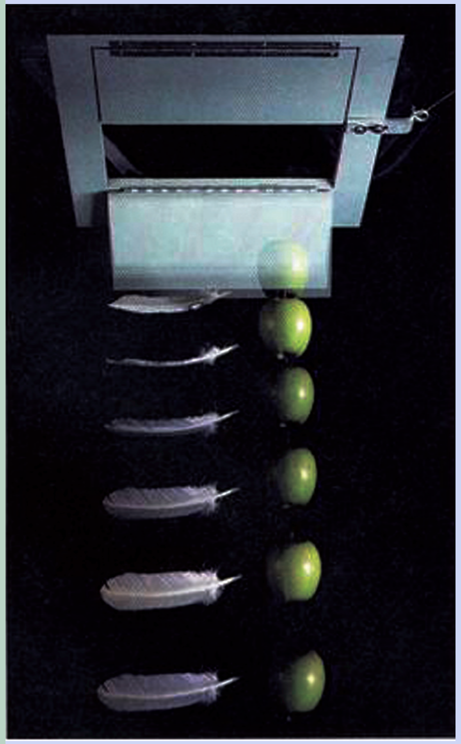
د پوهنې وزارت

فزیک

یوولسم ټولګی

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ. ش.

فزیک
یوولسم ټولګی



ملي سرود

دا وطن افغانستان دی — دا عزت د هر افغان دی
کور د سولې کور د تورې — 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 یان
دا هیواد به تل ځلیږي — لکه لمر پر شنه آسمان
په سینه کې د آسیا به — لکه زړه وي جاویدان
نوم د حق مو دی رهبر — وایو الله اکبر وایو الله اکبر

بسم الله الرحمن الرحیم

د پوهنې وزارت

فزیک

Physics

یوولسم ټولګی

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ .ش.

د کتاب ځانګړتیاوې

مضمون: فزیک

مؤلفین: د تعلیمي نصاب د فزیک دیپارتمنت د درسي کتابونو مؤلفین

اېډیټ کوونکي: د پښتو ژبې د اېډیټ ډیپارتمنټ غړي

ټولګی: یوولسم

د متن ژبه: پښتو

انکشاف ورکوونکی: د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تألیف لوی ریاست

خپروونکی: د پوهنې وزارت د اړیکو او عامه پوهاوي ریاست

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هجري شمسي

برېښنالیک پته: curriculum@moe.gov.af

د درسي کتابونو د چاپ، وېش او پلورلو حق د افغانستان اسلامي جمهوریت د پوهنې وزارت سره محفوظ دی. په بازار کې یې پلورل او پېرودل منع دي. له سرغړوونکو سره قانوني چلندکیږي.

د پوهنې د وزیر پیغام

اقرأ باسم ربک

د لوی او بښونکي خدای ﷻ شکر په ځای کوو، چې موږ ته يې ژوند رابښلی، او د لوست او ليک له نعمت څخه يې برخمن کړي يو، او د الله تعالی پر وروستي پیغمبر محمد مصطفی ﷺ چې الهي لومړنی پیغام ورته (لوستل) و، درود وایو.

څرنګه چې ټولو ته ښکاره ده ۱۳۹۷ هجري لمریز کال د پوهنې د کال په نامه ونومول شو، له دې امله به د ګران هېواد ښوونیز نظام، د ژورو بدلونونو شاهد وي. ښوونکی، زده‌کوونکی، کتاب، ښوونځی، اداره او د والدینو شوراګانې د هېواد د پوهنیز نظام شپږګوني بنسټيز عناصر بلل کېږي، چې د هېواد د ښوونې او روزنې په پراختیا او پرمختیا کې مهم رول لري. په داسې مهم وخت کې د افغانستان د پوهنې وزارت د مشرتابه مقام، د هېواد په ښوونیز نظام کې د ودې او پراختیا په لور بنسټيزو بدلونونو ته ژمن دی.

له همدې امله د ښوونیز نصاب اصلاح او پراختیا، د پوهنې وزارت له مهمو لومړیتوبونو څخه دي. همدارنګه په ښوونځیو، مدرسو او ټولو دولتي او خصوصي ښوونیزو تأسیساتو کې، د درسي کتابونو محتوا، کیفیت او توزیع ته پاملرنه د پوهنې وزارت د چارو په سر کې ځای لري. موږ په دې باور يو، چې د باکیفیته درسي کتابونو له شتون پرته، د ښوونې او روزنې اساسي اهدافو ته رسېدلی نشو.

پورتنیو موخو ته د رسېدو او د اغېزناک ښوونیز نظام د رامنځته کولو لپاره، د راتلونکي نسل د روزونکو په توګه، د هېواد له ټولو زړه سواندو ښوونکو، استادانو او مسلکي مدیرانو څخه په درناوي هیله کوم، چې د هېواد بچیانو ته دې د درسي کتابونو په تدریس، او د محتوا په لېږدولو کې، هیڅ ډول هڅه او هاند ونه سپموي، او د یوه فعال او په دیني، ملي او انتقادي تفکر سمبال نسل په روزنه کې، زیار او کوښښ وکړي. هره ورځ د ژمنې په نوي کولو او د مسؤولیت په درک سره، په دې نیت لوست پیل کړي، چې د نن ورځې ګران زده‌کوونکي به سبا د یوه پرمختللي افغانستان معماران، او د ټولنې متمدن او ګټور اوسېدونکي وي.

همدا راز له خوږو زده کوونکو څخه، چې د هېواد ارزښتناکه پانګه ده، غوښتنه لرم، څو له هر فرصت څخه ګټه پورته کړي، او د زده کړې په پروسه کې د ځيرکو او فعالو ګډونوالو په توګه، او ښوونکو ته په درناوي سره، له تدریس څخه ښه او اغېزناکه استفاده وکړي.

په پای کې د ښوونې او روزنې له ټولو پوهانو او د ښوونیز نصاب له مسلکي همکارانو څخه، چې د دې کتاب په لیکلو او چمتو کولو کې يې نه ستړې کېدونکې هلې ځلې کړې دي، مننه کوم، او د لوی خدای ﷻ له دربار څخه دوی ته په دې سپېڅلې او انسان جوړوونکې هڅې کې بریا غواړم.

د معیاري او پرمختللي ښوونیز نظام او د داسې ودان افغانستان په هیله چې وګړي يې خپلواک، پوه او سوکاله وي.

د پوهنې وزير

دکتور محمد میرویس بلخي

لومړنۍ خبرې

زموږ زمانه د ساینس او تکنالوژۍ د چټکو بدلونونو زمانه ده، د پوهانو د اټکل له مخې به په راتلونکو کالونو کې هره میاشت د علمي اطلاعاتو کچه دوه برابره شي. څرګنده ده چې له دغو بدلونو سره یو ځای به زموږ د ژوند لارې، طریقې او هم زموږ د سبا ورځې د ځوان نسل اړتیاوې هم بدلون ومومي. کیدای شي په دې لړ کې د علومو زده کړې په بدلون کې شي. په دې لارو چارو ټینګار شوی دی، چې زده کوونکي په آسانۍ سره چټکې زده کړې وکړي، وکولای شي، چې لازم او اړین مهارتونه د زده کړې په پړاوونو او د مسایلو په حل کې وکاروي. په دغه درسي کتاب کې هڅه شوېده، چې محتوا یې د فعالې زده کړې په پام کې نیولو سره تآلیف شي.

په هر درسي کتاب کې درې بنسټیزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنیت) د مؤلفینو د پاملرنې وړ ګرځیدلي دي، سربیره پر هغه د سرلیکونو حجم او د کتاب محتوا د دولت له ښوونیزې او روزنیزې کړنلارې سره سم د وخت او ښوونیز پلان په پام کې نیولو سره یې مفردات طرح شوي دي، د محتوا د عمومي معیارونو او منل شوي لیکنې پر بنسټ، د افغانستان د ثانوي دورې درسي کتابونه تنظیم او چاپ شویدي، هڅه شوېده، چې موضوع ګانې په ساده او روانه بڼه طرح شي، چې د فعالیتونو، بیلګو او پوښتنو په راوړلو سره د زده کوونکو لپاره اسانه وي. له درنو ښوونکو څخه هیله کېږي، چې د خپلې هغه پوهې او تجربو له مخې د نوښتګرو طرحو په وړاندې کولو سره، چې کولای شي، په ښوونه او روزنه کې د زده کوونکو لپاره ممد (مرستندوی) واقع شي، له موږ سره مرسته وکړي.

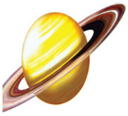
همدارنګه له خپلو رغنده وړاندیزونو، چې د کتاب د کیفیت په لوړولو کې اغیزې ولري، له هیڅ ډول هڅې او هاند څخه ډډه ونه کړئ. تاسو ته ډاډ درکوو، چې انشاء الله ستاسو جوړوونکو او ارزښتمنو نظریاتو او وړاندیزونو ته به د کتاب د نیمګړتیاوو او تیروتنو د مخنیوي په موخه په راتلونکي چاپ کې په مینه هر کلي ووایو.

په پای کې له هغو ښاغلو استادانو څخه چې ددغه کتاب په سمون او اصلاح کې یې زیار ایستلی دی، مننه کوو.

همدارنګه د کمپیوټر له درنو کارکوونکو څخه چې ددغه کتاب په ټایپ، ډیزاین او د پاڼو په ښکلا کې یې نه ستړي کیدونکي هلې ځلې کړیدي، هم مننه کوو.

د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف عمومي ریاست

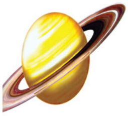
د فزیک څانګه



لړلیک

مخونه

لومړی څپرکی: میخانیکي تعادل ۱
قوه ۳
قوه د وکتور په توګه ۲
متلاقي (غیر موازي قوې ۶
د نقطه یي کتلې تعادل ۱۴
د قوې مومنت (تورک) ۲۱
موازي قوې ۲۹
د قوې زوج ۳۴
د تعادل عمومي شرطونه ۳۶
دویم څپرکی: یو بُعدي حرکت ۵۱
حرکت د مستقیم خط په امتداد ۵۲
د موقعیت او مکان بدلون ۵۲
منځنی (متوسط)سرعت ۵۴
د موقعیت – زمان ګراف ۵۸
تعجیل ۶۰
یو نواخت یا یو ډوله (متشابه) حرکت ۶۳
ازاد سقوط ۶۶
دریم څپرکی: دوه بُعدي حرکتونه ۷۴
د مکان بدلون او منځنې سرعت ۷۵
منځنی تعجیل او لحظه یي تعجیل ۷۸
غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه ۸۱
مایل غورځول (ویشتل) ۸۳
دایروي حرکت ۸۷
دایروي یو ډوله حرکت ۸۹
تعجیل په دایروي یو ډوله (متشابه) حرکت کې ۹۳



فهرست

مخونه

خلورم څپرکی: د نیوټن د حرکت قوانین ۱۰۰
د نیوټن لومړی قانون ۱۷۱
د نیوټن دویم قانون ۱۰۲
د نیوټن دریم قانون ۱۰۳
د نیوټن د قوانینو پلي کول ۱۰۷
د اصطکاك قوه ۱۱۲
د نیوټن د جاذبې قانون ۱۱۶
لفت ۱۲۲
د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدارونه ۱۲۴
پنځم څپرکی: کار، میخانیکي انرژي او طاقت ۱۳۰
کار او حرکي انرژي ۱۳۴
هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي ۱۳۸
تحفظي او غیر تحفظي قوې ۱۴۰
د میخانیکي انرژي ساتنه (تحفظ) ۱۴۱
توان (طاقت) ۱۴۳
شپږم څپرکی: خطي مومنتم او امپولس ۱۴۸
مستقیم الخط حرکت او امپولس ۱۴۹
مومنتم ۱۵۱
قوه او مومنتم ۱۵۶
ضربه او د خطي مومنتم تحفظ ۱۵۹
ارتجاعي تصادم ۱۶۲
غیر ارتجاعي تصادم ۱۶۴
د ثقل مرکز ۱۶۴

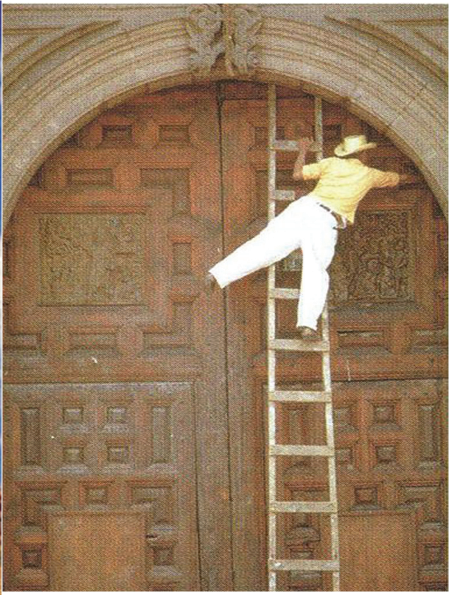
فهرست

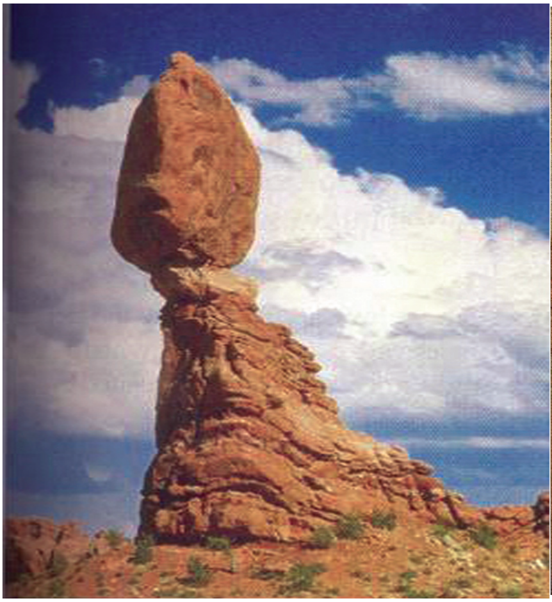
مخونه

اووم څپرکی: د سیالونو نسبي سکون ۱۷۰
سیالونه ۱۷۱
د سیالونو فشار ۱۷۱
د مایع د فشار اندازه‌کول ۱۷۲
د اتموسفیر فشار ۱۷۵
په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه‌کول ۱۷۸
په سیالونو کې د فشار انتقال ۱۸۰
د اوبو شکنجه ۱۸۰
د ارشمیدس قانون ۱۸۳
اتم څپرکی: متحرك ۱۹۲
خیالي (ایډیال) سیالونه ۱۹۲
د متمادیت معادله ۱۹۵
د برنولي معادله ۱۹۶
د برنولي د قانون تطبیقات ۲۰۰
وینتوري ټیوب – د جریان د سرعت اندازه‌کول ۲۰۲
د الوتکې وزرونه او متحرکه اوچتوونکې قوه ۲۰۴
لزوجیت -د لزوجیت مفهوم ۲۰۵
د طوفاني جریان ښکارنده (پدیده) ۲۰۹

لومړی څپرکی

میخانیکي تعادل (انډول)

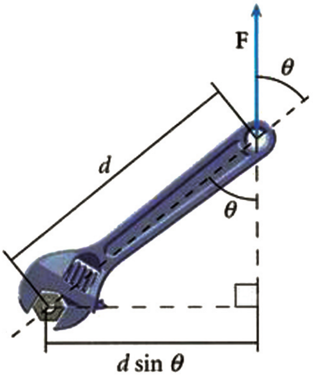




میخانیکي تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کیدونکي موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بیلابیلو ډگرونوکې د اړتیا وړماشین الاتو او تکنالوژۍ په پراختیا کې چې زموږ د ټولنې په ورځني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالیږي یو مهم بنسټ جوړوي. ځینې مسایل، لکه: د قوومطالعه، په اجسامو باندې یې د اغېزو څرنگوالی، د رافعې او د ساختماني وسایطو، لکه: تراکتورونو، بلدوزرونو، جرثقیلونو او همدا رنگه د کرنې، صنایعو ځمکني او هوایي ترانسپورت او دکانونو د استخراج په څېر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولوکې د قوو او د هغو د اړوندو پدیدو د اغیزو کارول د ټول پر هغو قواعدو بنا شوي چې میخانیک فزیک او له هغې جملې څخه د میخانیکي تعادل پر بنسټ تیوري گاڼې تر مطالعې لاندې نیسي. میخانیکي تعادل د انسانانو او حیواناتو په ژوندانه کې یو له خورا ژورو او طبیعي رمزونو څخه دی چې د ځمکې د کرې پرمخ یې هغوته د ثبات او ژوندي پاتې کېدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نیولې د بېړیو او سیارو تر الوتلو او د ځمکې او بحرونو په ژوروکې نفوذ دا ټول د علم او تکنالوژۍ لاسته راوړنې دي چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره اوغوره دی. ددې څپرکي محتویات د هغو محتویاتو په تړاو جوړشوي چې تاسو په تېروکلونوکې زده کړي دي. قوه چې د فزیک له پخوانیو درسونو څخه یو بحث دی، په دې څپرکي کې هم تکرا ریږي، تر څو چې یو شمېرنورو بحثونو لکه قوې یا متقابلې اغیزې(عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلو بنسټ جوړ کړي. د قوو د څرگندیدو (منځته راتلو) مطالعه، که څه هم د متلاقي او یا موازي قوو په څېر ده، همدارنگه د قوو د تجزیه کېدو پوهه، د قوې د مومنت او یا د دوران مومنت او د زوج قوې په څېر د یو شمېر نورو مفاهیمو د پیژندلو او زده کولو لپاره لاره هواروي.

دې ته باید پام وکړو چې قوه د یومهم شاخص په توګه ددې څپرکي په ټولو برخو کې کارول شوې. د دې څپرکي د مندرجو بحثونو د ښې پوهې لپاره کوښښ شوی چې موضوعګانې د مثالونو او تمرینونو په راوړلوسره د شاګردانو د مناقشې او تفکر لپاره وړاندې شي.

هیله ده چې زده کوونکي ددې څپرکي په پای کې د ډله ییزو کارونو په ترسره کولو او د سوالونو او تمرینو نو په حلولو سره ، ددې بحث فزیکي مفاهیم په خپلو ذهنونو کې لاژور او تحکیم کړي او په پایله کې یې لاندې پوښتنو او ددې په څېرنورو پوښتنو ته ځواب ووایي:



په شکل کې لیدل کېږي چې د رافعې د مټ لورى تل د تطبیق شوې قوې پر لوري عمود دى.

ولې قوه وکتور ده؟ څه شی د یوه جسم د حرکت د ګړندي کېدو یا تعجیل سبب ګرځي؟ کله چې د یوه څټک (چکش) په مرسته پریو میخ قوه وارده شي، آیا میخ هم په خپل وار بېرته پرڅټک قوه واردوي؟ څنګه او ولې؟، د یوه محور پرشاوخوا د یوجسم ددوران پیښه څه شی تمثیلوي؟

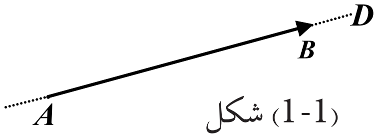
او ددې په څېر نورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه ځواب ورکړئ.

1-1: قوه

هغه قوه چې ټول یې پېژنو، د ځمکې د جاذبې قوه یا د جسم وزن دی. په ورځني ژوندانه او هم تخنیک کې له ګڼ شمېر قوو سره بلدتیا لرو. همد ارنګه تاسو په تېرو کلونو کې په دې پوه شوئ چې قوې د هغو د اغیزو له مخې کولای شو وپېژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي. د یو جسم د سرعت د زیاتیدو یا کمېدو سبب شي او یا د یو جسم د شکل او د حرکت د لوري د بدلون سبب شي. دا بدلونونه 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 لورى دوه داسې ځانګړتیاوې دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتیاوو څخه په ګټې اخیستنې سره قوه داسې تعریفوي: قوه هغه عامل دى چې د جسم د شکل او یا حالت د بدلون سبب ګرځي.

قوه د وکتور په توګه

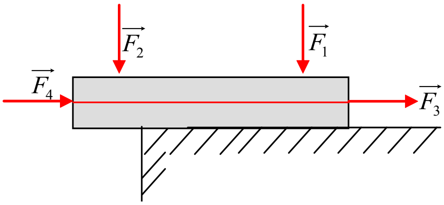
يو جسم تل خپل ځان ته په يوه لوري حرکت ورکولی شي او يا د خپل سرعت يوه لوري ته بدلون ورکوي چې پرجسم باندې عامله قوه په همغه لوري اغيزه کوي. همدا رنګه د قوې د اغېز لوری کولای شي د جسم د شکل د بدلون سبب شي. دا موضوع د اوسپنې په يوه ميله کې په ښه توګه کتل کيدای شي، يعنې کله چې ميله د يوې قوې تر اغېز لاندې واقع شي، کږيږي. له پورتنيو ځرګندونو څخه دې پايلې ته رسيږو چې قوه يو وکتوري کميت دی او د هغې د توضيح او بيانولو لپاره يې دکچې (اندازې) او لوري پيژندلو ته اړتيا ده. قوه د يوه وکتور په توګه د يو تير په مرسته ښيي. د (1-1) په شکل کې لاندې نوم کيښودلو ته پام وکړئ:



(1-1) شکل

د A نقطه د تاثير يا اغيزې نقطه، د AB د غشي اوږدوالی د قوې مقدار ياکچه، د $\overrightarrow{AB}$ غشي لوری د قوې لوری يا جهت او د D مستقيم خط د قوې د اغيزې يا استقامت لوری راښيي.

پريوه جسم د يوې قوې اغيزه، په عمومي توګه پرهمغه جسم باندې د قوې د اغيزې نقطې په موقعيت پورې اړه لري. په (1-2) شکل کې ليدل کيږي چې په جسم باندې دوې قوې F_1 و F_2 چې يوله بله سره مساوي دي عمل کوي. لکه څنګه چې د F_1 قوه جسم د لاندينی سطحې پر لور تر فشار لاندې نيسي او د F_2 قوه هغه، لاندې لوري ته کږوي.



(1-2) شکل

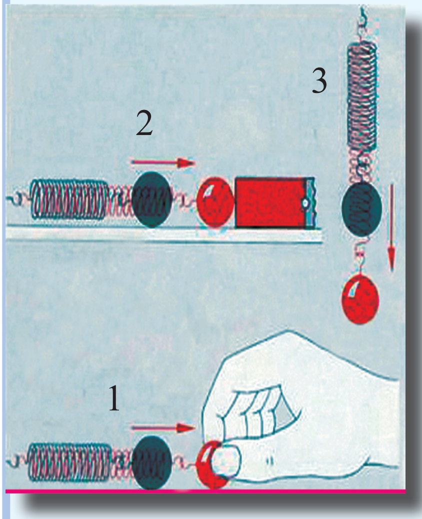
برعکس د F_3 او F_4 مساوي قوې چې د دوی د اغيزې کرښې په لور پرجسم عمل کوي، مساوي اغيزې پر جسم باندې وارده وي چې په پايله کې ويلای شو: که چيرې د يوې قوې د اغېز د نقطې موقعيت د هغې د اغېز پرکرښه بدلون وکړي، د قوې اغېز بدلون نه کوي.

اوس د بيلابيلو قوو څو بيلګې تر څېړنې لاندې نيسو:

له قوو څخه يوه د عضلو قوه ده . ددې قوې په مرسته کولای شو د اجسامو سرعت کم يا زيات کړو او يا د هغوی شکل ته بدلون ورکړو. د عضلو قوه د فزيکي تجربو لپاره لږه مساعده ده، ځکه چې په سختۍ سره اندازه کيږي . لکه څنګه چې له پخوا څخه پوهيږئ، د وزن قوه له قوو څخه يوه بله ده چې په يوه ځای کې د جسم له کتلې او يا د هغه د مادې له اندازې سره چې په جسم کې شته، مستقيماً متناسبه ده. د جسم د وزن قوه تل په عمودي توګه د ځمکې د ثقل په لوري عمل کوي. له يوه تار څخه په ګټې اخيستلو سره چې له يوه څرخ څخه تېر شوی دی، د وزن د قوې اغيزه پرته له دې چې په مقدار (اندازه) کې بدلون را منځ ته شي، کولای شو نورو لورو ته يې متوجه کړو.

د اصطکاک قوه یوبل ډول قوه ده، کله چې دوه جسمونه سره په تماس کې شي او د متقابل حرکت په حالت کې راشي، ددوی ترمنځ د اصطکاک قوه منځته را ځي. موږ په کور، ښوونځي، بازار، د سپورت په ډګرونو او نورو ډېروځایونو کې په خپل ورځني ژوند کې پر جسمونو باندې د ډول ډول قوو لکه د مقناطیس قوې، بریښنایي قوې او نورو اغیزې وینو. ددې لپاره چې د قوې اغیزې په ښه او څرګند ډول ولیدلای شو او د قوې نورې بیلګې معرفي کړای شو، د لاندې فعالیتونو په تر سره کولو پیل کوو.

فعالیت



(3-1) شکل

د (3-1) شکلونوته نظروکړئ. څه به پیښ شي ، که چېرې فنر په لاس راوکاږو؟ (۱حالت)او یا مقناطیس ورته نژدې کړو؟ (2حالت) دغه کار عملي کړئ او د خپلو کتنو پایلې په هره ډله کې وړاندې کړئ. دا ځل فنر په عمودي ډول له غونډاري (ګلولي) سره یوځای د (3حالت) د شکل په څېر و ځروئ، څه بدلون به وګورئ؟

آیا بیا به هم فنر د غونډاري د وزن له امله وغځیږي؟که چیرې تجربه مو په سمه توګه تر سره کړې وي، وبه ګورئ چې مقناطیس او د غونډاري وزن هم د لاس د عضلو د قوې په څېر د فنر د شکل د بدلون لامل کېږي، نو پایلې ته رسیږو چې: قوه کولای شي د جسم د شکل د بدلون لامل وګرځي او یا بر عکس د شکل هر ډول بدلون، د یوې قوې د اغیز معلول دی.

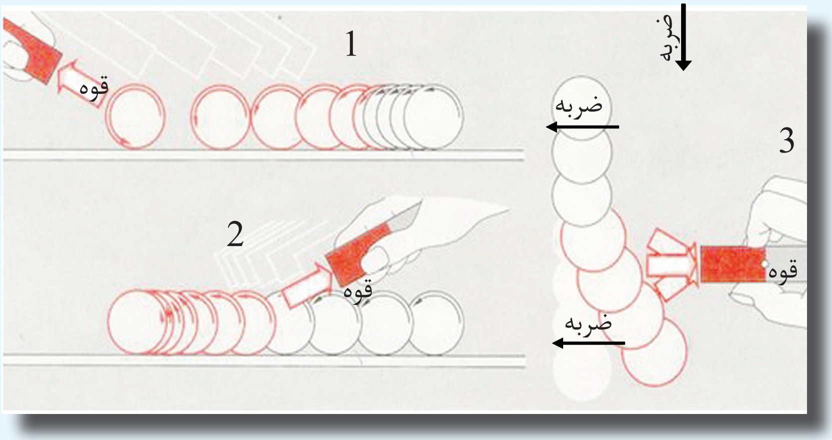
یو شمېر نور ځایونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانۍ سره وګورو بیلابیل سپورتونه دي چې د دوی له ډلې څخه د والیبال او باسکتبال لوبې دي چې په ترڅ کې یې تاسو په خپله کولای شئ په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوبو کې ستاسو د لاس د عضلو قوه توپ ته سرعت ورکوي او یا توپ چې د حرکت په حالت کې دی، یې دروي او یا یې د حرکت لورې ته بدلون ورکوي. آیا هغه څه چې وویل شول، د مقناطیس د قوې په هکله هم صدق کوي؟ ایا د مقناطیس قوه د یوه جسم د سرعت د زیاتېدو یاکمېدو لامل کیدای شي؟ د مقناطیس د قوې اغیزې د لاندې فعالیت د تر سره کولو په ترڅ کې کتلی شو:

فعالیت

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

(1 حالت) پر یو واړه اوسپنیز غونډاري چې د مېز پر سر پروت دی، ضربه واردوو.

ګلولې د واردې ضربې له امله د مېز پر سر ورو رغړي. په عادي حالت کې ګلولې په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطیسي میله د مخې لخوا ګلولې ته ورنژدې شي، څه پیښه به ولیدل شي؟ د ګلولې د حرکت په سرعت کې څه بدلون لیدل کېږي؟



(4-1) شکل

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

(2 حالت). د اوسپنې ګلولې یوځل بیا د مېز پرمخ د رغړېدو په بڼه خوشې کوو ، خو دا ځل هغوی د (2حالت) که وینئ یې د مقناطیسي میلې په مرسته تعقیبوو یعنې د ګلولې د حرکت په سرعت کې څه بدلون وینئ او ولې؟

په درېم حالت کې چې مقناطیسي میله له یوه لوري، رغړېدونکې د اوسپنیزې ګلولې د حرکت مخالف لوري له خوا مقناطیسي میلې ته ورنژدې کېږي، تا سو څه بدلون ګورئ ؟ هغه پایلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنیو پوښتنو د ځواب په توګه تر لاسه کړې، د یو ډلهییز کار په ترڅ کې یې په خپلو کې مطرح کړئ

دلاندې تمرینونو په تر سره کولو سره ، په یوه جسم باندې د قوې د اغېزو د څرنګوالي په اړه د ګروپ د غړو تر منځ بحث وکړئ او پایلې یې له نورو سره شریکې کړئ:

a- ویل شوي چې قوه یو وکتوري کمیت دی، آیا کولای شئ د یو وکتوري کمیت ځانګړنې بیان کړئ؟

b- ایا پرته له وکتوري کمیت څخه، بل کوم کمیت هم پېژنئ ؟ که ځواب هو وي، هغه کمیت کوم کمیت دی؟ هغه کمیت او ځانګړنې یې معرفي کړئ.

c- قوه يو جسم چې ساکن وي په حرکت راولي. کولای شئ دا وینا په تجربه ثابته کړئ؟
d- قوه په څه ډول د یوه متحرك جسم د دریدو سبب ګرځي؟
e- یوجسم په یوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، یوه قوه له کیڼ لوري پرې اغیزه کوي، څه پېښیږي؟ د یوه شکل په واسطه يې وښيئ. له دې عمل څخه څه پایله ترلاسه کوئ؟
f- پر یوه جسم د یوې قوې د اغیز له امله، ممکنه ده چې د هغه جسم شکل بدلون وکړي. ایا په جسم باندې دا بدلون د یوه شکل په مرسته ښودلای شئ؟

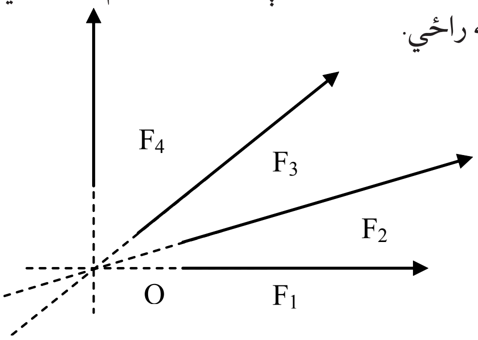
پوښتنې

د قوې د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تېرو کلونو کې لوستي دي، لاندې پوښتنوته په ځواب ورکولو خپل پخواني معلومات په لنډ ډول تکرار کړئ:

1. د (SI) په نړیوال سیستم کې بنسټیز (اساسي) واحدونه کوم دي؟ بیان او تعریف يې کړئ.
2. د (SI) په نړیوال سیستم کې د قوې واحدڅه شی دی؟ تعریف يې کړئ.
3. د (SI) په نړیوال سیستم کې د قوې واحدیو بنسټیز واحددی که یو فرعي واحد ؟ او ولې؟

1-2: متلاقي (غیر موازي) قوې

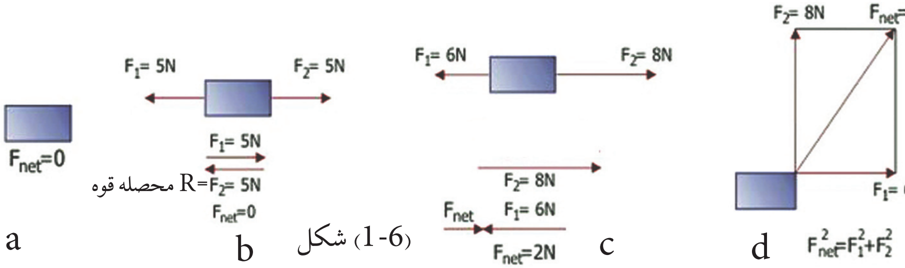
کله چې پر یوه جسم دوې یا تر دوو زیاتې قوې اغیز وکړي، داسې چې د اغیزو خطونه يې سره موازي نه وي او په یوه نقطه کې یو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه یادوي.
د بیلګې په توګه، په (1-5) شکل کې لیدل کېږي چې د F_1, F_2, F_3 او F_4 قوو د اغیز خطونه د O په نقطه کې یو بل قطع کوي، نو د O نقطه ددې قوو د اغیزو مشترکه نقطه ده، F_1, F_2, F_3 او F_4 قوې متلاقي قوې بلل کېږي. کله چه څو متلاقي قوې پر یوه جسم باندې عمل وکړي، یوه محصله قوه را منځ ته کوي چې ددې قوې اندازه او لوري په هندسي توګه د وکتورونو له قواعدو څخه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قواعدو څخه په ګټې اخیستلو لاس ته راځي.



(1-5) شکل

د قوو محصله

کله چې په يوه وخت کې پر يوه جسم له يوې 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 اغېز کوونکو ټولو قوو وکتوري مجموعه د محصله قوې په نامه يادېږي او هغه په R ښيي. پوهېږو چې قوې د وکتورونو د قوانينو پر بنسټ جمع کېږي (لاندې شکلونه دې 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 کارشونی دی چې قوې سره 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 $\vec{R}$ سمبول پر ځای $\left(\sum F\right)$ هم کاروي او هم د R محصله قوه په F_{net} سره ښيو.

په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پيداکول:

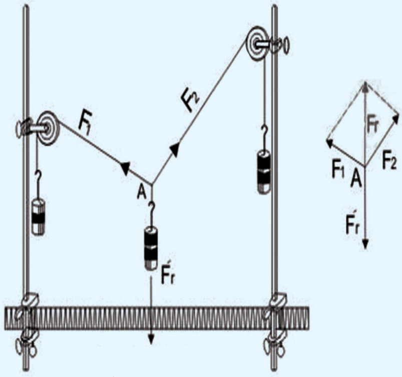
د متلاقي قوو د محصلې د پيداکولو لپاره لاندې فعاليت تر سره کوو:

فعاليت

په يوه تجربه کې له مخامخ شکل سره سم د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې په مايله توګه، په مختلفو لورو پورته خواته او د $\vec{Fr}$ قوه په عمودي توګه ښکته خواته عمل کوي. د قوو اندازه د هغو وزنونو په مرسته چې ځړول شوي دي، ټاکل شوې ده. که چېرې قوې د غشو په توګه رسم کړو، يوه ساده هندسي هماهنګي په لاس راځي.

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

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

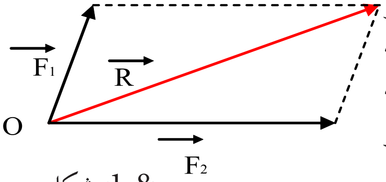


شکل (1-7)

د پورتني فعالیت له پایلې څخه په ګټې اخیستلو، د دوو غیر موازي قوو محصله چې په هندسي توګه د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په نامه نومول شوې ده، داسې بیانوو:

قاعده: د دوو نا موازي (متلاقي) قوو محصله چې تر یوې زاویې لاندې پر یوه جسم باندې اغیز کوي د هغې متوازي الاضلاع د وتر له مقدار او لوري څخه په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسمیږي. که چیرې مونږ هغه زاویې ته چې د دې دوو قوو ترمنځ شتون لري، بدلون ورکړو، د محصله قوې کچه هم بدلون مومي، له دې وینا څخه یوه بله قاعده لاس ته راوړو او دا رنګه یې بیا نوو:

قاعده: د محصله قوې مقدار نه یوازې د دوو قوو په مقدار پورې، بلکې د هغې زاویې په پراخوالي پورې هم اړه لري، کومه چې د دې دوو قوو داغیز د خطونو ترمنځ شتون لري. د محصله قوې د کچې اړیکه د هغې زاویې له پراخوالي سره چې د دوو قوو ترمنځ شتون لري، په لاندې فعالیت کې تشریح او کتلی شو.

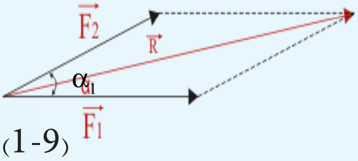


(1-8) شکل

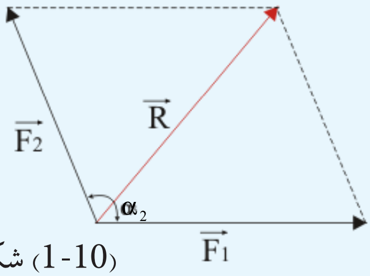
فعالیت

وراندې وویل شول چې پر یوه جسم باندې د اغیز کوونکو دوو قوو د محصلې قوې کچه، نه یوازې د دوو قوو په مقدار پورې اړونده ده، بلکې د هغې زاویې 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 ترسیمي ډول ثبوت او مشاهده کوو.

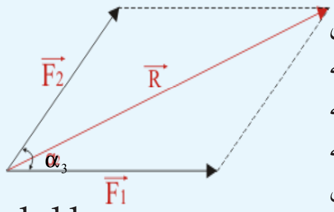
په (1-9)، (1-10) او (1-11) شکلونوکې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې، په دریو حالتونو کې د α_1، α_2 او α_3 تر زاویو لاندې پر یو جسم باندې عمل کوي. د پورتنیو حالتونو د هر یوه حالت لپاره، په داسې حال کې چې قوې په مساوي اندازه دي او د منځ زاویې پراخوالي یې سره توپیر کوي، یوه محصله قوه د متوازي الاضلاع د بشپړولو په طریقه په لاس راوړو. د دې متوازي الاضلاع وتر چې د محصلې قوې کچه په لاس راکوي، اندازه کوو چې دا وتر د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ د قوې له وکتور سره شریکه مبدا لري او لوري یې له مبدا څخه د انجام په لور دی. په شکلونو کې ګورئ چې د $\vec{R}$ د محصلې قوې کچه نظر هغه زاویې ته چې قوې یې په خپلو کې، 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 دوی ترمنځ زاویه لویه وي، محصله یې کوچنۍ وي. دا فعالیت دې هره ډله په جلا ډول ترسره کړي او دخپل کار پایلې دې خپلو ټولګیوالوته وړاندې کړي.



(1-9) شکل

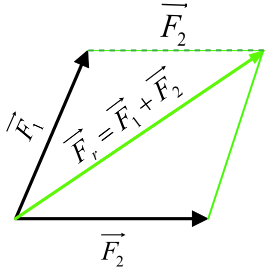


(1-10) شکل

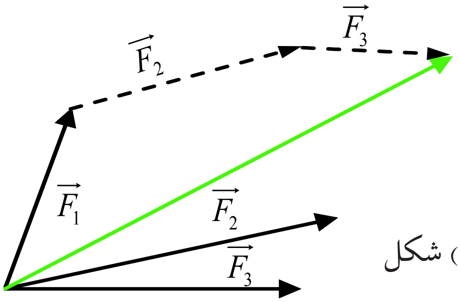


(1-11) شکل

باید وواېو چې موږ کولای شو همدا پایله د وکتورونو د جمع کولو (د وکتورنو د انتقال طریقه) له قاعدې څخه په ګټې اخیستلو هم لاسته راوړو. دادی په (1-12) او (1-13) شکلونو کې د هغو قوو محصله چې په متلاقي ډول يې په يوه جسم عمل کړی دی، د وکتور قوو د انتقال له طريقې څخه په کار اخیستلو سره دا ډول لاسته راوړو. د $\vec{F_1}$ د وکتور قوې انجام ته، یو موازی خط د $\vec{F_2}$ د قوې د اغیز د خط په لوري رسموو. بيا د دې خط پر مخ، يو قطعه خط چې د $\vec{F_2}$ قوې د وکتور له اوږدوالی سره مساوي وي، جلا او په نښه کوو او بيا وروسته د $\vec{F_2}$ له انجام څخه يو خط چې د $\vec{F_3}$ له قوې سره مساوي او موازي وي، رسموو. که د F_1 قوې مبدا د F_3 قوې له انجام سره وصل کړو، کوم قطعه خط چې په لاس راځي، د $\vec{F_1}$ ، $\vec{F_2}$ او $\vec{F_3}$ قوو محصله ده، د (1-13) شکل. باید په یاد ولروچې د متوازي الاضلاع قاعده او د وکتورونو د جمعې قاعده د محصله قوې د پیدا کولو لپاره عین نتیجه لري.

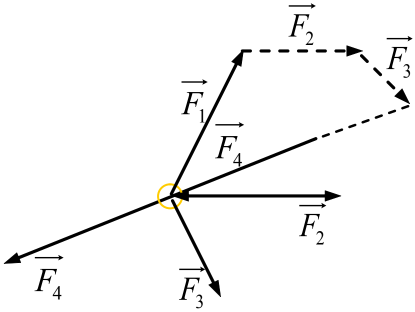


(1-12) شکل



(1-13) شکل

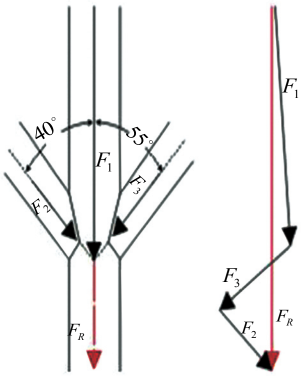
که چیرې یو جسم د تعادل په حال کې وي، د قوو محصله يې له صفر سره مساوي ده او د قوو د مضلع پایله یې یوه تړلې مضلع ده، د (1-14) شکل په تړلې مضلع کې د اخري قوې انجام د هغې قوې د اغیز له نقطې سره منطبق کېږي. یعني: $R = o$ او یا $\sum F = o$



(1-14) شکل

مثال:

د يوې پايې د پاسه $F_1 = 3600N$ وزن پورته شوي دي. په همدې وخت کې په دې پايه کې، دوې قوې يوه يې $F_2 = 1200N$ د F_1 سره د 40° زاويې لاندې او بله قوه يې $F_3 = 1440N$ د F_1 سره د 55° زاويې لاندې فشار واردوي. د محصله قوې اندازه او لورى پيدا کړئ.



(1-15) شکل

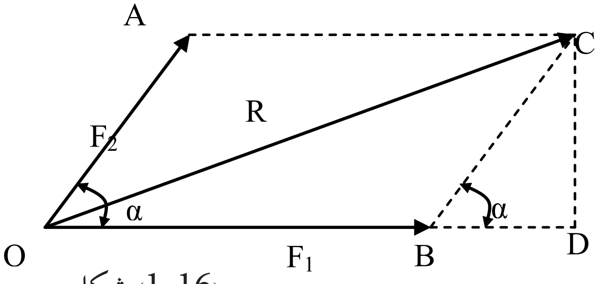
حل: تر ټولو د مخه د قوې لپاره د اوږدوالي يو مقياسي واحد ټاکو. د بيلګې په توګه: $1cm = 1000N$ قبلوو. وروسته د F_2, F_1 او F_3 قوې د قبول شوي مقياسي واحد پر بنسټ، د هغو د کچې او لورې په رعايتولو سره ، د قوو يوې مضلع ته لېږدوو. د قوو دمحصلې اوږدوالى د شکل له مخې له $5.3cm$ سره مساوي دي، نو د پورتني قبول شوي مقياس څخه په ګټې اخيستلو، سره لروچې:

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

او هغه زاويه چې محصله يې له افق سره جوړوي له 86° څخه عبارت ده.

د متلاقي قوو د محصلې د پيداکولو الجبري طريقه

که چيرې د F_1 او F_2 دوې قوې پر يوه جسم باندې داسې عمل وکړي چې د اغيزو خطونه يې په خپلو کې د α زاويه جوړه کړي (1-16) شکل. په دې صورت کې د محصلې د لوى والي يا کچې او لورې ټاکلو لپاره، د هغو دوو قوو د وکتورونو متوازي الاضلاع بشپړوو او له مخې يې محصله محاسبه کوو.



(1-16) شکل

د $O\hat{D}C$ په قايم الزاويه مثلث کې ليدل کېږي چې:

$$OC^2 = R^2 = OD^2 + DC^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

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

اوس که چیرې د(OD) قیمت په 1 رابطه کې وضعه کړو، نو:

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

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

د $B\hat{D}C$ قایم الزاویه مثلث له مخې لیکلای شو چې:

$$BC^2=F^2{}_2=BD^2+DC^2$$

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

$$\vec{R}^2=F_1^2+2F_1\cdot BD+F_2^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

د $B\hat{D}C$ له مثلث څخه د BD قیمت پیدا کوو او په 3 رابطه کې یې وضع کوو:

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

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

$$\vec{R}=\sqrt{F_1^2+F^2{}_2+2F_1\cdot F_2\cdot\cos\hat{\alpha}}$$

موږ ویلي وو چې د محصله قوې کچه د هغې زاويې په لویوالي پورې اړه لري چې د دوو قوو ترمنځ واقع ده. اوس د $\vec{R}$ د محصلې قیمت نظر د $\hat{\alpha}$ قیمت ته تر مناقشې لاندې نیسو.

1. که چیرې $\hat{\alpha}=90^\circ$ وي، نو $\cos 90^\circ=0$ دی او لرو چې:

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

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

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

2. که چیرې $\alpha=180^\circ$ وي، نو $\cos 180^\circ=-1$ دی او کولای شوچې و لیکو:

$$R=\sqrt{F^2{}_1+F^2{}_2+2F_1\cdot F_2(-1)}$$

$$R=\sqrt{F^2{}_1+F^2{}_2-2F_1\cdot F_2}$$

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

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

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

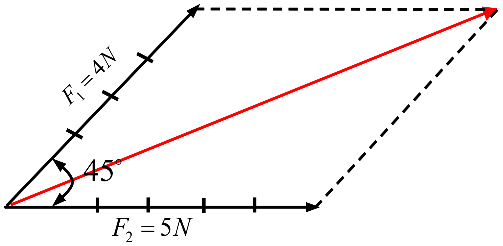
$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2(+1)}$$

$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2}$$

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

$$R = F_1 + F_2$$

مثال: لاندې شکل په نظر کې ونيسئ ، د قوو محصله د هغې رابطې په مرسته چې تاسې زده کړېده 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:

$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F_2{}^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos\alpha}$$

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

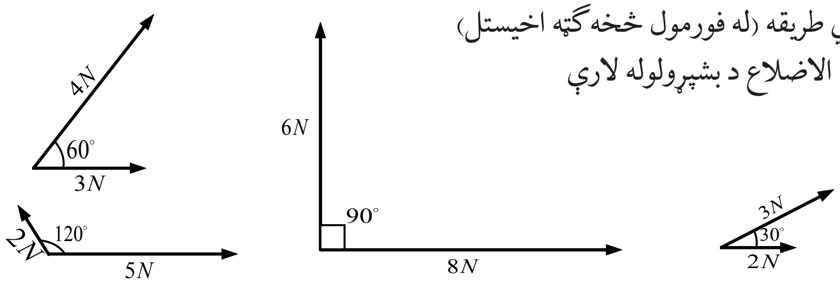
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

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

پوښتنه:

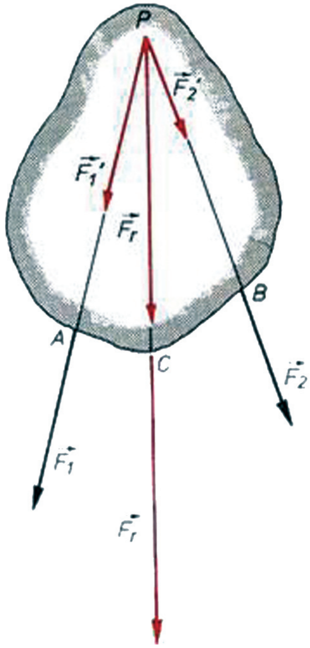
لاندې شکلونه په نظر کې ونيسئ چې په هغوی کې قوې په هغه اندازه چې ورکړل شوي دي، تر مختلفو زاويو لاندې په جسم باندې عمل کوي. د قوو د محصلې اندازه او لوری په لاندې دووطريقو سره لاسته راوړئ:

1. محاسبوي طريقه (له فورمول څخه ګټه اخيستل)
2. د متوازي الاضلاع د بشپړولو لارې



هغه قوې چې د یوه جسم په مختلفو نقطو اغېزه کوي:

موږ په تېر لوست کې د متلاقي قوو اغېزه چې پر یوه جسم باندې په مختلفو وضیعتونوکې عمل کوي، مطالعه کړ. همدا رنګه مو په ترسیمي او محاسبوی لارو د محصلې له پیداکولو سره هم آشنایي ترلاسه کړه.



(1-17) شکل

یوبل حالت چې ډېر ځله په تخنیکي پېښوکې را منځ ته کېږي، هغه حالت دی چې که چیرې دوې قوې د یو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، څنګه کولای شو چې محصله یې په هندسي توګه لاس ته راوړو؟ په (1-17) شکل کې لیدل کېږي چې د $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ دوې قوې دیو جسم پر A او B نقطو عمل کوي.

دا دوې نقطې مختلف موقعیتونه لري. څنګه کولای شو چې د دې دوو قوو محصله لاس ته راوړو؟ په تېرو درسو نوکې مو ولوستل چې:

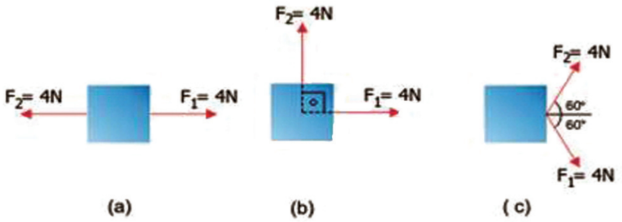
کولای شو یوې قوې ته د هغې د اغېزې پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسې چې په مقدار او لوري کې یې هیڅ ډول بدلون رامنځ ته نشي . د همدې قاعدې په مرسته، د دواړو قوو د اغیزو خطونوته دP تر نقطې پورې امتداد ورکوو، ترڅو چې یو او بل قطع کړي. د P له نقطې څخه د هرې قوې د اغیز پر خطونو، له هغـو سره مساوي قـوې جلاکوو چې $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ دي. د محصله قوې د پیداکولو لپاره د متوازي الاضلاع له قاعدې څخه کار اخلو چې د $\vec{F}_r$ محصله قوه لاس ته راځي. دا محصله د $\overline{PC}$ د اغیزې خط لرونکې ده او د محصلې د اغېز نقطه کولای شو په کیفي ډول د هغې د اغېز پر خط د بېلګې په ډول د C په نقطه کې وټاکو. لکه څنګه چې په شکل کې $\vec{F}_r$ محصله ښیي.

له دې عملیې څخه دا پایله هم لاس ته راځي چې د محصلې قوې اندازه او لوری به همدومره وای که چیرې پر یوه جسم د قوې اجزاوو (مرکبو) په عین نقطه کې اغېزه کړې وای.

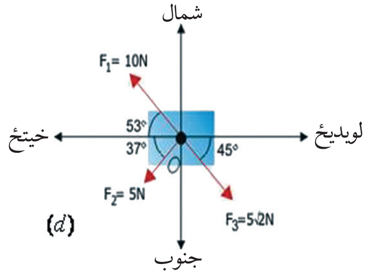
تمرینونه:

1. د قوو محصله څه شی ده؟ د یوې محصلې قوې د تشکیل لپاره لړترلړه د څو قوو شتون اړین دي؟ او د ریاضي له نظره يې محصله څنګه په نښه کړې ده؟

2. د هغه شمېر قوو لوېوالي او لوري چې پر يوه جسم عمل کوي د (a، b او c) په شکلونو کې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پیدا کړئ.



3. د (d) په دیاګرام کې درې قوې پر يوه جسم عمل کوي. هغه محصله قوه چې پرجسم واردیږي د متوازي الاضلاع په طريقې رسم کړئ.



1-3: د نقطه يي کتلې تعادل

مخکې له دې چې د تعادل په اړه وغږېږو، اړینه ده چې د نقطه يي کتلې په هکله لنډې څرګندونې وکړو. موږ له تېرو لوستونو څخه، د يوه جسم کتله پېژنو او پوهیږو چې کتله د هغو موادو له اندازې څخه عبارت ده چې په جسم کې ځای شوي وي او د اندازه کولو واحدیې کیلوګرام دی چې په عملي ډول يې يوکیلوګرام کتله د یولیتر خالصو اوبو په $4^\circ C$ تودوخه کې قبوله کړې ده. يوه بله اصطلاح چې د فزيک د علم په ټاکلو برخو کې پکارېږي، له نقطوي کتلې څخه عبارت ده چې د آسانتیا راوستلو لپاره، د فزیک د علم د پرا بلمونو او مسایلو په حل کې ورڅخه ګټه اخيستل کیږي.

نقطوي کتله د یو ایډیال جسم له هغې کتلې څخه عبارت دی چې ګواکې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره ټول کاریدلي مواد، په یوه نقطه کې متمرکز یا را ټول شوي وي. له دې تعریف څخه معلومیږي چې نقطوي کتله واقعي شتون نه لري او یوازې د محاسبا تو د ترسره کولو او مسایلو د حل لپاره په فرضي توګه منل شوې ده، اوس نو دا پوښتنه را پیدا کېږي چې عملاً څنګه کولای شو، یوه نقطوي کتله مجسمه کړو او د نقطوي کتلې رول د فزیکي مسایلو (پرابلم) په حل کې څه دی؟ هر حقیقي جسم چې جسامت (لویوالی) او شکل یې، د یوې میخانیکي مسئلې د مطالعې پر مهال رول و نه لري او له نظره د غورځېدو وړ وي، کیدای شي د یوه جسم یا نقطوي کتلې په توګه ومنل شي.

لاندې بیلګې موضوع ته لا روښانتیا بخښي:

1. د لمر پرشاو خوا د سیارو د حرکت د محاسبه کولو پر مهال، کولای شو سیارې، نقطوي کتلې ومنو.

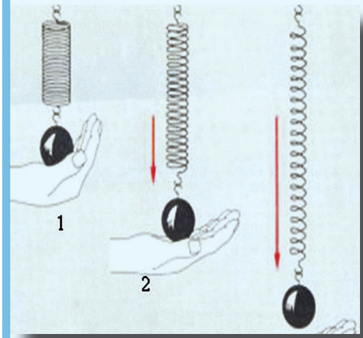
2. د الوتلو د مدار د محاسبې لپاره ، کولای شو د تینس یو توپ (پنډوسکی) د یوې نقطوي کتلې په توګه ومنو.

3. د هایدروجن د اتوم د ساده موډل، الکترون او پروتون کولای شو د نقطوي کتلو په توګه ومنو.

بایدووایو چې موږ په عملي ډول د نقطوي کتلو له سیستمونو سره سر او کار لرو چې هر سیستم د ګڼ شمېر نقطوي کتلو لرونکي دي. د بیلګې په ډول: غازونه، مایعات، ارتجاعي (الاستیکي) اجسام، جامد اجسام، اتومونه، مالیکولونه، د سیاراتو سیستم، دا ټول په ځانګړو او ټاکلو برخو کې د نقطوي کتلې په توګه منل کیدای شي.

د یوې قوې د اغیزې په وړاندې د یوه جسم د عکس العمل تعادل: موږ وړاندې له قوې او د هغې له اغېز و او ډولونو څخه وغږېدو او ومو ویل چې قوه هغه عامل دی چې کله پر یوه جسم اغېز وکړي، کولای شي، د یوه جسم د حرکت په حالت کې بدلون راولي او یا د جسم د شکل د بدلون لامل شي. موږ پر یوه جسم د قوې له اغېز و څخه خبرې وکړې، خو د قوې د اغېز په وړاندې مود جسم د عکس العمل په هکله تر اوسه څه نه دي ویلي. موږ تر دې مهال په دې اړه څه نه دي ویلي چې که چیرې یوه قوه پر یوجسم عمل وکړي، آیا جسم د نوموړي قوې د اغېز په وړاندې څه ډول غبرګون ښیي؟ او یا کله چې یو جسم د سکون په حالت کې وي، دا معنا لري چې هیڅ قوې پرې اغیزه نه ده کړې؟ تاسې پوهیږئ چې هر جسم وزن لري چې هغه یې د ثقل د قوې په نامه نومولی، بله پوښتنه داده چې آیا کولای شو د یوه جسم د وزن د قوې اغیز پر نوموړي جسم له منځه یو سو؟ د دې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعالیتونه ترسره کوو:

فعالیت:



(1-19) شکل

1. یو جسم له یوه فنر څخه ځړوو، داسې چې لاندې ترې خپل لاس ونیسو، د جسم د وزن قوه حس کړو (1 حالت)

2. ډېر ورو ورو خپل لاس مخ په کښته ټیټوو، د سپکوالی یوڅه احساس کوو او ورسره سم فنر د جسم د وزن د قوې له امله اوږدیږي (2 حالت).

3. فنر یو ټاکلي موقیعت ته په رسیدو، نور نه اوږدیږي او جسم په آزاد حالت په فنرکې ځوړند پاته کېږي (3 حالت).

خو جسم ، نورنشي کولای فنر مخ کښته راوکاږي؟

د دې پوښتنې د ځوابولولپاره په لاندې توګه دویم فعالیت ترسره کوو.

فعالیت:

یو جسم (کم وزنه) د تار په مرسته له یوه فنر څخه ځړوو. لیدل کېږي چې جسم د وزن له کبله کش او اوږدیږي او بیا په یوه ټاکلي موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسیږي.

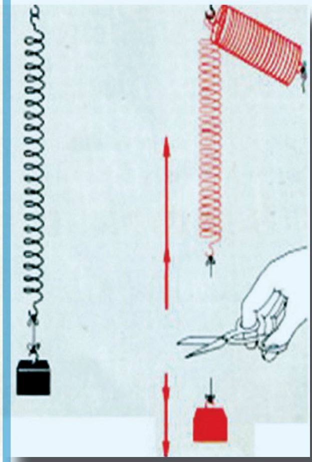
کله چې جسم د سکون حالت ته راځي،سمدستي تار د قیچي په مرسته د شکل په څېر قطع کوو. څه پېښیږي؟ د قوې دوې اغیزې لیدل کیږي.

1. کوچنی وزن پر ځمکه لوېږي

2. فنر په چټکی سره پورته خواته راټولیږي او لومړني حالت ته ورګرځي له دې وضعیت څخه کولای شو، پایله تر لاسه کړو چې دوې قوې باید په کارکې ورګډې وي.

a- د وزن قوه ، کوچنی وزنه چې په فنر پورې ځړېدلې ده.

b- هغه قوه چې وېې کولای شول فنر بیرته خپل لومړني حالت ته راوګرځوي چې دې قوې ته د بېرته ګرځوونکې قوې نوم ورکوو.



(1-20) شکل

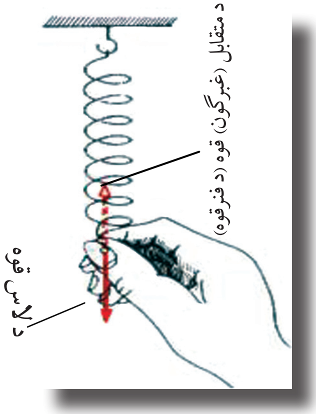
اوس پورتنی پوښتنې ته چې ولې فنر د مخکینې فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغیز له امله ، نور اوږد نه شو، ځواب ورکولی شو او دې پایلې ته رسیږو چې څومره چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتیږي، هومره، فنر د بېرته ګرځېدو زیاته قوه ښیې. چې دا بیرته ګرځوونکې قوه د کوچنی وزنې له وزن سره مخالف لوري لري. که چیرې دواړه قوې یعنې د وزنې وزن او دفنر بېرته ګرځیدو قوه سره مساوي شي. په دې حالت کې فنر نور نه اوږدیږي او د سکون حالت غوره کوي، په دې وخت کې ویلی شو چې: دجسم د وزن قوه د فنر له بېرته ګرځوونکې قوې سره برابره ده او څرنګه چې د فنر د بېرته ګرځوونکې قوه د کوچنی وزنې وزن په مقابل لوري کې د متقابلې قوې په توګه عمل کوي، نو ویلی شو چې:

د وزن قوه = متقابله قوه

متقابله قوه

تاسو د پورتنيو تجربو له مخې د متقابل عمل (عکس العمل) دقوې له مفهوم سره بلدشوئ او اوس پوهيږئ چې دا قوه د تعادل د حالت په رامنځ ته کولو کې اغيز منه ده.

که چيرې يو جسم د هغې قوې د اغيز په لور حرکت ونه کړي چې په هغه يې عمل کړی، په دې حالت کې قوه يوازې په جسم کې د شکل د بدلون سبب ګرځي. وروسته له دې چې په جسم کې د شکل بدلون رامنځ ته شو، جسم بيرته که څه هم دقوې اغيز دوام ولري، لومړني يعنې د آرامتيا حالت ته راګرځي اوهغه قوې چې له بهر څخه يې پر جسم عمل کړی دی، نشي کولای پر جسم د نوې اغيزه لامل شي، ځکه چې بله قوه چې د مقابل جسم د اتصال له ځايه، لکه د يوال، ميز او نور پر جسم عمل کوي، د بهرنۍ قوې اغيز خنثی کوي، يعنې هغه په تعادل کې راولي.



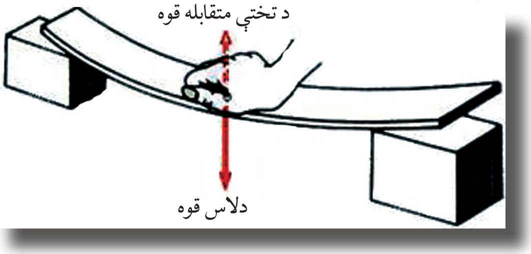
(1-21) شکل

هغه قوه چې پر جسم د اغيز کوونکې قوې اغيزه خنثی او د جسم د تعادل يا توازن سبب ګرځي، د متقابلې قوې په نامه ياديږي. په شکل کې ليدل کيږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلې د فنرله متقابلې قوې سره خنثی کيږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمايش او په راتلونکې تجربې کې کولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس کړو.

عامله قوه او متقابله قوه پخپلوکې سره مساوي دي، خو جهتونه يې مخالف دي. عامله قوه يا هغه قوه چې له بهره پر جسم وارده شوې، نور نشي کولای د اغيز لامل وګرځي. ځکه چې اغيز يې د متقابلې قوې چې د کلك او غبتلي جسم لخوا عمل کوي، خنثی او د هغې د تعادل سبب ګرځي.

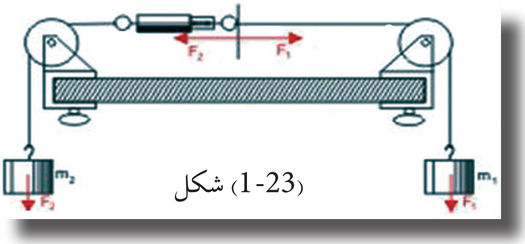
بحث وکړئ

يوه د لرګي تخته چې له شکل سره سم يې دواړه سرونه پر يوه جسم تکيه شوي دي او دلاس په واسطه يې پر منځنی برخه قوه وارده شوې ده. ليدل کيږي چې تخته له کوږوالی سره چې دلاس د قوې له امله يې ترلاسه کړی، مقابله کوي.
ترڅو بيرته خپل لومړني حالت ته را وګرځي.ولې داسي پيښيږي؟په دې برخه کې د خپل ګروپ له غړو سره خبرې وکړئ او د خپلو بحثونو پايلې د ټولګې مخې ته وړاندې کړئ

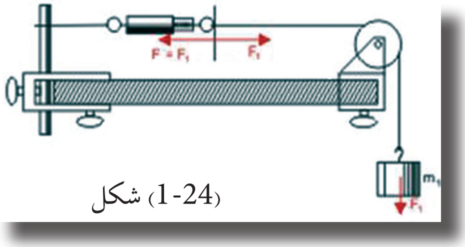


(1-22) شکل

متقابله قوه یا د مخالف عکس العمل قوه (Reaction force) تل د عمل له قوې (Action force) سره مساوي ده، خو په مخالف لوري. باید وویل شي که چېرې یو جسم په یوې کلکې نقطې پورې وتړو، د عکس العمل قوه د اتصال په نقطه کې ، په خپله رامنځ ته کېږي . په دې معنا چې دیوې قوې اغیز، د عکس العمل دقوې له پیداکېدو پرته ناشونې ده. د دې موضوع لاروښانتیا دلاندې تجربویه لومړیو اودویمو حالتونو کې په ښه توګه لید لای شئ.


(1-23) شکل

لومړي حالت
پر تار د را ښکلوقوه د دځړېدلو وزنو پرمټ

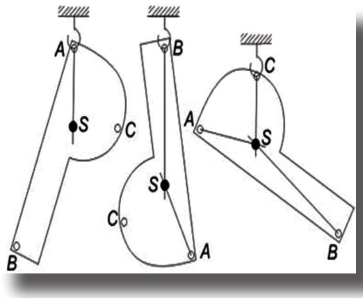

(1-24) شکل

دویم حالت
پرتار د را ښکلو قوه د یو ځړېدلي وزن پر مټ

په لومړني حالت کې هم د عمل قوه او هم د عکس العمل قوه F_1 او F_2 دواړه د دوو ځړېدلو وزنونو په مرسته، منځ ته راځي. په دویم حالت کې، هغه قوه چې له میلې سره د اتصال له امله منځ ته راځي، د عکس العمل د هغې قوې له امله چې د (F_2) ځړېدلي وزن په واسطه رامنځ ته شوې ده، وزن یې په تعادل کې راوستی دی. د پورتنیو څرګندونو په پایله کې د تعادل د مفهوم لنډیز دا رنګه وړاندې کولای شو:
کله چې یوه قوه پر یوه جسم چې په یوه نقطه کې کلک تړل شوی وي، اغیزوکړي، دا جسم یوازې د همدې قوې تر اغیز لاندې نه وي، بلکې یوه بله قوه هم پرې اغیزه لري، چې هغه عبارت د عکس العمل له قوې څخه ده، څرنګه چې دا دواړه قوې یو د بل اغیزې په متقابله توګه له منځه وړي، نو له دې کبله هیڅ ډول حرکت منځ ته نه راځي او یوازې د متقابل عکس العمل قوې په منځ ته را تلو سره په جسم کې بدلون منځته راځي. که چیرې عامله او متقابله قوه چې هغوی ته د عمل او عکس العمل قوه هم وایي چې د مساوي کچې لرونکې او لوري یې مخالف وي، دو اړه قوې کولای شي د جسم د شکل د بدلون په حالت کې پاتې شي، په بل عبارت سره داسې وایو: قوې په تعادل کې دي . همدا ډول قانونمندي د دوو یاله دووڅخه د زیاتو قوو د عمل کولو پرمهال هم صدق کوي. په دې معنا، کله چې دوه یا له دوو څخه زیاتې قوې پر یوه جسم اغیز وکړي او د جسم د حرکت په حالت کې د بدلون لامل نشي، یا دا چې پر جسم عاملې قوې، یو دبل اغیزې خنثی کړي، په دې صورت کې ویلی شو چې جسم یا قوې د تعادل په حالت کې دي.
باید پام وکړو، هغه ټول شیان او اجسام چې زموږ په محیط او چاپیر یال کې دي، تقریباً ټول د سکون په حالت کې دي. دسکون په حالت کې د هغو شتون، له دې کبله ندی چې ګواکې هیڅ ډول قوه پرې اغیز نه کوي، بلکې د سکون دلیل یې دادې چې ټولې قوې یو دبل اغیز له منځه وړي او اجسام یې د تعادل په حالت کې راوستي دي.

په جسمونو کې د تعادل حالتونه او پایښت (ثبات)

مخکې له دې چې د تعادل او پایښت د حالاتونو د ډولونو په هکله یوڅه و وایو، اړینه ده چې دا په یاد راوړو چې په پخوانیو درسونوکې مو په اجساموکې د ثقل د مرکز په هکله یو شمېر مطالب زده کړې وو. اوس د تعادل او د هغې د ډولونو د مفهوم د ښه درک او همدا رنګه د اجسامو د پایښت د حالاتو دپېژندنې 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 او C) څخه و ځړوو، و به ګورئ چې جسم له یو نوساني لنډ حرکت څخه وروسته یو ټاکلي حالت غوره کړي. پام وکړئ چې د جسم پر مخ یوه ثابته (د S نقطه) شتون لري چې خپل موقعیت ته په هر حالت کې بدلون نه ورکوي. دا ثابته نقطه د جسم دټولو ذرو دثقل د قوو دمحصلې د اغېز نقطه ده، ځکه چې په جسم کې یوازې یوه نقطه په دې خاصیت شتون لري چې که جسم په هر موقعیت کې د ثقل دقوې د دوران مومنت، په یو عمودي موقعیت کې د هغې قوې د اغېز تر نقطې لاندې قرار نیسي چې ترې ځړېدلی دئ.



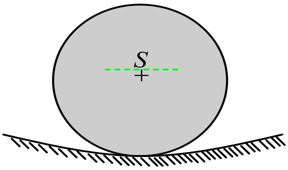
(1-25)شکل
د یو جسم دثقل د مرکز ټاکل

دا چې د ټول جسم د ثقل مجموعي اغیز په دې نقطه کې دی دا نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه یادوي او هغه خطونه چې له دې نقطې څخه تیرېږي، د ثقل د خطونو په نامه یادېږي. کیدای شي داسې فکر وکړو چې د جسم ټوله کتله د دې جسم د ثقل په مرکز کې متمرکزه شوې ده.

د تعادل حالتونه:

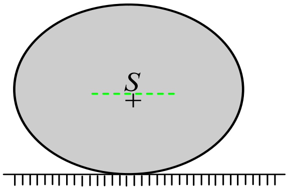
د ثقل د مرکز پېژندل له موږ سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په آسانه توګه تر مطالعې لاندې ونیسو. یو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دی چې پرې د قوو د اغیزو له شتون سره سره بیاهم د سکون په حالت کې واقع وي. څرنګه چې په هر جسم کې د ثقل قوه یاد ځمکې د جاذبې قوه د هغې د ثقل په مرکز عمل کوي او جسم ښکته خواته راکاږي، نو له دې امله د تعادل حالت هغه وخت رامنځ ته کیدای 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 په خپله ښکتنی سطحه قرار ولري، د دې جسم د ممکنه حرکتونو لپاره، لاندې درې حالتونه مطالعه او یوله بله یې توپیر کولای شو.

لومړی حالت: کله چې یو جسم د یوې قوې د اغیزې له امله د تعادل له حالت څخه خارج کړای شي او وروسته له دې چې د قوې د اغیز له قید څخه آزاد کړل شي، وکولای شي بېرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. یو مخروط چې پر خپلې قاعدې د ځمکې او یا د مېز پر مخ ایښودل شوی دی، یا یو کروي جسم چې د یو مقعر لوښي په منځ کې ایښودل شوی وي، د دې حالت بیلګې راښیي، دې ډول تعادل ته پایدار یاثباته (stable) تعادل وایي. دغه ډول تعادل په ټولو هغو حالتونو کې په کارېږي چې ورته اړتیا ده چې شیان د سکون په دایمي حالت کې کېښودل شي.



