د پوهنې وزارت

فزیک

یوولسم ټولګی

(a) (b) (c)

Ketabton.com

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ . ش.

فزیک

یوولسم ټولګی

(c) ketabton.com: The Digital Library

ملي سرود

دا وطن افغانستان دی — دا عزت د هر افغان دی
کور د سولې کور د توري — هر بچی يې 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 — پاميريان، نورستانيان
براهوي دي، قزلباش دي — هم ايماق، هم پشه يان
دا هېواد به تل ځلېږي — لکه لمر پر شنه آسمان
په سينه کې د آسيا به — لکه زړه وي جاويدان
نوم د حق مو دی رهبر — وايو الله اکبر وايو الله اکبر

(c) ketabton.com: The Digital Library

بسم الله الرحمن الرحیم

جمهوری اسلامی افغانستان

د پوهنې وزارت ۱۳۸۱

د پوهنې وزارت

فزیک

Physics

یوولسم ټولګی

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ .ش.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د پوهنې د وزیر پیغام

اقرأ باسم ربک

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

څرنگه چې ټولو ته ښکاره ده ۱۳۹۷ هجري لمریز کال د پوهنې د کال په نامه ونومول شو، له دې امله به د گران هېواد ښوونیز نظام، د ژورو بدلونونو شاهد وي. ښوونکی، زده‌کوونکی، کتاب، ښوونځی، اداره او د والدینو شوراگانې د هېواد د پوهنیز نظام شپږگوني بنسټیز 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 بنسټیزو بدلونونو ته ژمن دی.

له همدې امله د ښوونیز نصاب اصلاح او پراختیا، د پوهنې وزارت له مهمو لومړیتوبونو څخه دي. همدارنگه 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 یو، 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 توگه، 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 گران زده‌کوونکي به سبا د یوه پرمختللي افغانستان معماران، او د ټولنې متمدن او گټور اوسېدونکي وي.

همدا راز له خوږو زده کوونکو څخه، چې د هېواد ارزښتناکه پانگه ده، غوښتنه لرم، څو له هر فرصت څخه گټه پورته کړي، او د زده کړې په پروسه کې د ځیرکو او فعالو گډونوالو په توگه، 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 سپیڅلې او انسان جوړوونکې هڅې کې بریا غواړم.

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

د پوهنې وزیر

دکتور محمد میرویس بلخي

(c) ketabton.com: The Digital Library

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. ځرګنده 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 دري بنسټیزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنیت) د مؤلفینو د پاملرنې وړ ګرځېدلې 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 شوې 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 نمیګړتیاوو او تیروتنو د مخنیوي په موخه په راتلونکي چاپ کې په مینه هرکلي ووایو.

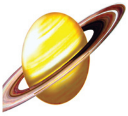
په پای کې له هغو ښاغلو استادانو څخه چې ددغه کتاب په سمون او اصلاح کې یې زیار ایستلی دی، مننه کوو.

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

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

د فزیک څانګه

(c) ketabton.com: The Digital Library



لړلیک

مخونه

لومړی څپرکی: میخانیکي تعادل ۱
قوه.. ۳
قوه د وکتور په توګه ۲
متلاقي (غیر موازي قوې ۶
د نقطه يي کتلې تعادل ۱۴
د قوې مومنت (تورک) ۲۱
موازي قوې ۲۹
د قوې زوج ۳۴
د تعادل عمومي شرطونه ۳۶
دويم څپرکی: يو 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
يو نواخت يا يو ډوله (متشابه) حرکت ۶۳
ازاد سقوط ۶۶
دريم څپرکی: دوه بُعدي حرکتونه ۷۴
د مکان بدلون او منځني سرعت ۷۵
منځنی تعجیل او لحظه يي تعجیل ۷۸
غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه ۸۱
مايل غورځول (ويشتل) ۸۳
دايروي حرکت ۸۷
دايروي يو ډوله حرکت ۸۹
تعجیل په دايروي يو ډوله (متشابه) حرکت کې ۹۳

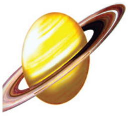
(c) ketabton.com: The Digital Library

فهرست

مخونه

شلورم 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 اصطکاک 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

(c) ketabton.com: The Digital Library



فهرست

مخونه

اووم څپرکی: د سیالونو نسبي سکون ۱۷۰

سیالونه ۱۷۱

د سیالونو فشار ۱۷۱

د مایع د فشار اندازه کول ۱۷۲

د اتموسفیر فشار ۱۷۵

په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول 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

وینټوري ټیوب – د جریان د سرعت اندازه کول ۲۰۲

د الوتکې وزرونه او متحرکه اوچتوونکې قوه ۲۰۴

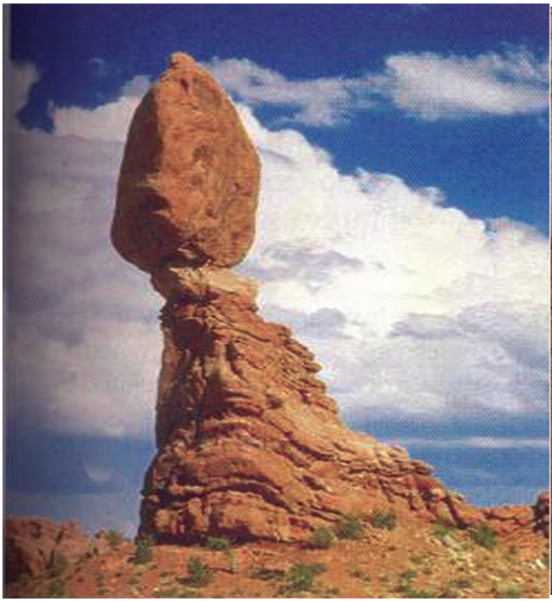
لزوجیت -د لزوجیت مفهوم ۲۰۵

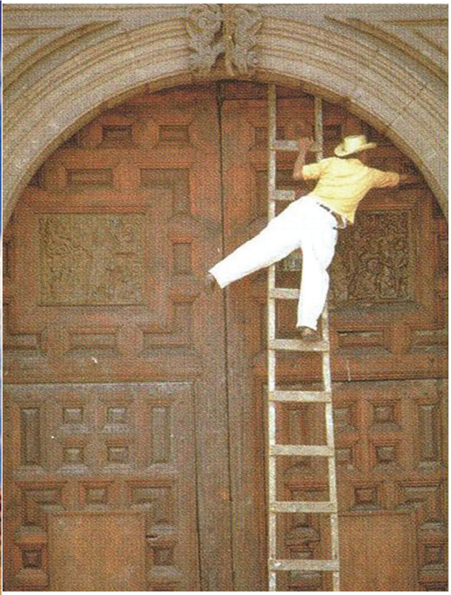
د طوفاني جریان ښکارنده (پدیده) ۲۰۹

(c) ketabton.com: The Digital Library

لومړی څپرکی

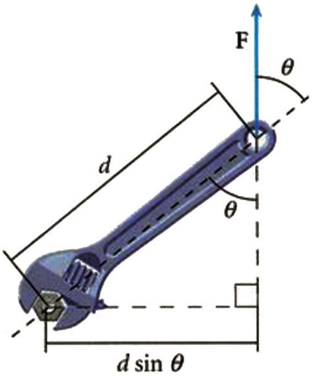
میخانیکي تعادل (انډول)





میخانیکي تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کېدونکې موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بېلابېلو ډگرونوکې د اړتیا وړماشین الاتو او تکنالوژی 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 ځمکنې او هوايي 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 ګانې تر مطالعې لاندې نیسي.میخانیکيٍ 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 تکنالوژی لاسته راوړني دي چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره اوغوره دی. ددې څپرکي محتویات د هغو محتویاتو په تړاو جوړشوي چې تاسو په تېرو ټولګیوکې 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، همدارنګه 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 پېژندلو او زده کولو لپاره لاره هواروي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



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

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:

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 ببرته 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 ور کړئ.

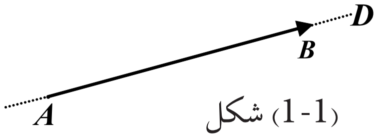
1-1: قوه

هغه قوه چې ټول یې پیژنو، د ځمکې د جاذبې قوه یا د جسم وزن دی. په ورځنې 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 کولاى شو وپیژنو. یوه قوه کولاى 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 لورې د بدلون سبب شي. دا بدلونونه کله ناکله ډېر کم او واړه وي چې یوازې په ډېرو دقیقو اندازه کولو سره تشخیص کېداى 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

قوه د وکتور په توګه

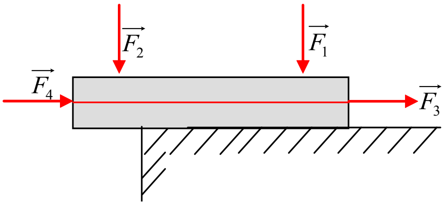
یو جسم تل خپل ځان ته په یوه لوري حرکت ورکولی شي او یا د خپل سرعت یوه لوري ته بدلون ورکوي چې پرجسم باندې عامله قوه په همغه لوري اغیزه کوي. همدا رنګه د قوې د اغیز لوری کولای شي د جسم د شکل د بدلون سبب شي. دا موضوع د اوسپنې په یوه میله کې په ښه توګه کتل کیدای شي، یعنې کله چې میله د یوې قوې تر اغیز لاندې واقع شي، کږیږي. له پورتنیو څرګندونو څخه دې پایلې ته رسیږو چې قوه یو وکتوري کمیت دی او د هغې د توضیح او بیانولو لپاره یې دکچې (اندازې) او لوري پیژندلو ته اړتیا ده. قوه د یوه وکتور په توګه د یو تیر په مرسته ښیي. د (1-1) په شکل کې لاندې نوم کیښودلوته پام وکړئ:



شکل (1-1)

د A نقطه د تاثیر یا اغیزې نقطه، د AB د غشي اوږدوالی د قوې مقدار یاکچه، د $\overrightarrow{AB}$ غشي لوری د قوې لوری یا جهت او د D مستقیم خط د قوې د اغیزې یا استقامت لوری راښیي.

پریوه جسم د یوې قوې اغیزه، په عمومي توګه پرهمغه جسم باندې د قوې د اغیزې نقطې په موقعیت پورې اړه لري. په (1-2) شکل کې لیدل کیږي چې په جسم باندې دوې قوې F_1 او F_2 چې یوله بله سره مساوي دي عمل کوي. لکه څنګه چې د F_1 قوه جسم د لاندینی سطحې پر لور تر فشار لاندې نیسي او د F_2 قوه هغه، لاندې لوري ته کږوي.



شکل (1-2)

برعکس د F_3 او F_4 مساوي قوې چې د دوی د اغیزې کرښې په لور پرجسم عمل کوي، مساوي اغیزې پر جسم باندې وارده وي چې په پایله کې ویلای شو: که چیرې د یوې قوې د اغیز د نقطې موقعیت د هغې د اغیز پرکرښه بدلون وکړي، د قوې اغیز بدلون نه کوي.

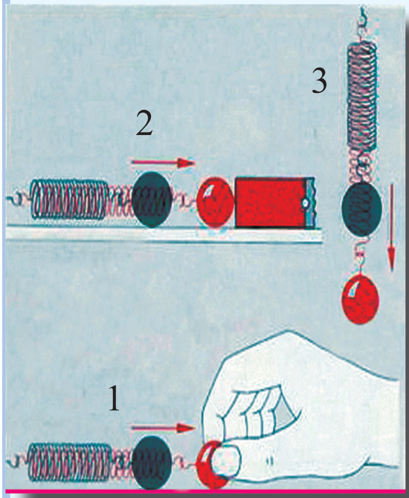
اوس د بېلابېلو قوو څو بېلګې تر څېړنې لاندې نیسو:

له قوو څخه یوه د عضلو قوه ده . ددې قوې په مرسته کولای شو د اجسامو سرعت کم یا زیات کړو او یا د هغوی شکل ته بدلون ورکړو. د عضلو قوه د فزیکي تجربو لپاره لږه مساعده ده، ځکه چې په سختۍ سره اندازه کیږي . لکه څنګه چې له پخوا څخه پوهیږئ، د وزن قوه له قوو څخه یوه بله ده چې په یوه ځای کې د جسم له کتلې او یا د هغه د مادې له اندازې سره چې په جسم کې شته، مستقیما متناسبه ده. د جسم د وزن قوه تل په عمودي توګه د ځمکې د ثقل په لوري عمل کوي. له یوه تار څخه په ګټې اخیستلو سره چې له یوه څرخ څخه تیر شوی دی، د وزن د قوې اغیزه پرته له دې چې په مقدار (اندازه) کې بدلون را منځ ته شي، کولای شو نورو لورو ته یې متوجه کړو.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 ښکاره 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 چیرې 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 (ګلولې) سره یوځای د (3حالت) د شکل په څېر و ځړوئ، څه بدلون به وګورئ؟

آیا بیا به هم فنر د غونډاري د وزن له امله وغځېږي؟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 اغېز 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 لوري 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:

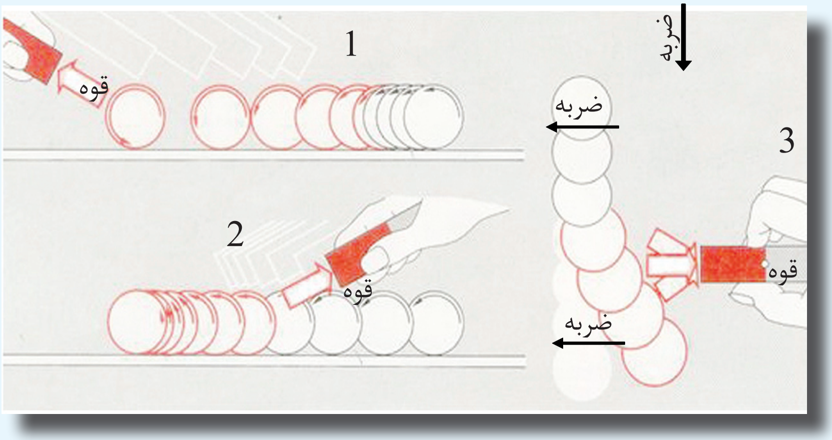
(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت

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

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

ګلولې د واردې ضربې له امله د میز 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 میز 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 درېیم 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 ډله ییز 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) ketabton.com: The Digital Library

c- قوه یو 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 یې وښیئ. له دې عمل څخه څه پایله ترلاسه کوئ؟
f- پر یوه جسم د یوې قوې د اغېز له امله، ممکنه ده چې د هغه جسم شکل بدلون وکړي. ایا په جسم باندې دا بدلون د یوه شکل په مرسته ښودلای شئ؟

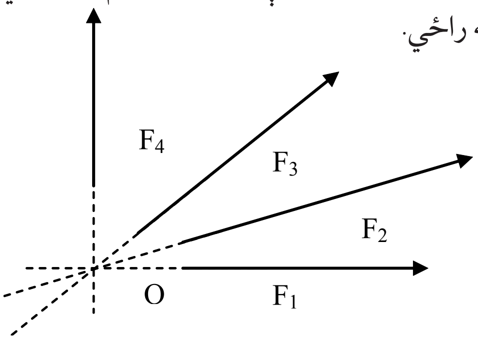
پوښتنې

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

1. د (SI) په نړیوال سیستم کې بنسټیز (اساسي) واحدونه کوم دي؟ بیان او تعریف یې کړئ.
2. د (SI) په نړیوال سیستم کې د قوې واحدڅه شی دی؟ تعریف یې 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 یې سره موازي نه وي او په یوه نقطه کې یو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه یادوي.
د بېلګې په توګه، په (5-1) 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 باندی 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.

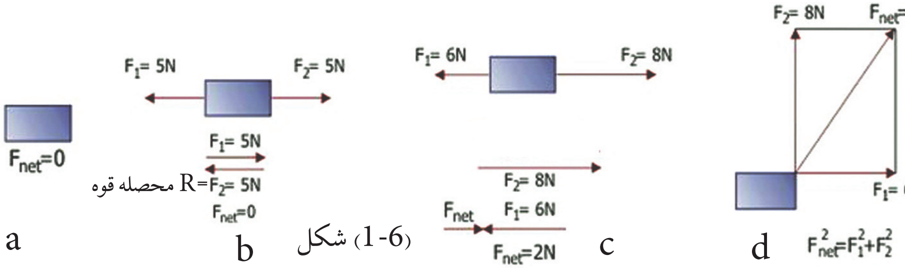


(5-1) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د قوو محصله

کله چې په یوه وخت کې پر یوه جسم له یوې څخه زیاتې قوې واردې شي، په دې حالت کې د قوو یو سیستم پر جسم عمل کوي چې د جسم د حرکت پر حالت اغېزه اچوي او پر یوه جسم د اغېز کوونکو ټولو قوو وکتوري مجموعه د محصله قوې په نامه یادېږي او هغه په R ښیي. پوهېږو چې قوې د وکتورونو د قوانینو پر بنسټ جمع کېږي (لاندې شکلونه دې وکتل شي) باید په یاد ولرو چې محصله قوه تل پر جسم د عمل کوونکو قوو له مجموعې سره معادله نه وي یعنې دا مجموعه په هر حالت کې د هغوی له محصله قوې سره نشو بدلولی، یوازې په هغه حالت کې داکارشونی دی چې قوې سره موازي وي.



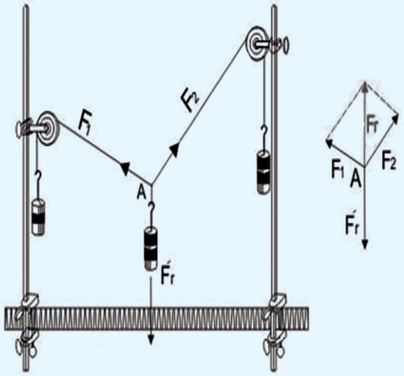
شکل (1-6)

د قوو محصله، د هغو قوو وکتوري مجموعه ده چې پر یوه جسم عمل کوي. باید ووېل 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 ښیو.

په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پیداکول:

د متلاقي قوو د محصلې د پیداکولو لپاره لاندې فعالیت تر سره کوو:

فعالیت



شکل (1-7)

په یوه تجربه کې له مخامخ شکل سره سم د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې په مایله 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، یوه ساده هندسي هماهنګي په لاس راځي.

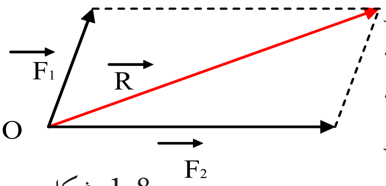
څرنګه چې د A نقطه د سکون په حالت کې ده، نو باید:

$\vec{Fr}$ چې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ محصله ده. د $\vec{Fr}$ له قوې سره مساوي، خو مخالف لوری 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 ځایه څخه لیدل کېږي چې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ وکتورونه یوه داسې متوازي الاضلاع جوړوي چې $\vec{Fr}$ یې وتردی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د پورتني فعاليت له پايلي څخه په ګټي اخيستلو، د دوو غير موازي قوو محصله چې په هندسي توګه د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په نامه نومول شوې ده، داسې بيانوو:

قاعده: د دوو نا موازي (متلاقي) قوو محصله چې تر يوې زاويې لاندې پر يوه جسم باندې اغيز کوي د هغې متوازي الاضلاع د وتر له مقدار او لوري څخه په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسميږي. که چيرې مونږ هغه زاويې ته چې د دې دوو قوو ترمنځ شتون لري، بدلون ورکړو، د محصله قوې کچه هم بدلون مومي، له دې وينا څخه يوه بله قاعده لاس ته راوړو او دا رنګه يې بيا نوو:

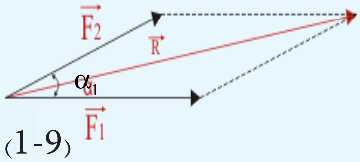


(1-8) شکل

قاعده: د محصله قوې مقدار نه يوازې د دوو قوو په مقدار پورې، بلکې د هغې زاويې په پراخوالي پورې هم اړه لري، کومه چې د دې دوو قوو داغيز د خطونو ترمنځ شتون لري. د محصله قوې د کچې اړيکه د هغې زاويې له پراخوالي سره چې د دوو قوو ترمنځ شتون لري، په لاندې فعاليت کې تشريح او کتلى شو.

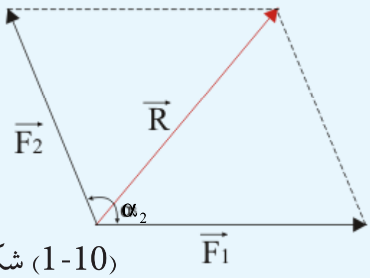
فعاليت

وړاندې وويل شول چې پر يوه جسم باندې د اغيز کوونکو دوو قوو د محصلې قوې کچه، نه يوازې د دوو قوو په مقدار پورې اړونده ده، بلکې د هغې زاويې پر پراخوالي پورې هم اړه لري چې د دوو قوو ترمنځ واقع ده. دا يوه قاعده ده چې موږ يې په دې فعاليت کې په ترسيمي ډول ثبوت او مشاهده کوو.

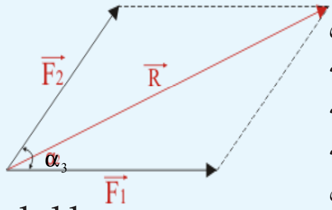


(1-9) شکل

په (1-9)، (1-10) او (1-11) شکلونوکې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې، په دريو حالتونو کې د α_1، α_2 او α_3 تر زاويو لاندې پر يو جسم باندې عمل کوي. د پورتنيو حالتونو د هر يوه حالت لپاره، په داسې حال کې چې قوې په مساوي اندازه دي او د منځ زاويې پراخوالي يې سره توپير کوي، يوه محصله قوه د متوازي الاضلاع د بشپړولو په طريقه 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 شريکه مبدا لري او لوري يې له مبدا څخه د انجام په لور دى. په شکلونو کې ګورئ چې د $\vec{R}$ د محصلې قوې کچه نظر هغه زاويې ته چې قوې يې په خپلو کې، توپير لري.لکه څنګه چې وينو، هر څومره چې د دوو قوو د وکتورونو ترمنځ زاويه کوچنۍ وي، محصله يې لويه او څومره چې د دوى ترمنځ زاويه لويه وي، محصله يې کوچنۍ وي. دا فعاليت دې هره ډله په جلا ډول ترسره کړي او دخپل کار پايلې دې خپلو ټولګيوالوته وړاندې کړي.

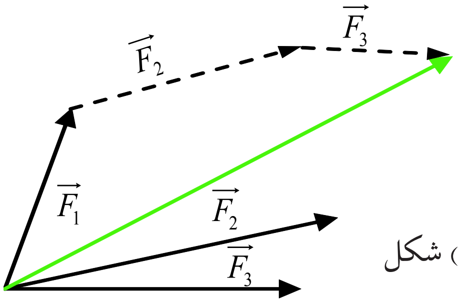


(1-10) شکل

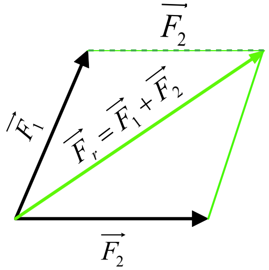


(1-11) شکل

باید ووایو 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 یې په یوه جسم عمل کړی دی، د وکتور قوو د انتقال له طریقې 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. بیا د دې خط پر مخ، یو قطعه خط چې د $\vec{F_2}$ قوې د وکتور له اوږدوالی سره مساوي وي، جلا او په نښه کوو او بیا وروسته د $\vec{F_2}$ له انجام څخه یو خط چې د $\vec{F_3}$ له قوې سره مساوي او موازي وي، 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.

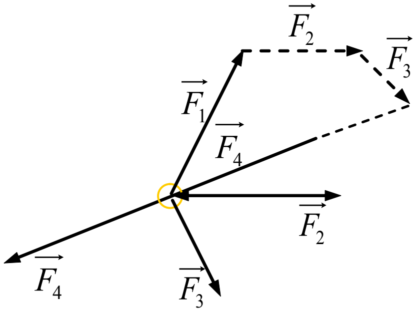


(1-13) شکل



(1-12) شکل

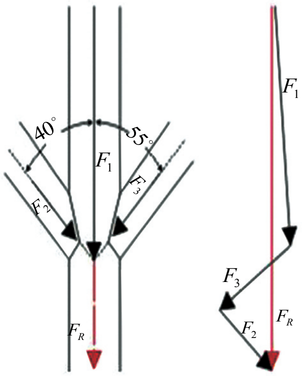
که چیرې یو جسم د تعادل په حال کې وي، د قوو محصله یې له صفر سره مساوي ده او د قوو د مضلع پایله یې یوه تړلې مضلع ده، د (1-14) شکل په تړلې مضلع کې د اخري قوې انجام د هغې قوې د اغیز له نقطې سره منطبق کیږي. یعنې: $R = o$ او یا $\sum F = o$



(1-14) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثال:



(1-15) شکل

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.

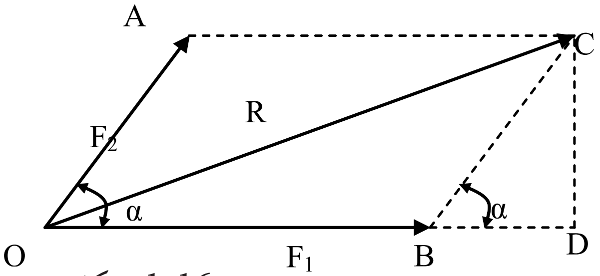
حل: تر ټولو د مخه د قوې لپاره د اوږدوالي يو مقياسي واحد ټاکو. د بيلګې په توګه: $1cm = 1000N$ قبلوو. وروسته د F_2, F_1 او F_3 قوې د قبول شوي مقياسي واحد پر بنسټ، د هغو د کچې او لورې په رعايتولو سره ، د قوو يوې مضلع ته لېږدوو. د قوو دمحصلې اوږدوالى د شکل له مخې له $5.3cm$ سره مساوي دي، نو د پورتني قبول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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 دBD^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 زاویې 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:

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

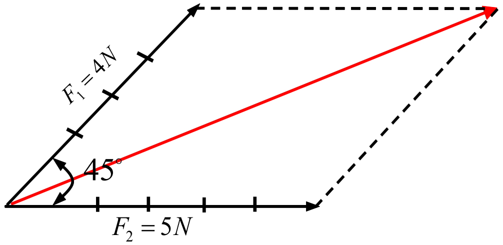
$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2(+1)}$$

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

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

$$R = F_1 + F_2$$

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



حل:

$\vec{F}_1 = 4N$

$\vec{F}_2 = 5N$

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

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

نو لرو چې:

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

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

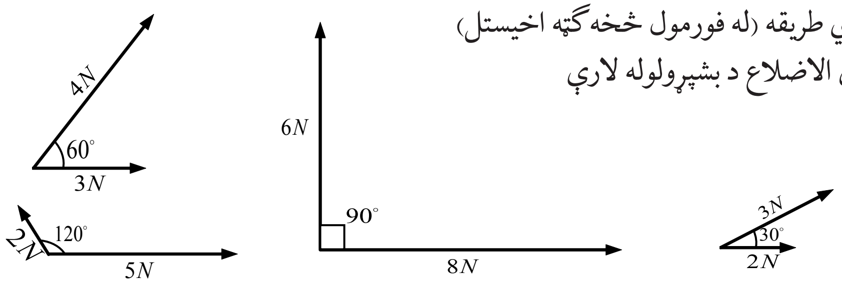
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

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

پوښتنه:

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

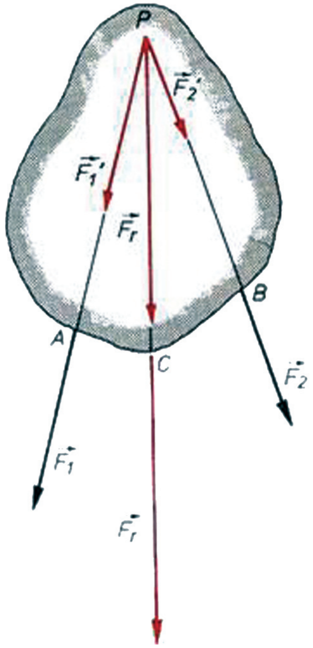
1. محاسبوي طریقه (له فورمول څخه ګټه اخیستل)
2. د متوازي الاضلاع د بشپړولو لارې



(c) ketabton.com: The Digital Library

هغه قوې چې د يوه جسم په مختلفو نقطو اغيزه کوي:

موږ په تېر لوست کې د متلاقي قوو اغيزه چې پر يوه جسم باندې په مختلفو وضيعتونوکې عمل کوي، مطالعه کړې. همدا رنګه مو په ترسيمي او محاسبوی لارو د محصلې له پيداکولو سره هم آشنايي ترلاسه کړه.



(1-17) شکل

يوبل حالت چې ډېر ځله په تخنيکي پېښوکې را منځ ته کېږي، هغه حالت دی چې که چيرې دوې قوې د يو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، څنګه کولای شو چې محصله يې په هندسي توګه لاس ته راوړو؟ په (1-17) شکل کې ليدل کېږي چې د $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ دوې قوې ديو جسم پر A او B نقطو عمل کوي.

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

کولای شو يوې قوې ته د هغې د اغيزې پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسې چې په مقدار او لوري کې يې هيڅ ډول بدلون رامنځ ته نشي . د همدې قاعدې په مرسته، د دواړو قوو د اغيزو خطونوته د P تر نقطې پورې امتداد ورکوو، ترڅو چې يو او بل قطع کړي. د P له نقطې څخه د هرې قوې د اغيز پر خطونو، له هغو سره مساوي قوې جلاکوو چې $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ دي. د محصله قوې د پيداکولو 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 اغيزې خط لرونکې ده او د محصلې د اغيز نقطه کولای شو په کيفي ډول د هغې د اغيز پر خط د بېلګې په ډول د C په نقطه کې وټاکو. لکه څنګه چې په شکل کې $\vec{F}_r$ محصله ښيي.

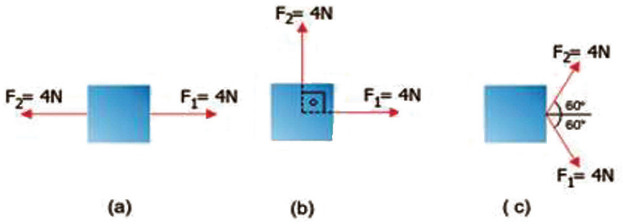
له دې عمليې څخه دا پايله هم لاس ته راځي چې د محصلې قوې اندازه او لوری به همدومره وای که چيرې پر يوه جسم د قوې اجزاوو (مرکبو) په عين نقطه کې اغيزه کړې وای.

(c) ketabton.com: The Digital Library

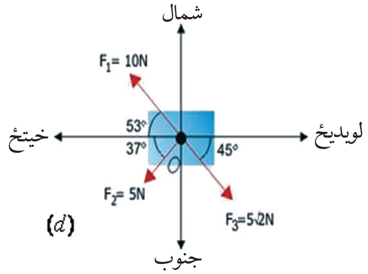
تمرینونه:

1. د قوو محصله څه شی ده؟ د یوې محصلی قوې د تشکیل لپاره لږترلږه د څو قوو شتون اړین دي؟ او د رياضي له نظره یې محصله څنګه په نښه کړې ده؟

2. د هغه شمېر قوو لویوالی او لوري چې پر یوه 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 د یاګرام کې درې قوې پر یوه جسم عمل کوي. هغه محصله قوه چې پرجسم وارديږي د متوازي الاضلاع په طريقې رسم کړئ.



1-3: د نقطه یي کتلې تعادل

مخکې له دې چې د تعادل په اړه وغږیږو، اړینه ده چې د نقطه یي کتلې په هکله لنډې څرګندونې وکړو. موږ له تېرو لوستونو څخه، د یوه 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 یې یوکیلوګرام کتله د یولیتر خالصو اوبو په $4^{\circ}C$ تودوخه کې قبوله کړې ده. یوه بله اصطلاح چې د فزیک د علم په ټاکلو برخو کې پکاریږي، 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 اخیستل کیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نقطوي کتله د يو ايډيال جسم له هغې کتلې څخه عبارت دی چې ګواکې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره ټول کاريدلي مواد، په يوه نقطه کې متمرکز يا را ټول شوي وي. له دې تعريف څخه معلوميږي چې نقطوي کتله واقعي شتون نه لري او يوازې د محاسبا تو د ترسره کولو او مسايلو د حل لپاره په فرضي توګه منل شوې ده، اوس نو دا پوښتنه را پيدا کيږي چې عملاً څنګه کولای شو، يوه نقطوي کتله مجسمه کړو او د نقطوي کتلې رول د فزيکي مسايلو (پرابلم) په حل کې څه دی؟ هر حقيقي جسم چې جسامت (لويوالی) او شکل يې، د يوې ميخانيکي مسئلې د مطالعې پر مهال رول و نه لري او له نظره د غورځيدو وړ وي، کيدای شي د يوه جسم يا نقطوي کتلې په توګه ومنل شي.

لاندې بيلګې موضوع ته لا روښانتيا بخښي:

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

2. د الوتلو د مدار د محاسبې لپاره ، کولای شو د تينس يو توپ (پنډوسکی) د يوې نقطوي کتلې په توګه ومنو.

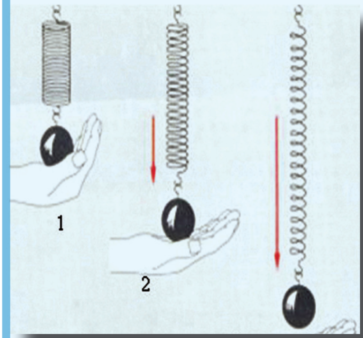
3. د هايدروجن د اتوم د ساده موډل، الکترون او پروتون کولای شو د نقطوي کتلو په توګه ومنو.

