پیدا کړئ.
- 6- ډبرې کښتې له پلاستیک او نورو ترکیبي موادو څخه جوړې شوي ده. چې کثافت یې د اوبو له کثافت څخه زیات دی، څرنگه دا کښتې کولای شي په اوبو کې لامبوروهي؟
- 7- یو زبري تش بالون د g (0.012) کتلي لرونکی دی. دا بالون د $0^\circ c$ ، په $1atm$ فشار او g/m^3 (0.179) کثافت د هیلیم له گاز څخه ډک شوی دی. بالون کروي شکل لري او د $0.5m$ شعاع لرونکی دی.
- a. پر بالون د صعودي عاملي قوې کچه څومره ده؟
b. پر بالون منتهجه عامله قوه حساب کړئ.
په یاد ولرئ چې: g/m^3 او P_{atm} ، $g = 9.8m/s^2$ دی.
- 8- ارتفاع ته د اوبو د پمپ کولو لپاره د تعمیر په ډیره لوړه نقطه کې کوم داخلي فشار (P_g) ته اړتیا ده ترڅو اوبه د تعمیر له قاعدې څخه نوموړې ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت g/m^3 او 1.29 او $g = 9.8m/s^2$ دی.

9 - یو ساده یو (V) ډوله بښپښه یی ټیوب د سیمایو لرونکی دی، د ټیوب بڼې اړخ ستون ته یو څه اوبه واچوی ترڅو د ستون ارتفاع $0,68m$ ته ورسېږي، سیماب به په کیټه خوا ستون کې د هغې له اصلي سطحې څخه تر کومې ارتفاع پورې پورته لار شي؟

$$\rho = 13600 \text{ g/m}^3 \text{ او } \rho = 1 \times 10^3 \text{ g/m}^3$$

10 - تاسو به لیدلې وي چې د بندونو قاعدې نسبت د هغې پورتنۍ برخې ته ضمیمې جوړوي. ولې؟ تشریح یې کړئ.

11 - لاندې گراف د اوبو فشار چې د یو ساینس پوه لخوا د بحر په مختلف ژوروالي کې اندازه شوی دی بښي. له دې گراف څخه به گټې اخیستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه وړایې.



1. فشار پر یوه جسم کله چې د اوبو په $100m$ ژوروالي کې وي، څومره دی؟

(a) $1.0 \times 10^6 \text{ a}$ (b) $1.5 \times 10^6 \text{ a}$

(c) $2.0 \times 10^6 \text{ a}$ (d) $1.1 \times 10^6 \text{ a}$

2. په گراف کې د ثبت شوو ارقامو پرنسټ له لاندې فشارونو څخه، به کوم یو تر بحر لاندې د اوبو په $250m$ ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر ښه تخمین وي؟

(a) $1.7 \times 10^6 \text{ a}$ (b) $2.6 \times 10^6 \text{ a}$

(c) $2.2 \times 10^6 \text{ a}$ (d) $5.0 \times 10^6 \text{ a}$

12 - دوه استوانه نوي لوبښي په نظر کې ونیسئ چې دواړه د A په مساحت همدې یوې قاعدې لرونکي وي او په یوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د (P) په کثافت د یوې مایع لرونکي دي، خو په یو سلنډر کې د مایع ارتفاع (h_1) او په دویم سلنډر کې (h_2) دي. د جاذبې د قوې لخوا څومره کار ترسره شي، ترڅو د دواړو سلنډرونو سطحې په تعادل کې راولي، یعنې د عین ارتفاع لرونکي شي؟ (البته هغه وخت چې دواړه سلنډرونه سره وصل شوي وي).

الڳڻم شپهر کي متحرک يا خو ڇنڊه سڀالو نه

1- : خيالي (ايڀال) سڀالو نه

په خو ڇنڊه مایعاتو او ځاڙانو کي د تشابه او يا توپير ونو ځانگړتياوي:



لکه چي تاسو له پخوا پوهيږئ چي ماده په طبيعت کي په درو حالتونو جامد، مايع او ځاڙ پيدا کيږي. سڀال د موادو يا اجسامو هغه حالت ته وايي چي د مايع او ځاڙ په حالت کي وي، سڀال د مایعاتو او ځاڙانو شريک نوم دی. هغوي په ځنو مواردو کي شريکي ځانگړني لري، په داسي حال کي چي په ځينو خواصو کي د هغو ترمنځ توپيرونه شتون لري. يعني دا چي د هغو ترمنځ مشابه ځانگړتياوي او هم د ځانگړتيا توپيرونه شته دي. مخکي مو سڀالونه د سکون په حالت کي مطالعه کول او دهغو د ځانگړنو په هکله مو معلومات ترلاسه کول. په دې څپرکي کي تاسو سڀالونه د حرکت په حالت کي مطالعه کوئ. تاسو له پخوانيو معلوماتو څخه پوهيږئ چي مایعات څه د سکون په حالت کي وي اويا د حرکت په حال کي متراکم (زيبينل) کيږي نه، يعني د مايع حجم د فشار له امله تغيير نه کوي. برعکس د يوې کچي ځاڙو حجم چي په يوه تړلي محفظه کي ځای پرځای شوي او د سکون په حالت کي وي، د فشار له امله تغيير کوي. خو کله چي ځاڙ د جريان په حالت کي وي، هغه کولای شو غير متراکم و منو مگر په هغو حالاتو کي چي په لاندې ډول توضيح کيږي:

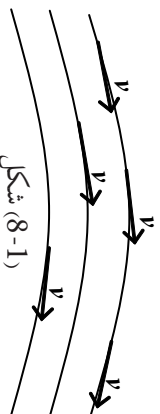
کله چي د ځاڙ د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو ځاڙانو پر حجم د فشار د تغييراتو اغيز تر هغه حده کم دی چي کولای شو، تري صرف نظر شو. د ځاڙ او مايع ترمنځ چي د حرکت په حالت کي وي، د پام وړ توپير شتون نه لري. هغه قوانين چي د متحرکو ځاڙانو لپاره تطبيق کيږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبيق وړتيا لري. خو باند پام وساتو، که چيري د سڀال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه زيات شي، مثلا د انفجار په څير حالاتو کي او يا په هغو حالاتو کي چي ځاڙ په ډېره تېره سطحه کي واقع وي، (د مثال په توگه که چيري له 0.1Imba څخه کم فشار په هغو بلونو کي چي قطري له 1mm څخه زيات وي). د مایعاتو او ځاڙانو مطالعه ترگڼو او يو شان قواعدو لاندې شونې نه دی.

کله چې مایع د یو لوبښي او یا یو نل په منځ کې جریان ولري، د مایع د زرو او هغه لوبښي د جدار (دیوال) ترمنځ چې مایع په کې جریان لري، یو اصطکاک منځته راځي. ددې اصطکاک قیمت، په گازانو او په ځنو مایعاتو کې ټیټ دی، ځکه چې د زرو رغړیدل (ښویدل) یې یو ډبل پرمخ په ډیره اسانۍ کېږي. نو له دې کبله د سیالونو (مایع، گاز) د جریان فارمولونه ځانته ډیره ساده ښه نیسي.

ځکه چې له اصطکاک څخه صرف نظر کېږي او د دوو ځانګړنو، اصطکاک او تراکم وړتیا له نظره کولای شو خیالي سیال داسې تعریف کوو:

یو سیال (مایع، گاز) ته هغه مهال خیالي (ایډیال) ویلی شو چې پرته له اصطکاک، د تراکم وړتیا ونه لري. خو په حقیقت کې هغه مایعات چې یو قشر یې د بل قشر پرمخ ورغړي او اصطکاک تولید کېږي، اصلاً شتون نه لري. پام وکړئ کله چې له اصطکاک څخه خبرې کوو، زموږ موخه د سیال داخلي اصطکاک دی. هغه قوانین چې ددې ډول سیالونو په هکله تطبیق کېږي، د هغو گازونو او مایعاتو په باب چې د کمزوري اصطکاک لرونکي وي، هم په تقریبي ډول تطبیق کېږي او د نورو سیالونو او واقعي سیالونو په برخه کې هغه مهال کولای شو رښتیني حالت ته ورسېږو چې په فارمولونو کې هغه برخې چې له هغو سره د اصطکاک اغېز هم په نظر کې نیول کېږي، باید ورنیات کوو.

په لاندې شکل کې د یوې مایع د حرکت څرنګوالی ګورو. که چېرې د هرې فضايي نقطې لپاره چې مایع تړي تېرېږي، د سرعت وکتور د وخت د تابع په توګه وي، د v وکتورونو مجموعه چې د نوموړو ټولو فضايي نقطو رانغاړونکي دي، د سرعت د وکتور ساحه تشکیلوي.



شکل (8-1)

په متحرکو مایعاتو کې خطونه داسې تېرېږي چې د v د سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس دي چې دا خطونه د جریان د خطونو په نامه یادوي.