(1-26) شکل
پایښت لرونکي تعادل

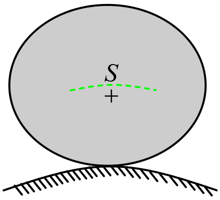
دويم حالت: په ټولو هغو حرکتونو کې چې د جسم د ثقل مرکز لوړوالی د حرکت په وخت کې د قاعدې له سطحې څخه بدلون ونکړي او جسم پخپل نوي موقعیت کې بیاهم د تعادل په حالت کې راشي یعنې خپل د تعادل حالت وساتي (لکه یو پنډوسکی او یا مخروط چې په خپل یوه اړخ پر میز کیښودل شي)، دغه ډول تعادل ته بې توپیر یا (indifferent) تعادل وایې. د تعادل له دې ډول حالت څخه هغه مهال ګټه اخیستل کېږي چې د دې اړتیاوې چې شیان متحرکه وي. لکه په ترانسپورتي وسایطو او یا په دوراني محورونوکې:



(1-27) شکل
بې تو پیره تعادل

دریم حالت: که چیرې جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې ځایه شي او ونشي کولای چې بېرته خپل لومړني حالت ته راوګرځي، دې تعادل ته بې ثباته تعادل وایې. د بیلګې په ډول: که چیرې یوه کوچنی کره د یوه جسم په ډېره لوړه نقطه او یا د محدبې سطحې په پورتنی برخه کې کیښودل شي او یا یو مخروط چې د رأس لخوا پر ځمکه تکیه شوی وي.

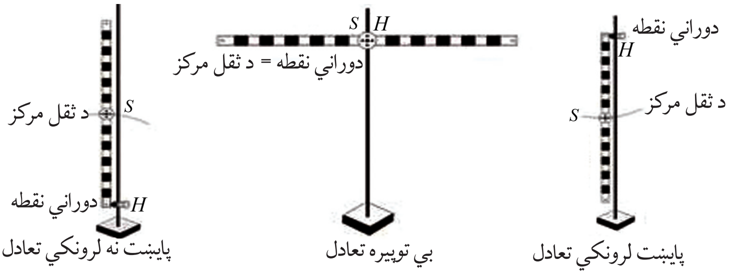
دغه جسمونه د (1-28) شکل په څېر له لږ څه ټکان یا لړزې سره د تعادل له حالت څخه وزې، له همدې امله د تعادل ناپایداره حالت له تخنیکي اړخه د استعمال ځای نلري.



(1-28) شکل
پایښت نه لرونکي تعادل

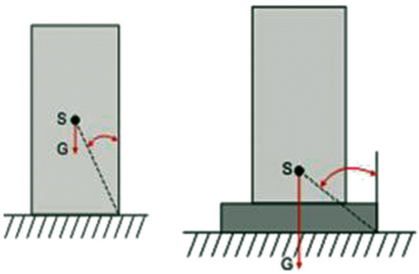
پوښتنه:

یو خط کش د a، b او c په درو حالتونوکې ، د شکل په څېر له مختلفو نقطو څخه پر یوې پایې ځړول شوی دی، خط کش په پورتنیو وضعیتونوکې په پایدار، بې تو پیره او ناپایداره حالتونو کې لیدل کېږي. دهر یوه حالت ځانګړنې بیان کړئ.



ثابتوالی (پایښت)

هغه جسمونه چې د ثقل مرکزیې د هغو د اتکاله لاندیني سطحې څخه پورته واقع وي او د ثقل له مرکز څخه یې عمودي خط د هغو د اتکا له سطحې څخه بهر نشي، د تعادل په ثبات او داړمن حالت کې دي، څکه 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 جانبې سطحه اتکا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکی دی، په داسې حال کې که په خپلې ورې جانبي سطحې اتکاولري، ثبات یې بل قیمت اخیستلای شي.



(1-29) شکل

څومره چې د یوه جسم د ثقل مرکز ښکته، د جسم وزن زیات او د اتکا سطحه یې لویه وي، پایداري یې زیاته وي. له ویل شوو دریو شرطونو څخه ډېر ځله د جسم د ثبات د ډېرولو لپاره ګټه اخلي. که چیرې، لکه په شکل کې چې لیدل کېږي، د یوه جسم په کښتنۍ برخه کې یوه درنه او پلنه پایه ور زیاته کړو، د جسم د ثقل مرکز موقعیت لاندې لوېږي، د جسم وزن زیاتیږي او په پایله کې د جسم ثبات زیاتیږي.

1-4: د قوې مومنت (تورک)

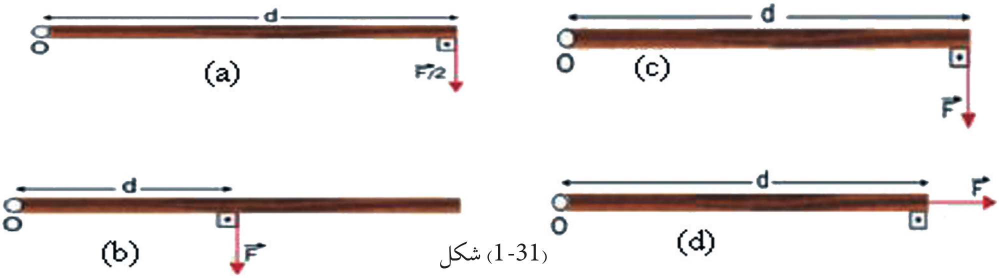
موږ پوهیږو چې قوې، په مختلفو ښوکولای شي پر جسمونو اغیزه وکړي، د بیلګې په ډول: متلاقي قوې چې مخکې مو د هغې محصله هم په هندسي ډول او هم په محاسبوي توګه پیداکړه او یوه شوو د دوو او یا له دوو څخه د زیاتو متلاقي قوو د محصلې کچه د هغې زاویې پر اندازې پورې اړه لري چې د دې قوو د اغېز د خطونو تر منځ جوړیږي. موږ ولیدل چې که چیرې یوه قوه پر جسم اغېز وکړي، جسم د هغې په وړاندې عکس العمل ښیي، له همدې ځایه د متقابلې قوې په شتون وپوهیدو. د تعادل د حالت په پیدا کېدو کې د متقابلې قوې په نقش هم پوه شو. له ویل شوو مطالبو څخه څرګندیږي چې قوه په پورتنیو بیلو حالتونو کې، پر جسم ټاکلې اغیزې واردوي. په اکثرو حالتونو کې چې قوه پر جسم اغېز کوي، کولای شي د یو اوږدوالي په امتداد کې د جسم د حرکت سبب شي. خو دقوې اغیزې کولای شي، پر جسم یوبل ډول حرکت هم ورزیات کړي. دبیلګې په توګه یو جسم په نظر کې ونیسئ چې پر یوه محور تکیه ولري، کله چې قوه پرې اغېز کوي، په دې حالت کې، قوه جسم د یو محور پر شاو خوا په دوراني حرکت څرخوي. هغه اغېز چې د قوې په واسطه په دوراني حرکت کې څرګندیږي، دقوې د مومنت په نامه یادیږي. د دوران مومنت د تورك په نامه هم یادیږي. د قوې مومنت په M او تورک د (τ) په یوناني توري ښیي.

د لاندې بیلګې په وړاندې کولو سره د قوې د مومنت مفهوم په هکله نوره رڼا اچوو:

(1-30) شکل د پیچ ټینګول د رنج په وسیله

ګرانه ده چې یو پیچ د لاس په مرسته ښه کلک کړو. په داسې حال کې چې کولای شو هغه د یوه رېنچ په مرسته په آسانۍ سره کلک کړو. ددې لامل دادی چې رېنچ یو لویه دوراني اغیزه جوړوي.

هغه قوه چې یو جسم د یوې نقطې پرشاو خوا په څرخیدو راولي، دغه نقطه د دوران د نقطې په نامه یادیږي. په شکل کې رېنچ ، پیچ په دوران راولي. یوه قوه کولای شي مختلف مومنتونه چې دقوې د اغېز نقطې په موقعیت اولوري پورې اړه لري، پر یوه جسم وارده کړي. موږ په لاندې شکل کې څلور حالتونه لیدلي شو. د دې څلورګونو حالتونو په هر یوه حالت کې میله په ازاده توګه د (O) نقطې پر شاو خوا دوران کولای شي. هغه مومنت چې د a په حالت عمل کوي، لوی دی له هغه مومنت څخه چې پر میلې د b په حالت عمل کوي، په داسې حال کې چې په دواړو حالتونوکې د قوو کچه مساوي ده.



(1-31) شکل

د a او c په شکلونو کې چې قوې په همغه یوه نقطه کې عمل کوي ، څرنګه چې د قوو کچه یوله بلې سره توپیر لري، د دوران هم یوه له بلې سره توپیر لري. هغه مومنت چې پرجسم د d په حالت کې عمل کوي، مساوي له (0) سره دی ځکه چې په دې حالت کې قوه د صفر په فاصلې او زاویې پر جسم عمل کوي او د پایلې په توګه ویلی شو چې هغه اغېز یا مومنت چې قوه یې د دوران په پیښه کې تولیدوي، په درو پارامترونو پورې اړه لري:

1. د قوې کچه
2. دقوې د اغېز دنقطې او دوران د محور ترمنځ واټن او یا هغه فاصله چې جسم یې پرشاو خوا څرخي او د d په توري ښودل شوې دي.
3. هغه زاویه چې د قوې د وکتور او هغه خط ترمنځ چې محور د قوې د اغېز له نقطې سره نښلوي، شتون لري (θ).

که چيرې يوه قوه د پورتني (1-32) شکل په څېر په عمودي ډول د دوران د نقطې پر ارتباطي خط او د اغېز پر نقطې پر يوه جسم عمل وکړي، يعنې $F \perp d$ وي، په دې حالت کې هغه مومنټ چې دا قوه يې توليدوي، اعظمي قيمت لرونکي وي چې دا مومنټ په رياضي کې داسې افاده کوي:

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

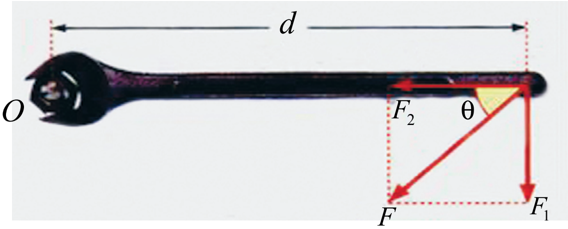
(1-32) شکل، مومنټ صفر دی، ځکه چې د قوې د اغيزې کرښه د دوران له ټکې څخه تيرېږي.

که چيرې قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوې د اغېز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، يعنې $(F // d)$ وي، په دی صورت کې هغه مومنټ چې دا قوه يې توليدوي، مساوي له صفر سره ده، يعنې: $M = 0$

(1-33) شکل

په عمومي توګه يوه قوه تل په خپلو دوو مرکبو تجزيه کېدای شي چې يوه يې موازي او بله يې پر هغه خط عمود دی چې د دوران نقطه دقوې د اغېز له نقطې سره وصلوي.

(1-34) شکل
کله چې قوه پر جسم باندې عمل کوي او د قوه د تاثير خط د دوران پر محور عمود وي، نو هغه مومنټ چې قوه يې توليد وي، اعظمي دی.



لکه څرنګه چې په (1-34) شکل ليدل کېږي، هغه مومنټ چې د $\vec{F}$ قوې په واسطه توليدېږي، له هغه مومنټ سره مساوي دی چې همدې قوې د عمودي مرکبې (F_1) په واسطه چې د دوران محور څخه د قوې د اغيزې نقطې په فاصله عموده ده رامنځ ته کېږي، ځکه چې دويمه مرکبه (F_2) چې د اتصال له خط سره موازي وي، صفردی يعنې: $M = M_1 = F_1 \cdot d$ او $M_2 = F_2 \cdot 0 = 0$

$$M = (F \sin\hat{\theta}) \cdot d \text{ او يا } M = \vec{F} \cdot d \sin\hat{\theta}$$

په پورتنی رابطه کې، θ د قوې اوهغه خط تر منځ زاويه ده چې د دوران نقطه د قوې د اغېز له نقطې سره وصلوي.

مثال:

قوه پر یوې میلې چې 0.2 متره اوږدوالی لري، د شکل په څېر عمل کوي، هغه مومنت چې نوموړې قوه يې توليدوي، پيداکړئ. $(\cos 37^\circ = 0.8 \quad \sin 37^\circ = 0.6)$ دی.

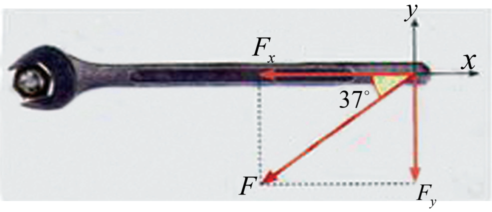
حل:

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

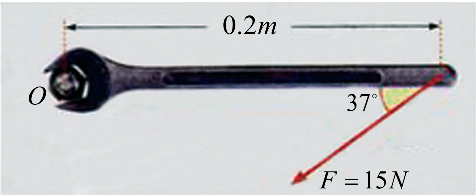
$$F_y = F \cdot \sin 37^\circ \rightarrow F_y = (15N) \times 0.6 = 9N$$

$$M = F_y \cdot d$$

$$M = (9N)(0.2m) = 1.8Nm$$

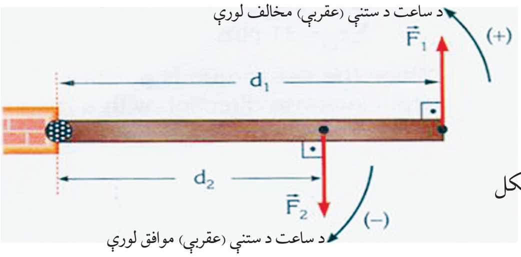


د (1-35) شکل



د محصلې تورک (مومنت) او د دوران لوری

که چیرې یوشمېر قوې پر یوه جسم عمل وکړي، د هغو مومنتونو د جمعې حاصل چې د عین دوراني نقطې په نسبت د دوی د هرې یوې قوې تر اغېزې لاندې منځ ته راځي، د ټولومومنتونو مجموعه یا د جمعې حاصل دی.



(1-36) شکل

په (1-36) شکل کې د F_1 او F_2 دوې قوې وينو چې پر يوې دروازې يې عمل کړی او په مخالف لوري يې د دوران سبب کېږي. که چيرې د ساعت د ستنې د حرکت مخالف لوری مثبت او د ساعت د ستنې د حرکت لوری منفي و منو، هغه مومنت چې دواړه قوې يې منځ ته راوړي. پر دروازې له محصله مومنت څخه عبارت دی چې داسې حسابيږي.

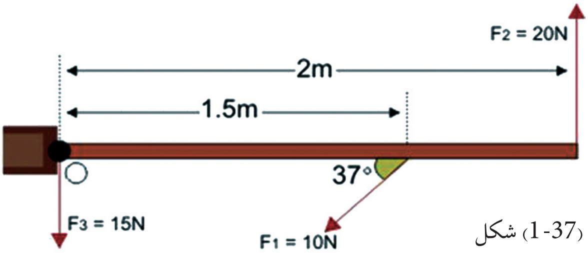
$$M_1 = F_1 d_1 \quad \text{او} \quad M_2 = -F_2 d_2$$

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

اوس يو ساكن جسم په نظر كې نيسو:
كه چېرى د محصلې مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پيل كوي او كه چيرې پر جسم د محصلې مومنت منفي وي،جسم د منفي په لور په دوران پيل كوي،په ځانګړې حالت كې كه چيرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، يعنې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې د ګرځيدو په لوركې مساوي د ساعت د ستنې له مخالف مومنت سره (د مقدار له نظره) وي، په هغه حالت كې جسم په دوران پيل نه كوي.

مثال:

د مقابل (1-37) شكل سره سم درې قوې پريوې دروازې عمل كوي:



شكل (1-37)

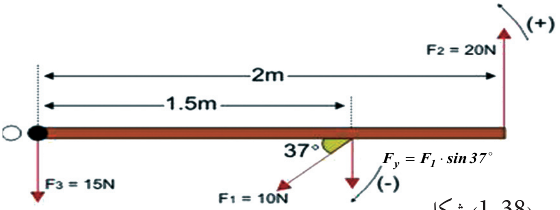
الف: د محصلې مومنت چې پر دروازې عمل كوي،پيداكړئ.
ب: د خلورمې قوې اصغري قيمت محاسبه كړئ چې وكولاى شي، د دروازې له دوران خخه مخنيوى وكړي، لورى او د اغيزې نقطه يې مشخصه كړئ.

$$(\cos 37^\circ = 0,8 \qquad \sin 37^\circ = 0,6)$$

حل:

الف: د F_1 قوې عمودي مركبه د ساعت د ستنې يو موافق دوران (-) او د F_2 قوه د ساعت د ستنې يو مخالف دوران (+) منځ ته راوړي. د F_3 قوه هيڅ دوران منځ ته نه راوړي، ځكه چې قوه د دوران په نقطه كې عمل كوي، نو له دې سره سم ليكلاى شو:

$$M_1 = -F_{1y}d_1 = -F_1d_1 \cdot \sin\theta$$
$$M_1 = -(10N)(1.5m)0.6$$
$$M_1 = -9Nm$$
$$M_2 = F_2 \cdot d_2 = (20N)(2m) = 40Nm$$



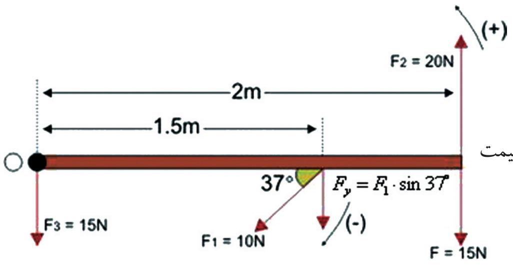
شكل (1-38)

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

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

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

ب: څرنګه 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 اغېز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولیدولای شي، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنې د دوو مترو په واټن د اغېز له نقطې څخه: لرې په عمودي توګه عمل وکړي، نو لرو چې:



$$M_2 = F_{\min} \cdot d$$

$$F_{\min} = \frac{M_2}{d} = \frac{31N \cdot m}{2m}$$

د خلورمې قوې اصغري قیمت $= F_{\min} = 15.5N$

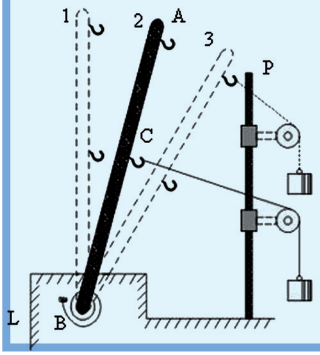
دا قوه باید د F_2 قوې په مخالف لوری اغیز وکړي

(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 فنر په مرسته ترل شوی دی. په دې میله کې د تار په مرسته وصل شوي چنګکونه چمتو شوي دي او د ا تار د یو ثابت څرخ له مخې تیر یږي چې د P پر پایې ترل شوی دی. د تار په بل انجام کې کولای شو، قوې (وزنونه) و ځړوو. په مقابل شکل کې چې میله په 1 حالت کې ده، هیڅ یوې قوې پرې اغېز نه دی کړی او دوران هم منځ ته ندی را غلی.

په 2 حالت کې ، قوه په منځنې چنګک کې پر میلې اغېز کوي، په دې حالت کې میله په شکل کې یو دوران ښيي. له میلې سره د قوې د اتصال نقطه (د C نقطه) او د دوران تر مرکز (د B نقطې) ترمنځ واټن، د قوې له مټ څخه عبارت دی.



(1-40) شکل

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

که چیرې قوه پر هغه خط چې د هغې د اغېز 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 اغېز د نقطې او د دوران د مرکز ترمنځ واقع ده، دقوې د مومنت په نامه یادیږي.

تجربه:

اوس داسي حالت په نظرکې نیسو لکله په (1-41) شکل کې چې ښودل شوی دی. په دې شکل کې وینو چې قوه په مایله توګه پر یوه خط اغېز کوي چې هغه خط، د اغېز نقط A د دوران له نقطې D سره وصلوي، په دې حالت کې قوه، نشي کولای چې خپل بشپړ اغېز ځرګند کړي، ځکه چې د قوې د اغېز نقطه پر یوه د ایروي خط د دوران د نقطې پرشاو خوا حرکت کوي ، نو په دې حالت کې، یوازې د F_t د مماس مرکبه (تانجانتي) قوه، دوراني اغېز لري، او د F_r شعاعي مرکبه پر محور د راښکلو د یوې قوې اغېز لري او د قوې مومنت عبارت دی له: $F_t \times r$

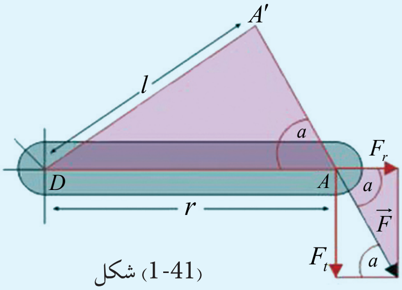
که چیرې قوې ته د هغې اغېزې خط په لور د A' تر نقطې پورې د موقعیت بدلون ورکړو چې پر DA' عمود واقع شي، نو په دې صورت کې یې د قوې مومنت د لاندې رابطې په واسطه افاده کېدلای شي: $M = F \cdot L$

په وروستی افاده کې (l) له هغه عمودي طول ځخه عبارت دی چې د دوران له نقطې ځخه د قوې د اغېز پر خط راکښل کېږي. ځرنګه چې دواړه مومنتونه یوله بل سره مساوي دي او هم د دوو نښه شوو مثلثونوله ورته والي ځخه په لاس راځي چې:

$$F : F_t = r : l \text{ یا } F \cdot l = F_t \cdot r$$

که چیرې د دوران د مټ پرځای، د l عمود وکاروو، بیاهم هغه تعریف چې د قوې د مومنت لپاره شوی و، په دې حالت کې هم په لاس راوړو.

د قوې مټ (د دوران مټ)، د هغه عمودي خط له اوږدوالي ځخه عبارت دی چې د دوران له مرکز ځخه د قوې د اغېز پر خط راکښل کېږي. دا تعریف په ټولو حالتونوکې صدق کوي.



(1-41) شکل

د مومنت واحد

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

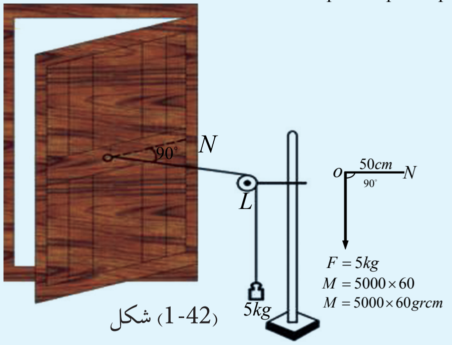
$$[M] = F \cdot L = [N \cdot m]$$

که چیرې قوه په ډاین (dyne) او واټن په سانتي متر (cm) اندازه کړو، د قوې د مومنت د اندازه کولو واحد له $dyne \cdot cm$ ځخه عبارت دی.

فعالیت:

ددې لپاره چې د قوې د مومنت اغیزه مشاهده او هم دا ثابته کړوچې د قوې مومنت، د قوې او هغې فاصلې (دوران مټ) د حاصل ضرب سره مساوي دی چې د قوې د اغیزې نقطه یې د دوران له مرکز څخه لري. لاندې ساده تجربه په ډلو (ګروپونو) کې عملي کوو چې د دروازې له یوې پلې سره ترسره کېږي. د دروازې یوځه درنه پله چې له یوه چوکاټ سره ټینګه شوې ده او له چوکاټ سره په تار وصل دی، دا تار د یو ثابت څرخ پولې پرمخ تېرېږي، داسې چې د تار یو سر د تلې له یوې پلې سره اړیکه لري. د څرخ مومنت داسې ټاکو چې تار د دروازې پر پلې باندې عمود واقع شي. که چیرې څرخ د L په نقطه کې وي او تار د اتصال نقطه د دروازې له منځنې چوکاټ سره په O او دهغه خط د تقاطع نقطه چې د O نقطه د دروازې د جانبي چوکاټ (لخک) سره وصلوي، په N وښودل شي، د $L\hat{O}N = 90^{\circ}$ وي. اوس د تلې په پله کې تر هغه وخته پورې وزن زیاتوو چې دروازه په حرکت پیل وکړي. کله چې دروازه په حرکت راځي، په دې معنا دی چې وزن (قوه) د یو مومنت د تولید سبب شوی دی. تر دې وروسته وزن د تلې له پلې څخه را اخلو او د وزن کچه او د ON د واټن اوږدوالی نوټ او لیکو. په دې حال کې که چیرې قوې ته F_1 او د ON فاصلې ته d_1 ووایو، د قوې مومنت په لاندې توګه افاده کوو:

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



شکل (1-42)

دروازه بېرته خپل لومړني حالت ته ورولو. دا ځلې چنګک له خپل لومړني ځای څخه را وباسو او د دروازې پر یوې بلې نقطې چې له چوکاټ او چیراس سره نږدې ده، نصبوو.

په دې حالت کې بیاهم څرخ په داسې موقعیت کې ږدو چې تار پر دروازې عمود واقع شي. وروسته بیا دتلې په پله کې وزن زیاتوو، تر هغه پورې چې دروازه په حرکت پیل وکړي. بیا وزن د تلې له پلې څخه را اخلو. د F_2 وزن کچه د ON له طول سره چې دا ځلې په d_2 ښودل کېږي، اندازه کوو.

لیدل کېږي چې دا ځلې د دروازې په حرکت راوستلو کې (د قوې د مومنت تولید) له لومړي ځل څخه زیات وزن کاریدلی دی، یعنې:

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

دا کار د دریم ځل لپاره په همدې شرایطو تکراروو او د O د نقطې موقعیت د دروازې له چپر اس سره ډېر نږدې ټاکو او تجربې ته په هغه پخوانی طریقه دوام ورکوو. بیاهم د F_3 وزن (قوې) او d_3 واټن له اندازه کولو څخه پایله لاس ته راځي چې په دریم ځل د دروازې په حرکت راوستلو کې، د دویم ځل په پر تله زیاتې قوې ته اړتیا وه:

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

د وروستی پایلې لپاره، که چیرې د قوې او واټن د ضرب حاصل چې په هر ځلې لاس ته راغلی دی، یو له بله سره پرتله کړو، لیدل کېږي چې مساوي قیمتونه لري، یعنې:

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

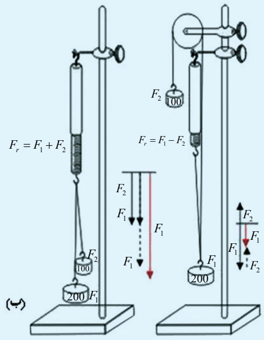
$$M_1 = M_2 = M_3$$

ښایي چې د خپل ډله ییزکار پایلې د لا زیات بحث لپاره خپلو ټولګیوالوته وړاندې کړئ.

1-5: موازي قوې

مورږ په پخوانیو درسونو کې د متلاقي قوو په اړه خبرې وکړې او پوه شوو چې څه ډول کولای شو د دوو او یا له دوو څخه د زیاتو قوو محصله چې پر یوه جسم یې اغېزه کړې وي او د اغیزې خطونه یې یو بل قطع کړي، حساب کړو.

په دې لوست کې به مطالعه کړو چې دوې موازي قوې پر یوه جسم څه ډول اغېز کوي او څنګه کولای شو چې محصله یې پیداکړو، د دې موخې لپاره لاندې فعالیتونه تر سره کوو.



شکل (1-43)

د الف فعالیت:

د F_1 او F_2 دوې قوې په موازي او یو د بل خلاف لورې، د قوې سنجوونکي پر یو چنګک د (1-43) شکل په څېر ځړوو. د قوې سنجوونکی اوړدوالی د F_r مجموعي قوې تر اغیزې لاندې اوږدیږي او ښیي چې: $F_r = F_1 - F_2$

د ب فعالیت:

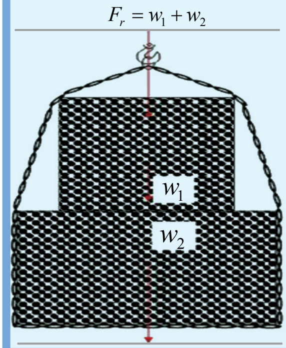
د تجربې دستګاه ته د شکل په څېر (ب،1-43) بدلون ورکوو، داسې چې د F_1 او F_2 قوې یوله بله سره په موازي او یوې لورې (واقع شي). په دې حالت کې قوه سنجوونکی، د F_r محصله قوه په لاندې ډول ښیي:

$$F_r = F_1 + F_2$$

د ج فعالیت:

دوه جسمونه چې د W_1, W_2 معلومو وزنونو لرونکي دي،د (1-44) شکل په څېر یو د بل له پاسه ږدو او دواړه دیو چنګک په مرسته په قوه سنجوونکي لوری ځړوو په قوه سنجوونکي کې د وزنونو د تعادل پر مهال، لیدل کېږي چې قوه سنجوونکی د دواړو جسمونو مجموعي وزن راښیي یعنې:

$$F_r = W_1 + W_2$$



شکل (1-44)

د پورتنیو تجربو مشاهداتو له کتلو سره کیدای شي، دې پایلې ته ورسیږو‌چې کله چې موازي قوې د یوه جسم پر یوې نقطې عمل وکړي، که چیرې دا قوې یولوري (هم جهت) وي، محصله یې د نوموړو قوو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی. که چیرې قوې مخالف لوري ولري،محصله قوه یې د هغو د تفریق له حاصل څخه عبارت ده.

له پورتنیو جملو څخه کیدای شي داسې پایله ترلاسه کړو چې دوې قوې یې هغه مهال د تعادل په حالت کې را تلای شي چې محصله یې مساوي له صفر یعنې $\sum F = o$ سره شي، دا هغه مهال شونې ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي خو لوري یې سره مخالفې وي.

نوموړی کولای شو د یوې قوې د اغېزې نقطه په کیفي ډول د نوموړې قوې د اغېزې پرخط ولیږدوو او دا قاعده د هغو ټولو موازي قوو لپاره چې په یوې نقطې یا په عین خط اغیزه کوی پلې کېږي، نو کولای شو ادعا وکړو چې:

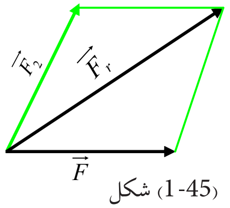
کله چې دوې قوې په همدې یوه نقطه یا په همدې یوه خط کې اغېز وکړي، هغه مهال د تعادل په حال کې را تلای شي چې کچې یې سره مساوي او لورې یې سره مخالفې وي.

د یوې قوې تجزیه

لکه چې وړاندې مو ولوستل، موږ له داسې حالتونو سره مخامخ کېږو چې څو قوې پر یوه جسم اغېزکوي او موږ اړتیا لرو، تر څو د قوو محصله یا نتیجه وپېژنو او هم د هغو کچه پیدا کړای شو. له بل پلوه ویلی شو چې هره هغه قوه چې موږ ورسره سر او کار لرو، کیدای شي په خپله یوه محصله قوه وي چې د دوو یا له هغو څخه د زیاتو قوو له ترکیب څخه لاسته راغلې وي.

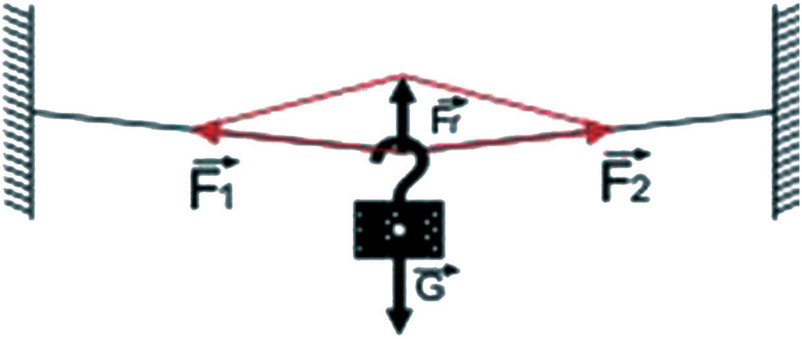
په فزیکي اوتخنیکي پېښوکې ډېرځله له داسې مسایلو سره مخامخ کېږو چې اړېو، تر څو د محاسبو د تر سره کولو لپاره د یوې قوې اجزاوې وپېژنو. یعنې همغسې چې د قوو د محصلې د پیداکولو موضوع با اهمیته ده، دیوې قوې د اجزاوو پیداکول یا په بل عبارت، د قوې مرکبې چې د قوې د ترکیب سبب شوي، هم په همغه کچه ارزښت لري. په دې حالتونوکې معمولاً د جز(مرکبو) قوو لوري ورکول کېږي او کچه (لویوالی) یې پیداکېږي. په هندسي طریقه د مرکبو د پیداکولو لپاره په دې ډول عمل کېږي:

د محصله قوې له انجام څخه هغو خطونو ته موازي ګانې کښل کېږي چې د مرکبه قوو لوری ښیي، په پایله کې یوه متوازي الاضلاع منځ ته راځي چې ضلعې یې مرکبې قوې را ښیي، (45-1) شکل.



(45-1) شکل

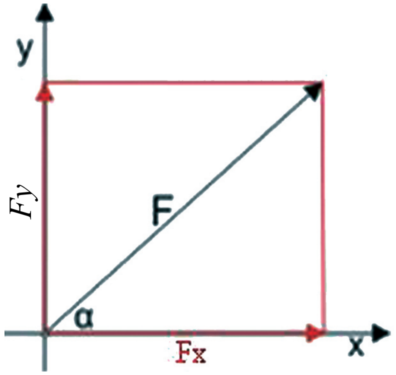
د قوو تجزيه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي د (1-46) شکل د قوې د تجزيې يو بل مثال په يوه پړي د يوه جسم ځړېدل راښيي او په يو واټ کې د برېښنا زينتي گروپونه کولای شي د دې ډول يوه غوره بيلگه وي.



(1-46) شکل
د يوې قوې تجزيه د يوجسم په ځړېدلي حالت کې

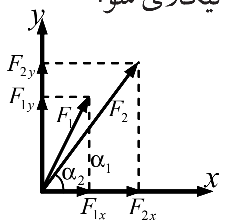
د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

په محاسبوي طريقه د څو قوو د محصلې د لاس ته راوړلو لپاره ، لومړی ټولې قوې د قايم مختصاتو په يوسيستم کې د(x, y) په مرکبو تجزيه کوو، د بيلگې په ډول: د (1-47)شکل قوه را ښيي چې د $F_x = F\cos\hat{\alpha}$ او $F_y = F\sin\hat{\alpha}$ په مرکبو تجزيه شوي دي.



(1-47) شکل

د پورتنی قاعدې پربنسټ د F_1 او F_2 قوې په نظر کې نيسو، مرکبې يې دا رنګه ليکلای شو:



شکل (1-48)

په قايمو مرکبو د F_1 او F_2 قوو تجزيه

$$F_{1x} = F_1 \cos\hat{\alpha}_1 \qquad F_{1y} = F_1 \sin\hat{\alpha}_1$$

$$F_{2x} = F_2 \cos\hat{\alpha}_2 \qquad F_{2y} = F_2 \sin\hat{\alpha}_2$$

$$F_{rx} = F_1 x + F_2 x + \ldots \qquad F_{ry} = F_1 y + F_2 y + \ldots$$

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

د قوو له مرکبو څخه په ګټې اخيستلو سره کولای شو، محصله قوه او هغه زاويه چې د X له محور سره جوړوي، حساب کړو:

$$F_r = \sqrt{F_{rx}^2 + F_{ry}^2} \quad , \quad \tan\hat{\alpha}_r = F_{ry} / F_{rx}$$

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

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + \ldots\ldots\ldots\ldots = 0 \qquad \sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0$$

بايد پام وکړو چې د قوو د تجزيې اړوند د يوې مسئلې د حسابي حل لپاره ، هغه لارې چې تر ګټې اخيستلو لاندې نيول کېږي چې د ورکړل شوو کميتونو پر بنسټ توپيرلري.
ډېر ځله کولای شو مطلوبې قوې د مثلثاتو له قاعدو څخه په ګټې اخيستلو د قوو د مضلع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې کولای شو د قوو د مضلع تشابه له يو معلوم مثلث سره او يا د قايم الزاويه شکلونو پر مهال د فيثاغورث له قانون څخه ګټه واخلو.

مثال:

1. د يوه سړک په ګولايي کې چې يو برېښنايي موټر پرې حرکت کوي، درې هوايي کيبلونه د برېښنايي ګاډي د پاسنې کيبل سره د نښلولو لپاره د يو عمارت د A په يوه نقطه کې تړل شوي دي. د راښکلو(کشش) د قوو کچه او لوری په شکل کې ښودل شوی دی. د مجموعي قوې لوری او کچه محاسبه کړئ.

$$F_1 = 1050N \qquad \hat{\alpha}_1 = 90^\circ \begin{cases} \sin 90^\circ = 1 \\ \cos 90^\circ = 0 \end{cases}$$

$$F_2 = 1500N \qquad \hat{\alpha}_2 = 40^\circ \begin{cases} \sin 40^\circ = 0.6428 \\ \cos 40^\circ = 0.7660 \end{cases}$$

$$F_3 = 1200N \qquad \hat{\alpha}_3 = -20^\circ \begin{cases} \sin 20^\circ = 0.3420 \\ \cos 20^\circ = 0.9397 \end{cases}$$

$F_{1x} = F_1 \cos 90^\circ = 1050 \times 0 = 0$	$F_{1y} = F_1 \sin 90^\circ = 1050 \times 1 = 1050N$
$F_{2x} = F_2 \cos 40^\circ = 1500 \times 0.766 = 1149N$	$F_{2y} = F_2 \sin 40^\circ = 1500 \times 0.642 = 963N$
$F_{3x} = F_3 \cos -20^\circ = 1200 \times 0.9397 = 1127N$	$F_{3y} = F_3 \sin -20^\circ = 1200 \times -0.342 = -410N$
$F_{rx} = 2276N$	$F_{ry} = 1603N$

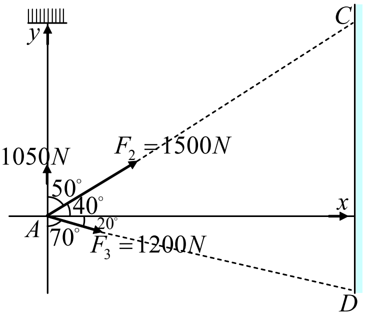
ددې پرېنسټ:

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

$$Fr = 2786N$$

او:

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



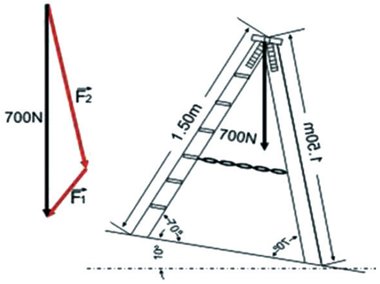
(1-49) شکل

دويم مثال:

د اوسپنيزو پښو يوه زينه د يوې ميلان لرونکي سطحې پر مخ ايښې ده. د يو تن د وزن قوه $W = 700N$ چې د زينه پر يوې پورتنۍ نقطې ولاړه ده، په څه ډول د زينه پر دوو پښو وېشل کېږي؟

حل:

له هغو زاويو څخه چې د ترسيمونو په پايله کې لاس ته راځي، د قوو يوه مضلع په 10°، 30° او 140° زاويو تر لاسه کېږي. د ساين له قاعدې څخه په ګټې اخيستلو ليکلای شو:



(1-50) شکل

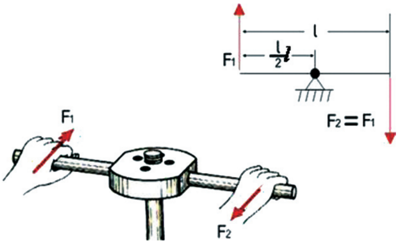
$$\frac{700N}{\sin 140^\circ} = \frac{F_1}{\sin 10^\circ} = \frac{F_2}{\sin 30^\circ}$$

$$\Rightarrow F_1 = \frac{700N \times \sin 10^\circ}{\sin 140^\circ} = \frac{700 \times 0.1736}{0.6428} = \frac{121.52}{0.6428} = 189N$$

$$F_2 = \frac{00N \times \sin 30^\circ}{\sin 140^\circ} = \frac{700 \times 0.5}{0.6428} = \frac{350}{0.6428} = 544.492 \approx 544N$$

1-6: د قوې زوج

هره قوه چې پر یوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران وړتیا ومومي، دا قوه د راکښلو یا د فشار د قوې په توګه د جسم د دوران پر محور عمل کوي. له همدې امله ده چې دا قوه په هغو نقطو کې چې د دوران محور پر هغو تکیه لري، د عکس العمل قوه را منځ ته کوي، په پایله کې دا قوه په عمومي توګه د دوران یو مومنت تولیدوي. که چیرې د محور موقعیت ته بدلون ورکړای شي، په عمومي ډول د قوې مټ او د دوران مومنت چې قوه یې منځ ته راوړې هم بدلیږي. برعکس کله چې دوې موازي او مساوي قوې چې متقابل لوري ولري، په عمودي توګه په یوه محور او د یوه جسم پر دوو بېلا بېلو نقطو اغېزه وکړي دوی ته د قوې زوج وايي. د قوې په یوه زوج کې دواړه قوې یو د بل اغېز پر محور له منځه وړي، د قوې د یوه زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې څخه چې د دوران محور په کوم موقعیت کې دي، تل همدا یو قیمت لري.



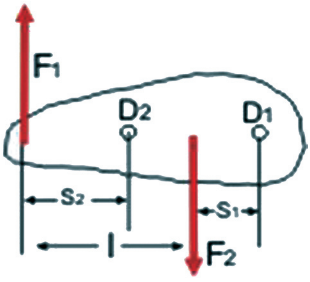
(1-51) شکل
جوړه قوې په یوه چوړي کښي دستګاه کې

د قوې په یو زوج کې د دوران مومنت د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره د هغود اغېزو د خطونو ترمنځ د (L) له متقابل واټن سره د لاندې قیمتونو لرونکې دي.

د یوې جوړه قوې د دوران مومنت $= M = F \cdot l$

د شکل له مخې ویلای شو چې که د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له یوه خط څخه تېر شي، خو چې د D دوران نقطه 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 چیرې د دوران محور د F_1 او F_2 ترمنځ لکه څنګه چې د D_2 په موقعیت کې واقع وي، مومنت داسې لیکو: $M = F_1 S_2 + F_2(l - S_2) = F \cdot l$



(1-52) شکل
د یوې جوړه قوې د دوران مومنت،
د دوران مرکز له موقعیت سره اړیکه نه لري

څرنګه چې $(F_1 = F_2 = F)$ دي نو د شکل له مخې کله چې د دوران نقطه D_1 وي:

$M = F_1(L + S_1) - F_2 S_1$ د F_2 علامه څکه منفی ده چې د D_1 چپې خواته او هم د F_1 مخالف دی

$$M = F_1 L + F_1 S_1 - F_2 S_1$$

$$M = FL + (F - F)S_1 = FL + 0 = F \cdot L$$

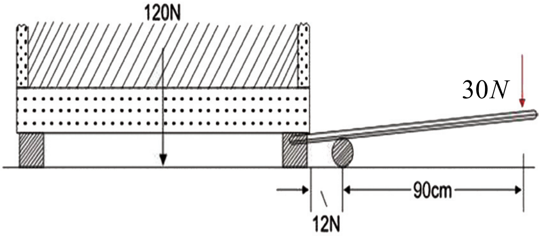
او کله چې د دوران نقطه D_2 وي لرو چې:

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

$$= F_1 S_2 + F_2 L - F_2 S_2$$

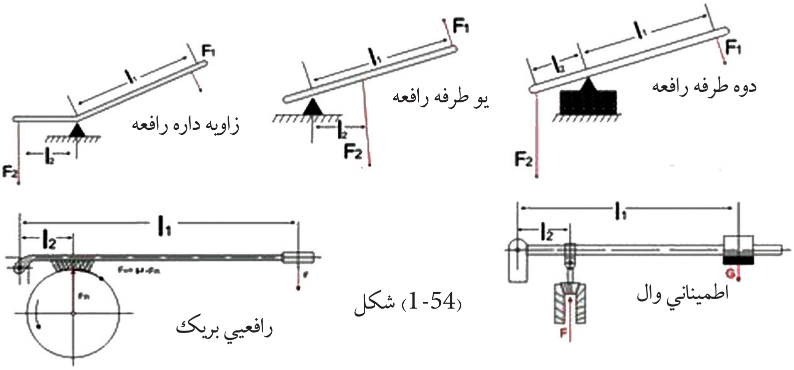
$$M = FS_2 + FL - FS_2 = F \cdot L$$

د پورتنيو څرګندونو په مرسته، کولای شو مومنت داسې بيان کړو:
د قوې يو زوج پرته له دې چې د دوران د مرکز موقعيت (د دوران نقطه)يې په نظر کې ونيسو، تل د يو شان دوران مومنت لرونکی دی.
په تخنيک کې رافعې د قوی د زوج پر بنسټ کارکوي او معمولاًيې د يوې مستقيمې ميلې يا يوې زاويه لرونکي ميلې په توګه جوړوي.



(1-53) شکل

هغه رافعه چې د ميلې په شکل ده،که چيرې د دوران مرکزيې د ميلې په يو سر کې واقع وي، دې ميلې ته يواړخيزه رافعه وايي او که چيرې د دوران مرکز په انجامونو کې واقع نه وي، دا رافعه د دوه اړخيزې رافعې په نامه ياديږي او همدارنګه هغه رافعه چې ديوې زاويې شکل لري،هغه د زاويه لرونکې رافعې په نامه يادوي. په (1-54) شکلونوکې تا سو د رافعو مختلف ډولونه کتلې شئ.



(1-54) شکل

د رافعې قانون موږ ته دا آسانتيا راکوي چې د رافعې په يوه اړخ يا لوري کې د لږې کچې قوې په کارولوسره چې پر يو اوږد مټ اغيز کوي، د رافعې په بل اړخ کې له يولنډ مټ سره په لويه کچه يوه قوه لاس ته راوړو. له همدې کبله دی چې رافعې په ورځني ژوندانه او تخنيک کې د کارولو ګڼ او ډېر ځايونه لري. يعنې د رافعې په يو اړخ کې د کمې کچې قوه کاروو او په هغه بل اړخ کې د ډېرې کچې قوه لاس ته راوړو، يعنې په قوه کې ګټه کوو. په همدې ډول د رافعې په استعمال سره، کولی شو په واټن کې هم ګټه وکړو چې که چيرې د رافعې په يوه اړخ کې يوه قوه د لنډ مټ سره عمل وکړي، د رافعې په هغه بل اړخ کې چې کومه قوه عمل کوي، د يو اوږد مټ لرونکې ده. د انسان لاس او د ټايپ ماشين د دې بحث نور اړوند مثالونه کيدای شي.

1-7: د تعادل عمومي شرطونه

که چیرې څو قوې د یوه جسم په مختلفو نقطو عمل وکړي او جسم د تعادل په حالت کې وي، دا معنا ورکوي چې پر جسم د ټولو اغېز کوونکو قوو محصله له صفر سره مساوي ده، برعکس که چیرې دا شرط تحقق ونه مومي، محصله قوه په جسم کې د تعجیل سبب ګرځي او دا تعجیل، جسم په یو انتقالي حرکت راولي، هغه جسم چې د تعادل په حالت کې وي، دوران باید ونلري او د دغه مطلب د تحقق لپاره لازمه ده چې د یوې کیفي نقطې پر شاوخوا د مومنټونو مجموعه هم له صفر سره مساوي شي، که چېرې دا شرط پلي نشي، د محصلې مومنټ، جسم یو دوراني حرکت ته اړباسي. پورتني دواړه شرطونه یې د تعادل د عمومي شرطونو په نامه منلي دي، نو کله چې څو قوې د یوه جسم په مختلفو او کیفي نقطو عمل وکړي، دا جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې راتلای شي چې لاندې دوه شرطونه ولري.

لومړی شرط: د عمل کوونکو قوو محصله یې له صفر سره مساوي وي.

دویم شرط: د دوران د ټولو مومنټونو مجموعه په یوه جسم کې د دوران د یوې کیفي نقطې پرشاوخوا مساوي له صفر سره وي. په ډېرو مسایلو او حالاتو کې چې مخې ته راځي، قوې په یوې مستوي کې وي، پرته له دې کولای شو مسئلې په داسې ګڼو اجزاو ووېشو چې ټولې شته قوې په یوه مستوي کې واقع شي. د دې لپاره چې د تعادل شرایط په ریاضیکي فورمولونو بیان کړای شو، په همغه مستوي کې چې قوې واقع دي، د وضعیه کمیاتو یو سیستم بر قراره وو، واردې شوې قوې د F_2, F_1 په علامو په نښه کوو، د قوو مرکبې په F_1x او F_2x او همدا رنګه په F_1y او F_2y او .... ښیو او.... د دوران د یوې کیفي نقطې په نسبت د قوې متې په L_1 او L_2 او.. علامو په نښه کوو. په پایله کې لاندې معادلې لاس ته راځي:

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

$$F_1x + F_2x + F_3x + \ldots\ldots = 0 \Rightarrow \sum F_x = 0$$

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

$$F_1y + F_2y + F_3y + \ldots\ldots\ldots\ldots = 0 \Rightarrow \sum F_y = 0$$

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

$$F_1l_1 + F_2l_2 + F_3l_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots = 0 \Rightarrow \sum M = 0$$

هغه څه موچې د تعادل د شرایطو په اړه وویل، دا دی په پیل کې د تعادل د لومړي شرط په توګه بیانوو او مسایل او تمرینونه یې حلوو:

د تعادل لومړی شرط

هرهغه جسم چې د تعادل په حالت کې دی، پر جسم د قوو محصله (پرجسم د ټولو قوو وکتوری جمع) باید له صفرسره مساوی وي:

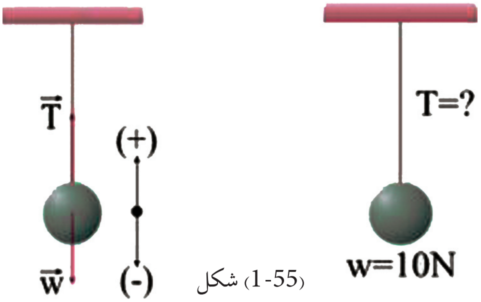
یعني: $\vec{R}=0$ یا $\sum F=0$

که چیرې د n په شمېر قوې پرجسم عمل وکړي، لرو چې:

$$F_1+F_2+F_3+\dots\dots+F_n=0$$
$$F_{1x}+F_{2x}+F_{3x}+\dots\dots+F_{nx}=0$$
$$F_{1y}+F_{2y}+F_{3y}+\dots\dots+F_{ny}=0$$

مثال:

د برېښنا يو گروپ د 10N په وزن د يوسيم په مرسته د خونې له چت څخه ځړول شوی او د سکون په حالت کې دی، د سيم د راکښلو قوه $(\vec{T})$ محاسبه کړئ.



(1-55) شکل

حل:

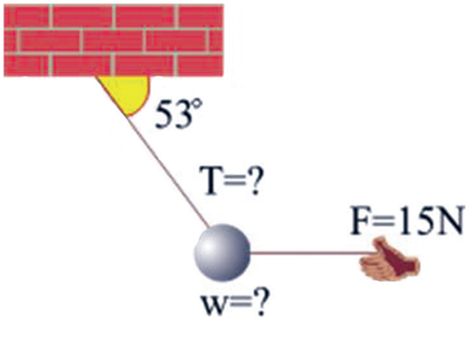
ځرنگه چې جسم د سکون په حال کې دی، نو عاملې قوې پرې د تعادل په حال کې دي يعني:

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

مثال:

يو جسم چې د تار په مرسته ځړول شوی دی د $15N$ يوې قوې په واسطه چې په افقي توگه يې عمل کړی او د شکل په څېر يې جسم په تعادل کې ساتلی، راکښل کېږي د راکښلو قوه چې پر تارعمل کوي محاسبه اوهم د جسم وزن په لاس راوړئ په داسې حال کې چې:

$\cos 53^{\circ}=0.6$ او $\sin 53^{\circ}=0.8$ دی.



(1-56) شکل

حل:

په دې ځای کې درې قوې چې د تعادل په حالت کې دي، پرجسم اغېزکوي، دا درې قوې عبارت دي له :

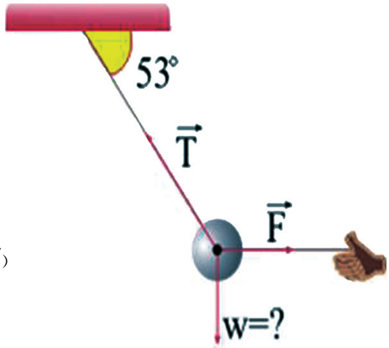
۱- د جسم د وزن قوه W، ۲- وارده قوه F چې پرجسم اغېزکوي ۳- د راکښلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړی دا درې قوې د قایمو مختصاتوسیستم ته انتقالوو. بیا د تعادل لومړنی شرط د X او Y په دواړو محورونوکې پر جسم تطبیقوو.

- د X پر محور باندې د تعادل د شرط تطبیق:

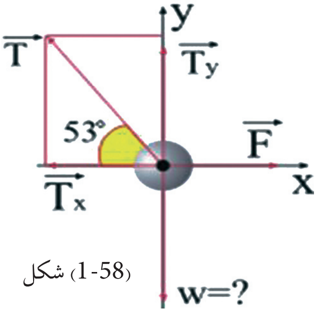
$$\sum F_x = 0$$

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

$$T \cdot \cos 53^\circ = 15N \rightarrow T \times 0 \cdot 6 = 15N \Rightarrow T = 25N$$



(1-57) شکل



(1-58) شکل

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

$$\sum F_r = 0$$

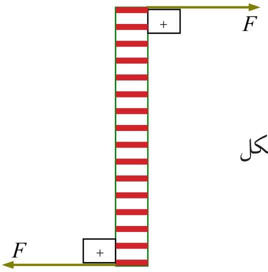
$$T_r - W = 0 \Rightarrow T_r = W$$

$$W = T \cdot \sin 53^\circ = 25N \times 0.8$$

$$W = 20N$$

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. (1-59)شکل ته نظر وکړئ. پر جسم محصله قوه مساوي له صفر سره ده، خو جسم د سکون په حالت کې نشي پاتې کېدای . له دې ځایه ویلای شو: د هغه جسم لپاره چې د تعادل په حالت کې واقع وي، یوبل شرط ته هم اړتیا ده.



(1-59) شکل

نو دویم شرط د دې لپاره چې یوجسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې باید د مومنتونو محصله (دتورکونو مجموعه) چې پرجسم اغیز کوي، مساوي له صفر سره وي. یعنې: $\sum M = 0$

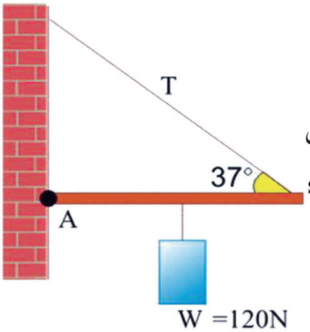
که چېرې د (n) په شمېر، قوې پرجسم مومنت تولید کړي، نو:

$$M_1 + M_2 + M_3 + ... + Mn = 0$$

که چیرې $\sum F = 0$ خو $\sum M \neq 0$ وي. په دې ځای کې جسم د انتقالي 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 ډېر سپک لاستي چې فرض کوو هیڅ وزن نلري، یو سر د A په نقطه او بل سر یې د یوې رسۍ په مرسته له یوه دیوال سره ترل شوی دی. یو جسم د شکل په څېر د $120N$ په وزن د لاستي له منځنی نقطې څخه ځړول شوی دی.



1. د T د راکښلو قوه په رسۍ کې پیداکړئ.
2. د R عکس العمل قوه چې دیوال یې په لاستي باندې د A په نقطه کې عمل کوي، څومره ده؟ په داسې حال کې چې ($\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$ او $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$) وي.

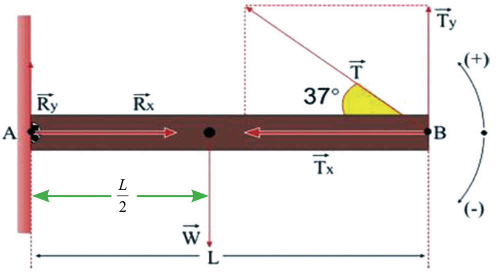
(1-60) شکل

حل:

هغه قوې چې پر جسم عمل کوي، په شکل کې ښودل شوې دي. Rx او Ry د هغو قوو مرکبې دي چې دیوال یې د لرگي په لاستي واردوي. هغه مومنتونه (تورکونه) چې Rx او Ry یې منځ ته راوړي، له صفر سره مساوي دي، ځکه دا دوې 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:

$\sum M_A = 0$ = د هغه محصلې مومنت چې د T او W د قوو لخوا تولیدیږي.

$$Ty \times L - w(L/2) = 0$$
$$(T \sin 37^\circ) L - 120(L/2) = 0$$
$$T \cdot 0,6 - 60 = 0$$
$$T \cdot 0,6 = 60$$
$$T = 100N$$



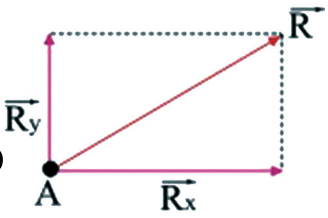
(1-61) شکل

د تعادل له لومړي شرط څخه لروچي

$$\sum F_x = 0$$
$$R_x - T_x = 0$$
$$R_x - 100 \cdot \cos 37^\circ = 0 \Rightarrow R_x = 100 \times \cos 37^\circ = 100 \times 0.8$$
$$R_x = 80N$$
$$\sum F_y = 0$$
$$R_y + T_y - w = 0$$
$$R_y + 100 \sin 37^\circ - 120 = 0$$
$$R_y = 120 - 100 \times 0.6$$
$$R_y = 120 - 60 = 60N$$

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

$$R^2 = R_x{}^2 + R_y{}^2$$
$$R^2 = 80^2 + 60^2 = 6400 + 3600$$
$$R = \sqrt{10000} \Rightarrow R = 100N$$
$$R = 100N$$



(1-62) شکل

د مومنت له فارمول څخه بل تعبیر (څرګندونه)

موږ لرو چې $M = F.d \sin\theta$

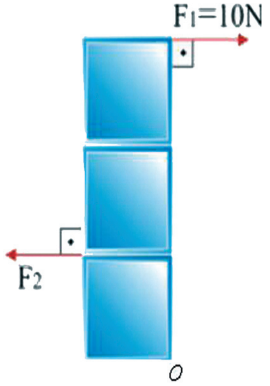
پورتنی افاده دا رنګه هم لیکلای شو $M = F(d.\sin\theta)$

پورتنی افاده کې $(d.\sin\theta)$، د دوران د نقطې او د قوې د اغېز د خط تر منځ عمودي واټن دی.

مثال:

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

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلای شو چې:

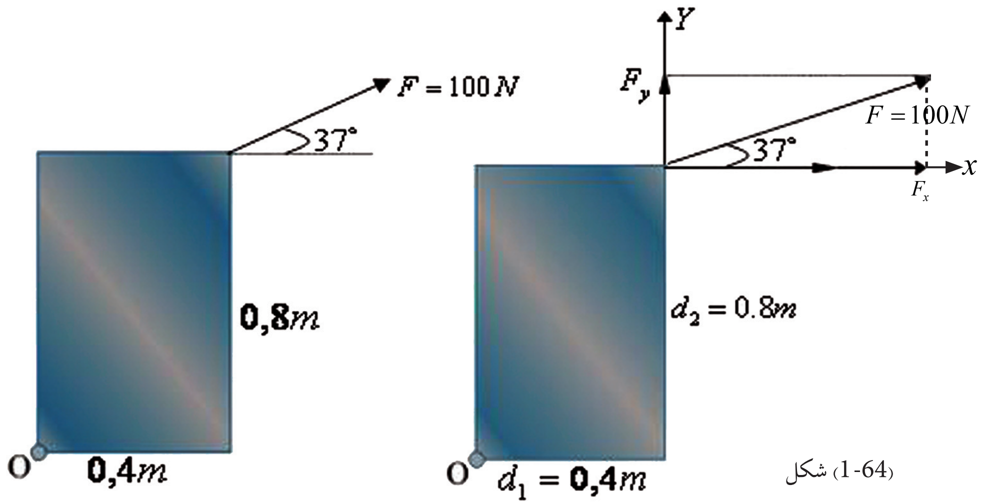


(1-63) شکل

$$\sum M = 0$$
$$F_2 d_2 - F_1 d_1 = 0$$
$$F_2 (1m) - (10N)(3m) = 0$$
$$F_2 = 30N$$

مومنت په لاندې تعبیرونه سره کولای شو دا رنګه افاده کړو:
که چیرې د دوران له محور څخه فاصله په عمودي قوه کې ضرب شي یا د قوې د دوران محور څخه د عمودي فاصلې د ضرب حاصل د مومنت څخه عبارت دی. په اکثرو عمومي حالتو نو کې هم د قوې له مرکبې څخه او هم د واټن له مرکبې څخه یعنې د دواړو مرکبو څخه چې سره جمع کېږي، د مومنت د مرکبې د پیداکولو لپاره ګټه اخېستل کېږي.

مثال: په لاندې شکل کې هغه مومنت چې د O نقطې پرشاوخوا منځ ته راځي، محاسبه کړئ.



(1-64) شکل

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلای شو:

$$M = (Fy)(0,4) - (Fx)(0,8)$$

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

$$M = (100N \times 0.6)(0.4m) - (100N \times 0.8)(0.8m)$$

$$M = 60 \times 0.4N \cdot m - 80 \times 0.8N \cdot m$$

$$M = 24.0N \cdot m - 64.0N \cdot m$$

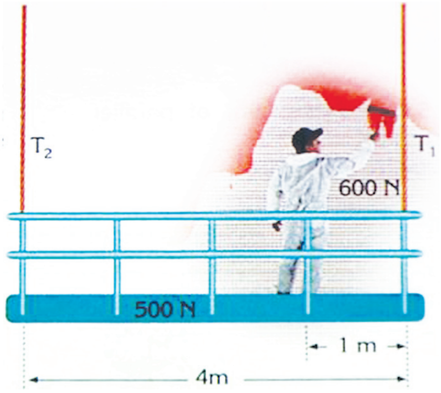
$$M = -40N \cdot m$$

د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل

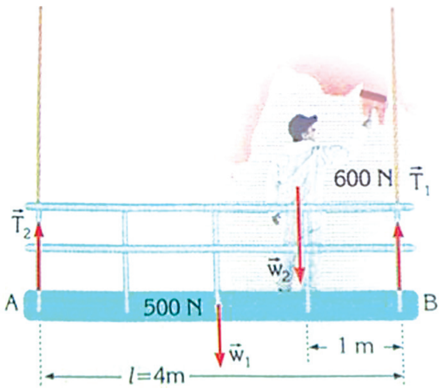
کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړي جسم مجموعي مومنت، پرته له دې چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوي دی، نو د دوران دنقطې موقعیت، په هر ځای کې چې د پرابلم (اوستونزو) د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کېدای شي.

مثال:

یو رنګمال چې 600 نیوټنه وزن لري شکل سره سم په یوه ټاکلي موقعیت کې د لرګي د خوازې له پاسه چې وزن یې 500 نیوټنه دی او د یوې رسۍ په مرسته ځړول شوی ولاړ دی او د یوال رنګوي. د راکښلو قوو کچه T_1 او T_2 چې په رسۍ عمل کوي، لاسته راوړئ (په سیستم کې له نورو وزنونو څخه صرف نظر کېږي).



(1-65) شکل



(1-66) شکل

حل:

لومړی د هغو قوو سکیچ چې په سیستم کې عمل کوي رسموو.
ځرنګه چې سیستم د تعادل په حالت کې دی، نوکولای شو چې د مومنتونو د تعادل اصل وکاروو د T_1 او T_2 قوو د محاسبې لپاره لومړی د A نقطه یعنې د T_2 قوې د اغېزې نقطه او بیا وروسته د T_1 قوې د اغېزې نقطه یعنې B ټاکو.

$$\sum M_A = 0$$

$$T_2 x_0 + T_1 \times 4 - 500 \times 2 - 600 \times 3 = 0$$

اویا

$$4T_1 - 100 - 1800 = 0$$

$$4T_1 = 2800 \Rightarrow T_1 = \frac{2800\,N \cdot m}{4m}$$

$$T_1 = 700\,N$$

او یا

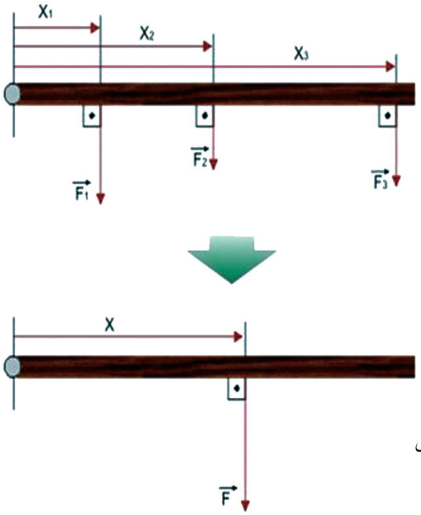
$$\sum M_B = 0$$ همدارنګه

$$T_1 \times 0 + T_2 \times 4 - w_2 \times 1 - w_1 \times 2 = 0$$

$$4T_2 = 600 \times 1 + 500 \times 2$$

$$4T_2 = 600 + 100 = 1600$$

نو $\Rightarrow T_2 = \dfrac{1600}{4} = 400N$



باید پام وکړو چې د $\sum F_Y = 0$ قوو تعادل، د T_1 او T_2 قوو د محاسبې لپاره وکاروو. 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 یوه یې وزنه سیم په بیلابیلو نقطو کې درې موازي قوې عمل کوي.

(1-67) شکل

که چیرې دا درې قوې له یوې قوې سره داسې تعویض شي چې پر دې جسم محصله قوه او محصله مومنت، د دوران مرکز د موقعیت په نظر کې نیولو پرته ثابت پاتې شي. د دې محصله قوې کچه او د اغېز نقطه محاسبه کړئ.

حل: څرنګه چې محصله قوې ثابتې باقي پاتې کېږي. نو لروچې: $F = F_1 + F_2 + F_3$

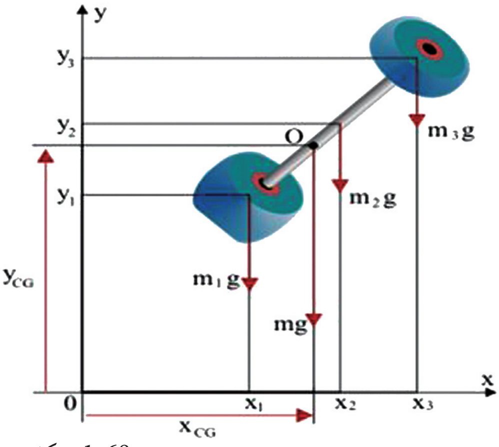
اوس د دوران د مرکز واټن د مومنت د تعادل له اصله، دا رنګه په لاس راوړو:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

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

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

څرنګه چې د ثقل د قوې اغېز د جسم په ټولو برخو دی او لوری یې تل د ځمکې د کُرې د مرکز په لوردی، نو لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، ټولې قوې په یوه لوري او په موازي ډول عمل کوي.



(1-68) شکل

د دي قوو محصله د جسم وزن تشکیلوي او د دي قوو د اغېز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه یادوي او په CG يې ښيي. د وزن یوه میله په دواړو سرونو کې له دوو مختلفو وزنونو سره، د قایمو مختصاتو په سیستم کې داسې په نظرکې نیسو چې ګواکې له درې برخو، یعنې په دوو انجامونو کې له دوو وزنونو اویوې میلې څخه جوړ شوی وي. د دې هرې یوې برخې وزن عبارت دی له: m_1g, m_2g او m_3g د میلې مجموعي وزن عبارت دی له: $mg = m_1g + m_2g + m_3g$

د O نقطه د mg قوې د اغېز نقطه ده.

د مومنت معادله په دې ډول لیکلای شو:

$$(m_1g + m_2g + m_3g)\, X_{CG} = m_i \cdot g \cdot x_1 + m_2 \cdot g \cdot x_2 + m_3 \cdot g \cdot x_3$$

څرنګه چې $m_3 + m_2 + m_1$ د جسم له مجموعي کتلې څخه عبارت دی، نو پورتنی معادله داسې ترتیبولای شو:

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

له ساده کولو وروسته لرو چې:

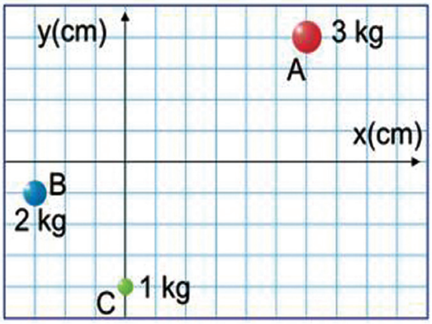
$$Y_{CG} = \frac{\sum(mx)}{\sum m}$$

د y محور لپاره لرو چې :

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

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

هغه نقطه چې فرض کیږي د جسم ټوله کتله هلته متمرکزه 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 یوه محیط کې چې د ثقل ساحه متجانسه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا یوه نقطه وي او په هغه محیط کې چې ثقل یا (جاذبه) نه وي، په هغه ځای کې وزن نشته او یوازې 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 جسمونوکتلې په ترتیب سره $2kg, 3kg$ او $1kg$ دي، د هغه سیستم د کتلوي مرکز مختصات چې دې دریو جسمونو جوړ کړي دي، پیداکړئ.