بايدووايو چې موږ په عملي ډول د نقطوي کتلو له سيستمونو سره سر او کار لرو چې هر سيستم د ګڼ شمير نقطوي کتلو لرونکي دي. د بيلګې په ډول: غازونه، مايعات، ارتجاعي (الاستيکي) اجسام، جامد اجسام، اتومونه، ماليکولونه، د سياراتو سيستم، دا ټول په ځانګړو او ټاکلو برخو کې د نقطوي کتلې په توګه منل کيدای شي.

د يوې قوې د اغيزې په وړاندې د يوه جسم د عکس العمل تعادل: موږ وړاندې له قوې او د هغې له اغيز و او ډولونو څخه وغږيدو او ومو ويل چې قوه هغه عامل دی چې کله پر يوه جسم اغيز وکړي، کولای شي، د يوه جسم د حرکت په حالت کې بدلون راولي او يا د جسم د شکل د بدلون لامل شي. موږ پر يوه جسم د قوې له اغيز و څخه خبرې وکړې، خو د قوې د اغيز په وړاندې مود جسم د عکس العمل په هکله تر اوسه څه نه دي ويلي. موږ تر دې مهال په دې اړه څه نه دي ويلي چې که چيرې يوه قوه پر يوجسم عمل وکړي، آيا جسم د نوموړي قوې د اغيز په وړاندې څه ډول غبرګون ښيي؟ او يا کله چې يو جسم د سکون په حالت کې وي، دا معنا لري چې هيڅ قوې پرې اغيزه نه ده کړې؟ تاسې پوهيږئ چې هر جسم وزن لري چې هغه يې د ثقل د قوې په نامه نوملی، بله پوښتنه داده چې آيا کولای شو د يوه جسم د وزن د قوې اغيز پر نوموړي جسم له منځه يو سو؟ د دې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعاليتونه ترسره کوو:

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 موقیعت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسیږي.

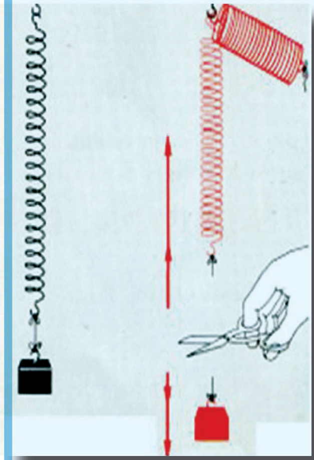
کله چې جسم د سکون حالت ته راځي،سمدستي تار د قیچي په مرسته د شکل په څېر قطع کوو. څه پېښیږي؟ د قوې دوې اغیزې لیدل کیږي.

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 ویې 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 ښیي. 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 ګرځېدو 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 بیرته 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

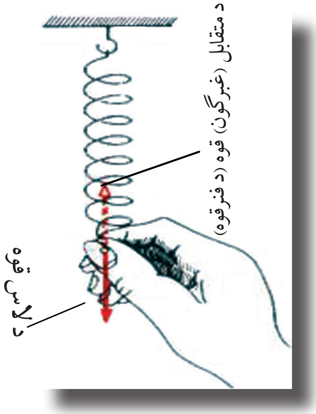
متقابله قوه

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 بېرته 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.

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 کېږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلې د فنرله متقابلې قوې سره خنثی کېږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمايش او په راتلونکې تجربې کې کولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس کړو.

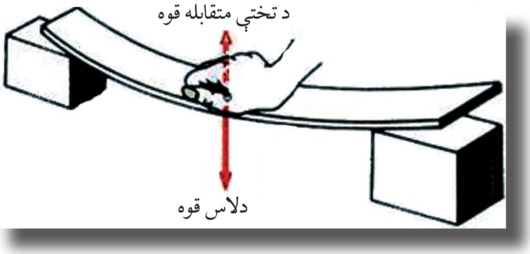
عامله قوه او متقابله قوه پخپلوکې سره مساوي دي، خو جهتونه يې مخالف دي. عامله قوه يا هغه قوه چې له بهره پر جسم وارده شوې، نور نشي کولای د اغيز لامل وګرځي. ځکه چې اغيز يې د متقابلې قوې چې د کلك او غښتلي جسم لخوا عمل کوي، خنثی او د هغې د تعادل سبب ګرځي.



(1-21) شکل

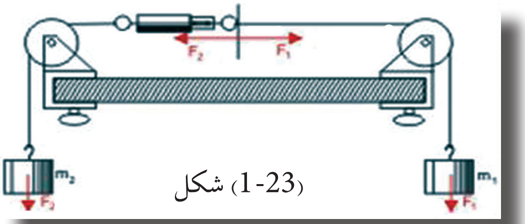
بحث وکړئ

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



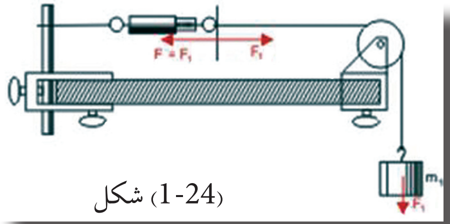
(1-22) شکل

متقابله قوه یا د مخالف عکس العمل قوه (Reaction force) تل د عمل له قوې (Action force) سره مساوي ده، خو په مخالف لورې. 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 ناشوني 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 ځړیدلو وزنو پرمټ



(1-24) شکل

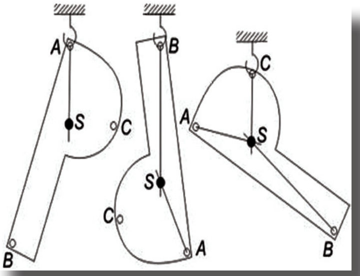
دویم حالت
پرتار د را ښکلو قوه د یو ځړیدلي وزن پر مټ

په لومړني حالت کې هم د عمل قوه او هم د عکس العمل قوه F_1 او F_2 دواړه د دووځړیدلو 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) ځړیدلي 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 لورې 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 اجسامو کې 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 دپیژندنې 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 (B،A 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.



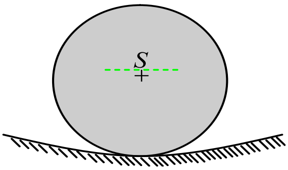
(1-25)شکل
د یو جسم دثقل د مرکز ټاکل

دا چې د ټول جسم د ثقل مجموعي اغېز 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 یادیږي. 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 پیژندل 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 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.

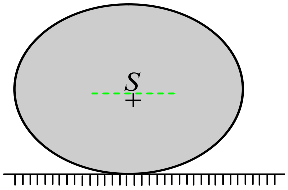
لومړی حالت: کله چې یو جسم د یوې قوې د اغیزې له امله د تعادل له حالت څخه خارج کړای شي او وروسته له دې چې د قوې د اغیز له قید څخه آزاد کړل شي، وکولای شي بېرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. یو مخروط چې پر خپلې قاعدې د ځمکې او یا د مېز پر مخ اېښودل شوی دی، یا یو کروي جسم چې د یو مقعر لوښي په منځ کې اېښودل شوی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



(1-26) شکل
پایښت لرونکي تعادل

(c) ketabton.com: The Digital Library

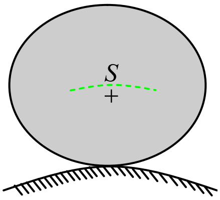
دويم حالت: په ټولو هغو حرکتونو کې چې د جسم د ثقل مرکز لوړوالی د حرکت په وخت کې د قاعدې له سطحې څخه بدلون ونکړي او جسم پخپل نوي موقعيت کې بياهم د تعادل په حالت کې راشي يعنې خپل د تعادل حالت وساتي (لکه يو پنډوسکی او يا مخروط چې په خپل يوه اړخ پر ميز کېښودل شي)، دغه ډول تعادل ته بې توپير يا (indifferent) تعادل وايي. د تعادل له دې ډول حالت څخه هغه مهال ګټه اخيستل کېږي چې د دې اړتياوي چې شيان متحرکه وي. لکه په ترانسپورتي وسايطو او يا په دوراني محورونوکې:



(1-27) شکل
بې تو پيره تعادل

دريم حالت: که چيرې جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې ځايه شي او ونشي کولای چې بېرته خپل لومړني حالت ته راوګرځي، دې تعادل ته بې ثباته تعادل وايي. د بېلګې په ډول: که چيرې يوه کوچنۍ کره د يوه جسم په ډېره لوړه نقطه او يا د محدبې سطحې په پورتنۍ برخه کې کېښودل شي او يا يو مخروط چې د رأس لخوا پر ځمکه تکيه شوې وي.

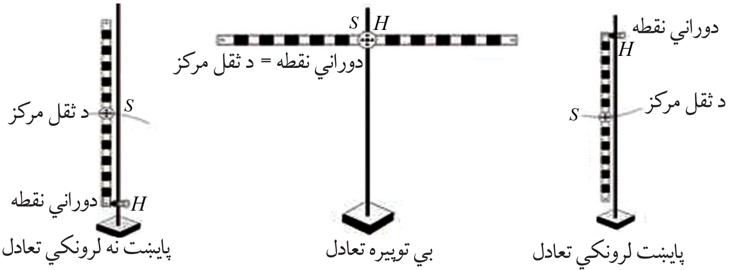
دغه جسمونه د (1-28) شکل په څېر له لږځه ټکان يا لړزې سره د تعادل له حالت څخه وزي، له همدې امله د تعادل ناپايداره حالت له تخنيکي اړخه د استعمال ځای نلري.



(1-28) شکل
پايښت نه لرونکي تعادل

پوښتنه:

يو خط کش د a، b او c په درو حالتونوکې ، د شکل په څېر له مختلفو نقطو څخه پر يوې پايې ځړول شوی دی، خط کش په پورتنيو وضعيتونوکې په پايدار، بې تو پيره او ناپايداره حالتونو کې ليدل کېږي. دهر يوه حالت ځانګړنې بيان کړئ.

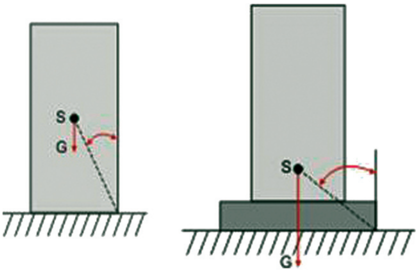


(c) ketabton.com: The Digital Library

ثابتوالی (پایښت)

هغه جسمونه چې د ثقل مرکزېي د هغو د اتکاله لاندینی سطحی 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، ځکه چې د چپه کېدو پر مهال یې د ثقل د مرکز موقعیت بدلون مومي او پورته ځي. په یوه جسم کې ثبات تل عین قیمت نلري، یو جسم (یو مکعب مستطیل) که پخپله لویه جانبې سطحه اتکا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکی دی، په داسې حال کې که په خپلې وړې جانبي سطحې اتکاولري، ثبات یې بل قیمت اخیستلای شي.

ځومره 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.



(1-29) شکل

1-4: د قوې مومنت (تورک)

موږ پوهیږو چې قوې، په مختلفو بڼوکولای 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 محصلي 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 پیداکېدو 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.

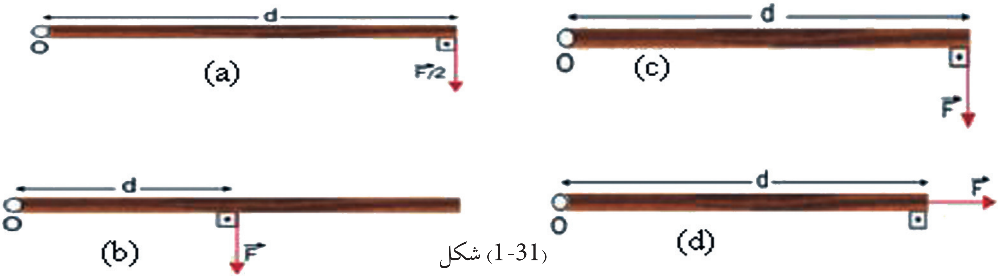
د لاندې بیلګې په وړاندې کولو سره د قوې د مومنت مفهوم په هکله نوره رڼا اچوو:

(c) ketabton.com: The Digital Library

(1-30) شكل د پيچ ټينګول د رنج په وسيله

ګرانه ده چې يو پيچ د لاس په مرسته ښه كلك كړو. په داسې حال كې چې كولاى شو هغه د يوه رېنچ په مرسته په آسانۍ سره كلك كړو. ددې لامل دادى چې رېنچ يو لويه دوراني اغيزه جوړوي.

هغه قوه چې يو جسم د يوې نقطې پرشاو خوا په څرخيدو راولي، دغه نقطه د دوران د نقطې په نامه ياديږي. په شكل كې رېنچ ، پيچ په دوران راولي. يوه قوه كولاى شي مختلف مومنتونه چې دقوې د اغيز نقطې په موقعيت اولوري پورې اړه لري، پر يوه جسم وارده كړي. موږ په لاندې شكل كې څلور حالتونه ليدلې شو. د دې څلورګونو حالتونو په هر يوه حالت كې ميله په ازاده توګه د (O) نقطې پر شاو خوا دوران كولاى شي. هغه مومنت چې د a په حالت عمل كوي، لوى دى له هغه مومنت څخه چې پر ميلې د b په حالت عمل كوي، په داسې حال كې چې په دوارو حالتونوكې د قوو كچه مساوي ده.



(1-31) شكل

د a او c په شكلونو كې چې قوې په همغه يوه نقطه كې عمل كوي ، څرنګه چې د قوو كچه يوله بلې سره توپير لري، د دوران هم يوه له بلې سره توپير لري. هغه مومنت چې پرجسم د d په حالت كې عمل كوي، مساوي له (0) سره دى ځكه چې په دې حالت كې قوه د صفر په فاصلې او زاويې پر جسم عمل كوي او د پايلې په توګه ويلى شو چې هغه اغيز يا مومنت چې قوه يې د دوران په پيښه كې توليدوي، په درو پارامترونو پورې اړه لري:

1. د قوې كچه

2. دقوې د اغيز دنقطې او دوران د محور ترمنځ واټن او يا هغه فاصله چې جسم يې پرشاو خوا څرخي او د d په توري ښودل شوې دي.

3. هغه زاويه چې د قوې د وكتور او هغه خط ترمنځ چې محور د قوې د اغيز له نقطې سره نښلوي، شتون لري(θ).

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 مومنت چې دا قوه يې توليدوي، اعظمي قيمت لرونکي وي چې دا مومنت په رياضي کې داسې افاده کوي:

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

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

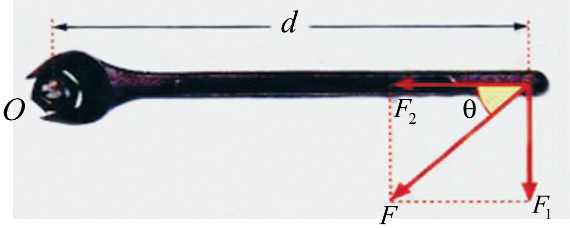
که چيرې قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوې د اغېز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، يعنې $(F // d)$ وي، په دی صورت کې هغه مومنت چې دا قوه يې توليدوي، مساوي له صفر سره ده، يعنې: $M = 0$

(1-33) شکل

په عمومي توګه يوه قوه تل په خپلو دوو مرکبو تجزيه کيدای 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 مومنت چې قوه يې توليد وي، اعظمي دی.



لکه څرنګه چې په (1-34) شکل ليدل کېږي، هغه مومنت چې د $\vec{F}$ قوې په واسطه توليديږي، له هغه مومنت 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: $M_2 = F_2 \cdot 0 = 0$ او $M = M_1 = F_1 \cdot d$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثال:

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

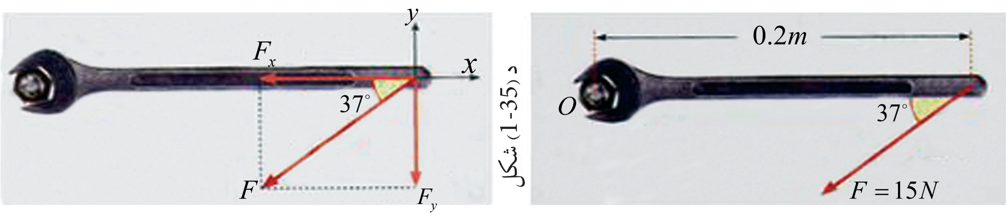
حل:

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:

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

$$M = F_y \cdot d$$

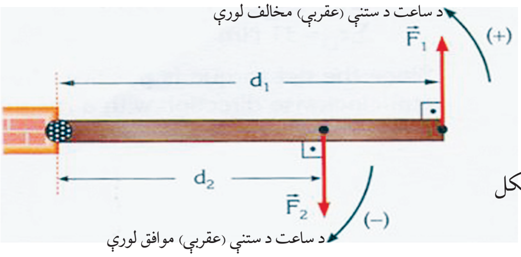
$$M = (9N)(0.2m) = 1.8Nm$$



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 وینو چې پر یوې دروازې یې عمل کړی او په مخالف لوري یې د دوران سبب کېږي. که چیرې 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 یې منځ ته راوړي. پر دروازې له محصله مومنت څخه عبارت دی چې داسې حسابیږي.

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

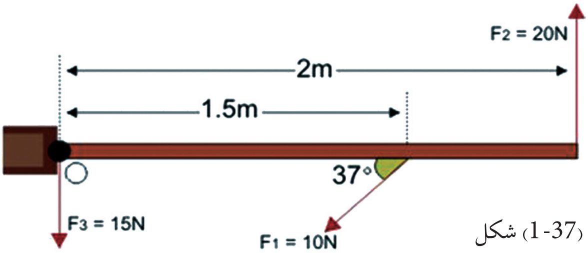
$$M = M_1 + M_2 = F_1 d_1 + (-F_2 d_2)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

اوس یو ساکن جسم په نظر کې نیسو:
که چېرې د محصلې مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پیل کوي او که چیرې پر جسم د محصلې مومنت منفي وي،جسم د منفي په لور په دوران پیل کوي،په ځانګړې حالت کې که چیرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، یعنې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې د ګرځیدو په لورکې مساوي د ساعت د ستنې له مخالف مومنت سره (د مقدار له نظره) وي، په هغه حالت کې جسم په دوران پیل نه کوي.

مثال:

د مقابل (1-37) شکل سره سم درې قوې پریوې دروازې عمل کوي:



شکل (1-37)

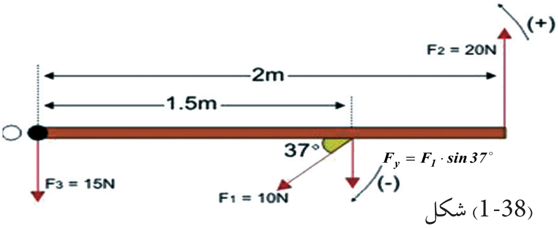
الف: د محصلې مومنت چې پر دروازې عمل کوي،پیداکړئ.
ب: د څلورمې قوې اصغري قیمت محاسبه کړئ چې وکولای شي، د دروازې له دوران څخه مخنیوی وکړي، لوری او د اغیزې نقطه یې مشخصه کړئ.

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

حل:

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

$$M_1 = -F_{1y}d_1 = -F_1 d_1 \cdot \sin\theta$$
$$M_1 = -(10N)(1.5m)0.6$$
$$M_1 = -9Nm$$
$$M_2 = F_2 \cdot d_2 = (20N)(2m) = 40Nm$$



شکل (1-38)

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

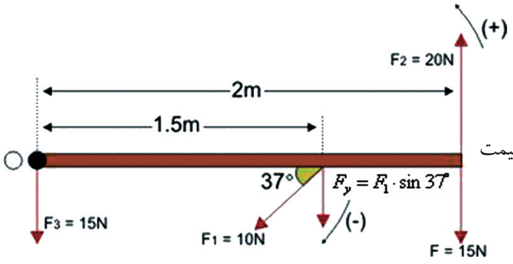
ب: ځرنګه چې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې مخالف دی او کچه یې 31Nm ده، دا وینا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي، باید د ساعت د ستنې له لورې سره موافق یو مومنت د 31Nm په کمیت پر هغې اغېز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولیدولای شي، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنې د دوو مترو په 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 لورې اغېز وکړي

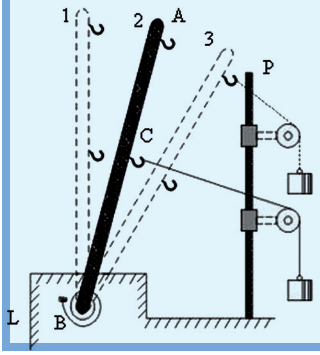


(1-39) شکل

تجربه:

د AB یوه فلزي میله داسې په نظر کې نیسو چې یو لورې یې د L د محور د B په نقطه کې د یو مارپیچ فنر په مرسته ترل شوې دی. په دې میله کې د تار په مرسته و صل شوې چنګکونه چمتو شوی دی 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 ښیي. 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

تجربه:

اوس داسې حالت په نظرکې نيسو لکله په (1-41) شکل کې چې ښودل شوی دی. په دې شکل کې وينو چې قوه په مايله توګه پر يوه خط اغيز کوي چې هغه خط، د اغيز نقط A د دوران له نقطې D سره وصلوي، په دې حالت کې قوه، نشي کولای چې خپل بشپړ اغيز څرګندکړي، ځکه چې د قوې د اغيز نقطه پر يوه د ايروي خط د دوران د نقطې پرشاو خوا حرکت کوي ، نو په دې حالت کې، يوازې د F_t د مماس مرکبه (تانجانتي) قوه، دوراني اغيز لري، او د F_r شعاعي مرکبه پر محور د راښکلو د يوې قوې اغيز لري او د قوې مومنت عبارت دی له: $F_t \times r$

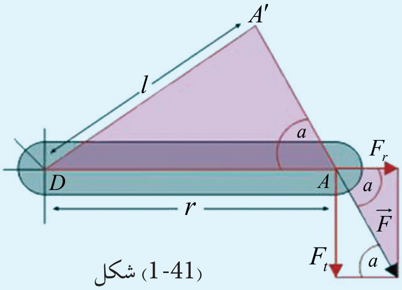
که چيرې قوې ته د هغې اغيزي خط په لور د A' تر نقطې پورې د موقعيت بدلون ورکړو چې پر DA' عمود واقع شي، نو په دې صورت کې يې د قوې مومنت د لاندې رابطې په واسطه افاده کيدلای شي: $M = F \cdot L$

په وروستی افاده کې (l) له هغه عمودي طول څخه عبارت دی چې د دوران له نقطې څخه د قوې د اغيز پر خط راکښل کيږي. څرنګه چې دواړه مومنتونه يوله بل سره مساوي دي او هم د دوو نبنه شوو مثلثونوله ورته والي څخه په لاس راځي چې:

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

که چيرې د دوران د مټ پرځای، د l عمود وکاروو، بياهم هغه تعريف چې د قوې د مومنت لپاره شوی و، په دې حالت کې هم په لاس راورو.

د قوې مټ (د دوران مټ)، د هغه عمودي خط له اوږدوالي څخه عبارت دی چې د دوران له مرکز څخه د قوې د اغيز پر خط راکښل کيږي. دا تعريف په ټولو حالتونوکې صدق کوي.



شکل (1-41)

د مومنت واحد

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

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

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

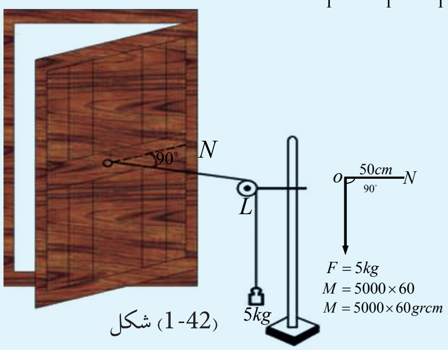
(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت:

ددې لپاره چې د قوې 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 یوڅه 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:

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

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 نژدې ده، نصبوو. په دې حالت کې بیاهم څرخ په داسې موقیعت 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.



شکل (1-42)

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:

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

دا کار د دریم ځل لپاره په همدې شرایطو تکرار وو او د O د نقطې موقیعت د دروازې له چپر اس سره ډېر نژدې ټاکو او تجربې ته په هغه پخوانۍ 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:

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

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 ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

1-5: موازي قوې

موږ په پخوانيو درسونو کې د متلاقي قوو په اړه خبرې وکړې او پوه شوو چې څه ډول کولای شو د دوو او يا له دوو څخه د زياتو قوو محصله چې پر يوه جسم يې اغېزه کړې وي او د اغيزې خطونه يې يو بل قطع کړي، حساب کړو.

په دې لوست کې به مطالعه کړو چې دوې موازي قوې پر يوه جسم څه ډول اغېز کوي او څنګه کولاې شو چې محصله يې پيداکړو، د دې موخې لپاره لاندې فعاليتونه تر سره کوو.

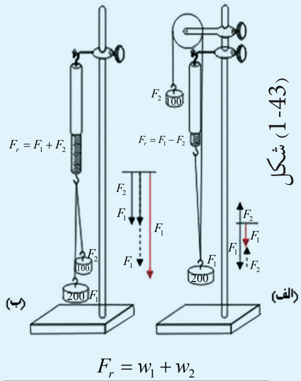
د الف فعاليت:

د F_1 او F_2 دوې قوې په موازي او يو د بل خلاف لورې، د قوې سنجوونکي پر يو چنګک د (1-43) شکل په څېر ځړوو. د قوې سنجوونکی اوږدوالی د F_r مجموعي قوې تر اغيزې لاندې اوږديږي او ښيي چې: $F_r = F_1 - F_2$

د ب فعاليت:

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

$$F_r = F_1 + F_2$$

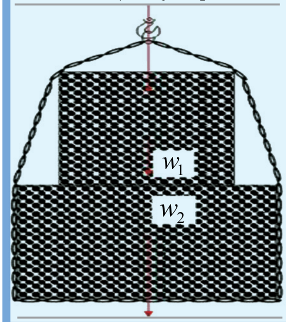


شکل (1-43)

د ج فعاليت:

دوه جسمونه چې د W_1, W_2 معلومو وزنونو لرونکي دي،د (1-44) شکل په څېر يو د بل له پاسه ږدو او دواړه ديو چنګک په مرسته په قوه سنجوونکي لورې ځړوو په قوه سنجوونکي کې د وزنونو د تعادل پر مهال، ليدل کېږي چې قوه سنجوونکی د دواړو جسمونو مجموعي وزن رانښيي يعنې:

$$F_r = W_1 + W_2$$



شکل (1-44)

د پورتنيو تجربو مشاهداتو له کتلو سره کيدای شي، دې پايلې ته ورسيږوچې کله چې موازي قوې د يوه جسم پر يوې نقطې عمل وکړي، که چيرې دا قوې يولوري (هم جهت) وي، محصله يې د نوموړو قوو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی. که چيرې قوې مخالف لوري ولري،محصله قوه يې د هغو د تفريق له حاصل څخه عبارت ده.

له پورتنيو جملو څخه کيدای شي داسې پايله ترلاسه کړو چې دوې قوې يې هغه مهال د تعادل په حالت کې را تلای شي چې محصله يې مساوي له صفر يعنې $\sum F = o$ سره شي، دا هغه مهال شوني ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي خو لوري يې سره مخالفې وي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نوموړ کولای شو د یوې قوې د اغېزې نقطه په کیفي ډول د نوموړې قوې د اغېزې پرخط ولېږدوو 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:

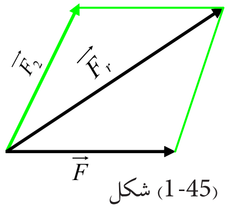
کله چې دوې قوې په همدې یوه نقطه یا په همدې یوه خط کې اغېز وکړي، هغه مهال د تعادل په حال کې را تلای شي چې کچې یې سره مساوي او لوري یې سره مخالفې وي.

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 هغوکچه 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:

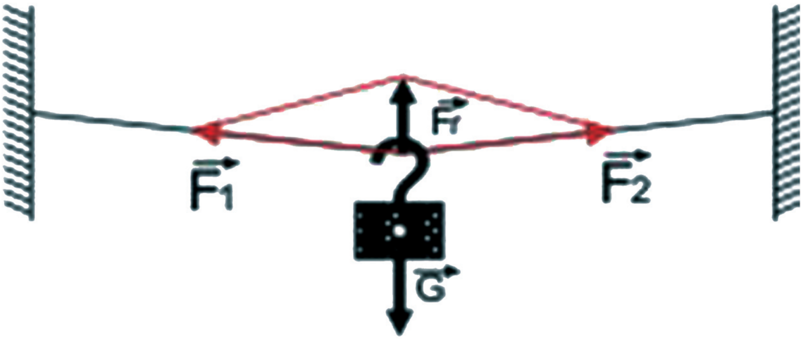
د محصله قوې له انجام څخه هغو خطونو ته موازي ګانې کښل کېږي چې د مرکبه قوو لوری ښیي، په پایله کې یوه متوازي الاضلاع منځ ته راځي چې ضلعې یې مرکبې قوې را ښیي، (1-45) شکل.



(1-45) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

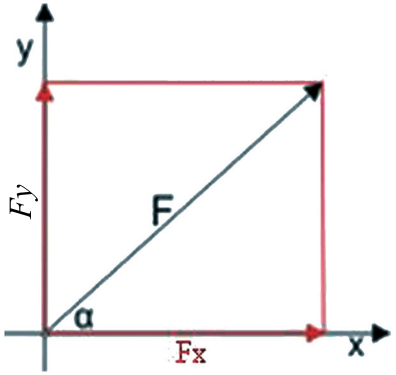
د قوو تجزیه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي د (46-1) شکل د قوې د تجزیې یو بل مثال په یوه پړي د یوه جسم ځړېدل راښیي او په یو واټ کې د برېښنا زینتي ګروپونه کولای شي د دې ډول یوه غوره بیلګه وي.



(46-1) شکل
د یوې قوې تجزیه د یوجسم په ځړېدلي حالت کې

د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

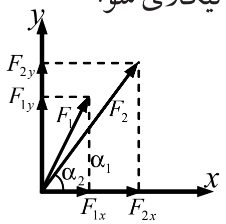
په محاسبوي طریقه د څو قوو د محصلې د لاس ته راوړلو لپاره ، لومړی ټولې قوې د قایم مختصاتو په یوسیستم کې د(x, y) په مرکبو تجزیه کوو، د بیلګې په ډول: د (47-1)شکل قوه را ښیي چې د $F_x = F\cos\hat{\alpha}$ او $F_y = F\sin\hat{\alpha}$ په مرکبو تجزیه شوي دي.



(47-1) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د پورتنی قاعدې پربنسټ د F_1 او F_2 قوې په نظر کې نیسو، مرکبې یې دا رنګه لیکلای شو:



شکل (1-48)
په قایمو مرکبو د F_1 او F_2 قوو تجزیه

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

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

$$F_{rx} = F_1x + F_2x + \dots \qquad F_{ry} = F_1y + F_2y + \dots$$

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

د قوو له مرکبو څخه په ګټې اخیستلو سره کولای شو، محصله قوه او هغه زاویه 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 باید له صفر سره مساوی وي، دا موضوع هغه وخت شوني ده چې د محصلې قوې، هره مرکبه له صفر سره مساوي شي یعنې:

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

باید پام وکړو چې د قوو د تجزیې اړوند د یوې مسئلې د حسابي حل لپاره ، هغه لارې چې تر ګټې اخیستلو لاندې نیول کېږي چې د وړکړل شوو کمیتونو پر بنسټ توپیرلري.
ډېر ځله کولای شو مطلوبې قوې د مثلثاتو له قاعدو څخه په ګټې اخیستلو د قوو د مضلع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې کولای شو د قوو د مضلع تشابه له یو معلوم مثلث سره او یا د قایم الزاویه شکلونو پر مهال د فیثاغورث له قانون څخه ګټه واخلو.

مثال:

1. د یوه سړک په ګولایي کې چې یو برېښنایي موټړ پرې حرکت کوي، درې هوایي کیبلونه د برېښنایي ګاډي د پاسني کیبل سره د نښلولو لپاره د یو عمارت د A په یوه 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.

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

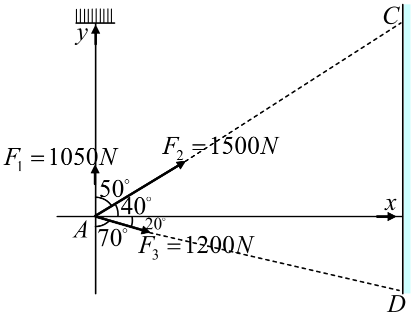
$$F_{1y}=F_1\sin 90^\circ=1050\times 1=1050N$$
$$F_{2y}=F_2\sin 40^\circ=1500\times 0.642=963N$$
$$F_{3y}=F_3\sin -20^\circ=1200\times -0.342=-410N$$
$$F_{ry}=1603N$$

ددي پربنسټ:

$$Fr=\sqrt{F_{rx}{}^2+F_{ry}{}^2}=\sqrt{2276^2+1604^2 N}$$
$$Fr=2786N$$

او:

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



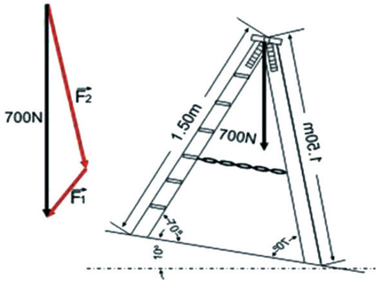
(1-49) شکل

دويم مثال:

د اوسپنيزو پښو يوه زينه د يوې ميلان لرونکې سطحې پر مخ ايښې ده. د يو تن د وزن قوه $W=700N$ چې د زينه پر يوې پورتنی 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 لاسته کېږي. د ساين له قاعدې څخه په ګټې اخيستلو ليکلای شو:



(1-50) شکل

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

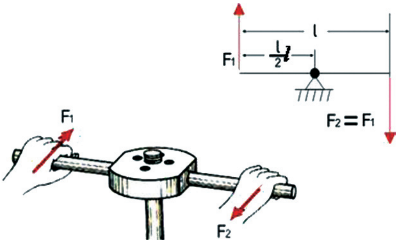
$$\Rightarrow F_1=\frac{700N\times\sin 10^\circ}{\sin 140^\circ}=\frac{700\times 0.1736}{0.6428}=\frac{121.52}{0.6428}=189N$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

1-6: د قوې زوج

هره قوه چې پر یوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران ورټیا 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 راوړي 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 وایي. 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.