تجربه ښيي چې د جریان د خطونو تراکم (علاظ، کثرت یا ګڼوالي) متناسب دی، د مایع د جریان د سرعت له کمیت سره په هماغه محل کې چې د ΔA په افاده یې ښيي. Δ د جریان د خطونو شمېر او ΔA هغه سطحه ده چې د جریان خطونه تړي تېرېږي او پر هغې عمود دي. د جریان د خطونو د تصویب له مخې کولای شو د v د وکتور د لورې او کمیت په هکله د فضا په مختلفو نقطو کې قضاوت وکړو، یعنې: په هغه ځای کې چې سرعت زیات وي (د نل قطر کوچنی وي)، د جریان خطونه په متقارب (یو له بل سره نژدې) وي او په هغه ځای کې چې سرعت کم وي، (د نل قطر لوی وي)، د جریان خطونه له متباعد (یو له بله لرې) وي. د موضوع د ښې تشریح لپاره لاندې تصویري تجربه ترسره کوو:

تجربه

تجربه: ذري له پوي متحرکي مایع سره چې له یوه نل څخه تیرېږي، مخلوط کوو، داسې چې ددې ذرو کثافت په خپلو کې ډېر کم توپیر ولري. اوس د مایع د جریان حالت د مایع په منځ کې د ذرو له حرکت څخه په گټې اخیستلو، د عکاسي د یوې دستگانه پرمت چې وکولای شي د ډبرو لنډو وختونو لپاره عکاسي کړي، تر مطالعې لاندې نيسو، په عکسونو کې مخلوط شوي ذرات هر یو د خپل سرعت له کچې سره سم یو اوږد یا لنډ خط ښيي، چې په حقیقت کې همغه د جریانونو خطونه دي. همدارنگه په عکسونو کې لیدل کېږي چې څومره چې ډیوي مایع د جریان مسیر کوچنی کېږي، یعنی د هغه نل قطر چې مایع تری تیرېږي، کوچنی کېږي، په همغه تناسب د جریان خطونه یو له بله سره نژدې واقع کېږي او که چیرې قطر لوی شي، د خطونو ترمنځ واټن زیاتېږي.

په ډبرو جریانونو کې د جریان د خطونو تصویر په مختلفو وختونو کې یو شان باقي پاتې کېږي. داسې چې د مایع هره ذره، د فضا یوه مطلوبه نقطه په عین سرعت سره عبور کوي. په دې جریانونو کې د ذرو د سرعت کمیت او لوري چې له مایع څخه تیرېږي، مساوي دي او هغه مشخص چې لیدل کېږي دی، تل له جریان څخه عین تصویر په خپلو سترگو گوري چې دې ډول جریان ته مستوي جریان وايي.

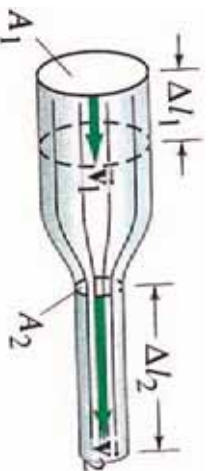
په دې ډول جریانونو کې د مایعاتو د جریان هیڅ یو کمیت لکه (فشار، سرعت، اصطکاک، د عبوري مایع کچه) د وخت تابع نه دي. که چیرې ډاکمیتونه د مایع په یو جریان کې د وخت په تیریدو سره بدلون ومومي، دې مایع ته غیر مستقره مایع وايي. د مایع هغه برخه چې د جریان د خطونو لخوا محدودېږي، د جریان د لولې په نامه یادېږي. د (V) د مایع سرعت وکتور چې په هره نقطه کې د جریان پر خط تماس دی، د جریان د لولر پر سطحې هم تماس وي او دا ددې لامل کېږي چې د مایع ذرې د خپل حرکت پر مهال د جریان د لولې دیرالونه قطع نه کړي.

2- : د متماذیت معادله

د یوې ایډه ال مایع، د جریان د سرعت اړیکې له فشار او مقطع سره:

که چیرې یوه مایع چې د تراکم وړ نه دي، یا په بل عبارت کثافت یې په هر ځای کې یو شان او ثابت دی. که له یو نل څخه چې د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، عبور وکړي، د مایع د جریان سرعت د نل په منځ کې تغیر کوي، ځکه چې مایع نه متراکمه کېږي.

د (8-2) په شکل کې مایع د V_1 په حجم چې د t په زمان کې د A_1 له مقطع څخه تیرېږي، د V_2 له مقطع څخه د t په عین وخت کې تیرېږي، په هغه حالت کې $V_1 = V_2$ دی.



شکل (8-2)

که چیري v_1 او v_2 په ترتیب سره د جریان سرعت د A_1 او A_2 په مقاطعو کې وي، د مایع ذرې د په ټاکلي وخت کې $v_1 \cdot t = v_2 \cdot t$ او $v_1 = v_2$ وایي او ټولنه وهي. له دې روابطو څخه مجموعه په دې ډول لاس ته راوړو: (2) $v_1 \cdot t \cdot A_1 = v_2 \cdot t \cdot A_2$ او (1) $v_1 \cdot t \cdot A_1 = v_2 \cdot t \cdot A_2$ چې:

$$v_1 = v_2$$

دا چې: $v_1 = v_2$ ، نو کولای شو ولیکو چې:

$$A_1 \cdot v_1 \cdot t = A_2 \cdot v_2 \cdot t \Rightarrow A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \dots \dots \dots (3)$$

(3) رابطه د (A_1, A_2, v_1, v_2) او \dots د مقاطعو د هرې جوړې لپاره د تطبیق وړ دی. په دې ډول په عمومي توګه ورپلي شو چې د $(A \cdot V)$ کمیت، د نه تراکم کیدونکي مایع لپاره د جریان په هره مقطع کې یو شان دی. او ډنل له سره تر پایه عین جریان یو ثابت کمیت باقي پاتې کېږي او دا جریان مسلسل او پرله پسې دی، یعنې: $A \cdot v = \text{const}$

له وروستۍ رابطې څخه پایله تر لاسه کېږي چې د (A) ډنل د مقطع غټوالی د مایع د (V) جریان له سرعت سره معکوس نسبت لري. که چیرې د (3) رابطې د $A_2 = v_2$ ؛ $v_1 = v_2$ شکل ته تغیر ورکړو. پورتنۍ رابطه د متعادیت یا پیوستګۍ (تسلسل) د معادلې په نامه یادوي، چې داسې وایي:

په یو داسې ډل کې چې د بیلابیلو مقطعو لرونکي دي، د مایع د جریان سرعت معکوساً د ډل له مقطع سره متناسب دی.

یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت کم او په کوچني مقطع کې د جریان سرعت ډېر دی. $\cos t = A \cdot v$ له افادې څخه همدا راز کولای شو استنباط کړو چې که A یعنې د هغه ډل مقطع چې مایع ترې تیرېږي، تغیر وکړي، د مایع د جریان سرعت تغیر کوي. څرنگه چې د سرعت تغیر په زمان کې د تعجیل په معنای، نو د مایع ذرې تعجیلي حرکت پیدا کوي. دا وینا په دې معناده چې د ډل د محور په اوږدو کې یو غیر ثابت فشار منځته راځي، چې د تعجیل لامل کېږي. په هغه نقاطو کې چې سرعت لږ دی، فشار باید ډېر وي او برعکس.



شکل (8-3)

د تسلسل او متعادیت قضیه د واقعي مایعاتو په جریان کې او حتی په ګازونو کې په هغو حالتونو کې د تطبیق وړ ده چې د تراکم له قابلیت څخه یې تیر شو. لکه څنګه چې په پورته کې مو وویل، په یاد باید ولرو چې که مایعات او ګازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي، غیر متراکم ورته ویل کېږي.