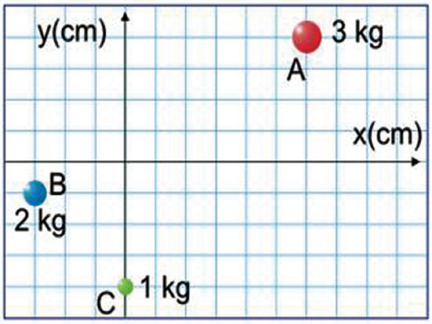
(1-69) شکل

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

$A(6cm, 4cm)$ (د $3kg$ کتلې مختصات)

$B(-3cm, -1cm)$ (د $2kg$ کتلې مختصات)

$C(0cm, -4cm)$ (د $1kg$ کتلې مختصات)



(1-70) شکل

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

$$X_{CM} = \sum(m \cdot X)/\sum m = (m_A \cdot X_A + m_B \cdot X_B + m_C \cdot X_C)/\ (m_A + m_B + m_C)$$

$$= (3kg)(6cm) + (2kg)(-3cm) + (1kg)(0cm)/(3kg + 2kg + 1kg)$$

$$= \frac{18kgcm - 6kgcm}{6kg} = \frac{12kg \cdot cm}{6kg} = 2cm$$ له ساده کولو وروسته لروچې:

$$Y_{CM} = \sum(m \cdot y)/\sum m = (m_A Y_A + m_B Y_B + m_C Y_C)/(m_A + m_B + m_C)$$

$$= (3kg)(4cm) + (2kg)(-1cm) + (1kg)(-4cm)/(3kg + 2kg + 1kg)$$

$$Y_{CM} = \frac{12kgcm - 2kgcm - 4kgcm}{6kg} = \frac{6kgcm}{6kg} = 1cm$$ له ساده کولو وروسته لروچې:

د لومړي څپرکي لنډيز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې د شکل او يا حالت د بدلون سبب ګرځي او په نړيوال SI سيستم کې يې بنسټيز واحدونه داين اونيوټن دي.
- کله چې څو متلاقي قوې پر يوه جسم عمل وکړي، يوه محصله قوه منځ ته راوړي چې د دې قوې کچه او لوری په هندسي توګه د وکتورونوله قاعدې څخه په ګټې اخيستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قاعدو په ګټې اخيستلو سره په لاس راځي.
- نقطه يي کتله د يو أيديال يا خيالي جسم له کتلې څخه عبارت ده چې ټول هغه مواد چې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره کاريدلي، په يوه نقطه کې متمرکز شوي وي.
- دوې قوې هغه مهال په تعادل کې واقع کيدای شي چې محصله يې له صفر سره يعنې $\sum F = 0$ شي او دا په داسې حالت کې شوني ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي او لوري يې سره مخالف وي.
- د محاسبې په طريقه د څو قوو د محصلې د پيداکولو لپاره لومړی ټولې قوې د قايمو مختصاتو په سيستم کې د X او Y په مرکبو تجزيه کوو، بيا وروسته د قوو له مرکبو څخه په ګټې اخيستلو، محصله قوې او هغه زاويې چې د X او Y له محوروونو سره يې جوړوي، حسابيدای شي. کله چې د محصله قوې د هرې يوې مرکبې مجموعه له صفر سره مساوي کړو، په دې صورت کې تعادل منځ ته راځي اود څو قوو محصله په لاس راځي.
- کله چې دوې مساوي او موازي قوې چې د متقابلو لورو لرونکې وي، عموماً پر يوه محور او د جسم په دوو بيلابيلو نقطو اغيز وکړي، دوی ته جوړه قوې (د قوو زوج) وايي.
- د قوې يو زوج د دوران موقعيت(د دوران نقطې) ته له نظر کولو پرته، تل د دوران د همدې يوه مومنت لرونکې وي.
- يوجسم د سکون په حالت کې دی او يا دا چې د سکون په حالت کې پاتې کيږي، ويل کيږي چې د ستاتيک تعادل په حالت کې دی، خو هغه جسم چې په يوه ثابت سرعت د حرکت او يا د دوران په حال کې وي، وايي چې دا جسم د ديناميک تعادل په حالت کې دی.
- د دې لپاره چې يو جسم د تعادل په حال کې وي، دوه لاندينې شرطونه بايد ولري.

1 - پرجسم د ټولو عمل کوونکو قوو محصله (وکتوري جمع) بايد له صفر سره مساوي وي، يعنې: $\sum F = 0$

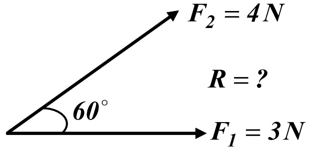
2 - د محصله مومنت (د مومنتونوجمع چې پرجسم اغيز لري)بايد له صفر سره مساوي وي يعنې: $\sum M = 0$

- د قوې دوراني اغيزې ته مومنت (ترک) وايي چې موږ يې په M ښيو او د يوناني تورو په (τ) هم ښودل شوی دی چې: $M = F \cdot d \sin\hat{\theta}$
- مومنت د ساعت د ستنې په لوري اويا دهغې په مخالف لوري عمل کولای شي.
- يوجسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط يې بشپړ کړی دی، له دې سره بياهم کولای شي د تعادل په حالت کې نه وي، يعنې کيدای شي پر جسم د محصله قوې مقدارصفروي، خو جسم د سکون په حالت کې نه دی.
- د يوه جسم د ثقل مرکز مختصات د وضعيه کميتونه په قايم سيستم کې له لاندې معادلو څخه لاسته راځي:

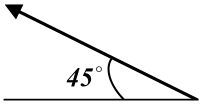
$$X_{CG} = \sum(mx)/\sum m \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum(my)/\sum m$$

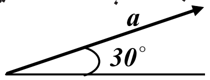
د لومړي څپرکي پوښتنې

1 - قوه تعریف کړئ او په نړیوال (SI) سیستم کې یې بنسټیز (اساسي) واحدونه بیان کړئ.
2 - ولې قوه یو وکتوري مقدار ده؟
3 - دوې غیر موازي کیفي قوې انتخاب کړئ او محصله یې د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په طریقه رسم کړئ.
4 - لاندې شکل په نظر کې ونیسئ د قوو محصله یې په الجبري طریقه محاسبه کړئ



5 - نقطه یي کتله تعریف کړئ او د نقطه یي کتلې درې بیلګې بیان کړئ.
6 - د عمل قوه تل د............... له قوې سره مساوي، خو د متقابل.................. لرونکې وي
7 - هغه جسمونه چې د هغو .... د هغو د اتکا له .... څخه پورته واقع وي د........ ...... په حالت کې قرار لري.
8 - هغه مومنت چې یوه قوه یې د دوران په پیښه کې تولیدوي، له کومو دریو پارامترونو سره اړیکې لري، بیان یې ولیکئ.
9. هغه مومنت چې د $25N$ قوې په واسطه پر هغه میلې چې اوږوالی یې $0,5m$ دی، تولیدکېږي، محاسبه کړئ.
10 - د لاندې هرې محصله قوې مرکبې په هندسي طریقه ترسیم کړئ.





11. په یوه جوړه قوه کې د دوران د مومنت د ریاضي رابطه د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره، د هغو د اغېز د خطونو د L له متقابل واټن سره ولیکئ
12. که چېرې د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له یوه څخه تېر شوی وي، خو له هغو څخه خارج واقع وي، په دې صورت کې د مومنت دوران څنګه ارایه کېږي؟ ریاضي رابطه یې ولیکئ.
13. د هغه تورک کچه چې د $3N$ قوې د اغېز له امله پر یوې دروازې په $0.25m$ عمومي واټن د دوران له محور څخه په $(0.25m)$ عمودي فاصله تولیدیږي، محاسبه کړئ.
14. یوه ساده رقاصه له $3Kg$ نقطه یي کتلې سره د یوه نري تار په سر کې چې اوږدوالی یې $2m$ دی، ځړول شوې، د محور له یوې نقطې سره وصل شوې ده.

a- د محور ددې نقطې په شاوخوا کې د ځمکې د جاذبې قوې په مرسته تولید شوی تُرک حساب کړئ، په داسې حال کې چې د 5° زاویه په عمودي ډول له محور سره جوړه کړې.

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

15. د یو موټر پر ویل د پیچ د خلاصولو لپاره لازم تورک $40\,Nm$ دی، هغه ډېره کمه قوه چې باید یو میخانیک یې د $3cm$ رېنچ پر سر باندې د پیچ د خلاصولو لپاره واردوي، څومره ده؟

16. که د یوې خزانې د پیداکولو لپاره په یوه نقشه کې د لورو تعقیبولو لپاره، یو لاروی لومړی $45m$ د شمال په لورځي، بیا راګرځي او $7.5m$ د ختیځ په لور قدم وهي، خزانې ته د لاروي د رسېدو لپاره، باید نوموړی څومره واټن په مستقیم ډول ووهي؟ د خزانې موقعیت د وضعیه کمیاتو په سیسټم کې وښیئ.

17. یوه لارۍ پر یوې غونډۍ چې 15° ځوړوالی لري، حرکت کوي،که چیرې لارۍ $22\dfrac{m}{s}$ ثابت سرعت ولري، د لارۍ د سرعت عمودي اوافقي مرکبې پیداکړئ.

18. د یوې پیشو په واسطه د وهل شوي واټن عمودي او افقي مرکبې چې $5m$ په عمودي ډول ونې ته ختلې ده، پیداکړئ.

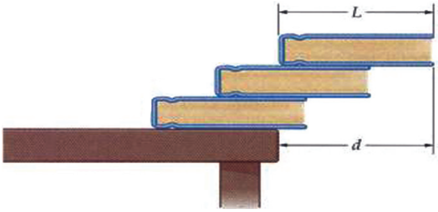
19. یوه الوتکه د ځمکې له سطحې سره موازې، لومړی $75Km$ واټن له 30° زاویې سره دشمال لویدیځ په لور او دویم واټن $155\,Km$ له 60° زاویې سره د شمال ختیځ په لور الوتنه کوي. دالوتکې په واسطه ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

20. د منتجه سرعت د وکتور کچه او لوری په لاندې سرعتونو کې چې په خپلو کې عمود دي پیداکړئ.

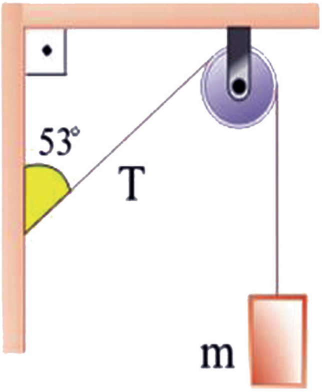
a- یوکب نسبت اوبو ته د یوه سیند په استقامت چې په $5\,m/s$ سرعت حرکت کوي، د $3\,m/s$ په سرعت لامبو وهي.

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

21. درې هم شکله او هم وزنه کتابونه د L په اوږدوالي د شکل په څېر یو دبل پرمخ ایښودل شوي دي. د d مخ ته راوتلی اعظمي واټن چې کتابونه پکې په تعادل کې وي او سقوط ونه کړي، پیداکړئ.



22. یوه متجانسه میله د $4.25m$ په اوږدوالي او $47Kg$ کتلې سره چې له یوه محور سره یې یو سر پر دیوال ایښی دی، په افقي توګه د یوه سیم په مرسته له بل سر سره تړل شوي ده. سیم له افق سره 30° زاویه جوړوي او سیده د میلې پر محور نصب شوی دی. که چیرې سیم وکولای شي د راکښلو $1400N$ قوې په وړاندې مخکې له دې چې وشلیږي، مقاومت وکړي. له دیوال څخه په څومره واټن یوتن له $68Kg$ کتلې سره پر میله باندې کیناستلای شي، ترڅو سیم وشکیږي؟



23. په یوې رسۍ کې د T راکښلوقوه 30N ده، لکه چې په شکل کې وینئ جسم د تعادل په حالت کې دی.

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

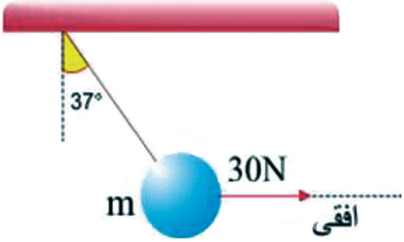
$\sin 53^\circ = 0,8 \qquad \cos 53^\circ = 0,6$

$g = 10N/kg$

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

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

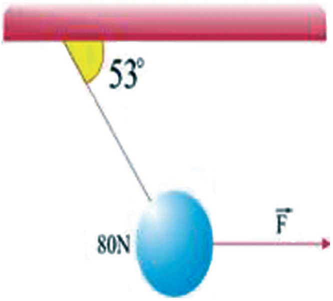
$g = 10N/kg$



25. لکه څنګه چې په شکل کې وینئ، یو جسم له 80N وزن سره د یوې رسۍ په مرسته ځړول شوی او د یوې افقي قوې F په واسطه راکښل کیږي.

a - په رسۍ کې د راکښلو قوه پیداکړئ.

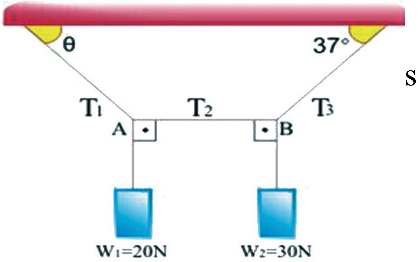
b - د F قوه محاسبه کړئ.



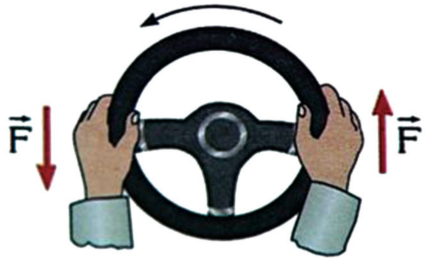
$\cos 53^\circ = 0,6 \qquad \sin 53^\circ = 0,8$

26. هغه سیستم چې تاسو یې په شکل کې ګورئ، دوه جسمونه یکې د $W_1 = 20N$ او $W_2 = 30N$ وزنونو سره د رسۍ په مرسته له چت څخه ځړول شوي او د تعادل په حالت کې دي.
که چیرې د AB رسۍ افقي وي، د T_1, T_2, T_3 د راکښلو قوې محاسبه کړئ او همدارنګه د θ زاویې قیمت پیداکړئ.

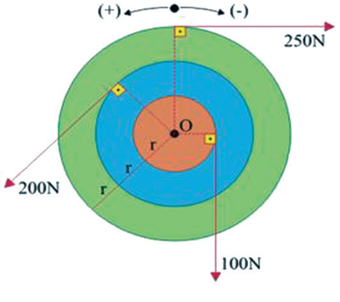
$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6 \quad \sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$



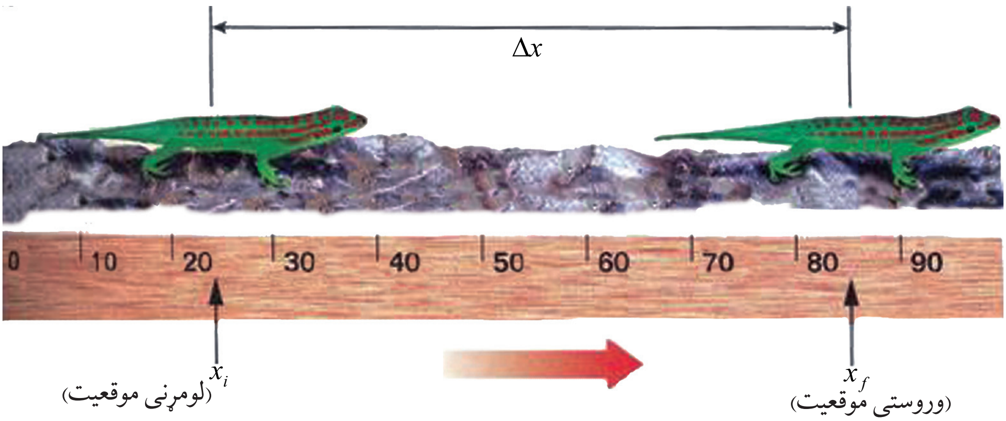
27. یو ډریور د F یوه قوه، لکه چې په شکل کې یې وینئ، د خپلو لاسونو په مرسته دګاډي په شترنګ واردوي، که چیرې د اشترنګ څرخ د d شعاع ولري، پیداکړئ:
a- محصله قوه
b- د محصلې مومنت چې د شترنګ پر څرخ عمل کوي.



28. درې ټیکلي (ډسکونه)، لومړنی د r په شعاع، دویم د $2r$ په شعاع او دریم یې د $3r$ په شعاع یوله بله سره داسې تړل شوي دي چې ټول یې د O نقطې په شاوخوا د $200N, 100N$ او $250N$ قوو په اغېزکولو سره دوران کوي.
که چیرې شعاع $r = 0.1m$ وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سیستم باندې عمل کوي، پیداکړئ.



یو بعدي حرکت



لکه څنګه چې پوهېږو، 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 غورځېدل ټول په حرکت کې دي. کله چې د ښوونځي په لاره کې خپل شاوخوا ته وګورئ، د حرکتونو ډولونه ګورئ؟ د دې حرکتونو د څېړلو لپاره له کوم علم څخه باید ګټه واخلو؟ لکه څنګه چې پوهیږئ، ډینامیک چې دمیخانیک یوه برخه جوړوي، د اجسامو حرکت او د حرکت اړیکې له یو شمېر فزیکي مفاهیمو لکه قوه او کتله ترمطالعې لاندې نیسي.

مونږ په دې څپرکي کې د اجسامو حرکت د موقعیت (مکان) او زمان د مفاهیمو څخه په ګټې اخیستلو، پرته له دې چې پر اجسامو وارده قوې په نظر کې ونیول شي، مطالعه کوو چې د میخانیک فزیک دا برخه د سینماتیک په نامه یادوي.

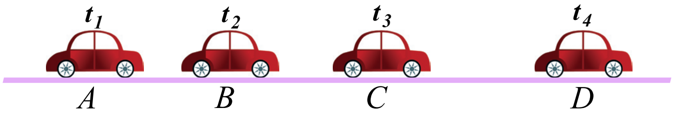
تاسو به د دې څپرکي په پای کې د حرکتونو د ډولونو په هکله ډېر څه زده کړئ، آیا د دې ډول حرکتونو بشپړ تصویر به په خپلو ذهنونو کې تر سیم کولای شئ؟ دې ډول پوښتنو ته چې د یوه مستقیم خط په امتداد حرکت څه شی دی؟ د یو متحرک جسم موقعیت او بدلون مکان څه شی دی؟ او د دې په څېر نورو پوښتنو ته به ځوابونه ووایاست.

همدا رنګه د دې څپرکي په پای کې به د سینماتیک منځنی سرعت او په یو بعدي حرکت کې دهغه اړیکې، د موقعیت د موقعیت بدلون او د حرکت معادلو اصطلاحګانو تشریح او د $(X-t)$ او $(V-t)$ ګرافونو تحلیل، د لحظه یي سرعت تعریف او تشریح ، منځنی 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 او د جسمونو د آزاد سقوط تحلیل او څېړنه د ثابت تعجیل حرکت د یوې بیلګې په توګه او ځینو نورو مفاهیمو سره بلدتیا لاسته راوړئ.

2-1: د مستقیم خط په امتداد حرکت

د مستقیم خط په امتداد حرکت ته یو بعدي حرکت هم وایي چې په هغه کې د حرکت مسیر، مستقیم خط دی. لاندې مثال د دې ډول حرکت د مفهوم د پېژندلو لپاره خورا ښه بېلګه ده:

د یوموټر په څېر یو متحرک جسم په نظر کې ونیسئ چې په یو مستقیم مسیر په حرکت کې دی. (2-1) 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 یوه مستقیم مسیر پرمخ ښیي.



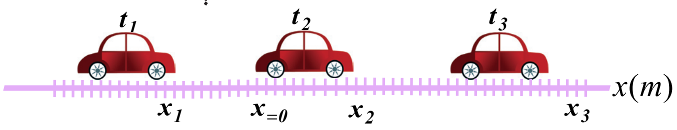
(2-1) شکل،
د مستقیم خط په امتداد حرکت

د یومستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چیرې مبدأ د مسیر پرمخ اختیار کړو، د موقعیت او مکان بدلون وکتورونه هم لوري دي، دا د دې لامل ګرځي چې محاسبه د دې وکتورونو پرمخ په آسانۍ سره ترسره شي.

بحث وکړئ:

د یوګړندي (تېز رفتار) په څېر یو متحرک په نظرکې ونیسئ چې په یو مستقیم سړک په حرکت کې دی.
د دې موټر د حرکت ډول په ټولګي کې له اړوندو ډلوسره تر بحث لاندې ونیسئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

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



(2-2) شکل

لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کیږي، t_1, t_2 او t_3 په لحظو کې د متحرک جسم موقعیتونه په ترتیب سره $x_1 = -3m$, $x_2 = +3m$ او $x_3 = 9m$ دي.

2-2: موقعیت (مکان) او د موقعیت بدلون

د اجسامو موقعیت او د مکان بدلون څنګه څېرلی شو؟ د یوه جسم د حرکت د وضعیت او څېړلو لپاره څه باید وکړو؟ د دې لپاره چې موقعیت او د مکان بدلون تعریف کړای شئ، لاندې فعالیت ترسره کړئ:

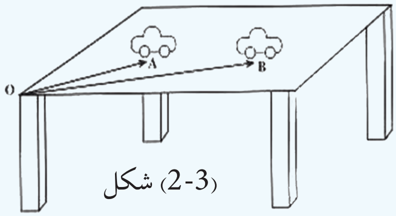
فعالیت:

اړین مواد: د لوبو یا لابراتواري موټر، خط کش، مېز

کړنلاره:

1 - موټر د مېز پرمخ په یو ټاکلي موقعیت کې کیږدئ او فاصله یې د مېز له یوې څنډې (مبدأ) څخه د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OA په وکتوریې وښیئ.

2 - د شکل په څېر موټر کې له لومړني موقعیت څخه بې ځایه او په یو بل موقعیت کې یې کېږدئ او بیا وروسته د مېز له همغه څنډې څخه چې په لومړۍ مرحله کې مو اندازه کړې ده (لومړنۍ مبدأ)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OB په وکتوریې وښیئ.



(2-3) شکل

اوس لاندې پوښتنوته ځواب ووایئ:

1. آیا د موټر موقعیتونه په دواړو مرحلوکې یوشی وو؟
2. موټر په کومه اندازه د موقعیت بدلون کړی؟
3. د دواړو حالتونو ترمنځ څه شی په مشترکه توګه وینئ؟ توضیح یې کړئ.

په یقین سره هغه موټر چې د مېز پرمخ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کې د A په موقعیت کې او د t_2 په لحظه کې د B په موقعیت کې دی.

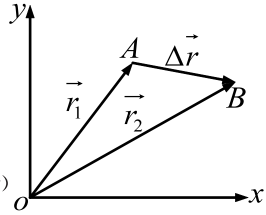
نو د موټر موقعیت په دواړو مرحلوکې یوشی نه دی.

په پورتنۍ فعالیت کې هغه مشترک عنصر چې د موټر A او B دوو موقعیتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مبدأ څخه دي. د $\overrightarrow{OA}$ او $\overrightarrow{OB}$ وکتورونو ته په ترتیب د t_1 او t_2 وکتورونه وایو. له پورتني فعالیت څخه کېدای شي لاندې پایلوته ورسیږو:

1 - د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې په هره لحظه کې د جسم موقعیت ټاکي چې د دې وکتور پیل، د وضعیه کمیتونو مبدأ او انجام یې د جسم موقعیت دی او په معمول ډول یې د $\vec{r}$ په توری ښیي.

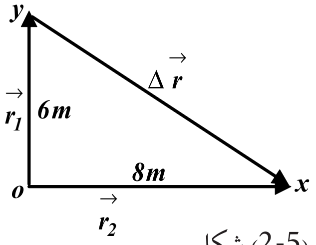
2 - د یوه متحرک د موقعیت بدلون د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې هغه وکتور دی چې پیل یې د متحرک موقعیت د t_1 په لحظه کې او انجام یې د متحرک موقعیت د t_2 په لحظه کې دی.

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



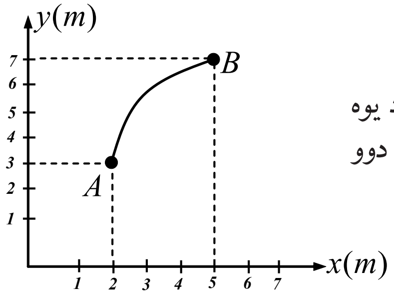
(2-4) شکل

مثال: د یوه متحرك 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 د هغو ترمنځ زاویه $90°$ وي، د مکان بدلون اندازه د دې دوولحظو ترمنځ څومره ده؟



شکل (2-5)

حل: د شکل په پام کې نیولو سره د موقعیت د بدلون وکتور $(\overrightarrow{\Delta r})$ د قایم الزاویه مثلث له وتر څخه عبارت دی، چې ضلعې یې $6m$ او $8m$ دي، له دې کبله د مکان د موقعیت بدلون برابر دی له:
$$\overrightarrow{\Delta r}=\sqrt{6^2+8^2}=\sqrt{36+64}=\sqrt{100m^2}=10m$$

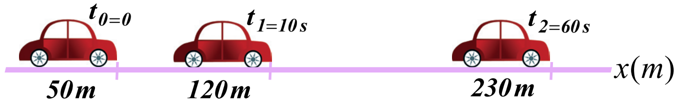


تمرین: په لاندې شکل کې د یوه متحرك مسیر د AB د یوه منحنې پر مخ ښودل شوی دی. د مکان بدلون وکتور د A او B دوو نقطو ترمنځ رسم کړئ اوقیمت یې لاس ته راوړئ.

2-3: منځنی (متوسط) سرعت

لکه څنګه چې د نهم ټولګې په فزیك کې مو ولوستل، یو متحرك جسم د مختلفو عواملو له کبله نشي کولای مساوي واټنونه په مساوي وختونوکې ووهي. په دې حالت کې په مستقیم مسیر باندې د جسم حرکت د ځانګړتیاوو د بیانولو لپاره، دمنځنې سرعت له اصطلاح څخه ګټه اخلو.
د منځنې سرعت د اصطلاح د ښه درك لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:

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



شکل (2-6)

الف). د t_1-t_0 او t_2-t_1 په زماني شیبو کې د موقعیت د بدلون کچه پیداکړئ.
ب). په هره زماني شیبه کې موټر په منځنی توګه په هره ثانیه کې د موقعیت څومره بدلون کړی دی؟

حل: الف). د موقعیت بدلون په $\Delta t=t_1-t_0=10s$ زماني انټروال کې مساوی دی له: $\Delta x=x_1-x_0=120-50=70m$ سره او د موقعیت بدلون په $\Delta t=t_2-t_1=50s$ زماني انټروال کې مساوي دی له $\Delta x=x_2-x_1=230-120=110m$ سره.

ب). په هر ټاکلي وخت باندې د هغو د اړوندې وهل شوې فاصلې په وېشلو سره، معلومېږي چې متحرك په هره ثانيه کې څومره د موقعيت بدلون کړی دی.

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

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

په دې توګه په يو زماني انټروال کې د مکان د بدلون په معلومولوسره کولای شو، په انټروال کې د هرې ثانيې د مکان د بدلون اوسط پيدا کړو چې هغه ته په زماني انټروال کې منځنی سرعت وايي. منځنی سرعت د $\bar{V}$ په علامې ښيو او لرو چې:

$$\bar{V}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\,..........(2-1)$$

چې د SI په سيستم کې د منځنی سرعت د اندازه کولو واحد m/s دی. منځنی سرعت وکتوري کميت دی چې د مکان د بدلون له وکتور سره هم لوری دی.

فعاليت:

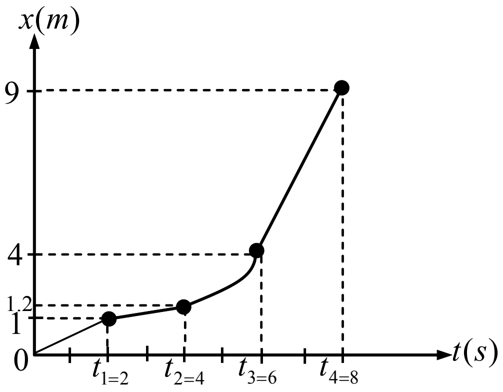
اړين مواد: فيته يي متر، زمان سنج (ستاپ واچ)

کړنلاره: له خيل يوه ټولګيوال څخه وغواړئ چې په ټولګي کې په يو مستقيم خط په لاره ولاړشي. وروسته تاسو په متر د x فاصله او د زمان سنج په مرسته د t وخت په لاس راوړئ او په پايله کې دهغه حرکت منځنی سرعت حساب کړئ.

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

a- په يوه جدول کې هر زماني انټروال يعني له صفر څخه تر $2s$, $2s$ څخه تر $4s$, $4s$ څخه تر $6s$, $6s$ څخه تر $8s$ او د هر انټروال د مکان بدلون وښيئ.

b- په هر يو زماني انټروال کې د متحرك منځنی سرعت څومره دی؟



(2-7) شکل

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

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

د b جزء حل:

$$\overline{V_1} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{1}{2} m/s$$

$$\overline{V_2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{0.2}{2} = \frac{1}{10} m/s$$

$$\overline{V_3} = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{2.8}{2} = 1.4 m/s$$

$$\overline{V_4} = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{5}{2} = 2.5 m/s$$

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

a) له 1 څخه تر 2 ثانیو،

b) له 1 څخه تر 1.1 ثانیې،

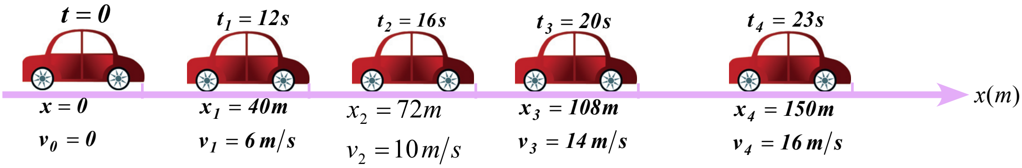
c) له 1 څخه تر 1.01ثانیې او

d) له 1 څخه تر 1.001 ثانیو پیداکړئ.

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 وګورو، 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 (8-2) شکل کې چې يو موټر په مستقيم مسير کې د حرکت په حال کې دی، په بيلابيلو وختونوکې يې سرعت بدلون مومي. هغه موقعيت او فاصلې چې د موټر سرعت سنج د $0s$ ، $12s$ ، $16s$ ، $20s$ $23s$ په لحظوکې ښيي، په شکل کې ښودل شوي دي.



(8-2) شکل

الف) په يوه جدول کې t_4-t_1 ، t_3-t_1 او t_2-t_1 زماني انټروالونه، د موقعيتونو بدلون او منځني سرعتونه وليکئ.
ب) په کوم زماني انټروال کې، منځنی 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 چې په جدول کې لیدل کیږي د $t_2 - t_1$ په زماني انټروال کې منځنی سرعت، د $t_3 - t_1$ او $t_4 - t_1$ له انټروالونو څخه لږ دی.

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

منځنی سرعت په هغه حدکې چې د وخت انټروال ډېر کمیږي، د لحظه یې سرعت په نامه یادیږي، په ډېره دقیقه توګه ویلای شو: کله چې t_1، t_2 ته نژدې کیږي یعني د Δt قیمت صفر ته تقرب کوي، د $\overline{V_x} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ نسبت، د جسم لحظه یې سرعت د t_1 په زمان کې راښيي، لیکلای شو چې لحظه یې سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي یعني:

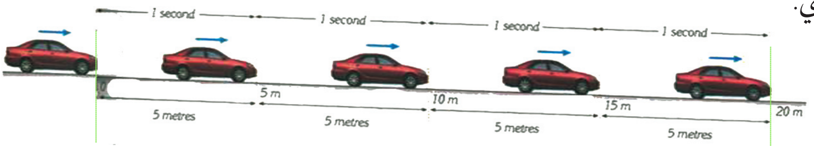
$$V_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} ....(2-2)$$

څېړنه وکړئ:

په دې هکله چې څنګه کولای شو د $(x-t)$ له ګراف څخه په ګټې اخیستلو سره، د یوه متحرک لحظه یې سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانګړو ډلو په توګه پلټنه وکړئ او پایلې یې وړاندې کړئ.

2-4: د موقعیت - زمان ګراف $(x-t)$

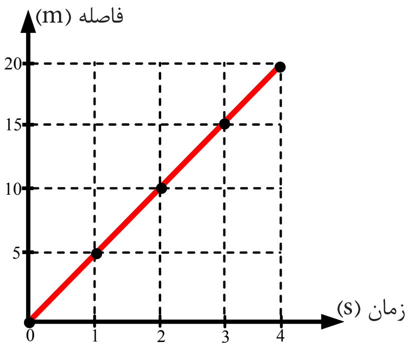
هغه موټر په نظرکې ونیسئ چې په ترتیب سره د $t_1 = 1s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$ په زماني انټروالونوکې د لاندې (2-9) شکل په څېر په $x_1 = 5m, x_2 = 10m, x_3 = 15m$ او $x_4 = 20m$ موقعیتونه غوره کوي.



(2-9) شکل

د دې متحرك (موټر) د حرکت د موقعیت څرګندولو لپاره له کوم ډول ګراف څخه باید ګټه واخلو، تر څو وکولای شي په مختلفو وختونو کې د جسم موقعیت په ښه توګه وښيي؟

د موقعیت - زمان $(x-t)$ له ګراف څخه کار اخیستل به د دې پوښتنې ځواب وي. په ډېرو مواردو کې د دې ګراف رسم د حرکت د څېړلو لپاره مناسب دی. د دې ګراف د رسمولو لپاره معمولاً وخت (t) د افقي محور پرمخ او موقعیت (x) د قایم محور پرمخ ټاکو. په پایله کې د نوموړي موټر لپاره به د $(x-t)$ ګراف په لاندې توګه وي:



(2-10) شکل

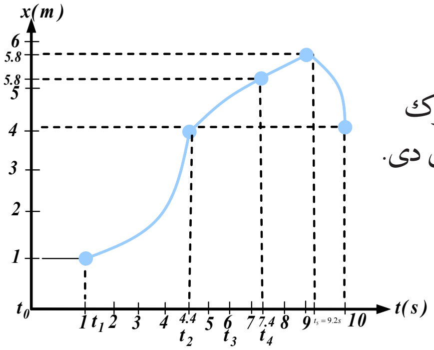
لکه څنګه چې په ګراف کې ليدل کيږي، متحرک (موټر) په هره ثانيه کې مساوي واټنونه وهي.له دې ګراف څخه په ګټې اخيستلو سره په آسانی موندلی شو چې متحرک په هره لحظه کې په کوم موقعيت کې اوسي، د مکان بدلون يې د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی.

د مثال په توګه: په ګراف کې ليدل کيږي چې متحرک د $t_2 = 2s$ په لحظه کې د مبدأ په لس متري کې دی يا د $\Delta t = 1s$ په انټروال کې يې د مکان بدلون $\Delta x = 5m$ دی. ددې ډول ګراف د ښې پېژندنې لپاره لاندې فعاليت په ډله ييزه توګه په خپل ټولګي کې عملي کړئ.

فعاليت:

لاندې جدول د يوه متحرک جسم واټن تر مبدأ پورې په ورکړل شوو لحظو کې ښيي د متحرک د $(x-t)$ ګراف رسم کړئ

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



تمرين: د لاندې شکل د $(x-t)$ په ګراف کې يو متحرک چې د مستقيم خط پرمخ په حرکت کې دی، ښودل شوی دی.

الف: د $t_1 - t_0$ ، $t_2 - t_1$ او $t_5 - t_2$ په زماني انټروالونو کې د متحرک د موقعيت بدلون څومره دی؟

ب: له مبدأ څخه د متحرک تر ټولو لويه فاصله (اعظمي واټن) څومره دی او متحرک به د وخت په کومه لحظه کې اوسي؟

ج: د t_4 څخه تر t_5 زماني لحظه کې د موقعيت بدلون څومره او په کوم لور دی؟

2-5: تعجیل یا شتاب

تعجیل څه شی دی؟ د منځنی تعجیل او لحظه یي یا وقفه یي تعجیل ترمنځ څه توپیر دی؟

لکه څنګه چې تاسو پخوا د نهم ټولګي په فزیک کې لوستي دي، کله چې یو متحرک مساوي واټنونه په مساوي وختونوکې ونه وهي، دې ډول حرکت ته، تعجیلي حرکت وايي.

کله چې یو موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، د موټر سرعت سنج ښيي چې سرعت یې ورو ورو زیاتیږي او برعکس د برک نیولو پرمهال، سرعت یې په تدریج سره کمیږي، دا چې په پورتنیو دواړو حالتونوکې د متحرک سرعت بدلون مومي، نو د متحرک حرکت یو تعجیلي حرکت دی، نه یو ډوله (یونواخت). منځنی تعجیل د وخت په یوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی، که چیرې د سرعت بدلون د Δt په زماني انټروال کې له Δv سره مساوي وي، نو:

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad ....(2\text{-}3)$$

له پورتنی معادلې څخه کولای شو، په آسانی سره د تعجیل واحد چې له $(\frac{m}{s^2})$ څخه عبارت دی، په لاس راوړو.

مثال: د یوه متحرک سرعت د $t_1 = 20s$ په لحظه کې له $10\,m/s$ سره مساوي دی او د $t_2 = 45s$ په لحظه کې له $20\,m/s$ سره مساوي دی. منځنی تعجیل یې د t_2, t_1 دوو لحظو ترمنځ څومره دی؟

حل:

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

لحضوي تعجیل (شتاب)

په تعجیلي حرکت کې هم ویلای شو چې متحرک په هره لحظه کې یو تعجیل لري چې لحظوي تعجیل په نامه یې نوموو. لکه څنګه موچې په لحظه یي سرعت کې ولیدل، په دې ځای کې هم که د $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ په رابطه کې، Δt ډېر کوچنی شي، منځنی تعجیل له لحظه یي تعجیل سره ډېر نژدې کیږي، اوس کولای شو لحظه یي تعجیل د لحظه یي سرعت په څېر په ډېر دقیق ډول تعریف کړو:

لحظه یي تعجیل د منځني تعجیل له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي.

که چیرې لحظه یي تعجیل په a_x وښیو، د پورتنیو تعریفونو پر بنسټ لیکلای شو:

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

د سرعت- زمان ګراف $(v-t)$

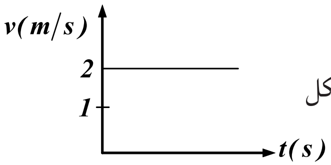
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړ، د مکان – زمان ګراف $(x-t)$، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله لکه سرعت یا د متحرك مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب معلومات ترلاسه کړو، په همدې ډول د سرعت – زمان $(v-t)$ له ګراف څخه هم کولای شو د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت- زمان $(v-t)$ ګراف د ترسیم لپاره د وضعیه کمیتونو د مختصاتو په سیستم کې د y قایم محور د سرعت او د x افقي محور د زمان یا وخت لپاره وټاکو او په همغه ترتیب چې مو د زمان موقعیت $(x-t)$ ګراف په هکله کړنه ترسره کړې وه، دا ګراف هم هماغسې رسموو.

مثال: یو متحرك له ثابت سرعت سره د یومستقیم مسیر پرمخ حرکت کوي. د $t_1 = 2s$ په لحظه کې په 5 متري واټن کې او د $t_2 = 12s$ په لحظه کې له مبدأ څخه په 25 متري واټن کې موقعیت لري، د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

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

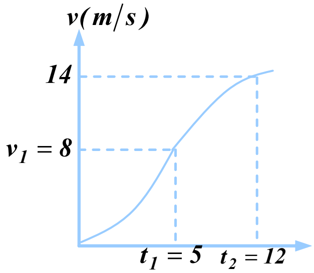
څرنګه چې په یو ډوله (یوه نواخت) حرکت کې سرعت ثابت وي، نو د سرعت – زمان ګراف $v-t$ د زمان یا وخت له محور سره موازي د یومستقیم خط شکل لري.



(2-11) شکل

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

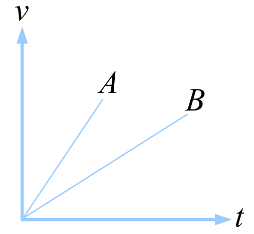


تمرین: لاندې شکل د یو متحرك $(v-t)$ ګراف راښیي، توضیح یې کړئ:

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

ب: د t_1, t_2 دوو لحظو څخه په کومې یوې کې تعجیل ډېر دی؟

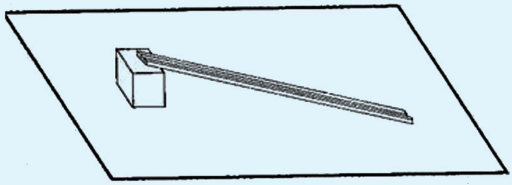
تمرين: د A , B دوو متحركو د $(v-t)$ گراف په لاندې شكل كې وركړل شوى دى. د دې دوو متحركو تعجيل سره پر تله كړئ،



فعاليت:

داړتياوړ وسايل:

1. جريداره تخته د پردې لرگيو له ميلوسره چې دوه متره اوږدوالى ولري
2. د لرگيو مكعبونه چې $4cm$ پنډوالى ولري
3. ښيښه يي گلولې يافلزي ساچمې
4. زمان سنج (كرونومتر)
5. فيته يي متر



(12-2) شكل

كړنلاره:

له (12-2) شكل سره سم د پردې لرگي د ميلې يو سر د لرگيو پر يوه مكعب كيږدئ. يوه ښيښه يي گلوله د ميلې د هغه بل سر چې پر مكعب مو ايښى، له نيم مترى څخه يې خوشې كړئ او په دې لحظه كې كرونومتر په كار واچوئ. كـولاى شـئ هغـه لحظه چې گلوله پرمكعب (د مسـير پر پاى) لگـيږي، كرونومتر ودروئ. آزمايښـت د $1m$,$1.5m$ او $2m$ فاصلوليپاره تكرار كړئ. پايله په لاندې جدول كې وليكئ او د $(x-t)$ له مخې گراف رسم كړئ ازمايل شوې پايله تجزيه او تحليل كړئ.

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

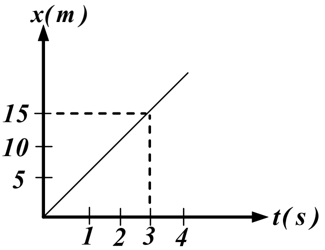
که چیرې د یوه متحرک جسم لحظه یي سرعت چې پرمستقیم مسیر حرکت کوي، په ټولو لحظوکې یو شان وي، حرکت یې یو نواخته نومیږي، په دې ډول حرکت کې د (موقعیت- زمان) ګراف، یومستقیم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځني سرعت په پایله کې له لحظه یي سرعت سره مساوي کېږي، له دې امله کولای شو ولیکو چې: $\bar{v} = v \Rightarrow v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v.\Delta t$

که چیرې د متحرک جسم واټن ترمبدأ پورې د $t = 0$ په لحظه کې له X_0 او واټن یې تر مبدأ پورې د t په لحظه کې له x سره برابر وي، په هغه صورت کې $x - x_0 = v(t-0)$ او یا $x = vt + x_0 ....(2-5)$ پورتنی معادله د یو نواخت حرکت له معادلې څخه عبارت دی چې په هغې کې x تر مبدأ پورې واټن د متر پر بنسټ دی، v لحظه یي سرعت دی د متر ثانیې پر بنسټ، $t, (\frac{m}{s})$ وخت د ثانیې پربنسټ او x_0 د صفر په لحظه کې ترمبدا پورې واټن د متر پربنسټ دی.

هغه څه ته په پاملرنې چې مخکې وویل شو، ښایي د جسم موقعیت مثبت او یا منفي وي. سرعت هم که چیرې د x یا y له محور سره هم لورې وي مثبت او له هغه پرته منفي دی. په یو نواخت حرکت کې د موقعیت- زمان ګراف $(x-t)$ یومستقیم خط اوپه پایله کې د دوولحظو ترمنځ منځنی سرعت، له لحظه یي سرعت سره مساوی کیږي.

مثال:

د (2-13) شکل د $(x-t)$ د هغه متحرک ګراف راښیي چې د یومستقیم خط پرمخ حرکت کوي.



(2-13) شکل

الف: آیا د دې حرکت سرعت ثابت دی؟ د سرعت کچه څومره ده؟

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

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

ب: د $t=0$ په لحظه کې $x=0$ او $x_0=0$ دی، په پایله کې: د حرکت معادله، $x=vt+x_0$ ،
$x_1=5\times2=10m$ او $x_2=5\times5=25m$ د دوو لحظوترمنځ د مکان بدلون،

$$\Delta x=x_2-x_1=25m-10m=15m$$

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

له ثابت تعجیل سره مستقیم الخط حرکت

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

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

که چیرې په پورتنی رابطه کې $t_1=0$ او $t_2=t$ وي، په دې حالت کې د V_1 سرعت په V_0 او د V_2 سرعت په (V) بنودل کیږي او کولای شو ولیکو:

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

له ثابت تعجیل سره په یو حرکت کې د دوولحظو ترمنځ منځنی سرعت، د همغو دوولحظو د سرعتونو د مجموعې نیمایي تعریف شوی دی. یعنې:

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

خیړنه وکړئ:

په بیلابیلو ډلو کې لاندې پوښتنې ته ځواب ورکړئ او پایله یې ټولګي ته واوروئ. ولې په مستقیم الحظ حرکت کې له ثابت تعجیل سره، د $(v-t)$ ګراف له یوه مستقیم خط څخه عبارت دی؟

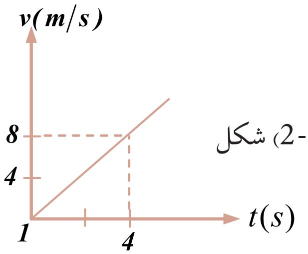
مثال: یو متحرک د سکون له حالت څخه په $2m/s^2$ ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي. سرعت یې د $t_1=4s$ او $t_2=12s$ په لحظو کې پیداکړئ، د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

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

$$v_0=0$$

$$v=v_0+at\Rightarrow v_1=0+2\times4=8m/s\qquad\wedge\qquad v_2=0+2\times12=24m/s$$

خرنگه چې تعجیل ثابت دی، د $(v-t)$ گراف یو مستقیم خط دی. نوځکه د رسمولو لپاره یې د گراف دوې نقطې کافي دي.



شکل (2-14)

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

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

له ثابت شتاب سره په مستقیم 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 تعجیل په حرکت کې لیکلای شو چې:

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

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

په دې رابطه کې Δx د موقعیت بدلون 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 چیرې $t_1 = 0$ او $t_2 = t$ په دې لحظو کې د متحرک سرعت په ترتیب سره v_0 او v او د متحرک موقعیت په دې لحظو کې x_0 او x وي، په دې صورت کې: $\Delta t = t_2 - t_1 = t - 0 = t$ او $\Delta x = x - x_0$ دی، د قیمتونو په وضع کولو سره کولای شو، ولیکو چې: $x - x_0 = \frac{v + v_0}{2}t$

خرنگه چې: $v = at + v_0$

د v قیمت په وضع کولو سره لرو: $x - x_0 = \frac{at + v_0 + v_0}{2}t$

په پا یله کې: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \ldots\ldots\ldots.(2-8)$

د $(x-t)$ معادلې وروستی رابطه له ثابت تعجیل سره پر مستقیم خط حرکت افاده کوي. که چیرې د $v = at + v_0$ له رابطې څخه وخت په لاس راوړو او د حرکت په (8-2) معادله کې یې کېږدو، په پایله کې به د موقعیت او سرعت ترمنځ رابطه په لاس راوړو چې له وخت او زمان څخه مستقله ده یعنې:

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

ساده کولو سره لرو:

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

مثال: یو متحرك له $\frac{1}{2} m/s^2$ ثابت تعجیل سره د سکون له حالت څخه د یومستقیم خط پرمخ په حرکت پیل کوي، د متحرك د موقعیت بدلون او د هغه سرعت وروسته له $25s$ ثانیو څخه په لاس راوړئ.

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{1}{2}\frac{m}{s^2} \\ v_0 &= 0,\ x_0 = 0 \\ t &= 25s \end{aligned}\right\}$$

$$\left.\begin{aligned} &a)\ \Delta x = x - x_0 = x = ? \\ &b)\ v = ? \end{aligned}\right\}$$

حل: a)

$$x = \frac{a}{2}t^2 + v_0 t + x_0$$

$$x = \frac{a}{2}t^2 + 0 + 0$$

$$x = \frac{1/2}{2}(25)^2 = \frac{1}{4} \times 625$$

$$x = 156.25m$$

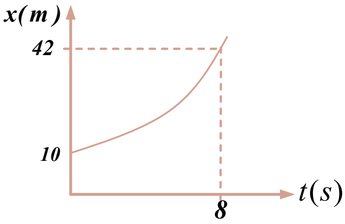
b)

$$v = at + v_0 = \frac{1}{2}\frac{m}{s^2}.25s + 0 = 12.5\frac{m}{s}$$

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

$$v^2 = 2 \times \frac{1}{2} \times 156.25 = 156.25\frac{m^2}{s^2}$$

$$v = \sqrt{156.25\left(\frac{m}{s}\right)^2} = 12.5\frac{m}{s}$$



تمرین: لاندې شکل د هغه متحرك د $(x-t)$ گراف دی چې په ثابت تعجیل سره د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.
فرض کړئ چې $v_0 = 2\,m/s$ دی، د $(x-t)$ گراف رسم کړئ.

2-7: آزاد سقوط(د جاذبې ساحې مفهوم)

آیا تر اوسه مو له کومې ونې منې تولې کړې دي؟ ولې کله چې منه ستاسو له لاسه خوشې شي، مخ په کښته (ځمکې ته) لویږي؟ ستاسو په نظر د ځمکې پر سطحې د منې د لویدلو لامل څه شی دی؟ د اجسامو د آزاد سقوط ښکارنده (پدیده) د ریاضې په ژبه څنگه بیانولی شو؟ دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به ورته ددې لوست په پای کې ځواب ورکړئ.
د دې لپاره چې د اجسامو د آزاد سقوط ښکارنده په ښه ډول درك کړئ، لاندې فعالیت تر سره کړئ.

فعالیت:

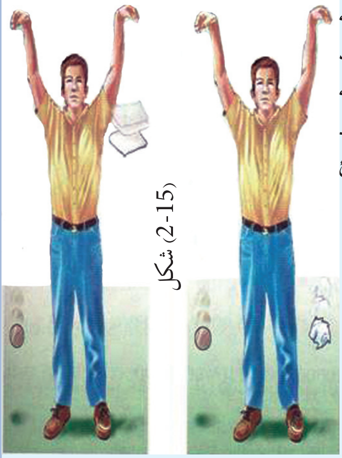
د کاغذ یوه پاڼه چې کلکه شوې نه وي (خلاصه پاڼه) او یوه دانه سکه راواخلئ او په یوه وخت کې یې له ټاکلي ارتفاع څخه خوشې کړئ، په دویمه مرحله کې د کاغذ هماغه پاڼه کلکه (کلوله) کړئ او له سکې سره یې یوځای لـه همغي ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دریمه پلا دوې سکې له همغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته یې د رسېدو پر څرنګوالي د خپلې ډلې له غړو سره بحث وکړئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

په پای کې لاندې پوښتنوته ځوابونه ووایئ:

۱. آیا د کاغذ پاڼه او سکه په یوه وخت ځمکې ته ورسېدل؟

۲. آیا د کاغذ دواړه ټوټې په یوه وخت ځمکې ته ورسېدل؟

۳. کوم لامل د دې سبب شو چې د کاغذ پاڼه او سکه د ځمکې په لور لوېږي؟



شکل (2-15)

آزاد سقوط، له ثابت تعجیل سره د حرکت یوه طبیعي بیلګه ده. په دې ډول حرکت کې دحرکت مسیر مستقیم دی او د سقوط پرمهال پرجسم یوازینی وارده قوه همغه د جسم وزن دی. که چېرې یوه سکه یوه پاڼه په یوه وخت له یوې ارتفاع څخه د ځمکې په لور خوشې کړو، په یوه وخت ځمکې ته نه رسیږي، خو که چیرې همدا تجربه په خلا کې تر سره کړو، سکه او پاڼه په یوه وخت ځمکې ته رسیږي. د بیلګې په توګه: په خلا کې د یوجسم سقوط او یا د یوې وړې فلزي ګلولې سقوط په هواکې (په یوه مناسب تقریب یا نږدې والي سره) کولای شو سقوط فرض کړو.

(2-16) شکل د یوې ساچمې حرکت د آزاد سقوط پر مهال راښیي چې متوالي زمانو (وقفو) $\Delta t = 1/30\,s$ کې ورڅخه تصویرونه اخیستل شوي دي. نو که چیرې د هوا له مقاومت څخه ورتېرشو، ټول جسمونه د ځمکې سطحې ته په نږدېوالي کې له ثابت تعجیل سره سقوط کوي. چې دا همغه د ځمکې د جاذبې تعجیل دی چې د g په توري ښودل کیږي.

د g له تعجیل سره حرکت ته آزاد سقوط وایي چې د دې تعجیل لوری تل مخ په کښته (د ځمکې مرکز) په لور دی.

د جغرافیایي عرض البلد له مخې د g د تعجیل کچه، یو څه بدلون کوي او د ځمکې له سطحې څخه د ارتفاع په زیاتیدو، کمیږي. د دې تعجیل کچه د ځمکې د سطحې په نږدې کې $9.8\,{}^{m}\!/_{s^2}$ دی، نوکله ناکله د محاسبې د آسانتیا لپاره، $g = 10\,{}^{m}\!/_{s^2}$ فرض کیږي.

شکل (2-16)

په آزاد سقوط کې د حرکت او سرعت معادلې، همغه له ثابت تعجیل سره د حرکت معادلې دي. په آزاد سقوط کې، د مکان بدلون د قایم په اوږدوکې دی، د متحرك موقعیت معمولاً په y یا h ښودل کیږي او د حرکت مبدا هغه نقطه ده چې سقوط ورڅخه پیل کیږي.

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

د حرکت معادله $$y = \frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \ldots\ldots\ldots\ldots(2-10)$$

د سرعت معادله $$v = gt + v_0 \ldots\ldots\ldots(2-11)$$

څرنگه چې په آزاد سقوط کې تل لومړنی سرعت v_0 مساوي له صفر سره وي، نو د (2-10) او (2-11) رابطې په لاندې توگه لیکل کیږي:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad . \quad . \quad . \quad .(2-12)$$

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

د ځمکې په یوه ټاکلې نقطه کې د g قیمت د ټولو جسمونو لپاره یو شی ده، خو دا قیمت د ځمکې د سطحې په مختلفو نقطو کې توپیرلري.

اوس له (2-12) معادلې څخه t په لاس راوړو، په (2-13) رابطه کې یې ږدو.

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2-14)$$

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

$$v = \sqrt{2g.y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2-15)$$

له اخرنی رابطې څخه کولای شو د سقوط کوونکي جسم سرعت له دې وروسته چې د y فاصله ووهي، پیدا کړو.

مثال: یوه کوچنۍ تیږه د ځمکې له 4.9 متري ارتفاع څخه را خوشې کیږي.

الف: پس له څو ثانیو څخه ځمکې ته رسیږي؟

ب: ځمکې ته د رسیدو په وخت کې یې سرعت څو مره دی؟

($g = 9.8 m/s^2$ فرض شي)

$y = 4.9m$

$a)\ \ t = ?$

$b)\ \ v = ?$

$g = 9.8\frac{m}{s^2}$

$v_0 = 0$

حل: الف)

$$v_0 = 0 \quad , \quad y = \frac{1}{2}g\,t^2$$

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

تیږه پس له یوې ثانیې څخه ځمکې ته رسیږي.

ب) $v = g.t \Rightarrow v = 9.8 \times 1 = 9.8 m/s$ ځمکې ته د رسیدو پرمهال د تیږې سرعت $9.8 m/s$ دی.

تمرين:

د A او B دوه جسمونه په ترتيب سره له 20 متري او 45 متري ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ پر ته له لومړنۍ سرعت څخه په آزاده توګه راولوېږي. د هر يو د سقوط وخت څومره دی؟ او د B جسم څو ثانيې د A له جسم څخه مخکې يا وروسته ځمکې ته رسيږي، د هر يو سرعت ځمکې ته د رسيدو په لحظه کې څومره دی؟ ($g = 10\, {}^{m}/_{s^2}$ فرض شي)

د دويم څپرکي لنډيز

• د موقعيت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعيت په هره لحظه کې مشخص کوي. د دې وکتور پيل، د وضعيه کميتونو مبدأ او پای (انجام) يې د جسم موقعيت دی او د $\vec{r}$ په توري ښودل کيږي.

• د يو متحرک د موقعيت بدلون د t_1 او t_2 دوو شيبو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور څخه عبارت دی چې پيل يې د t_1 په لحظه کې د متحرک موقعيت او انجام يې د t_2 په لحظه کې د متحرک موقعيت راښيي.

• د موقعيت او د موقعيت د بدلون د اندازه کولو واحد د SI په سيستم کې عبارت له (m) څخه دی.

• منځنۍ سرعت (V_{av}) په يوه وخت کې د موقعيت له بدلون څخه عبارت دی يا $V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

• د $(x-t)$ په ګراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنۍ سرعت د ميل له دوو نقطو څخه عبارت دی چې د يوه قطعه خط په مرسته يو له بل سره نښلول شوي وي.

• د سرعت د اندازه کولو واحد په SI سيستم کې له ${}^{m}/_{s}$ څخه عبارت دی.

• لحظه يي سرعت د منځنۍ سرعت له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر خواته نژدې شي، يعنې: $V_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$

لحظه يي سرعت کيدای شي مثبت، منفي او يا صفروي.

• د $(x-t)$ په ګراف کې لحظه يي سرعت د t په زمان کې د قطعه خط له ميل (تانجانت) څخه عبارت دی.

• منځنۍ تعجيل (شتاب) د وخت په يوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی. که چيرې د سرعت بدلون د Δt په زماني انټروال کې له Δv سره برابر وي، لرو چې: $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

• منځنۍ تعجيل په هغه صورت کې مثبت دی چې $v_2 > v_1$ څخه او کېدای شي منفي وي که چيرې $v_2 < v_1$ څخه وي اوصفرهغه وخت وي کله چې $v_2 = v_1$ سره وي.
• لحظه يي تعجيل د منځني تعجيل له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt صفرته تقرب وکړي يعنې:

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

• لحظوي سرعت کيدای 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 $(v-t)$ په ګراف کې، لحظوي تعجيل د t په وخت کې د قطعه خط له ميل (تانجانت) څخه عبارت دی.
• د تعجيل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړيوال سيستم کې له متر پرثانيه مربع $\left(m/s^2\right)$ څخه عبارت دی.
• د حرکت مختلفي معادلې شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجيل سره پرې څېړلی شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپيرونو لرونکې وي.لکه: سرعت د وخت د تابع په عنوان د $v = v_0 + at$ او منځنی سرعت $\bar{v} = \frac{v_0 + at}{2}$ دي
• موقعيت، د t وخت او د (a) تعجيل د تابع په عنوان $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$
کله چې سرعت د وخت له تابعيت څخه آزاد، خو د موقعيت تابع وي، نو: $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

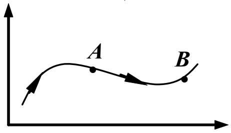
د دویم څپرکي پوښتنې

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 قرار لري.

د t_1 او t_2 په لحظو کې د جسم د موقعیت وکتورونه رسم کړئ او د جسم د موقعیت د بدلون وکتور مشخص کړئ.



4 - a : یو موټر په یو دایروي مسیر کې د 100 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 پرمخ مشخص کړئ او اندازه یې په لاس راوړئ.

b: د موټر د موقعیت بدلون د دایروي مسیر په څلورمه برخه کې لاسته راوړئ؟

c: د موټر د موقعیت بدلون 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 پرمخ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کې د $x_1 = 6m$ په مکان کې او د t_2 په لحظه کې د $x_2 = 7m$ په مکان کې دي. د جسم د موقعیت کچه د t_1 او t_2 دوو لحظو تر منځ محاسبه کړئ.

7 - د $x - t$ د مکان- زمان ګراف څه شی دی؟

8 - د منځني سرعت او لحظوي سرعت ترمنځ توپیر څه شی دی او په کوم حالت کې دواړه سرعتونه سره مساوي دي؟

9 - یو ډریور د دوو ښارونو ترمنځ واټن په لاندې توګه وهي:

په پیل کې د یو ساعت لپاره له $15 m/s$ منځني سرعت سره یې ډریوري کړې او ترهغې وروسته د 10 دقیقو لپاره دریږي. بیا له $20 m/s$ منځني سرعت سره د 30 د قیقو لپاره ډریوری ته دوام ورکوي او پاتې واټن د ساعت په څلورمه برخه کې په منځني سرعت $12 m/s$ ډریوري کوي.

a- د دوو ښارونو ترمنځ واټن څو کیلو متره دی؟

b- منځنی سرعت یې په ټول مسیر کې څو کیلو متره پر ساعت دی؟

c- منځنی سرعت یې د ډریوری د ټولې مودې په اوږدوکې څومره دی؟

10 - د یوه موټر سرعت د 20 ثانیو په موده کې د یوه مستقیم مسیر پر مخ له $10m/s$ څخه تر $18m/s$ پورې رسیږي.

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

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

11 - د یوې فضایي بېړۍ سرعت له 30 ثانیې حرکت څخه وروسته $1200km/h$ ته رسیږي.منځنی تعجیل یې څومره دی؟ دا تعجیل د $g = 9.8m/s^2$ څو برابره دی؟

12 - یو موټر په یوه مستقیم مسیرکې له ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي او پس له 20 ثانیو څخه یې سرعت $36\ hm/h$ ته رسیږي. بیا له همدې سرعت سره د 10 ثانیو لپاره خپل حرکت ته دوام ورکوي. له هغې وروسته ډریور برِک نیسي او پس له 5 ثانیو څخه دریږي.که چیرې د برِک کولو پر مهال تعجیل ثابت وي:

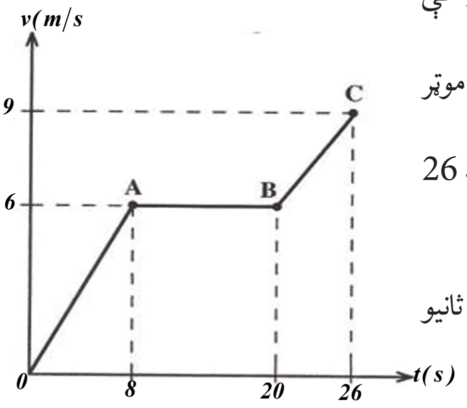
a- د سرعت لوری او د حرکت تعجیل په هر پړاو کې معلوم کړئ.

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

13 - لاندې شکل د یومتحرک د $(v-t)$ ګراف په 26 ثانیوکې ښیې.

a- د OA , AB , BC هر پړاو تعجیل څو مره دی؟

b- په زماني انټروال کې یې له صفر څخه تر 26 ثانیو منځنی تعجیل څومره دی؟



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

15 - د $x-t$ له ګراف څخه په ګټې اخیستلو سره منځنی سرعت څنګه ټاکي، د شکل په رسمولوسره 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 پرمخ 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 مبدأ څخه د متحرك واټن د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ په لحظو کې پیدا کړئ.
b- د جسم د موقعیت بدلون د دوو لحظو ترمنځ $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ محاسبه کړئ.
c- د متحرك سرعت څومتره پر ثانیې دی؟
19 - یو جسم د v په ثابت سرعت د یوه مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، که چیرې د $t_1 = 2s$ په لحظه کې یې واټن ترمبدأ پورې 11 متره او $t_2 = 7s$ په لحظه کې یې واټن ترمبدأ پورې 38.5 متره وي:
a- د متحرك سرعت او تر مبدأ پورې یې واټن د صفر ثانیې په لحظه کې څومره دی؟
b- د $(x-t)$ رابطه یا د حرکت معادله ولیکئ.
20 - د $(v-t)$ ګراف څنګه رسمیږي؟
21 - منځنی تعجیل تعریف او رابطه یې ولیکئ او د اندازه کولو واحد یې په SI سیستم کې ذکر کړئ.
22 - یو متحرك چې د یوه مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي. سرعت یې د $t_1 = 7s$ په لحظه کې $20 m/s$ او د $t_2 = 10s$ په لحظه کې $32 m/s$ سره مساوي دي، د متحرك منځنی تعجیل د t_1 او t_2 دوو لحظو ترمنځ حساب کړئ.
23 - لحظه یي تعجیل په څه ډول د $v-t$ ګراف په مرسته ټاکی؟ د شکل له مخې یې توضیح کړئ.
24 - یوجسم د ځمکې د سطحې له 520 متري ارتفاع څخه په لومړني $2 m/s$ سرعت په عمودي ډول د ځمکې پر مخ په ښکته لور غورځول کیږي.
a- د ځمکې سطحې ته د جسم د رسېدو وخت حساب کړئ.
b- د جسم سرعت ځمکې ته د رسېدو 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 په یوه وخت کې خوشې کیږي.
a- د A جسم څو ثانیې وروسته د B له جسم څخه د ځمکې سطحې ته رسیږي؟
b- د هر یوه سرعت د ځمکې سطحې ته د رسېدو په وخت کې محاسبه کړئ.
26 - یوه کوچنۍ ګلوله له لوړې و دانۍ څخه خوشې کیږي، کله چې د ځمکې پرمخ 40 متري ارتفاع ته رسیږي، سرعت یې $10 m/s$ کیږي.
a- د جسم سرعت ځمکې ته د رسېدو په لحظه کې حساب کړئ.
b- د ودانۍ لوړوالی (ارتفاع) پیدا کړئ.
c- د ګلولې د منځنی سرعت سقوط (په موده کې) (د $40m$ لوړوالي څخه تر ځمکې پورې) وټاکئ.
d- د $(x-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

دوه بعدي حرکتونه

په مخکيني څپرکي کې مو تر يوې اندازې يوه بعدي حرکت مطالعه کړ او د موقعيت، د موقعيت بدلون، منځني سرعت او... کميتونو سره بلد شوو او يو نواخت او له ثابت تعجيل سره حرکتونه مو د يوه مستقيم خط پر مخ وڅېړل، خو په دې بايد پوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر څه ډېر له هغو حرکتونو سره مخامخ يو چې په دوو يا دريو بعدونو کې تر سره کيږي او د هغو څېړل موږ ته ډېر اهميت لري.

د لمر پر شاوخوا د يوې سيارې حرکت او يا د موټر حرکت د يوې جادې په ګولايي کې او د يو توپ د ګلولې حرکت چې کله ويشتل کيږي او ... د دوه بعدي حرکت مثالونه دي. په دوو بعدونو کې حرکت څه شی دی؟ څنګه کولای شو دوه بعدي حرکتونه تحليل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنګه د رياضي په ژبه بيانولی شو؟ له دوه بعدي حرکتونو څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخېستلای شو؟ دا هغه پوښتنې دي چې له تاسو څخه يې د څپرکي په پای کې د ځوابونو توقع کېدای شي. مخکې مو وليدل چې د جسم موقعيت په يوه سطحه کې د $\vec{r}$ په وکتور ښودل کيږي. دا وکتور کولای شو په لاندې ډول وليکو:

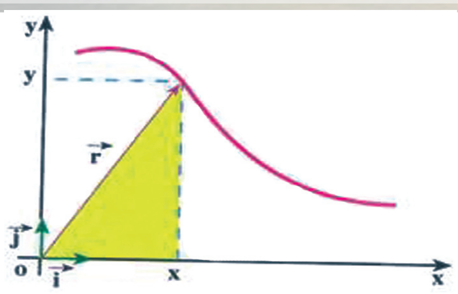
$$\vec{r} = x\,\vec{i} + y\,\vec{j} \quad \text{...........} (3\text{-}1)$$

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

څرنګه چې د جسم د حرکت پرمهال، د مکان وکتور بدلون کوي، د حرکت پر مهال د جسم مکان د $X = f(t)$ او تشخيصولو لپاره کافي ده چې د X او y مرکبې د زمان د تابع ګانو په څېر ولرو:

$Y = g(t)$..........$(3-2)$ د (3-2) رابطې ديوه 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 يوه تابع ده يعنې: $\vec{r} = f(t)\,\vec{i} + g(t)\,\vec{j}$

په حقيقت کې ويلای شو چې په يوه مستوي (صفحه) کې حرکت د يو بعدي دوو حرکتونو ترکيب د X او y په اوږدو کې دي چې د اړوندو معادلو په لرلو سره يې مکان (موقعيت) د جسم په ټولو لحظو کې معلوم او په پايله کې د جسم د حرکت مسير مشخص کيږي. لکه د (3-1) شکل.



(3-1) شکل

خېړنه وکړئ:

فرض کړئ چې په یوه لنډه موده کې، د کیشپ (سنګ پشت) د حرکت معادلې د SI په سیستم کې د $x = 10t$ او $y = -5t^2$ په توګه دی. د دې کشپ د حرکت مسیر په بېلابېلو ډلوکې د نقطې پیداکولو له لارې د 0 څخه تر 5 ثانیو زماني انټروال کې رسم کړئ.

3-1: د مکان بدلون او منځنی سرعت

په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان بدلون او منځنی سرعت څنګه څېړلی شو؟ کوم توپیرونه د مکان د بدلون او منځني سرعت تر منځ په یو بعدي او دوه بعدي حالتونو کې شتون لري؟

په دوه بعدي حرکتونوکې د مکان د بدلون او منځني سرعت د څېړلو لپاره، فرض کړئ چې متحرك له (3-3)شکل سره سم د t_1 په لحظه کې د $\vec{r_1}$ مکان د A په نقطه کې او د t_2 په لحظه کې د $\vec{r_2}$ مکان د B په نقطه کې دي. لکه څنګه چې په دویم څپرکي کې مو ولوستل، هغه وکتور چې د A له نقطې څخه B ته رسمیږي، د جسم د مکان بدلون په $\Delta t = t_2 - t_1$ زماني انټروال کې رابښيي.

دا وکتور چې د (3-3) په شکل کې هم رسم شوی دی، له لاندې را بطو څخه لاسته راځي.

خرنګه چې: $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{i}$ دی

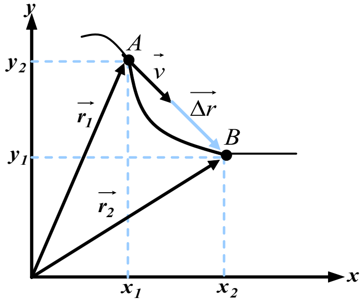
$$\vec{\Delta_r} = \vec{r_2} - \vec{r_1}.....(3-4)$$

$$\vec{\Delta_r} = (x_2\vec{i} + y_2\vec{j}) - (x_1\vec{i} + y_1\vec{j})$$

$$\vec{\Delta_r} = x_2\vec{i} + y_2\vec{j} - x_1\vec{i} - y_1\vec{j} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j}$$

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

$$\vec{\Delta_r} = (\Delta x)\vec{i} + (\Delta y)\vec{j}.....(3-5)$$



(3-2) شکل،

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

د جسم منځني سرعت په یو ټاکلي زماني انټروال کې د یو بعدي حالت په څېر په لاندې ډول تعریف کیږي:

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

د (3-5) له رابطې څخه په ګټې اخیستلو منځنی سرعت کولای شو په لاندې ډول ولیکو:

$$\vec{v} = (\frac{\Delta x}{\Delta t})\vec{i} + (\frac{\Delta y}{\Delta t})\vec{j}...........(3-7)$$

که چیرې $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ په $\overline{V_x}$ او $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ په $\overline{V_y}$ وښیو، په پایله کې د (3-7) رابطه په لاندې ډول لیکلای شو:

$$\vec{v} = (\vec{v_x})\vec{i} + (\vec{v_y})\vec{j}...........(3-8)$$

فعالیت:

د (3-2) شـکل په بیلابیلو ډلوکې تحلیل کړئ او ووایئ چې د منځنی سـرعت وکتور او د مکان د بدلون وکتور هم لوري دي؟ او بیا وروسته دې د هرې ډلې استازی په ټولګي کې په جلا توګه څرګندوني وکړي.

مثال: د یوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونوکې له لاندې رابطو سره د SI په سیستم کې ورکړل شویدي:

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

a- د جسم د مکان وکتور د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ په لحظوکې پیداکړئ.