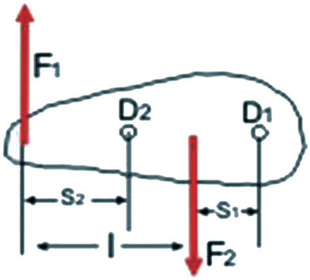
(1-51) شکل
جوړه قوې په یوه چوړې کښېي دستګاه کې

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 لرونکي دي.

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

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 ورانډې کېدای شي: $M = F_1(l + S_1) - F_2S_2 = F \cdot l$

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: $M = F_1S_2 + F_2(l - S_2) = F \cdot l$



(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:

$M = F_1(L + S_1) - F_2S_1$ د F_2 علامه ځکه منفی ده چې د D_1 چپې خواته او هم د F_1 مخالف دی

$$M = F_1L + F_1S_1 - F_2S_1$$

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

او کله چې د دوران نقطه D_2 وي لرو چې:

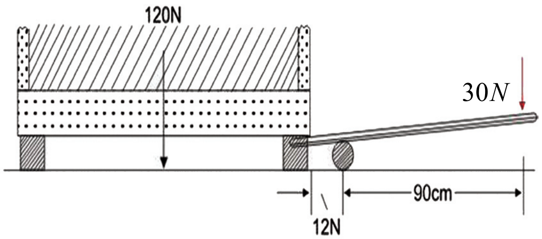
$$M = F_1 \cdot S_2 + F_2(L - S_2)$$

$$= F_1S_2 + F_2L - F_2S_2$$

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

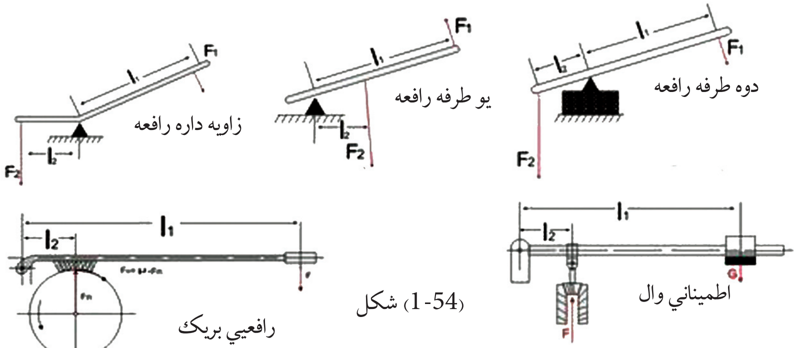
(c) ketabton.com: The Digital Library

د پورتنیو څرګندونو په مرسته، کولای شو مومنت داسې بیان کړو:
د قوې یو زوج پرته له دې چې د دوران د مرکز موقعیت (د دوران نقطه)یې په نظر کې ونیسو، تل د یو شان دوران مومنت لرونکی دی.
په تخنیک کې رافعې د قوی د زوج پر بنسټ کارکوي او معمولاًیې د یوې مستقیمې میلې یا یوې زاویه لرونکې میلې په توګه جوړوي.



شکل (1-53)

هغه رافعه چې د میلې په شکل ده،که چیرې د دوران مرکزیې د میلې په یو سر کې واقع وي، دې میلې ته یوارخیزه رافعه وایې او که چیرې د دوران مرکز په انجامونو کې واقع نه وي، دا رافعه د دوه اړخیزې رافعې په نامه یادیږي او همدارنګه هغه رافعه چې دیوې زاویې شکل لري،هغه د زاویه لرونکې رافعې په نامه یادوي. په (1-54) شکلونوکې تا سو د رافعو مختلف ډولونه کتلې شئ.



شکل (1-54)

د رافعې قانون موږ ته دا آسانتیا راکوي چې د رافعې په یوه اړخ یا لوري کې د لږې کچې قوې په کارولوسره چې پر یو اوږد مټ اغیز کوي، د رافعې په بل اړخ کې له یولنډ مټ سره په لویه کچه یوه قوه لاس ته راوړو. له همدې کبله دی چې رافعې په ورځني ژوندانه او تخنیک کې د کارولوګڼ او ډېر ځایونه لري. یعنې د رافعې په یو اړخ کې د کمې کچې قوه کاروو او په هغه بل اړخ کې د ډېرې کچې قوه لاس ته راوړو، یعنې په قوه کې ګټه کوو. په همدې ډول د رافعې په استعمال سره، کولی شو په واټن کې هم ګټه وکړو چې که چیرې د رافعې په یوه اړخ کې یوه قوه د لنډ مټ سره عمل وکړي، د رافعې په هغه بل اړخ کې چې کومه قوه عمل کوي، د یو اوږد مټ لرونکې ده. د انسان لاس او د ټایپ ماشین د دې بحث نور اړوند مثالونه کیدای شي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 مومنتونو مجموعه هم له صفر سره مساوي شي، که چېرې دا شرط پلې نشي، د محصلې مومنت، 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 مومنتونو مجموعه په یوه جسم کې د دوران د یوې کیفي نقطې پرشاوخوا مساوي له صفر سره وي. په ډېرو مسایلو او حالاتوکې 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:

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

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

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

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

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

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:

(c) ketabton.com: The Digital Library

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:

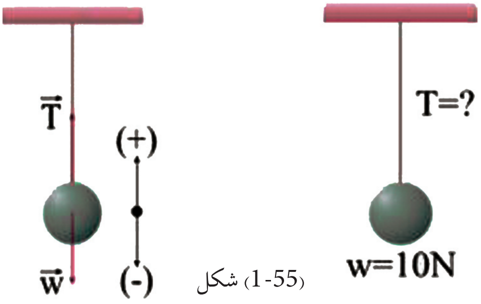
يعني: $\vec{R}=0$ يا $\sum F=0$

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

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

مثال:

د برېښنا يوګروپ 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

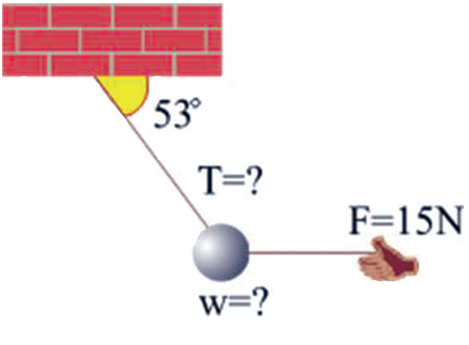
حل:

ځرنګه چې جسم د سکون په حال کې دی، نو عاملې قوې يرې 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 توګه يې عمل کړی او د شکل په ځېر يې جسم په تعادل کې ساتلې، راکښل کېږي د راکښلو قوه چې پر تارعمل کوي محاسبه اوهم د جسم وزن په لاس راوړئ په داسې حال کې چې $\sin 53^\circ=0.8$ او $\cos 53^\circ=0.6$ دی.



(1-56) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل:

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

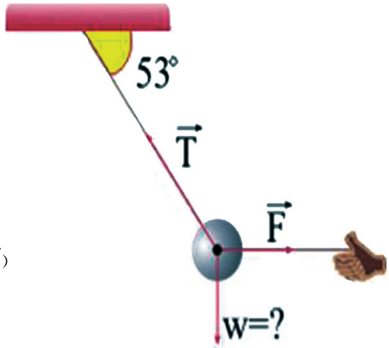
۱- د جسم د وزن قوه W، ۲- وارده قوه F چې پرجسم اغېزکوي ۳- د راکښلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړی دا درې قوې د قايمو مختصاتوسيستم ته انتقالوو. بيا د تعادل لومړنی شرط د X او Y په دواړو محورونوکې پر جسم تطبيقوو.

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

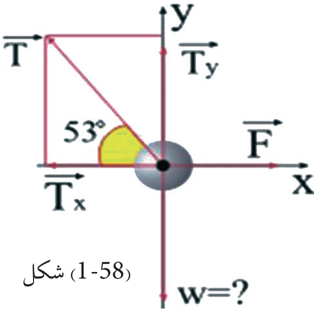
$$\sum F_x = 0$$

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

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



(1-57) شکل



(1-58) شکل

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

$$\sum F_r = 0$$

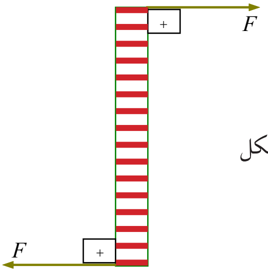
$$T_r - W = 0 \;\Rightarrow\; T_r = W$$

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

$$W = 20N$$

د تعادل دويم شرط:

يو جسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط يې بشپړ کړی دی، له دې سره سره بيا 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 ځايه ويلای شو: د هغه جسم لپاره چې د تعادل په حالت کې واقع وي، يوبل شرط ته هم اړتيا ده.



(1-59) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

نو دويم شرط د دې لپاره چې يوجسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې بايد د مومنتونو محصله (دتورکونو مجموعه) چې پرجسم اغيز کوي، مساوي له صفر سره وي. يعنې: $\sum M = 0$

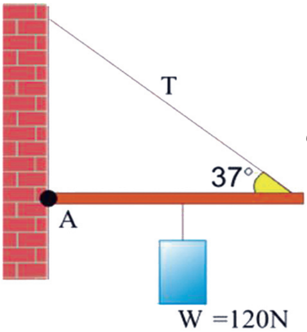
که چيرې د (n) په شمېر، قوې پرجسم مومنت توليد کړي، نو:

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

که چيرې $\sum F = 0$ خو $\sum M \neq 0$ وي. په دې ځای کې جسم د انتقالي تعادل په حالت کې دی، په دې حال کې جسم تعجيل نه اخلي، بلکې په دوران پيل کوي. که $\sum F \neq 0$ خو $\sum M = 0$ وي. جسم د دوراني تعادل په حالت کې دی، يعنې دا چې جسم په دوران پيل نه کوي، خو تعجيل لري.

مثال:

د يو لرگي د ډېر سپک لاستي چې فرض کوو هيڅ وزن نلري، يو سر د A په نقطه او بل سر يې د يوې رسۍ په مرسته له يوه ديوال سره ترل شوی دی. يو جسم د شکل په څېر د $120N$ په وزن د لاستي له منځنۍ نقطې څخه ځړول شوی دی.



1. د T د راکښلو قوه په رسۍ کې پيداکړئ.
2. د R عکس العمل قوه چې ديوال يې 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 شوي دي. Rx او Ry د هغو قوو مرکبې دي چې ديوال يې د لرگي په لاستي واردوي. هغه مومنتونه (تورکونه) چې Rx او Ry يې 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 دويم شرط له تطبيق سره لرو چې:

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

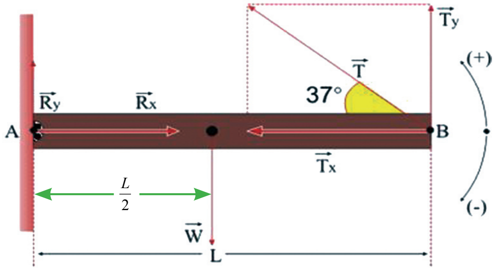
$$Ty \times L - w(L/2) = 0$$

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

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

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

$$T = 100N$$



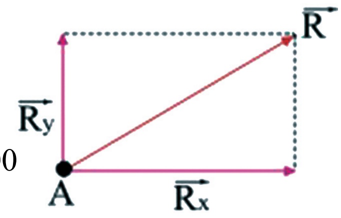
(1-61) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 کیږي:



(1-62) شکل

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

د مومنت له فارمول څخه بل تعبیر (خرګندونه)

موږ لرو چې $M = F.d \sin\theta$

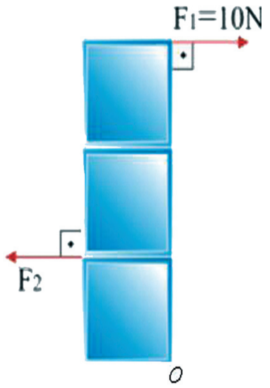
پورتنی افاده دا رنګه هم لیکلای شو $M = F(d.\sin\theta)$

پورتنی افاده کې $(d.\sin\theta)$، د دوران د نقطې او د قوې د اغیز 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

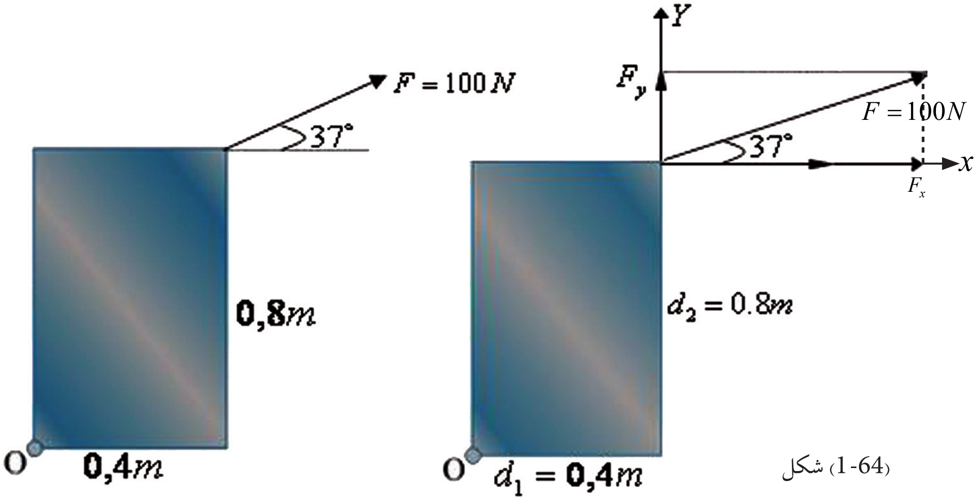
$$\sum M = 0$$
$$F_2 d_2 - F_1 d_1 = 0$$
$$F_2(1m) - (10N)(3m) = 0$$
$$F_2 = 30N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 اخیستل 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:

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

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

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

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

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

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

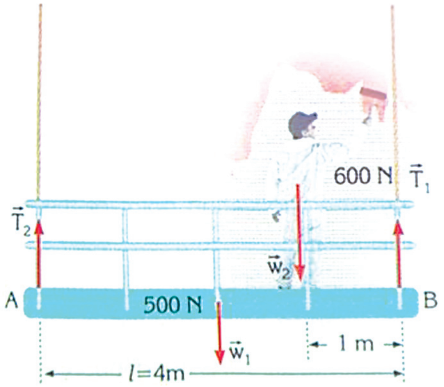
(c) ketabton.com: The Digital Library

د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل

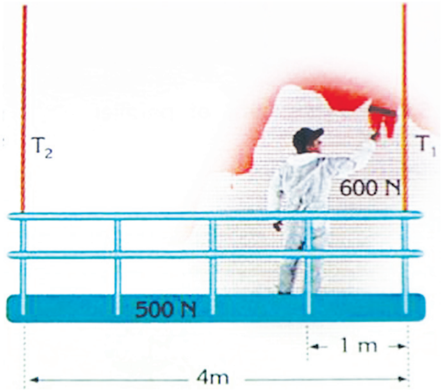
کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړي جسم مجموعي مومنت، پرته له دې چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوي دی، نو د دوران دنقطې موقعیت، په هر ځای کې چې د پرابلم (اوستونزو) د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کېدای شي.

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).



(1-66) شکل



(1-65) شکل

حل:

لومړی د هغو قوو سکیج چې په سیستم کې عمل کوي رسموو.

څرنګه 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

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

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

$$T_1 = 700N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

او یا

همدارنگه $\sum M_B = 0$

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

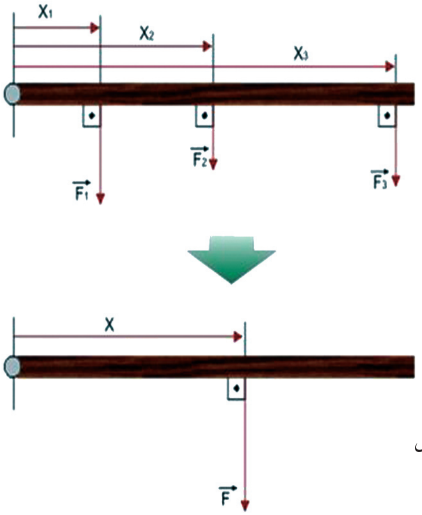
$$4T_2 = 600 \times 1 + 500 \times 2$$

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

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.



شکل (1-67)

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:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

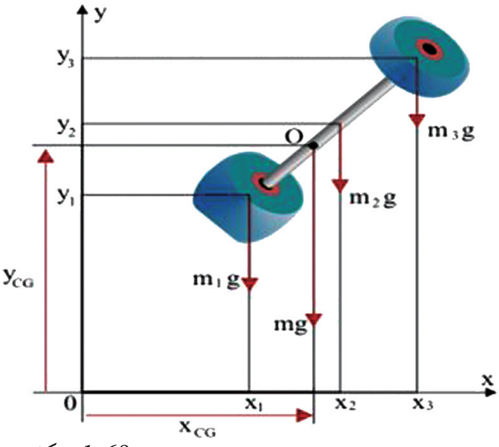
$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot X = F_1X_1 + F_2X_2 + F_3X_3$$

$$X = (F_1X_1 + F_2X_2 + F_3X_3) / F_1 + F_2 + F_3$$

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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د دي قوو محصله د جسم وزن تشکيلوي او د دي قوو د اغيز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه يادوي او په CG يې ښيي. د وزن يوه ميله په دواړو سرونو کې له دوو مختلفو وزنونو سره، د قايمو مختصاتو په سيستم کې داسې په نظرکې نيسو چې ګواکې له درې برخو، يعني په دوو انجامونو کې له دوو وزنونو اويوې ميلې څخه جوړ شوی وي. د دې هرې يوې برخې وزن عبارت دی له: m_1g, m_2g او m_3g د ميلې مجموعي وزن عبارت دی له: $mg = m_1g + m_2g + m_3g$



شکل (1-68)

د O نقطه د mg قوې د اغيز نقطه ده.

د مومنت معادله په دې ډول ليکلای 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 ترتيبولای 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:

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

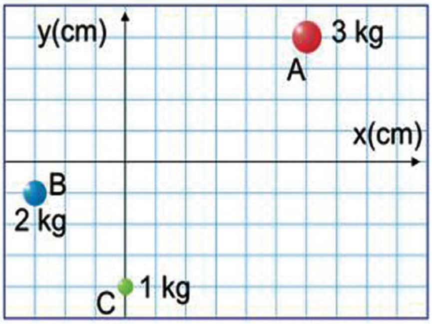
د y محور لپاره لرو چې :

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

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

هغه نقطه چې فرض کيږي 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 يوه محيط کې چې د ثقل ساحه متجانسه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا يوه نقطه وي او په هغه محيط کې چې ثقل يا (جاذبه) نه وي، په هغه ځای کې وزن نشته او يوازې کتله شتون لري.

(c) ketabton.com: The Digital Library



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.

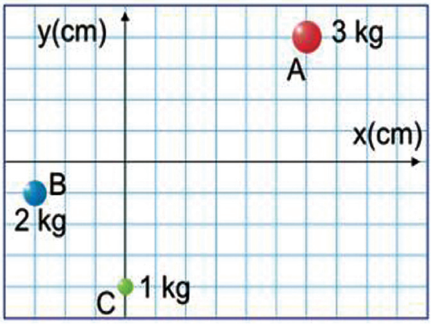
(1-69) شکل

حل: دکتلو 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) دکتلوي 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:

(c) ketabton.com: The Digital Library

د لومړي څپرکي لنډيز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې د شکل او یا حالت د بدلون سبب ګرځي او په نړیوال SI سیستم کې يې بنسټيز واحدونه داين اونيوټن دي.
- كله 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 يې کتله د یو آیدیال یا 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 پیداکولو 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 محورونو 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 یا 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 یا 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: $\sum M = 0$

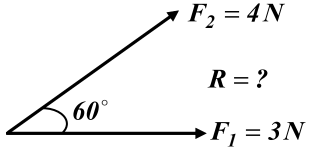
- د قوې دوراني اغيزې ته مومنت (ترک) وايي چې مورږ يې په M ښيو او د يوناني تورو په (τ) هم ښودل شوی دی چې: $M = F \cdot d \sin\hat{\theta}$
- مومنت د ساعت د ستنې په لوري اويا دهغې په مخالف لوري عمل کولای شي.
- يوجسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط يې بشپړ کړی دی، له دې سره بیاهم کولای شي د تعادل په حالت 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:

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

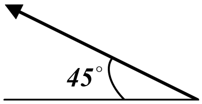
(c) ketabton.com: The Digital Library

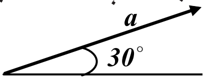
د لومړي څپرکي پوښتنې

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 درېو 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 چیرې 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 عمودې 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 د $45m$ د شمال په لور ځي، 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 سیستم کې وښیئ.

17. یوه لاری پر یوې غونډۍ چې 15° ځوړوالی لري، حرکت کوي،که چیرې لاری $22\frac{m}{s}$ ثابت سرعت ولري، د لاری 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.

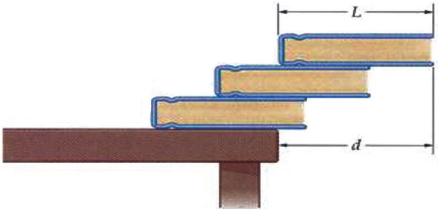
19. یوه الوتکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی $75Km$ واټن له 30° زاویې سره دشمال لویدیځ په لور او دویم واټن $155Km$ له 60° زاویې سره د شمال ختیځ په لور الوتنه کوي. دالوتکې په واسطه ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

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.

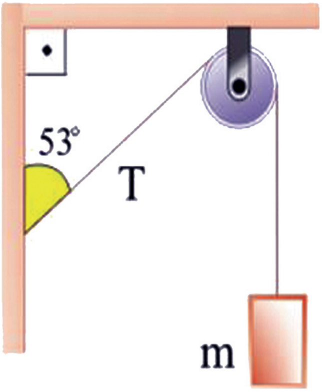
b- یوه ساحلي څپه نسبت اوبو ته د یوې بلې څپې په لور چې په $6\,m/s$ سرعت حرکت کوي، مخ په وړاندې ځي.

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.



(c) ketabton.com: The Digital Library

22. يوه متجانسه ميله د $4.25m$ په اوږدوالي او $47Kg$ کتلې سره چې له يوه محور سره يې يو سر پر ديوال ايښې دی، په افقي توګه د يوه سيم په مرسته له بل سر سره تړل شوې ده.سيم له افق سره 30° زاويه جوړوي او سيده د ميلې پر محور نصب شوی دی. که چېرې سيم وکولای شي د راکښلو $1400N$ قوې په وړاندې مخکې له دې چې وشليږي، مقاومت وکړي. له ديوال څخه په څومره واټن يوتن له $68Kg$ کتلې سره پر ميله باندې کيناستلای شي، ترڅو سيم وشکيږي؟



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

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

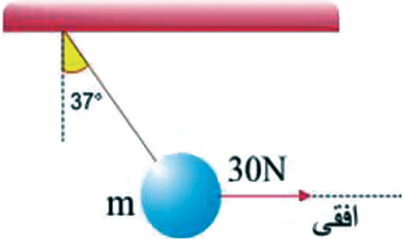
$\sin 53^\circ = 0,8 \qquad \cos 53^\circ = 0,6$

$g = 10N/kg$

24. يو 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:

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

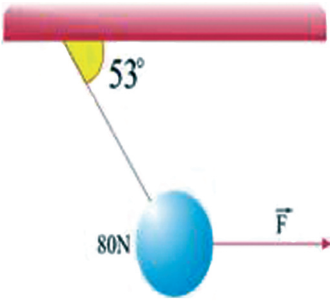
$g = 10N/kg$



25. لکه څنګه چې په شکل کې وينئ، يو جسم له 80N وزن سره د يوې رسۍ په مرسته ځوړل شوی او د يوې افقي قوې F په واسطه راکښل کيږي.

a - په رسۍ کې د راکښلو قوه پيداکړئ.

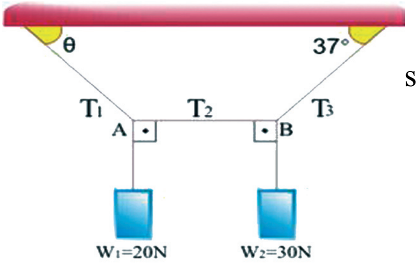
b - د F قوه محاسبه کړئ.



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

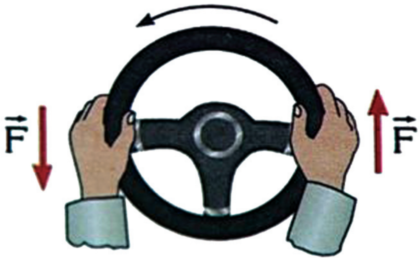
(c) ketabton.com: The Digital Library

26. هغه سیستم چې تاسو يې په شکل کې گورئ، دوه جسمونه پکې 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 همدارنگه د θ زاويې قيمت پيداکړئ.

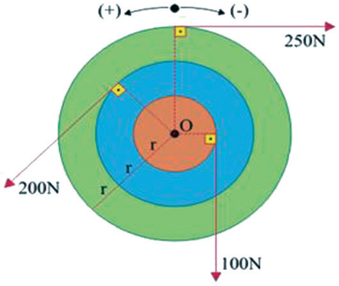


$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6 \qquad \sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$

27. يو ډريور د F يوه قوه، لکه چې په شکل کې يې وينئ، د خپلو لاسونو په مرسته دگاډي په شترنگ واردوي، که چیرې د اشترنگ ځرخ د d شعاع ولري، پيداکړئ:
a- محصله قوه
b- د محصلې مومنت چې د شترنگ پر ځرخ عمل کوي.

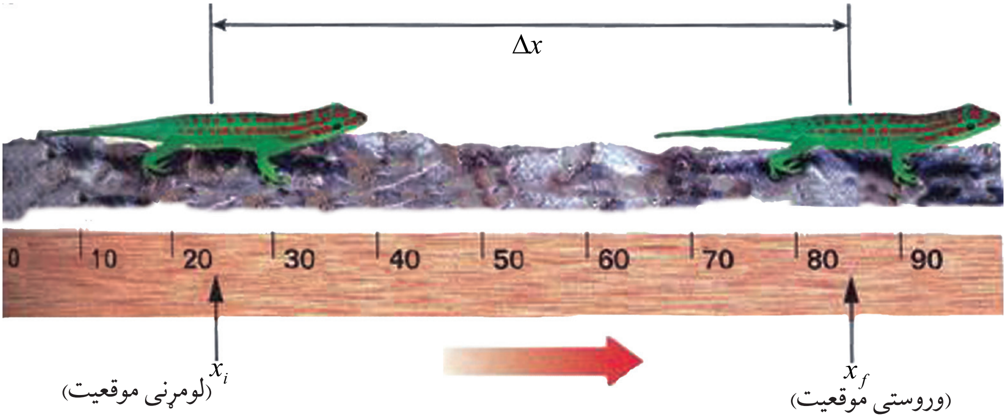


28. درې ټيکلي (ډسکونه)، لومړنی د r په شعاع، دويم د $2r$ په شعاع او دريم يې د $3r$ په شعاع يوله بله سره داسې ترل شوي دي چې ټول يې د O نقطې په شاوخوا د $200N, 100N$ او $250N$ قوو په اغېز کولو سره دوران کوي.
که چیرې شعاع $r = 0.1m$ وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سيستم باندې عمل کوي، پيداکړئ.



(c) ketabton.com: The Digital Library

يو 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 يا 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 بايد ګټه واخلو؟ لکه څنګه چې پوهيږئ، ډيناميک چې دميخانيک يوه برخه جوړوي، د اجسامو حرکت او د حرکت اړيکې له يو شمېر فزيکي مفاهيمو لکه قوه او کتله ترمطالعې لاندې نيسي.

مونږ په دې څپرکي کې د اجسامو حرکت د موقعيت (مکان) او زمان د مفاهيمو څخه په ګټې اخيستلو، پرته له دې چې پر اجسامو وارده قوې په نظر کې ونيول شي، مطالعه کوو چې د ميخانيک فزيک دا برخه د سينماتيک په نامه يادوي.

تاسو به د دې څپرکي په پای کې د حرکتونو د ډولونو په هکله ډېر څه زده کړئ، آيا د دې ډول حرکتونو بشپړ تصوير به په خپلو ذهنونو کې تر سيم کولای شئ؟ دې ډول پوښتنو ته چې د يوه مستقيم خط په امتداد حرکت څه شی دی؟ د يو متحرک جسم موقعيت او بدلون مکان څه شی دی؟ او د دې په څېر نورو پوښتنو ته به ځوابونه ووایاست.

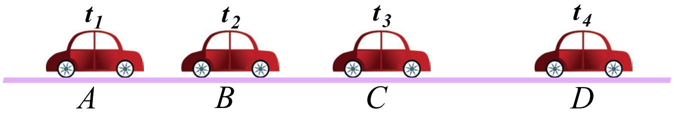
همدا رنګه د دې څپرکي په پای کې به د سينماتيک منځنی سرعت او په يو بعدي حرکت کې دهغه اړيکې، د موقعيت د موقعيت بدلون او د حرکت معادلو اصطلاحګانو تشريح او د $(X-t)$ او $(V-t)$ ګرافونو تحليل، د لحظه يي سرعت تعريف او تشريح ، منځنی تعجيل او لحظه يي تعجيل او د هغو د معادلو په لاس راوړل، له ثابت تعجيل سره د يو بعدي حرکت تشريح، د حرکت د معادلو لاس ته راوړل او د جسمونو د آزاد سقوط تحليل او څېړنه د ثابت تعجيل حرکت د يوې بيلګې په توګه او ځينو نورو مفاهيمو سره بلدتيا لاسته راوړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 متحرك 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.



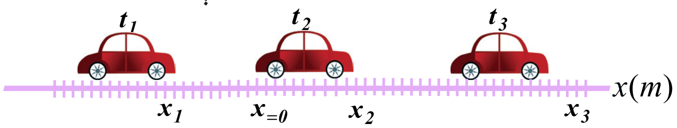
(2-1) شکل،
د مستقیم خط په امتداد حرکت

د یومستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چېرې 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 متحرك په نظرکې ونیسئ چې په یو مستقیم سړك 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 چېرې د وضعیه کمیتونو د مختصاتو یو محور (OX او یا OY) د حرکت د مسیر په توګه په پام کې ونیسئ، کولای شئ د متحرك جسم موقعیت په هره لحظه کې د هغه د مختصې په مرسته (مثلاً د X مختصه) چې کېدای شي مثبت او یا منفي عدد وي، تشخیص کړئ. د (2-2) په شکل کې د حرکت مسیر او د متحرك موقعیت د t_1, t_2 او t_3 په لحظوکې ښودل شویدی.



(2-2) شکل

لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کیږي، t_1, t_2 او t_3 په لحظوکې د متحرك 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 څېړلی 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:

(c) ketabton.com: The Digital Library

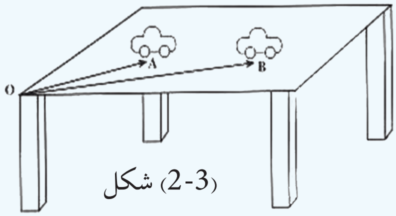
فعالیت:

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

کړنلاره:

1 – موټر د مېز پرمخ په یو ټاکلي موقعیت کې کېږدئ 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 (لومړنی مبدأ)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OB په وکتوریې وښیئ.



شکل (2-3)

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.

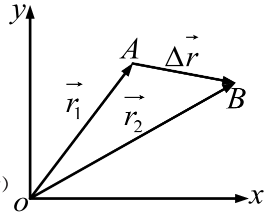
نو د موټر موقعیت په دواړو مرحلوکې یوشی نه دی.

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.

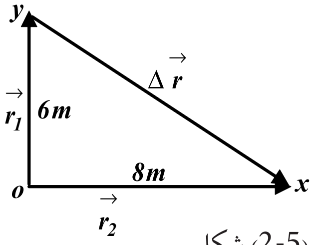
له پخوا څخه پوهیږو چې په لاندې شکل کې د $\overrightarrow{AB}$ وکتور، د $\overrightarrow{OB}$ او $\overrightarrow{OA}$ دوو وکتورونو له تفاضل څخه عبارت دی یعنې: $\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$



شکل (2-4)

(c) ketabton.com: The Digital Library

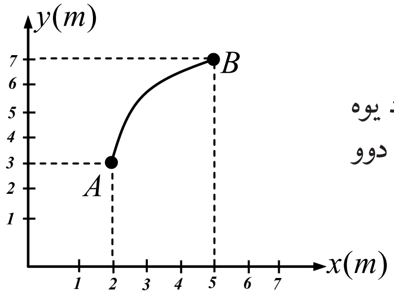
مثال: د یوه متحرك موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې په ترتیب سره r_1 او r_2 دی. که چیرې د هر وکتور اندازه په ترتیب سره $6m$ او $8m$ او د هغو ترمنځ زاویه $90°$ وي، د مکان بدلون اندازه د دې دوولحظو ترمنځ څومره ده؟



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:

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



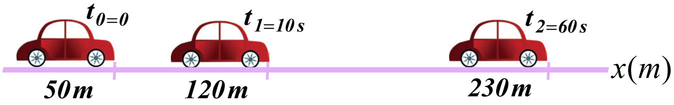
تمرین: په لاندې شکل کې د یوه متحرك مسیر د AB د یوه منحنی پر مخ ښودل شوی دی. د مکان بدلون وکتور د A او B دوو نقطو ترمنځ رسم کړئ اوقیمت یې لاس ته راوړئ.

2-3: منځنی (متوسط) سرعت

لکه څنګه چې د نهم ټولګي 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، دمنځني سرعت له اصطلاح څخه ګټه اخلو.