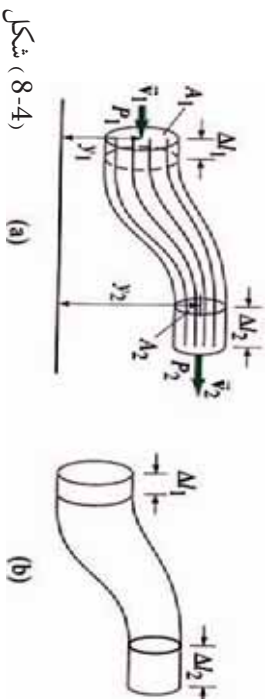
3- : د برنولي معادله

د یوې مايع د جريان د سرعت اړیکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پیوستګي) او متمادیت په قضیه کې ولیدل. اوس دا رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

ګټې اخیستلو سره کولای شو، د هغو کمیټونو ترمنځ چې د سیال جريان مشخص کوي، بنسټیزه رابطه لاس ته راوړو. ددې مطلب د لاتوضیح کولو لپاره یوه خیالي مايع په نظر کې نیسو. چې په ثابت او یو ډول په یو نل کې جريان لري. په دې مايع کې د یو جريان پوه لوله چې کوچنۍ مقطع لري، مطالعه کوو. د (8-4) شکل ته پام وکړئ. هغه حجمونه چې مايع په کې جريان لري، له یوې خوا د جريان د لورې د ډیوالونو او له بلې خوا د A_1 او A_2 مقطعو لخوا چې د جريان په خطونو عمود دي، محدود شوي دي. ددې نل په ټولو برخو کې چې مايع یې له منځ څخه تیرېږي، فشار شتون لري. د بېلګې په توګه د A_1 په موقعیت کې د P_1 فشار او د A_2 په موقعیت کې P_2 فشار عمل کوي. که د هغې مايع د جريان له کبله چې له شا څخه راځي د A_1 مقطع د A_1 موقعیت نه د مخې خوا ته یو ډول شي، هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین دی، په لاندې ډول افاده کېږي:

$$\begin{aligned} &= P_1 A_1 \\ &= P_1 A_1 t \\ &= P_2 A_2 t = V \end{aligned}$$

خړنګه چې $V = A_1 \cdot v_1 \cdot t = A_2 \cdot v_2 \cdot t$ دي، نو کولای شو ولیکو:



شکل (8-4)

که چیرې د یوې مايع کچه چې د A_1 او A_2 په مقطعو کې جريان لري، په نظر کې ونیسو، د () کار د نسبي یا جزئي کارونو د رامنځته کېدو سبب ګرځي داسې چې:

$$\begin{aligned} 1 - & \text{ د } A_2 \text{ مقطع د } v_2 \text{ د فشار له کبله د } A_2 \text{ موقعیت ته داسې رغړول کېږي، چې هغه حجم چې د } A_1 \\ & \text{ او } A_2 \text{ مقطعو ترمنځ قرار لري، عین هماغه د } v_2 \text{ قیمت لري چې د } A_1 \text{ او } A_2 \text{ د مقطعو ترمنځ یې لاره} \\ & \text{ او د اړتیا وړ کار عبارت له } V = A_1 \cdot v_1 \cdot t = A_2 \cdot v_2 \cdot t = v_2 \cdot A_2 \cdot t \end{aligned}$$

2- د V په حجم یوه اندازه مایع د h_1 له ارتفاع څخه داسې موقعیت ته راوړل کېږي چې د h_2 ارتفاع لري. نو هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین دی، عبارت له 2 څخه دی:

$$\begin{aligned} m &= \rho \cdot V \\ m &= \rho g (h_2 - h_1) \\ m &= \rho \cdot V \cdot g (h_2 - h_1) \end{aligned}$$

3- هغه اندازه مایع چې په لاندیني سطح کې ده، د v_1 سرعت لري او حرکتی انرژي یې عبارت دی له:

$$= \frac{mv_1^2}{2}$$

څرنگه چې دا اندازه مایع په لاندیني سطحه کې زینپیل (فشرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتنی حجم کې د v_2 له سرعت او $\frac{mv_2^2}{2} = mv_2^2/2$ حرکتی انرژي سره نفوذ کوي. د حرکتی انرژي د کچې د زیاتولو لپاره، د اړتیا وړ کار عبارت دی له: $m_1^2 + m_2^2 = m^2$

که چېرې د انرژي له هغې کچې څخه چې دنل د جدار او مایع د ذرو ترمنځ د اصطکاک د بې اغېزې کولو لپاره دنل په اوږدو کې اړینه ده، صرف نظر وشي، د برنولي قانون $3 + 2 + 1 =$ له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي: $(\frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2) + (\rho g h_1 - \rho g h_2) + (V\rho_1 - V\rho_2) = 0$

که چېرې د $m = V\rho$ پرمخې تعویض شي او ټوله معادله په V سره اختصار شي لرو چې:

$$\begin{aligned} \rho v_1^2/2 + \rho g h_1 + 1/2\rho v_2^2 - 1/2\rho v_1^2 &= 2 + \rho g h_2 - \rho g h_1 + 1/2\rho v_2^2 - 1/2\rho v_1^2 \\ \rho g h_1 + 1/2\rho v_1^2 &= \rho g h_2 + 1/2\rho v_2^2 \end{aligned}$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او اسانه کړو: د برنولي قانون د جریان په هکله په دې ډول لاسته راوړو: $\rho g h_1 + 1/2\rho v_1^2 = \rho g h_2 + 1/2\rho v_2^2$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یو نل په منځ کې جریان لري صدق کوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په ازاده توګه او یا هم د یوې مایع د ذرو په هکله چې د رېښو په بڼه د نلونو ترمنځ یو ډبل ترڅنګ پرته دي چې یو له بل سره مخلوط شي جریان ولري، د تطبیق وړتیا لري.

که چېرې په یو جریان کې د h_1 او h_2 ارتفاع سره مساوي او یا یو له بله څخه ډېر کم توپیر ولري، د $\rho g h_1$ او $\rho g h_2$ اجزاء په معادله کې یو اوبل افنا کوي او له اغېزو څخه یې کولای شو صرف نظر وکړو. بیا د ویل شي چې له اخیرني ساده افادې څخه ترټولو دمخه په ګازانو کې ګټه اخیستل کېږي، ځکه چې د ګازانو کثافت کوچنی دی. د برنولي د قانون په ساده رابطه کې دا شکل ځانته نیسي:

$$\rho v_1^2/2 + \rho v_2^2/2 = \rho v_1^2/2 + \rho v_2^2/2$$

پورتني افاده دا بيانوي چي فشار په هغه نقطو کي کم دی چېرته چي سرعت ډېروي. د A_1 او A_2 مقطع په کيفي ډول انتخاب شوي دي او ويلي شو، دلوي په هره مقطع کي د $(\rho v^2/2 + \rho gh + p)$ د جريان افاده د عین قيمت لرونکي دي.

ددي لپاره چي په پورته معادله کي ډېر دقت رامنځته شي، د A عرضاني نقطه صفر ته تقرب ورکوو، چي په دي صورت کي د جريان لوله د جريان يو خط ته تقرب کوي او د V او h کميتونه چي د معادلي د واړو خواو ته شتون لري، کيداى شي داسي تلقي شي چي د جريان همدا عين خط له دوو کيفي نقطو سره تعلق لري، په پايله کي نښتي چي د جريان د هر خط په اوږدو کي په يوه خيالي مایع کي دغه شرط صدق کوي. $\rho v^2/2 + \rho gh + p = ct$

مورز دغه معادله د يوې خيالي مایع لپاره لاس ته راوړه، چي د حقيقي مایعاتو لپاره چي داخلي اصطکاک ډېر زيات نه دي، هم د تطبيق قابليت لري.

فشار د اوبو بند په قاعده کي

يو بل حالت چي مورز د سيال د جريان د سرعت اړيکي له مقطع او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوو، د اوبو بند دي.

فرض کوو چي د يوې مایع په وړاندي چي په افقي ډول جريان لري، يو بند جوړ شي. په هغه صورت کي طبيعي ده چي د هغه زيات فشار له کبله چي د بند په کاسه کي منځته راځي. مایع د سکون حالت ته ورگرځي. دغه د ډېر فشار توليديل د بند د فشار په نامه يادېږي او په P_s ښودل کېږي، چي عبارت دي له: $s - 1 = 2 - 1 = 1/2 \rho v_1^2$ دا فشار هغه مهال کولای شو، محاسبه کوو چي د برنولي په معادله کي $v_2 = 0$ سره تعويض شي. په هغه صورت کي به ولرو چي: $s - 1 = 1/2 \rho v_1^2$

د $(1/2 \rho v^2)$ د بند د فشار قيمت ورکوي چي کولای شو، هغه په يوه نقطه کي چي د V سرعت لري، د جريان په ودرولو سره لاس ته راوړو. دا فشار د بند په ټولو نورو نقطو کي د بند د فشار مشخص کونکي دی. نو ددي له مخي په افقي جريان د برنولي قانون داسي بيان کوو:

د يو افقي جريان په ټول بهير کي د P د فشار مجموعه او د $(1/2 \rho v^2)$ بند فشار ثابت دي.

د بند د فشار د مفهوم په درک کولو سره، اوس کولای شو چي په عددي توگه حساب کوو چي په متحرکو گازونو کي د فشار توپيرونه ترکومه حمله پورته ځي.

مثال

$$\begin{aligned} \text{د هراکثافت } \rho &= 0,125 \text{ kg/m}^3 & \text{خځه عبارت دي او په لوړو سرعتونو کي } c &= 40 \text{ m/s} \\ s &= 1/2 \rho v^2 = 1/2 \cdot 0,125 \text{ kg/m}^3 \cdot 1600 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1000 \text{ kgm/s}^2 & & \\ &= 1000 \text{ N/m}^2 & & \\ &= 1000 \text{ Pa} & & \\ &= 0,01 \text{ bar} & & \end{aligned}$$

په دې صورت چې د جریان سرعت په دې توگه يو لور قيمت ولري. فشار يوازي 1 د هوا نورمال فشار دي. د حجم توپير هم په همدې تناسب کوچنی وي. له همدې کبله دي چې متحرک گازونه د تراکم کيدو وړنه گڼل کېږي.