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

حل: a) په $t_1 = 1s$

$$x_1 = 2m \quad \text{او} \quad y_1 = 3m$$

$$\vec{r}_1 = 2\vec{i} + 3\vec{j}$$

په همدې ترتیب په $t_2 = 2s$

$$x_2 = 4m \quad \text{او} \quad y_2 = 4m$$

$$\vec{r}_2 = 4\vec{i} + 4\vec{j}$$

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

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

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

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

$$\overline{V}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2m}{1s} = 2\frac{m}{s} = 2\vec{i}$$

$$\overline{V}_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{1m}{1s} = 1\frac{m}{s}$$

$$\vec{\overline{V}} = \vec{\overline{V}}_x + \vec{\overline{V}}_y = 2\vec{i} + \vec{j}$$

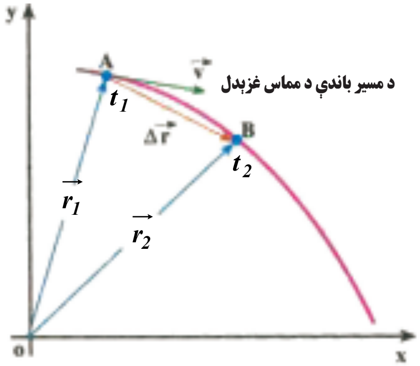
$$(\overline{V})^2 = (\overline{V}_x)^2 + (\overline{V}_y)^2 = 2^2 + 1^2 = 5 \Rightarrow \overline{V} = \sqrt{5} \approx 2.23\frac{m}{s}$$

تمرین: فرض کړئ چې په یو لنډ وخت کې د یوې سویې د حرکت معادلې د SI په سیستم کې د $x = 10t$ او $y = -2t^2$ په توګه دي. د دې سویې منځنی سرعت د 0 څخه تر 2 ثانیې زماني انټروال کې پیداکړئ.

لحظوي سرعت

په دوه بعدي حرکتونوکې لحظوي سرعت څرنګه تحلیل او ارزولی شو؟ لحظوي سرعت په دوه بعدي او یو بعدي حرکت کې کوم توپیرونه لري؟

په دوو بعدونوکې د لحظوي سرعت د څېړلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کې ونیسئ. دا شکل د جسم حرکت د کرږې لیکې (منحني) پر مسیر راښیي.



(3-3) شکل

د جسم موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې مشخص شوی دی. مخکې مو یادونه کړې وه چې د منځني سرعت وکتور په یوه ټاکلي زماني انټروال کې د هغې د اړوند موقعیت له بدلون سره، هم لوري دی.

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

$$\vec{v}=\lim_{\Delta t\to 0}(\vec{\bar{v}})=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}..............(3-9)$$

په بل عبارت ویلای شوچې (لحظوي سرعت، د زمان له نظره د جسم د مکان وکتور له مشتق څخه عبارت دی) یعنې:

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

نو له دې امله کله چې په یو لیمت کې Δt د صفر خوا ته تقرب وکړي، د (3-5) له رابطې څخه په ګټې اخیستلو سره کولای شو د جسم لحظوي سرعت د هغه د مرکبو پر بنسټ د x او y په دوو امتدادونوکې لاسته راوړو، یعنې:

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

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

نوله دې امله ګورو چې د منځني سرعت وکتور د مکان د بدلون 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 د A په نقطه کې مماس شي. په پایله کې کله چې یوجسم د کرږې لیکې (منحني) په مسیر کې حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري یې چې تل د حرکت پرمسیر مماس دی، په هره لحظه کې بدلون کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وایو.

مثال: یو موټر چې د $x\,o\,y$ په افقي صفحه کې حرکت کوي، د حرکت معادلې 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 ګټې اخیستلو سره د سرعت مرکبې په لاس راځي:

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

لکه چې ليدل کيږي د سرعت افقي مرکبه د زمان تابع نده او ثابته کچه لري، خو د سرعت قايمه مرکبه، د زمان تابع ده اوکچه یې په $t = 1s$ کې برابره ده له: $V_y = 8\,m/s$، نو د سرعت کچه په $t = 1s$ کې برابره ده له: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\,m/s$ سره.

3-2: منځنی تعجيل او لحظوي تعجيل

مخکې مو ولوستل کله چې د جسم سرعت بدلون وکړي، حرکت تعجيلي دی. د سرعت بدلون کېدای شي د سرعت په کچه کې د بدلون په معنا يا د سرعت په لورې کې بدلون او يا دواړه وي. وموليدل کله چې د جسم حرکت د منحني مسير پرمخ دي، په داسې حال کې چې د جسم سرعت بدلون نه کوي، خو د سرعت لوري يې هرومرو بدلون کوي، نو له دې امله که چيرې د سرعت قيمت اندازه هم بدلون ونکړي، کېدای شي حرکت تعجيلي وي. لکه، د منحني مسير پرمخ حرکت چې په هغه کې يوازې د حرکت لوری بدلون کوي چې يو تعجيلي حرکت دی.

خېړنه وکړئ:

د تعجيلي حرکتونو د دوو مثالونو په هکله خېړنه وکړئ چې په هغوکې دسرعت کچه بدلون ونه کړئ.

د (3-4-a) په شکل کې د سرعت وکتورونه د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې د مسير پرمخ ښودل شوي دي. د سرعت د بدلون د محاسبې لپاره د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زماني انټروال کې په (3-4) شکل کې د o' له نقطې څخه له $\vec{v}_1$ او $\vec{v}_2$ سره مساوي وکتورونه رسموو او $\Delta\vec{v}$ په لاس راوړو. د يو بعدي حرکت په څېر، د منځني تعجيل وکتور د Δt په زماني انټروال کې په لاندې توګه تعريفوو:

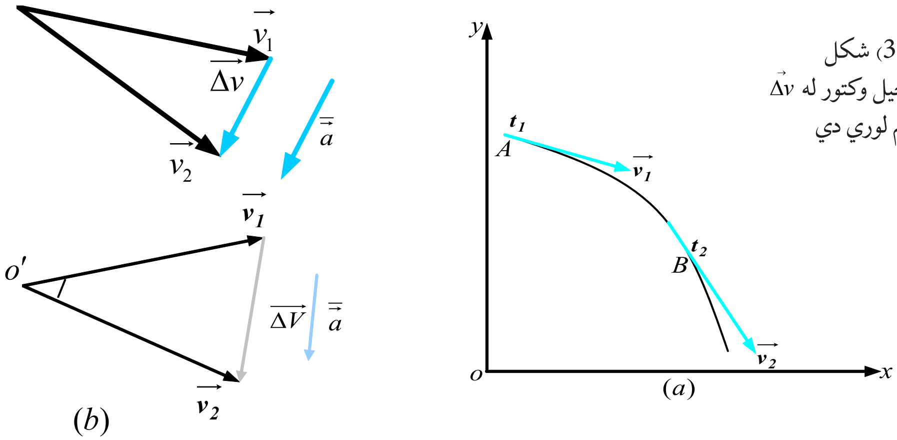
$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \quad \text{.............}(3-12)$$

د (3-11) له رابطې څخه په ګټې اخیستلو سره لرو چې:

$$\vec{a}=(\frac{\Delta v_x}{\Delta t})\vec{i} + (\frac{\Delta v_y}{\Delta t})\vec{j}$$

او یا:

$$\text{(منځنی شتاب)}\ \vec{a}=(\bar{a}_x)\vec{i}+(\bar{a}_y)\vec{j} \ ....(3-13)$$



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

بحث وکړئ:

د ټولګي په بیلابیلو ډلو کې په دې هکله چې ولې د منځنی تعجیل وکتور له $\vec{\Delta V}$ سره هم لوري دي، بحث وکړئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

لکه څنګه چې پوهېږو لحظوي تعجیل د t_1 په لحظه کې کولای شو د منځنی تعجیل د لیمت په شکل چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، لیکو. یعني:

$$\vec{a}=\lim_{\Delta t\to 0}(\vec{\bar{a}})=\lim_{\Delta t\to 0}(\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}) ......(3-14)$$

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

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

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

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

$$\vec{a}=(\frac{dv_x}{dt})\vec{i}+(\frac{dv_y}{dt})\vec{j}..........(3-17)$$

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

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

د (3-12) رابطه دا ښيي چې $\vec{a}$ او $\Delta\vec{v}$ هم لوري دي، خو لکه څنګه چې د (3-4-b) په شکل کې ښودل شوي دي، د منحنی مسير پرمخ حرکت کې هيڅ کله د منحنی تعجيل وکتور $(\vec{a'})$، د سرعت له وکتورونو ($\vec{v_1}$ يا $\vec{v_2}$) سره هم لوري نه دی، کله چې Δt د صفر لورته تقرب کوي او $\vec{v_2}$ د وکتور $\vec{v_1}$ له وکتور سره ډېر نږدې کيږي، بيا هم تعجيل له لحظوي سرعت سره هم لوری نه دی.

فعاليت:

د ټولګي په مختلفو ډلوکې، د ګراف پرمخ وښيئ چې د منحني مسير پرمخ د ثابت سرعت د حرکت پر مهال،کله چې Δt صفر لوري ته تقرب وکړي، $\Delta\vec{v}$ پر $\vec{v}$ عمود دی.

مثال: د يوه جسم د دوه بعدي حرکت معادله په SI سيستم کې په لاندې ډول ده:
$$\begin{cases} x = 20\,t^2 \\ y = -5\,t^3 \end{cases}$$

د سرعت او تعجيل وکتورونه يې په $t = 1s$ کې پيداکړئ.آيا دا دواړه وکتورونه هم لوري دي؟

حل: د سرعت وکتور د ټاکلو لپاره په لومړي پړاوکې د V_x او V_y مرکبې په $t = 1s$ کې دا رنګې په لاس راوړو:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = 40t \xrightarrow{t=1s} v_x = 40\, m/s$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = -15t^2 \xrightarrow{t=1s} v_y = -15\, m/s$$

په پايله کې دلحظوي سرعت وکتور به په $t = 1s$ کې په دې ډول وي: $\vec{v} = 40\,\vec{i} - 15\,\vec{j}$

د تعجيل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجيل مرکبې يعنې، a_x او a_y دارنګه پيداکوو:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = 40\, m/s^2 \qquad a_y = \frac{dv_y}{dt} = -30t$$

$$\xrightarrow{t-1s} a_y = -30.1 = -30\frac{m}{s^2}$$

لکه څنګه چې وینو a_y د t زمان تابع دی او په $t=1s$ کې برابر دی له: $a_y=-30\,m/s^2$

په پایله کې د تعجیل وکتور به په $t=1s$ کې به دې ډول وي: $\vec{a}=40\,\vec{i}-30\,\vec{j}$

د $\vec{a}$ او $\vec{v}$ وکتورونو له مقایسې څخه د $t=1s$ په زمان کې کولای شو دا پایله ترلاسه کړو چې دا دوه وکتورونه سره موازي نه دي.

3-3: غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه

غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه څه ډول حرکتونه دي؟ غورځوونکي حرکتونه په فضا کې څه ډول مسیر وهي؟ یو غورځول شوی (وارشوي) جسم اوهغه مسیر چې په هوا (فضا)کې یې وهي، د حرکت د مختلفو ډولونو یوه بیلګه ده چې هر انسان د ماشو متوب له پیل څخه په عمل کې ورسره سر اوکار لري. د غورځوونکي حرکت د دوه بعدي حرکت یو ډول دی. د دوه بعدي حرکتونو د مطالعې او تحلیل لپاره په لومړي پړاوکې باید لاندیني درې فرضیې په پام کې ونیسو:

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

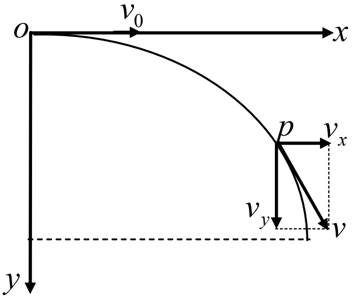
2. د هوا د مقاومت له اغیزې څخه کولای شو صرف نظروکړو.

3. د ځمکې څرخېدل په دې حرکت اغیزه نه لري.

یوه له اصطلاحاتو څخه چې په غورځوونکو حرکتونوکې ورسره ډېر مخامخ کیږو عبارت له غورځول شوي جسم څخه دي، غورځول شوی جسم هغه جسم دی چې په پیل کې په لومړني سرعت سره غورځول کیږي او یا د یوې ضربې له امله په یو لوري کې حرکت پیل کړي او بیا وروسته د جاذبې د قوې تر اغیز لاندې تعجیلي حرکت (کم له کمه د وضعیه کمیتونو د یو محور په اوږدوکې) ولري. هغه مرمۍ چې له ټوپک څخه راوځي، یوه تیره چې په یوه زاویه غورځول کیږي، د اوبو بهیدل چې له یوه سوري څخه فواره یا داره جوړوي، دا ټول د غورځوونکي (پرتابي) حرکت بیلګې دي چې په فضا کې پارابول شکله مسیر وهي. وروسته به وګورو چې د دې مسئلې ثابتول چې د غورځول شوو حرکتو مسیر، پارابول دي د ریاضي له لارې آسانه دي.

افقي غورځول (ويشتل)

څه فکر کوئ که چيرې يو جسم د يو برج له سره په افقي امتداد کې د v_0 په لومړني سرعت سره وغورځوو، څه پېښه به رامنځ ته شي؟ هغه مسير چې غورځول شوی جسم يې وهي، څرنګه مسير به وي؟ يو جسم د قايم مختصاتو (x,y) له مبدأ څخه د v_0 له لومړني سرعت سره د x له محور سره په موازي ډول د لاندې شکل په څېر غورځوو. ليدل کيږي چې غورځول شوی جسم خپل حرکت ته په افقي توګه دوام نه ورکوي، بلکې ورو ورو په ښکته لور راکښل کيږي. يعنې غورځول شوی جسم شيبه په شيبه د ځمکې



(3-5) شکل

د جاذبې لخوا مخ په ښکته راکښل کيږي چې په پای کې له ځمکې سره تصادم کوي. په دې ډول حرکت کې د غورځول شوي جسم سرعت د v_x او v_y دوو وکتورونو له ترکيب څخه ترمطالعې لاندې ونيسو. لکه څنګه چې غورځول شوی جسم منظم مستقيم الخط حرکت د x محور په اوږدوکې د v_0 په لومړني سرعت تر سره کوي او د y د محور په اوږدوکې د ځمکې د جاذبې قوې تر اغېز لاندې وي، نو له دې امله د غورځول شوي جسم معادلې د x او y محورونو په لوروکې عبارت دي له :

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

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

که چيرې د t قيمت د (3-19) رابطې څخه پيداکړو او د (3-20) په رابطه کې يې وضع کړو، وبه وينو چې:

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

څرنګه چې $\frac{g}{2v_0^2}$ يو ثابت کميت دی، هغه په c ښيو، د (3-21) رابطه لاندې شکل نيسي:

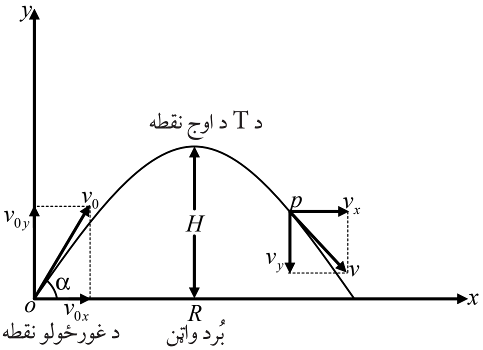
$$y = cx^2 \ldots\ldots\ldots \quad (3-22)$$

د (3-22) له معادلې پايله ترلاسه کيږي چې په افقي توګه غورځول شوي جسم د حرکت مسير عبارت له يو پارابول څخه دي. د (3-20) له رابطې څخه څرګنديږي چې په افقي ويشتلوکې هغه وخت چې غورځول شوي جسم يې مخ په ښکته د y د واټن په وهلو کې ترسره کوي، برابر دی له هغه وخت سره چې نو موړي جسم په آزاده توګه سقوط وکړي او همغه د y واټن په عمودي توګه ووهي.

3-4: مایل غورځول (ویشتل)

مایل غورځول (پرتاب) څه ډول غورځول دي؟ د افقي غورځوني او مایل غورځولو ترمنځ کوم توپیر شته؟ د (3-3) په برخه کې غورځول د افق په امتداد کې تربحث لاندې ونیول شول. د افقي غورځولو په حالت کې هغه زاویه چې د لومړني سرعت وکتورېې د x محور له مثبت لوري سره وي یعنې، $\alpha = 0$ وه، خو د مایل غورځولو پر مهال د غورځولو زاویه د صفر خلاف وي. $\alpha \neq 0$

په مایل غورځولو کې د v_0 وکتور د x او y د دوو محورونو پرمخ په دوو مرکبو تجزیه کوو. د دې حرکت د دقیقې مطالعې لپاره د وضعیه کمیتونو د مختصاتو سیستم د (3-7) شکل په څېر په نظر کې نیسو چې مبدأ یې د غورځولو لومړني محل، د x محور یې په افقي لوري او د y محورېې په قایم لوري او مخ په پورته وي. د محورونو په دې ټاکلو کې لکه څنګه چې تعجیل د y د محور په لوري کې له $(-g)$ سره او د x د محور په لوري کې صفر دی، نو کولای شو ولیکو چې:



(3-6) شکل

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

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

غورځول شوی جسم د $t = 0$ د زمان په مبدأ کې د مختصاتوله مبدأ (پیل) څخه د v_0 په لومړني سرعت نسبت افق ته په αزاویې غورځول کیږي. په دې حالت کې د لومړني سرعت د x او y مؤلفې عبارت دي له:

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

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

$a_x = 0$ دي، یعنې د x افقي لوري کې د $v_0 \cos\alpha$ له ثابت سرعت سره تر سره کیږي، نو له دې امله د غورځول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلې به د x د محور په لوري په لاندې ډول وي:

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

$$v_x = v_0 \cos\alpha = cons\tan t \ldots\ldots\ldots\ldots (3-28)$$

او لکه څنګه چې وویل شول د y په قایم لوري کې حرکت، د $(-g)$ له ثابت تعجیل سره دي.

د اجسامو د آزاد سقوط له رابطو څخه په ګټې اخیستلو سره د غورځول شوي جسم د حرکت معادلې به د y په لوري هم په لاندې ډول وي.

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

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

له (3-27) څخه تر (3-30) پورې څلور معادلې، د t په هره شېبه کې د x او y محورونو په استقامت د غورځول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلې دي.

که چیرې د حرکت په معادلو کې د x او y لپاره په دوه بعدي حرکتونوکې زمان حذف شي، د حرکت مسیر معادله لاس ته راځي. له دې لارې څخه په ګټې اخېستلو سره د xoy د صفحې پرمخ د غورځونې د حرکت د مسیر معادله دا ډول په لاس راځي:

د t قیمت د (3-27) له رابطې څخه اخلو او په (3-29) رابطه کې یې وضع کوو.

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

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

$$y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2\alpha} + x\tan\alpha \ ....(3-31)$$ اویا $$y = tg\alpha \cdot x - \frac{g}{2{v_0}^2 \cos^2\alpha} \cdot x^2$$

د (3-31) معادله راښیي چې د غورځونې د حرکت مسیر، له پا رابول څخه عبارت دی. (ولې؟) هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم یې وهي، تر څو بېرته د غورځونې لومړنی ارتفاع $y = 0$ او یا ځمکې ته وګرځي، د غورځول کېدونکي جسم د (Range) په نامه یادوي او هغه د R په توري ښیي.

لومړني ارتفاع ته د بېرته ګرځېدو د نقطې مختصې شکل ته په پام کولو سره، د $\begin{bmatrix} X = R \\ Y = 0 \end{bmatrix}$ په توګه دي.

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

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

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

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

ځکه چې:

$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha \cos\alpha$$

نو:

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

بحث وکړئ:

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

فعالیت:

د اړتیا وړ مواد: نقاله، خط کش یا متر، د ماشومانو د لوبوتو تومانچه، پلاستیکي ګلولې او میز.

کړنلاره: زده کوونکي دې په درې ډلو وویشل شي. لومړۍ ډله دې د (o) له نقطې څخه د 25° زاویې لاندې، دویمه ډله دې د (o) له نقطې څخه د 45° زاویې لاندې، دریمه ډله دې د (o) له نقطې څخه د 65° زاویې لاندې فیر وکړي، کله چې مرمۍ پرځمکه ولګېده. د (o) د ویشتلو نقطې او د لګېدو د نقطې (x_{max}) ترمنځ واټن د خط کش یا متر په مرسته اندازه او نوټ کړئ. هره ډله دې د خپل کار پایلې یوله بله سره پرتله کړي اوعمومي پایله دې د ښوونکي په مخ کې ټولګي ته وړاندې کړي.

بحث وکړئ:

ویشتل کېدونکی جسم، تر څو درجو زاویې لاندې وغورځول شي، ترڅو اعظمي رنج (افقي واټن) ووهي؟

د اوج (تر ټولو لوړه) نقطه (اعظمي ارتفاع) د غورځولو په حرکت کې، ترټولو لوړه نقط ده چې غورځول شوی جسم ورته رسیږي. د (3-6) په شکل کې د اوج د نقطې ارتفاع په H ښودل شوې، د y په لور د اوج په نقطه کې سرعت صفر دی، ولې؟ د (3-30) رابطې څخه لرو چې:

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

$$t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} \quad ....(3-33)$$

له دې فورمول څخه په کار اخیستلو سره کولای شو ترټولو لوړه (اوج) نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسېدو وخت لاس ته راوړو. په (3-29)معادله کې د نوموړي وخت t په ایښودلو سره د اوج د نقطې ارتفاع په لاس راځي:

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

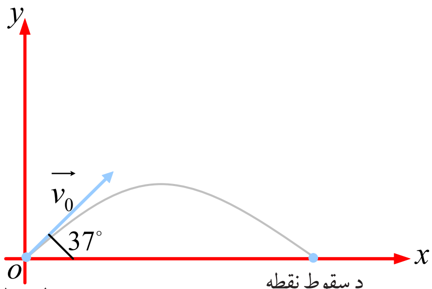
$$H = \frac{-v_0^2 \sin^2\alpha + 2v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \quad ....(3-34)$$

مثال: د فوټبال یو لوبغاړي، یوه توپ نسبت افق ته تر 37° زاویې لاندې په $10m/s$ لومړني سرعت شوټ 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 رسېدو زمان په لاس راوړئ.

b- پس له څومره مودې به توپ بېرته ځمکې ته راوګرځي؟ $(\sin 37^\circ = 0.6)$



شکل (3-7)

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

$$v_y = -gt + v_0 \sin \hat{\alpha}$$

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

ب: بېرته ځمکې ته راګرځېدل $y = 0$ دي، یعنې:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2(v_0 \sin \propto)t \qquad -4.9t_2 + 6 = 0$$

$$0 = -4.9t^2 + (10 \times 0.6)t \qquad 4.9t_2 = 6 \Rightarrow t_2 = \frac{6}{4.9}$$

$$t(-4.9t + 6) = 0 \Rightarrow t_1 = 0 \quad , \quad t_2 = 1.2244 \Rightarrow t_2 = 1.2s$$

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

تمرین: د غورځولو (ویشتلو) په حرکت کې

1. د غورځول شوي جسم تر ټولو لرې واټن د ____________ له رابطې څخه لاس ته راځي.

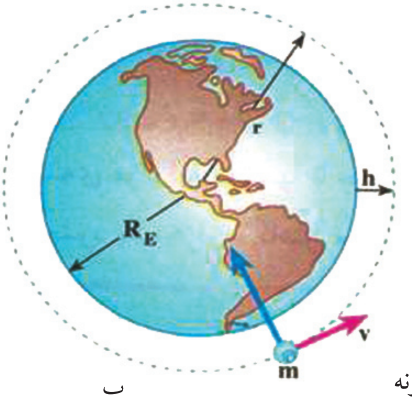
2. د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسېدو زمان د _________________ له رابطې څخه لاس ته راځي.

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 مچنوغزه لیدلي دي چې څه ډول حرکتونه تر سره کوي؟

په دایروي مسیر کې د یوه جسم حرکت، په دوو بعدونو(مخونو) کې د حرکت یوه بله بیلګه ده. د دې حرکت ډېرې بیلګې هره ورځ ګورو. د ځمکې پر شاوخوا د سپوږمۍ د حرکت مسیر، د هستې پر شاوخوا د الکترون حرکت او د ځینو مصنوعي سپوږمۍ حرکت د ځمکې پر شاوخوا د دایروي حرکت نسبي ډولونه دي. د کور په ځینو وسایلو، لکه: د جامو مینځلو په ماشین کې، له مېوو څخه د اوبو ویستلو ماشین او .... جسمونه د هغو په منځ کې په دایروي مسیر حرکت کوي. په لاندې تصویرونوکې په دایروي مسیر کې د اجسامو د حرکت بیلګې ګورئ.

الف



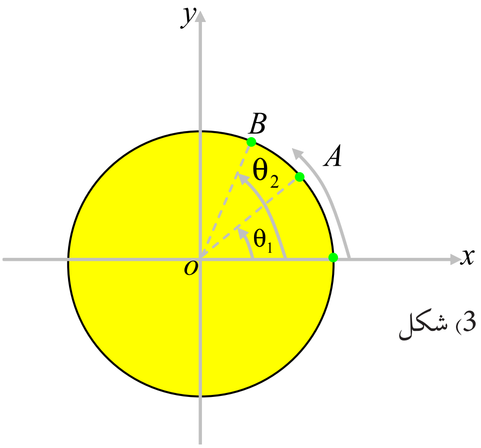
ب

(3-8) شکلونه

ج

زاويوي سرعت

یوه ذره په نظرکې ونیسئ چې په یو دایروي مسیرکې د ساعت د ستنې په خلاف لوري کې د لاندې شکل په څېر حرکت کوي. په دې ځای کې له ذرې څخه موخه یو ورو‌کی جسم دی چې ابعادې د دایرې د شعاع په پرتله ډېر کم دی.



(3-9) شکل

د ذرې موقعیت د دایرې پرمخ هره ګړۍ کولای شو، د θ له زاویې سره د ox د محور په نسبت وښیو.

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 ښیو او $\Delta\hat{\theta} = \hat{\theta_2} - \hat{\theta_1}$ د ذرې د زاویه یې موقعیت بدلون (وهل شوي واټن) بولو. طبیعي ده چې په اړوند وخت باندې د زاویوي موقعیت بدلون د غورځولو څخه په دایروي حرکت کې د ذرې زاویوي منځنی سرعت لاسته راځي، یعنې:

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

د زاویوي سرعت د اندازه کولو واحد، له رادیان پر ثانیې ($\frac{rad}{sec}$) څخه عبارت دی.

څېړنه وکړئ

دلمر پرشاوخوا دځمکې د حرکت په هکله په بیلابیلو ډلوکې څېړنه وکړئ او د لمر پرشاوخوا د ځمکې منځنی زاویه یې سرعت محاسبه کړئ.

پوښتنه

a- له دايروي حرکت څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخيستل کيږي؟
b- د څو وسيلو چې منځنی برخې يې (د منځ اجزاوې) د دايروي حرکت لرونکي وي، نومونه يې واخلئ.

لحظوي زاويوي سرعت

زاويه يي لحظوي سرعت په هغه ډول چې د لحظوي سرعت په هکله مو په (3-2) لوست کې ولوست، تعريفوو:

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

او يا:

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \ldots\ldots\ldots\ .(3-35)$$

تمرين

ديوې ذرې زاويه يي موقعيت چې د دايروي مسير پرمخ حرکت کوي د $\theta = 2t^2 + 6t$ رابطې سره ورکړل شوی. (t د ثانيې له مخې او θ د راديان له مخې)

الف: د متحرک زاويه يي منځنی 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 سـرعت او لحظوي سـرعت د رابطې د بنـــه درک لپاره څو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو ټولګيوالوســره بحث اوخبرې يرې وکړئ او پايله د خپل ښوونکی ترمخ په ټولګي کې بيان کړئ.

3-6: دايروي يو ډوله (متشابه) حرکت

کله چې پر دايروي مسير د حرکت کوونکي ذرې زاويوي سرعت ثابت باقي پاتې شي، وايوچې ذره يو ډول دايروي حرکت لري.په دې ډول حرکت کې منځني زاويوي سرعت په هره زماني وقفه کې د ذرې د زاويوي لحظوي سرعت سره برابر دی.

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

او يا:

$$\theta = \omega t + \theta_0 \ldots\ldots\ldots\ .(3-36)$$

د یو ډول دایروي حرکت د څېړلو لپاره په لومړي پړاوکې باید لاندې کمیتونه تعریف کړو:

پریود: هغه زماني موده چې ذره د یو دایروي مسیر پرمخ یوه بشپړه دوره وهي، د پریود په نامه یادیږي. پریود د T په توري ښیي او د اندازه کولو واحد یې ثانیه ده.

فریکونسي: په یوه ثانیه کې د ذرې د دورانونو شمېر ته فریکونسي وايي. فریکونسي د نیو (ν) په لاتین توري ښيي، د فریکونسي د اندازه کولو واحد $\frac{1}{s}$ او یا هرتز HZ دي.

$$T = \frac{1}{\nu} \,.........\quad (3-37)$$

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

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

فعالیت:

په خپلو ډلوکې پریود او فریکونسي سره پرتله کړئ او لاندې جدول بشپړکړئ.

متحرک	پریود	فریکونسي
د هایدروجن د اتوم الکترون	10^{-17} ثانیه	$10^{17}\,Hz$ دوره په یوه ثانیه کې
د بریښنا د تولید لپاره د اوبوتوربین	0.33 ثانیه	$3.\overline{03}Hz$
ځمکه د هغې د محور په شاوخوا	$86400s$	دوره په یوه ثانیه کې $1.157\times10^{-5}\,Hz$
سپوږمۍ د ځمکې پرشاوخوا	ورځ $29.7 = 2566080s$	$3.897\times10^{-7}\,Hz$
ځمکه د لمر په شاوخوا	$31536000s$	دوره په یوه ورځ کې $3.17\times10^{-8}\,Hz$

په دایروي حرکت کې خطي سرعت

مخکې مو ولیدل چې د مکان وکتور کولای شي، د متحرك موقعیت په سطحه کې وټاکي، (3-2) شکل. که چیرې د یوې ذرې د مکان وکتور د t_1 په وخت کې $\vec{r}_1$ او د t_2 په شیبه کې $\vec{r}_2$ وي، د ذرې موقعیت به د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زماني شیبه کې برابر له $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ سره وي. ذره د Δt په وخت کې د Δs قوس وهي.که چیرې دا زماني شیبه ډېره کوچنۍ وي، د $\overset{\frown}{\Delta s}$ قوس کوچني کیږي او کولای شو د Δs قوس اوږدوالی د هغه د مقابل وتر یعنې $(\Delta\vec{r})$ له اوږدوالي سره تقریباً برابر ونیسو.

همدارنگه مخکې مو ولیدل چې د متحرك منحني سرعت کولای شو له $\vec{v}=\dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\ldots(3-32)$ رابطې څخه لاسته راوړو او د لحظوي سرعت کچه هم د لاندې رابطې په مرسته تعریفیږي:

$$\left|\vec{v}\right| = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\left|\Delta\vec{r}\right|}{\Delta t}$$

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

$$\left|\vec{v}\right| = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(3-39)$$

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

$$s = r\theta\ldots\ldots\ldots.(3-40) \quad \text{او يا} \quad \theta = \frac{s}{r}$$

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

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t\to 0} r\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow = \frac{d(r\Delta\theta)}{dt}$$

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

$$\vec{v} = r\cdot\omega\ldots\ldots\ldots(3-41)$$

څېړنه وکړئ:

په دایروي حرکت کې له خطي سـرعت څخه ګټه اخیسـتونکي کوم خلك دي؟ او له هغه څخه په کومو برخو کې ګټه اخلي؟
په دې هکله په خپلو ډلوکې بحث وکړئ او خپلو ټولګیوالوته راپور ورکړئ.

مثال: د ماشومانو د لوبو یوځرخ خلك په یوه افقي سطحه او دایروي مسیرکې ګرځوي، داسې چې هرفرد دایروي یو ډوله حرکت لري. که چیرې دوران کوونکي په هرو 10 ثانیو کې یو دور ووهي او د هر کس لپاره د څرخېدو شعاع 5 متره وي، د هر شخص زاویه یي او خطي سرعت په دې دوره کې حساب کړئ.

حل: د څرخېدو د دورې زمان $T = 10s$ دی، پس زاویه یي سرعت برابر دی له:

$T = 10s$

$r = 5m$

$\omega = ?$

$v = ?$

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

او خطي سرعت به یې برابروي له:

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

پوښتنې:

1 - د یوه دیوالي ګړۍ د ساعت، دقیقو او ثانیو د عقربو اوږدوالي په ترتیب $8cm$، $10cm$ او $12cm$ دي د هرې عقربې د څوکې خطي سرعت محاسبه کړئ.

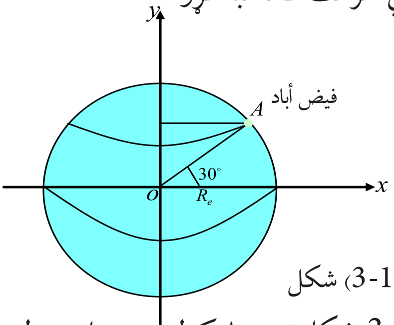
2 - یو متحرک پر دایروي شکله مسیر د 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرک زاویه یي سرعت پریود او فریکونسي حساب کړئ.

فکروکړئ:

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

مثال: د فیض آباد ښار په $30°$ شمالي جغرافیایي مدارکې واقع دی. د هغه تن زاویوي او خطي سرعتونه چې په دې ښار کې اوسیږي پیداکړئ. د ځمکې شعاع $R_e = 6.4\cdot10^6\,m$ په نظرکې ونیسئ.

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



(3-10) شکل

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

$$T = 24\cdot60\cdot60 = 86400\,s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{86400} = 7.27\cdot10^{-5}\ rsd/_{s}$$

د فیض آباد واټن د ځمکې د څرخېدو له محورڅخه (د 10-3)شکل ته په پام کولو سره برابردي له:

$$r = R_e\cos30° \rightarrow \cos30° = \sqrt{3/2}$$

$$r = 6.4\times10^6\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 5.53\times10^6\,m$$

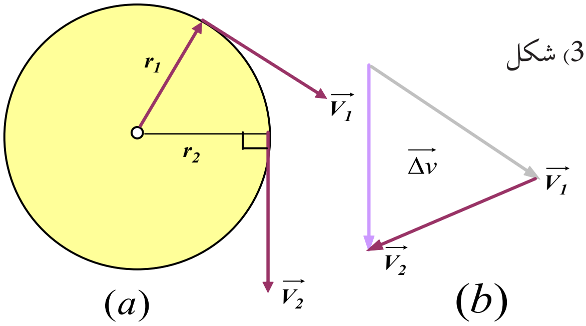
او د فیض آباد په ښارکې خطي سرعت برابر دی له:

$$v = r\omega = 5.53\times10^6\times7.27\times10^{-5} = 402.03\ m/_{s}$$

3-7: په دايروي يو ډوله حركت كې تعجيل

يو ذره په نظر كې ونيسئ چې دايروي يو ډوله حركت لري (3-11-a). شكل مخ كې مو وليدل چې د سرعت وكتور په هره لحظه كې پرمسير مماس دى. كه چېرې د ذرې مكان د t_1 په لحظه كې، $\vec{r}_1$ او د t_2 په لحظه كې $\vec{r}_2$ وي، د متحرك د سرعت وكتورونه په دې نقطوكې په ترتيب پر $\vec{r}_1$ او $\vec{r}_2$ عمود دي. د $\Delta\vec{v}=\vec{v}_2-\vec{v}_1$ وكتور د (3-11-b) په شكل كې رسم شوى دى او كتل كيږي. سره له دې چې د سرعت د وكتور كچه ثابته ده، خو د سرعت د وكتور د لوري د بدلون له امله $\Delta\vec{v}\neq 0$ دى.

په دې حالت كې د حركت د تعجيل كچه كولاى شو له $\vec{a}=\frac{\left|\Delta\vec{v}\right|}{\Delta t}$ رابطې څخه په لاس راوړو. كله چې Δt صفر لوري ته تقرب كوي، د حركت تعجيل له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.



(3-11) شكل

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

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

چې دې تعجيل ته مركز د جذب تعجيل (Centripetal Acceleration) وايي چې د دې تعجيل لورى د شعاع په بريد د مركز په لوروي.

مثال: سپوږمۍ تقريباً د 29.7 ورځو په موده كې يو ځل په دايروي مسير كې په يو ډوله (يونواخت) حركت د ځمكې په شاوخوا گرځي. د سپوږمۍ مركز ته د جذب تعجيل په لاس راوړئ. په داسې حال كې چې د ځمكې د مركز او سپوږمۍ ترمنځ واټن $r=3.84\times10^8 m$ وي.

حل: د $\omega=\frac{2\pi}{T}$ له رابطې څخه په گټې اخيستلو سره د سپوږمۍ زاويه يي سرعت عبارت دي له:

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\times3.14}{29.7\times24\times3600}=\frac{6.28rad}{2566080s}=0.0000024473=2.44\times10^{-6}\frac{rad}{s}$$

په دې ډول د سپوږمۍ مركز ته د جذب چټكتيا مساوي ده له:

$$a=r\omega^2=3.84\times10^8 m\times(2.44\times10^{-6}\frac{rad}{s})^2=3.84\times10^8 m\times5.9536\times10^{-12}\frac{rad}{s^2}$$

$$a=22.861824\times10^{-4}\frac{m}{s^2}=2.28\times10^{-3}\frac{m}{s^2}$$

فعالیت:

د خپلې ډلې له غړو سره یوه تیږه په یوه کلك تار سره وتړئ او په یوه قايمه سطحه کې د خپل لاس پرشاوخوا يې وڅرخوئ اوځمکې ته يې د نه لوېدو په هکله بحث وکړئ او پايله يې په خپل ټولګي کې وړاندې کړئ. کله چې د m یوه کتله له ثابت سرعت سره د یوې دايرې په مخ حرکت کوي، تعجیل پیداکوي چې لورى يې د دايرې مرکز ته متوجه وي.

پوښتنې:

- په پورتني فعالیت کې که چیرې د وزن له درونډوالي او د هوا له مقاومت څخه ورتېرشو څه پېښیږي؟
- د فعالیت د تر سره کولو پر مهال، که چیرې تار يو ناڅاپي وشليږي، کومه پېښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کُره په هرو 24 ساعتونوکې یوځل د خپل محور پرشاوخوا راڅرخي. خطي سرعت او مرکزته جذبېدونکي شعاع د ځمکې د سطحې په کومو نقطوکې ډېره کچه لري؟ که چیرې د ځمکې د کُرې شعاع $6400km$ په پام کې ونیسو، د کُرې خطي سرعت او مرکز ته د جذب تعجیل حساب کړئ.

د يو ډوله دايروي حرکت ډینامیک

په مخکېنۍ برخه کې مو ولیدل چې په يو ډوله دايروي حرکت کې د جسم تعجیل د دايرې د شعاع په لورې کې او لورى يې د مرکز خواته دي. د نیوټن د دویم قانون له مخې قوه اوتعجیل هم لورى دي، له دې امله په يو نواخت دايروي حرکت کې، پرجسم د واردېدونکو قوو محصله د شعاع په استقامت او دمرکز په لورډی چې په دايروي حرکت کې پرجسم دغې واردې شوې قوې ته مرکزته دجذب قوه (Centifugle force) وايي. د نیوټن د دویم قانون رابطو ته په پام کولوسره دغه قوه په يو نواخته دايروي حرکت کې د خطي سرعت پربنسټ لاندې بڼه نیسي.

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

او د زاويه يي سرعت پربنسټ $F = mr\omega^2 ....(3-45)$

په دې رابطه کې پرجسم د وارد شوو قوو کچه د دايرې د شعاع په لورې ده.

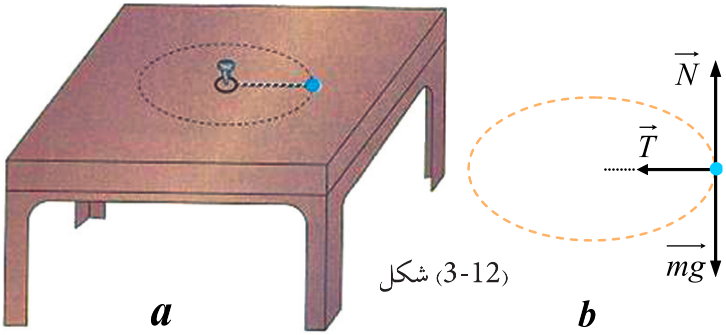
فعالیت:

مچنوغزه په خپل لاس کې ونیسئ او په کاسه کې يې یوه وړه تیږه د 4 نه تر 8 ګرامه په کتلې کېږدئ او د خپل لاس په شاوخوا (د ښوونځي په انګړکې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پرمهال د مچنوغزې يوسر خوشې کړئ او د خپلې ډلې له غړوسره ددې تیرې د تیښتې د لامل په هکله بحث وکړئ او پايله يې د ښوونکي ترمخ بیان کړئ.

مثال: یوه مری له 20g کتلې سره په یوه تار تړو او د تار له بل سر سره یوه کوچنۍ کړۍ تړو. بیا کړۍ د (3-12-a) شکل په څېر له یوه لنډ مېخ سره د یوه مېز د منځ په برخه کې نصبوو.(له مېز سره د مهرې د اصطکاك له قوې تېر شوي یو). د مهرې واټن له مېخ څخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پر مری یې واردوو، هغه د دایروي مسیر پرمخ په حرکت راولو. پر مری وارد شوې قوې د یوه شکل په رسمولو سره مشخص کړئ.

که چیرې مری په هره ثانیه کې یوه دوره ووهي، د تار د راښکلو (کشش) قوه حساب کړئ.

حل: د (3-12-b) په شکل کې د وزن قوه او پر اتکا باندې عمودي قوه په قایم لوري کې پرجسم اغېزه کوي چې د دې دوو قوو محصله صفر ده یعنې:



a

b

شکل (3-12)

$$N - mg = 0$$
$$N = mg$$

یوازې د تار د راښکلو قوه پاتې کیږي چې په دې ځای کې همغه مرکزته د جذب قوه یعنې: $F = T = \dfrac{mv^2}{r}$ ده.

$m = 20gr = 20 \times 10^{-3}kg$

$r = 25cm = 0.25m$

زاویه یي سرعت برابر دی له: $\omega = 2\pi\nu = 2\pi \, rad/s$

$\nu = \dfrac{1rev}{s} = 1Hz$

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

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

پوښتنې:

په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.

1. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې خرخي.
2. د هستې پرشاوخوا د الکترون د گرځېدو په صورت کې.
3. د لمر پرشاوخوا د سیارو په گرځېدو په صورت کې.

د دریم څپرکي لنډیز

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

له رابطې څخه ښکاري چې د موقعیت وکتور د t د زمان یوه تابع ده. $\vec{r} = f(t)\vec{i} + g(t)\vec{j}$

- د جسم منځنۍ سرعت په دوه بعدي حرکت کې په لاندې ډول وي: $\vec{\bar{v}} = (\bar{v}_x)\vec{i} + (\bar{v}_y)\vec{j}$

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

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} (\vec{\bar{v}}) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \rightarrow \quad \text{اویا} \quad \Rightarrow \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

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

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

$$\vec{\bar{a}} = (\bar{a}_x)\vec{i} + (\bar{a}_y)\vec{j}$$

- د $\bar{a}$ د منځني تعجیل وکتور له $\Delta\vec{v}$ سره هم لوري دی.

- لحظوي 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 یعني: $\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} (\vec{\bar{a}}) = \lim_{\Delta t \to 0} (\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

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

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

- د غورځولو په حرکتونوکې د غورځېدونکي جسم د حرکت مسیر په فضاکې عبارت له یو پارابول څخه دی.

- په افقي غورځولوکې د حرکت معادلې عبارت دي له: $x = v_0 t$

او $y = \frac{1}{2} g t^2$

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

- د x او y معادلې د t زمان د تابع په نامه د غورځولو په حرکتونوکې عبارت دي له:

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

- هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم یې د بېرته یا د دویم ځل لپاره د غورځولو لومړنی ارتفاع ته د ګرځېدو لپاره وهي، عبارت د غورځول شوي جسم له *Range* څخه دی او د ارنګه افاده کیږي:

$$R = \frac{v_0{}^2 \sin 2\hat{\alpha}}{g}$$

-د غورځوني په حرکت کې لوړه یا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، ترټولو هغه لوړه نقطه ده چې غورځول کېدونکی جسم هغې ته رسیږي، د H په توري ښودل کیږي: $H = \dfrac{v_0^2 \sin^2 \hat{\alpha}}{2g}$

- د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسید و زمان عبارت دی له: $t = \dfrac{v_0 \sin\hat{\alpha}}{g}$

- په دایره یي حرکت کې د ذرې زاویه یي منځني سرعت د زاویه یي موقعیت د بدلون د نسبت په توګه د هغې پر زمان تعریفیږي.

$$\overline{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

- زاویوي لحظوي سرعت کولای شو د لیمت او مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخیستلو سره په لاندې ډول ولیکو:

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad \text{او یا} \quad \omega = \frac{d\theta}{dt}$$

- په دایره یي یو نواخته حرکت کې د یوې ذرې زاویه یي سرعت چې پر یو دایره یي مسیر حرکت کوي، ثابت پاتې کیږي.

- پریود عبارت له هغه وخت څخه دی چې یوه ذره د دایره یي مسیر پرمخ یوه بشپړه دوره وهي او د T په توري ښودل کیږي.

- فریکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمېر څخه چې په یوه ثانیه کې سرته رسیږي د نیو (ν) په لاتین توري ښودل کیږي او د اندازه کولو واحدیې $\frac{1}{s}$ او یا *HZ* (هرتز) دی.

- د پریود رابطه T او د (ν) فریکونسي په لاندې ډول دي: $T = \dfrac{1}{\nu}$.

د دريم څپرکي پوښتنې

1 - د يوه جسم د حرکت معادله د SI په سيستم کې د $x = t^3 - 3t^2$ په بڼه دې، مطلوب دي:

a- له 1 څخه تر 2 ثانيو زماني انټروال کې د جسم د منځنۍ سرعت کچه.

b- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرك د سرعت کچه.

c- د 2 څخه تر 5 ثانيو زماني انټروال کې د متحرك د منځنې تعجيل کچه.

d- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرك د تعجيل کچه.

2 - يو موټر د سره څراغ په وړاندې ولاړ دی، د څراغ په شنه کېدو، موټرله $2\,{}^{m}\!/_{s^2}$ تعجيل سره په حرکت پيل کوي. په همدې (شيبه) کې يوه لاری له $36\,{}^{km}\!/_{h}$ ثابت سرعت سره د هغه له څنګ څخه تېرېږي.

a- د $(x-t)$ او $(v-t)$ ګرافونه د موټر او لاری لپاره رسم کړئ.

b- وروسته له څومره مودې څخه به موټر لاری ته ورسيږي؟

3 - د يو متحرك د موقعيت (مکان)وکتورونه د $t_1 = 5s$ او $t_2 = 25s$ په لحظوکې په ترتيب سره $\vec{r_1} = 2\vec{i} + 14\vec{j}$ او $\vec{r_2} = 8\vec{i} + 6\vec{j}$ دی. د ذرې د منځنۍ سرعت کچه د t_1 او t_2 په دوولحظوکې پيداکړئ او د ګراف په رسمولو، د $\vec{v}$ لوری وښيئ.

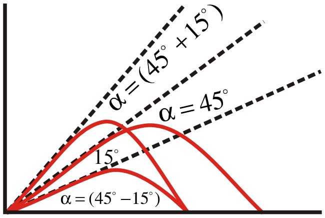
4 - د يوه جسم د حرکت معادله د دوو لاندېنيو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوې ده.

$$y = 2t^2 + 1 \quad \text{او} \quad x = 6t$$

a- د سرعت معادله يې وليکئ او د سرعت کچه يې په $t = 2s$ کې لاس ته راوړئ.

b- د حرکت د مسير معادله يې لاس ته راوړئ.

5 - گاليله په خپل يو کتاب کې ليکي «که د 45° درجو زاويې څخه په مساوی کچه زياتو او يا کمو زاويو سره جسمونه په مايل ډول وغورځول شي، رنجونه يا فاصلې يې سره مساوي دي...» په لاندې شکل کې د دې وينا سموالی ليدل کيږي؟



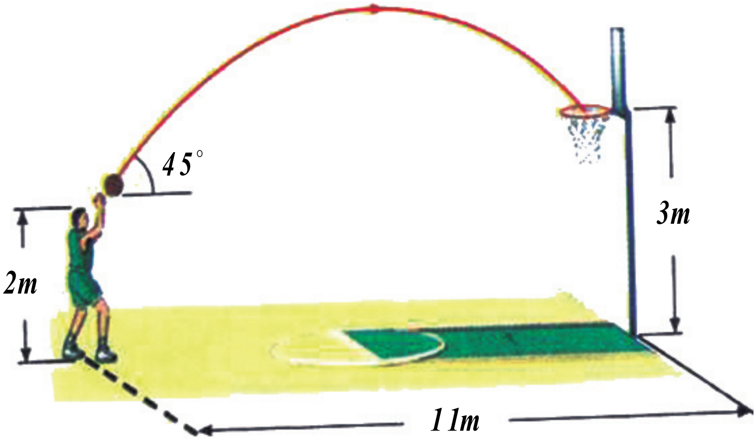
6 - پريوه رود د يو پل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې يو جسم په افقي ډول په $30m/s$ سرعت غورځوو.

a- څومره موده وروسته به جسم د اوبو پرمخ ولګيږي؟

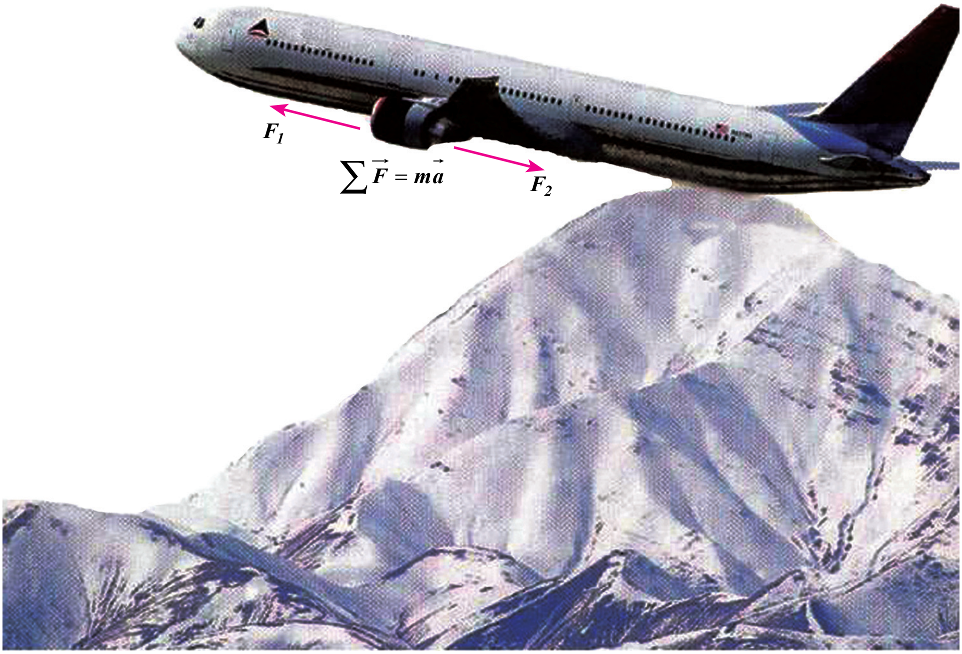
b- له اوبو سره د لګيدو د نقطې افقي واټن، د غورځولو تر نقطې پورې څومره دی؟

c- له اوبو سره د لګيدو د سرعت کچه څومره ده؟

7 - په لاندې شکل کې د توپ لومړنی سرعت داسې محاسبه کړئ چې توپ د ټوکرۍ په منځ کې ولويږي. $(g = 10m/s^2)$



د نیوټن د حرکت قوانین



په دویم څپرکی کې له ځینو کمیتونو لکه موقعیت، د موقعیت بدلون، سرعت، تعجیل او ... سره آشنا شو او د دې کمیتونو په تعریفولو سره مو حرکت توصیف کړ. ومو لوستل 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؟

خو د پوښتنو طرحه کولو او هغو ته د ځواب ورکولو څخه مو ډډه وکړه لکه: په کوم حالت کې یوجسم ساکن پاتې کیږي؟ څنګه کولای شو یو ساکن جسم په حرکت راولو؟ کوم لامل د جسم د سرعت د بدلون سبب ګرځي؟ کوم عامل د حرکت د بدلون او په ټوله کې کوم لامل د جسم د وضیعت د بدلون سبب ګرځي؟ او ... په دې څپرکي کې یادې شوې 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 ساحې ترڅېړنې لاندې نیسو. هیله کیږي چې تاسو به د دې څپرکي په پای کې د لاندې موضوعګانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نیوټن دري ګوني قوانین،
- د اصطکاک د قوې ډولونه او په ورځني ژوندانه کې یې کارونه،
- د نیوټن د جاذبې قانون،
- د لفت د حرکت څر نګوالی،
- د مصنوعي سپوږمیو د حرکت دایروي مدار،

4-1: د نیوټن 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 دیکه کیږئ، که چیرې په یو روان موټر کې ناست اوسئ، په یو ناڅاپي دریدو سره به د مخ لورته دیکه شئ. آیا تراوسه موله ځانه پوښتلي چې د دې پیښې 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 له هغه مقاومت څخه عبارت دی چې یوجسم یې د هر حرکت په وړاندې د سکون د حالت په ګډون له ځانه ښیي او یا په بل عبارت، هیڅ یوجسم دې ته مایل نه دی چې خپل د سکون او یا حرکت حالت ته بدلون ورکړي.که چیرې پر یوه جسم هیڅ بهرنی قوه اغیز ونه کړي، 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 پوهیدلوسره، د هغې پوښتنې ځیرلو ته مخه کوو چې د دې لوست په پیل کې وشوه. 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 موړي شخص د شا په خوا لوېږي، ځکه چې د نوموړي شخص پښې له موټر سره په حرکت پیل کوي، خو بدن یې چې پر موټر تکیه نلري، د عطالت د خاصیت له مخې غواړي، خپل د سکون حالت وساتي. د تعادل د حالت تر را منځ 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 نا ځاپه برک ونیسي، وبه لیدل شي چې شخص د مخ په لور غورځیږي او لامل یې دا دی چې د شخص پښې د موټر په تابیعت ساکن او بدن یې د عطالت له خاصیت سره سم غواړي خپل حرکت ته دوام ورکړي.

فعالیت:

اړین توکي: کاغذ (مقوا)، سکه، ښیښه یي لوښی یاګیلاس

کړنلاره: کاغذ پرښیښه یي لوښي کیږدئ او د کاغذ پرمخ سکه کیږدئ، تردې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کړئ:

1. کاغذ د هغه له مستوي سره موازي په ډېر سرعت را وکاږئ.
2. کاغذ د هغه له مستوي سره موازي په لږ سرعت را وکاږئ.

په دواړو پړاوونوکې هغه څه چې پیښ شـوی دی، هغه نوټ کړئ او د ټولګي په بیلابیلو ډلوکې پرې بحث وکړئ او پایله یې خپلو ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

اوس چې د عطالت (انرشيا) په مفهوم ښه پوه شوو، د نيوټن د لومړي قانون په مطالعه پيل کوو:

نيوټن، انګليسي پوه او عالم د خپلو پخوانيو پوهانو له نظرونو څخه په ګټې اخيستلو سره په دې بريالى شو چې د حرکت قوانين چې نن په خپله د هغه په نوم (د حرکت په هکله د نيوټن قوانين) يا دېږي، په خپل کتاب کې بيان کړي. هغه لومړى قانون داسې بيان کړى دى:

«يوجسم خپل د سکون حالت او يا د مستقيم خط پرمخ خپل يو ډوله (يونواخت) حرکت ساتي، خو دا چې د يوې قوې تر اغيز لاندې د خپل حالت بدلون ته اړکړاى شي».

له لومړي قانون څخه پايله ترلاسه کيږي چې که پر يوه جسم قوه وارده نه شي،که چېرې ساکن وي، ساکن پاتې کيږي او که چيرې په حرکت کې وي، خپل حرکت ته په ثابت سرعت سره دوام ورکوي.

د هغه څه په پام کې نيولو سره چې تراوسه ووېل شول، د نيوټن لومړي قانون ته د عطالت(انرشيا) قانون هم وايي. خپلو شاوخوا جسمونو ته وګورئ، آيا کولاى شئ داسې يو جسم پيداکړئ چې قوه پرې وارده نشي؟ ترڅو وکولاى شي، د نيوټن لومړى قانون په بشپړه توګه پلي کړو.لکه څرنګه چې په ټولو جسمونو د وزن قوه واردېږي،په پايله کې نشو کولاى داسې يو جسم پيداکړوچې قوه پرې وارده نشي.

نن پوهان د نيوټن له لومړي قانون څخه د ځمکې بهر ته د سپوږمکيو او فضايي بېړيو د ليږلو لپاره ګټه اخلي. کله چې بېړۍ په پوره اندازه له ځمکې څخه ليرې، په ارام (ګل) ماشين او په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته دوام ورکوي. (ولې؟)

4-2: د نيوټن دويم قانون

د نيوټن په لومړي قانون کې مو ولوستل چې جسم خپل د سکون حالت ساتي، په هغه صورت کې چې کومه قوه پرې عمل ونه کړي او يا برعکس، که چيرې جسم په حرکت کې وي او قوه پرې عمل ونه کړي، جسم خپل د ثابت حرکت حالت د مستقيم خط پرمخ ساتي.

خو پر جسم د وارده قوې، کتلې او د حرکت د تعجيل ترمنځ کومه رابطه شتون لري؟

موږ په ورځني ژوندانه کې ګوروچې د يوه غټ جسم د حرکت لپاره نسبت يو وړوکي جسم ته، ډېرې قوې ته اړتيا ده. همدارنګه پوهيږو چې په همدې عين قوې کولاى شو وړوکي جسم ته د لوى جسم په پرتله ډېر چټک حرکت ورکړو. له دې ځاى څخه پايله تر لاسه کيږي چې د جسمونو د تعجيل ،کتلې او هغه قوې ترمنځ چې پر جسمونو تطبيق کيږي، اړيکه شته. پرجسم باندې د وارده قوې، کتلې او د جسم د حرکت د تعجيل ترمنځ اړيکه، د نيوټن د دويم قانون موضوع ده. د نيوټن دويم قانون دا بيانوي چې «که پر يوجسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجيل اخلي چې پرجسم د واردو شوو قوو له محصلې سره مستقيم نسبت لري، له هغې سره هم لوري دي او دجسم له کتلې سره معکوس نسبت لري».

که چيرې د جسم کتله m او پرې وارده قوه $\vec{F}$ وي، د نيوټن دويم قانون د لاندې رابطې له مخې بيانيږي:

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \quad \text{او يا} \quad \vec{F}=m\cdot\vec{a}$$

د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N) دی، چې د پورته رابطې له مخې تعریفیږي. که چیرې په دې رابطه کې، کتله د کیلوگرام Kg پربنسټ او تعجیل د متر پر ثانیه مربع $\left(m/s^2\right)$ پربنسټ وي، قوه د $kg.m/s^2$ پربنسټ حسابیږي چې دا د نیوټن (N) په نامه یادوو. له دې امله «یونیوټن، د هغې قوې کچه ده چې که پریوه جسم چې $1kg$ کتله لري وارده شي، هغې ته د یو متر في ثانیې مربع برابر تعجیل ورکوي».

مثال: یو جسم چې $20kg$ کتله لري، له $1.5\,m/s^2$ تعجیل سره په حرکت کې دی. پرجسم د وارده قوو محصله څونیوټن ده؟

حل:
$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow 1.5=\frac{F}{20} \Rightarrow F=1.5\times 20=30\ N$$

مثال: د $m_1 = 5\ kg$ او $m_2 = 12\ kg$ پر هرې کتلې باندې $15\ N$ قوه واردوو، د هرې کتلې تعجیل حساب کړئ.

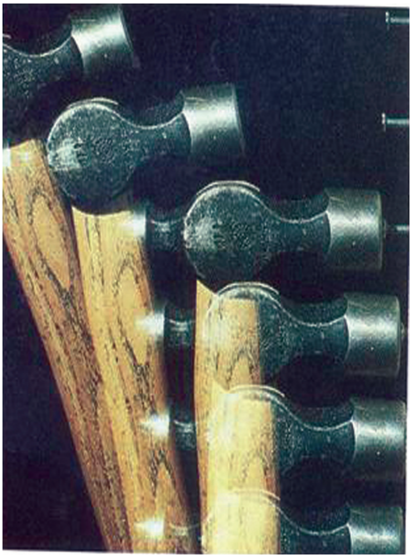
$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m}$$

حل:
$$a_1=\frac{15}{5}=3\,m/s^2 \quad \text{او} \quad a_2=\frac{15}{12}=1.25\,m/s^2$$

پوښتنه:

څومره قوه په کارده ترڅو یو موټر د $1500\ kg$ کتلې په لرلو سره چې له $100\,km/h$ سرعت سره په حرکت کې دی، د $55m$ واټن له وهلو څخه وروسته ودروي؟

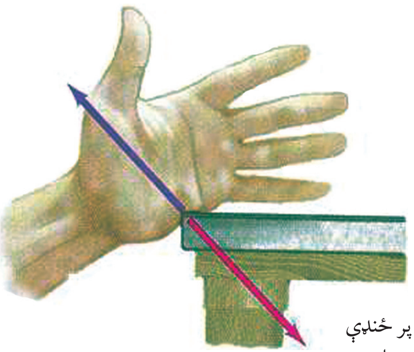
4-3: د نیوټن دریم قانون



د نیوټن لومړي قانون د جسم وضعیت د قوې د نه شتون پر مهال او د نیوټن دویم قانون، د جسم وضعیت هغه مهال چې د قوې تراغیز لاندې وي، بیانوي، خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پرجسم وارده قوه له کومه ځایه پرهغې واردیږي؟ د نیوټن دریم قانون همدا مسئله څېړي چې پرجسم وارده شوې قوه له کوم ځایه واردیږي. که چیرې خپلو ورځنیو کړنو ته ځیر شو. و به لیدل شي چې یو جسم تل پر بل جسم قوه واردوي.

(4-1) شکل، څټک یوه قوه پرمیخ واردوي اومیخ هم د څټک د قوې په خلاف لوري، پرڅټک قوه واردوي.

د فوټبال لوبغاړی په خپله پښه توپ وهي. يعني د پښې په مرسته پر توپ قوه واردوي. کله چې يو شخص يو جسم د ځمکې پرمخ راکاږي، پر هغه قوه واردوي او يا هغه ښځک چې پرمېخ وهل کيږي، پر مېخ قوه واردوي، د نيوټن د دريم قانون په بيانولو سره دا څرګندوي چې قوه پر يوه جسم تل د بل جسم لخوا واردېږي او پردې سربېره دا څرګندوي چې د قوې واردول يو اړخيز عمل نه، بلکې دا په خپله يو دوه اړخيزه (دوه لوري) عمل دی.

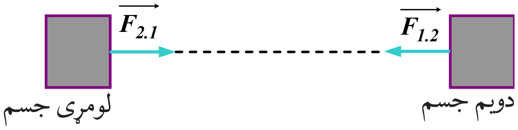


د نيوټن دريم قانون بيانوي چې «کله چې يو جسم پربل جسم قوه واردوي، دويم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه،خو هغه ته په مخالف لوري واردوي»که چيرې هغه قوه چې لومړنی جسم يې پر دويم جسم واردوي، د (عمل) قوه وبولو، د دويم جسم قوه چې پر لومړي جسم واردېږي د (عکس العمل) قوه ده.

(4-2) شکل، که چیرې ستاسو لاس د مېز پر څنډې قوه وارده کړې، مېز هم په همغه کچه، خو ستاسو د لاس دلوري خلاف قوه واردوي.

په (4-3) شکل کې $\vec{F}_{1.2}$ د (هغه قوه چې لومړنی جسم يې پر دويم جسم واردوي) د عمل قوه اود $\vec{F}_{2.1}$ (هغه قوه چې دويم جسم يې پر لومړني جسم واردوي) د هغې د عکس العمل قوه ده:

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \Rightarrow F_{1.2} = F_{2.1}$$



(4-3) شکل

د عمل او عکس العمل قوو د پېژندلو لپاره پام وکړئ: دا قوې تل يو له بل سره په يوه کچه او اندازه يو د بل په مخالف لوري وي.

نور هم وپوهېږئ:

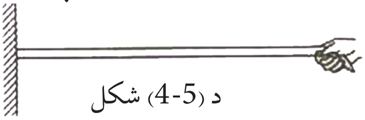
د نیوټن له دریم قانون څخه په عمل کې د کار اخیستلو یومهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوایي بېړیو (سفینو) توغول یا ویشتل دي. فضایي بېړۍ د هغه ګاز په مرسته چې له ماشین څخه یې خارجیږي، په عمودي توګه د ځمکې پرسطحه قوه واردوي او د نیوټن د دریم قانون له مخې، د بېړۍ له ماشین څخه خارج شوی ګاز هم په همغه کچه قوه، خو په مخالف لوري (په پورته لوري) پر فضایي بېړۍ واردوي

(4-4) شکل

بحث وکړئ:

د ټولګي په بیلابیلو ډلوکې په دې هکله چې «کوم دلیل د دی لامل ګرځي چې موټر د مخ لورته حرکت وکړي» بحث وکړئ او د خپلو بحثونو پایله خپلو ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

مثال: د (4-5) شکل په څېر د یوه طناب یو سر په دیوال کې کلک کړئ او بل سرېې د خپل ځان خوا ته را کاږئ.که چېرې طناب له دیوال څخه جلا نه شي، د عمل او عکس العمل قوې (دلاس او طناب) او (دیوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړئ.



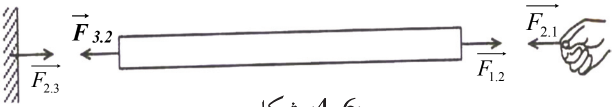
د (4-5) شکل

حل:

د شکل په مختلفو برخوکې قوې د لاس، طناب او دیوال ترمنځ ښودل شوي دي. په دې شکلونو کې مولاس د 1 جسم، طناب 2 جسم او دیوال 3 جسم په نومونو نومولي:

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \quad \text{عمل و عکس العمل} \Rightarrow \quad F_{1.2} = F_{2.1}$$

$$\vec{F}_{2.3} = -\vec{F}_{3.2} \quad \text{عمل و عکس العمل} \Rightarrow \quad F_{2.3} = F_{3.2}$$



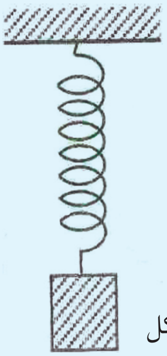
(4-6) شکل

فعالیت:

یو جسم د فنر په یوه سر نښلوئ او فنرله بل سر څخه وځروئ، که چیرې سیستم (جسم – فنر) د سکون په حال کې وي:

a- پر جسم واردې شوې قوې مشخصې کړئ.

b- د دې قوو غبرګون (عکس العمل) مشخص کړئ او څرګنده کړئ چې هره یوه په کوم جسم واردیږي؟

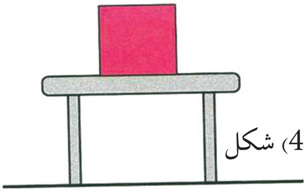


(4-7) شکل

د اتکا عمودي قوه

یوجسم په نظرکې ونیسئ چې د (4-8)شکل په څېر د میز پر افقي سطحې د سکون په حالت کې وي، په دې وضعیت کې کومې قوې پرجسم واردیږي؟

که چیرې د جسم کتله له m سره برابره وي. د جسم د وزن قوه $w = mg$ د ځمکې له خوا پرجسم واردیږي او هغه مخ ښکته راکاږي، نو ولې مخ ښکته حرکت نه کوي؟



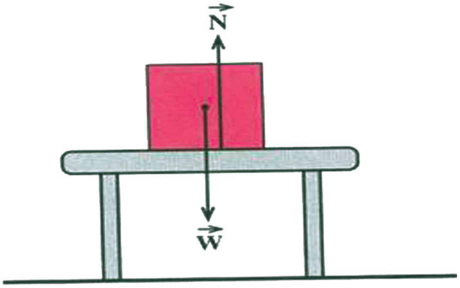
(4-8) شکل

لکه څنګه چې جسم ساکن دی، د حرکت تعجیل یې صفردی یعني ($a = 0$). د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې پر جسم د وارد شوو قوو محصله صفر ده $(F = ma = 0)$ په پایله کې باید د جسم له وزن سره مساوي یوه قوه، خو په مخالف لوري پرې عمل وکړي، تر څو د وزن د قوې په خنثی کولو سره د جسم له تعجیل اخیستلو څخه مخنیوی وکړي. په (4-9) شکل کې پر جسم واردې شوې قوې ښودل شوې دي. د N قوه چې د میز لخوا پر جسم واردیږي د «اتکاء عمودي قوه» بولو. چې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو سره کولای شو ولیکو:

$$F = ma = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$



(4-9) شکل

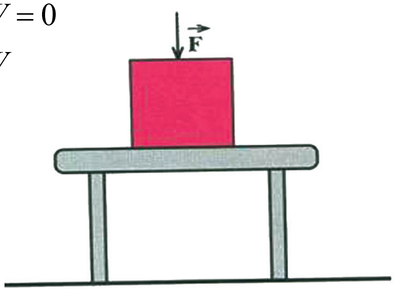
اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څېر یوه قوه د F په کچه په عمودي ډول اومخ په ښکته پر جسم واردوو. آیا میز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم واردوي، بدلون کوي؟

پر جسم واردې شوې قوې مو په (4-11) شکل کې ښودلې ده، لکه څنګه چې د جسم تعجیل صفر دی $(a = o)$، په پایله کې د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ کولای شو ولیکو:

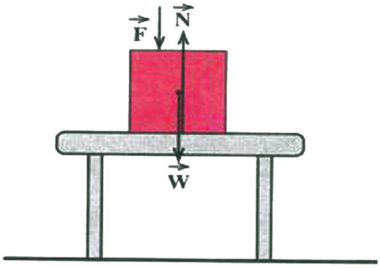
$$F = ma = 0$$

$$N - F - W = 0$$

$$N = F + W$$



(4-10) شکل



(4-11) شکل

نو له دې امله د اتکاء عمودي قوه، د (F) په کچه زیاته شوې ده.

فعالیت:

د یوې فنرې تلې پرمخ ودرېږئ او هغه عدد چې تله یې په لاندې حالتونوکې راښيي ولولئ

a- د تلې پرمخ ساکن ولاړیې؟

b- په داسې حال کې چې د تلې پرمخ ولاړیئ، په خپل لاس باندې پر هغه مېز چې ستاسو تر څنګ دی تکیه وکړئ.

4-4: د نیوټن د قوانینو پلي (تطبیق) کول

په تصویر کې یوتن چې په رسۍ کې ځړېدلی دی. ښایي هېڅکله د نیوټن د قوانینو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانین پرې په هره ګړۍ کې چې هغه د خپل ځان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخیل او اغیز کوي. هغه پر هغه قوو چې په رسۍ باندې د هغه د وزن په وړاندې د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدارنګه پرهغه قوو چې د څرخونو له امله مطلوبه لوروته موجه شوې دي، باوري دی هغه کولای شي خپل ذهن ته د اصطکاک د ذاتي قوې چې د هغه د لاسونو او رسۍ ترمنځ عمل کوي، پراختیا (انکشاف) ورکړي.