د منځني 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 منځنۍ 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب). په هر ټاکلي وخت باندې د هغو د اړوندې وهل شوي 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:

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

چې د SI په سيستم کې د منځني 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)

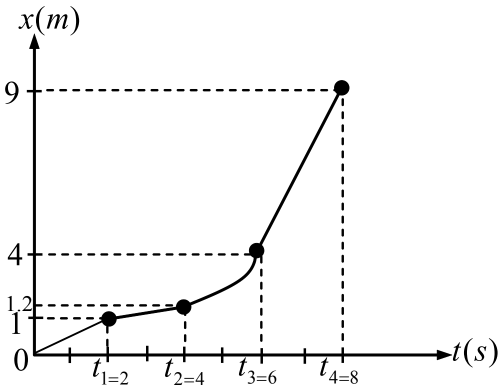
کړنلاره: له خپل يوه ټولګيوال څخه وغواړئ چې په ټولګي کې په يو مستقيم خط په لاره ولاړشي.

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؟



شکل (2-7)

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

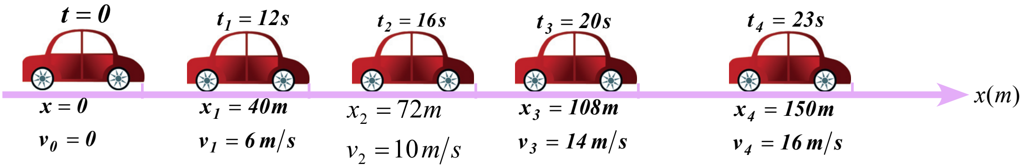
لحظوي سرعت

لحظوي سرعت څه شی دی؟ د منځني او لحظه یي سرعت ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟

کله چې یو موټر د حرکت په حال کې وي، که سرعت سنج ته یې وګورو، و به لېدل شي چې د سرعت سنج ستن په هره لحظه کې یوه ټاکلې اندازه را ښیي. کله چې د موټر سرعت زیات شي، ستن ډېره اندازه راښیي.

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

مثال: په (2-8) شکل کې چې یو موټر په مستقیم مسیر کې د حرکت په حال کې دی، په بیلابیلو وختونوکې یې سرعت بدلون مومي. هغه موقعیت او فاصلې چې د موټر سرعت سنج د $0s$, $12s$, $16s$, $20s$ $23s$ په لحظو کې ښيي، په شکل کې ښودل شوي دي.



(2-8) شکل

الف) په یوه جدول کې $t_4 - t_1$ ، $t_3 - t_1$ او $t_2 - t_1$ زماني انټروالونه، د موقعیتونو بدلون او منځني سرعتونه ولیکئ.

ب) په کوم زماني انټروال کې، منځنی سرعت د هغه سرعت له کچې سره نژدې دی چې د موټر سرعت سنج یې د t_1 په لحظه کې ښیي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب) لکه چې په جدول کې ليدل کيږي 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 کميږي، د لحظه يي سرعت په نامه ياديږي، په ډېره دقيقه توګه ويلای شو: کله چې t_1 ، t_2 ته نژدې کيږي يعني د Δt قيمت صفر ته تقرب کوي، د $\overline{V_x} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ نسبت، د جسم لحظه يي سرعت د t_1 په زمان کې راښيي، ليکلای شو چې لحظه يي سرعت د منځني سرعت له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي يعني:

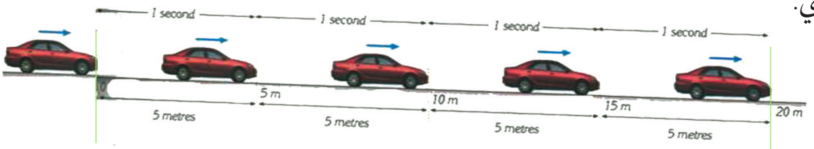
$$V_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad ....(2-2)$$

خيړنه وکړئ:

په دې هکله چې څنګه کولای شو د $(x-t)$ له ګراف څخه په ګټې اخيستلو سره، د يوه متحرک لحظه يي سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانګړو ډلو په توګه پلټنه وکړئ او پايلې يې وړاندې کړئ.

2-4: د موقعيت - زمان ګراف $(x-t)$

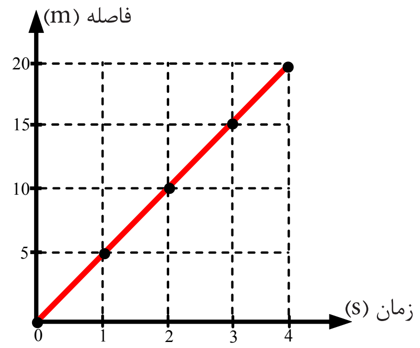
هغه موټر په نظرکې ونيسئ چې په ترتيب سره د $t_1 = 1s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$ په زماني انټروالونوکې د لاندې (2-9) شکل په څېر په $x_1 = 5m, x_2 = 10m, x_3 = 15m$ او $x_4 = 20m$ موقعيتونه غوره کوي.



(2-9) شکل

د دې متحرک (موټر) د حرکت د موقعيت ځرګندولو لپاره له کوم ډول ګراف څخه بايد ګټه واخلو، تر څو وکولای شي په مختلفو وختونو کې د جسم موقعيت په ښه توګه وښيي؟

د موقعيت - زمان $(x-t)$ له ګراف څخه کار اخيستل 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 موقعيت (x) د قايم محور پرمخ ټاکو. په پايله کې د نوموړي موټر لپاره به د $(x-t)$ ګراف په لاندې توګه وي:



(2-10) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

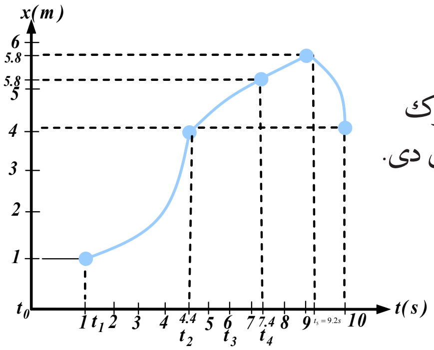
د مثال په توګه: په ګراف کې ليدل کيږي چې متحرك د $t_2 = 2s$ په لحظه کې د مبدأ په لس متري کې دی يا د $\Delta t = 1s$ په انټروال کې يې د مکان بدلون $\Delta x = 5m$ دی. ددې ډول ګراف د ښې پېژندنې لپاره لاندې فعاليت په ډله ييزه توګه په خپل ټولګي کې عملي کړئ.

فعاليت:

لاندې جدول د يوه متحرك جسم واټن تر مبدأ پورې په ورکړل شوو لحظو کې ښيي د متحرك 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 متحرك 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 انټروالونوکې د متحرك د موقعيت بدلون څومره دی؟

ب: له مبدأ څخه د متحرك تر ټولو لويه فاصله (اعظمي واټن) څومره دی او متحرك 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؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

2-5: تعجیل یا شتاب

تعجیل څه شی دی؟ د منځني تعجیل او لحظه يي یا وقفه يي 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 يې ورو ورو زیاتیږي او برعکس د برک نیولو پرمهال، سرعت يې 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 مساوی 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 يي 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 يي نوموو. لکه څنګه موچې په لحظه يي سرعت کې ولیدل، په دې ځای کې هم که د $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ په رابطه کې، Δt ډیر کوچنی شي، منځنی تعجیل له لحظه يي تعجیل سره ډیر نژدې کیږي، اوس کولای شو لحظه يي تعجیل د لحظه يي سرعت په څیر په ډیر دقیق ډول تعریف کړو:

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د سرعت- زمان گراف $(v-t)$

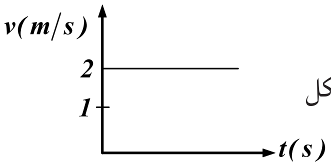
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړ، د مکان – زمان گراف $(x-t)$ ، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله لکه سرعت یا د متحرك مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب معلومات ترلاسه کړو، په همدې ډول د سرعت – زمان $(v-t)$ له گراف څخه هم کولای شو د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت- زمان $(v-t)$ گراف 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 $(x-t)$ گراف په هکله کړنه ترسره کړې وه ، دا گراف 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 $(v-t)$ گراف یې رسم کړئ.

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

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



(2-11) شکل

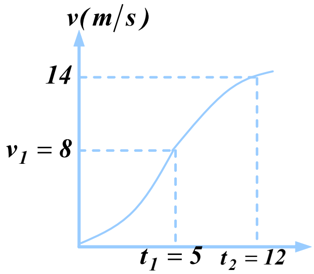
تمرین: په لاندې جدول کې د هغه متحرك سرعت چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، په څو زماني لحظو کې مشخص شوی دی. د $(v-t)$ گراف یې رسم کړئ.

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

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

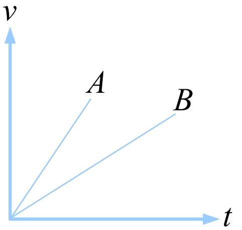
الف: د وخت په $(0,t_1)$ او (t_1,t_2) انټروالونوکې منځنی تعجیل څومره دی؟

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



(c) ketabton.com: The Digital Library

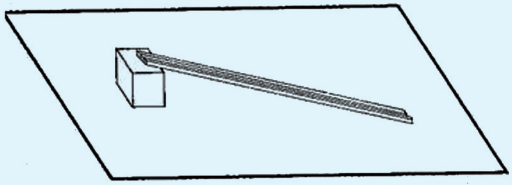
تمرين: د A , B دوو متحرکو د $(v-t)$ ګراف په لاندې شکل کې ورکړل شوی دی. د دې دوو متحرکو تعجيل سره پر تله کړئ،



فعاليت:

داړتياوړ وسايل:

1. جريداره تخته د پردې لرګيو له ميلوسره چې دوه متره اوږدوالی ولري
2. د لرګيو مکعبونه چې $4cm$ پنډوالی ولري
3. ښيښه يي ګلولې يافلزي ساچمې
4. زمان سنج (کرونومتر)
5. فيته يي متر



(2-12) شکل

کړنلاره:

له (2-12) شکل سره سم د پردې لرګې د ميلې يو سر د لرګيو پر يوه مکعب کيږدئ. يوه ښيښه يي ګلوله د ميلې د هغه بل سر چې پر مکعب مو ايښې، له نيم متری څخه يې خوشې کړئ او په دې لحظه کې کرونومتر په کار واچوئ. کـولای شـئ هغـه لحظه چې ګلوله پرمکعب (د مسـير پر پای) لګـيږي، کرونومتر ودروئ. آزمايښـت د $1m$,$1.5m$ او $2m$ فاصلولپاره تکرار کړئ. پايله په لاندې جدول کې وليکئ او د $(x-t)$ له مخې ګراف رسم کړئ ازمايل شوې پايله تجزيه او تحليل کړئ.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

2-6: يو ډوله (متشابه) حرکت

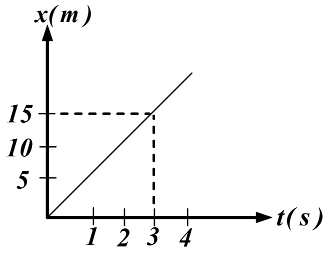
که چيرې د يوه متحرك جسم لحظه يي سرعت چې پرمستقيم مسير حرکت کوي، په ټولو لحظوکې يو شان وي، حرکت يې يو نواخته نوميږي، په دې ډول حرکت کې د (موقعيت- زمان) گراف، يومستقيم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځني سرعت په پايله کې له لحظه يي سرعت سره مساوي کېږي، له دې امله کولای شو وليکو چې: $\bar{v} = v \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v.\Delta t$

که چيرې د متحرك جسم واټن ترمبدأ پورې د $t = 0$ په لحظه کې له X_0 او واټن يې تر مبدأ پورې د t په لحظه کې له X سره برابر وي، په هغه صورت کې $x - x_0 = v(t-0)$ او يا $x = vt + x_0 ....(2-5)$

پورتنی معادله د يو نواخت حرکت له معادلې څخه عبارت دی چې په هغې کې x تر مبدأ پورې واټن د متر پر بنسټ دی، v لحظه يي سرعت دی د متر ثانيې پر بنسټ، $t,(\frac{m}{s})$ وخت د ثانيې پربنسټ او x_0 د صفر په لحظه کې ترمبدا پورې واټن د متر پربنسټ دی.

هغه څه ته په پاملرنې چې مخکې وويل شو، ښايي د جسم موقعيت مثبت او يا منفي وي. سرعت هم که چيرې د x يا y له محور سره هم لورى وي مثبت او له هغه پرته منفي دی. په يو نواخت حرکت کې د موقعيت- زمان گراف $(x-t)$ يومستقيم خط اوپه پايله کې د دوولحظو ترمنځ منځنی سرعت، له لحظه يي سرعت سره مساوی کيږي.

مثال:



د (2-13) شکل د $(x-t)$ د هغه متحرك گراف راښيي چې د يومستقيم خط پرمخ حرکت کوي.

(2-13) شکل

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

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

حل: الف: څرنگه چې د $(x-t)$ گراف يو مستقيم خط دی، نو د جسم حرکت عبارت له يونواخت حرکت څخه دی او د گراف ميل د متحرك له سرعت سره برابر دی. شکل ته په پام کولو سره، د گراف ميل $5 = \frac{15}{3}$ دی، نو $v = 5\frac{m}{s}$ سره دی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب: د $t = 0$ په لحظه کې $x = 0$ او $x_0 = 0$ دی، په پایله کې: د حرکت معادله، $x = vt + x_0$،
$x_1 = 5 \times 2 = 10m$ او $x_2 = 5 \times 5 = 25m$ د دوو لحظوترمنځ د مکان بدلون،

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

تمرين: 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:

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

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:

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

ځیرنه وکړئ:

په بیلابیلو ډلو کې لاندې پوښتنې ته ځواب ورکړئ او پایله یې ټولګې 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:

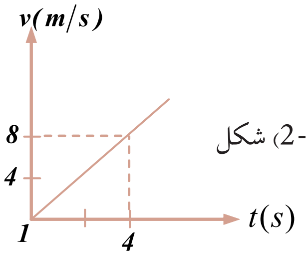
$$v_0 = 0$$

$$v = v_0 + at \Rightarrow v_1 = 0 + 2 \times 4 = 8m/s \qquad \wedge \qquad v_2 = 0 + 2 \times 12 = 24m/s$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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



(2-14) شکل

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 $(v-t)$ ګراف 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 $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ روابطو 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 او 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: $x - x_0 = \frac{v + v_0}{2}t$

خرنګه 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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 (2-8) 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:

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

ساده کولو سره لرو:

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0) \quad \text{.........}(2-9)$$

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.

$$a = \frac{1}{2}\frac{m}{s^2}, \quad v_0 = 0,\ x_0 = 0, \quad t = 25s$$

$$a)\ \Delta x = x - x_0 = x = ? \qquad b)\ v = ?$$

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)

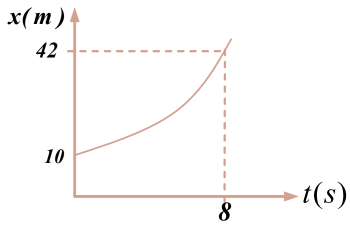
$$v = at + v_0 = \frac{1}{2}\frac{m}{s^2}.25s + 0 = 12.5\frac{m}{s}$$

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

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

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

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 ټولې کړي دي؟ ولې کله چې منه ستاسوله 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 ریاضۍ 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت:

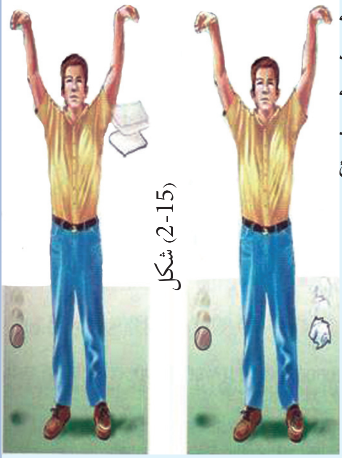
د کاغذ یوه پاڼه چې کلکه شوې نه وي (خلاصه پاڼه) او یوه دانه سکه راواخلئ او په یوه وخت کې يې له ټاکلي ارتفاع څخه خوشې کړئ، په دویمه مرحله کې د کاغذ هماغه پاڼه کلکه (کلوله) کړئ او له سکې سره يې یوځای لـه همغې ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دريمه پلا دوې سکې له همغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته يې د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



(2-15) شکل

آزاد سقوط، له ثابت تعجيل سره د حرکت يوه طبيعي بيلګه ده. په دې ډول حرکت کې دحرکت مسير مستقيم دی او د سقوط پرمهال پرجسم يوازينی وارده قوه همغه د جسم وزن دی. که چېرې يوه سکه يوه پاڼه په يوه وخت له يوې ارتفاع څخه د ځمکې په لور خوشې کړو، په يوه وخت ځمکې ته نه رسيږي، خو که چيرې همدا تجربه په خلا کې تر سره کړو، سکه او پاڼه په يوه وخت ځمکې ته رسيږي. د بيلګې په توګه: په خلا کې د يوجسم سقوط او يا د يوې وړې فلزي ګلولې سقوط په هواکې (په يوه مناسب تقريب يا نژدې والي سره کولای شو سقوط فرض کړو.

(2-16) شکل د يوې ساچمې حرکت د آزاد سقوط پر مهال راښيي چې متوالي زمانو (وقفو) $\Delta t = 1/30\,s$ کې ورڅخه تصويرونه اخيستل شوي دي. نو که چيرې د هوا له مقاومت څخه ورتېرشو، ټول جسمونه د ځمکې سطحې ته په نژديوالي کې له ثابت تعجيل سره سقوط کوي. چې دا همغه د ځمکې د جاذبې تعجيل دی چې د g په توري ښودل کيږي.

د g له تعجيل سره حرکت ته آزاد سقوط وايي چې د دې تعجيل لورى تل مخ په کښته (د ځمکې مرکز) په لور دی.

د جغرافيايي عرض البلد له مخې د g د تعجيل کچه، يو څه بدلون کوي او د ځمکې له سطحې څخه د ارتفاع په زياتيدو، کميږي. د دې تعجيل کچه د ځمکې د سطحې په نژدې کې $9.8\,{}^{m}/_{s^2}$ دی، نوکله ناکله د محاسبې د آسانتيا لپاره، $g = 10\,{}^{m}/_{s^2}$ فرض کيږي.

(2-16) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 $y=\frac{1}{2}gt^2+v_0t............(2-10)$

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

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:

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

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

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.

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

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

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

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

مثال: یوه کوچنی 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 رسېدو 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)

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

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

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 رسېدو پرمهال د تیږې سرعت $9.8\,m/s$ دی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 لومړنی 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 رسېدو 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 کمیتونو مبدأ او پای (انجام) يې د جسم موقعيت دی او د $\vec{r}$ په توري ښودل کيږي.

• د يو متحرك د موقعيت بدلون د t_1 او t_2 دوو شـېبو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور څخه عبارت دی چـې پيـل يې د t_1 په لحظه کې د متحرك موقعيت او انجام يــې د t_2 په لحظه کې د متحرك موقعيت راښيي.

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

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

• د $(x-t)$ په ګراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنی 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 سـرعت د منځني سـرعت له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر خواته نژدې شي، يعني: $V_x = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$
لحظه يي سرعت کيدای شي مثبت، منفي او يا صفروي.

• د $(x-t)$ پـه ګـراف کې لحظه يي سـرعت د t په زمان کـې د قطعه خط له ميـل (تانجانت) څخه عبارت دی.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

- منځنی تعجیل په هغه صورت کې مثبت دی چې $v_2 > v_1$ څخه او کېدای شي منفي وي که چیرې $v_2 < v_1$ څخه وي اوصفرهغه وخت وي کله چې $v_2 = v_1$ سره وي.
- لحظه يي تعجیل د منځني تعجیل له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt صفرته تقرب وکړي یعنې:

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

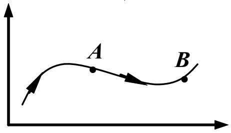
- لحظوي سرعت کیدای شي مثبت، منفي او یا صفر قیمتونه هم اختیار کړي.
- کله چې تعجیل ثابت وي، په هغه صورت کې به لحظوي تعجیل له منځني تعجیل سره مساوي وي.
- د $(v-t)$ په گراف کې، لحظوي تعجیل د t په وخت کې د قطعه خط له میل (تانجانت) څخه عبارت دی.
- د تعجیل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړیوال سیستم کې له متر پرثانیه مربع (m/s^2) څخه عبارت دی.
- د حرکت مختلفې معادلې شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجیل سره پرې څېړلی شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپیرونو لرونکې وي.لکه: سرعت د وخت د تابع په عنوان د $v = v_0 + at$ او منځنی سرعت $\overline{v} = \frac{v_0 + at}{2}$ دی
- موقعیت، د t وخت او د (a) تعجیل د تابع په عنوان $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$

کله چې سرعت د وخت له تابعیت څخه آزاد، خو د موقعیت تابع وي، نو: $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د دويم څپرکي پوښتنې

1 - د موقعيت (مکان) وکتور تعريف کړئ
2 - t_2, t_1 دوو لحظو ترمنځ د مکان د بدلون وکتور تعريف کړئ
3 - په لاندې شکل کې د يوه جسم د حرکت مسير 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 موقعيت وکتورونه رسم کړئ او د جسم د موقعيت د بدلون وکتور مشخص کړئ.



4 - a : يو موټر په يو دايروي مسير کې د 100 مترو په شعاع حرکت کوي. هغه واټن چې موټر نيمه دوره وهي، څو متره دی؟ د موټر د مسير شکل رسم کړئ او د موقعيت د بدلون وکتور د شکل پرمخ مشخص کړئ او اندازه يې په لاس راوړئ.
b: د موټر د موقعيت بدلون د دايروي مسير په څلورمه برخه کې لاسته راوړئ؟
c: د موټر د موقعيت بدلون په يوه بشپړه دوره کې څومره دی؟
5 - په کوم صورت کې د موقعيت وکتورونه او د موقعيت د بدلون وکتورونه سره هم لوري دي؟
6 - يو متحرک چې د مستقيم 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 دی. د جسم د موقعيت کچه د t_1 او t_2 دوو لحظو تر منځ محاسبه کړئ.
7 - د $x-t$ د مکان- زمان گراف څه شی دی؟
8 - د منځنۍ سرعت او لحظوي سرعت ترمنځ توپير څه شی دی او په کوم حالت کې دواړه سرعتونه سره مساوي دي؟
9 - يو ډريور د دوو ښارونو ترمنځ واټن په لاندې توگه وهي:
په پيل کې د يو ساعت لپاره له $15 m/s$ منځنۍ سرعت سره يې ډريوري کړې او ترهغې وروسته د 10 دقيقو لپاره دريږي. بيا له $20 m/s$ منځنۍ سرعت سره د 30 د قيقو لپاره ډريوری ته دوام ورکوي او پاتې واټن د ساعت په څلورمه برخه کې په منځنۍ سرعت $12 m/s$ ډريوري کوي.
a- د دوو ښارونو ترمنځ واټن څو کيلو متره دی؟
b- منځنۍ سرعت يې په ټول مسير کې څو کيلو متره پر ساعت دی؟
c- منځنۍ سرعت يې د ډريورۍ د ټولې مودې په اوږدوکې څومره دی؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 رسېږي.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 ثانیوڅخه دریږي.که چیرې د برِک کولو پر مهال تعجیل ثابت وي:

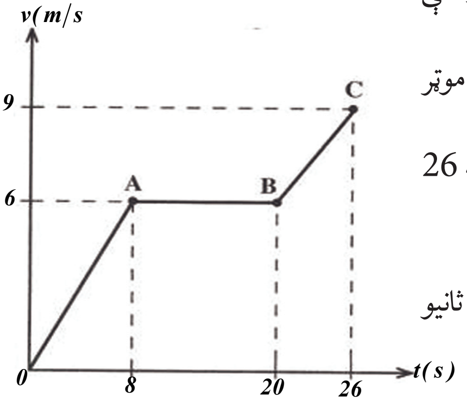
a-د سرعت لوری او د حرکت تعجیل په هر پړاو کې معلوم کړئ.

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 ښیي.

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:

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 $20m/s$ او د $t_2 = 10s$ په لحظه کې $32m/s$ 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 $2m/s$ 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 $10m/s$ کیږي.
a- د جسم سرعت ځمکې ته د رسېدو په لحظه کې حساب کړئ.
b- د ودانۍ لوړوالی (ارتفاع) پیدا کړئ.
c- دګلولې د منځني سرعت سقوط (په موده کې) (د $40m$ لوړوالي څخه تر ځمکې پورې) وټاکئ.
d- د $(x-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 څپرکی 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:

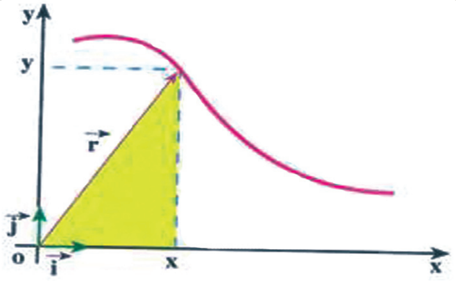
$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} \quad \text{..........} \ (3\text{-}1)$$

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 د مکان د $X = f(t)$ او تشخيصولو لپاره کافي ده چې د x او y مرکبي د زمان د تابع ګانو په څېر ولرو:

$Y = g(t) \text{..........} (3-2)$ 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

څېړنه 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: $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{i}$ دي

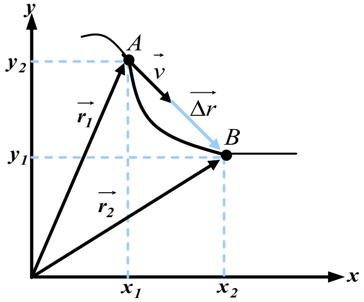
$$\vec{\Delta}_r = \vec{r_2} - \vec{r_1} .....(3-4)$$

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

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

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

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



(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:

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

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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

فعاليت:

د (3-2) شـکل په بېلابېلو 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 $t_1 = 1s$

$$x_1 = 2m \text{ او } y_1 = 3m$$

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

په همدې ترتیب په $t_2 = 2s$

$$x_2 = 4m \text{ او } y_2 = 4m$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

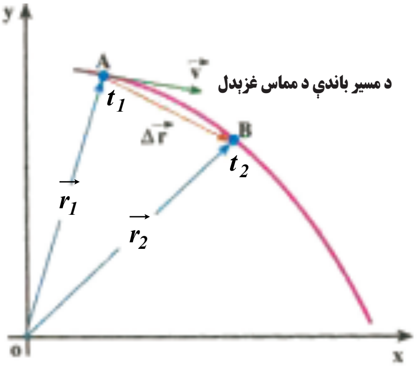
تمرین: فرض کړئ چې په یو لنډ وخت کې د یوې سویې د حرکت معادلې د SI په سیستم کې د $x = 10t$ او $y = -2t^2$ په توګه دي. د دې سویې منځنی سرعت د 0 څخه تر 2 ثانیې زماني انټروال کې پیداکړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

لحظوي سرعت

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

په دوو بعدونوکي د لحظوي سرعت د څېړلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کي ونیسئ. دا شکل د جسم حرکت د کږې لیکي (منحني) پر مسیر راښیي.



(3-3) شکل

د جسم موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظوکي مشخص شوی دی. مخکي مو یادونه کړې وه چي د منځني سرعت وکتور په یوه ټاکلي زماني انټروال کي د هغې د اړوند موقعیت له بدلون سره، هم لوري دي.

لکه څنګه چي په مخکیني څپرکي کي 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. یعني د ریاضي په ژبه، د لحظوي سرعت وکتور د منځنی سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چي Δt د صفر په لور تقرب وکړي. یعني:

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

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

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

نو له دې امله کله چي په یو لیمت کي 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 امتدادونوکي لاسته راوړو، یعني:

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

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

نوله دې امله ګورو چي د منځني سرعت وکتور د مکان د بدلون له وکتور سره هم لوري دي، نو په یو لیمت کي چي Δt د صفر لوري ته تقرب کوي، د لحظوي سرعت وکتور به د حرکت پر مسیر د Aپه نقطه کي مماس شي. په پایله کي کله چي یوجسم د کږې لیکي (منحني) په مسیر کي حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري یې چي تل د حرکت پرمسیر مماس دی، په هره لحظه کي بدلون کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وایو.

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثال: يو موټر چې د $x\,o\,y$ په افقي صفحه کې حرکت کوي، د حرکت معادلې يې د SI په سيستم 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 اخيستلو 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 يې 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 لورې يې هرومرو بدلون کوي، نو له دې امله که چيرې د سرعت قيمت اندازه هم بدلون ونکړي، کيدای شي حرکت تعجيلي وي. لکه، د منحني مسير پرمخ حرکت چې په هغه کې يوازې د حرکت لورى بدلون کوي چې يو تعجيلي حرکت دی.

خيړنه وکړئ:

د تعجيلي حرکتونو د دوو مثالونو په هکله څېړنه 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:

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

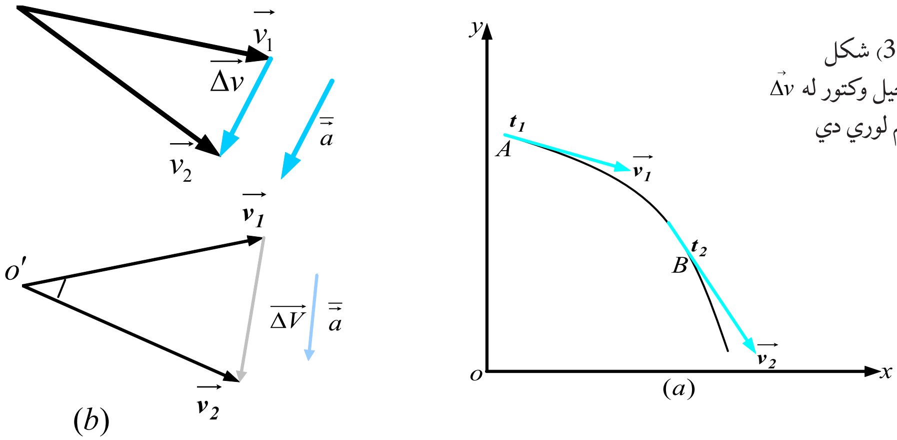
(c) ketabton.com: The Digital Library

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:

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



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

بحث وکړئ:

د ټولګي په بیلابیلو ډلو کې په دې هکله چې ولې د منحنی تعجیل وکتور له $\Delta\vec{V}$ 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 منحنی 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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 (12-3) 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 منحنې مسير پرمخ حرکت کې هيڅ کله د منځنی تعجيل وکتور $(\vec{a'})$، د سرعت له وکتورونو ($\vec{v_1}$ يا $\vec{v_2}$) سره هم لوري نه دي، کله چې Δt د صفر لورته تقرب کوي او $\vec{v_2}$ وکتور د $\vec{v_1}$ له وکتور سره ډېر نژدې 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:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 په 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 دي.

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

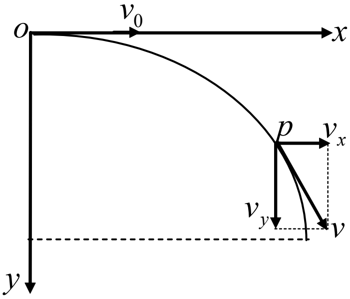
3. د ځمکې څرخېدل په دې حرکت اغیزه نه لري.

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 مرمی چې له ټوپک څخه راوځي، یوه تیږه 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 :

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

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

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:

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

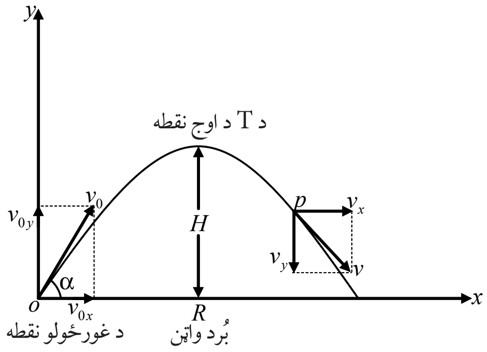
د (3-22) له معادلې پايله ترلاسه کيږي چې په افقي توګه غورځول شوی جسم د حرکت مسير عبارت له يو پا رابول څخه دي. د (3-20) له رابطې څخه څرګنديږي چې په افقي ويشتلو کې هغه وخت چې غورځول شوي جسم يې مخ په ښکته د y د واټن په وهلو کې ترسره کوي، برابر دی له هغه وخت سره چې نو موړي جسم په آزاده توګه سقوط وکړي او همغه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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 ولیکوچې:



(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.

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 يې وضع کوو.

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

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

$$y = tg\alpha \cdot x - \frac{g}{2v_0{}^2 \cos^2\alpha} \cdot x^2 \quad \text{اويا} \quad y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2\alpha} + x \tan\alpha \,\ldots\ldots\ldots (3-31)$$

د (3-31) معادله راښيي چې د غورځونې د حرکت مسیر، له پارابول څخه عبارت دی. (ولې؟) هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم يې 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 ښيي.

لومړنی ارتفاع ته د بېرته ګرځېدو د نقطې مختصي 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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

بحث وکړئ:

د (3-31) رابطـه د $f(x)=ax^2+bx+c$ لـه معادلې سـره پرتله کړئ او د حرکت د مسـير په اړه يې په خپلوکي بحث وکړئ او پايله يې ټولګي ته وړاندی کړئ.

فعاليت:

د اړتيا وړ مواد: نقاله، خط کش يا متر، د ماشومانو د لوبوتو تومانچه، پلاستيکي ګلولې او ميز.

کړنلاره: زده کوونکي دې په درې ډلو وويشل شي. لومړۍ ډله دې د (o) له نقطې څخه د 25° زاويې لاندې، دويمـه ډلـه دې د (o) له نقطې څخـه د 45° زاويې لاندې، دريمه ډله دې د (o) لـه نقطې څخه د 65° زاويې لاندې فير وکړي، کله چې مرمۍ پرځمکه ولګېده. د (o) د ويشـتلو نقطې او د لګېدو د نقطې (x_{max}) ترمنځ واټن د خط کش يا متر په مرسته اندازه او نوټ کړئ. هره ډله دې د خپل کار پايلې يوله بله سره پرتله کړي اوعمومي پايله دې د ښوونکي په مخ کې ټولګي ته وړاندې کړي.