مثال

يو ربري پيپ چې په باغچه کې ترې گټه اخيستل کېږي، د $d_1 = 12.7\text{mm}$ قطر لرونکي دي. ددې پيپ په اخره برخه کې يوه بله وصله پوپه شتون لري چې داخلي قطريې د نل (اخري سوري) ترخولې پورې $d_2 = 5\text{mm}$ ورو ورو تنگېږي. کله چې اوبه دې وصل شوي پوپې ته ورسېږي. فشار يې د شاوخوا چاپير په وړاندې 1.8bar دی. د اوبو د وتلو سرعت محاسبه کړي، په هغه صورت کې چې له اصطکاک څخه صرف نظر وشي.

اوبه د x په کومه فاصله کې ځمکې ته رسېږي؟ په هغه صورت کې چې د پيپ خوله له افقي محور سره د $1\text{m} = y$ په ارتفاع د ځمکې له سطحې څخه واقع شي، (د اوبو کثافت 1000kg/m^3 په نظر کې ونيسئ).

حل: د برنولي او متماديت قانون پر بنسټ چې د پيپ جهت د پيل او پای په نقطو تطبيق کېږي، لرو چې:

$$1 + 1/2 \rho v_1^2 = 2 + 1/2 \rho v_2^2 \Rightarrow 1/2 \rho (v_2^2 - v_1^2) = 1 - 2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2/\rho \quad (1 - 2)$$

له بله پلوه د متماديت له معادلې څخه لرو:

$$V_2 A_2 = V_1 A_1$$

$$V_1 = (V_2 A_2) / A_1 = V_2 \left(\frac{\pi A_2 / 2}{\pi A_1 / 2} \right)^2 = V_2 \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

$$d \text{ دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې: } V_1^2 = V_2^2 (d_2 / d_1)^4$$

که چېرې د v_1 له قيمت څخه چې پورته مو په لاس راوړی دی، په وروستی معادله کې يې برخای تعويضوو، لرو چې:

$$V_2^2 \left[- (d_2 / d_1)^4 \right] = 2 / \rho \quad (1 - 2)$$

$$d_1 / d_2 = 5\text{mm} / 12.7\text{mm} = 0.394, \quad 2 / \rho = 2\text{m}^3 / 1000\text{kg} = 0.002\text{m}^3 / \text{kg}$$

$$1 - 2 = 1.8\text{bar} = 1.8 \cdot 10^5 \quad / \text{m}^2$$

په پورته معادلو کې ددې قيمتونو له ځای پر ځای کولو څخه د v_2 قيمت لاس ته راوړو:

$$v_2^2 = (0.002\text{m}^3 / \text{kg} \cdot 1.8 \cdot 10^5 \quad / \text{m}^2) / (1 - 0.394^4) = (360\text{m}^2 / \text{s}^2) / 0.759 = 562.18\text{m}^2 / \text{s}^2$$

$$v_2 = 23.7\text{m/s}$$

له افقي غورځونې څخه پوهېږو چې:

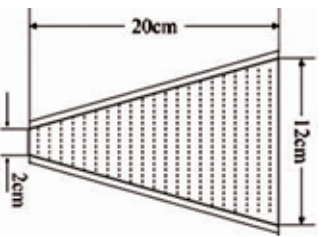
$$X = v_2 \cdot t \quad y = -1/2 g \cdot t^2 = -1\text{m}$$

$$t = \sqrt{2m / 9.81\text{m/s}^2} = 0.45\text{s} \Rightarrow x = 23.7\text{m/s} \cdot 0.45\text{s} = 10.665\text{m}$$



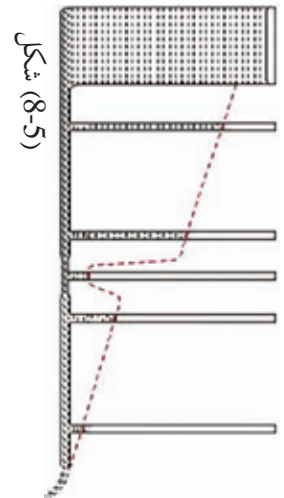
پوښتني

1. د فشار توثير پيدا كړئ، په هغه صورت كې چې د يو نل د دوو سسرونو ترمنځ د نل د مقطع مساحت له 15cm^2 څخه 5cm^2 ته تنقيص كړاى شي، او په هره ثانيه كې 1.8 t بنزين له 0.7 kg/dm^3 كثافت سره ترې تير شي.
 2. د يو قيپ ډولې لوښې قطر له 20cm ارتفاع سره، له پورتنې $d_1 = 12\text{cm}$ قيمت څخه كښتني قيمت $d_2 = 2\text{cm}$ ته كمېږي، په كومه كچه فشار د پورتنيو او ښكښتو مقطعو ترمنځ رامنځته كېږي؟ كه چېرې؟
1. لوښې په بشپړ ډول له ساكنو اوبو څخه وك وئ.
 2. په هره ثانيه كې 0.3 ليتره اوبه له لوښې څخه تيرېږي شي.



4- : د برنولي د قانون تطبيقات

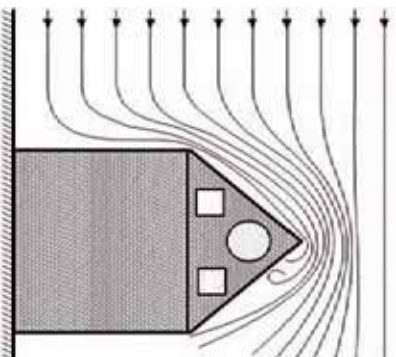
په اوسني لوست كې د برنولي د قانون دكارونې څو موارد مطالعه كوو، چې لومړني يې د ځښېنلو (چوشش) د اغېز منځته راتلل دي.



شکل (8-5)

له وروستۍ افادې څخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شو، داسې پایله ترلاسه شوې ده، چې په هغه ټولو حالاتو کې چې لور فشار لري، د جریان سرعت د ټيټ قيمت لرونکی دی او برعکس د ټيټ فشار په شتون سره د جریان سرعت لور قيمت لري. د متماديت د قانون پر بنسټ د جریان سرعت

په تنگو موقعيتونو کې ډېر دی. په دې موقعيتونو کې برعکس هغه څه چې د غاډې له مخې قبول شوي دي، د فشار يو تناقص موجود دی. دغه وينا کولای شو په لاندې شکل کې د ليدلو وړ وگرځوو. که چېرې له يو نل سره چې د تنگ محل يا معبر لرونکی وي، څو نرې نور نلونه د مياغونو د فشار سنخ په توگه برابر کړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مایع په هر نل کې پورته تاللي، د هغه فشار د کچې ښودونکې دي چې په نوموړو نلونو کې شتون لري. لکه چې ليدل کېږي، په هغو موقعيتونو کې چې نلونه نرې دي، د مایع سطحه په نل کې ټيټه ده او په پایله کې وبلې شو چې په نوموړو موقعيتونو کې فشار ټيټ دی. دا واقعيت هغه سوال ته چې ولې په ځينو مياغونو د ځښېنلو چوشش اغېزه شتون لري، ځواب ورکوي.



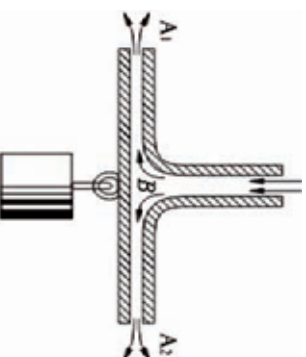
شکل (8-6)

دي موضوع ته له يوه بل مثال سره دوام ورکولو:

د باد يو توپان پر يو تعمير الوزي، لکه چې په شکل کې په خرنگه توگه ليدل کېږي، کله چې د هوا اکتلي د تعمير په هغو برخو کې چې ځمکې ته نژدې دي لگېږي، برک کېږي يا دا چې سرعت يې کمېږي. يعنې د A د موقعيت په ساحو کې د سرعت قيمت کم دی خو د فشار قيمت لوړ دی. له دې امله د هوا اکتلي اړيندي دي چې پورته خواته حرکت وکړي او د تعمير له بام څخه تيرېږي. د B د موقعيت په ساحو کې د هوا د جريان په مسير کې د هوا د جريان د مقطع يو تقیص او د جريان د سرعت تر ايد منځته راځي ... له همدې امله دي چې د ځواکمنو توپانونو د الوتلو پر مهال نه يوازې د تعميرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خوا ته لگېږي.