موږ له ټولوپېښو سره په ورځني ژوندانه کې، که چیرې پوهیږو یا نه پوهیږو د نیوټن د قوانینو تابع یو. تاسو نشئ کولای چې ددې قوانینو له اصولو څخه په سرغړونې د خپل بدن غړوته حرکت ورکړئ، یو موټر وچلوئ او یا یو توپ پورته واچوئ او.... لنډه دا چې ټول قوانین زموږ د هستی لپاره د همدې درې بنستیزو بیانونو چې د نیوټن د درې قوانینو څرګندونکي اود مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. د نیوټن قوانین په حیرانوونکي ډول په کهکشانونو، سیارو او ان له یوې ونې څخه د یوې منې په لویدلو چې په ظاهره کې یوه ډېره ساده او طبیعي پیښه ګڼل کیږي، په داسې حال کې چې دا قوانین زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پېښوکې د تطبیق وړ او دحرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستی د عالم ډیر مغلق اسرار موږ ته راپېژني.

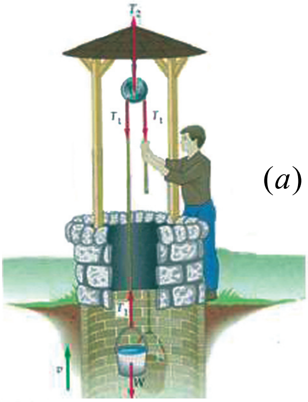
نن ورځ موږ تراوسه د نیوټن قوانین د فزیک په ټولو برخوکې، بنسټیز او اړین ګڼو. غوره ده چې ووایو دا قوانین کولای شي د حرکت دعلم د تحلیل او توضیح لپاره د سمښت ډېر غوره مهر ولګوي، خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پېړی په لومړیو کې فزیک پوهانو کشف کړه چې د نیوټن قوانین یوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت یې د نور له سرعت څخه لږ او یا د نور سرعت ته نژدې وي او همدارنګه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې یې د اندازې له مخې لویې او یا له اتومونو سره برابرې وي، د تطبیق وړ دی، خو د انسانانو په ورځنیو تجربوکې تراوسه هم د نیوټن قوانین د تطبیق ډېره ستره او پراخه ونډه لري.

د نیوټن د حرکت قوانین پر ډیرو او بیلا بیلو سیستمونو لکه چې په پخوانیو بحثونوکې مومطالعه کړل، تطبیق کیدای شي، په دې بحث کې به د نوو قوو ډولونه په نوو سیستمونوکې چې د نیوټن قوانین کولای شي، په مختلفو مسیرونو د حرکت په حال کې په جسمونو باندې د تطبیق وړ وي، مطالعه کړئ.

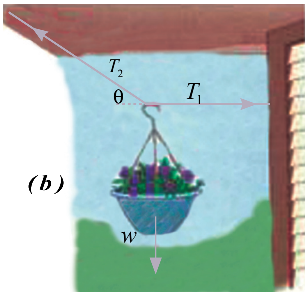
هغه څه چې وویل شول، په نړی کې د نیوټن د قوانینو د تطبیق د بې شمېره مواردو ډیرې محدودې بیلګې وې.

د جسمونو په انتقالي تعادل کې د نیوټن د قانون تطبیق

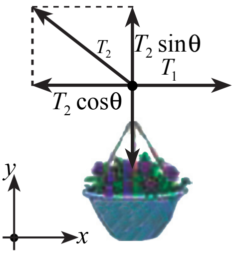
کله چې وایو چې یو جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم د وارده قوو محصله صفر ده، یعنې $\sum \vec{F} = 0$. د نیوټن د دویم قانون له مخې پورتنی بیان له دې سره معادل دی چې ووایو د جسم تعجیل صفر دی. په دوه بعدي سیستمونو کې انتقالي تعادل په دوو بعدونو کې په مستقل ډول تطبیق کیږي. یعنې $\sum F_x = 0$ او $\sum F_y = 0$ لکه څنګه چې پوهېږئ، هغه اجسام چې دوه ډوله حرکتونه (خطي او دوراني) لري، په هغوکې دوراني تعادل په همغه کچه مهم دی چې انتقالي تعادل یکې د اهمیت وړګڼل کیږي. اوس کله چې له تعادل څخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالي تعادل دی. لاندې شکلونه د انتقالي تعادل مختلفې بیلګې را ښیي.



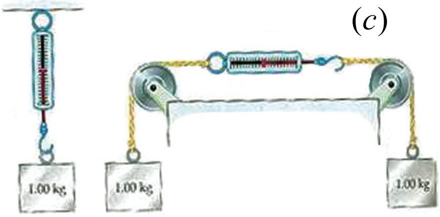
(*a*)



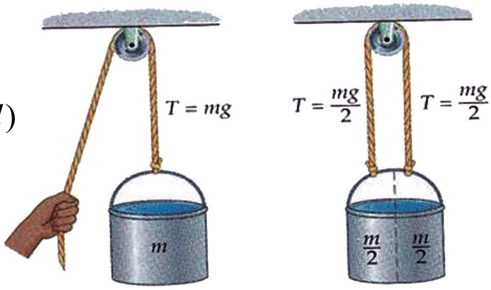
(*b*)



شکل (4-12)

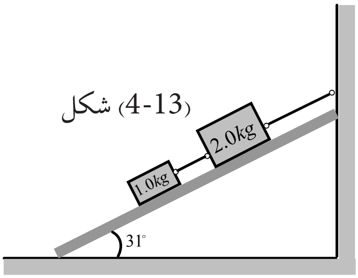


(*c*)



(*d*)

په (4-13) شکل کې د نیوټن د قانون تطبیق د انتقالي تعادل بحث د یوې مایلې سطحې پرمخ د یوې عمومي بیلګې په توګه مطالعه کوو. په دې شکل کې لیدل کیږي چې دوه بلوکه د یو تار په مرسته سره وصل شوي او د تار یو سر له دیوال سره تړل شوی دی.



شکل (4-13)

اوس په دې شکل کې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو او د انتقالي تعادل د شرط له مخې، که چیرې د لاندېني بلوک کتله $1.0Kg$ او د پورتني بلوک کتله $2.0Kg$ او د میلان سطحې ورکړل شوي زاویه 31° وي، د تار د راښکلو قوه په لاندې وضعیتونو کې پیداکړئ.

a- د هغه تار راښکل چې له دواړو بلوکونو سره وصل دی.

b- دهغه تار راښکل چې له دیوال سره تړلی دی.

په دایره یي حرکت کې د نیوټن د دویم قانون پلې کول

د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ، که چیر ې پر یوه متحرک جسم کومه قوه عمل و نه کړي، جسم په ثابت سرعت او لوري خپل حرکت ته دوام ورکوي، یعنې د یوه جسم د سرعت او حرکت د لوري د بدلون لپاره یوې قوې ته اړتیا ده. د بیلګې په توګه: که چیرې یو موټر د یو دایروي مسیر پرمخ له ثابت سرعت سره چلوئ، د موټر د حرکت لوری په دومداره توګه په هره ګړی کې بدلون کوي. د دې لوري د بدلون لپاره یوه قوه باید پر موټر عمل وکړي، موږ غواړو هغه دوه شیان د هغې قوې په هکله چې د دایروي حرکت لامل کیږي، مطالعه کړو.

یو د دې قوې لوری او بل يې مقدار. لومړی راځئ چې د دې قوې لوری مطالعه کړو.

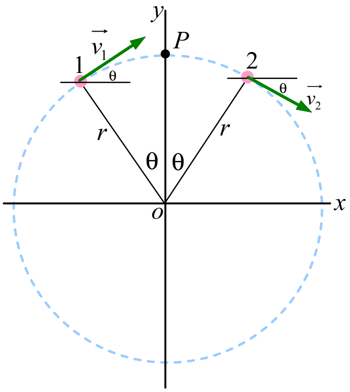
فرض کوو یو توپ چې د (4-14) شکل په څېر له یوه تار سره تړل شوی دی زموږ د سرله پاسه په دایره يي حرکت څرخيږي. کله چې تاسو توپ ته دوره ورکوئ، د راښکلو یوه قوه په تار کې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لوري ته راکاږي. په ځرګند ډول د تار په بل سر کې چې له توپ سره وصل دی، د راښکلو دا قوه مخالف لوري یعنې د دایرې د مرکز په لور عمل کوي چې په لنډه توګه داسې ویلای شو:

(ددې لپاره چې یو جسم وکولای شي، په ثابت سرعت د یوې دایرې پرمخ حرکت وکړي، یوه قوه چې لوری يې د دایرې د مرکز په لور وي، باید پرې عمل وکړي، تر څو نوموړی جسم د دایرې د مرکز په لور راوکاږي).

(4-14) شکل

لکه څنګه چې توپ د دایرې مرکز لوري ته راکښل کيږي، په لومړيو کې دا نا آشنا او غیر عادي معلوميږي. چې څرنګه یو توپ چې په ثابت سرعت حرکت کوي، د تعجیل لرونکی دی. ځواب دا دی چې تعجیل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او یا د حرکت لوری بدلون ومومي.

په دایروي حرکت کې د حرکت لوري هره ګړۍ بدلون مومي. د مرکز په لور د تعجیل پایله د تعجیل الي المرکز (د مرکز لور متمایل تعجیل) (Centripetal acceleration) په نامه یادوي چې له دې وروسته هغه په a_{cp} ښيو. راځئ چې د $\vec{a}_{cp}$ کچه د هغه جسم لپاره چې د v په ثابت سرعت د یوې دایرې پر مخ د r په شعاع راڅرخي، محاسبه کړو.



(4-15) شکل

یوه ذره د یوې دایرې پر مسیر چې مرکزيې (O) دی، په حرکت کې دی.
ذره ثابته ده، خو سرعت يې په ثابت ډول د بدلون په حال کې دی.

د (15-4) شکل یو دایره یي مسیر د دایرې له O مرکز سره د وضعیه کمیتونو په مبدأکې ښيي. پر دایرې باندې د P په نقطه کې د تعجیل د حسابولو لپاره لومړی منځنی تعجیل $\vec{a}_{av}$ د 1 نقطې څخه تر 2 نقطې پورې په دې ډول لاسته راوړو.

$$\vec{a}_{av}=\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\overrightarrow{\Delta t}}=\frac{\vec{v}_2-\vec{v}_1}{\Delta t}$$

لحظه يي تعجیل د P په نقطه کې د $\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$ له لیمت څخه عبارت دی، کله چې 1 او 2 نقطې یو له بل سره ډیرې نژدې شي. یو ځل بیا پورتني شکل ته وګورئ، لیدل کیږي چې $\vec{v}_1$ د θ زاویې د افقي خط له پاسه او $\vec{v}_2$ د همدې θ زاویې د افقي خط لاندې واقع دي. دواړه $\vec{v}_1$ او $\vec{v}_2$ د هغه کچې لرونکي دي چې په لاندې توګه دواړه وکتورونه کولای شو ولیکو:

$$\vec{V}_1=(v\cos\hat{\theta})x+(v\sin\theta)y$$

$$\vec{V}_2=(v\cos\hat{\theta})x+(-v\sin\theta)y$$

د پورتنیو اړیکو د پایلې له تفریق څخه $\vec{a}_{av}$ دا ډول لاس ته راوړو:

$$\vec{a}_{av}=\frac{\vec{v}_1-\vec{v}_2}{\Delta t}=\frac{-2v\sin\hat{\theta}}{\Delta t}y$$

په یاد ولرئ چې د $\vec{a}_{av}$ لوری د P په نقطه کې د دایرې د مرکز په لوری دی. د محاسبې د بشپړولو لپاره Δt (هغه زمان چې جسم د 1 نقطې څخه 2 نقطې ته ځي) ته اړتیا لرو.

لکه څنګه چې د جسم سرعت، v او $d=r(2\hat{\theta})$ =دی، وهل شوې فاصله د 1 له نقطې څخه تر 2 نقطې پورې دی. په نوموړې رابطه کې θ په رادیان اندازه کیږي، په پورتنۍ رابطه کې د d په وضع کولو سره د Δt قیمت دا رنګه په لاس راوړو:

$$\Delta t=\frac{d}{v}=\frac{2r\hat{\theta}}{v}$$

د Δt او $\vec{a}_{av}$ قیمتونو د پرتله کولو څخه چې پورته حاصل شوی، لرو:

$$\vec{a}_{av}=\frac{-2v\sin\hat{\theta}}{(2r\hat{\theta}/v)}y=-\frac{v^2}{r}\left(\frac{\sin\hat{\theta}}{\hat{\theta}}\right)y$$

د P په نقطه کې د $\vec{a}$ د پیداکولو لپاره راځئ چې 1 او 2 نقطې د P نقطې ته تردې حده نژدې کړو چې صفر ته تقرب وکړي. (تاسو پوهیږئ کله چې θ زاویه صفر ته تقرب وکړي، نو په هغه صورت کې $\sin\hat{\theta}/\hat{\theta}$ نسبت د 1 په لور تقرب کوي) یعني: $\lim\limits_{\hat{\theta}\to 0}\frac{\sin\theta}{\theta}=1$

په پای کې لحظه يي تعجیل د P په نقطه کې عبارت دي له: $\vec{a}=-\frac{V^2}{r}y=-a_{cp}y$

لکه ځنګه چې وویل شول، د تعجیل لوری د دایرې د مرکز په لوري دی او لیدل کیږي چې مقدار یې $a_{cp}=\frac{V^2}{r}$ دی. اوس پورتنی پایلې داسې خلاصه کوو:

کله چې یو جسم د (v) په سرعت په دایره یي مسیر د (r) په شعاع حرکت کوي، الي المرکز تعجیل یې عبارت له $a_{cp}=\frac{V^2}{r}$ څخه دی. یوه قوه باید پر جسم عمل وکړي، تر څو نوموړې جسم ته دایره یي حرکت ورکړي. د m په کتلې د یوه جسم لپاره د محصله عاملې قوې کچه د لاندې رابطې له مخې ټاکل کیږي:

$$F_{cp}=ma_{cp}=m\frac{V^2}{r}$$

د دې قوې لوری د دایرې د مرکز په لور مواجه دی. باید پوه شو چې الي المرکز قوه F_{cp} کولای شي، په یو شمېر ډېرو لارو منځ ته راشي. د بیلګې په توګه: F_{cp} شوني ده چې په پورته توګه د یوه تار رانښکل وي، ښایي د اصطکاک له امله د سرک او موټر د ټایرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په یوه سرک کې دوره وهي) F_{cp} کیدای شي د جاذبې داسې قوه وي چې د مصنوعي سپوږمۍ د څرخېدو او یا د ځمکې په شاوخوا د سپوږمۍ د دوران لامل وي، نو F_{cp} له هغې قوې څخه عبارت دی چې باید شتون ولري تر څو د دایره یي حرکت سبب وګرځي.

4-5: د اصطکاک قوه

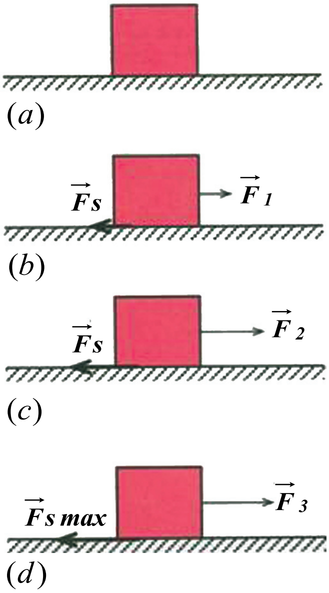
په پخوانیو ټولګیو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول آشنا شوئ. ورځنی تجربې ښیي چې که چیرې یوه ګلوله د افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې ګلوله د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودرېږي، په داسې حال کې چې د نیوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلوله باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي او که چیرې یوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کیږي چې د زمان په تېریدو د رقاصي واټن له عمودي خط څخه ورو ورو کمیږي او په پایله کې رقاصه درېږي، خو د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې ، د پتانسیل انرژي د بدلېدو دلیل په حرکي انرژي باندې او د هغې برعکس ، باید د نوموړې رقاصې اهتزاز له عمودي خط څخه په عین واټن په متناوبه توګه د تل لپاره تکرار شي او کموالی په دې واټن کې هیڅکله ونه کتل شي. په افقي سطحې باندې د ګلولې له ساکن کیدو او له عمودي خط څخه د رقاصي د واټن د کمېدو څخه پایله تر لاسه کیږي چې حتما د هغو د حرکت د لوري په خلاف یوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وایي.

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 څېړو.

1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښی دی، رانښکل کیږي، خو ساکن پاتې کیږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه د ستاتیکي (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 ډینامیکي (حرکي) اصطکاک قوه نوموي. په لاندې ډول هر یو تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - **د سکون (ستاتیکي) اصطکاک قوه**: د جامداتو ترمنځ اصطکاک چې یوله بل سره په تماس کې دي، د دې له امله منځ ته راځي چې د اجسامو د تماس سطحه هېڅکله هواره او مسطحه نه وي. له دې امله کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ راښکل کېږي، په دې حالت کې د نوموړو اجسامو سطحې یو د بل له پاسه اصطکاک تولیدوي.



(4-16) شکلونه

اوس فرض کړئ یو جسم د (a) د شکل په څېر، د یوې افقي سطحې پرمخ د سکون په حالت کې دی. په جسم د $\vec{F}$ قوه واردوو.

په پیل کې د دې قوې کچه کوچنۍ او له $\vec{F}$ سره برابره نیسو. هغسې چې جسم ساکن پاتې شي. د (b) شکل، ځرنګه چې جسم ساکن دی، د نیوټن د دویم قانون له مخې باید پر جسم د وارده قوو محصله صفر وي، نو له دې کبله باید د $\vec{f_s}$ په څېر افقي قوه پر جسم وارده شوې وي، ترڅو د $\vec{F_1}$ قوې د اغېز په خنثی کولو سره، د جسم د حرکت د تعجیل نیولو مخه نیول شوې وي.

د $\vec{f_s}$ قوه د اتکاء سطحه پر جسم واردوي. دې قوې ته، «د ستاتیکي اصطکاک قوه» وایو.

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

$$a=0$$

$$F_1-f_S=0 \quad \Rightarrow \quad f_s=F_1$$

که په همدې ترتیب سره د $\vec{F_1}$ قوې کچه ور زیاته شي او د $\vec{F_2}$ کچې ته یې ورسوو. په دې حالت کې، که چیرې جسم همدارنګه ساکن پاتې شي، د پورتنې ورته استدلال له مخې دې پایلې ته رسیږو چې د اصطکاک ستاتیکي قوه هم زیاته شوې او له $\vec{F_2}$ سره برابره شوې ده، له دې امله د $\vec{F}$ د قوې په زیاتولو سره د ستاتیکي اصطکاک قوه هم زیاتېږي.

که چیرې په همدې ترتیب د $\vec{F_2}$ قوې کچه ورزیاته کړو او په $\vec{F_3}$ يې وښيو، جسم د حرکت په بهیرکې واقع کیږي. دا په دې معنا ده چې که چیرې د $\vec{F_3}$ کچه د $\vec{F_s}$ د قوې له کچې څخه لږڅه زیاته شي، جسم ساکن نه پاتې کیږي او په حرکت پیل کوي. په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته «د حرکت په حال د اصطکاک قوه» ویل کیږي او په $f_{S\,max}$ ښودل کیږي. د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې په وروستي حالت کې $f_{s\,max} = F_3$ دي او همدارنګه د اصطکاک کچه د حرکت پرمهال کولای شو له لاندې رابطې څخه لاس ته راوړو: $f_{s\,max} = \mu_s \cdot N \ldots (a)$

په دې رابطه کې N د اتکاء عمودي قوه ده، μ_s د ستاتیکي اصطکاک ضریب نومیږي چې د هغو سطحو چې یو له بله سره په تماس کې دي، د هغو د نوعیت او طبیعت تابع دي. μ_s پرته له واحده یو فزیکي کمیت دی. ولې؟

یادونه: د a رابطه یوازې په هغه حالت کې سمه ده چې جسم د حرکت په حال کې وي. له دې کبله د ستاتیکي اصطکاک قوه تل «$\mu_s N$» له کچې څخه کوچنۍ او زیات حد (Maximum) يې د $\mu_s N$ برابر دی، یعنې: $f_s \leq \mu_s \cdot N$ دی.

مثال: یو جسم له 10kg کتلې سره د افقي سطحې پرمخ د $\mu_s = 0.4$ ستاتیکي اصطکاک له ضریب سره په 25 نیوټن قوې سره راکاږو، خو په خوځولو يې قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوټن په حساب څومره وي؟

$$\left.\begin{array}{l} m = 10kg \\ \mu_s = 0.4 \\ F = 25N \\ V = 0 \\ f_s = ? \end{array}\right\}$$

شکل (4-17)

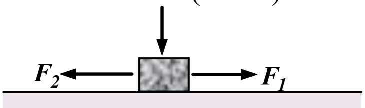
حل: څرنګه چې د F قوې په واردولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاتې کیږي، په دې معنا چې د جسم د ستاتیکي اصطکاک قوې مقدار ددې وارده قوې له مقدار څخه زیات دی. یعنې:

$$F_s = \mu_s \cdot N = \mu_s \cdot m \cdot g = 0.4 \times 10kg \times 10\frac{m}{s^2} = 40N > F$$

پوښتنه:

په شکل کې یو جسم له 2kg کتلې سره د افقي سطحې پرمخ شتون لري او د F_1 او F_2 قوې چې د هرې یوې کچه 5 نیوټن ده، پرجسم عمل کوي، جسم د یو ډوله (یونواخت) حرکت په حال کې دی. د جسم او افقي سطحې ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب پیداکړئ.

$F = w = (10 \times 2)N$

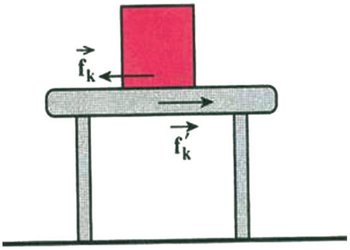


شکل (4-18)

2- **د حرکي (ډېنامیکي) اصطکاک قوه**: فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقي سطحې پرمخ راکاږئ. که چیرې صندوق نور نه راکاږئ، ګورئ به چې سرعت یې ورو، ورو کمېږي او څو شیبې وروسته دریږي. که چیرې موټر چې د افقي سطحې پرمخ د حرکت په حال کې دی، برک نیسي، له لږې مودې وروسته موټر دریږي. 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 د اصطکاک له حرکي(ډینامیکي) قوې څخه عبارت ده. کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ حرکت وکړي، د هر جسم د تماس له سطحې سره موازي یوه قوه ، د یوه جسم څخه پربل جسم واردیږي چې د اصطکاک ډېنامیکي(حرکي) قوه نومیږي. په دې ځای کې هم د پورته رابطې په څېر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot N$$

μ_k د ډینامیکي (حرکي) اصطکاک له ضریب څخه عبارت دی.



شکل (4-19)

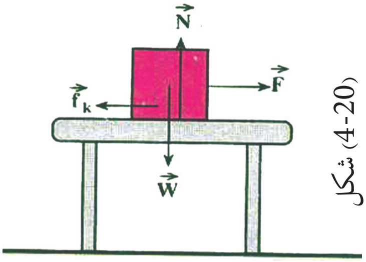
بحث وکړئ:

د ټولګـي په بیلابیلو ډلوکې «د سـتاتیکي اصطکاک او حرکي اصطکاک د قوو ترمنـځ توپیر» په هکله په خپلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګیوالوته واوروئ.

مثال: یو جسم په $12kg$ کتلې سره د یوه تناب په مرسته چې ورسره وصل شوی دی، د افقي سطحې پرمخ راکاږو، که چیرې د تناب لوری افقي او د دواړوجسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکي اصطکاک ضریب مساوي له 0.25 سره وي. پرجسم وارده شوې د حرکي اصطکاک قوه څو نیوټنه ده؟ ($g = 10m/s^2$ سره فرض کړئ).

حل: پر جسم واردې شوې قوې په لاندې شکل کې ښودل شوې دي. څرنګه چې جسم د افقي سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې پر جسم د وارده قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دی:

$$N - W = 0$$
$$N = W = mg$$
$$N = 120(N)$$
$$f_k = \mu_k \cdot N$$
$$f_k = 0.25 \times 120$$
$$f_k = 30(N)$$



شکل (4-20)

مثال: په مخکیني مثال کې، که چیرې تناب په $F=36\,N$ قوې سره کش کړو، د حرکت تعجیل به څومره وي؟

حل: د تعجیل د محاسبې لپاره د نیوټن له دویم قانون څخه ګټه اخلو. پرجسم د واردو شوو قوو محصله برابره ده له:

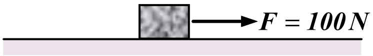
$$F-F_K=m\cdot a$$

$$\Rightarrow a=\frac{F-F_k}{m}=\frac{36-30}{12}$$

$$a=\frac{6}{12}=\frac{1}{2}\frac{m}{s^2}=0.5\frac{m}{s^2}$$

تمرین:

په مخامخ شکل کې، جسم له $4\,{}^{m}/{}_{s^2}$ تعجیل سره د حرکت په حال کې دی. که چیرې د جسم کتله $20kg$ وي، د حرکې اصطکاک ضریب یې پیداکړئ.

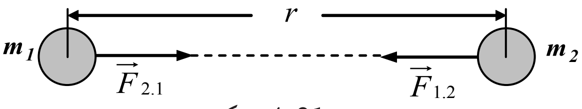


4-6: د نیوټن د جاذبې قانون

آیا تر اوسه مو له خپله ځانه پوښتلي چې ولې کله چې یو جسم پورته خواته غورځوو، پس له یوې مودې څخه بېرته ښکته لوېږي؟ او یا ولې اوبه په ویالو کې مخ ښکته حرکت کوي؟ له پخوا زمانو څخه بشر پوهیده چې ځمکه، خپل نژدې جسمونه د ځان په لور راکاږي، دې قوې ته د جاذبې قوه وایي. نیوټن انګلیسي پوه (عالم) د جاذبې د قانون په بیانولو سره وښودله چې قوه د دواړو جسمونو ترمنځ شتون لري. د نیوټن د جاذبې د قانون له مخې دواړه کتلې، په یوه وخت یوبل جذبوي. نیوټن د جاذبې قانون په لاندې توګه بیان کړ: «د دوو کتلو ترمنځ د جاذبې قوه د دواړو کتلو د ضرب له حاصل سره مستقیم نسبت او د هغو ترمنځ د واټن له مربع سره معکوس نسبت لري» که چیرې د m_1 او m_2 دوو کتلو ترمنځ واټن له لاندې تماس سره سم له r سره برابروي، د جاذبې قوې (F) کچه د دوو کتلو ترمنځ له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

$$\vec{F}_{1.2}=-\vec{F}_{2.1}\ \text{(عکس العمل) عمل او غبرګون}\ \Rightarrow F_{1.2}=F_{2.1}=F$$

$$F=G\frac{m_1\cdot m_2}{r^2}\ .\ .\ .\ .\ .\ (1)$$



شکل (4-21)

په دې رابطه کې G د جاذبې نړيوال ثابت نومېږي، په SI سيستم کې د کتلې د اندازه کولو واحد، کيلوګرام (Kg)، د قوې د اندازه کولو واحد، نيوټن (N). د واټن د اندازه کولو واحد، متر (m) دی، نو G مساوي دی له:

$$G = 6.67\times10^{-11}\frac{N\cdot m^2}{kg^2}$$

مثال: دوه جسمونه له $5kg$ او $12kg$ کتلو سره په يو متري واټن کې يوله بله واقع دي، د هغو ترمنځ د جاذبې قوه محاسبه کړئ.

حل: $F = G\frac{m_1\cdot m_2}{r^2} \Rightarrow F = 6.67\times10^{-11}\times\frac{5\times12}{1^2} \Rightarrow F = 4\times10^{-9}\ N$

لکه څنګه چې پورتنی مثال راښيي، د جاذبې قوه د دووجسمونو ترمنځ له وړوکتلو سره د صرف نظر وړ ده.

پوښتنه:

د ځمکې کتله تقريباً $6\times10^{24}\,kg$ او د ځمکې شعاع تقريباً $6.4\times10^6\,m$ دي، د ځمکې د جاذبې قوه چې پر تاسو وارديږي، څو نيوټنه ده؟ (ددې قوې د محاسبې لپاره د ځمکې کتله د ځمکې پرمرکز متمرکزه فرض کړئ.

د وزن قوه - د جاذبې تعجيل

په دويم څپرکي کې د اجسامو د آزاد سقوط په بحث کې پوه شوئ چې د آزاد سقوط په حرکت کې تعجيل، د ټولو جسمونو لپاره يو شان او له g سره برابر دی، هغه قوه چې د دې تعجيل د منځ ته را تلو لامل کيږي، د نيوټن له دويم قانون څخه يې په دې توګه محاسبه کوو.

$$F = ma\ ,\ a = g \Rightarrow F = mg\ .\ .\ .\ .\ (\ 2\ )$$

له بلې خوا پوهيږو چې د وزن قوه د جسم د سقوط سبب ګرځي. که چيرې د وزن قوه په w وښيو، (2) رابطې ته په پام کولو به ولرو:

$$F = W \Rightarrow w = mg\ .\ .\ .\ .\ (\ 3\ )$$

د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه يې پرجسم واردوي. که چېرې د ځمکې کتله او شعاع په ترتيب سره په M_e او R_e وښيو، د (1) رابطې څخه په ګټې اخيستلو کولای شو د جسم وزن، يعنې پرجسم د ځمکې د جاذبې قوه دا ډول حساب کړو.

$$W = F \Rightarrow W = G\frac{m\cdot M_e}{R_e^2}\ .\ .\ .\ (4)$$

د (3) او (4) روا بطو له پر تله کولو دا پايله لاس ته راځي:

$$m.g = G\frac{m\cdot M_e}{R_e^2} \Rightarrow g = G\frac{M_e}{R_e^2}\ .\ .\ .\ .\ (\ 5\ )$$

نوټ: څو مره چې د ځمکې له سطحې څخه لیرې شو، د g کچه کمیږي. که چیرې د ځمکې له سطحې څخه د h په کیفي ارتفاع کې، g او g' سره برابر فرض کړو، نو و به لرو: $g' = G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$

خیړنه وکړئ:
څېړنه وکړئ چې د جاذبې نړیوال ضریب G د لومړي ځل لپاره د چا لخوا محاسبه شـو؟ د هغه د کار طریقې په لنډه توګه ټولګي ته رپورت ورکړئ.

پوښتنه:
دې ته په پام کولو سره چې د g منځنۍ کچه د ځمکې په سطحه کې د $9.8\,m/s^2$ په شاوخوا او د ځمکې شعاع $6.4\times10^6\ m$ دي. د ځمکې کتله محاسبه کړئ.

پراشوټ

(4-22) شکل

د پراشوټ حرکت د مطالعه کولو لپاره پکار دي چې د یوه جسم آزاد سقوط چې د سقوط پر مهال یې تعجیل د ځمکې په فضاکې د هوا مقاومت د شتون له امله په بدلون کې دی، مطالعه کړو.

یو هوا باز له پراشوټ څخه په دې موخه ګټه اخلي چې د هوا د مقاومت یوه ستره قوه یې ګټلې وي، ترڅو وکولای شي د خپل وزن له قوې سره موازنه منځ ته راوړي اوهغه پورته خواته راوکاږي. (د راښکلو دې قوې کچه حتی که پراشوټ خلاص هم نه وي، د صرف نظر وړ نه ده، په دې ډول حالت کې به هوا باز له ډېر سرعت سره سقوط وکړي). پورته خواته د مقاومت د راښکلو قوه چې پر یوه جسم د سقوط په حال کې په هوا کې واردیږي(له دې وروسته به دا قوه په F_d وښیو)، د جسم د سرعت له زیاتیدوسره په اتوماتیک ډول زیاتیږي اوکچه یې د جسم د سرعت له مربع سره متناسبه ده یعنې: $F_d = bV^2$

د b قیمت ثابت دی، د جسم د اندازې او شکل سره اړه لري او د مقاومت د قوې لوری د حرکت د لوري مخالف وي. څرنګه چې د سرعت له زیاتیدو سره د مقاومت قوه زیاتیږي، نوکله چې د راښکلو د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دې حالت کې به خامخا سقوط کوونکی جسم د تعادل په وضعیت کې واقع شي. هغه سرعت چې د مقاومت د قوې کچه په کې د جسم له وزن سره مساوي کیږي، د جسم د حدي سرعت په نامه یادیږي. کله چې د جسم سرعت حدي سرعت ته نژدې کیږي، تعجیل کوچنی او ترټولو کمیږي. کله چې جسم حدي سرعت ته رسیږي، تعجیل یې صفر کیږي.

که حدي سرعت په V_t وښيو، 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: $F_d = mg = bV_t^2 \Rightarrow b = mg/V_t^2$

نو له دې امله د   د هر اختیاري سرعت لپاره لیکلای شو: $F_d = mg\dfrac{V^2}{V_t^2}$

د جسم حدي سرعت د هغه د کچې شکل اوکتلې سره اړه لري. لاندې جدول د څوجسمونو حدي سرعتونه د بیلګې په ډول ښیي.

جسم	حدي سرعت (m/s)
د چرګ بڼکه	0.5
د واورې دانه	1
د باران څاڅکي	7
هوا باز(له واز پراشوت سره)	$5-9$
الوتونکي عقاب	$50-60$
هوا باز (له الوتونکي پراشوت سره)	80
مرمۍ	100

مثال: دوه هوا بازان چې یو ډول پراشوټونه لري او کتلې یې (د پراشوټونو په ګډون) $62.0Kg$ او $82.0Kg$ دي. کوم هوا باز حدي زیات سرعت لري او د حدي سرعتونو نسبت یې څودی؟

د مثال حل لپاره لارښوونې:

څرنګه چې پراشوتونه یو ډول دي، نوهیله دا ده چې په یوه ټاکلي سرعت باید د مقاومت راښکوونکي 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، باید ژر سقوط وکړي. له دې امله د $82.0Kg$ هوا باز باید ډېر حدي سرعت ولري. د حدي سرعتونو نسبت د ټاکلو لپاره په پیل کې بیاموږ چې څرنګه حدي سرعتونه د کتلې مربوط کیږي، وروسته به په دې سرعتونو کار وکړو.

حل: د V_t په حدي سرعت کې د مقاومت قوه باید د جسم له وزن سره مساوي وي یعنې:

$$mg = F_d = bV_t^2$$

ځرنګه چې پراشوتو نه يو ډول دي، ګورو به چې د b ثابت قيمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله $V_t \propto \sqrt{m}$، نو درووند هواباز حدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، بايد چټک حرکت وکړي، نو د حدي سرعتونو نسبت به يې په دې ډول وي:

$$\frac{V_{t2}}{V_{t1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{82{,}0Kg}{62{,}0Kg}} = 1{,}15$$

د $82.0Kg$ وزن لرونکي هواباز حدي سرعت د کم وزنه هواباز له 1,15 چنده حدي سرعت سره برابرږدی يعنې 15% يې چټک حرکت کړېدی.

مباحثه: د $82.0Kg$ هواباز 32% درووند دی، ځکه: $\frac{82{,}0Kg}{62{,}0Kg} = 1{,}32$ خو حدي سرعت فقط 15% ډېردی او لامل يې دا دی چې د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقيماً متناسبه ده يعنې همدا 15% ډېر سرعت د مقاومت قوه 32% زياتوي، يعنې: $(1\cdot15)^2 = 1\cdot32$

تمرين

يو پيلوټ خپل ځان له پراشوت سره د ځمکې د سطحې له يوه لوړوالي څخه له خپلې الوتکې غورځوي. که چېرې د پيلوټ مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چې پيلوټ حدي سرعت ته رسيږي، څومره ده؟

مثال- د باسکتبال يو توپ له يولوړ تعمير څخه را خوشې کيږي.

a- د توپ لومړنی تعجيل د سقوط په موده کې څومره دی؟

b- د توپ تعجيل په هغه وخت کې چې توپ خپل حدي سرعت ته رسيږي حساب کړئ.

c- د توپ تعجيل په هغه وخت کې چې سرعت يې د حدي سرعت نيمايي ته رسيږي پيداکړئ.

د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د y مثبت محور انتخابوو، تر څو د معمول په شان يې نقطې په پورته لور پرمخ په نښه کړو. ځرنګه چې توپ د سکون له حالت څخه غورځول کيږي، نو له دې امله هغه يوازينی قوه چې د غورځولو په لومړۍ شېبه کې پرې عمل کوي، د ځمکې د جاذبې قوه ده په دې شېبه 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 منتجه قوه کې ونډه لري.

حل:

a.ځرنګه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجيل د آزاد سقوط له تعجيل سره مساوي دی، يعنې: $(\vec{a} = \vec{g})$

b. کله چې توپ خپل حدي سرعت ته رسيږي، د مقاومت د قوې کچه مساوي د توپ له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کې عمل کوي او ځرنګه چې په دې حالت کې پر توپ منتجه قوه صفر ده. نو تعجيل په حدي سرعت کې صفر وي، يعنې: $\vec{a} = O$

c. کله چې توپ په نیم حدي سرعت کې د غورځېدو په حال وي، 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 (څومره چې په کمه کچه) مخ په ښکته عمل کوي. پوهیږو چې د مقاومت قوه په هر سرعت کې د لاندې رابطې په مرسته ټاکل کیږي.

$$F_d = mg\frac{V^2}{V_t^2}$$

او همدارنګه پوهیږو چې دا قوه د وزن د لوري خلاف په پورته لوري عمل کوي، نو منتجه عمودي قوه په دې ډول لیکو:

$$\sum F_y = F_d mg = mg\frac{V^2}{V_t^2} - mg = mg(\frac{V^2}{V_t^2} - 1)$$

د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره لرو: $\sum F_y = ma_y$

ترلاسه شوی تعجیل د قیمت د لاسته راوړلو لپاره کولای شو چې ولیکو:

$$ma_y = mg\,(\frac{V^2}{V_t^2} - 1) \Rightarrow a_y = g\,(\frac{V^2}{V_t^2} - 1)$$

په هغه وخت کې چې سرعت له نیم حدي سرعت سره مساوي دی، یعنې: $V = \frac{1}{2}V_t \Rightarrow \frac{V^2}{V_t^2} = \frac{1}{4}$

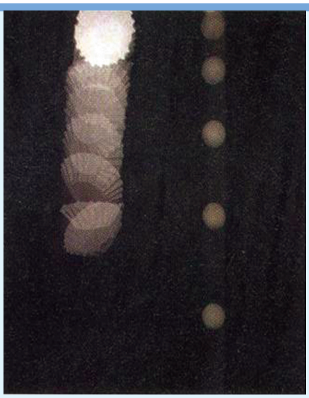
$$a_y = g\,(\frac{1}{4} - 1) = -3/4 \times g$$

نو د توپ تعجیل. $\vec{a} = -3/4\,\vec{g}$ او د $\vec{a}$ او $\vec{g}$ دواړه لوري مخ په ښکته دي.

مباحثه: څنګه کولای شو پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دی؟ که چیرې موږ د جسم په حدي سرعت په اټکلي ډول پوه شو په هغه وخت کې به پوه شو چې څومره د جسم سرعت د هغه د حدي سرعت په پرتله لږ وي، په همغه کچه د هوا مقاومت تر ډېره د صرف نظر وړ وي.

فعالیت:

یو لوړ یا یو اوچت محل ته وخیژئ، او یا پر یوې زینې پورته شئ او له هغه ځایه یو ټوکړې شکله کاغذ لکه د کیک کاغذي جامګۍ او یوه پنځه افغانیګۍ سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سکې په وړاندې د صرف نظر وړ دی، خو دا چې له ډیرې لوړې ارتفاع څخه خوشې شي. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذي ټوکړې په وړاندې ډېر د پام وړدی او ټوکړې تقریباً یو نا څاپه خپل حدي سرعت ته رسیږي. څو کاغذي ټوکړې (له دوونه ترڅلورو دا نو) سره یوځای کړئ او هغوی له لومړني ټوکړې سره یوځای خوشې کړئ. څه به وګورئ؟ آیا د کاغذي ټوکړیو حدي سرعت زیات دی؟ ولې؟

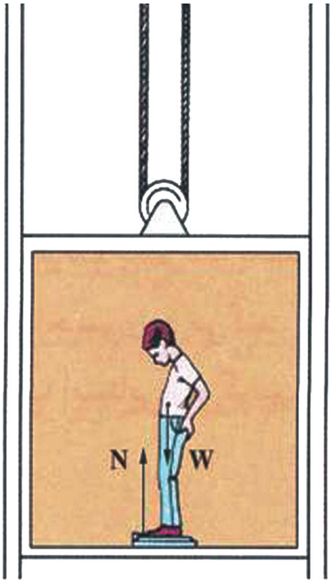


اوس یوه ټوکړې کاغذ کلوله کړئ او بیا هغه په یو وخت له سـکې سـره خوشـې کړئ. و به ګورئ په داسـې حال کې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرنې وړ دی. ولې؟

په دې هکله په ډلوکې بحث وکړئ او لاندې شـکل ته چې یو سـتروبو سکوپیک تصویر دی او د دوو جسـمونو سـقوط په هواکې له ډېر توپیري حدي سرعتونوسره ښـیي، وګورئ او په مرسـته یې د هغه فعالیت په هکله چې ترسـره کړی مو دی، په ډلوکې بحث او مناقشـه وکړئ (تصویرونه په زماني وقفو $1,15\,s$ کې عکاسي شوي دي)

(4-23) شکل

4-7: لفټ



لفټ څه شی دی؟ آیا تر اوسه مو له ځانه پوښتنه کړې ده چې لفت د فزیک له نظره څنګه کار کوي؟ کله چې د لفت د ننه یاست او لفت د v په ثابت سرعت پورته او یا ښکته حرکت کوي، څه پیښیږي؟ او که چیرې لفت د a په ثابت تعجیل په حرکت پیل وکړي، څه پیښیږي؟ او..... دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به د دې لوست په پای کې هغو ته د ځواب ورکولو وړتیا ترلاسه کړئ.

پورتنیو پوښتنوته د ځواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:
فرض کړئ چې یوتن د m له کتلې سره د لفت د ننه پر یوه فنري تله ولاړ دی. پرفنري تلې د واردې قوې کچه په لاندې درېو حالتونو کې تر مطالعې لاندې نیسو:

(4-24) شکل

1 - که چیرې لفت ساکن وي: په دې حالت کې څرنګه چې لفت 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 نیوټن د دویم قانون له مخې لیکلای شو:

$$a = 0$$

$$F = N - W = 0$$

$$N = W = mg ....(1)$$

په دې حالت کې داسې پایله ترلاسه کولای شوچې: کله چې یوتن د لفت د ننه دی او د لفت تعجیل صفر دی، فنري تله یوازې د جسم د وزن قوه یعنې $W = mg$ راښیي.

2 - لفت د a په ثابت تعجیل پورته لوري ته په حرکت پیل کوي: په دې حالت د حرکت تعجیل د a په اندازه مخ په پورته دی او د نیوټن دویم قانون ته په پام کولو سره کولای شو ولیکو چې :

$$F = ma$$
$$N - W = ma$$
$$N - mg = ma$$
$$N = ma + mg$$
$$N = m(a + g) \ldots \quad (2)$$

3 - لفت د a ثابت تعجیل په لرلو ښکته لور په حرکت پیل کوي: په دې حالت کې هم د حرکت تعجیل د a په کچه مخ په ښکته دی (د حرکت مخ ښکته لوري مثبت په نظر کې نیسو) او د نیوټن دویم قانون ته په پام کولو سره کولای شو ولیکو چې:

$$F = ma$$
$$W - N = ma$$
$$mg - N = ma$$
$$N = mg - ma$$
$$N = m(g - a) \ldots \quad (3)$$

نوټ: پورتنیو دریو حالتونو ته په پام کولو سره کولای شو پایله ترلاسه کړو: «کله چې لفت ساکن دی او یا له ثابت سرعت سره حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي، د شخص له ریښتني وزن سره برابردی، یعني: $(N = W)$. کله چې لفت له ثابت تعجیل سره مخ پورته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي، د شخص له واقعي وزن څخه ډېر دی، یعني $(N \rangle W)$ کله چې لفت د مثبت تعجیل په لرلو سره مخ په ښکته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي د شخص له ریښتني وزن څخه کم دی، یعني: $(N \langle W)$

مثال: یوتن له $70 kg$ کتلې سره د لفت د ننه ولاړدی، هغه عمودي قوه چې د لفت قاعده یې پرشخص واردوي په لاندې حالاتو کې یې محاسبه کړئ.

a- لفت ساکن دی

b- لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.

c- لفت په $2m/s^2$ ثابت تعجیل پورته خواته په حرکت پیل کوي، ($g = 10\ m/s^2$ دې فرض شي)

حل: a) څرنګه چې لفت ساکن دی د حرکت تعجیل صفر دی او په پایله کې: $a = 0$

$$F = N - W = mg$$
$$N = W = mg$$
$$N = 70 \times 10 = 700\ N$$

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 ځېر پایله تر لاسه کیږي چې $N = 700\ N$ دي.

c) په دې حالت کې د حرکت تعجیل $12m/s^2$ او مخ په پورته خواته دی او د نیوټن دویم قانون ته په پام کولو سره لرو چې:

$$F = m.a$$
$$N - W = ma$$
$$N - 700 = 70 \times 2$$
$$N = 840\ \ N$$

پوښتنه:

یو تن په لفت کې د یوې فنري تلې د پاسه ولاړ دی. د نوموړي شخص کتله $50\ kg$ ده، په لاندې حالتونوکې فنري تله کوم عدد ښیي؟

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 سپوږمیو د حرکت دایروي مدارونه

لکه څنګه چې پوهیږو، مصنوعي سپوږمۍ د ځمکې په شاوخوا کې تقریباً د یوه دایره یي مسیر پرمخ حرکت کوي. اوس فرض کړئ چې یو سړی د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دی ستاسوله نظره نوموړی سړی خپل حرکت نسبت ځمکې ته څنګهویني؟ کومې قوې په مصنوعي سپوږمۍ عمل کوي؟

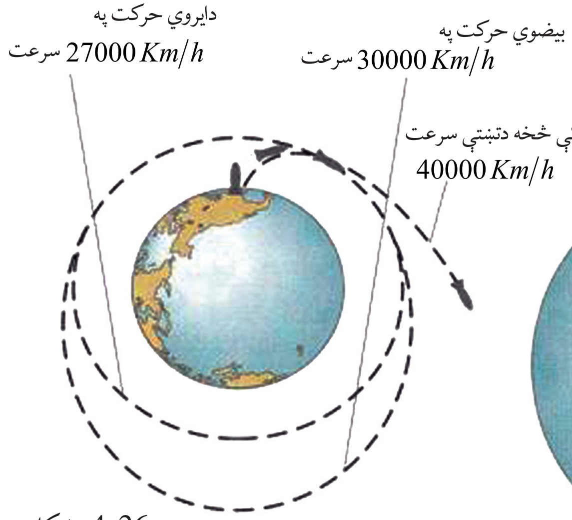
هغه سړی چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، ګوري چې مصنوعي سپوږمۍ تل له ځمکې څخه همدا یو واټن لري (د دایروي مسیر له امله یې). یا په بل عبارت، د غه سړی ګورئ چې مصنوعي سپوږمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه ده.

(4-25) شکل

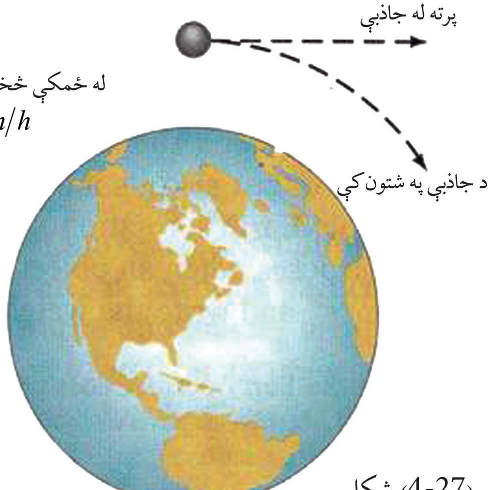
نوله دې امله نوموړی سړی دې پایلې ته رسیږي چې هېڅ یوه قوه پر مصنوعي سپوږمۍ عمل نه کوي، خو هغه څه ته په پاملرنې چې د دایروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولای شو ووایو چې پر مصنوعي سپوږمۍ دوې قوې عمل کوي. یوه د جاذبې قوه mg او بله له مرکز څخه د تېښتې قوه $mR\omega^2$ چې دواړه قوې یوه له بلې څخه په مخالفو لوروکې دي. څرنگه چې مصنوعي سپوږمۍ د هغه سړي له نظره چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، ساکنه ده، نوله دې امله ویلای شو چې دوې پورتنۍ قوې یوه له بلې سره د توازن په حال کې دي او یا په بل عبارت، دا دوې قوې یوه له بلې سره مساوي دي.یعنې:

$$m \cdot g = mR\omega^2 \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

$$g = R\omega^2$$



(4-26) شکل



(4-27) شکل

څرنگه چې $\omega = \frac{V}{R}$ دی او V د مصنوعي سپوږمۍ خطي سرعت دی، نو ددې قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$g = \frac{V^2}{R} \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

له دې څخه پایله ترلاسه کیږي چې هغه سړی او نور شیان د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دحرکت پرمهال بې وزنه کیږي، ځکه د (1) معادلې په اساس د مصنوعي سپوږمۍ وزن مساوي دی، له مرکز څخه تېښتې قوې سره او د هغو محصله صفر ده.

د څلورم څپرکي لنډیز

- د نیوټن د حرکت قوانین، په کلاسیک فزیک کې د حرکت پیژندنې ډیر مهم قوانین دي.

- د نیوټن لومړی قانون (دعطالت یا انرشیا قانون) بیا نوي چې: یو جسم د سکون او یا د مستقیم خط پرمخ خپل یو ډوله (یونواخت) حرکت ساتي، خوکله چې د یوې قوې تراغیزې لاندې د خپل حالت بدلون ته اړ کړای شي.

- مصنوعي سپوږمۍ چې د بشر لخوا هوا ته توغول کیږي، د هغوی د حرکتونو د محاسبې لپاره د نیوټن له دریم قانون څخه ګټه اخیستل کیږي.

- د نیوټن دویم قانون بیانوي چې: که چیرې پر یوه جسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجیل اخلي چې پر جسم د وارده قوو له محصلې سره مستقیم نسبت او ورسره عین لوري لري او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري چې په لاندې ډول بیانیږي.

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \quad \text{یا} \quad \vec{F}=m\vec{a}$$

- د نیوټن دریم قانون بیا نوي چې: هرکله چې یو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دویم جسم هم په لومړي جسم برابره قوه په مخالف لوري واردوي چې په لاندې توګه لیکل کیږي.

له وکتوري پلوه .... $\vec{F}_{1.2}=-\vec{F}_{2.1}$

له سکالري پلوه .... $F_{1.2}=F_{2.1}$

- د اتکاء عمودي قوه، یو له هغو قوو څخه ده چې ځانګړی قانون ورته نشته، یعنې داسې رابطه نه شته چې په مرسته یې وکولای شو، د دې قوو کچه محاسبه کړو، لکه څنګه چې مو ولوستل، د دې قوو کچه د نیوټن د دویم قانون په مرسته محاسبه کوو.

- د ستاتیکي اصطکاک قوه: جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښې، راکښل کیږي، خو ساکن باقي پاتې کیږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د ستاتیکي اصطکاک قوه وایي. د ستاتیکي اصطکاک قوه د لاندې رابطې له مخې لاس ته راځي: $F_{S\max}=\mu_S\cdot N$

- کله چې جسم پر یوې سطحې قرار لري حرکت کوي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د حرکي (د ینامیکي) اصطکاک قوه وایي چې په لاندې ډول لیکل کیږي: $f_k=\mu_k\cdot N$

μ_S او μ_K په ترتیب سره د ستاتیکي او د ینامیکي اصطکاك له ضریبونو څخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

که چیرې دوې کتلې m_1 او m_2 وي او د دوی تر منځ واټن r وي. د دوو کتلو ترمنځ د F جاذبوي قوې کچه له لاندې رابطې څخه په لاس راځي: $F = G\dfrac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ 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 واټن له مربع سره معکوسه رابطه لري:

- د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه يې پرجسم واردوي.

- د ځمکې د جاذبې د قوې کچه چې پرجسم واردیږي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:

$$W = G\frac{m.M_e}{R_e^2}$$

- د ځمکې د جاذبې د تعجیل (g) مقدار د $g = G\dfrac{M_e}{R_e^2}$ له پورتنۍ 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 کیږي:

$$g' = G\frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، $N = W$ که چیرې لِفت له ثابت تعجیل سره مخ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال $N \rangle W$ څخه او که چیرې لِفت له ثابت تعجیل سره مخ په ښکته حرکت وکړي، په پایله کې $N \langle w$ څخه وي.

- پر مصنوعي سپوږمیو دوې قوې عمل کوي، یوه يې د جاذبې قوه (مرکزته د جذب قوه) او دویمه يې له مرکز څخه د تیښتې قوه.

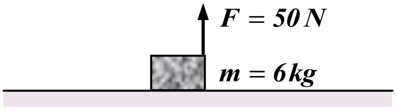
د خلورم څپرکي پوښتنې

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 کولای شو؟
3. عطالت یا انرشیا تعریف کړئ.
4. د نیوټن دویم قانون بیان کړئ او د کمیتونو اړیکه یې د اندازه کولو له واحدونو سره ذکرکړئ
5. د نیوټن دریم قانون تعریف کړئ.
6. یو موټر ولې په یو افقي سړک چې سطحه یې کنګل ده، نشي کولای د سړک له ګولایي څخه تابعیت وکړئ او د مستقیم خط په امتداد له سړک څخه منحرف کیږي؟
7. د نیوټن له لومړي قانون څخه دري مثالونه بیان کړئ.
8. پر یوه جسم چې 2Kg کتله لري، 20 نیوټنه قوه واردیږي:

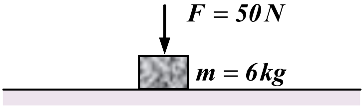
a- د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.

b- که چیرې قوه،30 نیوټنه شي، د حرکت په تعجیل کې څه ډول بدلون رامنځ ته کیږي؟

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 تېریدو څخه وروسته 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 تېرشئ) کومې قوې پرې واردیږي؟ د دې قوو غبرګون (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 شتون لري، د هغو ترمنځ جاذبوي قوه حساب کړئ.
13. په لاندې شکلونوکې د اتکاء عمودي قوه حساب کړئ($g = 10\,{}^{m}/_{s^2}$ دې فرض شي)



(b)

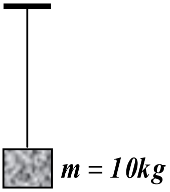


(a)

14. له شکل سره سم یو جسم له تناب سره ترلی او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلی دی.

a- که چیرې د ستګاه له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د راښکلو(کشش) قوه معلومه کړئ.

b- که چیرې د ستګاه له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ په لاندې حرکت وکړي، د تناب د راښکلو قوه به څو نیوټنه وي؟



c- که چیرې د ستګاه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تناب د راښکلو قوه به څومره وي؟

15. د اصطکاک قوې د ډولونو نومونه واخلئ او څرګنده کړئ چې دا قوې څه وخت څرګندیږي؟

16. یو جسم له 20Kg کتلې سره د یوې افقي سطحې پرمخ چې ستاتیکي ضریب یې $\mu_s = 0.5$ دی ایښی او هغه د (F) قوې سره راکاږو، خو په ښور ولو یې قادر نه یو. د F قوه به د نیوټن پر حساب څومره وي؟

17. یو جسم د یوه فنر له څوکې سره په یو لفټ کې ځړول شوی دی، د جسم کتله 5Kg او د فنر ثابت $1000N/m$ دي. د فنر د اوږدوالي بدلون په لاندې حالتونوکې 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 وارده یې کړو، په لاندې حالتونوکې حساب کړئ:

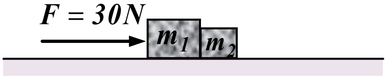
a- جسم د افقي سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه حرکت کوي.

b- جسم پرافقي سطحه له 0.1 حرکي اصطکاک ضریب سره، په حرکت کې دی.

c- جسم په قایم مسیرکې 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 هوارې اوصفا افقي سطحې پرمخ شتون لري، د m_1 کتلې کچه 10Kg او د m_2 کتلې کچه 5Kg ده ، د $\vec{F}$ افقي قوه چې کچه یې 30N ده، د شکل په څېر، په m_1 واردیږي، هغه په حرکت راولي، پیداکړئ چې د m_2 کتلې لخوا څومره قوه په m_1 کتلې باندې واردیږي؟ د دواړو کتلې مشترک شتاب حساب کړئ.



20. دځمکې د کُرې کتله $6\times10^{24}\ kg$ او د سپوږمۍ د کُرې کتله تقریباً $7.4\times10^{22}kg$ او د ځمکې د کُرې د مرکز واټن د سپوږمۍ د کُرې له مرکز څخه تقریباً $4\times10^5\ km$ دی.

a- د جاذبې قوه چې ځمکه یې پرسپوږمۍ واردوي محاسبه کړئ او ووایئ چې دا قوه سپوږمۍ ته څومره تعجیل ورکوي؟

b- د سپوږمۍ دجاذبې قوه پرځمکې څومره ده ؟ دا قوه ځمکې ته په کومه کچه تعجیل ورکوي؟

کار، میخانیکي انرژي او طاقت

ورزش کوونکي د بیس بال په توپ د یوې قوې په تطبیقولو سره، په یو لوړ او چټک سرعت سره تعجیل اخېستلو ته چمتو کوي. هغه د یوې داسې قوې په تطبیقولو سره چې پرمټ به یې ښایي توپ ته په مترونو د موقعیت بدلون ورکړي، یو داسې کار به ترسره کړي چې مجموعه به یې له حرکي انرژي سره چې د توپ د سرعت ورکولو ($\frac{1}{2}mV^2$) لپاره اړینه ده، مساوي وي. همدې لاسته راغلې پایلې ته د (کار- انرژي) قانون وایي.

تر اوسه پورې مو د یوه جسم انتقالي حرکت د نیوټن د دریو قوانینوله نظره مطالعه کړ، د پورتینو قوانینو پر بنسټ، قوې د حرکت ټاکوونکي کمیت په توګه مرکزي رول لوباوه. په دې څپرکي او تردې وروستي څپرکي کې به موږ له مختلفو تحلیلونو سره د انرژي او مومنتم کمیتونو له نظره د اجسامو د انتقالي حرکت په هکله بحث وکړو.

د انرژي او مومنتم بنسټیز اهمیت د هغو د تحفظ په ځانګړتیا کې دی. یعنې هغوی په عمومي حالتونو کې ثابت پاتې کېږي. د تحفظي مقادیر و شتون نه یوازې دا چې موږ ته د نړۍ په طبیعت کې د ژور لیدلو قدرت راکوي، بلکې د عملي مسایلو حل ته د رسېدو بله لار راښیي. د انرژي او مومنتم د تحفظ قوانین په ځانګړي ډول د اجسامو له مختلفو سیستمونو سره چې له بېلابېلو قوو سره سراوکار لري او د هغو اړوندو مسایلو حل چې ډېر ګران او یا ناشونی ښکاري، ډېر د اهیمت وړ دی. دا قوانین په پراخ طیف کې، پدیدې او پیښې د اتوم او هستوي ذرو د نړۍ د پدیدو په ګډون چې نور پکې د نیوټن قوانین عملي ندي، د تطبیق وړ دي. په دې څپرکي کې به تاسو د دوو ډېرو مهمو مفاهیمو یعنې کار او انرژي د بېلابېلو ډولونو په هکله چې له میخانیک سره تړاو لري معلومات ترلاسه کړئ. دغه دوه کمیتونه سکالري دي او څرنګه چې د جهت لرونکي نه دي، مطالعه یې نسبت وکتوري مقدارونو ته آسانه ده. حرکي انرژي چې له حرکت سره اړیکې لري او ذخیره وي انرژي چې د یوه جسم له موقعیت سره تړاو لري، د انرژي دوه ډولونه دي چې په دې څپرکي کې به یې مطالعه کړئ. کار، انرژي او طاقتِ یو له بل سره اړیکې لري. د ماشینونو ډولونه چې په ورځنې ژوندانه کې ورسره سراوکار لرو، معمولاً د هغې کاري کچې له مخې چې د هغو په مرسته ترسره کیدای شي او هغه طاقت چې تولیدوي یې تشریح کیدای شي چې ددې څپرکي په پای کې به د نوموړو مفاهیمو په هکله اړین معلومات او بلدتیا ترلاسه کړئ.

هغه کار چې د ثابتې قوې په مټ ترسره کېږي

د کار مفهوم څه شی دی؟ هغه کار چې د یوې ثابتې قوې پرمټ ترسره کېږي، څه ډول دی؟ څنګه کولای شو کار د فزیک له مخې وڅېړو؟ د اووم ټولګي په فزیک کې تېرېوې اندازې د کار له مفهوم سره بلد شوئ، د هغو موضوعاتو د یادولو لپاره چې د اووم ټولګي په فزیک کې مو مطالعه کړل، لاندې فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت:

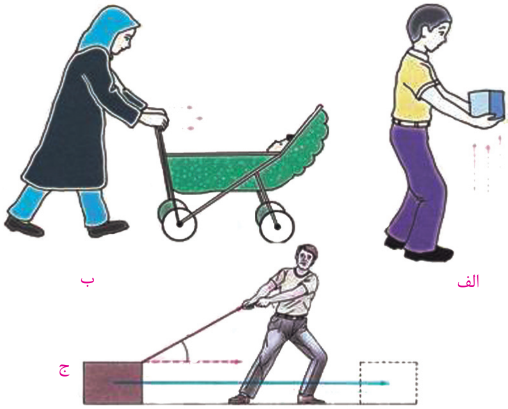
هغه شمېر کارونه چې په خپل چاپېریال کې یې وینئ او یا له هغو سره مخامخ کېږئ وې لیکئ او خپل ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې ځانګړنې او ګډ عناصر شته؟ دا پوښتنه په بېلابېلو ډلو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیایې ټولګي ته وړاندې کړئ.

پورتني ذکر شوي فعالیت ته په پام کولو سره په کارونو کې چې ترسره کېږي، دوه ګډ عنصرونه شتون لري.

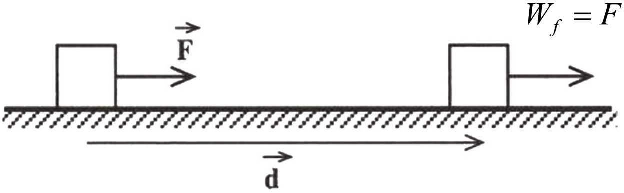
1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوې د اعمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له بدلون سره مخامخ کېږي.

لکه څنګه چې په (5-1) شکل کې یې وینئ. یو سړی پر جسم قوه واردوي او په پایله کې د جسم د مکان د بدلون سبب ګرځي. هغه څه ته په پاملرنې چې وویل شول. کولای شو ووایو چې د جسم د مکان د بدلون په لور د قوې مرکبې او د جسم په واسطه د وهل شوي فاصلې د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملې قوې له کار څخه عبارت دی.



(5-1) شکل

یعنې که چېرې د (5-2) شکل په څېر، پر جسم د $\vec{F}$ په کچه قوه وارده شي، هغه د d په اندازه له ځایه بې ځایه کړي، د تعریف له مخې د F ثابتې قوې کار عبارت دی له: $W_f = F \cdot d$........(1)



(5-2) شکل

د کار د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له $N \cdot m$ څخه دی چې ژول نومېږي او د J په نښې ښودل کېږي، یعني

$$1N \cdot m = 1J ....(2)$$

د cgs په سیستم کې د کار د اندازه کولو واحد له ارګ (erg) څخه عبارت دی چې په لاندې توګه وړاندې کېږي:

$$1erg = 1dyne \cdot 1cm ....(3)$$

په انګلیسي سیستم کې کار په فوټ پونډ ($foot - pound$) سره اندازه کېږي چې په دې ډول وړاندې کېږي:

$$1J = 10^7 erg = 0.7376 \ Lb \cdot ft ....(4)$$

پوښتنه: د ټولګي په مختلفو ډلو کې (4) رابطه د ډلو د غړو په مرسته ثابته کړئ.

کار له یو سکالري کمیت څخه عبارت دی. مثلاً که چېرې په (5-2) شکل کې کار د ځای او موقعیت له څو پرله پسې (متوالي) بدلون سره ترسره کړو، ټول کار کولای شو د ترسره شوو کارونو له جبري جمعې څخه د ځایونو په هر بدلون کې لاس ته راوړو.

مثال: یو تن $70N$ افقي قوه پر یوه جسم وارد وي او هغه د $10m$ په اندازه بې ځایه کوي، هغه تن څومره کار کړی دی؟

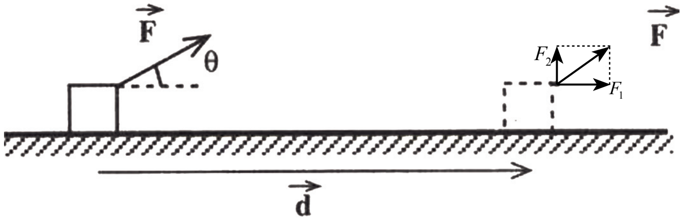
حل: له (1) رابطې څخه لرو چې:

$$w = F \cdot d$$
$$w = (70N)(10m) = 700J$$

پوښتنه: که چېرې یو تن له $30N$ سره برابره قوه پر یوه جسم وارده 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 وارده قوې او د d ځای د بدلون ترمنځ د θ زاویه شتون ولري. کار څرنګه تعریفولای شو؟ ددې موخې لپاره په لاندې ډول عمل کوو: فرض کړئ چې پر جسم وارده قوه د (5-3) شکل په څېر 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:

$$w_f = F \cdot d \cos\theta ....(5) \quad \text{او یا} \quad w_f = F_1 \times d = F\cos\theta \cdot d$$



(5-3) شکل

نوټ: که چېرې په (5) رابطه کې، $\hat{\theta}=0$ شي، په پایله کې به (1) رابطه په لاس راشي.

مثال: 10N قوه په یوه جسم د $60°$ زاویې لاندې واردوو د (F) قوې کار د ځای په شپږ متري بدلون کې حساب کړئ:

حل: د (5) رابطې له مخې لرو چې:

$$W_f = F \cdot d \cos\hat{\theta}$$

$$W_f = (10N)\,(6m)\cos 60° = 10 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2} = \frac{60}{2} = 30\ J$$

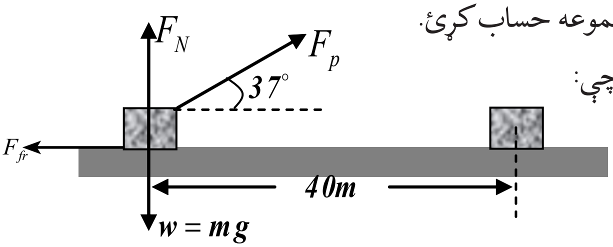
قوه کولای شي چې پر یوه جسم عمل وکړي، خو هېڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسو د ښوونځي خپل بکس په لاس کې ونیسئ او ودرېږئ، په دې حالت کې کار نه ترسره کوئ ولې؟

مثال: یو تن له $F_p = 100N$ ثابتې قوې سره، 50Kg جسم د 40m په اندازه بې ځایه کوي. که چېرې د قوې وکتور او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه $37°$ وي او د اصطکاک قوه $50N$ 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:



(5-4) شکل

a) د W او F_N قوو په واسطه ترسره شوی کار له صفر سره مساوي دی، ځکه چې:

$$W_g = m \cdot g \cdot d \cos 90° = mgd \times 0 = 0$$

$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos 90° = F_N d \times 0 = 0$$

هغه کار چې د F_p قوې په مرسته ترسره کېږي، مساوي دی له:

$$W_p = F_p d \cos\hat{\theta} = (100N)\,(40m)\cos 37° = 3200\ J$$

$$= 100N \times 40m \times 0.8 = 3200J$$

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

$$W_{fr} = F_{fr} \cdot d \cos 180° = (50N)\,(40m)\,(-1) = -2000\ J$$

b) د ترسره شوي کار مجموعه (W_{net}) عبارت ده له: $W_{net} = W_g + W_N + W_p + W_{fr}$

$$W_{net} = 0 + 0 + 3200J - 2000\ J = 1200\ J$$

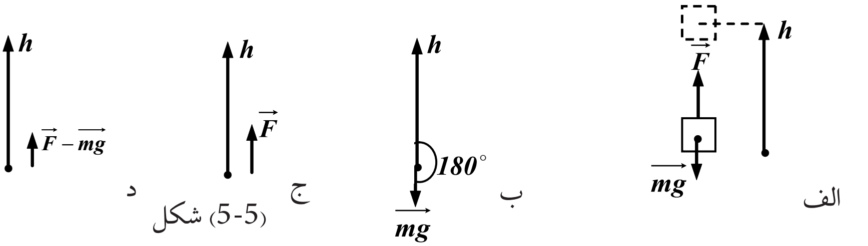
مثال: یو جسم د m له کتلې سره د (5-5) شکل سره سم د h په اندازه پورته وړو، د وزن د قوې کار څومره دی؟

حل: په دې حالت کې د وزن او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه 180° ده.

په پایله کې:

$$W_{mg} = m \cdot g \cdot h \cdot \cos 180^\circ = mgh\ (-1)$$

$$\Rightarrow W_{mg} = -mgh$$

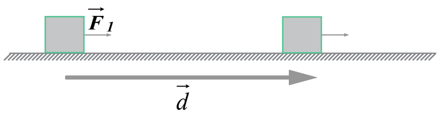


شکل (5-5)

تمرین: په شکل کې د F ثابته قوه په (افقي امتداد کې په یوه جسم د m په کتله وارد‌یږي او هغه د یوې سطحې پرمخ له μ_k حرکي اصطکاک له ضریب سره بې ځایه 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 قوو د محصلې کار



5-2: کار او حرکي انرژي

د پخوانیو معلوماتو له مخې پوهیږو چې د یوه جسم حرکي انرژي د m کتلې او v سرعت سره له $K_E = \frac{1}{2}mv^2$ رابطې سره ښودل کیږي.

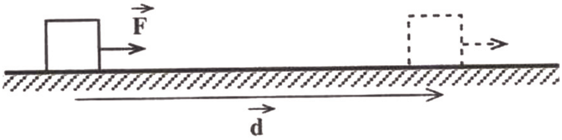
کله چې یو توپ لومړی په عمودي ډول هوا ته غورځوو، د توپ سرعت په تدریجي توګه کمیږي. په دې معنا دی چې د توپ حرکي انرژي د پورته تللو پر مهال کمیږي، ددې پر خلاف که چیرې توپ د سکون له حالت څخه له یو لوړ ځایه را خوشې کړو، په پایله کې د توپ حرکي انرژي د ښکته راتلو پرمهال زیاتیږي.