بحث وکړئ:

ويشتل کېدونکی جسم، تر څو درجو زاويې 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 رسيږي. 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:

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

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

له دې فورمول څخه په کار اخيستلو 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 ايښودلو سره د اوج د نقطې ارتفاع په لاس راځي:

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

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

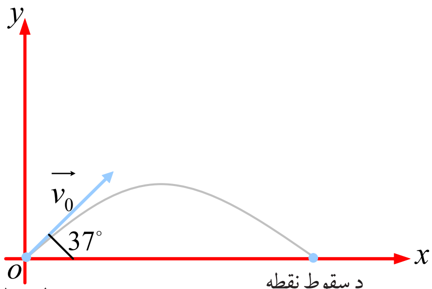
$$H=\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}........(3-34)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثال: د فوټبال یو لوبغاړي، یوه توپ نسبت افق ته تر 37° زاويې 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؟ $(\sin 37^\circ = 0.6)$



(3-7) شکل

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

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

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

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

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

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

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

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.

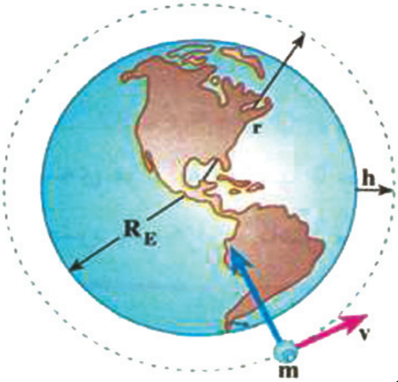
تمرين: د غورځولو (ويشتلو) په حرکت کې

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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

3-5: دايروي حرکت

دايروي حرکت څه شی دی؟ دايروي حرکتونه په ورځني ژوندانه کې د کارولو کومې بيلګې لري؟ کله تاسو د ماشومانو د لوبو ټالونه او مچنوغزه ليدلي دي چې څه ډول حرکتونه تر سره کوي؟
په دايروي مسير کې د يوه جسم حرکت، په دوو بعدونو(مخونو) کې د حرکت يوه بله بيلګه ده. د دې حرکت ډېرې بيلګې هره ورځ ګورو. د ځمکې پر شاوخوا د سپوږمۍ د حرکت مسير، د هستې پر شاوخوا د الکترون حرکت او د ځينو مصنوعي سپوږمۍ حرکت د ځمکې پر شاوخوا د دايروي حرکت نسبي ډولونه دي. د کور په ځېنو وسايلو، لکه: د جامو مينځلو په ماشين کې، له مېوو څخه د اوبو ويستلو ماشين او .... جسمونه د هغو په منځ کې په دايروي مسير حرکت کوي. په لاندې تصويرونوکې په دايروي مسير کې د اجسامو د حرکت بيلګې ګورئ.



ب

(3-8) شکلونه

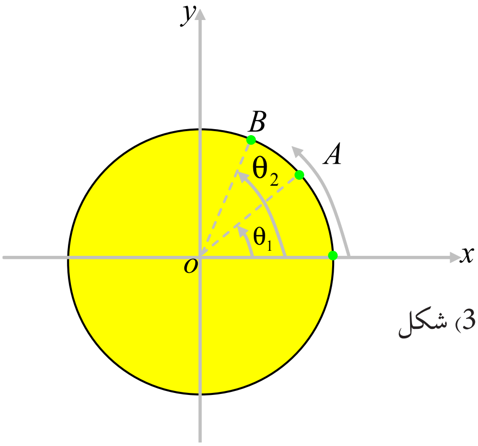
الف

ج

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 وړوکی جسم دی چې ابعادې د دایرې د شعاع په پرتله ډېر کم دی.



(3-9) شکل

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

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 ښيو او $\Delta\hat{\theta} = \hat{\theta}_2 - \hat{\theta}_1$ د ذرې د زاویه یې موقعیت بدلون (وهل شوې واټن) بولو. طبیعي ده چې په اړوند وخت باندې د زاویوي موقعیت بدلون د غورځولو څخه په دایروي حرکت کې د ذرې زاویوي منځنۍ سرعت لاسته راځي، یعنې:

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

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 منځنۍ زاویه یې سرعت محاسبه کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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، نمونه 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:

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

او يا:

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

تمرين

ديوې ذرې زاويه يي موقعيت چې د دايروي مسير پرمخ حرکت کوي د $\theta = 2t^2 + 6t$ رابطې سره ورکړل شوي. (t د ثانيې له مخې او θ د راديان له مخې)
الف: د متحرک زاويه يي منځني سرعت د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ لحظو ترمنځ حساب کړئ.
ب : د متحرک لحظوي سرعت د $t_3 = 3s$ په لحظه کې حساب کړئ.

بحث وکړئ

د منځني سرعت او لحظوي سرعت د رابطې د بڼه درک لپاره څو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو ټولګيوالوسره بحث اوخبرې پرې 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.

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

او يا:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 وایي. فریکونسي د نیو (ν) په لاتین توري ښیي، د فریکونسي د اندازه کولو واحد $\frac{1}{s}$ او یا هرتز HZ دي.

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

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

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

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	$86400s$	$1.157\times10^{-5}\,Hz$ دوره په یوه ثانیه کې
سپوږمی د ځمکې پرشاوخوا	$29.7 = 2566080s$ ورځ	$3.897\times10^{-7}\,Hz$
ځمکه د لمر په شاوخوا	$31536000s$	$3.17\times10^{-8}\,Hz$ دوره په یوه ورځ کې

په دایروي حرکت کې خطي سرعت

مخکې مو ولیدل چې د مکان وکتور کولای شي، د متحرك موقعیت په سطحه کې وټاکي، (2-3) 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 کوچنې کیږي او کولای شو د Δs قوس اوږدوالی د هغه د مقابل وتر یعنې $(\Delta\vec{r})$ له اوږدوالي سره تقریباً برابر ونیسو.

(c) ketabton.com: The Digital Library

همدارنگه مخکې مو ولیدل چې د متحرك منحني سرعت کولای شو له $(3-32)\ldots$ $\vec{v}=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$
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 لروچې:

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

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:

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

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 یوڅرخ 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 $T = 10s$ دي، 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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

پوښتني:

1 - د يوه ديوالي ګړۍ د ساعت، دقيقو او ثانيو د عقربو اوږدوالي په ترتيب $8cm$، $10cm$ او $12cm$ دي د هرې عقربې د څوکې خطي سرعت محاسبه کړئ.

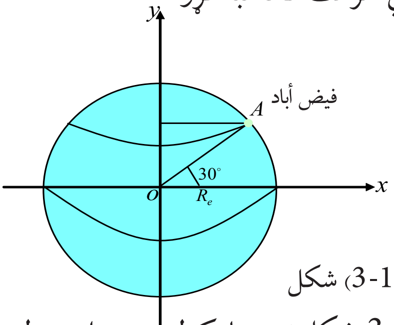
2 - يو متحرک پر دايروي شکله مسير د 4 دقيقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرک زاويه يي سرعت پريود او فريکونسي حساب کړئ.

فکروکړئ:

د ځمکې د وضعې حرکت زاويه يي سرعت، د ځمکې په ټولو نقطو کې يوشان دی که نه ؟ (ولې؟)

مثال: د فيض آباد ښار په $30°$ شمالي جغرافيايي مدارکې واقع دی. د هغه تن زاويوي او خطي سرعتونه چې په دې ښار کې اوسيږي پيداکړئ. د ځمکې شعاع $R_e = 6.4 \cdot 10^6\, m$ په نظرکې ونيسئ.

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



(3-10) شکل

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

$$T = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400\, s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{86400} = 7.27 \cdot 10^{-5}\, rsd/s$$

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

$$r = R_e \cos 30° \rightarrow \cos 30° = \sqrt{3/2}$$

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

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

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

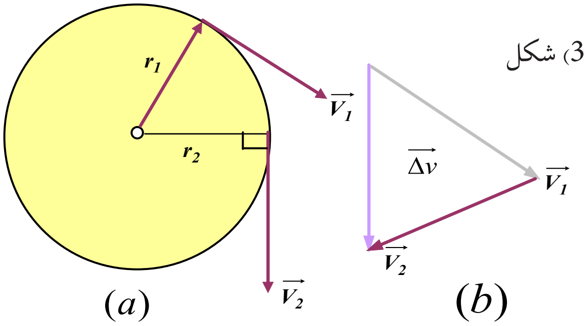
(c) ketabton.com: The Digital Library

3-7: په دایروي یو ډوله حرکت کې تعجیل

یو ذره په نظر کې ونیسئ چې دایروي یو ډوله حرکت لري (3-11-a). شکل مخ کې مو ولیدل چې د سرعت وکتور په هره لحظه کې پرمسیر مماس دی. که چېرې د ذرې مکان د t_1 په لحظه کې، $\vec{r}_1$ او د t_2 په لحظه کې $\vec{r}_2$ وي، د متحرک د سرعت وکتورونه په دې نقطوکې په ترتیب پر $\vec{r}_1$ او $\vec{r}_2$ عمود دي. د $\Delta\vec{v}=\vec{v}_2-\vec{v}_1$ وکتور د (3-11-b) په شکل کې رسم شوی دی او کتل کیږي. سره له دې چې د سرعت د وکتور کچه ثابته ده، خو د سرعت د وکتور د لوري د بدلون له امله $\Delta\vec{v}\neq 0$ دی.

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

(3-11) شکل



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

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

چې دې تعجیل ته مرکز د جذب تعجیل (Centripetal Acceleration) وایې چې د دې تعجیل لوری د شعاع په برید د مرکز په لوروی.

مثال: سپوږمی تقریباً د 29.7 ورځو په موده کې یو ځل په دایروي مسیر کې په یو ډوله (یونواخت) حرکت د ځمکې په شاوخوا گرځي. د سپوږمۍ مرکز ته د جذب تعجیل په لاس راوړئ. په داسې حال کې چې د ځمکې د مرکز او سپوږمۍ ترمنځ واټن $r=3.84\times10^8 m$ وي.

حل: د $\omega=\frac{2\pi}{T}$ له رابطې څخه په گټې اخیستلو سره د سپوږمۍ زاویه یي 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 مرکز ته د جذب چټکتیا مساوي ده له:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت:

د خپلې ډلې له غړو سره یوه تیږه په یوه کلك تار سره وتړئ او په یوه قایمه سطحه کې د خپل لاس پرشاوخوا یې وڅرخوئ اوځمکې ته یې د نه لوېدو په هکله بحث وکړئ او پایله یې په خپل ټولګي کې وړاندې کړئ. کله چې د m یوه کتله له ثابت سرعت سره د یوې دایرې په مخ حرکت کوي، تعجیل پیداکوي چې لورى یې د دایرې 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 یو ناڅاپي وشلیږي، کومه پېښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کُره په هرو 24 ستاعتونوکې 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 یو ډوله دایروي حرکت ډینامیک

په مخکېنۍ برخه کې مو ولیدل چې په یو ډوله دایروي حرکت کې د جسم تعجیل د دایرې د شعاع په لوري کې او لورى یې د مرکز خواته دی. د نیوټن د دویم قانون له مخې قوه اوتعجیل هم لوري دي، له دې امله په یو نواخت دایروي حرکت کې، پرجسم د واردېدونکو قوو محصله د شعاع په استقامت او دمرکز په لوردی چې په دایروي حرکت کې پرجسم دغې واردې شوې قوې ته مرکزته دجذب قوه (Centifugle force) وایي.د نیوټن د دویم قانون رابطو ته په پام کولوسره دغه قوه په یو نواخته دایروي حرکت کې د خطي سرعت پربنسټ لاندې بڼه نیسي.

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

او د زاویه یي سرعت پربنسټ

$$F = mr\,\omega^2 ....(3-45)$$

په دې رابطه کې پرجسم د وارد شوو قوو کچه د دایرې د شعاع په لوري ده.

فعالیت:

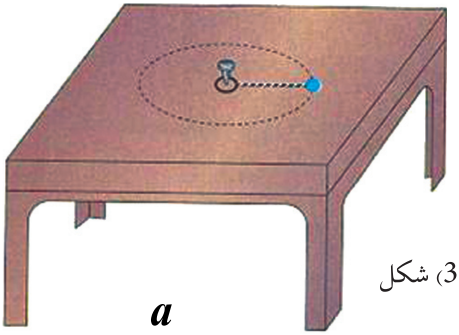
مچنوغزه په خپل لاس کې ونیسئ او په کاسه کې یې یوه وړه تیږه د 4 نه تر 8 ګرامه په کټلې کېږدئ او د خپل لاس په شاوخوا (د ښوونځي په انګړکې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پرمهال د مچنوغزې یوسر خوشې کړئ او د خپلې ډلې له غړوسره ددې تیږې د تیښتې د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله یې د ښوونکي ترمخ بیان کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

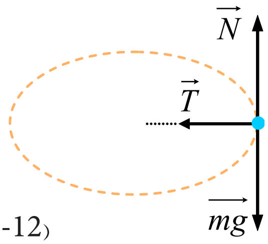
مثال: یوه مری له 20g کتلې سره په یوه تار ترړو او د تار له بل سر سره یوه کوچنی کړی ترړو. بیا کړی د (3-12-a) شکل په څېر له یوه لنډ مېخ سره د یوه مېز د منځ په برخه کې نصبوو.(له مېز سره د مهرې د اصطکاك له قوې تېر شوي یو). د مهرې واټن له مېخ څخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پر مری یې واردوو، هغه د دایروي مسیر 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:



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



(3-12) شکل

a **b**

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

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

$r = 25cm = 0.25m$

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

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

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

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

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 ګرځېدو په صورت کې.
3. د لمر پرشاوخوا د سیارو په ګرځېدو په صورت کې.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د درېم څپرکي لنډيز

- په دوه بعدي حرکت کې د جسم موقعيت په $\vec{r}$ ښودل کيږي چې په لاندې توګه يې ليکلای شو:

$\vec{r} = f(t)\,\vec{i} + g(t)\,\vec{j}$ له رابطې څخه ښکاري چې د موقعيت وکتور د t د زمان يوه تابع ده.

- 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 ليمت څخه عبارت دي، کله چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، يا په بل عبارت، لحظه يي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t\to 0}(\vec{\bar{v}}) = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \to \text{اويا} \quad \Rightarrow \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

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

- د منځني تعجيل وکتور د Δt په زماني انټروال کې په لاندې ډول تعريفوو:

$$\vec{\bar{a}} = (\bar{a}_x)\,\vec{i} + (\bar{a}_y)\,\vec{j}$$

- د $\bar{a}$ د منځني تعجيل وکتور له $\Delta\vec{v}$ سره هم لوري دی.

- لحظوي تعجيل د t_1 په لحظه کې کولای شو د منځني تعجيل د ليمت په توګه وليکو.

کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي يعني: $\vec{a} = \lim_{\Delta t\to 0}(\vec{\bar{a}}) = \lim_{\Delta t\to 0}\left(\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\right)$

- لحظه يي تعجيل د مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخيستلو سره هم ليکلای 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 مسير په فضاکې عبارت له يو پارابول څخه دی.

- په افقي غورځولوکې د حرکت معادلې عبارت دي له: $x = v_0 t$

او $y = \frac{1}{2}gt^2$

- په مايل غورځولوکې د تعجيل مرکبې په لاندې ډول دي. $a_x = 0$ او $a_y = -g$

- د x او y معادلې د t د زمان د تابع په نامه د غورځولو په حرکتونوکې عبارت دي له:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

- هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم يې د بېرته يا د دويم ځل لپاره د غورځولو لومړنی ارتفاع ته د ګرځېدو لپاره وهي، عبارت د غورځول شوي جسم له *Range* څخه دی او د ارنګه افاده کيږي:

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

-د غورځونې په حرکت کې لوړه يا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، ترټولو هغه لوړه نقطه ده چې غورځول کېدونکی جسم هغې ته رسيږي، د H په توري ښودل کيږي: $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \hat{\alpha}}{2g}$

- د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسيد و زمان عبارت دی له: $t = \frac{v_0 \sin\hat{\alpha}}{g}$

- په دايره يي حرکت کې د ذرې زاويه يي منځنې سرعت د زاويه يي موقعيت د بدلون د نسبت په توګه د هغې پر زمان تعريفيږي.

$$\overline{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

- زاويوي لحظوي سرعت کولای شو د ليمت او مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخيستلو سره په لاندې ډول وليکو:

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \text{ او يا } \omega = \frac{d\theta}{dt}$$

- په دايره يي يو نواخته حرکت کې د يوې ذرې زاويه يي سرعت چې پريو دايره يي مسير حرکت کوي، ثابت پاتې کيږي.

- پريود عبارت له هغه وخت څخه دی چې يوه ذره د دايره يي مسير پرمخ يوه بشپړه دوره وهي او د T په توري ښودل کيږي.

- فريکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمېر څخه چې په يوه ثانيه کې سرته رسيږي د نيو (ν) په لاتين توري ښودل کيږي او د اندازه کولو واحديې $\frac{1}{s}$ او يا *HZ* (هرتز) دی.

- د پريود رابطه T اود (ν) فريکونسي په لاندې ډول دي: $T = \frac{1}{\nu}$.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د دريم څپرکي پوښتنې

1 - د يوه جسم د حرکت معادله د SI په سيستم کې د $x = t^3 - 3t^2$ په بڼه دي، 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 منځني 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 لارۍ له $36 km/h$ ثابت سرعت سره د هغه له څنګ څخه تېرېږي.

a- د $(x-t)$ او $(v-t)$ ګرافونه د موټر او لارۍ لپاره رسم کړئ.

b- وروسته له څومره مودې څخه به موټر لارۍ 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.

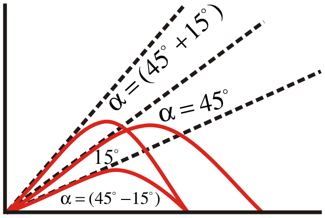
$$y = 2t^2 + 1 \quad \text{او} \quad x = 6t$$

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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

5 - گاليله په خپل يو كتاب كې ليكي «كه د 45° درجو زاويې څخه په مساوى كچه زياتو او يا كمو زاويو سره جسمونه په مايل ډول وغورځول شي، رنجونه يا فاصلې يې سره مساوي دي...» په لاندې شكل كې د دې وينا سموالى ليدل كيږي؟



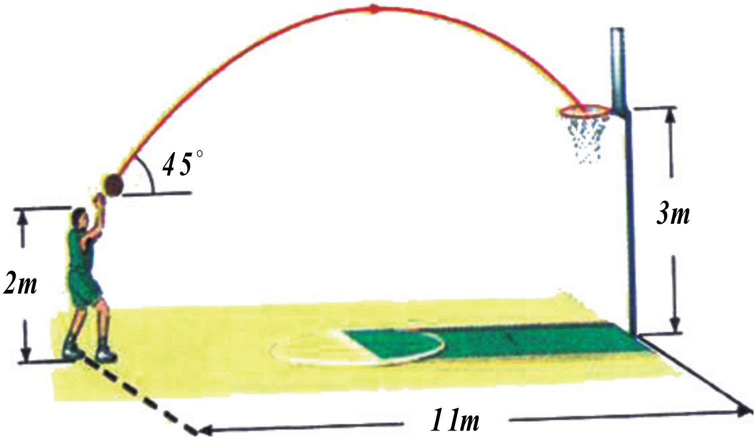
6 - پريوه رود د يو پل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې يو جسم په افقي ډول په $30m/s$ سرعت غورځوو.

a- څومره موده وروسته به جسم د اوبو پرمخ ولګيږي؟

b- له اوبو سره د لګېدو د نقطې افقي واټن، د غورځولو تر نقطې پورې څومره دى؟

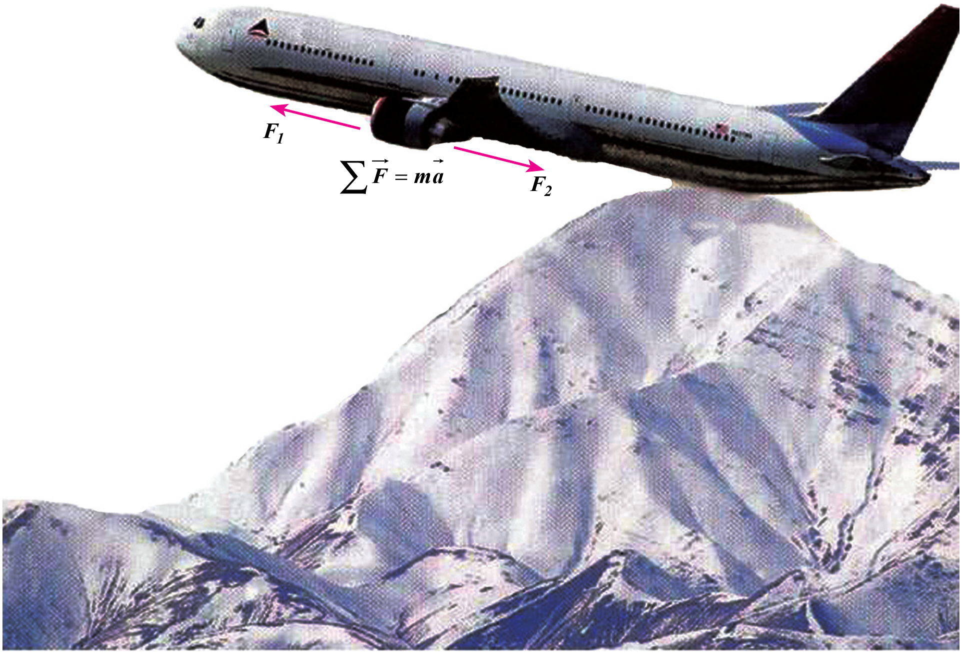
c- له اوبو سره د لګېدو د سرعت كچه څومره ده؟

7 - په لاندې شكل كې د توپ لومړنى سرعت داسې محاسبه كړئ چې توپ د ټوكرى په منځ كې ولويږي. $(g=10m/s^{2})$



(c) ketabton.com: The Digital Library

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 شخه 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 څیړو، د همدې موخې لپاره د نیوټن د حرکت قوانین تر مطالعې لاندې نیسو، وروسته بیا په ورځنی ژوندانه کې د دې قوانینو د پلي کیدو ساحې ترڅیړنې لاندې نیسو. هیله کیږي چې تاسو به د دې څپرکي په پای کې د لاندې موضوعګانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نیوټن درې ګونې قوانین،
- د اصطکاک د قوې ډولونه او په ورځنی ژوندانه کې یې کارونه،
- د نیوټن د جاذبې قانون،
- د لفت د حرکت څرنګوالی،
- د مصنوعي سپوږمیو د حرکت دایروي مدار،

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 تر اوسه مو له 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 یا ګیلاس

کړنلاره: کاغذ پرښیښه یي لوښي کېږدئ او د کاغذ پرمخ سکه کېږدئ، تردې وروسته لاندې پراوونه 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 پراوونوکې 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

اوس چې د عطالت (انرشیا) په مفهوم ښه پوه شوو، د نیوټن د لومړي قانون په مطالعه پیل کوو:

نیوټن، انګلیسي پوه او عالم د خپلو پخوانیو پوهانو له نظرونو څخه په ګټې اخیستلو سره په دې بریالی شو چې د حرکت قوانین چې نن په خپله د هغه په نوم (د حرکت په هکله د نیوټن قوانین) یا دیږي، په خپل کتاب کې بیان کړي. هغه لومړی قانون داسې بیان کړی دی:

«یوجسم خپل د سکون حالت او یا د مستقیم خط پرمخ خپل یو ډوله (یونواخت) حرکت ساتي، خو دا چې د یوې قوې تر اغیز لاندې د خپل حالت بدلون ته اړکړای شي».

له لومړي قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې که پر یوه جسم قوه وارده نه شي،که چېرې ساکن وي، ساکن پاتې کیږي او که چیرې په حرکت کې وي، خپل حرکت ته په ثابت سرعت سره دوام ورکوي.

د هغه څه په پام کې نیولو سره چې تراوسه وویل شول، د نیوټن لومړي قانون ته د عطالت(انرشیا) قانون هم وایي. خپلو شاوخوا جسمونو ته وګورئ، آیا کولای شئ داسې یو جسم پیداکړئ چې قوه پرې وارده نشي؟ ترڅو وکولای شي، د نیوټن لومړی قانون په بشپړه توګه پلی کړو.لکه څرنګه چې په ټولو جسمونو د وزن قوه واردیږي،په پایله کې نشو کولای داسې یو جسم پیداکړوچې قوه پرې وارده نشي.

نن پوهان د نیوټن له لومړي قانون څخه د ځمکې بهر ته د سپوږمکیو او فضایي بېړیو د لیږلو لپاره ګټه اخلي. کله چې بېړۍ په پوره اندازه له ځمکې څخه لیرې، په ارام (ګل) ماشین او په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته دوام ورکوي.(ولې؟)

4-2: د نیوټن دویم قانون

د نیوټن 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 یا برعکس، که چیرې جسم په حرکت کې وي او قوه پرې عمل ونه کړي، جسم خپل د ثابت حرکت حالت د مستقیم خط پرمخ ساتي.

خو پر جسم د وارده قوې، کتلې او د حرکت د تعجیل ترمنځ کومه رابطه شتون لري؟

موږ په ورځني ژوندانه کې ګوروچې د یوه غټ جسم د حرکت لپاره نسبت یو وړوکي جسم ته، ډېرې قوې ته اړتیا ده. همدارنګه پوهیږو چې په همدې عین قوې کولای شو وړوکي جسم ته د لوی جسم په پرتله ډېر چټک حرکت ورکړو. له دې ځای څخه پایله تر لاسه کیږي چې د جسمونو د تعجیل ،کتلې او هغه قوې ترمنځ چې پر جسمونو تطبیق کیږي، اړیکه شته. پرجسم باندې د وارده قوې، کتلې او د جسم د حرکت د تعجیل ترمنځ اړیکه، د نیوټن د دویم قانون موضوع ده. <u>د نیوټن دویم قانون دا بیانوي چې «که پر یوجسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجیل اخلي چې پرجسم د واردو شوو قوو له محصلې سره مستقیم نسبت لري، له هغې سره هم لوري دي او دجسم له کتلې سره معکوس نسبت لري».</u>

که چیرې د جسم کتله m او پرې وارده قوه $\vec{F}$ وي، د نیوټن دویم قانون د لاندې رابطې له مخې بیانیږي:

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \quad \text{او یا} \quad \vec{F}=m\cdot\vec{a}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N) دی، چې د پورته رابطې له مخې تعریفیږي. که چیرې په دې رابطه کې، کتله د کیلوګرام Kg پربنسټ او تعجیل د متر پر ثانیه مربع (m/s^2) 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 لرې وارده شي، هغې ته د یو متر فې ثانیې مربع برابر تعجیل ورکوي» .

مثال: یو جسم چې $20kg$ کتله لرې، له $1.5\,m/s^2$ تعجیل سره په حرکت کې دی. پرجسم د وارده قوو محصله څونیوټن ده؟

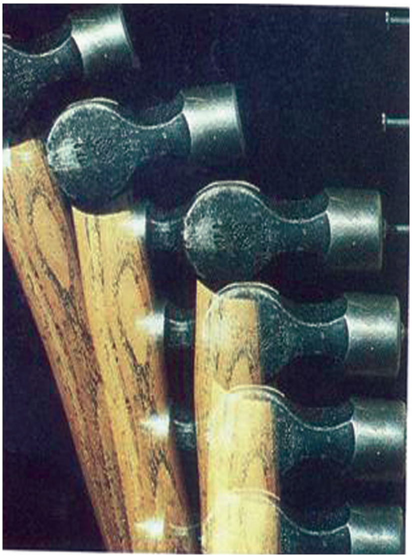
حل: $$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow 1.5=\frac{F}{20} \Rightarrow F=1.5\times 20=30\ N$$

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: $$a_1=\frac{15}{5}=3\,m/s^2 \text{ او } a_2=\frac{15}{12}=1.25\,m/s^2$$

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؟



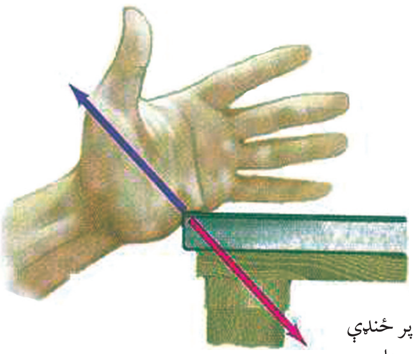
4-3: د نیوټن دریم قانون

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 څیړي 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د فوټبال لوبغاړي 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 ښتک 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 دي.

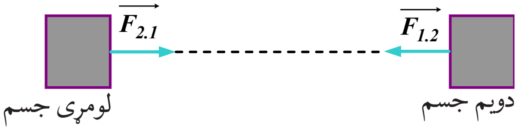


د نيوټن دريم قانون بيانوي چې «کله چې يو جسم پربل جسم قوه واردوي، دويم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري واردوي» که چيرې هغه قوه چې لومړنی جسم يې پر دويم جسم واردوي، د (عمل) قوه وبولو، د دويم جسم قوه چې پر لومړي جسم واردېږي د (عکس العمل) قوه ده.

(4-2) شکل، که چيرې 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 او $\vec{F}_{2.1}$ (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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

(4-4) شکل

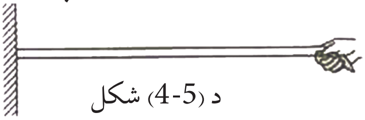
نور هم وپوهېږئ:

د نيوټن له دريم قانون څخه په عمل کې د کار اخيستلو يومهم ځاى د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوايي بېړيو (سفينو) توغول يا ويشتل دي. فضايي بېړۍ د هغه ګاز په مرسته چې له ماشين څخه يې خارجيږي، په عمودي توګه د ځمکې پرسطحه قوه واردوي او د نيوټن د دريم قانون له مخې، د بېړۍ له ماشين څخه خارج شوى ګاز هم په همغه کچه قوه، خو په مخالف لوري (په پورته لورى) پر فضايي بېړۍ واردوي

بحث وکړئ:

د ټولګي په بيلابيلو ډلوکې په دې هکله چې «کوم دليل د دی لامل ګرځي چې موټر د مخ لورته حرکت وکړي» بحث وکړئ او د خپلو بحثونو پايله خپلو ټولګيوالو ته وړاندې کړئ.

مثال: د (4-5) شکل په څېر د يوه طناب يو سر په ديوال کې کلک کړئ او بل سريې د خپل ځان خوا ته را کاږئ.که چېرې طناب له ديوال څخه جلا نه شي، د عمل او عکس العمل قوې (دلاس او طناب) او (ديوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړئ.



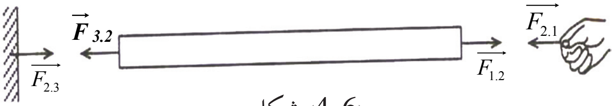
د (4-5) شکل

حل:

د شکل په مختلفو برخوکې قوې د لاس، طناب او ديوال ترمنځ ښودل شوي دي. په دې شکلونو کې مولاس د 1 جسم، طناب 2 جسم او ديوال 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

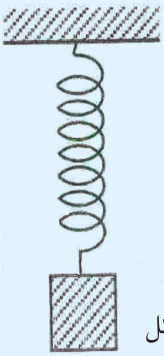
(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت:

یو جسم د فنر په یوه سر ننښلوئ او فنرله بل سر څخه وځړوئ، 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؟

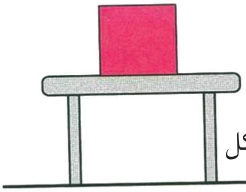


(4-7) شکل

د اتکا عمودي قوه

یوجسم په نظرکې ونیسئ چې د (4-8)شکل په څېر د مېز 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

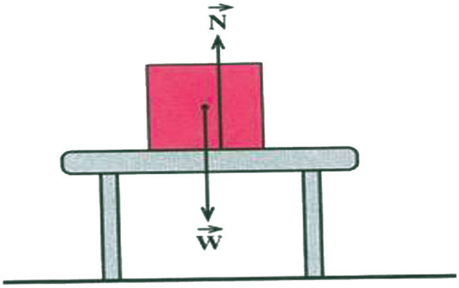
لکه څنګه چې جسم ساکن دی، د حرکت تعجیل یې صفردی یعنې ($a = 0$). د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې پر جسم د وارد شوو قوو محصله صفر ده $(F = m\,a = 0)$ په پایله کې باید د جسم له وزن سره مساوي یوه قوه، خو په مخالف لورې پرې عمل وکړي، تر څو د وزن د قوې په خنثې کولو سره د جسم له تعجیل اخیستلو څخه مخنیوی وکړي. په (4-9) شکل کې پر جسم واردې شوې قوې ښودل شوې دي. د N قوه چې د مېز لخوا پر جسم واردیږي د «اتکاء عمودي قوه» بولو.