مثال

د څښپنلو (چوشش) اغيز د يو بل اثر په اړيه کولو چې د «هايډرولیک پارادوکس» بنکارنډي په نامه يادېږي، تر بحث لاندې نيسو چې د رودلو اغيز په سيالونو کې په خرنگه توگه د ليدلو وړ گرځوی. له يو ډبرنوي نل (جست) څخه د هوا فشار تيرېږي او له يوې تنگي فضا څخه چې د دوو پليټونو چې يو د بل پرمخ ايښي دي، تيرېږي. لکه څنګه چې په شکل ليدل کېږي، خرنگه چې د A ساحه کې د پليټونو ترمنځ د هوا فشار شتون لري، له همدې کبله دي چې فشار په ډبره تنگه ساحه کې د هغه سوري په شاوخوا کې چې هوا ترې د B ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې جريان لري، د هوا د فشار پرتله کم دي. لکه چې ليدل کېږي، بنګتې پليټ لکه څنګه چې هيله کېږي، د هوا د جريان له امله نه يوازې دا چې نه دی چلېدلي، بلکې له يوې قوي سره د پورتنۍ پليټ لوړته رابنګل کېږي ان تردې چې يوه وزن چې له هغې سره څرېدلې دی، له خانه سره راکاږي.



شکل (8-7)

5- : وینتوري ټيوب - د جريان سرعت اندازه کول

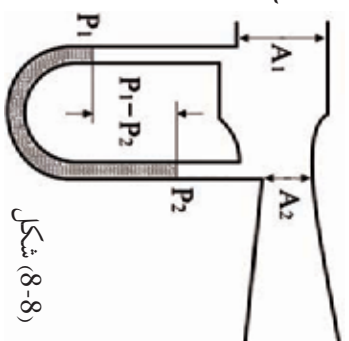
د برنولي قانون دا آسانتيا رامنځته کوي چې کولای شو د مايعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې موخې لپاره له نلوزو څخه د مايعاتو د جريان پر مهال په عمومي ډول له وینتوري ټيوب څخه گټه اخيستل کېږي.

لکه چې په شکل کې ليدل کېږي، دغه ټيوب له نرې نل (جت) څخه جوړ شوی دی. چې په هغې کې د ډبرو پراخو او ډبرو تنگو (نرې) برخو ترمنځ د فشار توپير، د يو فشار سنځ (د مايع مانومتر) پر مټ اندازه کېدای شي. د برنولي د قانون پر بنسټ په وینتوري ټيوب کې دغه رابطه صديق کوي.

$$P_1 + 1/2 \rho v_1^2 = P_2 + 1/2 \rho v_2^2$$

همدارنگه د متعاديت د معادلې له مخې لرو چې: $v_2 = v_1 \cdot A_1 / A_2$ چې په هغې کې چېرې د (A_1 / A_2) سطحو نسبت په وینيو، لرو چې: $v_2 = v_1$ او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعويضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:

$$P_1 - P_2 = 1/2 \rho v_2^2 - 1/2 \rho v_1^2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$



(8-8) شکل

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ (v_1 A_1 / A_2)^2 - v_1^2 \right\}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ (v_1^2 A_1^2 / A_2^2) - v_1^2 \right\}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ v_1^2 (A_1^2 / A_2^2 - 1) \right\}$$

$$v_1^2 \cdot \frac{1}{2} \rho (A_1^2 / A_2^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1 = \sqrt{2(P_1 - P_2) / \rho (A_1^2 / A_2^2 - 1)}$$

د v_1 له دې قيمت سره، همدا راز کولای شو د V (د جريان حجم) او يا په يوه ثانيه کې تيره شوي مايع په لاندې توگه محاسبه کړو:

$$V = A_1 \cdot v_1 \quad \text{په يوه ثانيه کې}$$

اتومایزر (عطر شیندونکی)

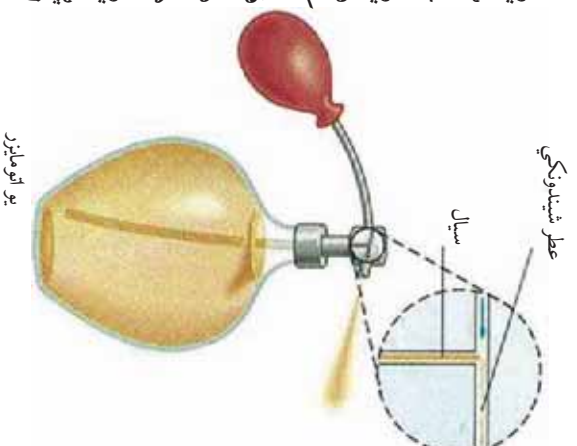
په تیرو بحثونو کې په سیالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړیکو سره بللده شوی، او همدا رنگه د فشار توپیر مود سیال په دوو برخو کې په طبیعي شرایطو او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړیکو د بنودلو اسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر یوې تړاوي (رېښې) باندې پوکول دي. که چېرې ناسو کاغذ د (8-9) شکل په څیر کلاک ونیسئ او بیا په پورتنۍ سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړني څرېدلې حالت څخه مخ په پورته کېږي، چې دلیل یې عبارت دی د هوا د سرعت له توپیر څخه. د کاغذ د تړاوي د پورتنیو او ښکتنیو برخو ترمنځ په پایله کې همدا محصله پورته کونکې قوه د لفت په څیر عمل کوي او د کاغذ تړانگه تقریبا د افق تر سطحې پورته کېږي.

د برنولي د قانون اغېز
د کاغذ پر سطحې



شکل (8-9)

دې ته ورته اغېزې په یو اتومایزر (عطر شیندونکی) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شیندې تر سترگو کېږي، کله چې د مخزن پوکاڼۍ د (8-10) شکل په څیر د هوا یو تیز باد شوت کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نري سوري څخه چې د هوا د سرعت د زیاتیدو سبب ګرځي تیرېږي.

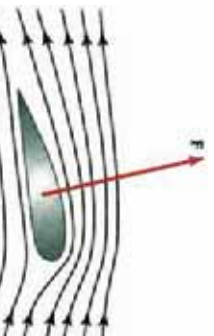


شکل (8-10)

په پایله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته شاته تپله کېږي. په بل عبارت څرنگه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطر و د اتومایزر د پورتنۍ تپوب له لوري، لګېدلې دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې دلوسنې د داخله مایع په سطحې عمل کوي، لږ دي. نو اتموسفیر فشار د تپوب پورتنۍ برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دي عطر و ته تپله کوي. د یو اتومایزر د کار کړنلاره د برنولي د معادلې څخه په ګټې اخیستلو هم توضیح کېدای شي. د هوايي ستون لوړ سرعت چې د پوکاڼۍ په فشار ورکولو سره منځته راځي، د عموډي تپوب په پورتنۍ برخه کې یو تپست فشار منځته راوړي. دا کار ددې لامل ګرځي چې مایع له تپوب څخه د باندې ډيکه شي او د یو نري شاور، د هوا ډولې سستي سره بهرته شیندل کېږي.

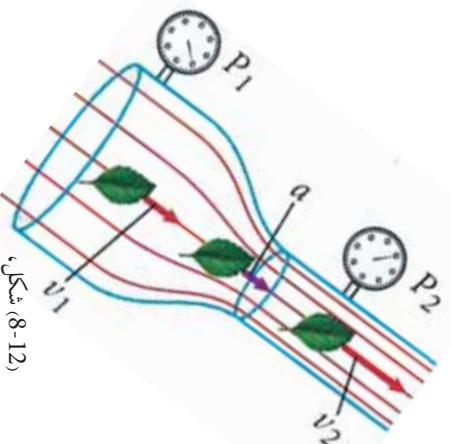
6- د الوتکي وزرونه او متحرکه او چتونکي قوه) (

د الوتکي په وزرونو کې يوه اوچتونکي قوه شتون لري، چې ددې سبب گرځي چې هغوي په هوا کې اوچتي وساتي، او دا هغه مهال واقع کېږي، چې الوتکه د هوا په پرتله په کافي توگه په لوړ سرعت حرکت وکړي، لکه څنگه چې په (8-11) شکل کې د هوا جريان يو قوي بهير ښودل شوی چې د الوتکي له وزره سره لگېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکي سپرلی د الوتکي په عطالتي نظام کې وي او ددې په څېر دی لکه د الوتکي په وزرونو چې ناست وي). پورته خواته د وزره ميلان کول همغه د پورتنۍ سطحې گولرالی يې دی چې ددې سبب گرځي ترڅو د الوتکي تر وزره لاندې د هوا د بهير جريان د يوې قوي په مرسته پورته خواته فشرده شي او د وزره د پورتنۍ برخې هوا متراکمه شي او د فشار لږه ساحه منځته راشي.



(8-11) شکل، د الوتکي د وزره د پورته تلو پر مهال موز د وزره په عطالتي نظام کې يو او د هوا جريان په کې نظاره کوو.

د سيلان د دوه خطونو د هوا جريان مساحت په هره برخه کې د هوا د جريان مساحت د دوه سيلانونو د خطونو ترمنځ په هره برخه کې د خطونو يو بل ته په نژدې کېدو سره کمېږي. نو ددې له مخې د متماديته له $A_1 V_1 = A_2 V_2$ معادلې څخه د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې چې هلته د سيلان خطونه يو بل ته نژدې کېږي، زياتېږي.