موږ په ورځني ژوندانه کې په خپل چاپیریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې بِرک شویدی حرکي انرژي یې کمیږي او....

فعالیت:

نورې بېلګې چې د حرکي انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپیریال کې وینئ، ویې لیکئ او ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

د کار او حرکي انرژي د رابطې د ښې څېړنې لپاره يو جسم د m په کتله (6-5) شکل سره سم په نظر کې ونيسئ چې د وارده قوو محصله يې ثابته او له $\vec{F}$ سره برابره ده او جسم ددې قوې تر اغېز لاندې د d په اندازې پر يوه افقي سطحه د مکان بدلون کوي.



(6-5) شکل

لکه څنګه چې پوهېږو د F د قوې کار له لاندې رابطې سره حسابېږي. $W = F \cdot d$ له بلې خوا د نيوټن له دويم قانون څخه په ګټې اخېستلو کولای شو وليکو چې $F = m \cdot a$ د F د قوې د اعمال له امله، د جسم سرعت د v_1 له کچې څخه په (1) نقطه کې د v_2 په کچه په (2) نقطه کې بدلون کوي او دا چې له پخوا څخه پوهېږو:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \quad \text{اويا} \quad v_2^2 - v_1^2 = 2ad \; . \; . \; . \; .(1)$$

د $w = F \cdot d$ په رابطه کې ددې رابطې په ايښودلو سره لرو چې:

$$W = F \cdot d = m \cdot a \cdot d = m\,(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2d})\; d = m(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2})$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

ددې رابطې د ښي اړخ لومړی حد، د جسم حرکي انرژي په (2) نقطه کې او دويم حد يې د جسم حرکي انرژي په (1) نقطه کې دي.

په پايله کې که چېرې دوې حرکي انرژي په ترتيب سره په K_2 او K_1 وښيو لاندې رابطه په لاس راځي:

$$W = k_2 - k_1 \quad \text{او يا:} \quad W = \Delta k \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

(3) رابطه د کار او انرژي قضيې په نامه يادېږي، ددې قضيې له «د مکان په يوه بدلون کې پر يوه جسم د واردو شوو د محصلې کار په همغه د مکان بدلون کې د حرکي انرژی د بدلون سره برابر دی. ددې قضيې پر بنسټ که چېرې د محصله ثابتو قوو کار وي، $k_2 \angle k_1$ دی او حرکي انرژي کمېږي او همدارنګه که چېرې د محصلو قوو کار صفر وي، $k_2 = k_1$ دی او د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي.

مفهومي پوښتنه: د اجسامو په حرکي انرژي کې

a. که چېرې د جسم کتله دوه برابره شي، حرکي انرژي به په څومره کچه بدلون وکړي؟

b. که چېرې د جسم سرعت دوه برابره شي، د جسم حرکي انرژي به په څومره کچه بدلون وکړي؟ (په ټولګي کې پرې بحث وکړئ)

مثال: یو جسم له 1Kg کتلې سره له 10m لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخېستلو، وټاکئ، کله چې جسم ځمکې ته رسېږي، حرکي انرژي یې څومره ده؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

حل: په دې مثال کې پر جسم یوازینۍ وارده قوه، د وزن قوه ده او ددې قوو کار برابر دی له:

$$W = F \cdot d \cdot \cos\hat{\theta} = m \cdot g \cdot h \cos 0^\circ = (1kg)(10 m/s^2)(10m)(1) = 100\ J$$

دا چې د جسم لومړنۍ حرکي انرژي صفر ده، نو کولای شو ولیکو: $W = k_2 - k_1$

$$100 = k_2 - 0 \Rightarrow k_2 = 100\,J$$

مثال: یو موټر په $1500kg$ کتلې او $72\,Km/h$ سرعت په حرکت کې دی، که چېرې ډرېور برک ونیسي، موټر له یو څه واټن څخه وروسته درېږي. د اصطکاک د قوې اویا په موټر باندې د برک قوې کار پیداکړئ.

حل: د موټر سرعت له برک کولو څخه تر مخه برابر دی له:

$$V_1 = \frac{72.1000}{3600} = 20m/s$$

او حرکي انرژي یې مخکې له برک کولو څخه مساوي دی له:

$$k_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2}(1500kg)(20m/s)^2 = 300000\,J$$

دا چې موټر له برک کولو څخه وروسته درېږي $k_2 = 0$ دی. له بلې خوا د اصطکاک قوه، د اتکا عمودي قوه او د وزن قوه هغه قوې دي چې پر جسم اغېز کوي او په پایله کې:

$$W_{net} = W_f + W_N + W_{mg}$$

خو د اتکا د عمودي قوې کار او د وزن قوه له صفر سره برابر ده (ولې؟) په پایله کې:

$$W_{net} = W_f = k_2 - k_1 = 0 - 300000 = -300000\ J$$

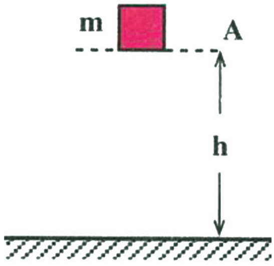
تمرین: یو موټر چې له یو ټن کتلې او له $36Km/h$ سرعت سره په حرکت کې دی. د موټر ډرېور ناڅاپه برک کوي. که چېرې د سړک او د موټر د ټایرونو ترمنځ د اصطکاک ضریب 0.5 وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته ودرېږي؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

تمرین: یو جسم د h له لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخېستلو سره یې سرعت د لوړوالي په $3/4\,h$ برخه کې پیداکړئ. (د هوا له مقاومت څخه تېر شي).

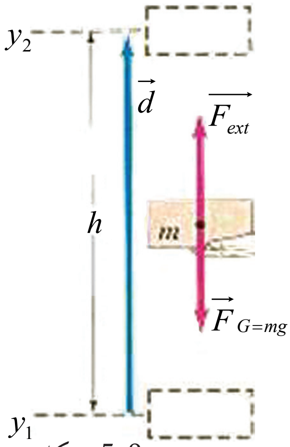
تمرین: څومره کار په کار دی، تر څو یو موټر له 1000Kg کتلې سره د $20m/s$ سرعت په لرلو سره $30m/s$ ته ورسېږي؟

کار او د پوټنشيل انرژي

په پخواني لوست کې مو د کار او حرکي انرژۍ په هکله موضوعات زده کړل او د کار او حرکي انرژي ترمنځ رابطه مو په لاس راوړه. اوس ددې پوښتنې څېړنې ته مخه کوو چې د کار او پوټنشيل انرژي ترمنځ رابطه څنګه ده؟ لکه څنګه چې پوهېږو د پوټنشيل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې يو جسم يې د ځمکې له سطحې څخه د خپل لوړوالي له امله لري. يعنې که چېرې يو جسم د (5-7) شکل په څېر د ځمکې له سطحې څخه د h په لوړوالي کې واقع وي، د پوټنشيل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره بايد کار ترسره کړو، نو ددې کار د ترسره کېدو له امله جسم د پوټنشيل جاذبوي انرژي لاس ته راوړې ده، نو ويلای شو چې د پوټنشيل د انرژي په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخيره کېږي.



(5-7) شکل



(5-8) شکل

په دې لوست کې به b انرژۍ په کمې ډول تعريف او له کار سره به يې 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 لوړوالي پورته شي، عبارت دی له:

$$W_P = F \cdot d\cos\hat{\theta} = m \cdot g \cdot h\cos 0° = mg(h_2 - h_1)$$

په پايله کې کولای شو وليکو چې: $W_P = mgh_2 - mgh_1 = \Delta p$

يعنې هغه کار چې د F قوې لخوا د m د کتلې د پورته کولو لپاره د h_1 له لوړوالي څخه د h_2 ارتفاع ته مصرفېږي، په هغې کې د پوټنشيل انرژي له تفاضل څخه عبارت دی، يعنې: $u = W_P = \Delta p$

پورتنيو ټکو ته په کتو کولای شو، د پوټنشيل جاذبوي انرژي په لاندې توګه تعريف کړو:

د يوه جسم د پوټنشيل جاذبوي انرژي د ځمکې په نسبت په يوه نقطه کې له هغه کار سره برابره ده چې موږ يې ترسره کوو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د ځمکې له سطحې څخه تر يادې شوې نقطې پورې ولېږدوو.

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې(5-8)شکل ته په پام کولو، د جاذبې قوه لاس ته راوړئ. په ډلو کې بحث وکړئ او پايله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

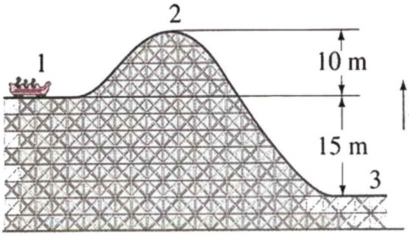
فعالیت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې لاندې جدول دیادو شوو لوړوالو لپاره، بشپړ کړئ. او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

ارتفاع	حرکي انرژي	د پوټانسيل انرژي	د حرکي او پوټانسيل انرژيو مجموع
h			
$\frac{1}{2}\times h$			
$\frac{1}{4}\times h$			
0			

نوټ: د يادولو وړ ده چې كه چېرې له ثابت سرعت سره شرط د پوټانشيل د انرژي په تعريف كې نه واى ذكر شوى، د بېلګې په توګه: د جسم سرعت زياتېده او د كار يوه كچه د جسم د حركي انرژى د زياتېدو لپاره مصرفيده.

مثال: (5-9) شكل ښيي چې يو متحرك له $1000kg$ كتلې سره له 1 نقطې څخه په حركت پيل كوي او د 2، 3 له نقطو څخه تېرېږي.

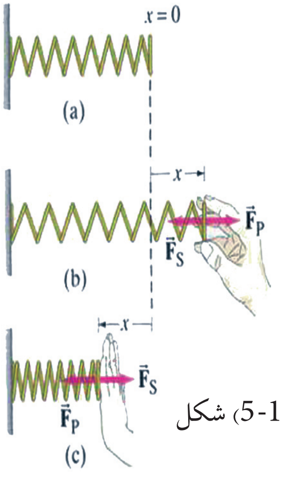


(5-9) شكل

a. د پوتنشيل جاذبوي انرژي په 1 او 2 نقطوكې لاس ته راوړئ.

b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتنشيل د انرژى توپير حساب كړئ.

5-3: هغه كار چې د فنر لخوا پر كتلې ترسره كېږي



(5-10) شكل

څنګه كولاى شو هغه كار چې د يو فنر لخوا پر يوې كتلې ترسره كېږي، اندازه كړو؟

ددې موضوع د څېړلو لپاره يو فنر د لاندې شكل په څېر په نظر كې ونيسئ.

كه چېرې فنر د عضلو د قوې په مرسته د d_x په اندازه راكاږو، په دې حالت كې د عضلو قوې د $(dw = F \cdot d_x)$ كار ترسره كړى دى.

كه چيرې د خپل لاس په مرسته په فنر د F قوه وارده كړو او فنر د X په اندازه راكاږو او یايې كښېكاږو، ددې قوې كچه د فنر د X له واټن سره مستقيمه رابطه لري، نو له دې امله:

$$F_p \alpha\ X \Rightarrow F_p = KX \ ....(1)$$

په دې رابطه کې k د فنر ثابت ضریب دی، رانښکل شوی او کښېکارل شوی فنر هم یوه قوه د F_p قوې پر مخالف لوري په لاس واردوي. ولې؟ (بیان یې کړئ)

نو کولای شو ولیکو چې: $F_s = -KX \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$ (د فنر ارتجاعي قوه)

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 دوې قوې، یو دبل پر خلاف لوري کې دي. لکه څنګه چې پوهېږو (2) رابطه د هوک قانون څرګندوي او په پایله کې لیکلای شو: $F_p = -F_s \; . \; . \; . \; . \; (3)$

هغه کار چې د $-F_p = KX$ د قوې پرمټ ترسره کېږي، عبارت دی له: $dw = -F_p \cdot d_x$

د (2) رابطې څخه لرو چې: $\Rightarrow dw = \vec{kx} \cdot \vec{dx}$

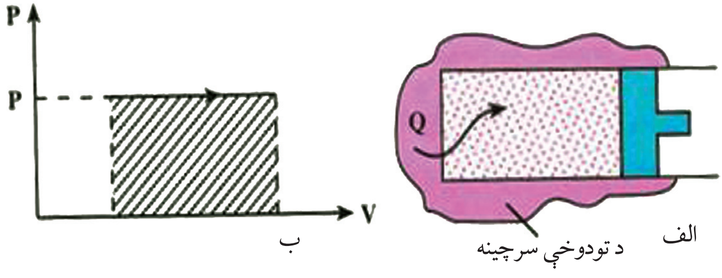
څرنګه چې F_p د $X_1 = 0$ له موقعیت څخه تر هر وروستني X موقعیت پورې خطي تحول لري، نو څکه متوسطه قوه $(\overline{F})$ عبارت له $(\overline{F} = \frac{1}{2}(0 + KX) = \frac{1}{2}KX)$ څخه او مجموعي سرته رسیدلي کار $(W = \overline{F}X = \frac{1}{2}KX \times X = \frac{1}{2}KX^2)$ وي چې دا کار د فنر د پوټانشیلي انرژي په نوم هم یادېږي.

مثال: د یو فنر ثابت ضریب $405 \, N/m$ دی، خومره کچه کار په کار دی، ترڅو فنر 3cm اوږد شي؟

حل: $w = \frac{1}{2}(405 \, N/m)(0.03m)^2 = 0.182 \, J$

هغه کار چې د ګاز په مرسته له ثابت فشار سره پر پستون ترسره کېږي

هغه کار چې د ګاز لخوا پر پستون ترسره کېږي، د څېړلو لپاره یې یو ګاز د (الف، 11-5) شکل په څېر د یو پستون په منځ کې چې د تودوخې له سرچینې سره په تماس کې دی، په نظر کې ونیسئ. ګاز په پیل کې د P په فشار او v_1 حجم کې د تعادل په حالت کې دي. (فرض کړئ چې د پستون او استواني ترمنځ اصطکاک د صرف نظر وړ وي) په دې صورت کې د ګاز فشار د چاپېریال له فشار سره برابر دی، ولې؟ د سرچینې او سیستم ترمنځ د تودوخې د توپیر له کبله د تودوخې کمه کچه ګاز ته لېږدول کیږي چې په پایله کې ګاز لږ منبسط کېږي او پستون یوڅه ښی لور یا د شا پلو ته لېږدوي.



(11-5) شکل

که چېرې په همدې ترتيب د ګاز تودوخې ورکولو ته ورو، ورو دوام ورکړو. ګاز په څنډ سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو ښې لورته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجيل ډېر کوچنی وي.

په پايله کې هغه قوه چې ګاز يې پر پستون واردوي، بايد له هغه قوې سره چې چاپيريال يې په پستون واردوي برابره وي، نو له دې امله ويلی شو چې د تودوخې ورکولو په بهير کې د ګاز فشار د محيط له فشار سره يو شان دی، يعنېددې عمل پر مهال د ګاز فشار ثابت پاته کېږي. د حجم او فشار ګراف $(p-v)$ په دې عمليه کې د (ب، 5-11) په شکل کې ښودل شوی دی.

په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېږي، لومړی کار محاسبه کوو.

که چېرې د ګاز فشار P وي، ګاز د عملیې پر مهال د $F = P \cdot A$ قوه په پستون واردوي چې په هغې کې A د پستون سر له مساحت څخه عبارت دی. که چېرې د پستون د ځای بدلون له d سره برابر وي. دw کار چې سيستم يې د چاپيريال پرمخ ترسره کوي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي: $W = F \cdot d = (P \cdot A)d$ خو Ad د استوانې له حجم څخه عبارت دی چې برابر دی له:

$\Delta V = V_2 - V_1$ د حجمونو توپير په پايله کې: $W = P\Delta V$ ....(4)

(4) رابطه له هغه کار څخه عبارت دی چې پستون يې د چاپيريال پرمخ ترسره کوي.

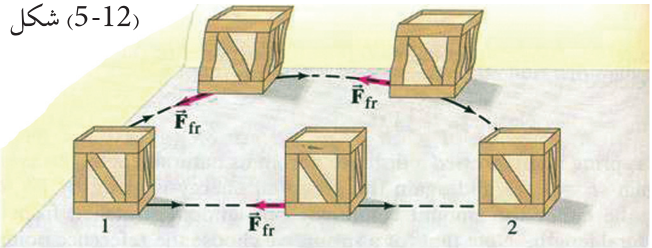
5-4: تحفظي او غير تحفظي قوې

تحفظي او غيرتحفظي قوې څنګه قوې دي؟ ددې دوو قوو ترمنځ کوم توپير شتون لري؟

لکه څنګه چې پوهېږو که يو جسم د h_1 له ارتفاع څخه د h_2 ارتفاع ته پورته کړو. بايد انرژي مصرف کړو او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوی کار د لارې له مسير سره تړاو نه لري، بلکې يوازې د پيل او پای له نقطې سره تړاو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوې وايي. د ځمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو يوه ښه بېلګه ده. په هغه صورت کې چې د F قوې پرمټ ترسره شوي کار د لارې له مسير سره تړاو لري. په دې صورت کې دې ډول قوو ته، غير تحفظي قوې وايي. ددې ډول قوو ښه بېلګه له اصطکاک قوې څخه عبارت ده. په همغه ډول چې په (5-12) شکل کې وينئ، کله چې يو جسم ته له يوې نقطې څخه بلې نقطې ته حرکت ورکول کېږي، هغه کار چې ترسره شو، د جسم پرمټ له وهل شوي مسير سره تړاو لري. لکه چې په شکل کې ليدل کېږي چې جسم له 1 موقعيت څخه تر 2 موقعيت پورې د دوو مسيرونو له لارې حرکت کولای شي.

1 مستقيم مسير 2 منحني مسير، که چيرې جسم له 1 موقعيت څخه تر 2 موقعيت پورې له منحني مسير څخه حرکت وکړي، د اصطکاک د قوې کار د هغه د اصطکاک قوې له کارڅخه زيات دی چې همغه جسم له مستقيم مسير څخه حرکت کوي.

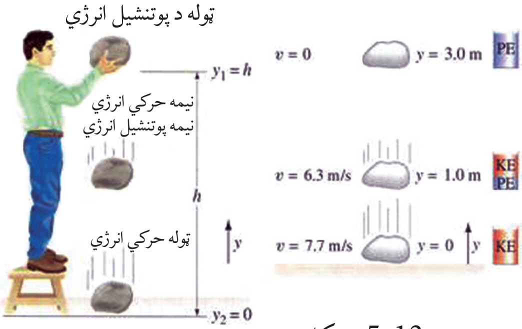
(5-12) شکل



5-5: د میخانیکي انرژۍ ساتنه (تحفظ)

د میخانیکي انرژي تحفظ څه شی دی؟ کله چې یو جسم د m له کتلې سره د h له ارتفاع څخه خوشې کوو، د جسم د پوټانسیل انرژي او حرکي انرژي په بدلون وکړي؟ ولې؟ د حرکي او پوټانسیل انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟

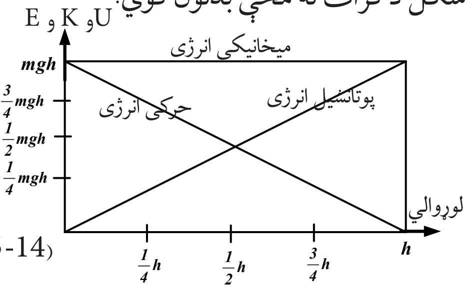
په هغه صورت کې چې یوازې تحفظي قوې پر جسم عمل وکړي، موږ یوې آساني او شکلي پایلې ته رسیږو.



(5-13) شکل

ددې پایلې د توضیح او پورتنیو پوښتنوته د ځواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د m کتله لري، په نظر کې ونیسئ چې د ځمکې له سطحې څخه د y له لوړوالي څخه خوشې شوی دی.

په مخامخ شکل کې لیدل کیږي چې د سقوط پر پایله کې د جسم حرکي او پوټانسیل انرژي د لاندې شکل د ګراف له مخې بدلون کوي.



(5-14) شکل

لکه څنګه چې لیدل کیږي، د سقوط پر مهال، د جسم د پوټانسیل انرژي کمیږي او حرکي انرژي یې زیاتیږي، خو د دې دوو انرژي ګانو مجموعه د حرکت پرمهال په هره لحظه کې ثابته پاتې کیږي.

د پورتنیو مفاهیمو په پوهېدو سره اوس یو نوې کمیت چې میخانیکي انرژي (E) نومیږي، څیړو چې د حرکي او پوټنشیل انرژي له مجموعې څخه عبارت ده او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو ولیدل، د دې کمیت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاتې کیږي، یعنې د پوټانسیل انرژي له زیاتیدو سره د حرکي انرژي کچه کمیږي او برعکس، یعنې: $K_E + P_E = const = M_E$ که څه هم په پورته مثال کې د میخانیکي انرژۍ تحفظ ښودل شوی دی، خو کولای شو وښیو چې له یو شمیر قوو که د فنر راښکلو بریښنایي قوې او .... سره هم میخانیکي انرژي ثابته پاتې کیږي. له پورتنۍ معادلې څخه پایله ترلاسه کیږي چې په یوه سیستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوټنشیل او حرکي انرژي مجموعه ثابته وي چې دا قانون د میخانیکي انرژۍ د تحفظ د قانون په نامه یادیږي.

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 ډیره حده تر کومې ارتفاع پورې پورته ځي؟

$g = 10m/s^2$ فرض کیږي او د هوا له مقاومت څخه دې صرف نظر وشي.

حل: د جسم حرکي انرژي د غورځولو په نقطه کې برابره ده له: $K_1 = \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}(0.5)\ (10)^2 = 25J$

او د پوتنشيل انرژي يې په همدې نقطه کې برابره ده له: $P_{E_1} = u_1 = mgh_1 = 0.5\times10\times2 = 10J$

همدارنگه د جسم حرکي انرژي تر ټولو په لوړه نقطه کې $K_2 = 0$ او د پوتنشيل جاذبوي انرژي يې په دې نقطه کې برابر ه ده له: $P_{E_2} = u_2 = mgh_2 = 0.5\times10\times h_2 = 5h_2$

د ميخانيکي انرژي د تحفظ پر بنسټ ليکلای شو چې:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$
$$10 + 25 = 5h_2 + 0$$
$$\Rightarrow 35 = 5h_2 \Leftrightarrow h_2 = 7m$$

د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار

په تېرو لوستونو کې له تحفظي او غير تحفظي قوو سره آشنا شوئ او همدارنگه د تحفظي قوو پرمټ له ترسره شوي کار سره هم بلد شوئ، خو تر اوسه مو له خپله ځان څخه پوښتنه کړې ده چې د غير تحفظي قوو کار څنگه دی؟

آيا هغه کار چې د تحفظي او غير تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، يو شان دی؟ ولې؟

مثال: مخکينو زده کړو ته په پاملرنې، د غير تحفظي قوو يو مثال راوړئ او په هکله يې بحث وکړئ.

حل: د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار د لارې له مسير سره تړاو لري، ددې ډول قوو ښه بېلگه د اصطکاک له قوې څخه عبارت ده. مثلاً که چيرې تاسو د يوه جسم چې د ځمکې پرمخ ايښی دی، ځای بدل کړئ، (په منحني ډول، په مستقيم، په منکسر يا زيگزاکي ډول) په دې ډول هر يوه د ځای بدلون کې کار د اصطکاک د قوو پرمټ ترسره شوي او 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 کيدای شي بحث وکړئ او پايله يې ټولگي ته وړاندې کړئ.

اوس د کار او انرژۍ له قضيې څخه په گټې اخيستلو ($w_{net} = \Delta k$) د غير تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار په اړه 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 مکان بدلون کوي او فرض کړئ چې ددې قوو يو شمېر تحفظي او نورې يې غير تحفظي قوې دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمټ ټول ترسره شوی کار کولای شو داسې وليکو:

$$W_{net} = W_c + W_{Nc} ....(1)$$

W_c هغه کار دی چې د تحفظي او W_{Nc} هغه کار دي چې د غيرتحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي.

اوس د کار او انرژۍ له قضيې څخه په گټه اخيستلو داسې ليکلای شو:

$$W_{net} = \Delta k$$
$$\rightarrow W_c + W_{Nc} = \Delta k \qquad , \Delta k = k_2 - k_1$$
$$\rightarrow W_{Nc} = \Delta k - W_c ....(2)$$

هغه کار چې د تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسیل د انرژۍ په بڼه یې ولیکو، لکه څنګه چې له پخوانیو لوستونو څخه مو زده کړي: $W_c = -\Delta u ....(3)$

اوس له (3) رابطې څخه (2) رابطې ته د W_c په تعویضولو سره لیکلای شو چې:

$$W_{Nc} = \Delta k - (-\Delta u)$$

$$\rightarrow (W_{Nc} = \Delta k + \Delta u) ....(4)$$

(4) رابطه د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار لپاره یوه کلي رابطه ده.

5-6: طاقت (توان)

توان څه شی دی؟ توان، کار او زمان یو له بله سره څه ډول رابطه لري؟

د اووم ټولګي په فزیک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنګه په پخوانیو 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 کیدای شي پخ (ورو) او یا ډېر چټک ترسره شي، یو جسم کولای شو په 10 یا 15 ثانیو کې یوې ټاکلې ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالتونو کې ترسره شوی کار یو ډول دی، خو په لومړي حالت کې کار ډېر چټک ترسره شوی دی. د کار د ترسره کولو د وخت په نظر کې نیولو لپاره، یو مناسب کمیت د توان په نامه تعریفوو. په همغه ډول چې د اووم ټولګي په فزیک 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 تعریفېږي. یعني: $P = \frac{w}{t} \; . \; . \; . \; . \; (5-18)$

په SI سیستم کې د توان د اندازه کولو واحد ژول پر ثانیه $\left(J/_{s}\right)$ دی. چې د جیمز واټ د علمي کارونو په وياړ په واټ (W) نومول کېږي او همدارنګه د قوې او سرعت له جنسه توان (P) له لاندې رابطې څخه هم لاسته راځي:

$$P = \frac{w}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v$$

فعالیت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمنځ د اړیکو په اړه مخامخ جدول ډک او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

$W(J)$	$t(s)$	$P = \frac{w}{t}$ (watt)
10	2	?
10	1	?
20	$1/2$	?
80	$1/4$	?

مثال: یو غر مزلی (کوهنوردی) له 60 kg کتلې سره د 4 ثانیو په موده کې 4.5m ارتفاع وهي. د غرمزلي توان لاس ته راوړئ، ($g = 9.8\,m/s^2$ فرض کړئ).

حل: لومړی د غر مزلي لخوا ترسره شوی کار لاس ته راوړو:

$$w = m\cdot g\cdot h = (60\ kg)\ (9\cdot 8\ {}^{m}\!/_{s^2})\ (4\cdot 5\,m) = 2646\quad J$$

$$P = \frac{w}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{2646J}{4s} = 661.5\,w$$

د موټر، برېښنايي جارو، لِفت او نورو په څېر هره وسيله چې کار ترسره کوي، انرژي مصرفوي. له دې وسيلو څخه دګټې اخېستلو لپاره بايد هغو ته انرژي ورکړو، دې انرژي ته ورودي يا مصرفي انرژي وايي. څرنګه چې ددې انرژۍ يوه برخه د اصطکاک له امله او يا د وسيلې د اجزاوو د حرکت ورکولو لپاره مصرفېږي، نو له دې امله د وسيلې کار يا ګټوره خروجي انرژي د هغې له ورودي انرژي سره برابره نه ده. په پايله کې د ورودي انرژۍ يوازې يو څه کچه د ګټې اخېستلو وړ ده. دغه کچه معمولاً د فيصدي په ډول بيانېږي او د ببرته ورکړې يا اغېزمنتيا (موثريت) په نامه يادېږي.

$$\text{اغېزمنتيا(مؤثريت)} = \frac{\text{خروجي کار}}{\text{ورودی کار}}\times 100$$

د پنځم څپرکي لنډيز

- د جسم د مکان بدلون په لور د قوې مرکبې او د جسم په واسطه د وهل شوي واټن د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملې قوې له کار څخه عبارت دی. يعنې: $W = F\cdot d$

- که چېرې يوه قوه د (θ) ترېوې ټاکلې زاويې لاندې پر جسم وارده شي او جسم d په اندازه بې ځايه کړي، د F د قوې پرمټ ترسره شوی کار به عبارت وي له: $w = (F\cos\hat{\theta})\,d = Fd\cos\hat{\theta}$

- د F د قوې پرمټ ترسره شوی کار به منفي وي، په هغه صورت کې چې: $\theta > 90^\circ$ وي.

- په هغه وخت کې چې پر جسم له يوې څخه زياتې قوې عمل وکړي، مجموعي کار د ټولو هغو کارونو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی چې د هرې قوې په واسطه په جلا، جلا توګه ترسره کېږي، يعنې:

$$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + \ldots.$$

او يا مجموعي کار کولای شو په لاندې توګه وليکو:

$$W_{total} = (F_{total}\cos\hat{\theta})\,d = F_{total}\ d\ \cos\hat{\theta}$$

- د کار د اندازه کولو واحد د (SI) په سيستم کې له ژول (J) څخه عبارت دی، $1J = 1N\cdot m$

- هغه کار چې د بيلابيلو قوو په واسطه ترسره کېږي د x محور پرمخ د قوې او بدلون مکان د منحنی ترمنځ مساحت دی.

- د يو فنر پرمټ ترسره شوی کار چې د x په اندازه کښېکاږل شوی او يا راښکل شوی عبارت دی له:

$$W = \frac{1}{2}kx^2$$

- که چیرې د F قوې پرمټ ترسره شوی کار د لارې پر مسیر پورې تړاو ونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره اړیکې ولري، دې ډول قوو ته تحفظي قوې وايي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوی کار له مسیر سره تړاو ولري، دې ډول قوو ته غیرتحفظي قوې وايي.

- د 1او 2 موقعیتونو یا دوو نقطو ترمنځ مجموعي کار د حرکي انرژۍ له تفاضل څخه عبارت دی، یعنې:

$$W_{total} = \Delta k = \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2$$

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 (بدله شي)، خو مجموعي انرژي تل ثابته پاتې کېږي. $K + U = \cos\tan t = E$

- هغه کار چې دګاز پرمټ پر پستون ترسره کېږي عبارت دی له: $W = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$

- طاقت عبارت دی له ترسره شوي کار څخه، د هغه کار د ترسره کولو لپاره د مصرف شوي زمان په کچې باندې او یا په بل عبارت، د وخت په یوه واحد کې تر سره شوی کار د طاقت څخه عبارت دی. یعنې:

$$p = \frac{w}{t}$$

او همدارنګه کولای شو طاقت داسې ولیکو: $P = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot V$

- په SI سیستم کې د طاقت د اندازه کولو واحد له واټ (W) څخه عبارت دی.

$$1\,W = 1\,J/s$$

$$736\,W = 1\,hp$$

د پنځم څپرکي پوښتنې

1) کار تعریف کړئ، د اندازه کولو واحد یې د SI په سیستم کې ووایئ او ددې کمیت (وکتوري یا سکالري) ډول مشخص کړئ.

2) پر یوه جسم د $F = 100\ N$ قوه وارديږي او هغې ته په افقي لوري د 20m په اندازه د مکان بدلون ورکوي. ددې قوو په مرسته ترسره شوی کار په لاندې حالتونو کې لاس ته راوړئ.

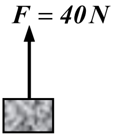
a. قوه په افقي توګه پر جسم وارديږي.

الف

b. قوه د افق په نسبت تر $\theta = 60°$ زاويې لاندې پر جسم وارديږي.

ب

3) پر یوه جسم له $m = 3kg$ کتلې سره، د F قوه د لاندې شکل په څېر وارديږي او هغه په قايم (عمودي) لوري پورته وړي، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو:



a. د جسم د حرکت تعجيل لاس ته راوړئ.

b. د F قوې کار د جسم په 10m اوچتولو په صورت کې حساب کړئ.

c. د w وزن د قوې کار د جسم په پورته کولو کې وټاکئ.

d. د محصله قوې کار مشخص کړئ.

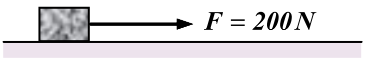
4) يو جسم د m له کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه مخ پورته په قايمه توګه غورځول کېږي او د h تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پيداکړئ.

5) بيان کړئ چې لاندې دوو حالتونو څخه په کوم يو حالت کې کار له صفر سره مساوي دی؟ ولې؟

a. که چېرې يو تن يو جسم په لاس کې ونيسي (په داسې حال کې چې شخص ستومانه کېږي).

b. که چيرې يو تن يو جسم په لاس کې وساتي او هغه ته په ثابت سرعت په افقي استقامت کې د موقعيت بدلون ورکړي.

6) له شکل سره سم پر يوه جسم له $m = 10kg$ کتلې سره د $F = 200\ N$ افقي قوه وارديږي او جسم ته د 20m په اندازه په افقي لوري د موقعيت بدلون ورکوي. (د حرکي اصطکاک قوه 20N ده):



a. په يوه رسم کې پر جسم باندې ټولې وارده قوې وښيئ.

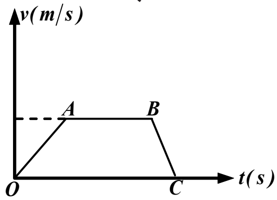
b. د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.

c. د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

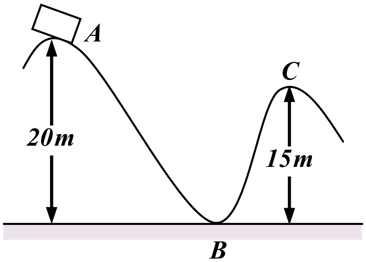
7) د يوې قوې پرمټ د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بېلابېلو زاويو کې وڅېړئ.

8) حرکي انرژي تعريف او رابطه يې ثبوت کړئ.

9) د کار او انرژي قضیه بیان او رابطه یې ولیکئ.
10) د کار او انرژي قضیې ته په پاملرنې بیان کړئ.
a. کله د جسم حرکي انرژي زیاتیږي؟
b. کله د جسم حرکي انرژي کمیږي؟
c. کله د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي؟
11) یو جسم له 20Kg کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه له 45m لوړوالي خوشې کوو، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخېستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت یې ځمکې ته د رسیدو په لحظه کې حساب کړئ.
12) په مخامخ شکل کې پر جسم د واردو شوو قوو د محصلې د کار نښه د حرکت په هره مرحله کې د دلیل له ذکر کولو سره مشخصه کړئ.



13) د پوتنشیل انرژي تعریف او د درې ډولو نومونه یې واخلئ.
14) د پوتنشیل جاذبوي انرژي تعریف او رابطه یې ولیکئ.
15) د فنر د پوتنشیل انرژي له کومې لارې رامنځ ته شوې او پکې ذخیره شوې ده؟
16) د میخانیکي انرژۍ د تحفظ قانون بیان کړئ.
17) یو جسم د (A) له نقطې څخه له لومړني سرعت پرته د یوې سطحې پرمخ چې اصطکاک نلري خوشې کیږي، د میخانیکي انرژۍ د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخېستلو سره د B او C په نقطو کې دجسم سرعت پیداکړئ.



18) یو جسم له 2Kg کتلې او ثابت سرعت سره د 1m په واټن د 0.2 ثانیې په موده کې پورته وړو، داکار په څومره طاقت ترسره کیږي؟
19) ورودي یا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بیان یې کړئ.
20) اغیزمنتیا (مؤثریت) تعریف او رابطه یې ولیکئ.

خطي مومنتم او امپولس

پـه دې څپرکـي کـې د میخانیـک علـم د لاپراختیـا لپـاره، د ضربـې (Impulse) او مومنتـم (Momentum) په نومونو د دوو نوو کمیتونو په پېژندلو سره به خپل بحث ته دوام ورکړو.
کله چې یوه قوه پر یوه جسم په یوه ټاکلي وخت کې عمل کوي، نوموړې قوه په جسم کې د سرعت یو بدلون رامنځ ته کوي. د دې قوې امپولس (د ثابتې قوې لپاره) د قوې او هغه زمان چې قوه په کې عمل کوي د ضرب حاصل څخه عبارت دی او یا په بل عبارت کولای شو ووایو چې د (قوې – زمان)، (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منحني لاندې مساحت 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 یې د مومنتم په نامه چې یو مهم فزیکي کمیت دی او د M په توري ښودل کېږي، یادېږي.
امپولس او مومنتم دواړه فزیکي وکتوري کیمتونه دي، په دې څپرکي کې به موږ دوه مهم اصلونه مطالعه کړو. یو د امپولس – مومنتم اصل او دویم د خطي مومنتم د تحفظ اصل. ددې څپرکي د محتویاتو په ارایه کولو کې اړینه ده پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصلونه (چې کله ناکله د قوانینو او یا بنسټېزو قواعدو په نامه یاد شوي)، په حقیقت کې د نیوټن د قوانینو د بحث دوام دی چې په تېر څپرکي 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 مومنتم فزیکي مقدارونو په پېژندلو سره بشپړې شوې دي.
په دې څپرکي کې به لاندې مطلبونه ددې مبحث په باب مطالعه کړو:

- د یوه جسم موقعیت او سرعت کیدای شي د یوې قوې په تطبیق بدلون ومومي.
- د هغې قوې چې د جسم پر ټاکلې کتلې عمل کوي او د نوموړي جسم د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بیانول (د نیوټن دویم قانون).
- د یوې قوې د امپولس او مومنتم تعریفول.
- د مومنتم د تحفظ شرحه د دوو جسمو په تصادم کې چې د یوه مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.
- د خطي مومنتم د تحفظ طبیعت د مثالونو بیانول.
- د ارتجاعي او غیرارتجاعي ټکرونو (تصادمونو) د مفاهیمو تعریف او توضیح کول.

مستقیم الخط حرکت او امپولس (ضربه)

(6-1) امپولس (ضربه)

آیا تر اوسه مو له ځان څخه پوښتنه کړې ده چې ضربه څه شی دی؟ کله چې پر یوه جسم ضربه ورکوئ، څه پیښیږي؟ د تعریف له مخې ضربه یا امپولس د F قوې او t زمان د ضرب له حاصل څخه عبارت ده، یعنې: $I = F \cdot t$

لکه څنګه چې له پورتنۍ رابطې څخه لیدل کیږي. امپولس د I په توري ښیي چې له قوې او زمان سره مستقیمې اړیکې لري. امپولس او مومنتم د اندازه کولو د یو ډول واحد لرونکي دي. ولې؟

په ډېرو حالتونو کې په یو نقطه یي جسم د قوې د اغېز زمان هومره لنډ وي چې موږ اړ کیږو، د مشتق او انتیګرال له مفاهیمو څخه ګټه پورته کړو چې تاسو به یې د دولسم ټولګي په ریاضي کې زده کړئ. اوس فرضوو چې د F قوه د Δt په زمانه کې پر یوه جسم عمل کوي. په دې صورت کې د F قوې ضربه د ΔI په زمان کې په Δt داسې ښیو: $\Delta I = F \cdot \Delta t$

په ورځنې ژوندانه کې ګورو چې موږ د یوه جسم د موقعیت او یا سرعت د بدلولو لپاره باید پر نوموړي جسم قوه وارده کړو. په پخوانیو بحثونو کې د نیوټن د حرکت د قوانینو په پیل کې د قوې او د هغې د اغېزو او همدارنګه د قوې د واحدونو (داین او نیوټن) د تعریف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل.

په (6-1) شکل کې جسم د m له کتلې سره د x_1 په موقعیت او v_1 په سرعت په t_1 زمانه کې د x محور پرمخ د F ثابتې قوې پرمټ په حرکت کې دي. موږ دا ډول حرکت پخوا لوستی و، خو د پخوانیو معلوماتو د تکرار او پراختیا لپاره بیاله هغې څخه یادونه کوو. د کار د آسانتیا لپاره خپل مطالعات د x پر محور په حرکت او یا له هغه سره موازي محدود ساتو. د t_2 په زمان کې جسم د x_2 په موقعیت کې د v_2 سرعت لرونکی دی، نو کولای شو ولیکو:

$$\text{m} \quad \Delta x = (x_2 - x_1) = \text{په موقعیت کې بدلون}$$

$$\Delta v = (V_2 - V_1)\, m/s = \text{په سرعت کې بدلون}$$

$$\Delta t = (t_2 - t_1)\, s = \text{زماني واټن}$$

د حرکت تعجیل د Δt په زماني واټن کې د a له ثابت تعجیل سره په دې ډول افاده کیږي.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}\, m/s^2$$

د نیوټن په دویم قانون کې تعجیل همغه د قوې او کتلې نسبت تعریف شوی دی چې عبارت دی له: $a = \dfrac{F}{m}$ په پورتنۍ رابطه کې د د تعجیل له قیمتونو څخه کولای شو لاندې تناسب ولیکو:

$$\frac{F}{m} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

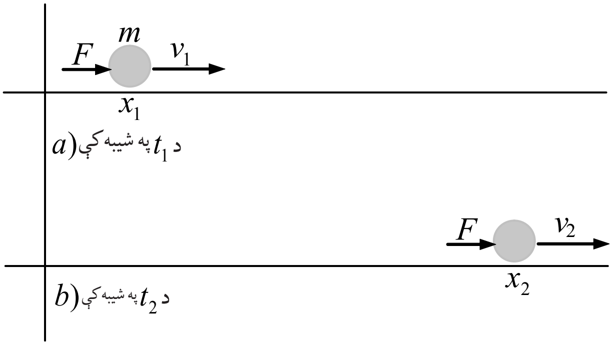
او یا

$$F\Delta t = m\Delta v$$

وروستي افاده په دې ښېرکي کې زموږ د بحث کُلي بنسټ جوړوي او لکه څنګه چې د دې ښېرکي په مقدمه کې ذکر شول، اوس کولای شو، امپولس په لاندې ډول تعریف کړو:

د یوې ثابتې قوې امپولس د نوموړې قوې او زماني واټن له حاصل ضرب څخه عبارت دی چې قوه په کې عمل کوي.

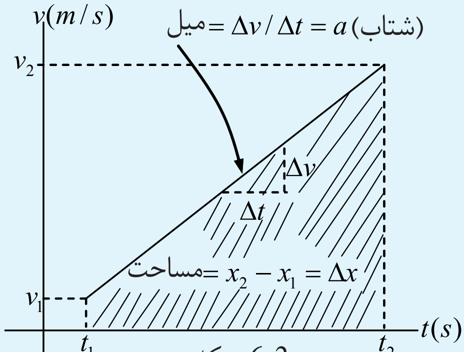
$$\Delta t = t_2 - t_1$$
$$\Delta v = v_2 - v_1$$
$$\Delta x = x_2 - x_1$$



(6-1) شکل، د یوې قوې د تطبیق په پایله کې د یوه جسم د سرعت او موقعیت بدلون

فعالیت:

د (سرعت- زمان) ګراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې ښودل شوی دی. باید پام وکړو چې د (سرعت – زمان) منحني میل عبارت له ثابت تعجیل او ددې منحني او د زمان محور ترمنځ مساحت د Δx له بدلون مکان څخه عبارت دی. په دې فعالیت کې زده کوونکي په خپلو ارندو ډلو کې د ښوونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصیلاتو او خصوصیاتو بحث وکړئ او پایلې یې خپلو ټولګیوالو ته واوروئ.

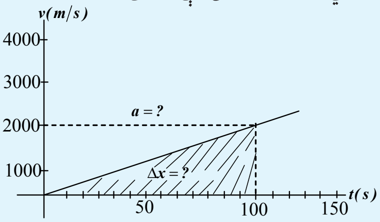


(6-2a) شکل

فعالیت:

زده کوونکي دې په بېلابېلو ډلو کې د (سرعت – زمان) د ګراف په مرسته چې د یوې فضایي بېړۍ (سفینې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې ښودل شوی ده. لاندې پوښتنو ته دې ځواب برابر کړي او د ټولګي په وړاندې دې بیان کړي:

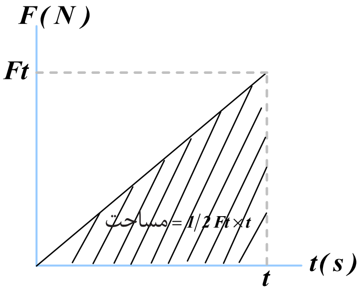
1. بېړۍ په لومړیو 100 ثانیو تعجیلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې وښیئ.
2. د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې څومره دی؟
3. د بېړۍ تعجیل حساب کړئ.



(6-2b) شکل،
د فضایي بېړۍ د (سرعت – زمان) ګراف

تمرینونه:

لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووايئ.



1. د $3,7N$ يوه ثابته قوه په $100s$ زماني واټن کې عمل کوي. ددې قوې امپولس حساب کړئ.

2. په مخامخ شکل کې د $F_t = 2,2N$ قوه ورکړل شوې ده، ددې قوې امپولس له $t=0$ څخه تر $t=30s$ زماني انټروال کې پيداکړئ.

3. په ورکړل شوي پورته شکل کې $F_0 = 55dyne$ ، $t_1 = 10s$ او $t_2 = 18s$ دي، ددې قوې امپولس وټاکئ.

4. د $F_1 = 5N$ ثابته قوه د ($t=1s$ څخه تر $t=3s$) زماني انټروال کې او د $F_2 = 2N$ دويمه ثابته قوه د ($t=5s$ څخه تر $t=10s$) زماني انټروال کې عمل کوي. ددې دوو قوو امپولسونه حساب او سره پرتله کړئ.

6-2: مومنتم

مومنتم څه شی دی؟ د يوې لارۍ موټر او يو ګړندي ورکوټي موټر ترمنځ د حرکت په حال کې د مومنتم له نظره څه توپير شتون لري؟

د نيوټن د حرکت دويم قانون د مومنتم له نقطې نظره څنګه کولای شو تعريف کړو؟ او يا په ساده توګه، د مومنتم او د نيوټن د حرکت د دويم قانون ترمنځ کومې اړيکې شته؟

بحث وکړئ:

دوو ټوپونو ته چې دواړه يو شان کتلې لري، يو له بله سره تصادم ورکړئ، څه به پيښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې بحث وکړئ او پايله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

په پخواني بحث کې مو د نيوټن د قانون په مرسته پيداکړل چې: $F\Delta t = m\Delta v$ او د معادلې د کيڼ اړخ مقدار مو د امپولس په نامه ياد کړ. اوس خپل پام د معادلې ښي اړخ ته راګرځوو. پوهېږو چې $\Delta v = v_2 - v_1$ لکه څنګه چې v_1 د جسم لومړنی سرعت د t_1 په زمانه او v_2 دويم سرعت د t_2 په زمان کې دي، نو کولای شو وليکو: $m\Delta v = mv_2 - mv_1$

د معادلې د ښي اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب افاده کوي. دغه حاصل ضرب د فزيکي مهمو کميتونو څخه دی چې د مومنتم په نامه ياد شوی دی.

د تعریف پربنسټ د m یوه کتله چې د v په سرعت په حرکت کې ده، د P مومنتم لرونکی دی چې د $\vec{P} = m\vec{V}$ له مخې افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په SI او cgs سیستمونو کې عبارت دي له $Kg\ m/s$ او $gr\ cm/s$ او بعدي (ډایمنشن) معادله یې له $\left[\frac{M \cdot L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1}\right]$ څخه عبارت دی.

همدارنګه باید ووایو چې د امپولس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواړه یو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (3-6) شکل کې ورکړل شوي دي. په دې شکل کې هر یو له مومنتمونو حساب شوي چې په څرګنده توګه لیدل کېږي. ددې لپاره چې د مومنتم په مفهوم ښه پوه شئ، کوښښ وکړئ په ځير سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولګيوالو سره بحث وکړئ.

a) پروتون $P = 5.0 \times 10^{-22}\ kg\frac{m}{s}$

$V = 3\times10^{5}\ m/s$

$m = 1,67\times10^{-27}\ kg$

b) مرمی $P = 1\ kg\ m/s$

$V = 1\times10^{3}\ m/s$

$m = 1\times10^{-3}\ kg$

c) لاری $P = 2\times10^{5}\ kg\cdot\frac{m}{s}$

$V = 20\ m/s$

$m = 1\times10^{4}\ kg$

d) بووینګ $P = 9\times10^{7}\ kg\frac{m}{s}$

$V = 3\times10^{2}\ m/s$

$m = 3\times10^{5}\ kg$

e) فضايي بېړۍ (سفینه) اپولو $P = 5\times10^{7}\ kg\ m/s$

$V = 1\times10^{4}\ m/s$

$m = 5\times10^{3}\ kg$

f) ځمکه $P = 18\times10^{28} = 1.8\times10^{29} = 2\times10^{29}\ kg\frac{m}{s}$

$V = 3\times10^{4}\ m/s$

$m = 6\times10^{24}\ kg$

g) ستوری $P = 3\times10^{34}\ kg\ m/s$

$V = 1\times10^{4}\ m/s$

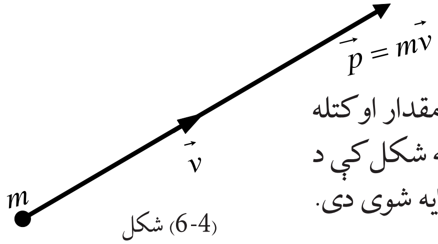
$m = 3\times10^{30}\ kg$

(3-6) شکل
په مختلفو اجسامو کې د مومنتم مطالعه

مثالونه

1 - د يوه اوښ کتله د هغه له بار سره $500Kg$ ده او په $2m/s$ حرکت کوي، مومنټم يې حساب کړئ.

حل: $P = mV = 5\times10^2 kg \times 2m/s = 10^3 kg\, m/s$



(6-4) شکل
د مومنټم وکتوري خاصيت ښوونه

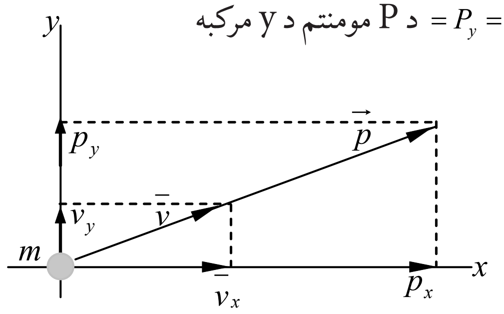
له (6-4) شکل سره سم څرنګه چې سرعت يو وکتوري مقدار او کتله يو سکالر دی، نو له دې امله مومنټم وکتوري مقدار دی. په شکل کې د m کتله د v سرعت لرونکې ده او مومنټم په $P = mv$ ارايه شوی دی.

لکه څنګه چې د وضعيه کميتونو په هر سيستم کې ورکړ شوي دي، يو وکتور د وضعيه کميتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزاوو تجزيه کېدای شي، ددې له مخې د P مومنټم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزيه کيدای شي چې په (6-5) شکل کې ښودل شوی دی. بايد په ياد ولرو که چېرې مومنټم د x محور د مثبت لوري په نسبت د θ زاويه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

د P د مومنټم د x مرکبه $= P_x = P\cos\hat{\theta}$

د P مومنټم د y مرکبه $= P_y = P\sin\hat{\theta}$

او د فيثاغورث له قضيې څخه: $P^2 = P_x^{\,2} + P_y^{\,2}$



(6-5) شکل،
په اجزاوو د مومنټم د وکتور تجزيه

په خپلو منځونو کې بحث وکړئ او د تمرين په حلولو پيل وکړئ

a. يوه لارۍ له $3000Kg$ کتلې سره په 30° زاويه د شمال ختيځ په لور په $72\,Km/h$ سرعت په حرکت کې ده، يو واګون چې د $1000Kg$ کتلې لرونکی دی، له ځانه سره راکاږي د x محور د ختيځ په لور او د y محور د شمال په لور په نظر کې ونيسئ. د لارۍ مومنټ د x او y مرکبې پيداکړئ.

b. د آريانا مسافر وړونکې يوه الوتکه په ټوليزه توګه د $50000Kg$ کتلې لرونکې ده او په $900Km/h$ سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسير يې 135° د شمال لوېديځ په لور وي، د مومنټم د (x او y) مرکبې يې وټاکئ.

حل a: لرو چې: $\hat{\theta} = 30^\circ$

$$P = m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72\,km/h$$

او

$$= 4000kg \times \frac{72000m}{3600s} = 4000kg \times 20\frac{m}{s}$$

$$P = 80000kg\,m/s = 8 \times 10^4\,kg \cdot m/s$$

پس

$$P_x = P\cos\hat{\theta} = 8 \times 10^4\,kg\,m/s \times \cos 30^\circ$$

$$= 8 \times 10^4 \times 0.866kg\,m/s$$

$$P_x = 6.928 \times 10^4\,kg\,m/s$$

او

$$Py = P\sin\hat{\theta} = 8 \times 10^4 \times 0.5kg\,m/s$$

$$Py = 4 \times 10^4\,kg\,m/s$$

حل b: لرو چې: $-45^\circ =$ (د جنوب شرق په لوري) $\hat{\theta} = 135^\circ$

او

$$P = 50000kg \times 900\,km/h$$

$$= 5 \times 10^4\,kg \times \frac{900 \times 10^3 m}{3600s}$$

$$= 5 \times 10^4 \times 2.5 \times 10^2\,kg\,m/s = 1.2 \times 10^5 \times 10^2\,kg\,m/s$$

$$P = 1.25 \times 10^7\,kg\,m/s$$

پس

$$Px = P\cos\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \cos 45^\circ\,kg\,m/s$$

$$= -1.25 \times 10^7 \times 0.707kg\,m/s$$

$$Px = -8.84 \times 10^6\,kg\,m/s$$

او

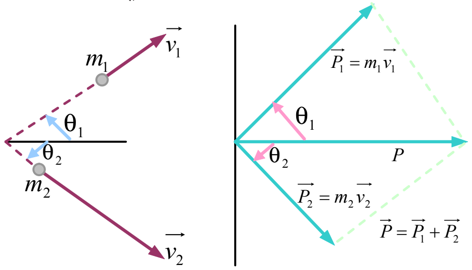
$$Py = P\sin\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \sin 45^\circ\,kg\,m/s$$

$$= 1.25 \times 10^7 \times 0.707kg\,m/s$$

$$Py = 8.84 \times 10^6\,kg\,m/s$$

د پوښتني له حل څخه پايله ترلاسه کېږي چې مومنت په دقيقه توګه يو وکتوري کميت دی. ددې لپاره چې د يوه جسم مومنتم په بشپړه توګه مشخص کړو، موږ بايد د کتلې او سرعت حاصل ضرب او همدا راز د هغې د حرکت لوري و پېژنو. په تېرو څپرکو کې مو د مکان د بدلون وکتورونه، د سرعت وکتورونه د تعجيل او قوې وکتورونه وپېژندل او پوه شو چې څنګه کولای شو، دوه يا څو يو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه يې وښيو؟

په همدې توګه موږ کولای شو د مومنټم دوه یا څو وکتورونه د ساده محصلې د یو وکتور 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 $P_1 = m_1V_1$ مومنت لرونکې او همدارنګه د m_2 کتلې مومنټم $P_2 = m_2V_2$ او د دواړو کتلو د سیستم د مومنت محصله له $P = P_1 + P_2$ څخه عبارت دي.



(6-6) شکل،
د دوو مومنتمو وکتوري جمع

د محصلې مومنت د پیداکولو لپاره کولای شو د متوازي الاضلاع او یا د مرکبو د جمع کولو په دوو طریقو له یوې څخه ګټه واخلو. په یاد ولرئ چې:

$$P_1 \text{ د } x \text{ مرکبه د مومنټم} = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1$$

$$P_1 \text{ د } y \text{ مرکبه د مومنټم} = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1$$

$$P_2 \text{ د } x \text{ مرکبه د مومنټم} = m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$$

$$P_2 \text{ د } y \text{ مرکبه د مومنټم} = m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$$

څرنګه چې د محصلې 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:

$$\text{P د } x \text{ مرکبه د مومنت} = P_x = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1 + m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$$

او:

$$\text{P د } y \text{ مرکبه د مومنت} = P_y = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1 + m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولای شو په لاندې دريګونو ادعاګانو باور ولرو:

1. د یوه جسم مومنټم د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه عبارت دی.
2. مومنټم یو وکتوري مقدار دی.
3. د جسمونو د یوه سیستم د مومنتم مجموعه د هر مومنت له وکتوري جمعې څخه عبارت ده.

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکي په دې هکله چې ولې کله چې يوه لارى او يو ګرندى موټر په يو ډول سـرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې د لارى موټر چې کتله يې ډېره ده، د زيات مومنتم لرونکې وي؟ پايله يې ټولګي ته واوروئ.

توضيح کړئ: د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونيسئ. که چيرې ($m_A = 3m_B$) وي، په دې حالت کې د A او B دوه جسمونه کولاى شي، د يو ډول مومنتم لرونکي وي. يعنې: $P_A = P_B$ ولې؟

اوس د مومنتم د مفهوم په پوهيدو سره ددې پوښتنې په ځېرلو پيل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنتم ترمنځ کوم ډول اړيکه شته؟ آيا قوه کولاى شي د يوه جسم مومنتم ته بدلون ورکړي؟

ددې موضوع د پوهېدو لپاره لاندې فعاليت ترسره کړئ.

فعاليت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په مخکينې فعاليت کې مو ترسره کړل. کوښښ وکړئ چې همغه دوو توپونوته له ډېرې قوې سره يو له بل تصادم ورکړئ. څه به پيښ شـي؟ توضيح يې کړئ. د پورتني فعاليت په ترسـره کولو به دې پايلې ته ورسېږئ چې قوه کولاى شي چې د يوه جسم مومنتم کم او يا زيات کړي او يا د مومنتم په لورې کې بدلون منځ ته راوړي.

6-3: قوه او مومنتم

ددې څپرکي په پيل کې مو د نيوټن قانون د $F\Delta t = m\Delta V$ په بڼه افاده کړ چې په بنسټيز ډول د نيوټن د دويم قانون ($F = ma$) څخه استخراج شوى و. نيوټن د حرکت په باب د خپلو دريو ګونو قوانينو په بنسټيزه ويناکې، قوه د کتلې او تعجيل له جنسه نه، بلکې د مومنتم د زماني بدلونونو د درجې له جنسه افاده کړې ده. په ياد ولرئ چې: $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta P$ دا رابطه ښيي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د بدلونونو حاصل ضرب مساوي دى د جسم په مومنتم کې له بدلونونو سره د $m\Delta v$ د قيمت په تعويضولو سره په لومړۍ رابطه کې پايله ترلاسه کېږي چې $F\Delta t = \Delta P$ په Δt باندې د معادلې د دواړو خواوو له تقسيمولو څخه $F = \dfrac{\Delta P}{\Delta t}$ لاس ته راځي. په ياد ولرئ چې ΔP په مومنتم کې بدلون له $Kg\, m/s$ واحد سره او Δt د زمان انټروال دى. کله چې د F قوه عمل کوي او د ΔP د توليد سبب ګرځي. نو د مومنتم بدلون او د زمان انټروال نسبت د مومنتم بدلونونو د زماني منحنۍ درجې څخه عبارت دى ور څخه پايله تر لاسه کوو چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د يوه جسم د مومنتم د بدلونونو له زماني درجې سره مساوي ده.

وروستنۍ ادعا تقریباً همغه د نیوټن د دویم قانون اصلي بیان دی چې په خپله د هغه لخوا ارایه شوی دی. (د نیوټن د حرکت د قوانینو اصلي بیان په لاتیني ژبه کې ارایه شوی دی). همدارنګه په اسانۍ سره کولای شو، د نیوټن دویم قانون ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$) له وروستۍ رابطې څخه په ګټې اخیستلو هم د ثابتې کتلې ($m = Cons\tan t$) په نظر کې نیولو سره په دې توګه لاس ته راوړو.

فرض کړئ چې $\vec{V_1}$ د جسم لومړنۍ سرعت $\vec{V_2}$ د جسم نهایي سرعت د Δt په زماني انټروال کې وي، نو:

$$\sum \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m\vec{V_2} - m\vec{V_1}}{\Delta t} = \frac{m(\vec{V_2} - \vec{V_1})}{\Delta t}$$

$$= m\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t} = m \cdot a ....(3)$$

له هغه ځایه چې $\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$ عبارت دي د جسم له تعجیل ($\vec{a}$) څخه نو په (3) رابطه کې د قیمت په وضع کولو سره کولای شو ولیکو: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ .... $(m = Cons\tan t)$

وروستۍ لاس ته راغلې رابطه، د نیوټن له دویم قانون څخه عبارت ده.

د امپولس - مومنتم قانون

موږ په پخوانیو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعریف کړل. اوس ښیو چې هغوی څه ډول په آسانۍ د نیوټن له دویم قانون سره تړلي دي. موږ پورته وښوده چې قوه د مومنتم د بدلونونو له زماني درجې سره مساوی ده، یعنې: $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ او یا کولای شو داسې ولیکو: $F\Delta t = \Delta P$

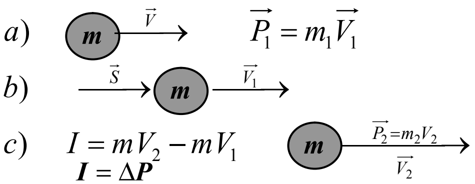
امپولس $= I = F\Delta t$ د F په Δt زماني انټروال کې قوه د او $= \Delta P$ د F قوې پرمټ د تولید شوي مومنتم بدلون، نو کولای شو چې ولیکو: $I = \Delta P$

وروستۍ رابطه بیانوي چې: د یوې قوې امپولس چې پر یوه جسم عمل کوي برابره ده، د نوموړي جسم په مومنتم کې له منتجه بدلونونو څخه چې بیان شوې جمله د (امپولس – مومنتم) د قانون په نامه یادیږي. د (6-7) شکل دا قانون د لومړني صفر مومنتم لپاره ښیي.

(6-7) شکل،
د لومړني صفر 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 وروستني مومنتم کې چې په عددي ډول مساوي له I سره دي، په کې اعمالیږي. د (6-8) په شکل کې د M یوه کتله د $P_1 = mV_1$ لومړنی مومنتم لرونکې ده. په همدې ډول د I یو امپولس د $P_2 = mV_2$ وروستني مومنتم په پایله کې پر کتلې اعمالیږي، نو ددې له مخې کولای شو ولیکو: $I = P_2 - P_1 = mV_2 - mV_1$

د امپولس – مومنتم قانون د نیوټن د دویم قانون ښه تفصیل او توسعه ده، لاندې شکل لومړنی د خوښې مومنتم د (امپولس – مومنتم) د قانون پرنسبت ښیي.



شکل (6-8)

مثال:

د یوې فضایي بېړۍ (سفینې) کنټرولونکي انجنونه چې $15000Kg$ کتله لري، د مخې په لور د خپلې بدنې د غورځولو لپاره $3\times10^5\,N$ قوه تولید وي. د سفینې د مومنتم بدلونونه په هغه حالت کې چې انجنونه یې د $10s$ لپاره اور واخلي حساب کړئ. په سرعت کې به منتجه بدلونونه څومره وي؟ او د څومره مودې لپاره باید ماشینونه فعالیت وکړي، ترڅو په سفینه کې $4\times10^4\,m/s$ د سرعت بدلون رامنځ ته شي.

حل:

$$\Delta P = I = F\Delta t = 3\times10^5\,N\times10s$$

$$= 3\times10^6\,Kg\,m/s$$

$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{3\times10^6\,Kg\,m/s}{1{,}5\times10^4\,Kg} = 200\,m/s$$

$$\Delta t = \frac{\Delta P}{F} = \frac{m\Delta V}{F} = \frac{1{,}5\times10^4\times4\times10^4}{3\times10^5} = 2\times10^3\,s$$

$$= 2000s$$

نو په دې مثال کې کله چې انجن د 10 ثانیو لپاره اور واخلي (فعال شي) په مومنتم کې منتجه بدلونونه $3\times10^6\,Kg$ او په سرعت کې منتجه بدلونونه $200m/s$ دي. انجنونه باید د $2000s$ لپاره (تقریباً 33 دقیقې) فعالیت وکړي، ترڅو $40{,}000m/s$ د سرعت بدلون تولید کړي. په یاد ولرئ چې پورتنی سرعت

$$(4\times10^4\,m/s = \frac{4\times10^4\times10^{-3}\,km}{\frac{1}{3600}h} = 40\times\frac{3600}{1}\frac{km}{h} = 144\times10^3\,\frac{km}{h} = 144.000\,Km/hr)$$

یو خورا ډېر لوړ سرعت دی. پورتنی مثال موږ ته د امپولس – مومنتم د قانون د ګټې اخېستنې یو مورد را په ګوته کړ.

6-4: ضربه او د خطي مومنتم ساتل (تحفظ)

په پخواني څپرکي کې مو د نیوټن د دریم قانون په 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 بنسټیزې ځانګړتیا پایله ده چې تل یې په خپلو کې په جوړه یي ډول (عمل او عکس العمل) واقع کیږي. کله چې یو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دویم جسم یوه مساوي او مخالف الجهته قوه پر لومړي جسم واردوي. اوس ددې حقیقت یو ځای کول د نیوټن له دویم قانون سره د مومنتم پر بنسټ، موږ ته د مومنتم د تحفظ قانون لاربنوونه کوي. که چېرې پر یوه سیستم هیڅ قوه وارده نشي، په دې حالت کې د یو سیستم مومنتم پرته له هر رنګه متقابلو اغېزو د هغه سیستم د اجزاو ترمنځ ثابت دی. پورتنۍ جمله د مومنتم د تحفظ قانون په بشپړه توګه بیانوي. له پورتني تعریف څخه د نیوټن دویم قانون دارنګه لیکو:

$$\Delta P = F\Delta t \quad \text{او یا} \quad F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

په وروستۍ رابطه کې F پر جسم (یا د اجسامو په سیستم) باندې عامله محصله قوه، Δt هغه زماني انټروال دی چې د F قوه په کې عمل کوي او ΔP د مومنتم منتجه بدلون دی. په څرګنده توګه که چېرې F صفر وي، یعنې که چېرې کومه منتجه قوه پر جسم (یا سیستم) عمل ونکړي، په هغه صورت کې ΔP هم صفر وي او دا معنا ورکوي چې مومنتم ثابت دی. که چیرې د یوه کمیت بدلون د Δt په زماني انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموړی کمیت د Δt په زمان کې ثابت وي.

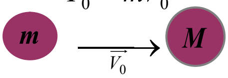
د مومنتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کوو دوه جسمونه سره تصادم کوي، راځئ چې په لنډ ډول د هغو تصادم بیان کړو.

کله چې دوه جسمونه د تصادم د پیل په لحظه کې په خپلو کې سره لګیږي، هر یو پربل باندې یوه قوه واردوي چې ددې قوو کچه سره مساوي او لوري یې مخالفې وي. لکه څنګه چې دغه ادعا د تصادم په کوچنۍ شیبه کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوې- زمان) منحنې د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه دې پایلې ته رسیږو چې د هرې قوې امپولس د مقدار له اړخه یو له بله سره مساوي دي، نو د هر جسم د مومنتم بدلونونه مساوي او لوري یې مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سیستم کې د مومنتم ټولیز بدلونونه د متقابلو اغېزو (د تصادم عمل) په پایله کې له صفر سره مساوي دي. په دې معنا چې د دوو جسمونو په مومنتم کې د بدلونو مجموعه له ټکر څخه تر مخه او له ټکر څخه وروسته په دقیقه توګه له صفر سره مساوي دي. دا بیان څرګندوي چې مومنتم د یوه تصادم په متقابلو اغېزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاتې کیږي.

ځانګړی حالت: په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم ځانګړی ډول ښودل شوی دی.

a- له تصادم څخه تر مخه

$$\vec{P}_0 = m\vec{V}_0$$



b- له تصادم څخه وروسته

$$V = \frac{m}{m+M}V_0$$

(6-9) شکل،
د مومنتم تحفظ د دوو کتلو
په خطي تصادم کې

لومړنی جسم د m په کتلې او v_o سرعت له دويم جسم سره چې د M کتلې لرونکی دی ټکر کوي او په پايله کې دواړه کتلې يو له بله سره يو ځای کېږي او د v په سرعت خپل حرکت ته دوام ورکوي. اوس له تعريف سره سم کولای شو وليکو:

$$\text{له تصادم څخه ترمخه مومنتم} = P_0 = mV_0$$

$$\text{له تصادم څخه وروسته مومنتم} = P = (m+M)V$$

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه $P_0 = P$

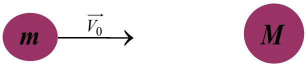
او يا: $mV_0 = (m+M)V$

ددې له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو وليکو: $V = \frac{m}{m+M}V_0$

بايد يادونه وکړو چې د m، M او v_0 د قيمتونو په لرلو سره له تصادم څخه وروسته د دواړو يو ځای شوو کتلو د V حاصل شوی سرعت محاسبه کړو.

د (6-10) شکل د m يوه کتله د v_0 له سرعت سره د M له دويمې ساکنې کتلې سره تصادم (ټکر) کړي او له تصادم څخه وروسته، m د v په سرعت او M د V په سرعت يو دبل په مخالف لوري کې په حرکت راځي. څرنګه چې په دې ټکر کې مومنتم محفوظ دی، نو له مخې يې:

$$mV_0 = MV + (-mv) = MV - mv$$

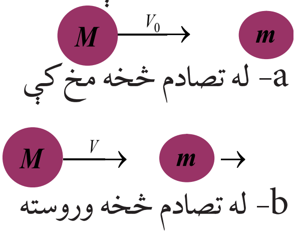


a- مخکې له ټکر څخه

b- له ټکر څخه وروسته

(6-10) شکل،
په خطي ټکر کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه کوچنۍ)

پورتنۍ رابطه په څرګند ډول بیانوي چې له تصادم څخه د مخه مومنتم مساوي دی له تصادم څخه وروسته مومنتم سره، که چیرې تصادم کوونکې کتله د مستقیم خط پرمخ په یو تصادم کې له ساکنې کتلې څخه لویه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم څخه وروسته یو له بله څخه لیرې کیږي او په همدې یوه لورې کې په حرکت راځي. په (6-11) شکل کې ښودل شوي دي.



(6-11) شکل،
په خطي تصادم کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه لویه)

ددې ځانګړې حالت لپاره د مومنتم د تحفظ قانون لاندې شکل اختیاروي:

$$MV_0 = MV + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوی دی.