چې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو سره کولای شو ولیکو:

$$F = ma = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$



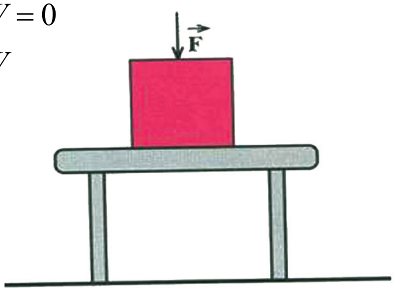
(4-9) شکل

اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څېر یوه قوه F_3 په کچه په عمودي ډول اومخ په ښکته پر جسم وارد وو. آیا مېز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم واردوي، بدلون کوي؟

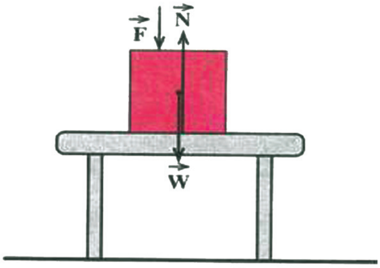
(c) ketabton.com: The Digital Library

پر جسم واردي شوي قوي مو په (4-11) شکل کې ښودلي ده، لکه څنګه چې د جسم تعجيل صفر دی $(a = o)$ ، په پايله کې د نيوټن د دويم قانون پر بنسټ کولای شو وليکو:

$$F = ma = 0$$
$$N - F - W = 0$$
$$N = F + W$$



(4-10) شکل



(4-11) شکل

نو له دې امله د اتکاء عمودي قوه، د (F) په کچه زياته شوې ده.

فعاليت:

د يوې فنري تلې پرمخ ودرېږئ او هغه عدد چې تله يې په لاندې حالتونوکې راښيي ولولئ

a- د تلې پرمخ ساکن ولاړيې؟

b- په داسې حال کې چې د تلې پرمخ ولاړيئ، په خپل لاس باندې پر هغه ميز چې ستاسو تر څنګ دی تکيه وکړئ.

4-4: د نيوټن د قوانينو پلي (تطبيق) کول

په تصوير کې يوتن چې په رسۍ کې ځړيدلی دی. ښايي هيڅکله د نيوټن د قوانينو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانين پرې په هره ګړۍ کې چې هغه د خپل ځان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخيل او اغيزکوي. 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 ځرخونو له امله مطلوبه لوروته موجه شوي دي، باوري دی هغه کولای شي خپل ذهن ته د اصطکاک د ذاتي قوې چې د هغه د لاسونو او رسۍ ترمنځ عمل کوي، پراختيا (انکشاف) ورکړي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

موږ له ټولوپېښو سره په ورځني ژوندانه کې، که چيرې پوهيږو يا نه پوهيږو د نيوټن د قوانينو تابع يو. تاسو نشئ کولای چې ددې قوانينو له اصولو څخه په سرغړونې د خپل بدن غړوته حرکت ورکړئ، يو موټر وچلوئ او يا يو توپ پورته واچوئ او.... لنډه دا چې ټول قوانين زموږ د هستۍ لپاره د همدې درې بنستيزو بيانونو چې د نيوټن د درې قوانينو څرګندونکې اود مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. د نيوټن قوانين په حيرانوونکې ډول په کهکشانونو، سيارو او ان له يوې ونې څخه د يوې منې په لويدلو چې په ظاهره کې يوه ډېره ساده او طبيعي پيښه ګڼل کيږي، په داسې حال کې چې دا قوانين زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پېښوکې د تطبيق وړ او دحرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستۍ د عالم ډير مغلق اسرار موږ ته راپيژني.

نن ورځ موږ تراوسه د نيوټن قوانين د فزيک په ټولو برخوکې، بنستيز او اړين ګڼو. غوره ده چې ووايو دا قوانين کولای شي د حرکت دعلم د تحليل او توضيح لپاره د سمښت ډېر غوره مهر ولګوي، خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پيړۍ په لومړيو کې فزيک پوهانو کشف کړه چې د نيوټن قوانين يوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت يې د نور له سرعت څخه لږ او يا د نور سرعت ته نژدې وي او همدارنګه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې يې د اندازې له مخې لويې او يا له اتومونو سره برابرې وي، د تطبيق وړ دی، خو د انسانانو په ورځنيو تجربوکې تراوسه هم د نيوټن قوانين د تطبيق ډېره ستره او پراخه ونډه لري.

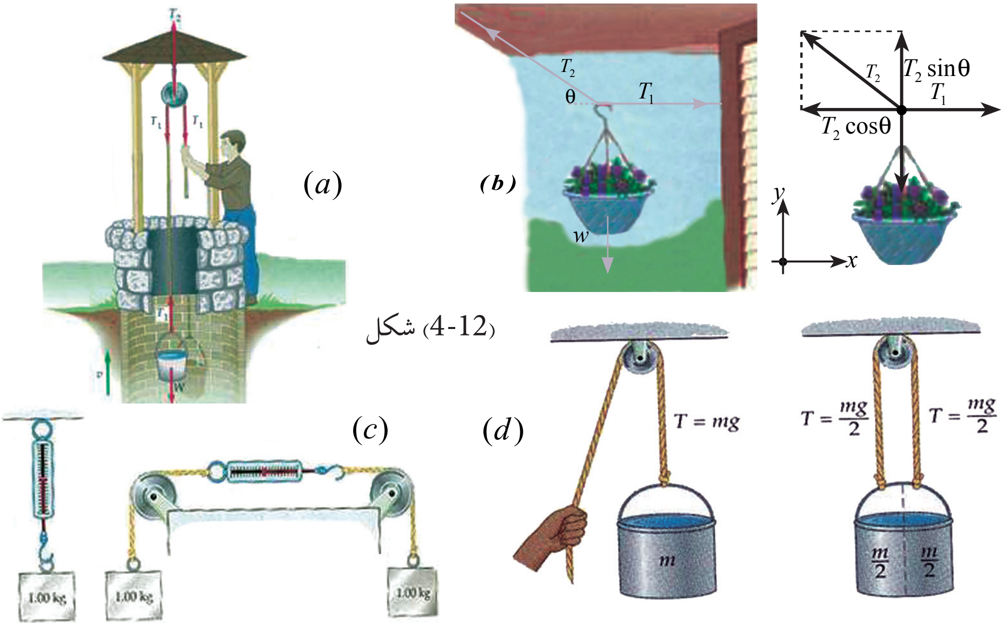
د نيوټن د حرکت قوانين پر ډيرو او بيلا بيلو سيستمونو لکه چې په پخوانيو بحثونوکې مومطالعه کړل، تطبيق کيدای شي، په دې بحث کې به د نوو قوو ډولونه په نوو سيستمونوکې چې د نيوټن قوانين کولای شي، په مختلفو مسيرونو د حرکت په حال کې په جسمونو باندې د تطبيق وړ وي، مطالعه کړئ.

هغه څه چې وويل شول، په نړۍ کې د نيوټن د قوانينو د تطبيق د بې شمېره مواردو ډيرې محدودې بيلګې وې.

د جسمونو په انتقالي تعادل کې د نيوټن د قانون تطبيق

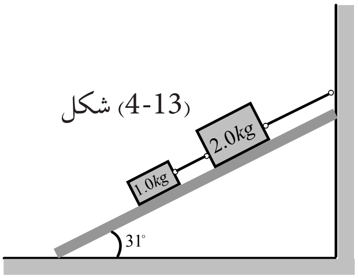
کله چې وايو چې يو جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم د وارده قوو محصله صفر ده، يعنې $\sum \vec{F} = 0$. د نيوټن د دويم قانون له مخې پورتنی بيان له دې سره معادل دی چې ووايو د جسم تعجيل صفر دی. په دوه بعدي سيستمونو کې انتقالي تعادل په دوو بعدونو کې په مستقل ډول تطبيق کيږي. يعنې $\sum F_x = 0$ او $\sum F_y = 0$ لکه څنګه چې پوهيږئ، هغه اجسام چې دوه ډوله حرکتونه (خطي او دوراني) لري، په هغوکې دوراني تعادل په همغه کچه مهم دی چې انتقالي تعادل پکې د اهميت وړګڼل کيږي. اوس کله چې له تعادل څخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالي تعادل دی. لاندې شکلونه د انتقالي تعادل مختلفې بيلګې را ښيي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شکل (4-12)

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 شوې 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 پلي 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

يو د دې قوې لورى او بل يې مقدار. لومړى راځئ چې د دې قوې لورى مطالعه کړو.

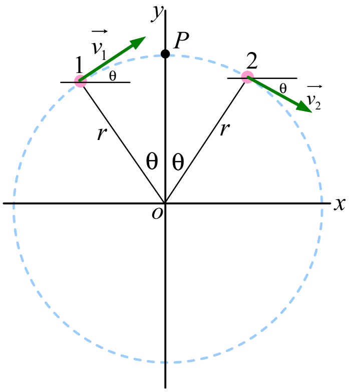
فرض کوو يو توپ چې د (4-14) شکل په څېر له يوه تار سره ترل شوى دى زموږ د سرله پاسه په دايره يي حرکت څرخيږي. کله چې تاسو توپ ته دوره ورکوئ، د راښکلو يوه قوه په تار کې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لورى ته راکاږي. په څرګند ډول د تار په بل سر کې چې له توپ سره وصل دى، د راښکلو دا قوه مخالف لوري يعنې د دايرې د مرکز په لور عمل کوي چې په لنډه توګه داسې ويلاى شو:

(ددې لپاره چې يو جسم وکولاى شي، په ثابت سرعت د يوې دايرې پرمخ حرکت وکړي، يوه قوه چې لورى يې د دايرې د مرکز په لور وي، بايد پرې عمل وکړي، تر څو نوموړى جسم د دايرې د مرکز په لور راوکاږي).

لکه څنګه چې توپ د دايرې مرکز لوري ته راکښل کيږي، په لومړيو کې دا نا آشنا او غير عادي معلوميږي. چې څرنګه يو توپ چې په ثابت سرعت حرکت کوي، د تعجيل لرونکى دى. ځواب دا دى چې تعجيل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او يا د حرکت لورى بدلون ومومي.

(4-14) شکل

په دايروي حرکت کې د حرکت لوري هره ګړۍ بدلون مومي. د مرکز په لور د تعجيل پايله د تعجيل الي المرکز (د مرکز لور متمايل تعجيل) (Centripetal acceleration) په نامه يادوي 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 يوې دايرې پر مخ د r په شعاع راڅرخي، محاسبه کړو.



(4-15) شکل

يوه ذره د يوې دايرې پر مسير چې مرکزيې (O) دى، په حرکت کې دى. ذره ثابته ده، خو سرعت يې په ثابت ډول د بدلون په حال کې دى.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د (4-15) 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 یي 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:

$$\vec{V}_1 = (v\cos\theta)\hat{x} + (v\sin\theta)y$$

$$\vec{V}_2 = (v\cos\theta)\hat{x} + (-v\sin\theta)y$$

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 لوري 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 $d = r(2\hat{\theta})$ =ده، 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:

$$\lim_{\hat{\theta}\to 0}\frac{\sin\theta}{\theta} = 1$$

په پای کې لحظه یي تعجیل د P په نقطه کې عبارت دي له: $\vec{a} = -\frac{V^2}{r}y = -a_{cp}y$

(c) ketabton.com: The Digital Library

لکه څنګه چې ووېل 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 يي 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 نوموړی جسم ته دایره يي 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 بېلګې په توګه: F_{cp} شوني ده چې په پورته توګه د یوه تار راښکل وي، ښایي د اصطکاک له امله د سړک او موټر د ټایرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په یوه سړک 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 يي حرکت سبب وګرځي.

4-5: د اصطکاک قوه

په پخوانیو ټولګیو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول آشنا شوئ. ورځنی تجربې ښيي چې که چیرې یوه ګلوله د افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې ګلوله د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودریږي، 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 وروکمیږي او په پایله کې رقاصه دریږي، خو د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې ، د پټانسیل انرژي د بدلېدو دلیل په حرکي انرژي باندې او د هغې برعکس ، باید د نوموړې رقاصي 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 ترلاسه کیږي چې حتماً د هغو د حرکت د لوري په خلاف یوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وایي.

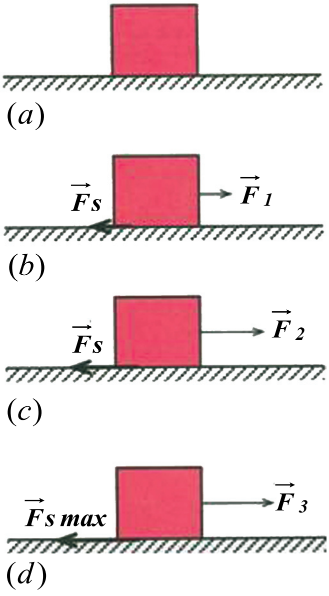
د اصطکاک قوه هغه مهال منځ ته راځي چې یو جامد جسم پر بل جامد جسم د مایع او یا ګاز په منځ کې حرکت وکړي. د اصطکاک قوه په دوو حالتونوکې څېړو.

1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښی دی، راښکل کیږي، خو ساکن پاتې کیږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه د ستاتیکي (سکون) اصطکاک قوې په نامه یادوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

2. جسم نسبت هغه سطحې ته چې ورباندې دی، په حرکت کې وي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه ډینامیکي (حرکي) اصطکاك قوه نوموي. په لاندې ډول هر يو تر مطالعې لاندې نيسو:

1 - **د سکون (ستاتیکي) اصطکاک قوه**: د جامداتو ترمنځ اصطکاك چې يوله 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 يو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ راښکل کيږي، په دې حالت کې د نوموړو اجسامو سطحې يو د بل له پاسه اصطکاك توليدوي.



(4-16) شکلونه

اوس فرض کړئ يو جسم د (a) د شکل په څېر، د يوې افقي سطحې پرمخ د سکون په حالت کې دی. په جسم د $\vec{F}$ قوه واردوو. په پيل کې د دې قوې کچه کوچنۍ او له $\vec{F}$ سره برابره نيسو. هغسې چې جسم ساکن پاتې شي. د (b) شکل، څرنګه چې جسم ساکن دی، د نيوټن د دويم قانون له مخې بايد پر جسم د وارده قوو محصله صفر وي، نو له دې کبله بايد 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 تعجيل نيولو مخه نيول شوې وي.

د $\vec{f}_s$ قوه د اتکاء سطحه پر جسم واردوي. دې قوې ته، «د ستاتيکي اصطکاك قوه» وايو.

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

$$a = 0$$

$$F_1 - f_S = 0 \quad \Rightarrow \quad f_s = F_1$$

که په همدې ترتيب سره د $\vec{F}_1$ قوې کچه ور زياته شي او د $\vec{F}_2$ کچې ته يې ورسوو. په دې حالت کې، که چېرې جسم همدارنګه ساکن پاتې شي، د پورتني ورته استدلال له مخې دې پايلې ته رسيږو چې د اصطکاك ستاتيکي قوه هم زياته شوې او له $\vec{F}_2$ سره برابره شوې ده، له دې امله د $\vec{F}$ د قوې په زياتولو سره د ستاتيکي اصطکاك قوه هم زياتيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

که چیرې په همدې ترتیب د $\vec{F_2}$ قوې کچه ورزیاته کړو او په $\vec{F_3}$ یې وښیو، 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 $F_3 = f_{s\,max}$ 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) یې د $\mu_s N$ برابر دی، یعنې: $f_s \le \mu_s \cdot N$ 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 یې قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوټن په حساب څومره وي؟

$$\left.\begin{aligned} m &= 10kg \\ \mu_s &= 0.4 \\ F &= 25N \\ V &= 0 \\ f_s &= ? \end{aligned}\right\}$$

شکل (4-17)

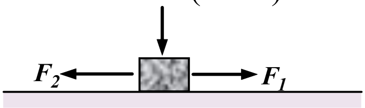
حل: څرنګه چې د F قوې په واردولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاتې کیږي، په دې معنا چې د جسم د ستاتیکي اصطکاک قوې مقدار ددې وارده قوې له مقدار څخه زیات دی. یعنې:

$$F_s = \mu_s \cdot N = \mu_s \cdot m \cdot g = 0.4 \times 10kg \times 10\frac{m}{s^2} = 40N > F$$

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.

$F = w = (10 \times 2)N$



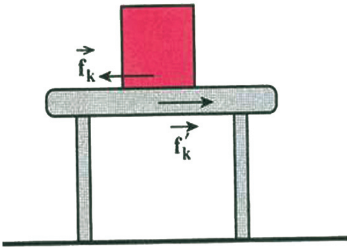
شکل (4-18)

(c) ketabton.com: The Digital Library

2- **د حرکي (ډيناميکي) اصطکاک قوه**: فرض کړئ چې يو صندوق د يوې افقي سطحې پرمخ راکاږئ. که چيرې صندوق نور نه راکاږئ، ګورئ به چې سرعت يې ورو، ورو کمېږي او څو شيبې وروسته دريږي. که چيرې موټر چې د افقي سطحې پرمخ د حرکت په حال کې دی، برک نيسي، له لږې مودې وروسته موټر دريږي. دې ته په پام کولو سره چې قوه، د سرعت د بدلون لامل دی، بايد يوه قوه د جسم د حرکت په خلاف لوري، په جسم وارده شوې وي. دا قوه د اصطکاک له حرکي(ډيناميکي) قوې څخه عبارت ده. کله چې يو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ حرکت وکړي، د هر جسم د تماس له سطحې سره موازي يوه قوه ، د يوه جسم څخه پربل جسم واردېږي چې د اصطکاک ډيناميکي(حرکي) قوه نوميږي. په دې ځای کې هم د پورته رابطې په څېر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot N$$

μ_k د ديناميکي (حرکي) اصطکاک له ضريب څخه عبارت دی.



شکل (4-19)

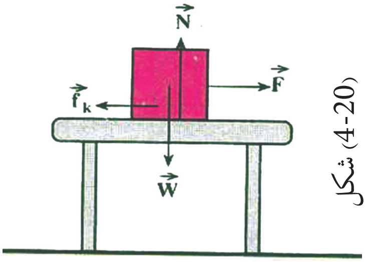
بحث وکړئ:

د ټولګـي په بيلابيلو ډلوکې «د سـتاتيکي اصطکاک او حرکي اصطکاک د قوو ترمنـځ توپير» په هکله په خپلو کې بحث وکړئ او پايله يې ټولګيوالوته واوروئ.

مثال: يو جسم په $12kg$ کتلې سره د يوه تناب په مرسته چې ورسره وصل شوی دی، د افقي سطحې پرمخ راکاږو، که چيرې د تناب لوری افقي او د دواړوجسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکي اصطکاک ضريب مساوي له 0.25 سره وي. پرجسم وارده شوې د حرکي اصطکاک قوه څو نيوټنه ده؟ ($g = 10 m/s^2$ 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 نيوټن له دويم قانون څخه پايله ترلاسه کيږي 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)

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثال: په مخکیني مثال کې، که چیرې تناب په $F=36\,N$ قوي 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:

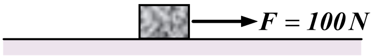
$$F - F_K = m \cdot a$$

$$\Rightarrow a = \frac{F - F_k}{m} = \frac{36 - 30}{12}$$

$$a = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}\frac{m}{s^2} = 0.5\frac{m}{s^2}$$

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 حرکي اصطکاک ضریب یې پیداکړئ.

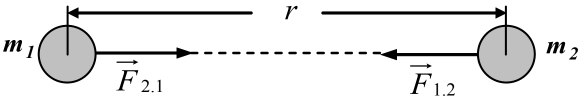


4-6: د نیوټن د جاذبې قانون

آیا تر اوسه مو له ځیله 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 وايي. 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.

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \text{ عمل او غبرګون (عکس العمل) } \Rightarrow F_{1.2} = F_{2.1} = F$$

$$F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \ldots\ldots (1)$$



شکل (4-21)

(c) ketabton.com: The Digital Library

په دې رابطه کې G د جاذبې نړیوال ثابت نومېږي، په SI سیستم کې د کتلې د اندازه کولو واحد، کیلوګرام (Kg)، د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N). د واټن د اندازه کولو واحد، متر (m) دی، نو G مساوي دی له: $G=6.67\times10^{-11}\dfrac{N\cdot m^2}{kg^2}$

مثال: دوه جسمونه له $5kg$ او $12kg$ کتلو سره په یو متري واټن کې یوله بله واقع دي، د هغو ترمنځ د جاذبې قوه محاسبه کړئ.

حل: $F=G\dfrac{m_1\cdot m_2}{r^2} \Rightarrow F=6.67\times10^{-11}\times\dfrac{5\times12}{1^2} \Rightarrow F=4\times10^{-9}\,N$

لکه څنګه چې پورتنی مثال راښیي، د جاذبې قوه د دووجسمونو ترمنځ له وړوکتلو سره د صرف نظر وړ ده.

پوښتنه: د ځمکې کتله تقریباً $6\times10^{24}\,kg$ او د ځمکې شعاع تقریباً $6.4\times10^6\,m$ دي، د ځمکې د جاذبې قوه چې پر تاسو واردیږي، څو نیوټنه ده؟ (ددې قوې د محاسبې لپاره د ځمکې کتله د ځمکې پرمرکز متمرکزه فرض کړئ.

د وزن قوه – د جاذبې تعجیل

په دویم څپرکي کې د اجسامو د آزاد سقوط په بحث کې پوه شوئ چې د آزاد سقوط په حرکت کې تعجیل، د ټولو جسمونو لپاره یو شان او له g سره برابر دی، هغه قوه چې د دې تعجیل د منځ ته را تلو لامل کیږي، د نیوټن له دویم قانون څخه یې په دې توګه محاسبه کوو.

$$F=ma\ ,\ a=g \Rightarrow F=mg\ .\ .\ .\ .\ (2)$$

له بلې خوا پوهیږو چې د وزن قوه د جسم د سقوط سبب ګرځي. که چیرې د وزن قوه په W وښیو، (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 یې پرجسم واردوي. که چېرې د ځمکې کتله او شعاع په ترتیب سره په M_e او R_e وښیو، د (1) رابطې څخه په ګټې اخیستلو کولای شو د جسم وزن، یعني 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 پایله لاس ته راځي:

$$m.g=G\frac{m\cdot M_e}{R_e^2} \Rightarrow g=G\frac{M_e}{R_e^2}\ .\ .\ .\ .\ (5)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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: $g' = G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$

څېړنه وکړئ:

څېړنه وکړئ چې د جاذبې نړیوال ضریب G د لومړي ځل لپاره د چا لخوا محاسبـه شـو؟ د هغه دکار طریقې په لنډه توګه ټولګې ته رپورټ ورکړئ.

پوښتنه:

دې ته په پام کولو سره چې د g منځنۍ کچه د ځمکې په سطحه کې $9.8\,m/s^2$ 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 راښکلود 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 هواکې 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 لورې د حرکت د لورې 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 کوونکې 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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: $F_d = mg\frac{V^2}{V_t^2}$

د جسم حدي سرعت د هغه د کچې شکل اوکتلې سره اړه لري. لاندې جدول د ځوجسمونو حدي سرعتونه د بیلګې په ډول ښیي.

جسم	حدي سرعت (m/s)
د چرګ بڼکه	0.5
د واورې دانه	1
د باران ځاځکي	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 لارښووني:

څرنګه چې پراشوټونه یو ډول دي، نوهیله دا ده چې په یوه ټاکلي سرعت باید د مقاومت راښکوونکي قوې کچه پر دواړو پراشوټونو 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 بیاموو 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:

$$mg = F_d = bV_t^2$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

خرنګه چې پراشوتونه یو ډول دي، ګورو به چې د b ثابت قیمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله $V_t \propto \sqrt{m}$ ، نو دروند هواباز حدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، باید چټک حرکت وکړي، نو د 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 برابردی یعني 15% يې چټک حرکت کړېدی.

مباحثه: د $82.0Kg$ هواباز 32% دروند 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 مستقیماً متناسبه ده یعني همدا 15%ډېر سرعت د مقاومت قوه 32% زیاتوي، یعني: $(1\cdot 15)^2 = 1\cdot 32$

تمرین

یو پیلوټ خپل ځان له پراشوت سره د ځمکې د سطحې له یوه لوړوالي څخه له خپلې الوتکې غورځوي. که چیرې د پیلوټ مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چې پیلوټ حدي سرعت ته رسیږي، څومره ده؟

مثال- د باسکتبال یو توپ له یولوړ تعمیر څخه را خوشې کیږي.

a- د توپ لومړنی تعجیل د سقوط په موده کې څومره دی؟

b- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې توپ خپل حدي سرعت ته رسیږي حساب کړئ.

c- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې سرعت يې د حدي سرعت نیمایي ته رسیږي پیداکړئ.

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. څرنګه چې توپ د سکون له حالت څخه غورځول کیږي، نو له دې امله هغه یوازینۍ 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.څرنګه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجیل د آزاد سقوط له تعجیل سره مساوي دی، یعني: $(\vec{a} = \vec{g})$

b. کله چې توپ خپل حدي سرعت ته رسیږي، د مقاومت د قوې کچه مساوي د توپ له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کې عمل کوي او څرنګه چې په دې حالت کې پر توپ منتجه قوه صفر ده. نو تعجیل په حدي سرعت کې صفر وي، یعني: $\vec{a} = O$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 لورې خلاف په پورته لورې 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: $V = \frac{1}{2}V_t \Rightarrow \frac{V^2}{V_t^2} = \frac{1}{4}$

$$a_y = g(\frac{1}{4} - 1) = -3/4 \times g$$

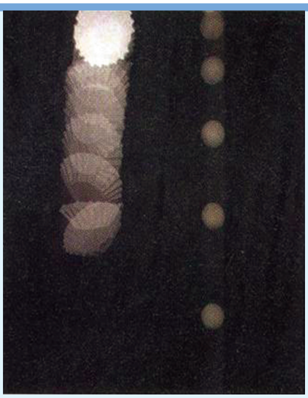
نو د توپ تعجیل. $\vec{a} = -3/4\,\vec{g}$ او د $\vec{a}$ او $\vec{g}$ دواړه لورې مخ په ښکته دي.

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 ټوکرې 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 ټوکرۍ په وړاندې ډېر د پام وړدی او ټوکرۍ تقریباً یو نا څاپه خپل حدي سرعت ته رسیږي. څو کاغذي ټوکرۍ (له دوونه ترڅلورو دا نو) سره یوځای کړئ او هغوی له لومړنې ټوکرۍ سره یوځای خوشې کړئ. څه به وګورئ؟ آیا د کاغذي توکرېو حدي سرعت زیات دی؟ ولې؟

(c) ketabton.com: The Digital Library



اوس يوه ټوټه كاغذ كلوله كړئ او بيا هغه په يو وخت له سكې سره خوشې كړئ. و به ګورئ په داسې حال كې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلى، خو اوس هم د پاملرنې وړ دى. ولې؟

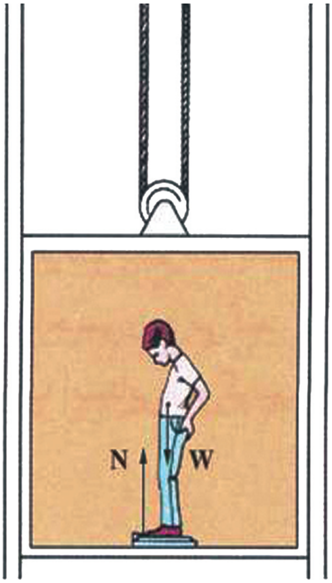
په دې هكله په ډلوكې بحث وكړئ او لاندې شكل ته چې يو ستروبو سكوپيك تصوير دى او د دوو جسمونو سقوط په هواكې له ډېر توپيري حدي سرعتونو سره ښيي، وګورئ او په مرسته يې د هغه فعاليت په هكله چې ترسره كړى مو دى، په ډلوكې بحث او مناقشه وكړئ (تصويرونه په زماني وقفو $1{,}15\,s$ كې عكاسي شوي دي)

(4-23) شكل

4-7: لفټ

لفټ څه شی دی؟ آيا تراوسه مو له ځانه پوښتنه كړې ده چې لفټ د فزيك له نظره څنګه كار كوي؟ كله چې د لفټ د ننه ياست او لفټ د v په ثابت سرعت پورته او يا ښكته حركت كوي، څه پيښيږي؟ او كه چيرې لفټ د a په ثابت تعجيل په حركت پيل وكړي، څه پيښيږي؟ او..... دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به د دې لوست په پاى كې هغو ته د ځواب وركولو وړتيا ترلاسه كړئ.

پورتنيو پوښتنو ته د ځواب وركولو لپاره لاندې مثال ته پام وكړئ: فرض كړئ چې يوتن د m له كتلې سره د لفټ د ننه پر يوه فنري تله ولاړ دى. پرفنري تلې د واردې قوې كچه په لاندې دريو حالتونو كې تر مطالعې لاندې نيسو:



(4-24) شكل

1 - كه چيرې لفټ ساكن وي: په دې حالت كې څرنګه چې لفټ ساكن دى، په پايله كې د حركت تعجيل به صفر وي. پر شخص واردې قوې په (4-24) شكل كې ښودل شوي دي، نو د نيوټن د دويم قانون له مخې ليكلاى شو:

$$a = 0$$

$$F = N - W = 0$$

$$N = W = mg ....(1)$$

په دې حالت كې داسې پايله ترلاسه كولاى شوچې: كله چې يوتن د لفټ د ننه دى او د لفټ تعجيل صفر دى، فنري تله يوازې د جسم د وزن قوه يعنې $W = mg$ راښيي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 نظرکې 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: $a = 0$

$$F = N - W = mg$$
$$N = W = mg$$
$$N = 70 \times 10 = 700\ N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

b) په دې حالت کې چې لفت له ثابت سرعت سره مخ پورته خواته په حرکت کې دی، په پایله کې د حرکت تعجیل صفر دی او د a د محاسبې په څېر پایله تر لاسه 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 ښيي؟

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 څنګه ویني؟ 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.

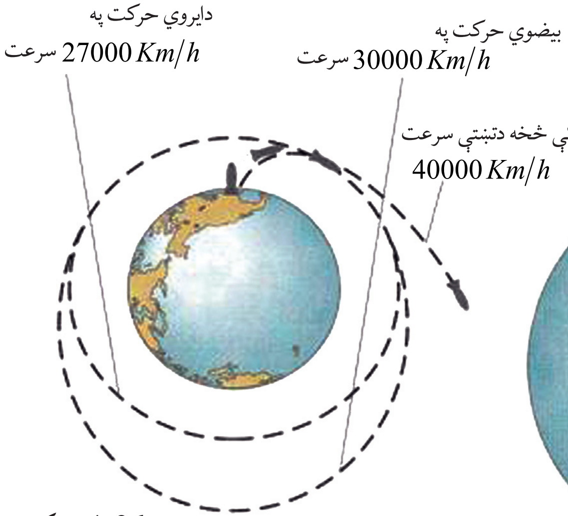
(4-25) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

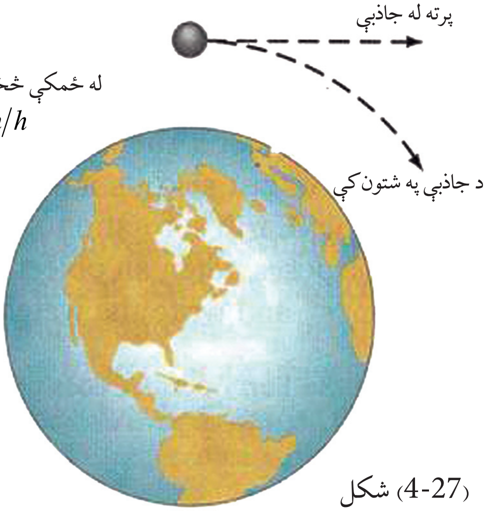
نوله دې امله نوموړی سړی دې پایلې ته رسیږي چې هېڅ یوه قوه پر مصنوعي سپوږمۍ عمل نه کوي، خو هغه څه ته په پاملرنې چې د دایروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولای شو ووایو چې پر مصنوعي سپوږمۍ دوې قوې عمل کوي. یوه د جاذبې قوه mg او بله له مرکز څخه د تېښتې قوه $mR\omega^2$ چې دواړه قوې یوه له بلې څخه په مخالفو لوروکې دي. څرنګه 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

څرنګه چې $\omega = \frac{V}{R}$ دی او V د مصنوعي سپوږمۍ خطي سرعت دی، نو ددې قیمت په وضع کولوسره 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د څلورم څپرکي لنډيز

- 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، خو کله 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.

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \quad \text{يا} \quad \vec{F}=m\vec{a}$$

- د نیوټن دریم قانون بیا نوي چې: هر کله 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 وایې. 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 وایې چې په لاندې ډول لیکل کیږي: $f_k=\mu_k\cdot N$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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: $F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ پورتنی 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 یې 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 $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$ له پورتنی رابطې څخه لاسته راځي.
- که چیرې جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ار تفاع کې وي، په پایله کې پورتنی 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 $W \rangle N$ څخه او که چیرې لِفت له ثابت تعجیل سره مخ په ښکته حرکت وکړي، په پایله کې $w \langle N$ څخه وي.
- پر مصنوعي سپوږمیو دوې قوې عمل کوي، یوه یې د جاذبې قوه (مرکزته د جذب قوه) او دویمه یې له مرکز څخه د تیښتې قوه.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د څلورم 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 درې 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؟

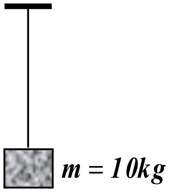
9. دوه جسمونه له m_1 او m_2 کتلو سره چې پر یوې افقي سطحې د سکون په حالت کې دي ، د یو ډول قوو تر اغیز لاندې په حرکت پیل کوي. که چیرې د t زمان له تېریدو څخه وروسته یې سرعت په ترتیب سره V_1 او V_2 شي، د $\frac{V_2}{V_1}$ نسبت محاسبه کړئ.
10. یو جسم د سقوط په حال کې دی (د هوا له مقاومت څخه تېرشئ) کومې قوې 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 تړلی او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلی دی.

a- که چیرې د ستګاه له $2\,m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د راښکلو(کشش) قوه معلومه کړئ.

b- که چیرې د ستګاه له $2\,m/s^2$ تعجیل سره مخ په لاندې حرکت وکړي، د تناب د راښکلو قوه به څو نیوټنه وي؟



(c) ketabton.com: The Digital Library

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 څرګندېږي؟

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:

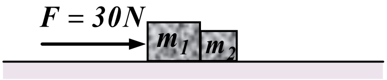
a- جسم د افقي سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه حرکت کوي.