(8-12) شکل،

د سيل جريان په هغه نل کې چې متغارت قطرونه لري

د پورته دليل پر بنسټ يوه محصله قوه په پورته لوري د الوتکي پر وزره عمل کوي چې د اوچتونکي (Dynamic Lift) محصله قوي په نامه يادېږي. تجربې ښيي د وزره د پورتنۍ برخې د هوا سرعت حتی د وزره د لاندینۍ برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کېدای شي. (د هوا او وزره ترمنځ اصطکاک، شاته د رابنکلو قوه توليد وي چې د الوتکي د انجنونو قوه پرې غالبه شي).

يو وزر تل او يا يو وزر له متناظري مقطع سره تر هغې پورې چې مخکښي برخه يې پورته لورته انحنا لري، د انحنا صعودي زاويې لرونکې دي). د پورته کېدو خپل کارته دوام ورکوي. د (11-8) شکل حتی هغه مهال چې د صعودي انحنا زاويه له صفر سره مساوي هم وي وزر بيا هم د پورته کېدو په حالت کې شينې، ځکه چې گول شوي پورتنۍ برخه، هوا پورته خواته تپله کوي مسير ته يې انحنا ورکوي او د سيلان د خطونو يو له بل سره د تراکم سبب گرځي. که چېرې د انحنا صعودي زاويه کافي حد ته ورسېږي چې وکولای شي د سيلان خطونه په پورته لورته کارې يا تر فشار لاندې ونيسي ترڅو يو بل ته بڼه نژدې شي، په هغه صورت کې الوتکه سرکونډې (خرڅي) وهي (په وزرو را خرڅي). که چېرې د انحنا صعودي زاويه د درجو په شاوخوا کې وي، د خرڅيدو طولفان (Turbulence) واقع کېږي. لکه څنگه چې په (11-8) شکل کې ډېر رابنګل د شا په لور او د وزره لږ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کېږي چې وزر له حرکت څخه ولږېږي او الوتکه سقوط وکړي. په بل تحليل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقي توګه د وزره په وړاندې په حرکت کې ده مخ بڼګنه کې کارې او د هوا مالیکولونه چې شاوخوا ته خرڅي د مومتم بدلون سبب گرځي او په وزره کې د صعودي قوې د توليد سبب گرځي، (د نيوتن دريم قانون).

7- : لزوجيت

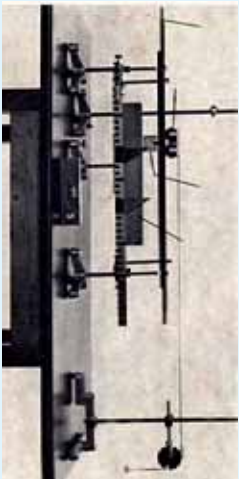
د لزوجيت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې پيدايښت او محاسبه:

مورز په تېرو درسونو کې وويل چې خيالي (ايده ال) مايع هغې مايع ته وايي چې د تراکم وړتيا او اصطکاک ونه لري. همدا رنگه زياته موکړه چې خيالي مايع په حقيقت کې شتون نه لري، ځکه چې ټول سيلانونه د گازاتو او مايعاتو په ګډون چې رېښتيني شتون لري، د اصطکاک لرونکي دي او هم تر يوه حده د تراکم وړتيا لري، يعنې په حقيقت کې خيالي مايع يوه مجرد افاده ده. کله چې په مايعاتو کې له اصطکاک څخه غېږېږو، موخه مو د هغو څخه داخلي اصطکاک دی. دغه داخلي اصطکاک په يو بل نوم هم يادوي، چې په مايع او يا گاز کې عبارت له لزوجيت (ښتل) څخه دي. هره حقيقي مايع او گاز يو څه داخلي لزوجيت لري او دا هغه مهال څرګندېږي چې په مايع او گاز کې حرکت رامنځته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کېدو څخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شوي، ورو ورو قطع کېږي. داخلي اصطکاک نه يوازې دا چې له نلزونو او د بيرل او نورو په څېر لوښو سره د مايع د سطحو د تماس او يا په مايع کې د شیانو د حرکت پر مهال د هغو د تماس له امله رامنځته کېږي، بلکې په خپله د مايع په منځ کې هم کله چې د مايع قشرونه د جريان توپيري سرعت ولري او يو بل پرمخ بهېږي، هم منځته راځي. له همدې امله دي چې برعکس جامد اجسام چې خارجي اصطکاک لري، دې اصطکاک ته داخلي اصطکاک وايي. د داخلي اصطکاک شتون په مايعاتو کې حتی په خپلو لاسونو هغه مهال حس کوو چې کله يو جسم د مايع په منځ کې په خپل لاس سره په حرکت راولو. مورز په دې حالت کې يو مقاومت حس کوو، چې په مايع کې د داخلي اصطکاک له امله رامنځته کېږي.



تجربه:

له دې تجربه سره د داخلي اصطكاك اړيكي له مايع سره د جسم د تماس د سطحي له لوبوالي، د هغې مايع له ځاځگړنو سره چې جريان لري او د مايع د حرکت له سرعت سره كيداى شي تر مطالعي لاندې ونيول شي.

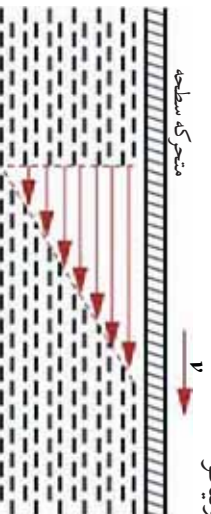


شكل (8-13)

د ټپ جوړښت داسې دى چې يوه نيمالي (12mm) په سور او بله نيمه برخه يې gmm سور لري. په يو نواخت حرکت كې د رابنكلو د هغه قوې چې د ځړول شوي وزن له امله منځته راځي، د اصطكاك د قوې د عين قيمت لرونكي دى چې د پليټ لخوا منځته راغلي. كه چېرې وزه ډېره شي، سرعت زياتېږي او كله چې پليټ په مايع كې ژور ښكته شي، سرعت كمېږي او هم كله سرعت كمېږي چې پليټ د ټپ له سوروزې برخې څخه د ټپ نري برخې ته ورسېږي.

پورتنۍ تجربه هغه تيوري تايدوي، چې له امله يې د داخلي اصطكاك اړيكي له لاندې كميتونو سره څرگندېږي.

- 1- د مايع لزوجيت (η)
 - 2- له مايع سره د جسم د تماس له سطحي لوبوالي.
 - 3- د $\Delta v / \Delta d$ نسبت چې دغه نسبت د Δv د سرعت او Δd د ضخامت د تناقص له امله لاس ته راځي. Δd د هغې سطحي ضخامت دى چې په يوه وخت حرکت كوي او د مايع د يو گاونډي قشر اړوند دى چې د هغې په تعقيب د سرعت كميدل منځته راځي.
- د مايع هغه شمېر ذرې چې په مستقيمه توگه د سطحي په گاونډو كې دى، دپيوژن له امله له سطحي سره نښلې او خپل سرعت اخلي او له وروستي قشر څخه يو څه شاته پاتې کېږي. د تماس په هغو سطحو كې چې هواري دي، د مايع د ذراتو سرعت د d د ټاكي ضخامت په اندازه د v له بشپړ قيمت څخه په منظم ډول د صفر تر قيمت پورې كمېږي چې په پايله كې د $\Delta v / \Delta d$ نسبت د v/d له كسر سره تعويض كېږي او له دې ځايه څخه كولاى شو د داخلي اصطكاك فازمول په لاندې ډول وليكو:
- $$\eta = 10 \cdot A \cdot v / d$$



شكل (8-14)

د متحرکې سطحي د سرعت خطي
تقیص ه مايع كې ښيي.

په پورتنۍ فارمول کې n چې د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي، د هرې مادې لپاره ټاکلې ده او یو مهم ثابت دی. دغه ثابت په مایعاتو کې په اسانۍ سره جریان کوي لکه: (ایتر، بنزین او هم په اوبو کې) د کم قیمت لرونکي او په هغو مایعاتو کې چې اسان (سهل) جریان نه لري، لکه: رگلیسین، گریس او قیر لور قیمت لري. دغه ضریب په عین وخت کې د اندازه کولو یو مقیاس دی. د هغه د کوهرشنې د اندازه کولو لپاره چې د مایعاتو د هر مالیکول په منځ کې موجودی.