په دې حالت کې:

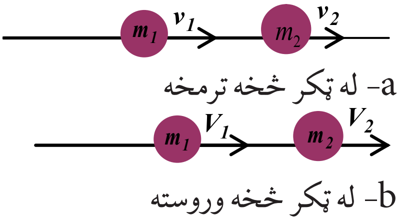
$$P_{befor} \text{ له تصادم څخه د مخه مومنتم} = P_b = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$P_{after} \text{ له تصادم څخه وروسته مومنتم} = P_a = m_1V_1 + m_2V_2$$

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه: $P_b = P_a$

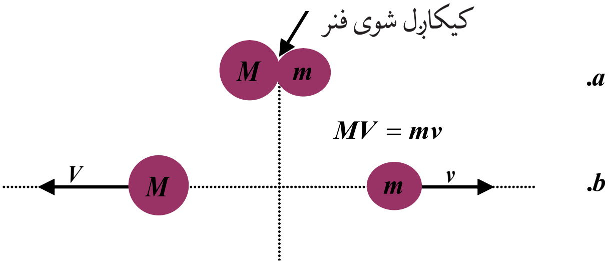
نو ددې له مخې: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$

د m_1 او m_2 ورکړ شوو کتلو او v_1 او v_2 ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستنې سرعتونه به له تصادم څخه وروسته V_1 او V_2 وي. د لومړني قیمت د ورکړل شوو ټاکلو قیمتونو لپاره m_1، m_2، v_1 او v_2 د نهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځ ته کیدای شي، خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قیمتونو لپاره د پورتنۍ معادلې صحت او د مومنتم د تحفظ د قانون د صحت په پایله کې په هغو کې تحقق مومي.



(6-12) شکل،
د مستقیم خط پرمخ ټکر د مومنتم
د تحفظ عمومي حالت

د مومنتم د تحفظ يوبل په زړه پورې مثال په (6-13) شکل کې ښودل شوی دی. د M او m له کتلو سره دوه جسمونه د یوه فنر په دواړو خواوو کې تر فشار لاندې نیول شوي، یو له بل سره کلک نیول شوي دي. په هغه ګړۍ کې چې جسمونه خوشې شي، د فنر قوه يې په دوو اړخونو ضربه واردوي. په هر يو جسم باندې د واردې شوې قوې اندازه په هره شيبه کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول يو له بل سره مساوي او پرکتلو د وارد شوو قوو لوري يو د بل په خلاف دي. ددې له مخې د هغې قوې امپولس چې په M عمل کوي، په کچه کې مساوي، خو د هغه قوې له امپولس سره په مخالف لوري کې دي چې د m پرکتلې عمل کوي. هره کتله د شوټ کيدلو په پایله کې عين مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه يې صفر ده. يعنې څرنګه چې مومنتم له خوشې کيدو ترمخه صفر وو، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کيدو وروسته صفر دی. له پورتنيو بحثونو څخه که چېرې د مومنتم سکالري اندازو ته پام وکړو، وبه مومو چې هغوی باید یو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دويم څلي پاملرنې سره کولای شو وليکو: $mv = MV$



(6-13) شکل،
د هغو کتلو د مومنتم تحفظ چې د فنر په واسطه دواړو خواوته شوټ شوي دي.

دا پايله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقيم تطبيق (پرته له پورتنيو څرګندونو) څخه کيدای شي لاس ته راشي چې له مخې يې لومړنی مومنتم بايد له نهايي مومنتم سره مساوي وي او په دې مثال کې د دواړو مومنتمونو برخې په بشپړه توګه صفر دي.

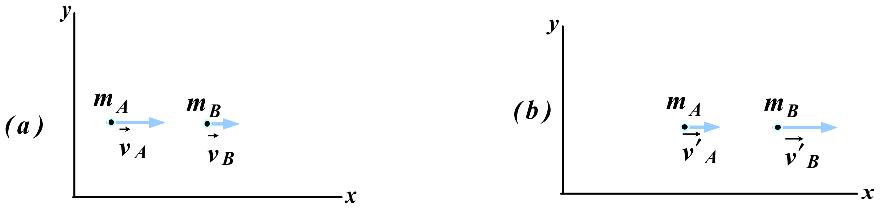
6-5: ارتجاعي ټکر (تصادم)

ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزيک له اړخه څنګه څېړل کېږي؟

ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په کې د مومنتم او ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قوانين دواړه صدق وکړي. ددې ډول ټکر د ښه درک لپاره د A او B دوه واړه جسمونه په نظر کې نيسو، داسې چې دواړه جسمونه د (X) محور په يوه مستقيم خط حرکت کوي.

اوس دا دواړه جسمونه له ټکر څخه ترمخه او له هغه څخه وروسته تر مطالعې لاندې نيسو:

فرض کوو چې له (6-14) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له ټکر څخه د مخه په ترتيب سره د v_A او v_B سرعتونه او له تصادم څخه وروسته د V'_A او V'_B سرعتونه لري.



(6-14) شکل

کله چې $V > o$ وي، جسم د X پر محور ښي لوري ته او کله چې $V < o$ وي، جسم د X پر محور کيڼ 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 پاتې کېږي، نو کولای شو ولیکو چې:

$$m_AV_A + m_BV_B = m_AV'_A + m_BV'_B \quad ....(1)$$

په همدې ډول د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د ټکر کوونکو جسمونو د حرکي انرژي مجموعه له ټکر څخه ترمخه او له ټکر څخه وروسته مساوي ده، یعنې:

$$\frac{1}{2}m_AV_A^{\,2} + \frac{1}{2}m_BV_B^{\,2} = \frac{1}{2}m_AV_A'^2 + \frac{1}{2}m_BV_B'^2 ....(2)$$

په هغه صورت کې د دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه د مخه معلوم دي، د (1) رابطې څخه په ګټې اخیستلو کولای شو، د A او B دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه وروسته داسې په لاس راوړو:

$$m_A(V_A - V'_A) = m_B(V'_B - V_B) ....(3)$$

په همدې ترتیب له (2) رابطې څخه په ګټې اخیستلو سره د حرکي انرژۍ لپاره لیکو چې:

$$m_A(V_A^{\,2} - V_A'^2) = m_B(V_B'^2 - V_B^{\,2}) ....(4)$$

له الجبري $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$ ، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول لیکلای شو:

$$m_A(V_A - V'_A)(V_A + V'_A) = m_B(V'_B - V_B)(V'_B + V_B) ....(5)$$

اوس په (3) رابطې باندې د (5) رابطې په وېشلو او د $V'_A \neq V'_B$ او $V_B \neq V'_B$ په فرضولو سره لرو چې:

$$V_A + V'_A = V'_B + V_B$$

$$V_A - V_B = V'_B - V'_A$$

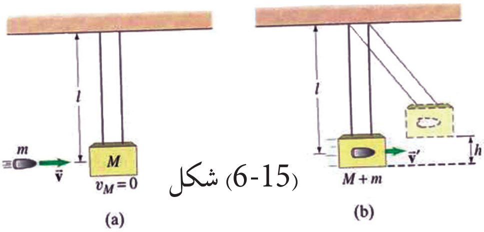
اویا

$$V_A - V_B = -(V'_A - V'_B) ....(6)$$

(6) وروستی رابطه یوه ډېره مهمه او په زړه پورې رابطه ده، د تصادم دا رابطه ددې بیانوونکې ده چې په یوه ارتجاعي تصادم کې د دوو ټکر کوونکو جسمونو د سرعتونو تفاضل له ټکر څخه د مخه او وروسته یو له بله سره برابر، خو یو له بل څخه په خلاف لوري دي.

6-6: غیر ارتجاعي ټکر

غیر ارتجاعي تصادم یا ټکر څه شی دی؟ د ارتجاعي او غیر ارتجاعي تصادم ترمنځ څه ډول توپیر شته؟ غیر ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په هغه کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي. خو د میخانیکي انرژۍ د تحفظ قانون صدق ونه کړي. په دې ډول تصادم کې د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دلیل دی چې د سیستم د حرکي او پوتانسیل انرژي مجموعه ثابته نه پاتې کېږي. یعنې په دې ډول تصادم کې شوني ده چې میخانیکي انرژي په حرارتي انرژي، صوتي انرژي او یا کار ته د شکل بدلون ورکړي.



(6-15) شکل

نو ددې له مخې د غیر ارتجاعي تصادمونو لپاره، یوازې کیدای شي د مومنتم د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونیسو. په غیر ارتجاعي تصادمونو کې معمولاً تصادم کوونکي جسمونه له تصادم څخه وروسته یو له بله سره نښتي او په عین سرعت حرکت کوي.

د غیرارتجاعي تصادم د پیژندلو لپاره یو ښه مثال له بالستیکي رقاصې (Ballistic Pendulum) څخه عبارت دی چې په مرسته یې کولای شو د مرمۍ سرعت اندازه کړو.

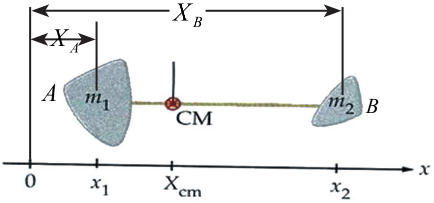
څېړنه وکړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلو کې د مرمۍ د سرعت د پیداکولو طریقه د بالستیک رقاصې پرمټ وڅېړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

6-7: د ثقل مرکز

په پخوانیو ټولګیو کې د ثقل مرکز له مفهوم او دا چې څنګه کولای شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مرکز پیداکړو، بلدتیا ترلاسه کړه، خو آیا تراوسه مو له ځانه پوښتنه کړې ده چې څرنګه کولای شو د اجسامو د یو سیستم او یا د هغو ذرو د ثقل مرکز چې د یو مستقیم خط پرمخ قرار لري. لاس ته راوړو؟ او یا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سیستم او یا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو؟ د پورتنیو پوښتنو د ځوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونیسئ، په دې شکل کې دوه جسمونه m_A او m_B په کتلو شتون لري چې د هر یو واټن د x د محور له مرکز (د دوران محور) څخه له x_A او x_B څخه عبارت دي.

ددې سیستم د ثقل د مرکز د لاس ته راوړلو لپاره چې له دوو جسمونو (له دوو ذرو څخه نمایندګي کوي) جوړ شوي دي له لاندې رابطې څخه ګټه ترلاسه کېږي، نو له دوراني تعادل څخه پوهیږو چې:



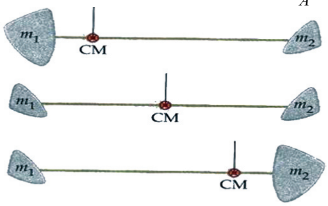
$$m_A x_{cm} + m_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$

اویا

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

(6-16) شکل

په دې رابطه کې X_{cm} د سیستم د ثقل مرکز فاصله د x محور له مرکز څخه دی. د رابطې د ساده کولو لپاره د m_A او m_B د کتلو مجموعه د M په نښه ښیو، یعني: $M = m_A + m_B$



د M د قیمت په وضع کولو (1) رابطه لاندې شکل ځانته نیسي:

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

(6-17) شکل

اوس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - په هغه صورت کې چې یو ه کتله له بلې څخه لویه مثلا $m_1 > m_2$ وي، په دې حالت کې ددې دوه جسمي (دوه ذره یي) سیستم د ثقل مرکز هغه جسم ته نژدې دی چې د لویې کتلې لرونکی وي.

2 - که چیرې د سیستم ټوله کتله په یوه نقطه مثلاً د m_2 یا (B) په نقطه کې وي، په دې صورت کې به $m_1 = 0$ 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 چیرې سیستم له دوو جسمونو (ذرو) زیات تر n ذرو پورې وي، په داسې حالت کې د (1) رابطې پر بنسټ کولای شو ولیکو چې:

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + ...}{m_1 + m_2 + m_3 + ...} \quad ....(2$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + ...$$

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + ...}{M}$$

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M}$$

وروستنۍ رابطه د اجسامو یا د ذرو سیستم د ثقل مرکز د لاسته راوړلو لپاره یوه کلي رابطه ده. همدارنګه د y محور لپاره په آسانۍ کولای شو، په اثبات ورسوو چې:

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M}$$

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 دي.

$$\vec{I} = \overrightarrow{F_{av}} \cdot \Delta t$$

- امپولس د نيوټن د دويم قانون په نظر کې نيولو سره په حقيقت کې له ΔP څخه عبارت دی، يعني:

$$\vec{I} = \overrightarrow{F_{av}} \cdot \Delta t = \overrightarrow{\Delta P}$$

- د يوه جسم خطي مومنتم د m له کتلې او $\vec{v}$ سرعت سره له $\vec{P} = m\vec{V}$ څخه عبارت دی.
- مومنتم يو وکتوري کميت او د $\vec{v}$ له وکتور سره هم لوری دی.
- د څو جسمونو څخه په جوړ شوي سيستم کې د ټول سيستم خطي مومنتم په جلا توګه د هر يوه جسم د مومنتونو له مجموعې څخه عبارت دی، يعني:

$$\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + ... = \sum_{i-1}^{n} Pi$$

- مومنتم د نيوټن د دويم قانون په نظر کې نيولو سره له: $\sum \vec{F} = \frac{\overrightarrow{\Delta P}}{\Delta t}$ څخه عبارت دی، يعني پر يوه جسم د واردو شوو قوو مجموعه د زمان له نظره د مومنتم له بدلون سره مساوي دی.
- د يوه جسم لپاره د مومنتم تحفظ هغه مهال بر قراره کيدای شي چې پر جسم د واردو شوو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- د جسمونو په سيستم کې هغه وخت د مومنتم د تحفظ قانون برقرار کيدای شي چې په سيستم کې د بهرينو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنتم او ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قوانين دواړه صدق کوي.
- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کوونکو دواړو جسمونو د سرعتونو تفاضل له تصادم څخه مخکې او له تصادم څخه وروسته يوه اندازه، خو يو دبل په خلاف لوري دي.
- غير ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون په کې صدق نه کوي.
- د اجسامو يا ذرو سيستم د ثقل مرکز د لاس ته راوړلو لپاره له لاندې رابطو څخه ګټه اخيستل کيږي.

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M} \Rightarrow$$ د x محور په نسبت

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M} \Rightarrow$$ د y محور په نسبت

د شپږم څپرکي پوښتنې

1. د یوه جسم مومنتم عبارت دی د جسم د .... او .... له حاصل ضرب څخه.

2. د نیوټن د دویم قانون له مخې پر یوه جسم د وارده قوو مجموعه د .... پر .... له نسبت څخه عبارت دی.

3. امپولس په .... بدلونونو څخه عبارت دی.

4. په ارتجاعي تصادمونوکې د دوو تصادم کوونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته یو له بله سره .... خو د یو نل په .... لوري دي.

5. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.

الف) N ب) $N \cdot m$ ج) N/s د) $N \cdot s$

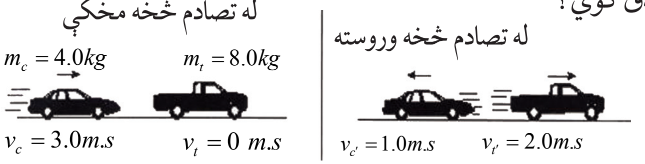
6. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو پر جسم د عمل کوونکې قوې له مجموعې سره مساوي دی.

الف) $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ ب) $\frac{w}{\Delta t}$ ج) $m \cdot \Delta v$ د) ΔE

7. که چیرې د دوو جسمونو مومنتم یوشان وي، په پایله کې حرکي انرژي له کتلې سره له لاندېنیو رابطو څخه کومه یوه لري؟

الف) مستقیم ب) معکوس ج) هیڅ اړیکه نه لري د) یو له بل سره متناسب

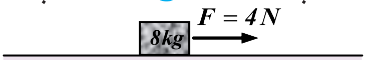
8. لاندې تصویر د دوو لابراتواري موټرګیو تصادم ښیي چې په ترتیب سره د 4Kg او 8Kg کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له $1m/s$ سرعت سره د شا په لور او د B موټر له $2m/s$ سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پربنسټ له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د مومنتم او حرکي انرژي په هکله صدق کوي؟



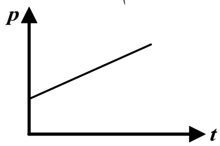
	حرکي انرژي	مومنتم
الف:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ب:	تحفظ صورت نه دي مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ج:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت نه دي مونډلی
د:	تحفظ صورت نه دي مونډلی	تحفظ صورت نه دي مونډلی

9. په لاندې شکل کې که چیرې د اصطکاک قوه د هر کیلوګرام په وړاندې 0.25 نیوټن وي او جسم د سکون له حالت څخه په حرکت کې راشي، له څو ثانیو وروسته به یې مومنتم $5Kg\,m/s$ ته ورسیږي؟

الف) 1.25 ثانیې ب) 2.5 ثانیې ج) 1.6 ثانیې د) 3.2 ثانیې



10. د یوې فضایي بېړۍ لپاره د لاندې ګراف د y عمودي محور د P مومنتم او د x افقي محور د t زمان رابښيي. له لاندې ځوابونو 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 $5N$ ثابتې قوې لاندې د سکون له حالې په $1.5\,m/s^2$ تعجیل سره په حرکت راځي، له 6 ثانیو څخه وروسته د جسم مومنتم څو $Kg\,m/s$ کیږي؟

الف) 20 ب) 30 ج) 22.5 د) 45

12. څه شی باید په یوه جسم تطبیق شي، تر څو د هغه سرعت او یا حالت ته بدلون ورکړي؟

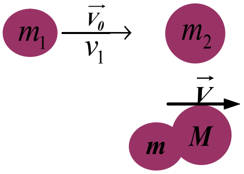
13. د قوې امپولس تعریف کړئ.

14. د m د کتلې لرونکې جسم مومنتم چې د v په سرعت په حرکت کې دی، تعریف کړئ.

15. د خطي مومنتم د تحفظ قانون بیان کړئ.

16. څه ډول د (امپولس – مومنتم) او (د مومنتم تحفظ) قوانین د نیوټن قوانین تعقیبوي؟ بیان یې کړئ.

17. په شکل کې $m_2 = 10gr$ ، $m_1 = 5gr$ ، $V = 2\,cm/s$ او $v_1 = 25\,m/s$ دي، د M کتله او د دویمې لومړنۍ سرعت v_2 حساب کړئ.



18. په لنډ ډول د دوو جسمونو په تصادم کې د مومنتم تحفظ چې نوموړي جسمونه د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړئ.

19. د $300N\cdot s$ یو امپولس پر یو جسم چې کتله یې $2Kg$ ده واردیږي، ددې کتلې په سرعت کې بدلون وټاکئ.

20. یو جسم چې $10gr$ کتله لري، د $10m/s$ سرعت لرونکی دی. که چیرې $1000dyne\cdot s$ امپولس پر دې کتلې وارد شي، د کتلې وروستنی سرعت حساب کړئ.

21. یو ماشوم له $21Kg$ کتلې سره پر یو وړوکي بایسکل چې $5.9Kg$ 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.

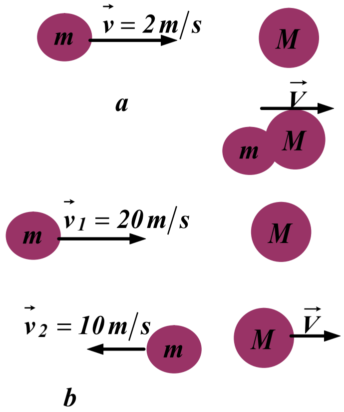
22. د فوټ بال یو توپ له $0.5Kg$ کتلې او $15m/s$ سرعت سره د شمال په لور شوټ کېږي، یوساکن شخص په $0.02s$ زمان کې هغه نیسي او دروي یې. کومه قوه د نیوونکي لخوا په توپ وارده شوې ده؟

23. د کرکټ د هر توپ کتله $0.5Kg$ ده، که چیرې شین رنګه توپ په $12m/s$ سرعت له آبي رنګه توپ سره چې ساکن دی، تصادم وکړي. (فرض کوو چې د لوبې دوخت په اوږدوکې، توپونه له اصطکاک پرته پر یوې سطحې حرکت کوي). د آبي رنګه توپ نهایي سرعت په لاندې حالتونو کې پیداکړئ.

a. شین رنګه توپ له آبي توپ سره له ټکر څخه وروسته دریږي.

b. شین توپ له تصادم څخه وروسته خپل حرکت ته له $v_1' = 5\frac{m}{s}$ 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 واګون دی له $600Kg$ کتلې سره او د M بل واګون له $900Kg$ کتلې سره دي. د واګونونو 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 $20gr$ کتلې سره او M د والیبال توپ له $500gr$ کتلې سره وي. که چېرې د تینس د توپ لومړنی سرعت $20m/s$ او نهایي سرعت یې له تصادم څخه $10m/s$ په هغه لوري کې چې په شکل کې لیدل کېږي، وي. د والیبال د توپ سرعت پیداکړئ.

(ځواب: $120cm/s$ دی).

c- د (b) په پورتني شکل کې فرض کړئ چې M یوه 10 ګرامي سکه او m یوه 5 ګرامي سکه وي. په هغه صورت کې چې $V_1 = 2m/s$ او $V_2 = 1m/s$ وي. د v قیمت وټاکئ. (ځواب: $50\frac{cm}{s}$)

25. یوه تشله له $0.015kg$ کتلې سره ښي لورته له $22.5cm/s$ سرعت سره له اصطکاک څخه پرته پر یوې سطحې رغړي، له یوې بلې تشلې سره چې له $0.015kg$ کتلې او $18cm/s$ سرعت سره کیڼ لورته حرکت کوي، یو ارتجاعي تصادم کوي. له ټکر څخه وروسته لومړنۍ تشله له $18cm/s$ سرعت سره په حرکت راځي. د دویمې تشلې سرعت له تصادم څخه وروسته پیداکړئ.

26. یو موټر له $500Kg$ کتلې سره په $15m/s$ سرعت د جنوب په لور له یوې $4500Kg$ لارۍ سره چې د ټرافیکي اشارې لپاره دریدلې ده، ټکر کوي. موټر او لارۍ یو له بله سره نښتي او له ټکر څخه وروسته یو له بل سره یو ځای په حرکت راځي د موټرونو د مجموعي کتلو نهایي سرعت پیداکړئ.

د سیالونو نسبي سکون (Static Fluids)

ولې د اوبو د بندونو قاعدې د هغو له پورتنیو برخو څخه پربړ (ضخیمې) جوړ وي؟

په یو موټړ کې د مایع برک د هغه په مصونیت کې څه اهمیت لري؟ دا څپرکی به له تاسو سره مرسته وکړي، ترڅو سیالونه د سکون په حال او هغه قوې چې د هغو پرمټ منځته راځي، زده کړئ. همدارنګه 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 کړئ او په پایله کې به تاسو وکولای شئ مطرح شوو او نورو پوښتنو ته ځواب ورکړئ او د مباحثې یا خبرو اترو پربنسټ به په دې څپرکي کې پردې بریالي شئ، چې:

- سیال تعریف کړای شئ.
- د سیالونو پرمټ وارده فشار بیان کړای شئ.
- په یوه نقطه کې د مایع فشار د هغې کثافت، دیوې مایع نقطې ژوروالي او د جاذبې تعجیل ترمنځ رابطه پیداکړای شئ.
- تحلیل کړای شئ چې په څه ډول د اتموسفیر فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.
- د پاسکال قانون بیان کړای شئ.
- دا وښودلای شئ چې په څه ډول له مونو متر څخه په ترلو محفظو کې د سیالونو د فشار د اندازه کولو لپاره ګټه اخېستل کېږي.
- د سیالونو د فشار او صعودي قوې ترمنځ رابطه بیان کړای شئ.
- د ریاضي مسئلې، د فشار، پاسکال او ارشمیدس له قوانینو څخه په ګټې اخېستلو حل کړای شئ.
- په سیالونو کې د یو جسم د ډوبیدو یا لامبووهلو په هکله وړاندوینه وکړای شی.

7-1: سيالونه

په مايع حالت کې د اجسامو ماليکولونه د اتصاق (نښتلو) له کمزورو قوو سره يو له بله سره تړل شوي دي. هغوی ثابتو موقعيتونو ته مقيد نه دي، بلکې يو د بل پرمخ په ښويدلو په آزاده توګه له يو موقعيت څخه بل موقعيت ته د مکان بدلون کوي. بناءً مايعات ټاکلی حجم لري او کولای شي روان اوسي او په هغه لوښي کې چې اچول کېږي، د هغه شکل ځانته اختياروي.

همدا راز د مايعاتو ماليکولونهٍ يو له بله سره نژدې دي او د فشار ورکوونکو قوو په وړاندې مقاوم دي. لکه څنګه چې مايعات عملاً د تراکم وړنه دي.

دګاز په حالت کې ذرې يو له بله څخه ډېره فاصله لري او اتصاق يا نښتلو او لګيدلو قوې يې ترمنځ هومره کوچنۍ دي چې د صرف نظر وړدي.

له دې امله هغوی د مايعاتو ماليکولونو په پرتله ډېر په آزاده توګه يو له بل څخه په ليرې واټن کې حرکت کولای شي او ټاکلی حجم او ټاکلی شکل نلري، هرې خواته خپرېږي او په آسانۍ سره متراکم کېږي.

څرنګه چې هم مايعات او هم غازات له خپل لږ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل بدلون کوي او د سيالتيا وړتيا لري، له همدې امله دی چې هغوی د سيالونو [1] په نامه يادوي.

د سيالونو فشار

لکه څنګه چې تاسو پوهېږئ فشار په ظرف کې د سيال په هره نقطه کې د سطحې پر واحد باندې د عمودي وارده قوې له مقدار څخه عبارت دی چې کيدای شي داسې وليکل شي:

$$\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}$$

او يا د سمبول په ليکلو: $P = \frac{F}{A}$ دی.

د SI د اندازه کولو په سيستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) څخه دی او مساوي دی له:

$$\frac{\text{نيوټن}}{\text{مترمربع}} \quad \text{يا} \quad \frac{N}{m^2}$$

مثال:

د يوه کتاب لخوا وارده فشار چې $0.16m^2$ مساحت او 8N وزن لري، څومره دی؟ حساب يې کړئ.

حل:

لومړۍ مرحله: لاندې معلومات ورکړل شوي دي:
$A = 0.16m^2$
$F = 8N$
$P = ?$

دويمه مرحله: د فشار معادله وليکئ. $P = \frac{F}{A}$

1 د سيال کلمه د بهيدلو يا جريان پيداکولو د وړتيا مفهوم رسوي او له همدې امله داکلمه په يوه وخت کې د مايعاتو او غازاتو لپاره کاريدلې ده.

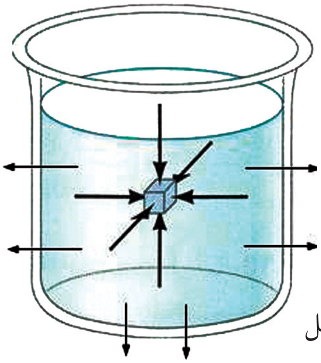
دریمه مرحله: د مساحت او قوې د ورکړل شوو قیمتونو په وضع کولو سره د p فشار حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبې قوې له اندازې څخه عبارت دی).

$$P = \frac{8}{0.16} = 50\frac{N}{m^2} = 50Pa$$

پوښتنې:

1. د یو کانتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې $6000N$ او د قاعدې مساحت یې $3m^2$ دی، څومره دي؟ پیدایې کړئ.
2. د یوې ډبرینې تختې وزن پیداکړئ چې مساحت $12m^2$ دی او $25Pa$ فشار پر ځمکې واردوي؟

7-2: د مایع فشار اندازه کول



(7-1) شکل

کله چې د لامبلو په یوه ډنډ کې تراوبو لاندې لامبئ، د اوبو فشار د خپلو غوږونو په پردو کې حس کولای شئ. څه شی ددې فشار سبب کېږي؟ په آسانۍ سره ویلای شو چې ددې فشار لامل، د اوبو وزن ستاسو پر بدن دی چې تاسو مقابل لوري ته ډیکه کوي. د (7-1) شکل د اوبو په یو، ډک لوښي کې یو غوټه شوی جسم ښیي.

مایع په جسم او د لوښي پر جدارونو قوې واردوي، قوې د جسم د سطحې او د لوښي جدارونو پر هره نقطه کې په عمودي ډول واردېږي.

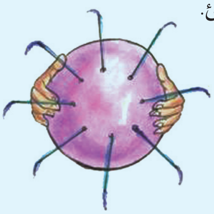
فعالیت:

اوبه څرنګه پر اجسامو فشار واردوي؟

اړین توکي: پلاستیکي کڅوړه، سنجاق او اوبه

کړنلاره:

1- کڅوړه له اوبو څخه ډکه کړئ.
2- کڅوړې ته په سختۍ فشار ورکړئ او په چټکۍ سره یې په څو نقطو کې په سنجاق سورۍ کړئ.
3- خپل مشاهدات ولیکئ.
4- له خپلې ډلې سره پر لیکل شوو مشاهداتو بحث وکړئ.
5- ستاسو پایله ترلاسه کول له دې فعالیت څخه څه شی دی؟



(7-2) شکل

تاسو ولیدل چې اوبو د کڅوړې د سطحې له سوریو څخه په ټولو لوروکې په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار په ټولو لوروکې د سطحې په هره نقطه کې عمود دی.

په څه ډول د اوبو د فشار کچه د اوبو د ژوروالي په نسبت توپیر کوي؟
ددې پوښتنې ځواب د لاندې فعالیت په ترسره کولو لاس ته راوړلای شئ.

فعالیت: فشار او ژوروالي

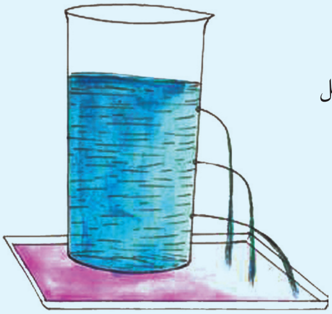
اړین توکي: اوږده حلبي قطۍ، موم، یا خمیره سوري کوونکي او اوبه

کړنلاره:

1- د قطۍ یوه خوا درې ځایه په مساوي ډول سوری کړئ.
2- سوري په موم یا خمیرې بند کړئ.
3- حلبي قطۍ له اوبو څخه ډکه کړئ.
4- سوري پرانیزئ.
5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.

لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب ووایئ.

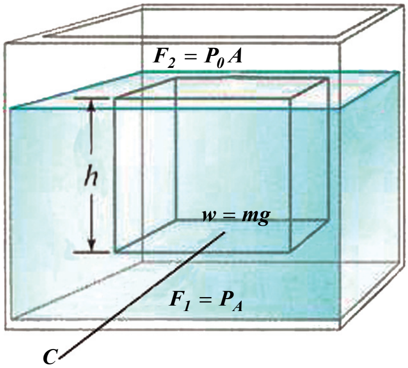
- له کوم سوري څخه اوبه په تېزۍ او ډېر شدت فواره کوي؟
- په کوم سوري کې فشار ډېر دی؟


(7-3) شکل

له لاندې فعالیت څخه کولای شو پایله ترلاسه کړو چې د اوبو فشار د ژوروالي په زیاتېدو سره ډېرېږي.

د مایع په یوه ټاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي ترمنځ رابطه

د (ρ) کثافت لرونکې ساکنه مایع د یو سرخلاصي لوښي په منځ کې له (7-4) شکل سره سم په نظر کې نیسو. کله چې وغواړو د مایع فشار د مایع په منځ د c په نقطه کې چېرې چې د مایع ارتفاع یا ژوروالی h دی، لاس ته راوړو.



(7-4) شکل

له مایع څخه ډک لوښی په نظر کې ونیسئ چې د h په ارتفاع او د A په قاعدې یو مکعب په کې غوټې وهي. ددې بېلګه ییز مکعب لوړوالي برابره ده، د c نقطې له ژوروالي څخه د اوبو تر سطحې (h) پورې. راځئ چې ددې فرضي مکعب پورتنیو او لاندېنیو سطحو باندې عاملې قوې مطالعه کړو. دغه قوې درې ډوله دي:

1 - د بېلګه ییز سلنډر وزن (W)، $w = mg = \rho V g = \rho g h A$

2 - د (F_1) صعودي قوه چې د مایع د فشار له امله د مکعب پر قاعدې واردېږي. $F_1 = PA$

د (F_2) قوه چې د اتموسفير د فشار له امله د مکعب پر پورتنۍ سطحه له پاسه عمل کوي. پردې بيلگه ييز معکب د نيوټن د دويم قانون په تطبيقولو سره (مايع ساکن او د تعادل په حالت کې دي):

$$\sum F = 0$$

نو ددې له مخې: $PA - (P_0A + \rho ghA) = 0$

نو: $P = p_0 + \rho gh$

اويا $p - p_0 = \rho gh = p_G$

P مطلقه فشار دی، P_G نظر ژوروالي ته د سيال د داخلي فشار په نامه يادېږي. دP مطلقه فشار د h په ژوروالي کې د مايع د سرخلاصي لوښي په ښکتنۍ سطحه کې د اتموسفير له فشار څخه ډېر دی او کچه يې (ρgh) ده. له هغه څه مو چې په رابطه کې مطالعه کړل، لاندې پايلې لاسته راوړلای شو:

1 - د مايع د دننه په هره نقطه کې فشار، په خطي توگه عمل کوي او د مايع له عمق او کثافت سره متناسب دی.

2 - فشار د مايع د عين ژوروالي په ټولو نقطو کې يو ډول وي.

3 - د لوښي شکل پر فشار اغيزه نه لري.

مثال

يو لامبووهونکی په 400m ژوروالي په سمندر کې په افقي توگه لامبووهي. که چيرې د بحر د اوبو کثافت $1.025\times10^3\,\frac{kg}{m^3}$، $P_0 = 1.01\times10^5\,Pa$ او $g = 9.8\,\frac{m}{\sec^2}$ وي، حساب کړئ.

1 - د P_G داخلي فشار په دې ژوروالي کې.

2 - منځنی فشار په دې ژوروالي کې.

3 - پر لامبووهونکي جسم د اوبو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبووهونکي جسم مساحت $0.8m^2$ وي.

حل:

1 -

$$P_G = \rho gh$$

$$P_G = 1.025\times10^3\times9.8\times400$$

$$P_G = 4.018\times10^6\,Pa$$

2 -

$$P = P_0 + P_G$$

$$P = 1.01 \times 10^5 \, Pa + 4.018 \times 10^6 \, Pa$$

$$P = 4.119 \times 10^6 \, Pa$$

3 -

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \times A$$

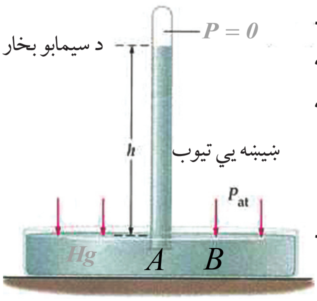
$$F = 4.119 \times 10^6 \times 0.8$$

$$F = 3.2952 \times 10^6 \, N$$

7-3: د اتموسفير فشار

ځمکه د نايتروجن، اکسيجن او نورو غازاتو د يو قشر په واسطه احاطه شوې ده چې د اتموسفير په نامه يادېږي. د اتموسفير د قشر پنډوالی له ځمکې څخه د هغه تر پورتنۍ برخې پورې تقريباً $150km$ ته رسېږي. د اتموسفير شاوخوا 80% غازونه د ځمکې د سطحې په 10 کيلومتري ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفير په پورتنۍ برخه کې صفر ته نژدې کېږي. لکه چې پوهېږو فشار د اتموسفير په هره نقطه کې د هوا د هغه ستون له وزن سره مساوي دی چې اوږدوالي کې له همغه نقطې څخه د اتموسفير تر پورتنۍ برخې پورې وي او د سطحې پر واحد باندې په همغه نقطه کې واردېږي، نو له دې امله فشار له ځمکې څخه د ارتفاع په زياتېدو سره تناقص پيداکوي. اوس ګورو چې څنګه کولای شو، د اتموسفير فشار اندازه کړو؟

په دې غرض مورږ د توريچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) څخه چې په 1643 زيږديز کال اختراع شوی دی ګټه اخلو.



شکل (7-5)

په (7-5) شکل کې ښيښه يي اوږد ټيوب تقريباً د يو متر په اوږدوالي او د $1cm^2$ قاعدې مساحت سره وينئ چې يو سر يې بند دی. کله چې هغه له سيمابو (Hg) څخه ډک کړو او بيايې په معکوس ډول له سيمابو څخه په ډک لوښي کې کېږدو، په دې صورت کې $P_a = P_b$ دی (ولې)؟

څکه نو: $P_0 = \rho_{Hg} gh$

د بحر په سطح او تر معياري شرايطو لاندې د ځمکې د جاذبې تعجيل او د سلسيوس صفر درجې تودوخې په صورت کې، د سيمابو د ستون ارتفاع $76cm$ دي او د سيمابو په دې ستون باندې د اتموسفير فشار يو اتموسفير (1_{atm}) دی.

د سيمابو د ستون ارتفاع په ρ ، g او اتموسفير له فشار سره تعلق لري، نو له دې کبله د ρ کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبوي تعجيل (g) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له بدلوناتو سره بدلون مومي. ټول دقيق فشار سنجوونکي يا بارومېترونه (Barometers) له ترمامېتر او معلوماتي دقيقو جدولونو يا چارټونو سره يو ځای جوړېږي.

اضافي معلومات:

ځيني موضوعات چې باید پرې پوه شو:
هرخومره چې غواص (لامبووهونکی) د بحر د اوبو په ژورو کې ښکته ځي، فشارېې پر بدن زیاتېږي، تنفس ورته گرانیږي، نو له همدې امله لامبووهونکی ددې ستونزې د رفع کولو لپاره له فشار تنظیموونکو څخه گټه اخلي.
د (6-7) شکل د غواصانو ځانگړي لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر $610m$ ژوروالي پورې په تعادل کې ساتي او د تنفس عمل آسانه کوي.

(6-7) شکل

آیا د سیال د جاري کېدو لوري ټاکلی شئ؟
ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعالیت په عملي توگه تجربه کړئ.

فعالیت:

د فشارونو توپیر او د سیالونو بهېدل.

اړین توکي: قطره څڅوونکی، پیاله او اوبه

کړنلاره:

1 - هرو دوو زده کوونکو ته یوه دانه پلاستیکي قطره څڅوونکی او د اوبو یوه کوچنۍ پیاله ورکړئ.

2 - لـه هغو څخه وغـواړئ چې د قطره څڅوونکـي دکار د څرنگوالي په هکله یو پاراگراف ولیکئ.

3 - توضیـح کړئ چې ولې اوبه په قطره څڅوونکي کې پورته ځي؟ او ولې کولای شـو اوبه په فشـار له قطره څڅوونکي څخه بهر کړو؟ دواړه پوښتنې ددې حقیقت پر بنسټ چې سیالونه د جگ فشار له ساحې څخه د ټیټ فشار لوري ته بهېږي، تشریح شي.

(7-7) شکل

ستاسو پر جسم باندې د فشار بدلون

ستاسو په جسم څه پيښېږي کله چې د اتموسفير په فشار کې بدلون رامنځ ته شي؟
کله چې په يوه سفر لوړو او يا ټيټو نقطو ته ولاړ شئ، بايد ځان د اتموسفير له فشار سره عيار کړئ، ترڅو د بدن د داخلي او بهرني فشار تعادل رامنځ ته شي. ښايي تجربه کړې مو وي چې لوړو او ټيټو منطقو ته د سفر پر مهال مو غوږونه آواز کوي او سبب يې دا دی چې ستاسو د غوږونو د شاوخوا هوا په فضايي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځ ته کيږي او د غوږ پرده مو اغېزمنه کوي.

مثال:

a- د اتموسفير فشار د سلسيوس په صفر درجه او د ځمکې د جاذبې په معياري تعجيل کې د بحر په سطحه کې حساب کړئ. په هغه صورت کې چې:

$$\rho_{Hg} = 13595\frac{kg}{m^3} \quad \text{او} \quad g = 9.80666\frac{m}{\sec^2}$$

حل:

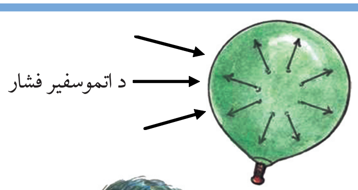
$$\left.\begin{aligned} \rho_{Hg} &= 13595\frac{kg}{m^3} \\ g &= 9.80666\frac{m}{s^2} \\ h &= 76cm = 0.76m \end{aligned}\right\}$$

$P_0 = ?$

$$P_0 = \rho \cdot g \cdot h$$
$$P_0 = 13595 \times 9.8066 \times 0.76$$
$$P_0 = 101324.372\frac{kg \cdot m \cdot m}{m^3 \cdot s^2}$$
$$P_0 = 1.013\times10^5 P_a$$
$$\rho_0 = 1atm$$

b- د بحر په سطح کې پر $2m^2$ مساحت وارده قوه حساب کړئ.
20 ټنه وزن $P_0 = \frac{F}{A} \Rightarrow F = 1.013\times10^5 \times 2 = 2.026\times10^5 N \approx$ وليدل شوه چې دا قوه يوه ستره قوه ده.

پوښتنې:



1. ولې تاسو دومره ستر او ځپونکی فشار نشئ حس کولای؟
2. ولې د الوتکو کابينونه بايد د تنظيم شوې هوا فشار ولري؟
3. څه پيښېږي کله چې په يوې نيچې د مېوو اوبه څښئ؟ تشريح يې کړئ.
4. ولې فشار د يو ژور ډنډ په قاعده کې د يو لوی او کم ژورجهيل د قاعدې له فشار څخه زيات دی؟

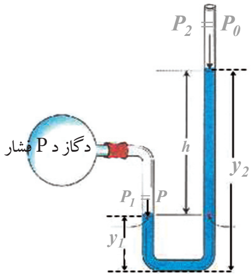
7-4: په محصور شوو مايعاتو کې د فشار اندازه کول

په محصور شوو مايعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له يوې آلې څخه چې د فشار سنج په نامه يادېږي کار واخلو. دوه ډوله فشار سنج شتون لري. يو د U ډوله سرخلاصی نل چې هغه ته U شکله مونومتر (U shape monometer) او دويم ډول يې د بوردن مونومتر (Bourdon- type) په نامه يادېږي.

1 - خوله خلاصی مونومتر

دا ډول مونومتر له U ډوله ښيښه يي نل څخه جوړ شوی دی چې په منځ کې يې مايع وي. يو سر يې خلاص او بل سر يې له يوه سيستم (ټانک) سره چې د (P) فشاريې اندازه کوو وصل شوی دی. د کيڼ اړخ د ستون په قاعده کې د مايع فشار مساوي دی له $P+\rho g y_1$ سره، په داسې حال کې چې د ښي اړخ په قاعده کې د مايع فشار $P_0+\rho g y_2$ دی.

ρ د مونومتر د مايع له کثافت څخه عبارت دی. له هغه ځايه چې دواړه تعريف شوي فشارونه له همغه نقطې سره اړيکه لري، نو ددې له مخې ليکلای شو:



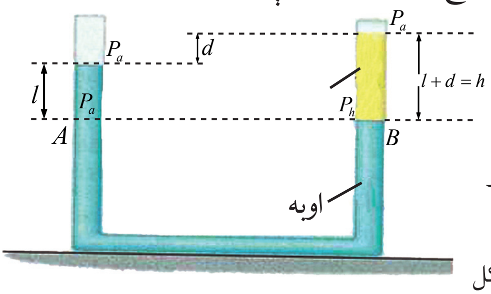
$$P+\rho g y_1 = p_0+\rho g y_2$$
$$P-P_0=\rho g(y_2-y_1)$$
$$P-P_0=\rho g h$$

(7-8) شکل

لکه څنګه چې پوهېږئ چې ($P-P_0$) نظر ژوروالي ته، د فشار د توپير په نامه دي او دا فشار د مايع ستونونو د ارتفاع له توپير سره متناسب دی.

مثال:

يو U ډولې ښيښه يي نل له اوبو څخه يوڅه ډک شوی دی، يوه بله مايع چې له اوبو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په يو انجام کې اچول شوې ده، ترڅو دا مايع د d په فاصله کې د اوبو په پورتنی سطحه په بل ستون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.



پيداکړئ:

1 - د مايع د کثافت او اوبو د کثافت ترمنځ نسبت.

2 - که چېرې د مايع د ستون ارتفاع $20cm$ او $d=8cm$ وي، د مايع کثافت پيداکړئ.

(7-9) شکل

حل:

1 - $P_a = P_h$ ځکه چې په عین افقي سطحه کې واقع دي. نو: $P_0 + \rho_L g(d+l) = P_0 + \rho_w gl$ په رابطه کې ρ_L د مایع کثافت او ρ_w د اوبو کثافت راښيي، د پورتنی رابطې له ساده کولو وروسته ل رو:

$$\frac{\rho_L}{\rho_w} = \frac{l}{l+d} \qquad \Rightarrow \frac{\rho_L g(d+L)}{\rho_\omega g(d+L)} = \frac{\rho_\omega \cdot g \cdot L}{\rho_\omega g(d+L)}$$

2 - ښنګه چې: $\frac{\rho_L}{1000} = \frac{12}{20} \Rightarrow \rho_L = 600\frac{kg}{m^3}$

مثال:

یو خوله خلاصی مونومتر دګاز له یوه ټانک سره تړل شوی دی.

د بنی اړخ په ستون کې د سیمابو سطحه د (7-10) شکل په څېر، $0,39m$ نسبت د مونومتر دکیڼ اړخ سطحې ته لوړه واقع ده. که چیرې یو مونومتر د سیمابو د ستون ارتفاع $0.75m \cdot Hg$ وښیي.

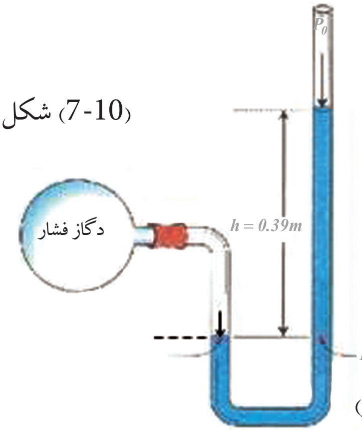
a- دګاز مطلقه فشار څومره دی؟ ځوابونه په نیوټن پر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) او اتموسفیر (atm) وړاندې کړئ.

b- د ژوروالي په نسبت دګاز داخلي فشار (P_G) محاسبه کړئ.

حل:

a- د ګاز مطلقه فشار (P_{gas}) عبارت له هغه فشار څخه دي چې د سیمابو د کیڼ اړخ ستون پر پورتنی سطحې واردېږي او دا فشار مساوي دی د سیمابو د بنی اړخ ستون په عین افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره، نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + P_{Hg} = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$



(7-10) شکل

$$1atm = 0.76mHg \Rightarrow m - Hg = \frac{1atm}{0.76}$$

نو ددې له مخې: $P_{gas} = \frac{1.14}{o.76} = 1.5atm$

او $P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 P_a = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$

b- دګاز داخلي فشار (P_G) داسې په لاس راځي:

$$P = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

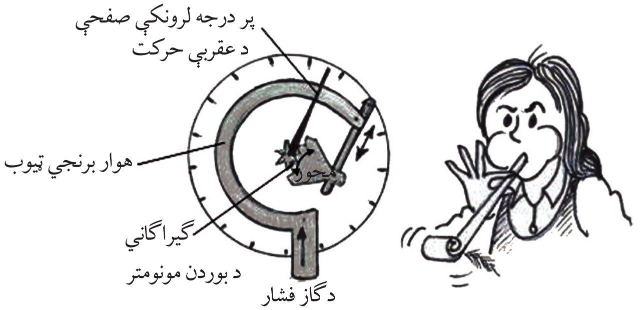
$$P_G(\text{دګاز داخلي فشار}) = \frac{\text{د فشارونو توپیر د سیمابو ستون}}{\text{د یو اتموسفیر د سیمابو ستون}} \times 1atm$$

$$P_G = \frac{P_{Hg}}{P_{atm}} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

$$P_G = 0.513 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 0.519669 \times 10^5 Pa = 5.2 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$$

2) د بوردن ډوله فشار سنج اله

له دې آلې څخه د مایع مونومتر (U ډوله مونو متر) په نسبت د ګڼو مقاصدو لپاره په آسانۍ او آرامۍ ډېر کار اخېستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجي هوار ټیوب څخه جوړ شوی دی چې یو سر یې تړل شوی او په دایره یي ډول کوږ شوی دی. تړل شوی سریې له یوې ګیرا او کوچنې غاښ لرونکي څرخ چې د یوې مندرجې صفحې پرمخ حرکت کوي له یوې عقربې سره وصل شوی دی. (7-11) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د ټیوب خلاص انجام له هغې آلې سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوی دی. کله چې فشار د هوار ټیوب په سر راوړل کېږي، ټیوب ورو وروځان سیخوي او د نل د خلاص انجام (چې له عقربې سره وصل دی) د حرکت په پایله کې عقربه حرکت کوي.



(7-11) شکل

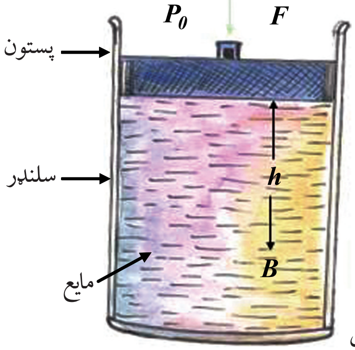
7-5: په سیالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (7-12) شکل یو سیال په یو سلنډر کې ښیي چې له مایع څخه ډک شوی دی او یو پستون لري. ددې پستون په مرسته کولای شو د سلنډر داخلي فشار ته بدلون ورکړو. فشار د مایع دننه په هره نقطه کې د مثال په ډول د (B) په نقطه کې د $P = P_0 + \rho gh$ معادلې په مرسته حسابیدای شي.

راځئ چې داخلي فشار د ΔP_0 په اندازه زیات کړو. په دې حالت کې د P قیمت هم د پورتنی رابطې پر بنسټ زیاتېږي. دا پایله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه:

چې د پاسکال د قاعدې په نامه یادېږي. هغه فشار چې پر یوې محصور شوې مایع تطبیق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې یې کموالي راشي د مایع ټولو برخو او د لوښي جدارونو ته انتقالیږي.

پاسکال د قوي مضاعف کوونکي آله اختراع کړه چې د پاسکال د آبي شکنجې په نامه یاده شوې او په مودرنه تکنالوژۍ کې د تطبیق مهم ځایونه لري.



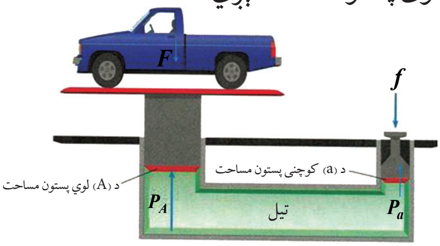
(7-12) شکل

د اوبو شکنجه (*Hydraulic press*)

په بنسټيزه توګه د اوبو شکنجه له دوو سلنډرونو څخه جوړه شوې ده چې له غليظې مايع څخه ډکه شوې ده او د متحرکو پستونونو په مرسته يې پورتنۍ سطحې بندې شوي چې په (7-13) شکل کې ښودل شوي دي. لوی پستون د (A) او کوچنی پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

د اوبو شکنجه څنګه کار کوي؟

1 - کله چې تاسو د (f) يوه کوچنۍ قوه په يوه واړه پستون وارده کړئ. د مايع (تېل) پر سطحې وارد شوی فشار $P = \frac{f}{a}$ ، د ارتباطي نل له لارې لوی پستون ته انتقالېږي.



(7-13) شکل

2 - څرنګه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوي دی، نو: $P = \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = f \times \frac{A}{a}$
وروستی رابطه راښيي چې د اوبو شکنجه، د قوې مضاعف کوونکې آله ده چې ميخانيکي خيالي ګټه يې له $\frac{A}{a}$ سره مساوي ده. د سلماني څوکۍ، د غاښونو د ډاکټر څوکۍ، د موټرو جکونه او هايدروليکي برکونه دا ټول هغه وسايل دي چې د پاسکال له قاعدې څخه په ګټې اخيستلو جوړ شوي دي.
تاسو کولای شئ د پاسکال د قاعدې په تطبيقولو سره لاندې حيرانوونکې فعاليت ترسره کړئ.

فعاليت: د يو آب بازک (کوچني بوتل) حيرانونکی حرکت د اوبو په لوښي کې.

اړين توکي: استوانه يي ورکوټې بوتل له 8 تر 10 سانتي متره اوږد، ښېښه يي اوږد مرتبان او د ربړ ارتجاعي پرده (د قيچې شوي پوکانۍ يوه برخه)، اوبه او يوه دانه تشله.

کړنلاره:

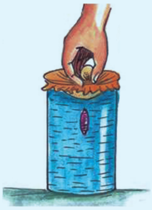
1 - مرتبان له اوبو ښه ډک کړئ.

2 - په ورکوټي بوتل کې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په سطحه کې پاتې شي او په مرتبان کې په غوټه کېدو سره لامبو ووهي.

3 - تشله په ربړي پرده د شکل په خير وتړئ، او پرده د مرتبان له پاسنۍ خنډې سره کلکه کړئ.

4 - پرده له تشلې سره ونيسئ او فشار ورکړئ او دويم ځل يې پورته راکاږئ،

خپلې مشاهدې نوټ کړئ او هغه تشريح کړئ.



(7-14) شکل

د مرتبان په پورتنۍ سطحه کې د هوا د فشار ډېروالی د مایع له لارې انتقالیږي او ددې لامل ګرځي چې د اوبو یوه ډېره اندازه د آب بازک په منځ کې ورننه وځي. صعودي قوه پکې کمېږي او ددې لامل ګرځي چې د آب بازک بوتل پکې لمبا وکړي. د فشار په دویم ځلې کمېدو سره بوتل خپله صعودي قوه بیاموميي او پورتنۍ سطحې ته پورته ځي.

مثال

په یوه اوبو شکنجه کې که چیرې کوچنی پستون $5cm$ قطر او لوی پستون $40cm$ قطر ولري، په کوچني پستون باید کومه وزنه کېږدو، ترڅو هغه موټر چې $2\times10^4\,N$ وزن لري، د لوی پستون له پاسه په توازن کې وساتي؟

حل: لرو چې:

$$d = 5cm \Rightarrow r = \frac{d}{2} = 2.5cm = 0.025m$$

$$D = 40cm \Rightarrow R = 20cm = 0.2m$$

$$F = 2\times10^4\,N$$

$$f = ?$$

$$a = \pi r^2 = \pi\times(0.025)^2 = 0.000625\pi$$

$$A = \pi R^2 = \pi\times(0.2)^2 = 0.04\pi$$

$$F = 2\times10^4\,N$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow f = F\times\frac{a}{A}$$

$$f = 2\times10^4\times\frac{0.025\times0.025}{0.2\times0.2} \Rightarrow f = 312.5N$$

آیا کولای شئ یوه د اوبو شکنجه دیزاین کړئ؟

اضافي فعالیت: هایدرولیکي ماشین

اړین توکي: وړوکی سرنج، لوی سرنج، نرۍ ربړي نل او یوه مایع (اوبه، تېل یا.....)

کړنلاره:

1 - د دیاګرام د شکل په څېر دواړه سرنجونه یو له بله سره وصل کړئ.

2 - سرنجونه له مایع څخه ډک کړئ.

3 - د A کوچنی پستون ته فشار ورکړئ.

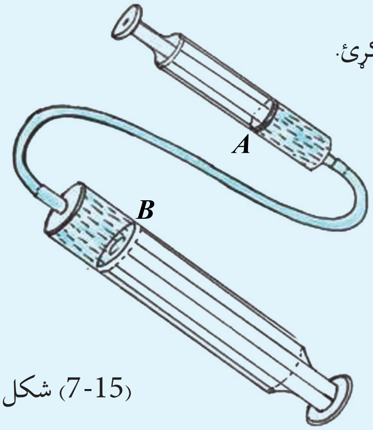
4 - خپل مشاهدات ثبت او تشریح کړئ.

یادونه: د B پستون یو څه شاته راښکل کېږي ولې قوه د B په پستون ډېره شوې ده.

$$\frac{\text{د B پر پستون قوه}}{\text{د B مساحت}} = \frac{\text{د A پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}}$$

او یا

$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

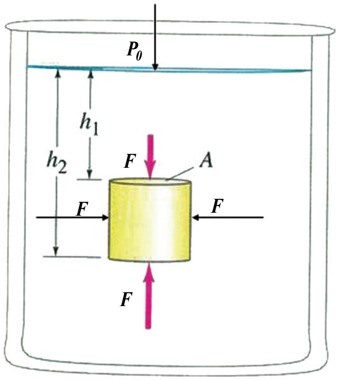


(7-15) شکل

7-6: د ارشمیدس قانون (Archimedes Law)

ولې اجسام په اوبو کې سپک او کم وزنه 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 ډوبېږي. دغه قوه د لامبلو (buoyancy) قوې په نامه نومول شوې ده. د لامبلو صعودي قوه د جسم د وزن (د ځمکې د جاذبې قوه) په وړاندې عمل کوي او څرنګه چې د جسم وزن له صعودي قوې څخه ډېر دی، جسم په اوبو کې ښکته ځي. په دې حالت جسم سپک ښکاري او د هغه وزن 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 شکله جسم په یوه سیال کې بشپړ ډوب شوی دی، په (7-16) شکل کې ښودل شوی دی.

سیال د جسم پر ټولو سطحو عمودي قوه واردوي. هغه قوه چې د مکعب د قاعدې پر سطحې واردېږي عبارت ده له: $(P_0+\rho_f gh_2)A = F_{up} =$ صعودي قوه چې په هغې کې ρ_f د سیال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتنۍ سطحې واردېږي عبارت ده له:



(7-16) شکل

$$\text{نزولي قوه} = F_{down} = (P_0+\rho_f gh_1)A$$

څرنګه چې $h_2 > h_1$ دی، نو $F_{up} > F_{down}$ او منتجه صعودي قوه به له $F_{up}-F_{down}$ سره برابره وي.

منتجه صعودي قوه په F_B ښیو لیکو: $F_B=\rho_f g(h_2-h_1)A$

څرنګه چې (h_2-h_1) د جسم ارتفاع ده، نو له مخې یې:

$$\text{د جسم حجم} = V = A(h_2-h_1)$$

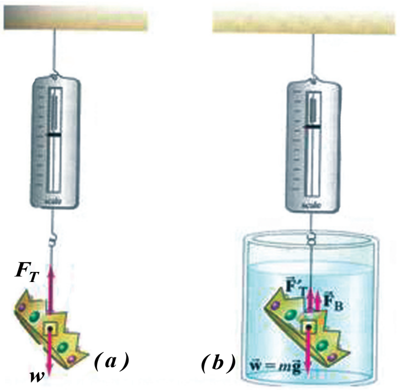
نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي: $F_B=\rho_f \times V \times g$

په وروستی رابطه کې ρ_f او V په ترتیب د سیال کثافت او د ډوب شوي جسم حجم دی.

منتجه صعودي قوه (buoyant force) برابره ده، د جسم لخوا دبې ځایه شوي سیال له وزن سره، دا حقیقت په فزیک کې یو له پخوانیو کشفیاتو څخه دی چې شاوخوا 250 کاله مخکې له میلاده د ارشمیدس (Archimedes) یوناني فیلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشمیدس قانون په لاندې توګه تشریح کیدای شي:

هر جسم چې یو څه او یا بشپړ په یو سیال کې ډوب شي، په مقابل کې یې یوه صعودي قوه عمل کوي چې په پایله کې یې وزن کمېږي چې ددې بایللي وزن کچه په جسم کې مساوي ده.



(7-17) شکل

د نوموړي جسم لخوا د بې ځايه شوو اوبو له وزن سره، يعنې: د بې ځايه شوي سيال وزن مساوي دی له F_B سره. د جسم د واقعي وزن (W) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول د يوې فنري تلې له انجام څخه ځړوو او د فنر د مقابلې درجه لرونکې صفحې له مخې يې ريښتنې وزن لولو. که چيرې همدا ځړيدلی جسم ټول په مايع (سيال) کې ډوب کړو، ليدل کيږي چې د ارشميدس د صعودي قوې له امله يې وزن کميږي، په دې حالت کې: $T = W - F_B$

د جسم ظاهري وزن (W') عبارت دی له: $W' = W - F_B$

نو: $= F_B = W - W'$ د بې ځايه شوي سيال وزن

دياګرام ښيي چې: واقعي وزن $= W = T =$ د فنر د راښکلو قوه

ظاهري وزن $= T' = W - F_B$

که يو جسم لامبو وهي او يا ډوبيږي؟

ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره راځئ درې لاندينې حالتونه تر مباحثې لاندې ونيسو:

1 - کله چې د ارشميدس صعودي قوه د جسم له ريښتيني وزن څخه کمه وي: $F_B < W$ «د منتجه قوې لوری مخ په ښکته، نو جسم په سيال کې ښکته ځي او په بشپړ ډول ډوبيږي»، يعنې: $\rho_f \times v \times g < \rho \times v \times g$ (د سيال کثافت د جسم له کثافت څخه کم دی). $\rho_f < \rho$

2 - که چيرې د ارشميدس قوه مساوي د جسم له ريښتنې وزن سره وي:

$$F_B = W$$

«منتجه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دی، يعني نه ښکته ځي او نه صعود کوي». $\rho \times v \times g = \rho_f \times v \times g$ او يا $\rho = \rho_f$ د سيال کثافت مساوي دی، د جسم له کثافت سره (د جسم د ظاهري وزن کچه په دې حالت کې څومره ده؟)

3 - که چېرې صعودي قوه د جسم له رښتنيي وزن څخه ډېره وي او ټول جسم تر سيال لاندې شي: $F_g > w$ (د منتجه قوې لورى مخ پورته وي او جسم پورته خوا ته تېله کوي) او په پايله کې جسم په تدريجي توګه د اوبو سطحې ته پورته ځي او لمبا کوي، ترڅو پورې چې د تعادل ځاى (يوه برخه يې تر اوبو لاندې وي) ونيسي او په دې حالت کې د بې ځايه شوي سيال وزن مساوي دی د جسم له وزن سره.
$\rho \times v \times g > \rho_f \times v \times g$ او يا $\rho > \rho_f$

دلته د سيال کثافت د جسم له کثافت څخه زيات دی، څو که چې جسم د مايع په سطحه کې لمبا کوي، يوه برخه يې ترمايع لاندې وي او د سکون حالت لري، يعني په تعادل کې دی، نو له دې امله:

$$F_{B'} > W$$

او:
$$V'_f \rho_f g = V \rho_0 g$$

(V'_f مساوي دی د جسم د ډوبې شوې برخې له حجم سره په مايع کې).
$$\frac{V_f}{V} = \frac{\rho_0}{\rho_f}$$

نو د کثافتونو نسبت مساوي دی، د جسم د ډوب شوي حجم له کسر سره.

مثال: د يخ کثافت $920 Kg/m^3$ دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت $1025 Kg/m^3$ دی. د لامبووهونکي يخ ټوټې کوم کسر:
a: په اوبو کې ښکته ځي؟
b: له اوبو څخه بهر پاته کېږي؟

حل: a- په اوبو کې د ډوب شوي حجم کسر $\frac{V_f}{V} = \frac{\rho}{\rho_f} = \frac{920}{1025}$
$= 0.89 = 89\%$
b- له اوبو څخه د بهر حجم کسر $= 100\% - 89\%$
$= 11\%$

د ارشميدس د صعودي قوې پر کچې باندې د مايع د کثافت د اغېزې مشاهده کولو لپاره لاندې فعاليت ترسره کولای شئ.

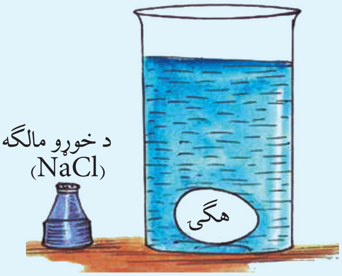
فعالیت: د يوې هګۍ لامبو

اړين توکي: (تازه هګۍ، يو ښيښه يي لوښی، اوبه، د خوړومالګه ($Nacl$) کاچوغه او لړونکی سيخ).

کړنلاره:

1 - د لوښي دوه ثلثه ($\frac{2}{3}$) له اوبو څخه ډک کړئ.

2 - هګۍ ورو د اوبو په منځ کې ښکته کړئ، و به ګورئ، چې هګۍ په اوبو کې ډوبيږي، بيان کړئ چې ولې؟



(7-18) شکل

3 - يوه ډکه چای خوري کاچوغه مالګه په اوبو کې واچوئ او ويې لړئ او هګۍ مشاهده کړئ.

4 - مالګه ډېروئ، ترڅو هګۍ د اوبو سرته راشي او يو څه په اوبو کې لامبو وکړي.

5 - د صعودي قوې په کچه په هر پړاو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

بې له شکه پايلې ته به ورسيږئ چې د مالګې په زياتولو سره په تدريج د مالګينو اوبو کثافت زياتيږي او صعودي قوه هم په تدريج سره زياتيږي، يعنې کولای شو ووايو: صعودي قوه د مايع له کثافت سره مستقيماً متناسبه ده.

مثال

يو سړی د سروزرو يو سيټ له يوه مارکيټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کور ته راځي سره زر تلي $7.84N$ کيږي. په دويم پړاو کې د همدې سروزرو وزن په اوبو کې پيداکوي، تله دا ځلې $6.86N$ ښيي. آيا سره زر چې اخيستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوړه ياګډ؟ تشريح يې کړئ.

حل:

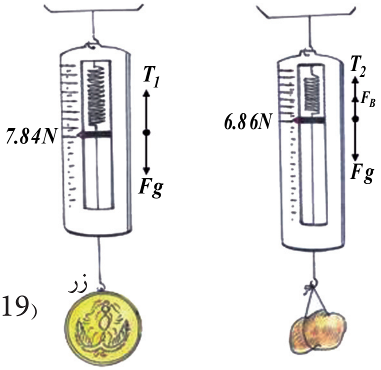
1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

د زرو وزن $= F_g = 7.84N$

ظاهري وزن $= 6.86N$

د اوبو کثافت $= \rho_w = 1.00 \times 10^3\ Kg/m^3$

د سروزرو کثافت $= \rho_g = ?$



(7-19) شکل

2 - $W = mg = 7.84N$

ظاهري وزن $= F_g - F_B$

$$\therefore F_B = 7.84 - 6.86 = 0.98\ N$$

$$F_B = V_0\, \rho g$$

$$0.98 = V_0 \times 1.0 \times 10^3 \times 9.8$$

$$V_0 = 1 \times 10^{-4} m^3$$

$$\therefore F_g = w = m_0 g = V_0 \rho_0 g \Rightarrow \rho_0 = \frac{w}{v_0 \cdot g}$$

$$\rho_0 = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3\ Kg/m^3$$

خو د سروزرو کثافت $19.3 \times 10^3\ Kg/m^3$ دی. نو اخیستل شوي سره زر سوچه یا خالص نه دي.

پوښتنې:

1 - د سیالونو فشار تل موجه پرکوم لوري وي:

a: پورته   b: ارخونو ته   c: ښکته   d: ټولو خواوته

2 - کومه یوه له لاندې معادلو څخه د منتجه قوې (F_{net}) سمه معادله ده چې په ډوب شوي جسم عمل کوي؟

a: $F_{net} = 0$

b: $F_{net} = (\rho_{\text{جسم}} - \rho)gV_{\text{جسم}}$

c: $F_{net} = \rho_f gA(h_2 - h_1)$

d: $F_{net} = (\rho_f + \rho)gV_0$

3 - په څه ډول لامبووهونکی جسم د صعودي قوې لخوا اغېزمن کېږي؟ بیان یې کړئ.

4 - په اوبو کې د هر ډوب شوي جسم لپاره د ارشمیدس صعودي قوه مساوي له څه شي سره ده؟

5 - فولاد د اوبو په پرتله ډېر کثافت لري، نو څرنګه فولادي کښتۍ د اوبو پر مخ لامبووهي؟

6 - له لاندې جسمونو څخه کوم یې له سیمابو څخه په یو ډک ټیوب کې لامبووهي؟

a- د سروزرو یوه جامده ګوټه

b- د یخ یو مکعب

c- د اوسپنې یو پیچ

d- $5ml$ اوبه

مواد	کثافت به Kg/m^3
یخ	0.917×10^3
اوسپنه	7.86×10^3
سره زر	19.3×10^3
سیماب	13.6×10^3

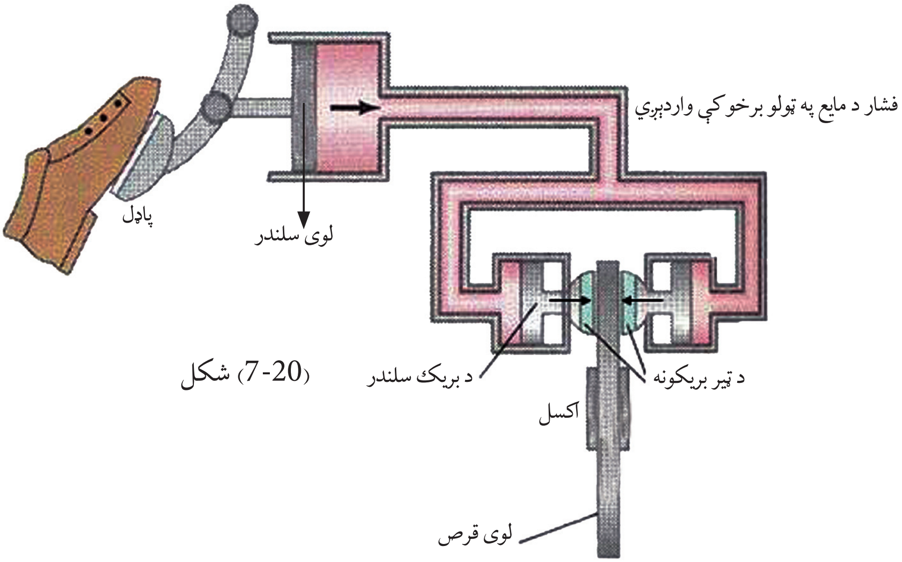
دايروي هايدروليک بريکونه

د يوه موټر پر څلورو ټايرونو د قوو د مساوي تطبيق او پر بريک باندې د قوې د کچې د زياتولو لپاره د پاسکال له قانون څخه ګټه اخېستل شوې ده. دا کار څنګه ترسره کېږي؟

1 - د ډريور پښه پستون ته فشار ورکوي، ترڅو د بريک پر مايع فشار راشي.

2 - فشار د مايع له لارې په پستونونو کې د دايروي لويو قرصونو يا صفحو دواړو خواوته چې د موټر له اکسل سره کلک شوي انتقال کوي.

3 - دا فشار، پستونونه له قرصونو سره لګوي، ترڅو د موټر حرکت ورووشي. فشار د مايع په ټولو برخو کې واردېږي.



(7-20) شکل

د اووم څپرکي لنډيز

1 - سيال د هغو موادو څخه عبارت دی چې جريان کولای شي (بهيږي)، له دې امله ټاکلی شکل نه لري. غازات او مايعات دواړه سيالونه دي.

2 - د سطحې پر واحد د وارده قوې کچه له فشار څخه عبارت ده.

3 - فشار د ژوروالي له زياتېدو سره زياتېږي.

4 - د اتموسفير وزن د فشار د منځته راتلو سبب ګرځي چې د اتموسفير فشار په نامه يادېږي.

5 - سيالونه د لوړ فشار له سيمې څخه د ټيټ فشار سيمې ته بهيږي.

6 - پر يو محصور شوي سيال تطبيق شوی فشار د سيال په هره نقطه او د لوښي په جدارونو کې په مساوي توګه انتقال کوي، (د پاسکال قاعده).

7 - صعودي قوه د هغې قوې څخه عبارت ده چې د سيال لخوا مخ په پورته لور پر يوه جسم چې يو څه او يا په بشپړه ډول ډوب شوی وي، عمل کوي.