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 وارديږي، 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؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

کار، میخانیکي انرژي او طاقت

ورزش کوونکي د بیس بال په توپ د یوې قوې په تطبیقولو سره، په یو لوري او چټک سرعت سره تعجیل اخیستلو ته چمتو کوي. هغه د یوې داسې قوې په تطبیقولو سره چې پرمټ به یې ښايي 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 لپاره اړینه ده، مساوي وي. همدې لاسته راغلې پایلې ته د (کار- انرژي) قانون وایي. ($\frac{1}{2}mV^2$)

تر اوسه پورې موږ د یوه جسم انتقالي حرکت د نیوټن د دریو قوانینو له 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 کیږي. 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 ورځني 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 تریوې 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.

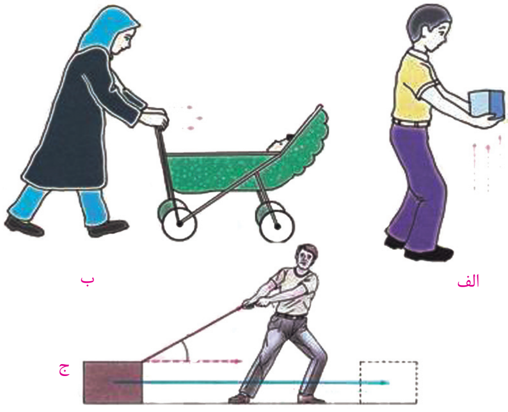
فعالیت:

هغه شمېر کارونه چې په خپل چاپېریال کې یې وینئ او یا له هغو سره مخامخ کېږئ ویې لیکئ او خپل ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې ځانګړنې او ګډ عناصر شته؟ دا پوښتنه په ټولګيو ډلو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیایې ټولګي ته وړاندې کړئ.

پورتنې ذکر شوې فعالیت ته په پام کولو سره په کارونو کې چې ترسره کېږي، دوه ګډ عنصرونه شتون لري.

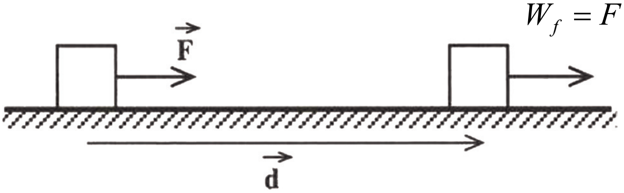
1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوې د اعمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له بدلون سره مخامخ کېږي.



(5-1) شکل

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 شوې فاصلې د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملې قوې له کار څخه عبارت دی.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 فوت 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:

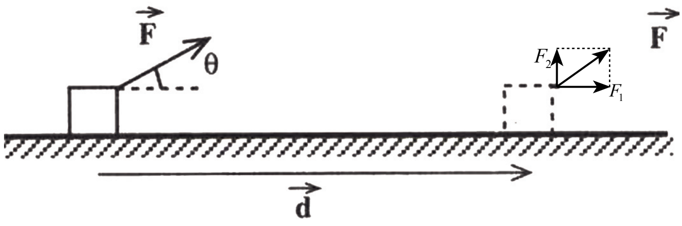
$$w = F \cdot d$$

$$w = (70N)(10m) = 700J$$

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 د وارده قوې او د d د 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 خبر 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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:

$$W_f = F\cdot d\cos\hat{\theta}$$

$$W_f=(10N)\,(6m)\,\cos 60^\circ = 10\cdot 6\cdot\frac{1}{2}=\frac{60}{2}=30\ J$$

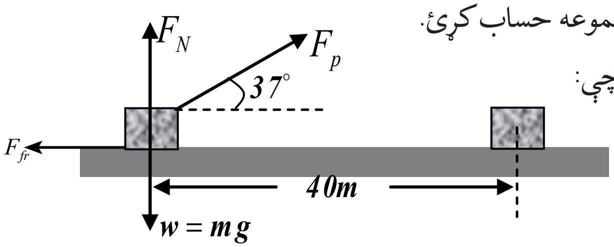
قوه کولای شي چې پر یوه جسم عمل وکړي، خو هېڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسو د ښوونځي خپل بکس په لاس کې ونیسئ او ودرېږئ، په دې حالت کې کار نه ترسره کوئ ولې؟

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 لروچې:



(5-4) شکل

a) د W او F_N قوو په واسطه ترسره شوی کار له صفر سره مساوي دی، ځکه چې:

$$W_g = m\cdot g\cdot d\cos 90^\circ = mgd\times 0 = 0$$

$$W_N = F_N\cdot d\cdot\cos 90^\circ = F_N d\times 0 = 0$$

هغه کار چې د F_p قوې په مرسته ترسره کېږي، مساوي دی له:

$$W_p = F_p d\cos\hat{\theta} = (100N)\,(40m)\,\cos 37^\circ = 3200\ J$$

$$=100N\times 40m\times 0.8 = 3200J$$

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

$$W_{fr} = F_{fr}\cdot d\cos 180^\circ = (50N)\,(40m)\,(-1) = -2000\ J$$

b) د ترسره شوي کار مجموعه (W_{net}) عبارت ده له: $W_{net}=W_g+W_N+W_p+W_{fr}$

$$W_{net}=0+0+3200J-2000\ J = 1200\ J$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

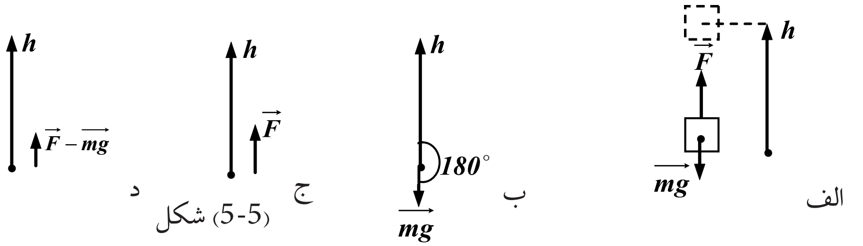
مثال: یو جسم د m له کتلې سره د (5-5) شکل سره سم د h په اندازه پورته ورو، د وزن د قوې کار څومره دی؟

حل: په دې حالت کې د وزن او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه 180° ده.

په پایله کې:

$$W_{mg} = m \cdot g \cdot h \cdot \cos 180^\circ = mgh\ (-1)$$

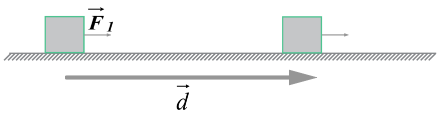
$$\Rightarrow W_{mg} = -mgh$$



شکل (5-5)

تمرین: په شکل کې د F ثابته قوه په (افقي امتداد کې په یوه جسم د m په کتله واردېږي 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 پوهېږو چې د یوه جسم حرکي انرژي د m کتلې او v سرعت سره له $K_E = \frac{1}{2}mv^2$ رابطې سره ښودل کېږي.

کله چې یو توپ لومړی په عمودي ډول هوا ته غورځوو، د توپ سرعت په تدریجي توګه کمېږي. په دې معنا دی چې د توپ حرکي انرژي د پورته تللو پر مهال کمېږي، ددې پر خلاف که چېرې توپ د سکون له حالت څخه له یو لوړ ځایه را خوشې کړو، په پایله کې د توپ حرکي انرژي د ښکته راتلو پرمهال زیاتېږي.

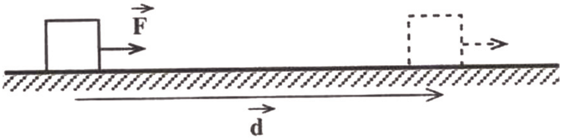
موږ په ورځنی ژوندانه کې په خپل چاپېریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې بِرک شویدی حرکي انرژي یې کمېږي او....

فعالیت:

نورې بېلګې چې د حرکي انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپیریال کې وینئ، ویې لیکئ او ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د کار او حرکي انرژي د رابطې د ښې ښېرښي لپاره يو جسم د m په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کې ونيسئ چې د وارده قوو محصله پرې 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.



(5-6) 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:

$$W = F \cdot d = m \cdot a \cdot d = m\left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2d}\right) d = m\left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2}\right)$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

ددې رابطې د ښې 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 انرژۍ 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

مفهومي پوښتنه: د اجسامو په حرکي انرژي کې

a. که چیرې د جسم کتله دوه برابره شي، حرکي انرژي به په څومره کچه بدلون وکړي؟

b. که چیرې 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 یوازینی وارده قوه، د وزن قوه ده او ددې قوو کار برابر دی له:

$$W = F \cdot d \cdot \cos\hat{\theta} = m \cdot g \cdot h\cos 0° = (1kg)(10\,m/s^2)(10m)(1) = 100\ J$$

دا چې د جسم لومړنی 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 چیرې ډریور برک ونیسي، موټر له یو څه واټن څخه وروسته دریږي. 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:

$$V_1 = \frac{72.1000}{3600} = 20\,m/s$$

او حرکي انرژي یې مخکې له برک کولو څخه مساوي دي له:

$$k_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2}(1500kg)(20\,m/s)^2 = 300000\,J$$

دا چې موټر له برک کولو څخه وروسته دریږي $k_2 = 0$ 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 ډریور ناڅاپه برک کوي. که چیرې د سړک او د موټر د ټایرونو ترمنځ د اصطکاک ضریب 0.5 وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته ودریږي؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

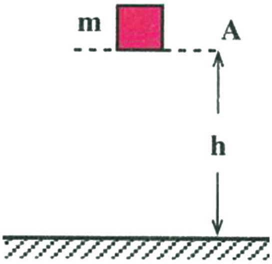
تمرین: یو جسم د h له لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخېستلو سره یې سرعت د لوړوالي په $3/4\,h$ برخه کې پیداکړئ. (د هوا له مقاومت څخه تېر شي).

تمرین: څومره کار په کار دی، تر څو یو موټر له 1000Kg کتلې سره د $20m/s$ سرعت په لرلو سره $30m/s$ ته ورسیږي؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

کار او د پوتنشیل 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 پوتنشیل انرژي ترمنځ رابطه څنګه ده؟ لکه څنګه چې پوهېږو د پوتنشیل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې یو جسم یې د ځمکې له سطحې څخه د خپل لوړوالي له امله لري. یعنې که چېرې یو جسم د (5-7) شکل په څېر د ځمکې له سطحې څخه د h په لوړوالي کې واقع وي، د پوتنشیل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره باید کار ترسره کړو، نو ددې کار د ترسره کېدو له امله جسم د پوتنشیل جاذبوي انرژي لاس ته راوړې ده، نو ویلای شو چې د پوتنشیل د انرژي په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخیره کېږي.



(5-7) شکل

په دې لوست کې به b انرژي په کمي ډول تعریف او له کار سره به یې رابطه لاس ته راوړو.

(5-7) شکل ته په پام کولو سره هغه کار چې د F قوې په مرسته ترسره کېږي، ترڅو د m کتله د h تر لوړوالي پورته شي، عبارت دی له:

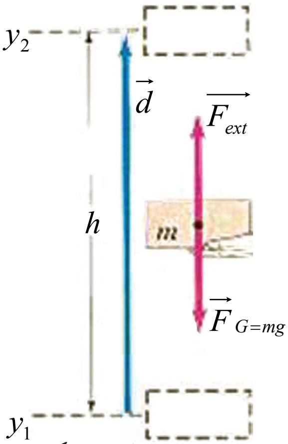
$$W_P = F\cdot d\cos\hat{\theta} = m\cdot g\cdot h\cos 0° = mg(h_2 - h_1)$$

په پایله کې کولای شو ولیکو چې: $W_P = mgh_2 - mgh_1 = \Delta p$

یعنې 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 پوتنشیل د انرژي له تفاضل څخه عبارت دی، یعنې: $u = W_P = \Delta p$

پورتنیو ټکو ته په کتو کولای شو، د پوتنشیل جاذبوي انرژي په لاندې توګه تعریف کړو:

د یوه جسم د پوتنشیل جاذبوي انرژي د ځمکې په نسبت په یوه نقطه کې له هغه کار سره برابره ده چې موږ یې ترسره کوو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د ځمکې له سطحې څخه تر یادې شوې نقطې پورې ولېږدوو.



(5-8) شکل

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 پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې لاندې جدول دیادو شوو لوړوالو لپاره، بشپړ کړئ. او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

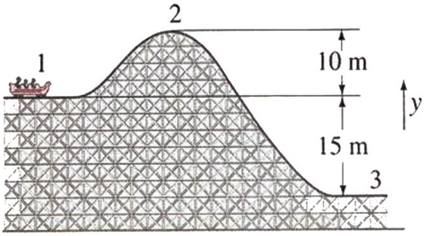
ارتفاع	حرکي انرژي	د پوتانسیل انرژي	د حرکي او پوتانسیل انرژیو مجموع
h			
$\frac{1}{2}\times h$			
$\frac{1}{4}\times h$			
0			

نوټ: د یادولو وړ ده چې که چېرې له ثابت سرعت سره شرط د پوټانشیل د انرژي په تعریف کې نه وای ذکر شوی، د بېلګې په توګه: د جسم سرعت زیاتېده او د کار یوه کچه د جسم د حرکي انرژۍ د زیاتېدو لپاره مصرفیده.

مثال: (5-9) شکل ښيي چې یو متحرك له $1000kg$ کتلې سره له 1 نقطې څخه په حرکت پیل کوي او د 2، 3 له نقطو څخه تېرېږي.

a. د پوتنشیل جاذبوي انرژي په 1 او 2 نقطو کې لاس ته راوړئ.

b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتنشیل د انرژۍ توپیر حساب کړئ.

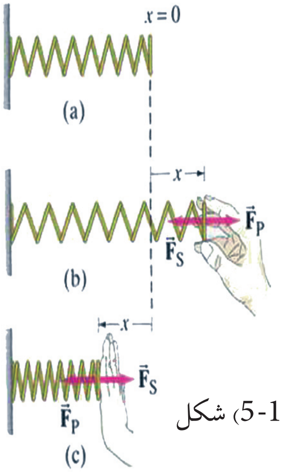


(5-9) شکل

5-3: هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي

څنګه کولای شو هغه کار چې د یو فنر لخوا پر یوې کتلې ترسره کېږي، اندازه کړو؟

دې موضوع د څېړلو لپاره یو فنر د لاندې شکل په څېر په نظر کې ونیسئ.



(5-10) شکل

که چېرې فنر د عضلو د قوې په مرسته د d_x په اندازه راکاږو، په دې حالت کې د عضلو قوې د $(dw = F \cdot d_x)$ کار ترسره کړی دی.

که چیرې د خپل لاس په مرسته په فنر د F قوه وارده کړو او فنر د X په اندازه راکاږو او یایې کښېکاږو، ددې قوې کچه د فنر د X له واټن سره مستقیمه رابطه لري، نو له دې امله:

$$F_p \alpha\, X \Rightarrow F_p = KX \;........(1)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

په دې رابطه کې k د فنر ثابت ضریب دی، راښکل شوی او کښېکارل شوی فنر هم یوه قوه د F_p قوې پر مخالف لوري په لاس وارد وي. 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: $\Rightarrow dw = \vec{kx} \cdot \vec{dx}$

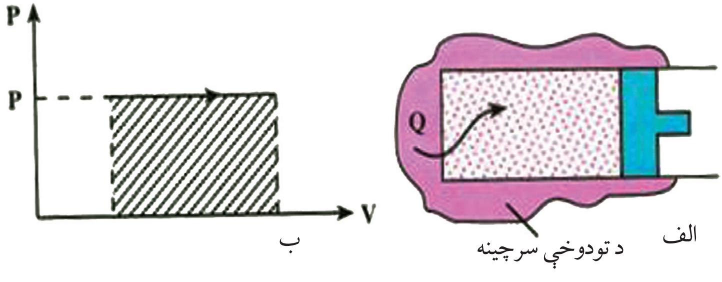
څرنګه چې F_P د $X_1 = 0$ له موقعیت څخه تر هر وروستني X موقعیت پورې خطي تحول لري، نو څکه متوسطه قوه $(\overline{F})$ عبارت له $(\overline{F} = \frac{1}{2}(0 + KX) = \frac{1}{2}KX)$ څخه او مجموعي سرته رسیدلي کار $(W = \overline{F}X = \frac{1}{2}KX \times X = \frac{1}{2}KX^2)$ وي چې دا کار د فنر د پوتانشیلي انرژي په نوم هم یادېږي.

مثال: د یو فنر ثابت ضریب $405\, N/m$ دی، څومره 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 استوانې 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 کېږي چې په پایله کې ګاز لږ منبسط کېږي او پستون یوڅه ښی لور یا د شا پلو ته لېږدوي.



(11-5) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

که چېرې په همدې ترتیب د ګاز تودوخې ورکولو ته ورو، ورو دوام ورکړو. ګاز په ځنډ سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو ښي لورته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل ډېر کوچنی وي.
په پایله کې هغه قوه چې ګاز يې پر پستون واردوي، باید له هغه قوې سره چې چاپېريال 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، يعنې ددې 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 عمليې 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. Wد کار چې سيستم يې د چاپېريال 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 دي له: $\Delta V=V_2-V_1$ د حجمونو توپير په پايله کې:

$$W=P\Delta V \text{.................}(4)$$

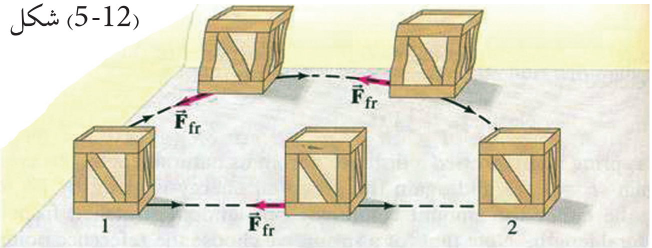
(4) رابطه له هغه کار څخه عبارت دی چې پستون يې د چاپېريال پرمخ ترسره کوي.

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 چېرې 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

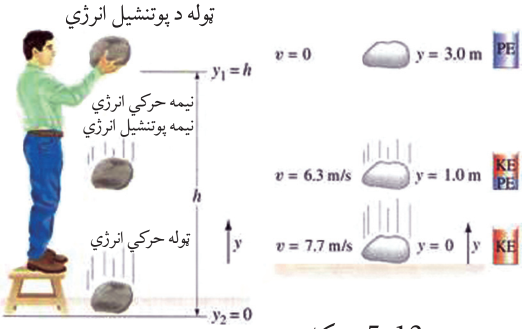


(c) ketabton.com: The Digital Library

5-5: د ميخانيکي انرژي ساتنه (تحفظ)

د ميخانيکي انرژي تحفظ څه شی دی؟ کله چې يو جسم د m له کتلې سره د h له ارتفاع څخه خوشې کوو، د جسم د پوټانسيل انرژي او حرکي انرژي په بدلون وکړي؟ ولې؟ د حرکي او پوتانسيل انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟

په هغه صورت کې چې يوازې تحفظي قوې پر جسم عمل وکړي، موږ يوې آساني او شکلي پايلې ته رسيږو.

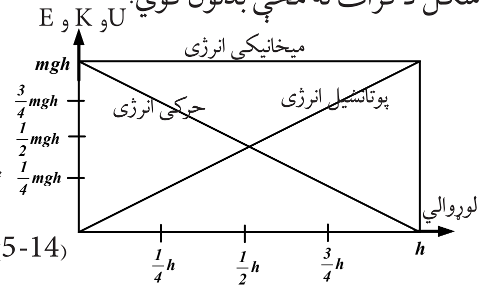


(5-13) شکل

ددې پايلې د توضيح او پورتنيو پوښتنوته د ځواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د m کتله لري، په نظر کې ونيسئ چې د ځمکې له سطحې څخه د y له لوړوالي څخه خوشې شوی دی.

په مخامخ شکل کې ليدل کيږي چې د سقوط پر پايله کې د جسم حرکي او پوتانسيل انرژي د لاندې شکل د ګراف له مخې بدلون کوي.

لکه څنګه چې ليدل کيږي، د سقوط پر مهال، د جسم د پوتانسيل انرژي کميږي او حرکي انرژي يې زياتيږي، خو د دې دوو انرژي ګانو مجموعه د حرکت پرمهال په هره لحظه کې ثابته پاتې کيږي.



(5-14) شکل

د پورتنيو مفاهيمو په پوهيدو سره اوس يو نوې کميت چې ميخانيکي انرژي (E) نوميږي، څيړو چې د حرکي او پوتنشيل انرژي له مجموعې څخه عبارت ده او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو وليدل، د دې کميت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاتې کيږي، يعنې د پوتانسيل انرژي له زياتيدو سره د حرکي انرژي کچه کميږي او برعکس، يعنې: $K_E + P_E = const = M_E$ که څه هم په پورته مثال کې د ميخانيکي انرژۍ تحفظ ښودل شوی دی، خو کولای شو وښيو چې له يو شمېر قوو که د فنر راښکلو بريښنايي قوې او .... سره هم ميخانيکي انرژي ثابته پاتې کيږي. له پورتنۍ معادلې څخه پايله ترلاسه کيږي چې په يوه سيستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوتنشيل او حرکي انرژي مجموعه ثابته وي چې دا قانون د ميخانيکي انرژۍ د تحفظ د قانون په نامه يادېږي.

مثال: يو جسم له 0.5Kg کتلې سره د 2m له ارتفاع څخه د $10m/s$ له سرعت سره مخ پورته غورځوو. دا جسم تر ډېره حده تر کومې ارتفاع پورې پورته ځي؟

$g = 10m/s^2$ فرض کيږي او د هوا له مقاومت څخه دې صرف نظر وشي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 پوټنشیل انرژي يې په همدې نقطه کې برابره ده له: $P_{E_1} = u_1 = mgh_1 = 0.5 \times 10 \times 2 = 10J$

همدارنګه د جسم حرکي انرژي تر ټولو په لوړه نقطه کې $K_2 = 0$ او د پوټنشیل جاذبوي انرژي يې په دې نقطه کې برابر ه ده له: $P_{E_2} = u_2 = mgh_2 = 0.5 \times 10 \times h_2 = 5h_2$

د میخانیکي انرژي د تحفظ پر بنسټ لیکلای شو چې:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$10 + 25 = 5h_2 + 0$$

$$\Rightarrow 35 = 5h_2 \Leftrightarrow h_2 = 7m$$

د غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار

په تېرو لوستونو کې له تحفظي او غیر تحفظي قوو سره آشنا شوئ او همدارنګه 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 غیر تحفظي قوو کار څنګه دی؟

آیا هغه کار چې د تحفظي او غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، یو شان دی؟ ولې؟

مثال: مخکینو زده کړو ته په پاملرنې، د غیر تحفظي قوو یو مثال راوړئ او په هکله یې بحث وکړئ.

حل: د غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو لري، ددې ډول قوو ښه بېلګه د اصطکاک له قوې څخه عبارت ده. مثلاً که چیرې تاسو د یوه جسم چې د ځمکې پرمخ ایښی دی، ځای بدل کړئ، (په منحني ډول، په مستقیم، په منکسر یا زیګزاکي ډول) په دې ډول هر یوه د ځای بدلون کې کار د اصطکاک د قوو پرمټ ترسره شوي او یو له بله توپیر لري.

بحث وکړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلو کې په دې هکله چې ولې د پوټانسیل انرژي د تحفظي قوو لپاره تعریف کیدای شي بحث وکړئ او پایله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

اوس د کار او انرژۍ له قضیې څخه په ګټې اخیستلو ($w_{net} = \Delta k$) د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار په اړه دقیقې څېړنې پیل کوو چې د پوټانسیل انرژي هم رانغاړي.

فرض کړئ چې په یوه جسم څو قوې عمل کوي او جسم ددې قوو تر اغېزې لاندې د مکان بدلون کوي او فرض کړئ چې ددې قوو یو شمېر تحفظي او نورې يې غیر تحفظي قوې دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمټ ټول ترسره شوی کار کولای شو داسې ولیکو:

$$W_{net} = W_c + W_{Nc} ....(1)$$

W_c هغه کار دی چې د تحفظي او W_{Nc} هغه کار دي چې د غیرتحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي.

اوس د کار او انرژۍ له قضیې څخه په ګټه اخیستلو داسې لیکلای شو:

$$W_{net} = \Delta k$$

$$\rightarrow W_c + W_{Nc} = \Delta k \qquad , \Delta k = k_2 - k_1$$

$$\rightarrow W_{Nc} = \Delta k - W_c ....(2)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

هغه کار چې د تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسیل د انرژی په بڼه يې وليکو، لکه څنګه چې له پخوانيو لوستونو څخه مو زده کړي: $W_c = -\Delta u ....(3)$

اوس له (3) رابطې څخه (2) رابطې ته د W_c په تعويضولو سره ليکلای شو چې:

$$W_{Nc} = \Delta k - (-\Delta u)$$

$$\rightarrow (W_{Nc} = \Delta k + \Delta u) ....(4)$$

(4) رابطه د غير تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار لپاره يوه کلي رابطه ده.

5-6: طاقت (توان)

توان څه شی دی؟ توان، کار او زمان يو له بله سره څه ډول رابطه لري؟

د اووم ټولګي په فزيک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنګه په پخوانيو لوستونو کې مو د ترسره شوي کار په هکله بحث وکړ، خو د هغه زمان په هکله چې دا کار پکې ترسره کېږي، خبرې نه دي شوي. کار کيدای شي پخ (ورو) او يا ډېر چټک ترسره شي، يو جسم کولای شو په 10 يا 15 ثانيو کې يوې ټاکلي ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالتونو کې ترسره شوی کار يو ډول دی، خو په لومړي حالت کې کار ډېر چټک ترسره شوی دی. دکار د ترسره کولو د وخت په نظر کې نيولو لپاره، يو مناسب کميت د توان په نامه تعريفوو. په همغه ډول چې د اووم ټولګي په فزيک کې مو هم ولوستل، د w کار چې د t په زمانه کې ترسره کېږي، د p د توان پرمټ ترسره شوي کار د زمان په واحد کې تعريفېږي. يعني: $P = \frac{w}{t} \; . \; . \; . \; . \; (5-18)$

په SI سيستم کې د توان د اندازه کولو واحد ژول پر ثانيه (J/s) دی. چې د جيمز 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:

$$P = \frac{w}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v$$

فعاليت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمنځ د اړيکو په اړه مخامخ جدول ډک او پايله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

$W(J)$	$t(s)$	$P = \frac{w}{t}$ (watt)
10	2	?
10	1	?
20	$1/2$	?
80	$1/4$	?

مثال: يو غر مزلی (کوهنوردی) له $60\ kg$ کتلې سره د 4 ثانيو په موده کې $4.5m$ ارتفاع وهي. د غرمزلي توان لاس ته راوړئ، ($g = 9.8 m/s^2$ فرض کړئ).

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل: لومړی د غر مزلي لخوا ترسره شوی کار لاس ته راوړو:

$$w = m\cdot g\cdot h = (60\ kg)\ (9\cdot 8\ {}^{m}/_{s^2})\ (4\cdot 5\ m) = 2646\ \ J$$

$$P = \frac{w}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{2646J}{4s} = 661.5\,w$$

د موټر، بریښنايي جارو، لِفت او نورو په څېر هره وسیله چې کار ترسره کوي، انرژي مصرفوي. له دې وسیلو څخه دګټې اخیستلو لپاره باید هغو ته انرژي ورکړو، دې انرژي ته ورودي یا مصرفي انرژي وايي. څرنګه چې ددې انرژۍ یوه برخه د اصطکاک له امله او یا د وسیلې د اجزاوو د حرکت ورکولو لپاره مصرفېږي، نو له دې امله د وسیلې کار یاګټوره خروجي انرژي د هغې له ورودي انرژي سره برابره نه ده. په پایله کې د ورودي انرژۍ یوازې یو څه کچه دګټې اخیستلو وړ ده. دغه کچه معمولاً د فیصدي په ډول بیانېږي او د ښېرته ورکړې یا اغېزمنتیا (موثریت) په نامه یادېږي.

$$\text{اغیزمنتیا(مؤثریت)} = \frac{\text{خروجي کار}}{\text{ورودی کار}}\times 100$$

د پنځم څپرکي لنډیز

- 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. یعنې: $W = F\cdot d$

- که چېرې یوه قوه د (θ) تریوې ټاکلې زاویې لاندې پر جسم وارده شي او جسم د d په اندازه بې ځایه 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 یوې څخه زیاتې 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 کیږي، یعنې:

$$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + \ldots .$$

او یا مجموعي کار کولای شو په لاندې توګه ولیکو:

$$W_{total} = (F_{total}\ \cos\hat{\theta})\,d = F_{total}\ \ d\ \cos\hat{\theta}$$

- د کار د اندازه کولو واحد د (SI) په سیستم کې له ژول (J) څخه عبارت دی، $1J = 1N\cdot m$

- هغه کار چې د بیلابیلو قوو په واسطه ترسره کیږي د x محور پرمخ د قوې او بدلون مکان د منحنې ترمنځ مساحت دی.

- د یو فنر پرمټ ترسره شوی کار چې د x په اندازه کښېکارل شوی او یا راښکل شوی عبارت دی له:

$$W = \frac{1}{2}\,kx^2$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

- 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 شوي 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:

$$W_{total} = \Delta k = \frac{1}{2} m V_2^2 - \frac{1}{2} m V_1^2$$

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.

$$1\,W = 1\,J/s$$

$$736\,W = 1\,hp$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 واردېږي 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.

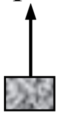
a. قوه په افقي توګه پر جسم واردېږي.

الف

b. قوه د افق په نسبت تر $\theta = 60°$ زاویې لاندې پر جسم واردېږي.

ب

3) پر یوه جسم له $m = 3kg$ کتلې سره، د F قوه د لاندې شکل په څېر واردېږي او هغه په قایم (عمودي) لوري پورته وړي، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو:



a. د جسم د حرکت تعجیل 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.

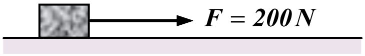
4) یو جسم د m له کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه مخ پورته په قایمه توګه غورځول کېږي او hد تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پیداکړئ.

5) بیان کړئ چې لاندې دوو حالتونو څخه په کوم یو حالت کې کار له صفر سره مساوي دی؟ ولې؟

a. که چېرې یو تن یو جسم په لاس کې ونیسي (په داسې حال کې چې شخص ستومانه کېږي).

b. که چیرې یو تن یو جسم په لاس کې وساتي او هغه ته په ثابت سرعت په افقي استقامت کې د موقعیت بدلون ورکړي.

6) له شکل سره سم پر یوه جسم له $m = 10kg$ کتلې سره د $F = 200\ N$ افقي قوه واردېږي او جسم ته د 20m په اندازه په افقي لوري د موقعیت بدلون ورکوي. (د حرکي اصطکاک قوه 20N ده):



a. په یوه رسم کې پر جسم باندې ټولې وارده قوې وښیئ.

b. د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.

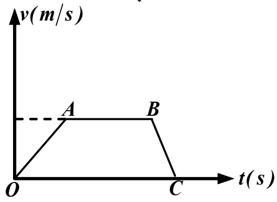
c. د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

7) د یوې قوې پرمټ د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بېلابېلو زاویو کې وڅېړئ.

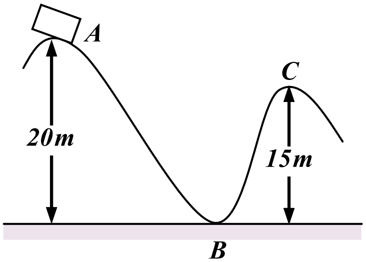
8) حرکي انرژي تعریف او رابطه یې ثبوت کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 زیاتېږي؟
b. کله د جسم حرکي انرژي کمېږي؟
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 کېږي، 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 کېږي؟
19) ورودي یا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بیان یې کړئ.
20) اغیزمنتیا (مؤثریت) تعریف او رابطه یې ولیکئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

خطي مومنتم او امپولس

په دې څپرکي کې د میخانیک علم د لاپراختیا لپاره، د ضربې (Impulse) او مومنتم (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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 څنگه چې له پورتنی 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 ډیرو حالتونو کې په یو نقطه یې جسم د قوې د اغیز زمان هومره لنډ وي چې موږ اړ کیږو، د مشتق او انتیگرال له مفاهیمو څخه گټه پورته کړو چې تاسو به یې د دولسم ټولگي 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 ورځني ژوندانه کې گورو 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 اغیزو او همدارنگه 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:

$$\Delta x = (x_2 - x_1)\ m = \text{په موقعیت کې بدلون}$$

$$\Delta v = (V_2 - V_1)\, m/s = \text{په سرعت کې بدلون}$$

$$\Delta t = (t_2 - t_1)s = \text{زماني واټن}$$

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: $a = \frac{F}{m}$ په پورتنی رابطه کې د د تعجیل له قیمتونو څخه کولای شو لاندې تناسب ولیکو:

$$\frac{F}{m} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

او یا

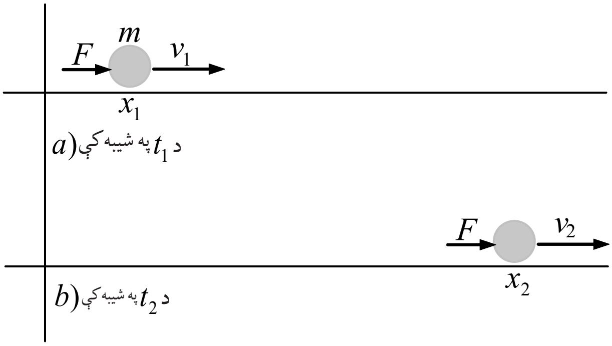
$$F\Delta t = m\Delta v$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

وروستي افاده په دې څپرکي کې زموږ د بحث کُلي بنسټ جوړوي او لکه څنګه چې د دې څپرکي په مقدمه کې ذکر شول، اوس کولای شو، امپولس په لاندي ډول تعريف کړو:

د يوې ثابتې قوې امپولس د نوموړې قوې او زماني واټن له حاصل ضرب څخه عبارت دی چې قوه په کې عمل کوي.