لزوجیت د تودوخې د درجې له لوړیدو سره په ډېر شدت زیاتیږي او د اندازه کولو واحدي د واحدونو په نږواله کچه عبارت دی له:

$$[n] = [d / Av] = m/m^2 \cdot m/s = s/m^2 = kg\ m/s^2 \cdot s/m^2 = kg/ms$$

لاندي جدول د ځینو جسمونو د لزوجیت ضریب ښيي:

1.2...0.1	گریس د تودوخې په $20^\circ C$ کې	0.000017	هوا د تودوخې په $20^\circ C$ کې	0.00179	اوبه د تودوخې په $0^\circ C$ کې
0.25...0.02	گریس د تودوخې په $80^\circ C$ کې	0.000018	هوا د تودوخې په $20^\circ C$ کې	0.00101	اوبه د تودوخې په $20^\circ C$ کې
100	قیر د تودوخې په $20^\circ C$ کې	0.0018	الکول د تودوخې په $0^\circ C$ کې	0.00055	اوبه د تودوخې په $50^\circ C$ کې
		0.0012	الکول د تودوخې په $0^\circ C$ کې	0.00029	اوبه د تودوخې په $100^\circ C$ کې
		1.50	گلیسرین، د تودوخې په $20^\circ C$ کې	0.00024	ایتر د تودوخې په $20^\circ C$ کې

هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او خارجي اصطکاک د محاسبي لپاره ترې ګټه اخیستل کېږي، په لاندي توګه یو له بل سره توپیر لري.

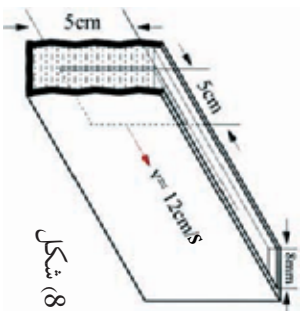
$$\text{داخلي اصطکاک او } \mu_0 = \mu \cdot \text{خارجي اصطکاک}$$

خارجي اصطکاک د نورمالې قوې په زیاتیدو سره زیاتیږي، چې پر داخلي اصطکاک هېڅ اغیز نه لري. ددې برعکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوړیدو زیاتیږي، په داسې حال کې چې خارجي اصطکاک له دې دوو سره هېڅ ډول اړیکې نه لري.



پوښتنې:

1 - په يو ټپ کې چې له تيلو څخه ډک شوی، يو نری پلټ چې 8 ملي متره سور او 55 سانتي متره مربع مساحت لري، له 0.1 نيوتن قوې سره د طول په لوري کې رابټکل کېږي. د لزوجيت کچه يې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې، کوم سرعت چې رامنځ ته کېږي، 12 cm/s قيمت ولري.

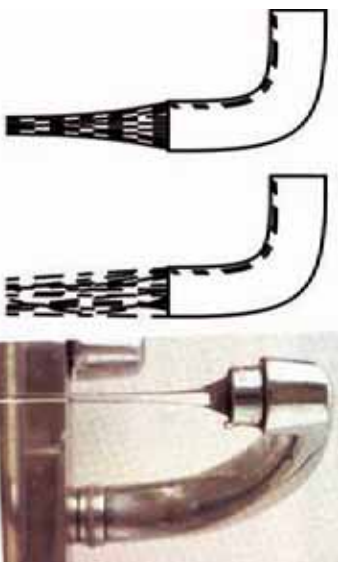


شکل (8-16)

2 - د يو موټر په يو برک کې چې 20 cm^3 گلسيرين په کې کارېدلی او د لزوجيت ضريب يې $\eta = 1.5$ دی، د يو بل په واسطه چې 12.5 cm طول او 2.5 mm قطر لري تر 18.10^6 bar يو منځی، توپيري فشار لاندې برس رځکارېدل کېږي. هغه زماني موده چې ددې عمليې لپاره کارېدلې، محاسبه کړئ.

- د توپاني بهير ښکارنده (پدیده)

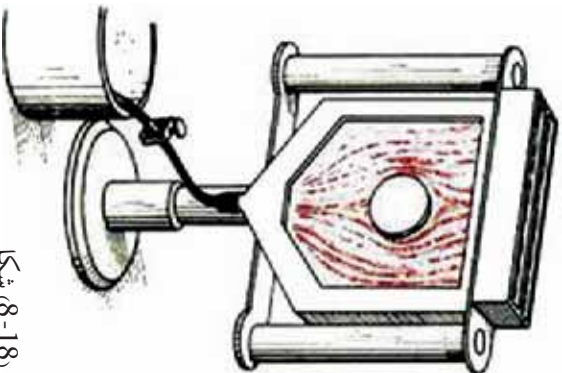
په مختلفو سرعتونو کې د يو جريان د واقع کېدو څرنگوالي: داخلي اصطکاک هغه مهال منځته راځي چې د مايع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، يو د بل له څنګ څخه تير شي. دا پېښه، تر ټولو د مخه د مايعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحد قشرونو کې څرگندېږي. د دې داخلي اصطکاک د غلبي لپاره يانې د اغېزو د لرې کولو لپاره، د انرژۍ يوه برخه چې د مايع په جريان کې ده، مصرفېږي.



شکل، (8-17)

له چټکوزي (شيرهن) څخه د لامينار او توريلنت بهيرونه

اما د ډبرو سرعتونو په حالت کې چې اصطکاک ډېر قوي دي، د جريان تصوير به د پام وړ ډول ځانته تغير ورکوي. په دې حالت کې د اوبو څرخ (گرداب) منځته راځي. رامنځته شوی جريان د توربولينټ (Turbulent) په نامه يادېږي.

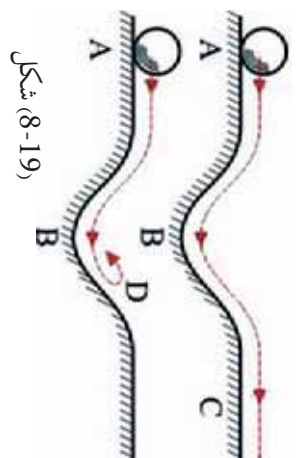


شکل (8-18)

که چیري د اوبو شیردان لږ څه خلاص کړو، اوبه په کراوه او نرمی له شیردان څخه خارجېږي او که چیري شیردان نور هم خلاص کړو، د اوبه جریان یو ټاکلي سرعت ته تر رسېلو وروسته په نا کرایۍ پیل کوي او د اوبو څرخ تولید وي. په (8-18) شکل کې هم دا پدیده په ډېر ښه ډول په هغه اله کې چې د «جریان له لارې د ثبت الې» په نامه یادېږي، لیدلای شئ. ددې الې د کار طریقه داسې ده چې بې رنگه شفافې اوبه او سور رنگې اوبه له دوو لوښو څخه په یوه فضا کې چې د دوو نښته یي پلیټونو ترمنځ وي، له پورته لوري څخه له یو شمېر نړبو سوربو څخه چې تیار شوي دي، جریان پیدا کوي. د اوبو جریان له سوربو څخه په دې ډول دي چې صفا او رڼې اوبه له لومړي او دریم سوري او سرې رنگه اوبه له دوهم او څلورم سوري څخه تېرېږي.

د دواړو مایعاتو د جریان خروجي سرعت له هغه قید سره چې په پښونو کې کارېږي، کولای شو تنظیم کړو. که چیري په لوښي کې مانع نه وي، د جریان رښتني د سور رنگه موازي خطونو په څېر تر سترگو کېږي، او که چیري کومه مانع هم وي. د دوو رنگو اختلاط بیا هم نه تر سترگو کېږي. هغه څه چې لیدل کېږي عبارت دي د جریان د متجانسو رشتو له یو عبور څخه چې په دواړه خوا کې بې صورت موندلې دي.

د ګرد اوبو نو پیدا کیدل

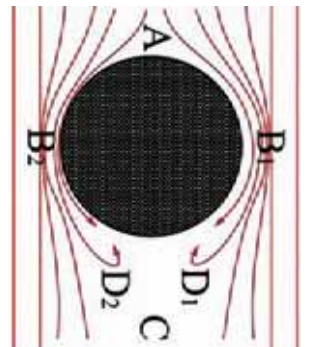


شکل (8-19)

د ګرد اوبو پیداېښت کولای شو په آسانۍ له یوې میخانیکي عملې سره په پرتله د فهم وړ وګرځوو. که چیري یوه کرۍ د یو بېلډ په منځ کې د جریان په مسیر کې راشي، دغه کرۍ در غړېدو پر مهال خپله پوتانسېلي انرژي له لاسه ورکوي او ورسره یو ځلي بې په سرعت کې زیاتوالي منځته راځي، شکل ته پام وکړئ.

کله چې کرۍ منځني مخ په پورته وهي، له سرعت څخه یې کمېږي. ددې سرعت قیمت که له اصطکاک څخه تیر شو د C په نقطه کې عین هماغه قیمت لري چې په پیل کې یې د A په نقطه کې لږ درلود. که چیري د اصطکاک قیمت کم هم وي، کرۍ یو څه پورته ځي، خو د سرعت قیمت د C په نقطه کې نسبت د سرعت قیمت ته د A په نقطه کې کم دی.

که چیرې انرژي د اصطکاک له امله ډیره ضایع شي، هغه حرکتې انرژي چې باید د B په نقطه کې وي تر څو کړۍ پورته یوسي او هغه C نقطې ته ورسوي، کفایت نه کوي او کړۍ تر D نقطې رسېږي او سرعت یې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بیرته گرځي.