8 - صعودي قوه په مايع کې د فشار د اختلاف له امله منځته راځي.

9 - د ارشميدس قاعده بيانوي چې ((پر يوه جسم صعودي قوه مساوي ده، د نوموړي جسم په واسطه د بې ځايه شوي سيال له وزن سره)).

10 - په يوه لامبووهونکي جسم د صعودي قوې کچه مساوي ده د جسم له وزن سره (سيستم په تعادل کې دی) او يا په بل عبارت: د سيال يوه سيستم د تعادل په صورت کې په يوه لامبوهونکی جسم د صعودي قوې مقدار د جسم له وزن سره مساوي دی.

د اووم څپرکي پوښتنې

1 - لاندې مفاهيم او کلمې په خپله ژبه تعريف کړئ:
سيال، د اتموسفير فشار، د ارشميدس صعودي قوه.

2 - له لاندې بيانيو څخه کومه يوه يې د سيالونو په هکله سمه ده؟

a. ډير کم سيالونه (په ندرت سره) د هغو لوښو شکل ځانته نيسي چې په کې وي.

b. سيالونه مايعات او غازات رانغاړي.

c. سيالونه له ټيټ فشار څخه د لوړ فشار په لوري جريان پيداکوي.

d. سيالونه ډېر فشار په ښکته لوري واردوي.

3 - ولې تاسو د اتموسفير د فشار له امله نه شکنجه کيږئ؟

مسايل:

4 - د لمبلو د يو ډنډ د قاعدې فشار چې 3m ژور دی، څومره دی؟

(د اتموسفير فشار $=1.013\times10^5 P_a$)

5 - د يوې ټوټې فلز وزن په هوا کې $50N$، په اوبو کې $36N$ او په ناڅرگنده مايع کې $41N$ دی. د فلز او ناڅرگندې مايع کثافتونه پيداکړئ؟

6 - ډېرې کښتۍ له پلاستيک او نورو ترکيبي موادو څخه جوړې شوې دي چې کثافت يې د اوبو له کثافت څخه زيات دی، څرنگه دا کښتۍ کولای شي په اوبو کې لامبووهي؟

7 - يو ربړي تش بالون د $(0.012)Kg$ کتلې لرونکی دی. دا بالون د $0^\circ c$، په $1atm$ فشار او $(0.179)\,Kg/m^3$ کثافت د هيليوم له گاز څخه ډک شوی دی. بالون کروي شکل لري او د $0.5m$ شعاع لرونکی دی.

a. پر بالون د صعودي عاملې قوې کچه څومره ده؟

b. پر بالون منتجه عامله قوه حساب کړئ.

په ياد ولرئ چې: $\rho_{air}1.29\,Kg/m^3$ او $g=9.8\,m/s^2$ دی.

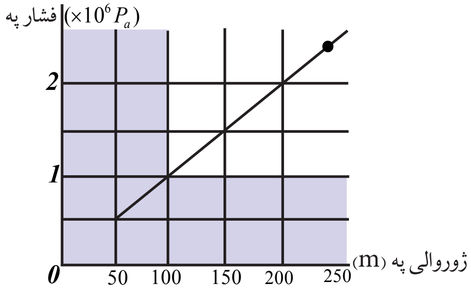
8 - 250m لوړوالي ته د اوبو د پمپ کولو لپاره د تعمير په ډېره لوړه نقطه کې کوم داخلي فشار (P_G) ته اړتيا ده، ترڅو اوبه د تعمير له قاعدې څخه نوموړي ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت $10^3 kg/m^2$ او $g=9.8\,m/s^2$ دی.

9 - یو ساده یو (u) ډوله ښېښه یي تیوب د سیمابو لرونکی دی، د تیوب ښي اړخ ستون ته یو څه اوبه واچوئ، ترڅو د ستون ارتفاع $0{,}68m$ ته ورسېږي، سیماب به په کینه خوا ستون کې له خپلې اصلي سطحې څخه ترکومې ارتفاع پورې پورته لاړشي؟

$\rho_{Hg} = 13600\,Kg/m^3$ او $\rho_W = 1\times10^3\,Kg/m^3$

10 - تاسو به لیدلي وي چې د بندونو قاعدې د هغو د پورتنیو برخو په نسبت ضخیمې جوړوي. ولې؟ تشریح یې کړئ.

11 - لاندې ګراف د اوبو فشار چې د یو ساینس پوه لخوا د بحر په بیلابیلو ژوروالو کې اندازه شوی دی ښیي. له دې ګراف څخه په ګټې اخیستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووایې.



1. فشار پر یوه جسم کله چې د اوبو په $100m$ ژوروالي کې وي، څومره دی؟

a) $1.0\times10^6\,P_a$ b) $1.5\times10^6\,P_a$

c) $2.0\times10^6\,P_a$ d) $1.1\times10^6\,P_a$

2. په ګراف کې د ثبت شوو ارقامو پربنسټ له لاندې فشارونو څخه به کوم یو تر بحر لاندې د اوبو په $250m$ ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر ښه تخمین وي؟

a) $1.7\times10^6\,P_a$ b) $2.6\times10^6\,P_a$

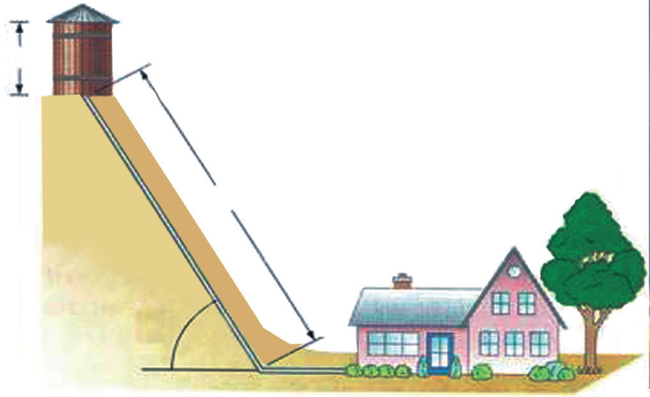
c) $2.2\times10^6\,P_a$ d) $5.0\times10^6\,P_a$

12 - دوه استوانه یي لوښي په نظر کې ونیسئ چې دواړه د A په مساحت د همدې یوې قاعدې لرونکي وي او په یوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د (ρ) په کثافت د یوې مایع لرونکي دي، خو په یوه سلنډر کې د مایع ارتفاع (h_1) او په دویم سلنډر کې (h_2) ده. د جاذبې 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 شي).

متحرک یا خوځنده سیالونه

8-1: خیالي (ایډیال) سیالونه

په خوځنده مایعاتو او ګازاتو کې د تشابه او یا توپیرونو اړخونه اوځانګړتیاوې:

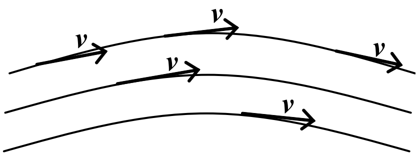


پوهیږئ چې سیال د موادو هغه حالت ته وایي چې د مایع او ګاز په حالت کې وي، سیال د مایعاتو او ګازاتو شریک نوم دی. د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتیاوې او هم د ځانګړتیا توپیرونه شته دي. مایعات که د سکون په حالت کې وي او یا د حرکت په حال کې متراکم کېږي نه، یعنې د مایع جسم د فشار له امله بدلون نه کوي. برعکس د یوې کچې ګازو جسم چې په یوه تړلي محفظه کې ځای پر ځای شوي او د سکون په حالت کې وي، د فشار له امله بدلون کوي، خو کله چې ګاز د جریان په حالت کې وي، هغه کولای شو غیر متراکم ومنو.

کله چې د ګاز د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو ګازاتو پر جسم د فشار د بدلونونو اغېزه تر هغه حده کمه ده چې کولای شو ترې صرف نظر وکړو. هغه قوانین چې د متحرکو ګازاتو لپاره تطبیق کېږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبیق وړتیا لري، خو بیا هم که چېرې د سیال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه زیات شي، مثلاً د انفجار په څېر حالتونو کې او یا په هغو حالتونو کې چې د ګاز غلظت په ډېره ټیټه سطحه کې واقع وي. د مثال په توګه: که چیرې له (0.7mbar) ملی بار څخه په کم فشار په هغو نلونو کې چې قطر یې له (7mm) ملي متر څخه زیاد وي. د مایعاتو او ګازاتو مطالعه ترګډو او یو شان قواعدو لاندې شونې نه ده.

یو سیال (مایع، گاز) ته هغه مهال خیالي (ایډیال) ویلای شو چې پرته له اصطکاکه وي او د تراکم وړتیا ونه لري.

د سرعت وکتور د وخت د تابع (t) په توګه ټاکل شوی دی، د (V) د وکتورونو مجموعه چې د نوموړو ټولو فضايي نقطو رانغاړوونکي ده، د سرعت د وکتور ساحه تشکیلوي.



(8-1) شکل

په متحرکو مایعاتو کې خطونه داسې تېرېږي چې د (V) سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس وي او دا خطونه د جریان د خطونو په نامه یادوي.

تجربه

تجربه: ذرې له يوې متحرکې مايع سره چې له يوه نل څخه تيرېږي، مخلوط کوو، داسې چې ددې ذرو کثافت په خپلو کې ډېر کم توپير ولري. اوس د مايع د جريان حالت د مايع په منځ کې د ذرو له حرکت څخه په ګټې اخيستلو، د عکاسۍ د يوې دستګاه پرمټ چې وکولای شي د ډېرو لنډو وختونو لپاره عکاسي وکړي، تر مطالعې لاندې نيسو، په عکسونو کې مخلوط شوي ذرات هر يو د خپل سرعت له کچې سره سم يو اوږد يا لنډ خط ښيي، چې په حقيقت کې همغه د جريانونو خطونه دي. همدارنګه په عکسونو کې ليدل کېږي چې څومره چې ديوې مايع د جريان مسير کوچنی کېږي، يعنې د هغه نل قطر چې مايع ترې تيرېږي، کوچنی کېږي، په همغه تناسب د جريان خطونه يو له بله سره نژدې واقع کېږي او که چيرې قطر لوی شي، د خطونو ترمنځ واټن زياتيږي.

په ډېرو جريانونو کې د جريان د خطونو تصوير په مختلفو وختونو کې يو شان پاتې کېږي. داسې چې د مايع هره ذره، د فضا يوه مطلوبه نقطه په عين سرعت سره عبور کوي. په دې جريانونو کې د ذرو د سرعت کميت او لوري چې له مايع څخه تيرېږي، مساوي دي او هغه شخص چې ليدونکی دی، تل له جريان څخه عين تصوير په خپلو سترګو ګوري چې دې ډول جريان ته مستقر جريان وايي.

په دې ډول جريانونو کې د مايعاتو د جريان هيڅ يو کميت لکه (فشار، سرعت، اصطکاک، د عبوري مايع کچه) د وخت تابع نه دي. که چيرې دا کميتونه د مايع په يو جريان کې د وخت په تيريدو سره بدلون ومومي، دې مايع ته غير مستقره مايع وايي. د مايع هغه برخه چې د جريان د خطونو لخوا محدودېږي، د جريان د لولې په نامه يادېږي. د مايع سرعت وکتور (V) چې په هره نقطه کې د جريان پر خط مماس دی، د جريان د لولو پر سطحې هم مماس وي او دا ددې لامل کېږي چې د مايع ذرې د خپل حرکت پر مهال د جريان د لولې ديوالونه قطع نه کړي.

8-2: د متمادیت معادله

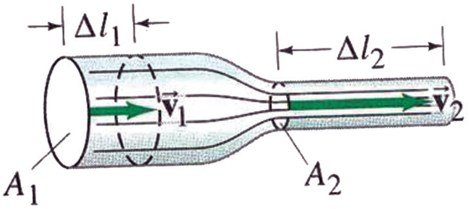
که چېرې یو مایع چې د تراکم وړ نه ده، کثافت او حجم یې ثابت دی. له یو نله څخه چې (A_2, A_1 او....) د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، تېر شي د جریان سرعت (V_2, V_1 او....) بدلون کوي لکه څنګه چې د (A.V) کمیت حاصل ضرب د جریان په هره مقطع کې ثابته پاتې کېږي یعنې:

$$A.V = Cost \quad \text{او} \quad A_1V_1 = A_2V_2.....$$

له وروستی رابطې څخه دا پایله ترلاسه کېږي چې د (A) د نل مقطع غتوالی د مایع د (V) جریان له سرعت سره معکوس نسبت لري که چیرې وروستنی رابطې ته بدلون ورکړو

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

پورتنی رابطه د متمادیت یا پیوستګی (تسلسل) معادلې په نامه یادوي، چې د ایټالوي عالم برنولی ثابته کړل چې:
په یو داسې نل کې چې د بیلابیلو مقطعو لرونکی دي، د مایع د جریان سرعت معکوساً د نل له مقطع سره تناسب دی.
یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت کم او په کوچنی مقطع کې د جریان سرعت ډیر دي.
د متمادیت قضیه د واقعي مایعاتو په جریان کې او حتي په ګازونو کې په هغه حالتونو کې د تطبیق وړ ده چې د تراکم له قابلیتو څخه یې تیر شو.



(8-2) شکل

8-3: د برنولي معادله

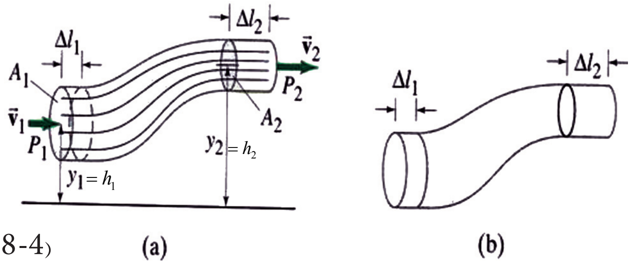
د يوې مايع جريان د سرعت اړيکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پيوستگی) او متماديت په قضيه کې وليدلې، اوس دا رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

په يو سيال کې چې له اصطکاک څخه په کې صرف نظر شوی وي، د انرژي د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخيستلو سره کولای شو د هغو کميتونو ترمنځ چې د سيال جريان مشخص کوي، بنستيزه رابطه لاس ته راوړو. ددې مطلب د لا توضيح کولو لپاره يوه خيالي مايع په نظر کې نيسو. چې په ثابت او يو ډول په يو نل کې جريان لري. په دې مايع کې د يو جريان يوه لوله چې کوچنۍ مقطع لري، مطالعه کوو. د (8-4) شکل ته پام وکړئ. هغه حجمونه چې مايع په کې جريان لري، له يوې خوا د جريان د لولې د ديوالونو او له بلې خوا د A_1 او A_2 مقطعو لخوا چې د جريان په خطونو عمود دی، محدود شوي دي. ددې نل په ټولو برخو کې چې مايع يې له منځ څخه تېرېږي، فشار شتون لري. د بېلګې په توګه: د A_1 په موقعيت کې د P_1 فشار او د A_2 په موقعيت کې د 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 موقعيت ته يو ورل شي، هغه کار چې ددې موخې لپاره اړين دی په لاندې ډول افاده کېږي:

$$W = F_1 \cdot l_1$$

$$W = P_1 A_1 l_1 = P_1 A_1 v_1 t$$

څرنګه چې $A_1 v_1 t = V$ (د مايع حجم، د مايع سرعت) دی، نو کولای شو وليکو: $W = P_1 \cdot V ....(1)$



(8-4) شکل

که چېرې د يوې مايع کچه چې د A_1 او A_2 په مقطعو کې جريان لري، په پام کې ونيسو، د (W) کار د نسبې يا جزيي کارونو د رامنځ ته کېدو سبب ګرځي داسې چې:

1 - د A_2 مقطع د P_2 د فشار له کبله د A_2' موقعيت ته داسې رغړول کېږي چې هغه حجم چې د A_2 او A_2' مقاطعو ترمنځ شتون لري، عين همغه د V قيمت لري چې د A_1 او A_1' د مقاطعو ترمنځ يې درلود او د اړتيا وړ کار عبارت له W_1 څخه دی:

$$W_1 = F_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = P_2 \cdot A_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot V ......(2)$$

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 W_2 څخه دی:

$$W_2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$
$$W_2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1) \;.......(3)$$

3 - هغه اندازه مایع چې په لاندینۍ سطحه کې ده، د v_1 سرعت لري او حرکي انرژي يې عبارت دی له:

$$E_{K1} = mv_1^{\,2}/2$$

څرنګه چې دا اندازه مایع په لاندینۍ سطحه کې زېښبل(فشرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتنې حجم کې د v_2 له سرعت او $E_{K2} = mv_2^{\,2}/2$ حرکي انرژي سره نفوذ کوي. د حرکي انرژي د کچې د زیاتولو لپاره د اړتیا وړ کار عبارت دی له: $W_3 = \frac{1}{2} mv_2^{\,2} + \frac{1}{2} mv_1^{\,2} ....(4)$

که چیرې د انرژي له هغې کچې څخه چې د نل د جدار او مایع د ذرو ترمنځ د اصطکاک د بې اغېزې کولو لپاره د نل په اوږدو کې اړینه ده صرف نظرو شي، د برنولي قانون $W = W_1 + W_2 + W_3$ له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي: $P_1V = (p_2V) + (V\rho\, g\, h_2 - V\rho\, g\, h_1) + (1/2mV_2^{\,2} - 1/2\,mV_1^{\,2})$

که چېرې د $m = V\rho$ پرځای تعویض شي او ټوله معادله په V سره اختصار شي لرو چې:

$$p_1 = p_2 + \rho\, g\, h_2 - \rho\, g\, h_1 + 1/2\,\rho\, V_2^{\,2} - 1/2\,\rho\, V_1^{\,2}$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او آسانه کړو، د برنولي قانون د جریان په هکله په دې ډول لاسته راوړو: $P_1 + \rho\, gh_1 + 1/2\,\rho V_1^{\,2} = P_2 + \rho\, gh_2 + 1/2\,\rho V_2^{\,2}$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یوه نل په منځ کې جریان لري صدق کوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په آزاده توګه او یا هم د یوې مایع د ذرو په هکله چې د ربښو په بڼه د نلولونو ترمنځ یو دبل ترڅنګ پرته له دې چې یو له بل سره مخلوط شي جریان ولري، د تطبیق وړتیا لري.

که چیرې په یو جریان کې د h_1 او h_2 ارتفاع سره مساوي او یا یو له بله څخه ډېر کم توپیر ولري، د $\rho\, gh_1$ او $\rho\, gh_2$ اجزاء په معادله کې یو اوبل افنا کوي او له اغېزو څخه يې کولای شو صرف نظر وکړو.

باید وویل شي چې له وروستنۍ ساده افادې څخه ترټولو دمخه په ګازاتو کې ګټه اخېستل کېږي، ځکه چې د ګازاتو کثافت کوچنی دی. د برنولي د قانون په ساده رابطه کې دا شکل ځانته نیسي:

$$P_1 + \frac{\rho\, v_1^{\,2}}{2} = P_2 + \frac{\rho\, v_2^{\,2}}{2}$$

پورتنۍ افاده دا بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې کم دی چیرته چې سرعت ډېروي. د A_1 او A_2 مقطع ګانې په کیفي ډول انتخاب شوي دي او ویلای شو، د لولې په هره مقطع کې د($\rho\, v^2/2+\rho\, gh+p$) د جریان افاده د عین قیمت لرونکې ده.
ددې لپاره چې په پورته معادله کې ډېر دقت رامنځ ته شي، د A عرضاني مقطع صفر ته تقرب ورکوو چې په دې صورت کې د جریان لوله د جریان یو خط ته تقرب کوي او د P, V او h کمیتونه چې د معادلې دواړو خواوو ته شتون لري، کیدای شي داسې تلقي شي چې د جریان همدا عین خط له دوو کیفي نقطو سره تعلق لري، په پایله کې ښیي چې د جریان د هر خط په اوږدو کې په یوه خیالي مایع کې دغه شرط صدق کوي. $\rho\, v^2/2+\rho\, gh+p=ct$ وروستنۍ رابطه د برنولي د معادلې بل شکل دی.
موږ دغه معادله د یوې خیالي مایع لپاره لاس ته راوړه چې د حقیقي مایعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک یې ډېر زیات نه دی هم د تطبیق قابلیت لري.

فشار د اوبو د بنداړ په قاعده کې

یو بل حالت چې موږ د سیال جریان د سرعت اړیکې له فشار او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوو، د اوبو بند دی.
فرض کوو چې د یوې مایع په وړاندې چې په افقي ډول جریان لري، یو بند جوړ شي. په هغه صورت کې طبیعي ده چې د هغه زیات فشار له کبله چې د بند په کاسه کې منځ ته راځي. مایع د سکون حالت ته ورګرځي. دغه د ډېر فشار تولیدیدل د بند د فشار په نامه یادېږي او په P_s ښودل کیږي چې عبارت دي له: $p_2-p_1=p_s$ دا فشار هغه مهال کولای شو محاسبه کړو چې د برنولي په معادله کې $v_2=0$ سره تعویض شي. په هغه صورت کې به ولرو چې: $p_s=p_2-p_1=1/2\,\rho\, v_1^{\;2}$
د ($1/2\,\rho v^2$) د بند د فشار قیمت ورکوي چې کولای شو هغه په یوه نقطه کې چې د V سرعت لري، د جریان په ودرولو سره لاس ته راوړو. دا فشار د بند په ټولو نورو نقطو کې د بند د فشار مشخص کوونکی دی، نو ددې له مخې به په افقي جریان کې کولای شو د برنولي قانون داسې بیان کړو:
د یو افقي جریان په ټول بهیر کې 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 چې په عددي توګه حساب کړو چې په متحرکو ګازونو کې د فشار توپیرونه ترکومه حده پورته ځي.

مثال

د هوا کثافت له $\rho=0{,}125\,kg/m3$ څخه عبارت دي او په لوړو سرعتونو کې $v=40\,m/\sec$

$$Ps=1/2\,\rho\, v^2=1/2\cdot 0{,}125kg/m3\cdot 1600\,{m^2}/{s^2}=100kgm/{s^2}/{m^2}=100N/m^2$$

$$=100P_a=0.001bar$$

په هغه صورت کې چې د جریان سرعت په دې توګه یو لوړ قیمت ولري. فشار د هوا د نورمال فشار یوازې 1% دی. د حجم توپیر هم په همدې تناسب کوچنی وي. له همدې کبله متحرک ګازونه د تراکم کیدو ورنه ګڼل کېږي.

مثال: یو ربړي پیپ چې په باغچه کې ترې ګټه اخېستل کېږي، د $d_1 = 12{,}7mm$ قطر لرونکی دی. ددې پیپ په اخره برخه کې یوه بله وصلیه ټوټه شتون لري چې دننه قطریې د نل (اخري سوري) ترخولې پورې $d_2 = 5mm$ ورو ورو تنګېږي. کله چې اوبه دې وصل شوې ټوټې ته ورسېږي. فشار یې د شاوخوا چاپېر په وړاندې $1{,}8bar$ دی. د اوبو د وتلو سرعت محاسبه کړئ، (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 پیپ خوله له افقي محور سره د $y = 1m$ په ارتفاع د ځمکې له سطحې څخه واقع شي، (د اوبو کثافت $1000kg/m^3$ په نظر کې ونیسئ).

حل: د برنولي او متمادیت قانون پرینسپ چې د پیپ د پیل او پای په نقطو (جټ باندې) تطبیق کېږي، لرو چې:

$p_1 + 1/2\,\rho v_1^2 = p_2 + 1/2\,\rho v_2^2$ یا

$$\Rightarrow 1/2\,\rho(v_2^2 - v_1^2) = p_1 - p_2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2/\rho\,(p_1 - p_2)$$

له بله پلوه د متمادیت له معادلې څخه لرو:

$$v_2 A_2 = v_1 A_1$$

$$v_1 = \frac{v_2 A_2}{A_1} = v_2\left(\frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2}\right)$$

$$v_1 = v_2\left[\frac{d_2/2}{d_1/2}\right]^2 = v_2\left(\frac{d_2}{2}\cdot\frac{2}{d_1}\right)^2$$

$$v_1 = v_2\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

د 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_1^2 قیمت چې پورته مو په لاس راوړی دی، په وروستی معادله کې یې پرځای وضع کړو، لرو چې:

$$V_2^2\left[1 - (d_2/d_1)^4\right] = 2/\rho\,(p_1 - p_2)$$

$$d_2/d_1 = 5mm/12{,}7mm = 0{,}394 \quad , \qquad 2/\rho = 2m^3/1000kg = 0{,}002\,m^3/kg$$

$$p_1 - p_2 = 1{,}8bar = 1{,}8\cdot 10^5\,N/m^2$$

په پورتنیو معادلو کې ددې قیمتونو له ځای پرځای کولو څخه د v_2 قیمت لاس ته راوړو:

$$v_2^2 = (0{,}002\,m^3/kg\cdot 1{,}8\cdot 10^5\,N/m^2)/(1 - 0{,}394^4) = (360m^2/s^2)/0{,}976 = 368{,}852\,m^2/s^2$$

$$v_2 = 19{,}205\,m/s$$

له افقي غورځوني څخه پوهېږو چې:

$$X = v_2 \cdot t \qquad\qquad y = -\tfrac{1}{2} g\cdot t^2 = -1m \Rightarrow t^2 = 2/s \Rightarrow t = \sqrt{2/g}$$

$$t = \sqrt{2m/9{,}81\,m/s^2} = 0{,}45s \Rightarrow \quad x = 19.205m/s\times 0.45s = 8{,}64m$$

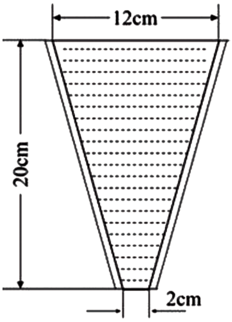
پوښتنې

1. د فشــار توپیر پیداکړئ، په هغه صورت کې چې د یو نل د دوو ســرونو ترمنځ د نل د مقطع مســاحت له $15cm^2$ څخه $5cm^2$ ته تنقیص کړای شي او په هره ثانیه کې $1,8liter$ بنزین له $0,7\,kg/dm^3$ کثافت سره ترې تېر شي.

2. د یو قیف ډولي لوښي قطر له $20cm$ ارتفاع سره، له پورتني $d_1 = 12cm$ قیمت څخه کښتني قیمت $d_2 = 2cm$ ته کمېږي، په کومه کچه د فشار توپیر د پورتنیو او ښکتنیو مقطعو ترمنځ رامنځ ته کېږي؟ که چېرې:

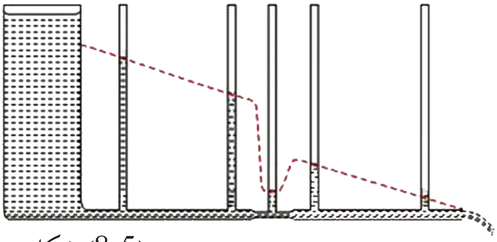
a. لوښي په بشپړ ډول له ساکنو اوبو څخه ډک وي.

b. په هره ثانیه کې 0.3 لیتره اوبه له لوښي څخه تېرې شي.



8-4: د برنولي د قانون تطبیقات

په اوسني لوست کې د برنولي د قانون دکاروني څو مورده مطالعه کوو چې لومړنی یې د ځیبنلو(چوشش) د اغېز منځ ته راتلل دي.

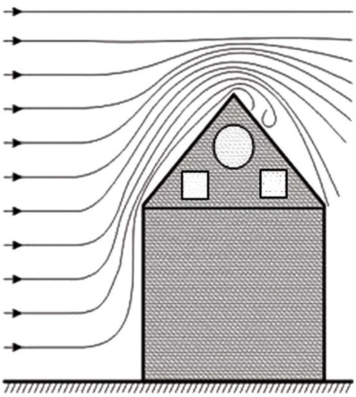


(8-5) شکل

له وروستی افادې څخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شوه، داسې پایله ترلاسه شوې ده چې په هغه ټولو حالاتو کې چې لوړ فشار لري، د جریان سرعت د ټیټ قیمت لرونکی دی او برعکس ټیټ فشار په شتون سره د جریان سرعت لوړ قیمت لري. د متمادیت د قانون پربنسټ د جریان سرعت په تنگو موقعیتونو کې ډېر دی.

په دې موقعیتونو کې برعکس، هغه څه چې تېروتنې یې منل شوي دي، د فشار یو تناقص موجود دی. دغه وینا کولای شو په (8-5) شکل کې د لیدلو وړ وگرځو. که چیرې له یو نل سره چې د تنگ محل یا معبر لرونکی وي، څو نري نور نلونه د مایعاتو د فشار سنج په توگه برابر کړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مایع په هر نل کې پورته تللی، د هغه فشار د کچې ښودونکې ده چې په نوموړو نلونو کې شتون لري. لکه چې لیدل کېږي، په هغو موقعیتونو کې چې نلونه نري دي، د مایع سطحه په نل کې ټیټه ده او په پایله کې ویلای شو چې په نوموړو موقعیتونو کې فشار ټیټ دی. دا واقعیت هغه سوال ته چې ولې په ځینو مایعاتو کې د ځیبنلو (چوشش) اغېزه شتون لري؟ ځواب ورکوي.

دې موضوع ته له یوه بل مثال سره دوام ورکوو:



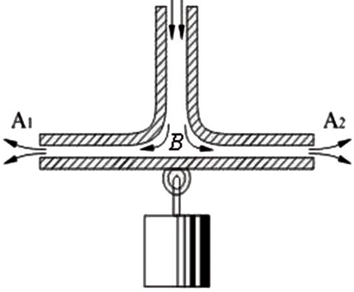
(8-6) شکل

د باد یو طوفان پر یو تعمیر الوځي، لکه چې په (8-6) شکل کې په څرګنده توګه لیدل کېږي، کله چې د هوا کتلې د تعمیر په هغو برخو کې چې ځمکې ته نژدې دي لګېږي، برک کېږي یا دا چې سرعت یې کمېږي. یعنې د A د موقعیت په ساحو کې د سرعت قیمت کم دی، خو د فشار قیمت لوړ دی. له دې امله د هوا کتلې اړمندې (مجبورې) دي چې پورته خواته حرکت وکړي او د تعمیر له بام څخه تېرېږي.د B د موقعیت په ساحو کې د هوا د بهیر په مسیر کې د هوا د بهیر د مقطع یو تنقیص او د بهیر د سرعت تزاید منځته راځي ... له همدې امله دي چې د ځواکمنو طوفانونو د الوتلو پرمهال نه یوازې د تعمیرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته غورځول کیږي.

مثال

د ځبیښلو(چوشش) اغېز د یو بل اثر په ارایه کولو چې د «هایدروډینامیک پارادوکس» ښکارندې په نامه یادېږي، تر بحث لاندې نیسو چې د ځبیښلو یا رودلو اغېز په سیالونو کې په څرګنده توګه د لیدلو وړ ګرځوي.

له یو ډېر نري نل (جټ) څخه د هوا بهیر تېرېږي او له یوې تنګي فضا څخه چې د دوو پلیټونو چې یو د بل پرمخ ایښي دي، تېرېږي. لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، څرنګه چې د A_1A_2 ساحه کې د پلیټونو ترمنځ د هوا فشار شتون لري، له همدې کبله ده چې فشار په ډېره تنګه ساحه کې د هغه سوري په شاوخوا کې چې هوا ترې د B ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې بهیر لري، د هوا د فشار په پرتله کم دي. لکه چې لیدل کېږي، ښکتنۍ پلیټ لکه څنګه چې هیله کېږي، د هوا د بهیر له امله نه یوازې دا چې نه ټیله کیږي، بلکې له یوې قوې سره د پورتنۍ پلیټ لورته راښکل کېږي ان تردې چې یو وزن چې له هغه سره ځړېدلی دی، له ځانه سره راکاږي.



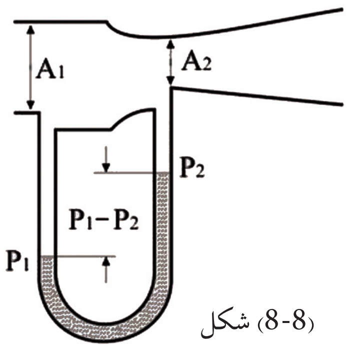
(8-7) شکل

8-5: وینتوري ټیوب - د جریان د سرعت اندازه کول

د برنولي قانون دا آسانتیا رامنځ ته کوي چې کولای شو د مایعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې مقصد لپاره د مایعاتو د بهیر پر مهال له نلونو څخه په عمومي ډول له وینتوري ټیوب څخه گټه اخېستل کېږي.

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، دغه ټیوب له نري نل (جټ) څخه جوړ شوی دی. چې په هغه کې د ډېرو پراخو او ډېرو تنگو (نریو) برخو ترمنځ د فشار توپیر، د یو فشار سنج (د مایع مانومتر) پرمټ اندازه کیدای شي. د برنولي د قانون پربنسټ په وینتوري ټیوب کې دغه رابطه صدق کوي.

$$p_1 + 1/2\,\rho\, v_1^{\,2} = p_2 + 1/2\,\rho\, v_2^{\,2}$$



(8-8) شکل

همدارنگه د متمادیت د معادلې له مخې لرو چې: $v_2 = v_1 \cdot A_1/A_2$

که چیرې د (A_1/A_2) سطحو نسبت په q وښیو، لرو چې: $v_2 = q \cdot v_1$

او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعویضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:

$$p_1 - p_2 = 1/2\,\rho\, v_2^{\,2} - 1/2\,\rho\, v_1^{\,2} = \frac{1}{2}\rho\,(v_2^{\,2} - v_1^{\,2})$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\left\{(v_1\, A_1/A_2)^2 - v_1^{\,2}\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\left\{(v_1^{\,2} q^2) - v_1^{\,2}\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\left\{v_1^{\,2}(q^2 - 1)\right\}$$

$$= \frac{\rho\, v_1^{\,2}}{2}(q^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1^{\,2} = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}$$

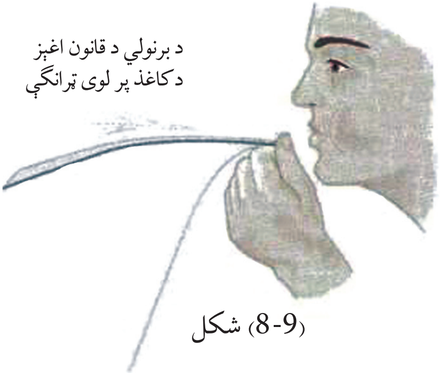
$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}}$$

د v_1 له دې قیمت سره همدا راز کولای شو د جریان حجم (V) او یا په یوه ثانیه کې تېره شوې مایع په لاندې توگه محاسبه کړو: $V = A_1 \cdot v_1$ (په یوه ثانیه کې د هغې مایع حجم چې د A_1 له مقطع څخه $(v_1$ په سرعت تېرېږي.

اتومایزر (عطرشیندونکی)

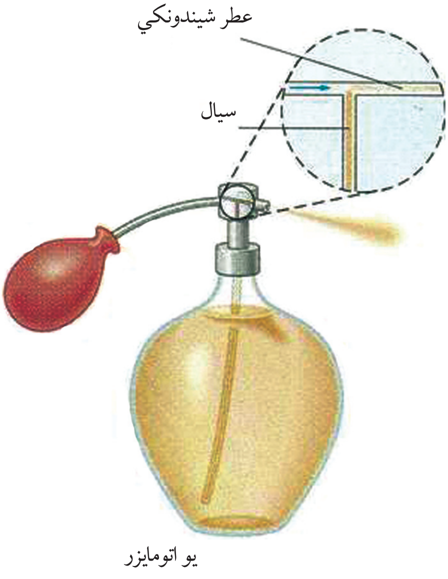
په تېرو بحثونو کې په سیالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړیکو سره بلد شوئ او همدارنګه د فشار توپیر مو د سیال په دوو برخو کې په طبیعي شرایطو او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړیکو د ښودلو آسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر یوې ټرانګې (ریښې) باندې پوکول دي. که چیرې تاسو کاغذ د (9-8) شکل په څېر کلک ونیسئ او بیایې په پورتنی سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړنې ځړېدلې حالت څخه مخ په پورته کېږي چې دلیل یې د هوا د سرعت له توپیر څخه عبارت دی. د کاغذ د ټرانګې د پورتنیو او ښکتنیو برخو ترمنځ په پایله کې همدا محصله پورته کوونکې قوه د لفت په څېر عمل کوي او د کاغذ ټرانګه تقریباً د افق تر سطحې پورته کېږي.

دې ته ورته اغېزې په یو اتومایزر (عطرشیندونکي) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شیندي تر سترګو کېږي. کله چې د مخزن پوکانۍ د (10-8) شکل په څېر د هوا یو تېز باد شوټ کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نري سوري څخه چې د هوا د سرعت د زیاتېدو سبب ګرځي تېرېږي.



(9-8) شکل

په پایله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته ټیله کېږي. په بل عبارت ځرنګه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطرو د اتومایزر د عمودي ټیوب په پورته لوري لګیدلی دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې د لوښي د داخلي مایع په سطحې عمل کوي، لږ دی، نو د اتموسفیر فشار د ټیوب پورتنۍ برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دی عطر ټیله کوي. د یو اتومایزر د کار کړنلاره د برنولي د معادلې څخه په ګټې اخېستلو هم توضیح کیدای شي. د هوایي ستون لوړ سرعت چې د پوکانۍ په فشار ورکولو سره منځ ته راځي، د عمودي ټیوب په پورتنۍ برخه کې یو ټیټ فشار منځ ته راوړي. دا کار ددې لامل ګرځي چې مایع له ټیوب څخه د باندې ډیکه یا وغورځول شي او د هوا له بهیر سره د یوه نري شاور په شان بهر ته شیندل کیږي.

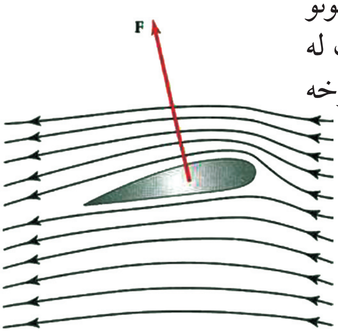


(10-8) شکل

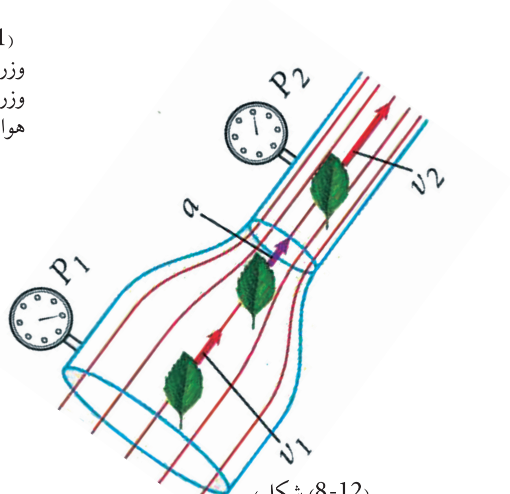
8-6: د الوتکې وزرونه او محرکه او چتوونکې قوه (*Dynamic Lift*)

د الوتکې په وزرونو کې یوه اوچتوونکې قوه عمل کوي چې ددې سبب ګرځي چې هغه په هوا کې اوچتې وساتي او دا هغه مهال واقع کیږي چې الوتکه د هوا په پرتله په کافي توګه په لوړ سرعت حرکت وکړي، لکه څنګه چې په (8-11) شکل کې د هوا د بهیر یو قوي بهیر ښودل شوی چې د الوتکې له وزره سره لګیږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کیږي. (د الوتکې سپرلي د الوتکې په عطالتي نظام کې وي او ددې په خبر دي لکه د الوتکې په وزرونو چې ناستې وي). پورته خواته وزره ته میلان ورکول همغه د پورتنی سطحې ګولوالی دی چې ددې سبب ګرځي، تر څو د الوتکې تر وزره لاندې د هوا د بهیر جریان د یوې قوې په مرسته پورته خواته فشرده شي او د وزره د پورتنی برخې هوا متراکمه شي او د فشار ټیټه ساحه منځ ته راشي.

د سیلان د دوو خطونو د هوا جریان مساحت په هره برخه کې د خطونو یو بل ته په نژدې کیدو سره کمیږي، نو ددې له مخې د متمادیت له معادلې څخه ($A_1V_1 = A_2V_2$) د هوا سرعت د وزره په پورتنی برخه کې چې هلته د سیلان خطونه یو بل ته نژدې کیږي، زیاتیږي.



(8-11) شکل، د الوتکې د وزره د پورته تلو پر مهال موږ د وزره په عطالتي نظام کې یو او د هوا جریان په کې نظاره کوو.



(8-12) شکل، د سیال جریان په هغه نل کې چې متفاوت قطرونه لري

همدارنګه له پخوا څخه په یاد لرئ چې سیلان د خطونو څخه د تراکم له امله د پیپ په نري مقطع کې د هوا سرعت په فشرده شوې برخه کې ډیروي، په (8-12) شکل کې په څرګنده توګه لیدل کیږي.

له دې امله چې د هوا سرعت د وزره په پورتنی برخه کې د هغه له لاندینی برخې څخه ډیر دی، نو ددې له مخې فشارپه پورتنی لوړه برخه کې د هغې تر ښکتنی برخې لږ دی (د برنولي قانون).

د پورته دلیل پربنسټ یوه محصله قوه په پورته لوري د الوتکې پر وزرونو عمل کوي چې د اوچتوونکې (Dynamic Lift) محصله قوې په نامه یادیږي.

تجربې ښیي د وزره د پورتنی برخې د هوا سرعت حتی د وزره د لاندینی برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کیدای شي. (د هوا او وزرونو ترمنځ اصطکاک، شاته د راښکلو قوه تولید وي چې د الوتکې د انجنونو قوه باید پرې غالبه شي).

یو هوار وزر او یا یو وزر له متناظرې مقطع سره تر هغې پورې چې مخکنۍ برخه یې پورته لورته انحنا لري، (د انحنا صعودي زاویې لرونکي دي). د پورته کیدو خپل عمل ته دوام ورکوي. د (8-11) شکل حتی هغه مهال چې د صعودي انحنا زاویه له صفر سره مساوي هم وي وزر بیاهم د پورته کیدو په حالت کې ښیي، ځکه چې گول شوي پورتنۍ برخه، هوا پورته خوا ته ټیله کوي مسیر ته یې انحنا ورکوي او د سیلان د خطونو یو له بل سره د تراکم سبب گرځي. که چیرې د انحنا صعودي زاویه کافي حد ته ورسیږي چې و کولای شي د سیلان خطونه په پورته لورو را کاږي یا تر فشار لاندې ونیسي، ترڅو یو بل ته ښه نژدې شي، په هغه صورت کې الوتکه سر کوونډې (ښرخي) وهي (په وزرو را ښرخي ....). که چیرې د انحنا صعودي زاویه د 15° درجو په شاوخوا کې وي، د ښرخېدو توپان (Turbulence) واقع کیږي. لکه ښنگه چې په (8-11) شکل کې ډېر راښکل د شا په لور او د وزره لږ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کیږي چې وزر له حرکت ښخه ولوېږي او الوتکه سقوط وکړي. په بل تحلیل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقي توگه د وزره په وړاندې په حرکت کې ده په ښکته لور او د هوا د هغو مالیکولونو په مومنتم کې د بدلون لامل گرځي چې د شا په لورې ښرخیږي او په وزره کې د صعودي قوې د تولید سبب کیږي، (د نیوتن دریم قانون).

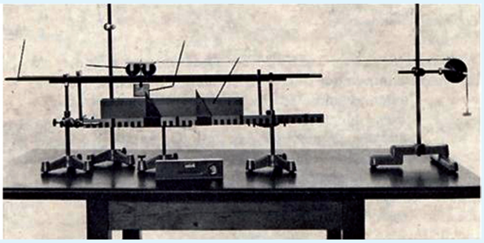
8-7: لزوجیت

د لزوجیت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پیدایښت او محاسبه):

موږ په تېرو درسونو کې وویل چې خیالي (ایډیال) مایع هغې مایع ته وایي چې د تراکم وړتیا او اصطکاک ونه لري. همدارنگه زیاته موکړه چې خیالي مایع په حقیقت کې شتون نه لري، ځکه چې ټول سیالونه د گازاتو او یا مایعاتو په گډون چې ریښتینی شتون لري، د اصطکاک لرونکي دي او هم تر یوه حده د تراکم وړتیا لري، یعنې په حقیقت کې خیالي مایع یوه مجرده افاده ده. کله چې په مایعاتو کې له اصطکاک ښخه غږیږو، موخه مو د هغو ښخه داخلي اصطکاک دی. دغه داخلي اصطکاک په یو بل نوم هم یادوي چې په مایع او یا گاز کې عبارت له لزوجیت (ښښتل) ښخه دي. هره حقیقي مایع او گاز یو ښه داخلي لزوجیت لري او دا هغه مهال ښرگندیږي چې په مایع او گاز کې حرکت رامنځ ته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کیدو ښخه وروسته چې هغه د حرکت د منښته راتلو سبب شي، ورو ورو قطع کیږي. داخلي اصطکاک نه یوازې دا چې له نلونو او د بیرل او نورو په ښېر لوښو سره د مایع د سطحو د تماس او یا په مایع کې د شیانو د حرکت پر مهال د هغو د تماس له امله رامنځ ته کیږي، بلکې په خپله د مایع په منځ کې هم کله چې د مایع قشرونه چې د جریان بیلابیل سرعتونه ولري او یو دبل پرمخ بهیږي، هم منښته راځي. له همدې امله دي چې برعکس جامد اجسام چې خارجي اصطکاک لري، دې اصطکاک ته داخلي اصطکاک وایي. د داخلي اصطکاک شتون په مایعاتو کې حتي په خپلو لاسونو هغه مهال حس کوو چې کله یو جسم د مایع په منځ کې په خپل لاس سره په حرکت راولو. موږ په دې حالت کې یو مقاومت حس کوو چې په مایع کې د داخلي اصطکاک له امله رامنځ ته کیږي.

تجربه:

له دې تجربې سره د داخلي اصطکاک اړیکې له مایع سره د جسم د تماس د سطحې له لویوالي، د هغې مایع له ځانګړنو سره چې جریان لري او د مایع د حرکت له سرعت سره کیدای شي تر مطالعې لاندې ونیول شي.



(8-13) شکل

په شکل کې لیدل کېږي چې یوه تجربوي عراده ګی چې یو پلیټ ورسره تړل شوی دی، په نظر کې نیسو. دغه عراده ګی د یو وزن پرمټ د اوسپنې پر یو خط راښکل کېږي. د اوسپنې ددې خط لاندې یو کم عرضه لوښي (ټپ) چې له تېلو سره ککړ شوی ایښودل شوی دی. دغه پر تېلو ککړ لوښی تر یوه حده پورته خواته راښکل کېږي چې پلیټ یو څه او یا په بشپړ ډول په کې ډوبېږي.

د ټپ جوړښت داسې دی چې یوه نیمايي یې ($12mm$) سور او بله نیمه برخه یې $6mm$ سور لري. په یو نواخت حرکت کې د راښکلو هغه قوه چې د ځړول شوي وزن له امله منځ ته راځي، د اصطکاک قوې د عین قیمت لرونکې ده چې د پلیټ لخوا منځ ته راغلی. که چیرې وزنه ډېره شي، سرعت زیاتېږي او کله چې پلیټ په مایع کې ژور ښکته ځي، سرعت کمېږي او هم هله سرعت کمېږي چې پیلټ د ټپ له سور ورې برخې څخه د ټپ نرۍ برخې ته رسېږي.

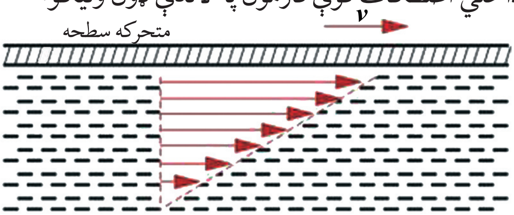
پورتنۍ تجربه هغه تیوري تاییدوي چې له امله یې د داخلي اصطکاک د قوې اړیکې له لاندې کمیتونو سره څرګندېږي.

1 - د مایع د لزوجیت ضریب (η)

2 - له مایع سره د جسم د تماس سطحې لویوالي.

3 - د $\Delta v/\Delta d$ نسبت چې دغه نسبت د Δv سرعت د تناقص او Δd د ضخامت د کچې څخه لاس ته راځي. Δd د هغې سطحې ضخامت دی چې په یوه وخت حرکت کوي او د مایع د یو ګاونډې قشر سره اړه لري چې د هغې په تعقیب د سرعت کمیدل منځ ته راځي.

د مایع هغه شمېر ذرې چې په مستقیمه توګه د سطحې په ګاونډ کې دي، د دیفوژن (د جسمونو د ذرو آزاد خپریدل) له امله له سطحې سره نښلي او خپل سرعت اخلي او له وروستي قشر څخه یو څه شاته پاتې کېږي. د تماس په هغو سطحو کې چې هوارې دي، د مایع د ذراتو سرعت د d د ټاکلي ضخامت په اندازه د v له بشپړ قیمت څخه په منظم ډول د صفر تر قیمت پورې کمېږي چې په پایله کې د $\Delta v/\Delta d$ نسبت د v/d له کسر سره تعویض کېږي او له دې ځایه څخه کولای شو د داخلي اصطکاک قوې فارمول په لاندې ډول ولیکو:



$$R_i = \eta \ A\,\Delta v/\Delta d \quad \text{یا} \Rightarrow \ R_i = \eta \cdot A \cdot v/d$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{R_i d}{A \cdot v}$$

(8-14) شکل، د متحرکې سطحې د خطي سرعت تنقیص په مایع کې ښیي.

په پورتني فارمول کې η چې د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي، د هرې مادې لپاره ټاکل شوی دی او یو مهم ثابت دی. دغه ثابت په هغو مایعاتو کې چې په آسانۍ سره جریان کوي لکه: (ایتر، بنزین او هم په اوبو کې) د کم قیمت لرونکی او په هغو مایعاتو کې چې اسان (سهل) جریان نه لري، لکه: (ګلیسیرین، ګریس او قیر) لوړ قیمت لري. دغه ضریب په عین وخت کې د اندازه کولو یو مقیاس دی. د هغه کوهېژن د اندازه کولو لپاره چې د مایعاتو د هر مالیکول په منځ کې موجو دی.

لزوجیت د تودوخې د درجې له لوړېدو سره په شدت کمیږي او د اندازه کولو واحدیې د واحدونو په نړیواله کچه عبارت دی له:

$$[\eta]=[R_i d/Av]=Nm/m^2\cdot m/s=Ns/m^2=kg\,m/s^2\cdot s/m^2=kg/ms$$

لاندې جدول د ځینو جسمونو د لزوجیت ضریب د واحدونو د SI په سیستم د $(\frac{kg}{m\cdot s})$ په واحد راښیي:

اوبه د تودوخې په $0^\circ c$ کې	0.00179	هوا د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.000017	ګریس د تودوخې په $20^\circ c$ کې	1.2...0.1
اوبه د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00101	هوا د تودوخې په $0^\circ c$ کې	0.000018	ګریس د تودوخې په $80^\circ c$ کې	0.25...0.02
اوبه د تودوخې په $50^\circ c$ کې	0.00055	الکول د تودوخې په $0^\circ c$ کې	0.0018	قیر د تودوخې په $20^\circ c$ کې	100 تقریباً
اوبه د تودوخې په $100^\circ c$ کې	0.00029	الکول د تودوخې په $0^\circ c$ کې	0.0012		
ایتر د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00024	ګلیسیرین د تودوخې په $20^\circ c$ کې	1.50		

هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او بهرني اصطکاک د محاسبې لپاره ترې ګټه اخیستل کیږي، په لاندې توګه یو له بل سره توپیر لري.

$$\text{داخلي اصطکاک} = R_i = \eta\, A\cdot v/d \quad \text{او} \quad \text{خارجي اصطکاک} = R_o = \mu\cdot F_N$$

بهرنی اصطکاک د نورمالې قوې په زیاتیدو سره زیاتیږي چې پر داخلي اصطکاک هیڅ اغیزه نه لري. ددې پرعکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوېیدو زیاتیږي، په داسې حال کې چې بهرنی اصطکاک له دې دوو سره هیڅ ډول اړیکې نه لري.

د لزوجیت د ضریب اندازه کول

د یوې مایع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره اکثراً له یوې آلې څخه چې د هوپیل ویسکو زیمتر (Hoeppl – Viskosimeter) په نامه یادېږي او په شکل کې ښودل شوی، کار اخلي، ځکه چې له دې آلې او ددې په څېر نوروآلو سره کار کول چې د عین پرنسیپ پربنسټ کار کوي، په اندازه کولو کې ساده توب او لازم دقت تأمینوي.

(8-15) شکل

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، په یوه نل کې چې یو کمزوری کوږوالی لري، یوه کره مخ ښکته سقوط کوي. د تودوخې د درجې د ثابت ساتلو لپاره دغه دستگاه له اوبو څخه په یوه ډک لوښي کې ځای پرځای شوې ده چې د تودوخې درجه یې د یو ترموستات په مرسته په یو ثابت قیمت کنټرول کېږي.

د کرې د سقوط زمان له محاسبه کولو څخه کولای شو لزوجیت لاسته راوړو. له هغو کرو څخه په گټې اخېستلو سره چې مختلف قطرونه لري، له همدې آلې سره د گازونو او هغو موادو لزوجیت په لاس راوړي چې د ډېر لوړ لزوجیت لرونکي وي.

مثال

د گریسو د لزوجیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې کثافت یې $\rho_1 = (0.9\, g/cm^3)$ او یوه المونیمي کره (گلوله) له ($\rho_2 = 2.8\, g/cm^3$) کثافت او $2mm$ قطر سره، له $h = 24cm$ ارتفاع څخه د 18 ثانیو په موده کې یې په منځ کې سقوط وکړي.

حل:

یوه کره دگریسو په منځ کې د یوې لنډې فاصلې تر وهلو وروسته، یونواخت حرکت کوي، پوهېږو چې داخلي مقاومت عبارت دی د وزن (W) او صعودي قوې (bouncy) د کچې له حاصل تفریق څخه،

یعني: $R_i = 6\cdot\pi\cdot r\eta v = 6\cdot\pi\cdot r\eta h/t$, $F_b = \rho_2\pi\frac{d}{2}\cdot h\cdot g$, $W = mg = \rho_1\pi\frac{d}{2}\cdot h\cdot g$

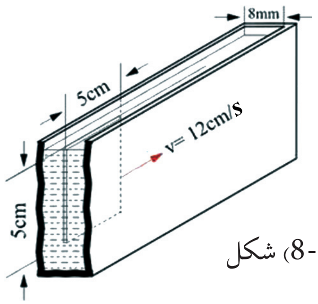
همدارنگه لرو چې: $E_i = W - F_b$

$$\eta = \frac{R_i\cdot t}{6\pi\, r\cdot h} = \frac{(w-F_b)\cdot t}{6\pi\cdot d/2\cdot h} = \frac{(\rho_1\cdot\pi\cdot d/2\cdot h\cdot g - \rho_2\cdot\pi\cdot d/2\cdot h\cdot g)\cdot t}{6\pi\cdot d/2\cdot h}$$

د قیمتونو له وضع کولو څخه وروسته: $\eta = 7g/cms$

پوښتنې:

1 - په یو ټپ کې چې له ټېلو څخه ډک شوی، یو نری پلیټ چې 8 ملي متره سور او 55 سانتي متره مربع مساحت لري، له 0.1 نیوټن قوې سره د طول په لوري کې راښکل کېږي. د لزوجیت کچه یې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې چې کوم سرعت رامنځ ته کېږي، $12\,cm/s$ قیمت ولري.



(8-16) شکل

2 - د یوه موټر په بریک کې له $20cm^3$ ګلیسرینو څخه کار اخیستل شویدی او د لزوجیت ضریب یې $\eta = 1.5\,Kg/ms$ دی، د یو نل په واسطه چې $12.5cm$ طول او $2.5mm$ قطر لري تر $18.10^6\,bar$ یو منځنی توپیري فشار لاندې پرس (کیکاږل) کېږي. هغه زماني موده چې ددې عملیې لپاره په کار ده، محاسبه کړئ.

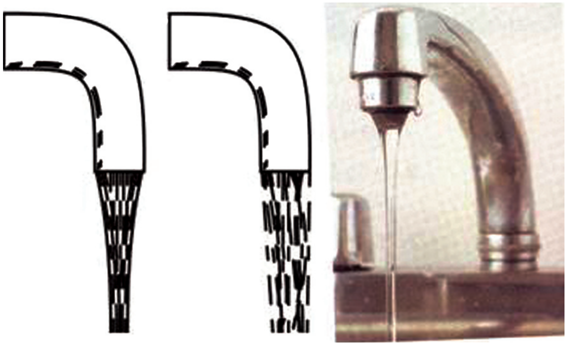
8-8: د طوفاني جریان ښکارنده (پدیده)

په مختلفو سرعتونوکې د یوه جریان د واقع کېدو څرنګوالی:

داخلي اصطکاک هغه مهال منځ ته راځي چې د مایع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جریان کې دي، یو د بل له څنګ څخه تېرېږي.

دا پېښه، تر ټولو د مخه د مایعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحدو قشرونو کې څرګندېږي. پر دې داخلي اصطکاک د غلبې لپاره یايې د اغېزو د لېږې کولو لپاره، د انرژۍ یوه برخه چې د مایع په جریان کې شتون لري، مصرفېږي.

په کوچنیو سرعتونو کې داخلي اصطکاک هم کوچنی دی. نو له دې امله د فشار بدلون او د انرژۍ ضیاع چې د سرعت له کموالي څخه را پیدا شوې، هم تر هغه حده کوچنی دی چې د مایع هغه قشرونه چې یو دبل له څنګ څخه تېرېږي، نه خیرې خیرې کېږي، بلکې یو د بل له اړخه په صاف ډول تېرېږي او جریان ته لامینار (Laminar) وایي.

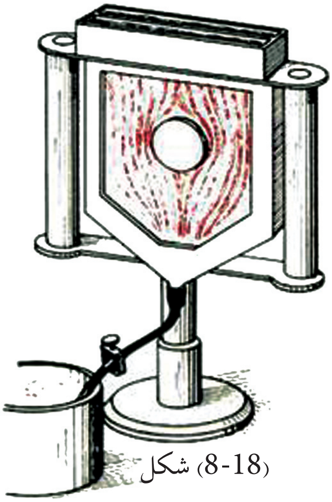


(8-17) شکل،

له څخکوري (شیردهن) څخه د لامینار او توربلنت بهیرونه

خو د ډېرو سرعتونو په حالت کې چې اصطکاك ډېر قوي دی، د جریان تصویر به د پام وړ ډول ځانته بدلون ورکوي چې په دې حالت کې د اوبو څرخیدل (گرداب) منځته راځي.

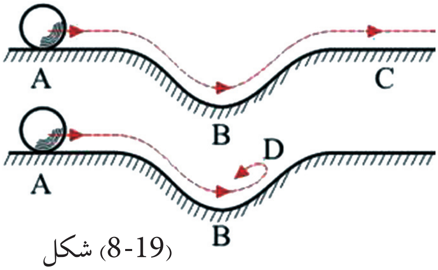
رامنځته شوی جریان د توربولینت (Turbulent) په نامه یادېږي.


(8-18) شکل

که چیرې د اوبو شیردان لږ څه خلاص کړو، اوبه په کراره او نرمی له شیردان څخه خارجېږي او که چیرې شیردان نور هم خلاص کړو، د اوبو بهیر یو ټاکلي سرعت ته تر رسېدو وروسته په ناکراری پیل کوي او د اوبو څرخېدل تولید وي. په (8-18) شکل کې هم دا ښکارنده په ډېر ښه ډول په هغه آله کې چې د «جریان د لارو رګونو آلې» په نامه یادېږي، لیدلای شئ. ددې آلې د کار طریقه داسې ده چې بې رنګه شفافې اوبه او سور رنګې اوبه له دوو لوښو څخه په یوه فضاکې چې د دوو ښېښه یي پلیټونو ترمنځ وي، له پورته لوري څخه له یو شمېر نریو سوریو څخه چې تیار شوي دي، بهیر پیداکوي. د اوبو جریان له سوریو څخه په دې ډول دی چې صفا او رڼې اوبه له لومړي او دریم سوري او سرې رنګه اوبه له دویم او څلورم سوري څخه تېرېږي.

د دواړو مایعاتو د بهیر خروجي سرعت له هغه قید سره چې په پیپونو کې پکار وړل شویدی، کولای شو تنظیم کړو. که چیرې په لوښي کې مانع نه وي، د جریان ریښې د سور رنګه موازې خطونو په څېر تر سترګو کېږي. او که چېرې کومه مانع هم وي. د دوو رنګو اختلاط بیاهم نه تر سترګو کېږي. هغه څه چې لیدل کېږي د جریان د متجانسو رشتو له یو عبور څخه عبارت دی چې په دواړه خواو کې یې صورت موندلي دي. که چیرې قید خلاص کړو، یعنې د مایع د بهیر سرعت لوړ کړو، لیدل کیږي چې یو ټاکلي قیمت ته د سرعت په رسیدو سره ناڅاپه د اوبو څرخېدل (گرداب) ښکاره کیږي او دواړه رنګونه په بشپړه توګه له یوه بل سره مخلوط کیږي.

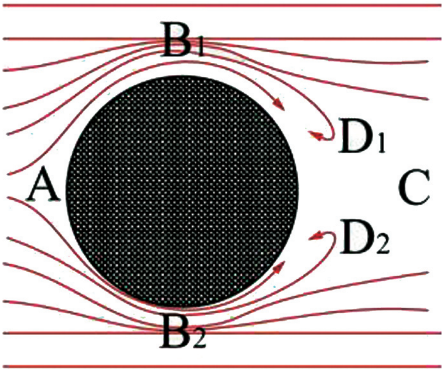
د گردابونو پیداکیدل



(8-19) شکل

د گردابو پیدابښت کولای شو په آسانۍ له یوې میخانیکي عملیې سره په پرتله کولو د پوهېدو وړ وګرځو. که چېرې یوه کره د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې راشي، دغه کره د رغړېدو پر مهال خپله پوتانسیلي انرژي له لاسه ورکوي او ورسره یو ځای یې په سرعت کې زیاتوالی منځته راځي، شکل ته پام وکړئ.

کله چې کره منحني مخ په پورته وهي، له سرعت څخه یې کمېږي. ددې سرعت قیمت که له اصطکاک څخه تېر شو د C په نقطه کې عین همغه قیمت لري چې په پیل کې یې د A په نقطه کې درلود. که چیرې د اصطکاک قیمت کم هم وي، کره یو څه پورته ځي، خو د سرعت قیمت د C په نقطه کې د A نقطې د سرعت په نسبت کم دی.



(8-20) شکل

که چېرې انرژي د اصطکاک له امله ډېره ضایع شي، هغه حرکي انرژي چې باید د B په نقطه کې وي، ترڅو کُره پورته یوسي او هغه C نقطې ته ورسوي، کفایت نه کوي او کره تر D نقطې رسیږي او سرعت یې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بېرته ګرځي. عین مناسبتونه په هغه حالت کې شته، کله چې یوه مایع له یوې مانع سره مخ شي، مثلاً که چیرې یوه مایع له یوې استوانې سره ولګیږي او له بهرني سطحې څخه یې تېر شي، (8-20) شکل.

لیدل کېږي چې د B_1 او B_2 ساحې محدودې او تنګې دي، نو د متمادیت د معادلې له نظره د سرعت قیمت زیاتېږي او د فشار قیمت کمېږي.

که چېرې اصطکاک شتون 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 وو.

په لږو اصطکاکونو کې لومړی غیر مهم بدلونونه منځ ته راځي، خو کله چې د سرعت قیمت ډېروي،

داخلي اصطکاک پورته ځي او په پای کې داسې حالت منځ ته راځي چې د مايع ذرې د B_1 او B_2 په ساحو کې نور هغه حرکي کافي انرژي نه لري، ترڅو د لوړ فشار په وړاندې د C په ساحه کې حرکت ته دوام ورکړي، خو سرعت يې کمېږي او په پای کې د D_1 او D_2 په څېر ساحو کې صفر ته تقرب کوي او په پايله کې د مايع ذرې بېرته راګرځي او شاته جريان پيداکړي. د بېرته راګرځېدو پر مهال په دوران پيل کوي او ګرداب تشکيلوي. يعنې هغه مايع چې مخکې يوه لامينار مايع وه، دادې په يوه توربولينټ مايع تبديله شوې ده. هغه ګردابونه چې له دواړو خواو څخه په پرله پسې توګه منځ ته راځي او د مانع شاته اصطلاحاً يوه ګردابي لاره جوړوي.

د اتم څپرکي لنډيز

• کله چې د گاز د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه کم وي، د متحرکو گازونو پر حجم د فشار د تغييرونو اغېزه هومره کمه ده چې کولای شي ترې تېر شو.

• يو سيال (مايع يا گاز) ته هغه مهال خيالي (ايډيال) ويلی شوچې د تراکم وړتيا او اصطکاک ونلري.

• د متماديت معادله بيانوي چې په يو نل کې چې د متغيرو مقطعو لرونکی وي، د مايع د بهير سرعت د نل له مقطع سره معکوساً متناسب دی. يعنې په لويه مقطع کې د بهير سرعت کم او په کوچنی مقطع کې د بهير سرعت زيات وي.

• د $(\rho v_1^2/2)+P_1=(\rho v_2^2/2)+P_2$ مساوات عبارت دي د برنولي له ساده رابطې څخه او بيانوي چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډېروي لږ دی.

• د $\rho v^2/2+\rho gh+P=ct$ هم د برنولي د معادلې بل شکل دی چې د يوې خيالي مايع لپاره لاس ته راغلي او د حقيقي مايعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک يې ډېر نه دی، هم د تطبيق وړتيا لري.

• په افقي جريانونو کې کولای شو، د برنولي قانون په دې ډول بيان کړو چې د افقي بهير په ټول بهير کې د P فشار او د بند فشار ($\frac{1}{2}\rho V^2$)مجموعه ثابته ده.

• وينتوري ټيوب له يو نري نل (جيټ) څخه جوړ شوی دی چې په هغه کې د فشار توپير په ډېرو پلنو برخو او ډېرو تنگو (کم سوره) برخو کې په يوه فشار سنجوونکي د مايع (مانومتر) پرمټ اندازه کيدای شي، او د برنولي د قانون پرنسپ د ($p_1+1/2\,\rho V_1^2=p_2+1/2\,\rho V_2^2$) رابطه په وينتوري ټيوب کې صدق کوي.

• د الوتکې په وزرونو کې يوه اوچتوونکې قوه عمل کوي او هغه ددې لامل گرځي (کله چې په کافي توگه د هوا په پرتله په ډېر لوړ سرعت حرکت وکړي) چې الوتکه په هوا کې اوچته وساتي.

• د مايعاتو لزوجيت يا چسپيدل (نښتل) د هغو له داخلي اصطکاک څخه عبارت دي، او لزوجيت هغه مهال تبارز کوي چې په مايع يا گاز کې داخلي حرکت منځته راشي، او د هغو اغېزو له قطع کيدو څخه وروسته چې د حرکت لامل گرځيدلي ورو ورو قطع کېږي.

• د داخلي اصطکاک فورمول $(R_i=\eta\cdot A\cdot v/d)$ دی. η د لزوجيت د ضريب په نامه يادېږي چې يو مهم ثابت دی او د هرې مادې لپاره مشخص دی.

• د هوپیل ویسکو زیمتر له الې څخه د یوې مایع د لزوجیت ضریب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.

• که چېرې یوه کره د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې واقع شي، دغه کره د رغړیدو پرمهال خپله د پوتنسیل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې یې ډېروالي راځي. د سرعت په زیاتیدو سره داخلي اصطکاک لوړځي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مایع ذرې، کافي حرکي انرژي له لاسه ورکړي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولی او سرعت یې صفر ته تقرب کوي. په پایله کې ذرې بیرته راګرځي او شاته جاري کېږي او د بیرته راګرځیدو په مهال په څرخیدو یا دوران پیل کوي او ګرداب جوړوي چې وایي نوره نو نومورې مایع په یو توربولینټ مایع بدله شوې ده.

د اتم څپرکي پوښتني

1 - یو سیال (مایع – ګاز) تعریف کړئ.

2 - د متمادیت یا پیوستوالي معادله څه شی بیانوي؟

3 د $A_1V_1 = A_2V_2$ رابطه د .... او .... هرې جوړه مقاطعو مقطع لپاره د تطبیق وړ ده.

4 - که چیرې مایعات او ګازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي .... ورته ویل کېږي.

5 - د یوې خیالي مایع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت له .... څخه ده.

6 - د $P_s = P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho V^2$ فشار د .... فشار په نامه یادېږي.

7 - د .... د قانون پرینسټ په وینتوري ټیوب کې .... رابطه صدق کوي.

8 - د لزوجیت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړیوال سیستم کې د $[\eta] = [R_i d / A_V]$ له رابطې څخه ترلاسه کړئ.

9 - ایا په ډېره کچه فشار تل د ډېرې قوې پرمټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضیح کړئ.

10 - کله چې د یوې نیچې له لارې اوبه څښئ د هوا په تخلیه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموئ او مایع په حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. آیا کولای شئ ددې موخې لپاره په سپوږمۍ کې هم له نیچې څخه د اوبو د څښلو لپاره کار واخلئ؟ ولې، توضیح یې 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) ترمنځ اړیکه 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 چیرې د نل د مقطع مساحت د A په نقطه کې $2{,}5cm^2$ او د B په نقطه کې د مقطع مساحت $5cm^2$ وي، د اوبو جریان د A په نقطه کې څو ځلې د B له نقطې څخه تیز (ګړندی) دی؟

13 - په یوه افقي نل کې اوبه په $(1\frac{m}{s})$ سرعت بهیږي. که چیرې ددې نل شعاع د هغه د $(\frac{1}{4})$ برخې په اندازه کوچنۍ شي، د نل پدې نرۍ برخه کې د اوبو سرعت لاسته راوړئ.

14 - د یو نل د شیردان د سوري قطر $2cm$ دی او په هره ثانیه کې په $2{,}5\times10^{-2}m^3$ کچه اوبه ترې خارجېږي، اوبه په کوم سرعت له نل څخه خارجېږي، پیداکړئ.

مأخذونه

1. PHYSICS (PRINCIPLES WITH APPLICATIONS), by Douglas C. Gain coli, Published by Pearson Education Inc, 2005.

2. PHYSICS by James S. Walker, Pearson Education Inc. USA, New Jersey, 2004.

3. PHYSICS by R.A. Serwey and J.S. Faughn, 2006 by Holt, Rinehart and Winston.

4. PHYSICS, A Text book, published by Surat Publishing Company, printed in TURKEY, 1996.

5. Fundamentals of Physics, published by University of the Philippines, College of Education, Manila, 1976.

6. الفيزياء (للمرحلة الثانوية / الفرع العلمي)، و زارة التربية و التعليم، ادارة المناهج والكتب المدرسية، الكتاب في مدارس المملكة الاردنية الهاشميه، ۲۰۰۵م.

7. د «فزيک (2) و ازمايشگاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د څیړنې او ازموینې د پلان جوړولو سازمان، د ایران د درسي کتابونو د چاپ او خپریدو شرکت، 1385 هـ . ش.