شکل (8-20)

لیلل کېږي چې د B_1 او B_2 ساحې محدودې او تنګې دي، نو د متعادیت د معادلې له نظره د سرعت قیمت زیاتېږي او د فشار قیمت کمېږي.

که چېرې اصطکاک ونه لري، د سرعتونو او فشار قیمت د C په نقطه کې یو ځل بیا په همغه اندازه وي چې د A په نقطه کې وه.

په لږو اصطکاکونو کې لومړۍ غیر مهم تغیرونه منځته راځي. خو کله چې د سرعت قیمت ډېروي، داخلي اصطکاک پورته ځي او بالاخره داسې حالت منځته راځي چې د مایع ذرې د B_1 او B_2 په ساحو کې نور هغه حرکتې انرژي نه لري، ترڅو د لوړ فشار په وړاندې د C په ساحه کې حرکت ته دوام ورکړي، بلکې سرعت یې کمېږي او بالاخره د D_1 او D_2 په څېر ساحو کې صفر ته تقرب کوي او په پایله کې د مایع ذرې بیرته راگرځي او اړمنډ دي چې شاته جریان پیداکوي. د بیرته راگرځیدو پر مهال په دوران پیل کوي او گډاو تشکیلوي. یعنې هغه مایع چې مخکې یو لامینار مایع و، داډې په یو توربولنس مایع تبدیل شوي دي. هغه گډاونه له دواړو خواوو څخه چې په پرله پسې منځته راځي، د خارج جریان په واسطه نیول کېږي او د مایع شاته اصطلاحاً یوه گډاوي لاره جوړوي.



د اتم څپرکي لنډيز

- کله چې د گاز د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو گازونو حجم د فشار د تغییرونو اغیز هومره کم دی چې کولای شي ترې تیر شو.
- یو سیال (مایع یا گاز) ته هغه مهال خیالي (ایده ال) ویلی شو چې د تراکم وړتیا ونه لري او له اصطکاک څخه هم بې برخې وي.
- د متناهیات معادله بیانوي چې په یو نل کې چې د متغیرو مقطعو لرونکې وي، د مایع د جریان سرعت د نل له مقطع سره معکوسا متناسب دی. یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت لږ او په کوچني مقطع کې د جریان سرعت ډېروي.
- د $v_1 + \frac{p_1}{\rho} = v_2 + \frac{p_2}{\rho}$ عبارت دي د برنولي له ساده رابطې څخه او بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډېروي لږ دی.
- د $ct + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2}$ هم د برنولي د معادلي بل شکل دی چې د یوې خیالي مایع لپاره لاس ته راځي او د حقیقي مایعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک یې ډېر نه دی، هم د تطبیق وړتیا لري.
- په افقي جریانونو کې کولای شو، د برنولي قانون په دې ډول بیان کړو، چې د افقي جریان په ټول بهیر کې د فشار او د بند فشار ($\frac{1}{2}\rho v^2$) مجموعه ثابت دی.
- وینټوري ټیوب له یو نري نل (جیټ) څخه جوړ شوی دی، چې په هغې د فشار تغییر په ډېرو پلنو برخو او ډېرو تنګو (کم سوري) برخو کې فشار د مایع په یوه فشار سنجونکي (مانومتر) پرمخت اندازه کېدای شي، او د برنولي قانون پرنسټ د $v_1^2 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = v_2^2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ رابطه په وینټوري ټیوب کې صدق کوي.
- د الرټکي په ووزونو کې یوه اوچتونونکي قوه شته، چې ددې لامل ګرځي (کله چې په کافي توګه د هوا پراتله په ډېر لوړ سرعت حرکت وکړي) هغه په هوا کې اوچته ساتي.
- د مایعاتو لزوجیت یا چسپیدل (ښتل) عبارت دي د هغو له داخلي اصطکاک څخه، او لزوجیت هغه مهال تبارز کوي چې په مایع یا گاز کې داخلي حرکت منځته راشي، او د هغو اغیزو له قطع کېدو څخه وروسته چې د حرکت لامل ګرځیدلي ورو ورو قطع کېږي.
- د داخلي اصطکاک فورمول ($\eta = \frac{1}{10} \cdot A \cdot V / d$) دظ η یې د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي چې یو مهم ثابت دی او د هرې مادې لپاره مشخص دی.
- د ویسکو زیمتر هوبیل له الې څخه د یوې مایع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره کار اخلې.

• که چیري یوه کره د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې واقع شي، دغه کره د رغوړیدو پر مهال خپله د پوتنسیل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې یې ډېروالي راځي. د سرعت په زیاتیدو سره داخلي اصطکاکی لورځي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مایع ذرې، کافي حرکت انرژي له لاسه ورکوي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکوي او سرعت یې صفر ته تقرب کوي. په پایله کې ذرې بیرته راگرځي او شاته جاري کېږي او د بیرته راگرځیدو په مهال په څرخیدو دوران پیل کوي او گرداو جوړوي چې ولې نوزو نوموړي مایع په یو تورتولنیت مایع بدله شوي ده.

د اتم څپرکي پوښتي

- 1- یو سیال (مایع - گاز) تعریف کړئ.
- 2- د متعادیت یا پیوستوالي معادله څه شی بیانوي؟
- 3 د $A_1V_1 = A_2V_2$ رابطه د او هري مقطع لپاره د تطبیق وړ ده.
- 4- که چیري میعات او گازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي ورته ویل کېږي.
- 5- د یوې خپالي مایع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت ده له څخه.
- 6- $\rho V^2 + \rho g h = \text{constant}$ فشار د فشار په نامه یادېږي.
- 7- د دقتون پر بنسټ په ویتورې ټیوب کې رابطه صدق کوي.
- 8- د لزوجیت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړیوال سیستم کې د $[h] = [d/Av]$ له رابطې څخه تر لاسه کړئ.
- 9- ایا په ډبره کچه فشار تل د ډبرې قوي پر مټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضیح کړئ.
- 10- کله چې د یوې نیچې له لارې اوبه چښی د هوا په تخلیه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموي او مایع په حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. ایا کولای شئ ددې موخې لپاره په سپورټ کې هم له نیچې څخه د اوبو د چښلو لپاره کار واخلئ؟ ولې، توضیح کړئ.
- 11- له لاندې معادلو څخه کومه یوه د اوبو سرعت د A په نقطه کې (V_A) او د اوبو سرعت د B په نقطه کې (V_B) توضیح کوي؟
 - الف) $d_A V_A = d_B V_B$
 - ب) $d_A^2 V_A = d_B^2 V_B$
 - ج) $d_A d_B = V_A V_B$
 - د) $1/2 d_A V_A^2 = 1/2 d_B V_B^2$

- 12 - که چیري د نل مساحت د A په نقطه کې $2,5cm^2$ او د B په نقطه کې مقطع $5cm^2$ وي، د اوبو جریان د A په نقطه کې خوځلي د B له نقطې څخه تیز دی؟
- 13 - اوبه په یو افقي نل کې په 3×10^5 فشار په $1m/s$ سرعت جاري دي، نل د خپل اصلي طول د $\frac{1}{4}$ په اندازه نری کېږي، د جریان سرعت د نل په نری برخه کې څومره دی؟
- 14 - د یو نل د شیردان د سوري قطر $2cm$ دی او په هره ثانيه کې په $2,5 \times 10^{-2} m^3$ کچه اوبه تری خارجېږي، هغه سرعت چې اوبه په کې له نل څخه خارجېږي، پیدا کړئ.

ماخذونه

1. C (R NC A CA ON), b Do s C. in co i, bis db son d c ion nc, 2005.
2. C b m s . , son d c ion nc. A, N s , 2004.
3. C b R.A. nd . . F n, 2006 b o , Rin nd ins on.
4. C ,A boo , bis db bis in Com n , in d in R , 1996.
5. F nd m n s o sics, bis db ni si o i i in s, Co o d c ion, M ni , 1976.
6. الفيزياء (المرحلة الثانوية / الفرع العلمي)، و وزارة التربية والتعليم، ادارة المناهج والكتب المدرسية، الکتاب في مدارس المملكة الاردنية الهاشمية، ٢٠٠٥ م.
7. د «فزيک (2) و ازمايشگاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د خپرنې او ازموينې د پلان جوړولو سازمان، د ايران د درسي کتابونو د چاپ او خپرېدو شرکت، 1385 هـ . ش.
8. د «فزيک (3) و ازمايشگاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د خپرنې او ازموينې د پلان جوړولو سازمان، د ايران د درسي کتابونو د چاپ او خپرېدو شرکت، 1385 هـ . ش.
9. د عمومي تعليماتو ښوونځيو د دولسم ټولگي د فزيک درسي کتاب، د تاليف او ترجمې رياست، د افغانستان د ښوونې او روزنې وزارت، 1388 هـ . ش.

**Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library**