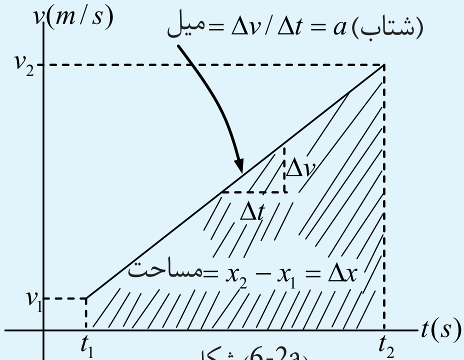
$$\Delta t = t_2 - t_1$$
$$\Delta v = v_2 - v_1$$
$$\Delta x = x_2 - x_1$$



(6-1) شکل، د يوې قوې د تطبيق په پايله کې د يوه جسم د سرعت او موقعيت بدلون

فعاليت:

د (سرعت- زمان) ګراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې ښودل شوی دی. بايد پام وکړو چې د (سرعت – زمان) منحني ميل عبارت له ثابت تعجيل او ددې منحني او د زمان محور ترمنځ مساحت د Δx له بدلون مکان څخه عبارت دي. په دې فعاليت کې زده کوونکي په خپلو ارندو ډلو کې د ښوونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصيلاتو او خصوصياتو بحث وکړئ او پايلې يې خپلو ټولګيوالو ته واوروئ.

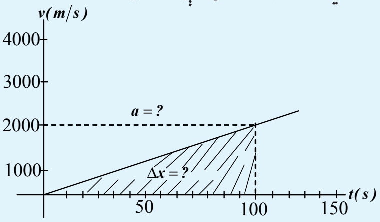


(6-2a) شکل

فعاليت:

زده کوونکي دې په بېلابېلو ډلو کې د (سرعت – زمان) د ګراف په مرسته چې د يوې فضايي بېړۍ (سفينې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې ښودل شوی ده. لاندې پوښتنو ته دې ځواب برابر کړي او د ټولګي په وړاندې دې بيان کړي:

1. بېړۍ په لومړيو 100 ثانيو تعجيلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې وښيئ.
2. د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې څومره دی؟
3. د بېړۍ تعجيل حساب کړئ.

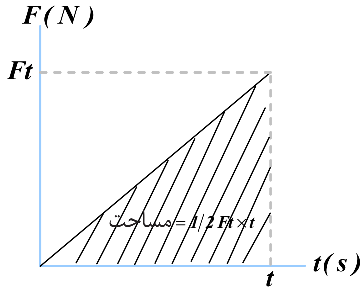


(6-2b) شکل،
د فضايي بېړۍ د (سرعت – زمان) ګراف

(c) ketabton.com: The Digital Library

تمرینونه:

لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووایئ.



1. د $3,7N$ یوه 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 پیداکړئ.

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 $F_2 = 2N$ دویمه 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 یوې لاری موټر او یو ګرځندي ورکوټي موټر ترمنځ د حرکت په حال کې د مومنتم له نظره څه توپیر شتون لري؟

د نیوټن د حرکت دویم قانون د مومنتم له نقطې نظره څنګه کولای شو تعریف کړو؟ او یا په ساده توګه، د مومنتم او د نیوټن د حرکت د دویم قانون ترمنځ کومې اړیکې شته؟

بحث وکړئ:

دوو توپونو ته چې دواړه یو شان کتلې لري، یو له بله سره تصادم ورکړئ، څه به پېښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

په پخواني بحث کې مو د نیوټن د قانون په مرسته پیداکړل چې: $F\Delta t = m\Delta v$ او د معادلې د کیڼ اړخ مقدار مو د امپولس په نامه یاد 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 دویم سرعت د t_2 په زمان کې دي، نو کولای شو ولیکو: $m\Delta v = mv_2 - mv_1$

د معادلې د ښي اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب افاده کوي. دغه حاصل ضرب د فزیکي مهمو کمیتونو څخه دی چې د مومنتم په نامه یاد شوی دی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د تعریف پرېنسپ 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 يې 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 څېر سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولګیوالو سره بحث وکړئ.

a) پروتون $P = 5.0 \times 10^{-22}\,kg\,\dfrac{m}{s}$

$V = 3 \times 10^{5}\ m/s$

$m = 1{,}67 \times 10^{-27}\ kg$

b) مرمی $P = 1\,kg\,m/s$

$V = 1 \times 10^{3}\ m/s$

$m = 1 \times 10^{-3}\ kg$

c) لاری $P = 2 \times 10^{5}\,kg \cdot \dfrac{m}{s}$

$V = 20\,m/s$

$m = 1 \times 10^{4}\,kg$

d) بووینګ $P = 9 \times 10^{7}\,kg\,\dfrac{m}{s}$

$V = 3 \times 10^{2}\ m/s$

$m = 3 \times 10^{5}\ kg$

e) فضایي بېړۍ (سفینه) اپولو $P = 5 \times 10^{7}\,kg\,m/s$

$V = 1 \times 10^{4}\ m/s$

$m = 5 \times 10^{3}\ kg$

f) ځمکه $P = 18 \times 10^{28} = 1.8 \times 10^{29} = 2 \times 10^{29}\,kg\,\dfrac{m}{s}$

$V = 3 \times 10^{4}\ m/s$

$m = 6 \times 10^{24}\ kg$

g) ستوری $P = 3 \times 10^{34}\,kg\,m/s$

$V = 1 \times 10^{4}\ m/s$

$m = 3 \times 10^{30}\ kg$

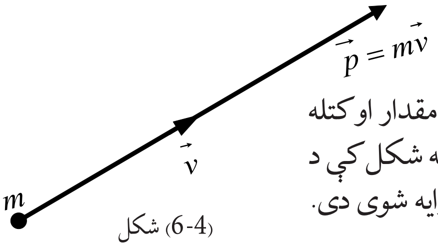
(3-6) شکل
په مختلفو اجسامو کې د مومنتم مطالعه

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثالونه

1 - د یوه اوبښ کتله د هغه له بار سره $500Kg$ ده او په $2m/s$ حرکت کوي، مومنتم یې حساب کړئ.

حل: $P = mV = 5\times10^2 kg \times 2m/s = 10^3 kg\, m/s$



(6-4) شکل
د مومنتم وکتوري خاصیت ښوونه

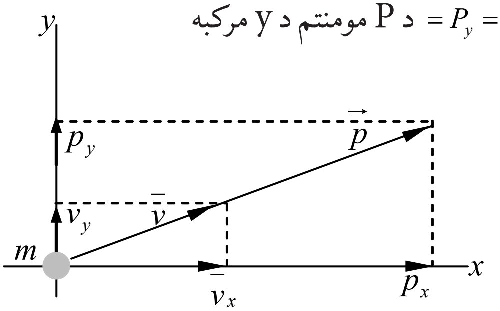
له (6-4) شکل سره سم څرنګه چې سرعت یو وکتوري مقدار او کتله یو سکالر دی، نو له دې امله مومنتم وکتوري مقدار دی. په شکل کې د m کتله د v سرعت لرونکې ده او مومنتم په $P = mv$ ارایه شوی دی.

لکه څنګه چې د وضعیه کمیتونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، یو وکتور د وضعیه کمیتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزاوو تجزیه کېدای شي، ددې له مخې د P مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزیه کیدای شي چې په (6-5) شکل کې ښودل شوی دی. باید په یاد ولرو که چېرې مومنتم د x محور د مثبت لوري په نسبت د θ زاویه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

د P د مومنتم د x مرکبه $= P_x = P\cos\hat{\theta}$

د P د مومنتم د y مرکبه $= P_y = P\sin\hat{\theta}$

او د فیثاغورث له قضیې څخه: $P^2 = P_x^{\,2} + P_y^{\,2}$



(6-5) شکل،
په اجزاوو د مومنتم د وکتور تجزیه

په خپلو منځونو کې بحث وکړئ او د تمرین په حلولو پیل وکړئ

a. یوه لارۍ له $3000Kg$ کتلې سره په 30° زاویه د شمال ختیځ په لور په $72\,Km/h$ سرعت په حرکت کې ده، یو واګون چې د $1000Kg$ کتلې لرونکی دی، له ځانه سره راکاږي د x محور د ختیځ په لور او د y محور د شمال په لور په نظر کې ونیسئ. د لارۍ مومنت د x او y مرکبې پیداکړئ.

b. د آریانا مسافر وړونکې یوه الوتکه په ټولیزه توګه د $50000Kg$ کتلې لرونکې ده او په $900Km/h$ سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسیر یې 135° د شمال لویدیځ په لور وي، د مومنتم د (x او y) مرکبې یې وټاکئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل a: لرو چې: $\hat{\theta} = 30^\circ$

$$P = m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72\, km/h$$

او

$$= 4000kg \times \frac{72000m}{3600s} = 4000kg \times 20\frac{m}{s}$$

$$P = 80000 kg\, m/s = 8 \times 10^4 kg \cdot m/s$$

پس

$$P_x = P\cos\hat{\theta} = 8 \times 10^4 kg\, m/s \times \cos 30^\circ$$

$$= 8 \times 10^4 \times 0.866 kg\, m/s$$

$$P_x = 6.928 \times 10^4 kg\, m/s$$

او

$$Py = P\sin\hat{\theta} = 8 \times 10^4 \times 0.5 kg\, m/s$$

$$Py = 4 \times 10^4 kg\, m/s$$

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

$$Px = P\cos\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \cos 45^\circ kg\, m/s$$

$$= -1.25 \times 10^7 \times 0.707 kg\, m/s$$

$$Px = -8.84 \times 10^6 kg\, m/s$$

او

$$Py = P\sin\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \sin 45^\circ kg\, m/s$$

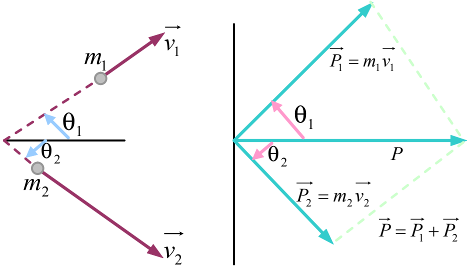
$$= 1.25 \times 10^7 \times 0.707 kg\, m/s$$

$$Py = 8.84 \times 10^6 kg\, m/s$$

د پوښتنې له حل څخه پایله ترلاسه کېږي چې مومنت په دقیقه توګه یو وکتوري کمیت دی. ددې لپاره چې د یوه جسم مومنتم په بشپړه توګه مشخص کړو، موږ باید 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 تعجیل او قوې وکتورونه وپېژندل او پوه شو چې څنګه کولای شو، دوه یا څو یو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه یې وښیو؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

په همدې توګه موږ کولای شو د مومنتم 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 مومنتم $P_2 = m_2V_2$ 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 د مومنتم د x مرکبه $= m_1V_1\cos\hat{\theta}_1$

P_1 د مومنتم د y مرکبه $= m_1V_1\sin\hat{\theta}_1$

P_2 د مومنتم د x مرکبه $= m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$

P_2 د مومنتم د y مرکبه $= m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$

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:

P د مومنت د x مرکبه $= P_x = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1 + m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$

او: P د مومنت د y مرکبه $= P_y = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1 + m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولای شو په لاندې دریو ګونو ادعاګانو باور ولرو:

1. د یوه جسم مومنتم د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه عبارت دی.
2. مومنتم یو وکتوري مقدار دی.
3. د جسمونو د یوه سیستم د مومنتم مجموعه د هر مومنت له وکتوري جمعې څخه عبارت ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې په دې هکله چې ولې کله چې یوه لارۍ او یو ګرندی موټر په یو ډول سـرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې د لارۍ موټر چې کتله یې ډېره ده، د زیات مومنتم لرونکې وي؟ پایله یې ټولګي ته واوروئ.

توضیح کړئ: د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونیسئ. که چیرې ($m_A = 3m_B$) وي، په دې حالت کې د Aاو B دوه جسمونه کولای شي، د یو ډول مومنتم لرونکي وي. یعنې: $P_A = P_B$ ولې؟

اوس د مومنتم د مفهوم په پوهېدو سره ددې پوښتنې په څېړلو پیل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنتم ترمنځ کوم ډول اړیکه شته؟ آیا قوه کولای شي د یوه جسم مومنتم ته بدلون ورکړي؟

ددې موضوع د پوهېدو لپاره لاندې فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په مخکینې فعالیت کې مو ترسره کړل. کوښښ وکړئ چې همغه دوو توپونوته له ډېرې قوې سره یو له بله تصادم ورکړئ. څه به پېښ شـي؟ توضیح یې کړئ. د پورتنې فعالیت په ترسـره کولو به دې پایلې ته ورسېږئ چې قوه کولای شي چې د یوه جسم مومنتم کم او یا زیات کړي او یا د مومنتم په لوري کې بدلون منځ ته راوړي.

6-3: قوه او مومنتم

ددې څېرکي په پیل کې مو د نیوټن قانون د $F\Delta t = m\Delta V$ په بڼه افاده کړ چې په بنسټیز ډول د نیوټن د دویم قانون ($F = ma$) څخه استخراج شوی و. نیوټن د حرکت په باب د خپلو درې ګونو قوانینو په بنسټیزه ویناکې، قوه د کتلې او تعجیل له جنسه نه، بلکې د مومنتم د زماني بدلونو د درجې له جنسه افاده کړې ده. په یاد ولرئ چې: $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta P$ دا رابطه ښیي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د بدلونو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنتم کې له بدلونونو سره د $m\Delta v$ د قیمت په تعویضولو سره په لومړۍ رابطه کې پایله ترلاسه کېږي چې $F\Delta t = \Delta P$ په Δt باندې د معادلې د دواړو خواوو له تقسیمولو څخه $F = \dfrac{\Delta P}{\Delta t}$ لاس ته راځي. په یاد ولرئ چې ΔP په مومنتم کې بدلون له $Kg\, m/s$ واحد سره او Δt د زمان انټروال دی. کله چې د F قوه عمل کوي او د ΔP د تولید سبب ګرځي. نو د مومنتم بدلون او د زمان انټروال نسبت د مومنتم بدلونونو د زماني منځنۍ درجې څخه عبارت دی ور څخه پایله تر لاسه کوو چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د یوه جسم د مومنتم د بدلونونو له زماني درجې سره مساوي ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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). همدارنگه په اسانۍ سره کولای شو، د نیوټن دویم قانون ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$) له وروستۍ رابطې څخه په گټې اخېستلو هم د ثابتې کتلې ($m = Cons\tan t$) په نظر کې نیولو سره په دې توگه لاس ته راوړو.

فرض کړئ چې $\vec{V_1}$ د جسم لومړنۍ سرعت $\vec{V_2}$ د جسم 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 وښو ده چې قوه د مومنتم د بدلونو 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: $I = \Delta P$

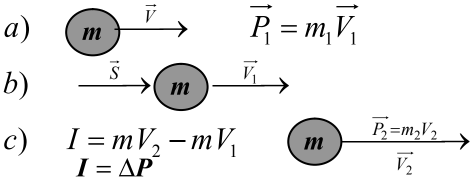
وروستۍ رابطه بیانوي چې: د یوې قوې امپولس چې پر یوه جسم عمل کوي برابره ده، د نوموړي جسم په مومنتم کې له منتجه بدلونونو څخه چې بیان شوې جمله د (امپولس – مومنتم) د قانون په نامه یادېږي. د (6-7) شکل دا قانون د لومړني صفر مومنتم لپاره ښیي.

(6-7) شکل،
د لومړني صفر مومنتم لپاره د (امپولس – مومنتم) د قانون ښوونه

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 اعماليږي. 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 اعماليږي، 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 پرنسپ ښیي.



(6-8) شکل

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:

$$\Delta P = I = F\Delta t = 3\times10^5 N \times 10s$$
$$= 3\times10^6 Kg\,m/s$$

$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{3\times10^6 Kg\,m/s}{1{,}5\times10^4 Kg} = 200 m/s$$

$$\Delta t = \frac{\Delta P}{F} = \frac{m\Delta V}{F} = \frac{1{,}5\times10^4 \times 4\times10^4}{3\times10^5} = 2\times10^3 s$$
$$= 2000s$$

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 اخیستنې یو مورد را په ګوته کړ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 کېږي. 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 لارښوونه 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 ښکاره 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.

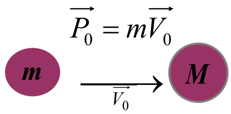
د مومنتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کوو دوه جسمونه سره تصادم کوي، راځئ چې په لنډ ډول د هغو تصادم بیان کړو.

کله چې دوه جسمونه د تصادم د پیل په لحظه کې په خپلو کې سره لګېږي، 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 شېبه کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوې- زمان) منحني د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه دې پایلې ته رسېږو 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 ښکاره کوي چې مومنتم د یوه تصادم په متقابلو اغېزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاتې کېږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځانګړی حالت: په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم ځانګړی ډول ښودل شوی دی.

a- له تصادم څخه تر مخه



b- له تصادم څخه وروسته $V = \dfrac{m}{m+M}V_0$

(6-9) شکل،
د مومنتم تحفظ د دوو کتلو
په خطي تصادم کې

لومړنی جسم د m په کتلې او v_o سرعت له دویم جسم سره چې د M کتلې لرونکی دی ټکر کوي او په پایله کې دواړه کتلې یو له بله سره یو ځای کېږي او د v په سرعت خپل حرکت ته دوام ورکوي. اوس له تعریف سره سم کولای شو ولیکو:

$$\text{له تصادم څخه ترمخه مومنتم} = P_0 = mV_0$$

$$\text{له تصادم څخه وروسته مومنتم} = P = (m+M)V$$

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه $P_0 = P$

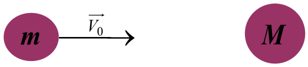
او یا: $mV_0 = (m+M)V$

ددې له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو ولیکو: $V = \dfrac{m}{m+M}V_0$

باید یادونه وکړو چې د m، M او v_0 د قیمتونو په لرلو سره له تصادم څخه وروسته د دواړو یو ځای شوو کتلو د V حاصل شوی سرعت محاسبه کړو.

د (6-10) شکل د m یوه کتله د v_0 له سرعت سره د M له دویمې ساکنې کتلې سره تصادم (ټکر) کړې او له تصادم څخه وروسته، m د v په سرعت او M د V په سرعت یو دبل په مخالف لوري کې په حرکت راځي. څرنګه چې په دې ټکر کې مومنتم محفوظ دی، نو له مخې یې:

$$mV_0 = MV + (-mv) = MV - mv$$



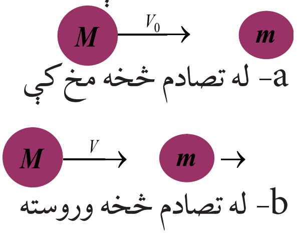
a- مخکې له ټکر څخه

b- له ټکر څخه وروسته

(6-10) شکل،
په خطي ټکر کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه کوچنۍ)

(c) ketabton.com: The Digital Library

پورتنۍ رابطه په څرګند ډول بیانوي چې له تصادم څخه د مخه مومنتم مساوي دی له تصادم څخه وروسته مومنتم سره، که چېرې 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 کېږي 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:

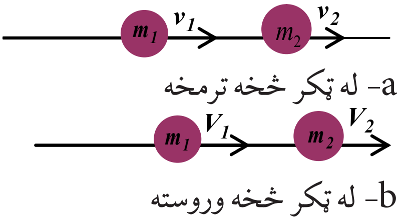
P_{befor} له تصادم څخه د مخه مومنتم $= P_b = m_1v_1 + m_2v_2$

P_{after} 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: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$

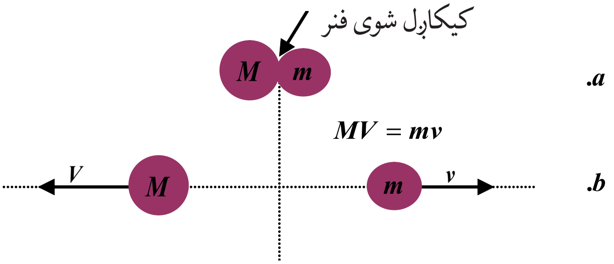
د m_1 او m_2 ورکړ شوو کتلو او v_1 او v_2 ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستني سرعتونه به له تصادم څخه وروسته V_1 او V_2 وي. د لومړني قیمت د ورکړل شوو ټاکلو قیمتونو لپاره m_1، m_2، v_1 او v_2 د نهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځ ته کېدای شي، خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قیمتونو لپاره د 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 يوه فنر په دواړو خواوو کې تر فشار لاندې نيول شوي، يو له بل سره کلک نيول 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 کېدلو په پايله کې عين مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه يې صفر ده. يعنې څرنګه چې مومنتم له خوشې کېدو ترمخه صفر وو، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کېدو وروسته صفر دی. له پورتنيو بحثونو څخه که چېرې د مومنتم سکالرې اندازو ته پام وکړو، وبه مومو چې هغوی بايد يو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دويم ځلې 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 کېدای 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)

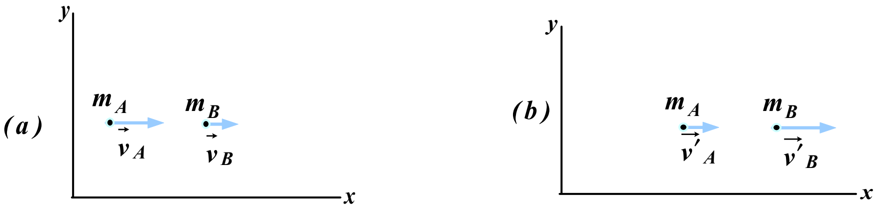
ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزيک له اړخه څنګه څېړل کېږي؟

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.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(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 کیڼ 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:

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V'_A + m_B V'_B \quad ....(1)$$

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:

$$\frac{1}{2}m_A V_A^2 + \frac{1}{2}m_B V_B^2 = \frac{1}{2}m_A V_A'^2 + \frac{1}{2}m_B V_B'^2 ....(2)$$

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 $(a-b)(a+b) = a^2 - b^2$ ، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول لیکلای شو:

$$m_A(V_A - V'_A)(V_A + V'_A) = m_B(V'_B - V_B)(V'_B + V_B) ....(5)$$

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:

$$V_A + V'_A = V'_B + V_B$$

اویا

$$V_A - V_B = V'_B - V'_A$$

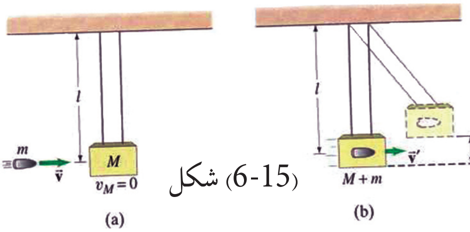
$$V_A - V_B = -(V'_A - V'_B) ....(6)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

(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. یعني په دې ډول تصادم کې شونې 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 پېژندلو 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:

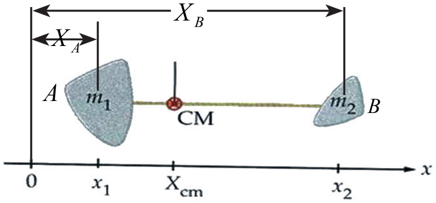
د ټولګي په مختلفو ډلو کې د مرمۍ د سرعت د پیداکولو طریقه د بالستیک رقاصې پرمټ وڅېړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

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 د 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 تر لاسه کیږي، نو له دوراني تعادل څخه پوهیږو چې:

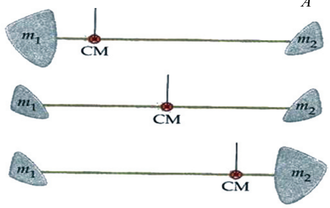


$$m_A x_{cm} + m_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$

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، یعنې: $M = m_A + m_B$



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:

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} \quad \text{.......... ....(2}$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots$$

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{M}$$

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M}$$

وروستنی 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:

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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، يعنې:

$$\vec{I} = \overrightarrow{F_{av}} \cdot \Delta t = \overrightarrow{\Delta P}$$

- 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، يعنې:

$$\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \ldots\ldots\ldots = \sum_{i-1}^{n} Pi$$

- مومنتم د نيوټن د دويم قانون په نظر کې نيولو سره له: $\sum \vec{F} = \frac{\overrightarrow{\Delta P}}{\Delta t}$ څخه عبارت دی، يعنې 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 انرژی 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 کېږي.

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M} \Rightarrow$$ د x محور په نسبت

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M} \Rightarrow$$ د y محور په نسبت

(c) ketabton.com: The Digital Library

د شپږم څپرکي پوښتنې

1. د يوه جسم مومنتم عبارت دی د جسم د .... او .... له حاصل ضرب څخه.

2. د نيوټن د دويم قانون له مخې پر يوه جسم د وارده قوو مجموعه د .... پر .... له نسبت څخه عبارت دی.

3. امپولس په .... بدلونونو څخه عبارت دی.

4. په ارتجاعي تصادمونو کې د دوو تصادم کوونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته يو له بله سره .... خو د يو نل په .... لوري دي.

5. له لاندې ځوابونو څخه کوم يو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.

الف) N ب) $N \cdot m$ ج) N/s د) $N \cdot s$

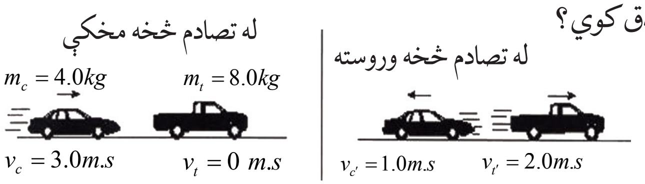
6. له لاندې ځوابونو څخه کوم يو پر جسم د عمل کوونکې قوې له مجموعې سره مساوي دی.

الف) $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ ب) $\frac{w}{\Delta t}$ ج) $m \cdot \Delta v$ د) ΔE

7. که چېرې د دوو جسمونو مومنتم يوشان وي، په پايله کې حرکي انرژي له کتلې سره له لاندېنيو رابطو څخه کومه يوه لري؟

الف) مستقيم ب) معکوس ج) هيڅ اړيکه نه لري د) يو له بل سره متناسب

8. لاندې تصوير د دوو لابراتواري موټرګيو تصادم ښيي چې په ترتيب 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 يو د مومنتم او حرکي انرژي په هکله صدق کوي؟

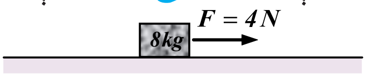


	حرکي انرژي	مومنتم
الف:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ب:	تحفظ صورت نه دې مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ج:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت نه دې مونډلی
د:	تحفظ صورت نه دې مونډلی	تحفظ صورت نه دې مونډلی

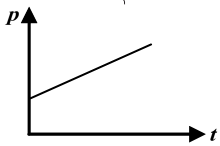
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 ورسېږي؟

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 راښیي. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د خط له میل څخه عبارت دی؟

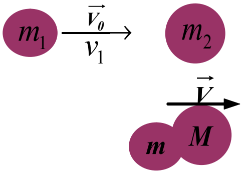


الف) د سفینې کتله ب) د سفینې سرعت
ج) هغه مجموعي قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي. د) د سفینې پرمخ ترسره شوی کار

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 $Kg\,m/s$ کېږي؟

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 لرونکي 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 $v_1 = 25\,m/s$ او $V = 2\,cm/s$ ، $m_1 = 5gr$ ، $m_2 = 10gr$ دي، د M کتله او د دویمې لومړنی 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 واردېږي، 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

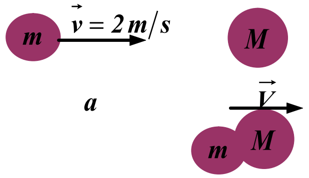
22. د فوټ بال یو توپ له $0.5Kg$ کتلې او $15m/s$ سرعت سره د شمال په لور شوټ کېږي، یوساکن شخص په $0.02s$ زمان کې هغه نیسي او دروي یې. کومه قوه د نیوونکي لخوا په توپ وارده شوې ده؟

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.

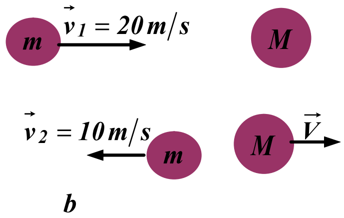
a. شین رنګه توپ له آبي توپ سره له ټکر څخه وروسته دریږي.

b. شین توپ له تصادم څخه وروسته خپل حرکت ته له $v_1' = 5\dfrac{m}{s}$ 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: $0.8m/s$ دي).



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 چیرې 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: $120cm/s$ دي).

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: $50\dfrac{cm}{s}$)

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 لومړنی 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

اووم څپرکی

د سیالونو نسبي سکون (Static Fluids)

ولې د اوبو د بندونو قاعدې د هغو له پورتنیو برخو څخه پربړ (ضخیمې) جوړې وي؟

په یو موټرکې 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

7-1: سیالونه

په مایع حالت کې د اجسامو مالیکولونه د اتصاق (نښتلو) له کمزورو قوو سره یو له بله سره تړل شوي دي. هغوی ثابتو موقعیتونو ته مقید نه دي، بلکې یو د بل پرمخ په ښویدلو په آزاده توګه له یو موقعیت څخه بل موقعیت ته د مکان بدلون کوي. بناءً مایعات ټاکلی حجم لري او کولای شي روان اوسي او په هغه لوښي کې چې اچول کېږي، د هغه شکل ځانته اختیاروي.
همدا راز د مایعاتو مالیکولونهٍ یو له بله سره نژدې دي او د فشار ورکوونکو قوو په وړاندې مقاوم دي. لکه څنګه چې مایعات عملاً د تراکم وړنه دي.
دګاز په حالت کې ذرې یو له بله څخه ډېره فاصله لري او اتصاق یا نښتلو او لګیدلو قوې یې ترمنځ هومره کوچنۍ دي چې د صرف نظر وړدي.
له دې امله هغوی د مایعاتو مالیکولونو په پرتله ډېر په آزاده توګه یو له بل څخه په لیرې واټن کې حرکت کولای شي او ټاکلی حجم او ټاکلی شکل نلري، هرې خواته خپرېږي او په آسانۍ سره متراکم کېږي.
څرنګه چې هم مایعات او هم غازات له خپل لږ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل بدلون کوي او د سیالتیا وړتیا لري، له همدې امله دی چې هغوی د سیالونو [1] په نامه یادوي.

د سیالونو فشار

لکه څنګه چې تاسو پوهېږئ فشار په ظرف کې د سیال په هره نقطه کې د سطحې پر واحد باندې د عمودي وارده قوې له مقدار څخه عبارت دی چې کیدای شي داسې ولیکل شي:

$$\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}$$

او یا د سمبول په لیکلو: $P = \frac{F}{A}$ دی.

د SI د اندازه کولو په سیستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) څخه دی او مساوي دی له:

$$\frac{\text{نیوټن}}{\text{مترمربع}} \quad \text{یا} \quad \frac{N}{m^2}$$

مثال:

د یوه کتاب لخوا وارده فشار چې $0.16m^2$ مساحت او 8N وزن لري، څومره دی؟ حساب یې کړئ.

حل:

لومړی مرحله: لاندې معلومات ورکړل شوي دي: $A = 0.16m^2$

$F = 8N$

$P = ?$

دویمه مرحله: د فشار معادله ولیکئ. $P = \frac{F}{A}$

1 د سیال کلمه د بهیدلو یا جریان پیداکولو د وړتیا مفهوم رسوي او له همدې امله داکلمه په یوه وخت کې د مایعاتو او غازاتو لپاره کاریدلې ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

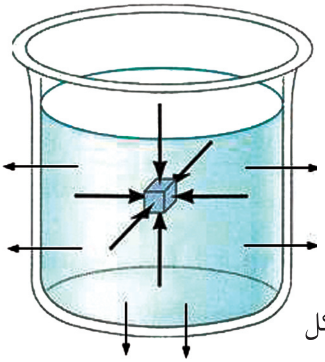
دريمه مرحله: د مساحت او قوې د ورکړل شوو قيمتونو په وضع کولو سره د p فشار حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبې قوې له اندازې څخه عبارت دی).

$$P=\frac{8}{0.16}=50\frac{N}{m^2}=50Pa$$

پوښتنې:

1. د يو کانتينر لخوا وارده فشار چې وزن يې $6000N$ او د قاعدې مساحت يې $3m^2$ دی، څومره دي؟ پيدايې کړئ.
2. د يوې ډبرينې تختې وزن پيداکړئ چې مساحت $12m^2$ دی او $25Pa$ فشار پر ځمکې واردوي؟

7-2: د مايع فشار اندازه کول



(7-1) شکل

کله چې د لامبلو په يوه ډنډ کې تراوبو لاندې لامبئ، د اوبو فشار د خپلو غوږونو په پردو کې حس کولای شئ. څه شی ددې فشار سبب کيږي؟ په آسانۍ سره ويلای شو چې ددې فشار لامل، د اوبو وزن ستاسو پر بدن دی چې تاسو مقابل لوري ته ډيکه کوي. د (7-1) شکل د اوبو په يو، ډک لوښي کې يو غوټه شوی جسم ښيي.

مايع 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.

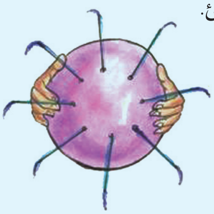
فعاليت:

اوبه څرنګه پر اجسامو فشار واردوي؟

اړين توکي: پلاستيکي کڅوړه، سنجاق او اوبه

کړنلاره:

1- کڅوړه له اوبو څخه ډکه کړئ.
2- کڅوړې ته په سختۍ فشار ورکړئ او په چټکۍ سره يې په څو نقطو کې په سنجاق سورۍ کړئ.
3- خپل مشاهدات وليکئ.
4- له خپلې ډلې سره پر ليکل شوو مشاهداتو بحث وکړئ.
5- ستاسو پايله ترلاسه کول له دې فعاليت څخه څه شی دی؟



(7-2) شکل

تاسو وليدل چې اوبو د کڅوړې د سطحې له سوريو 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

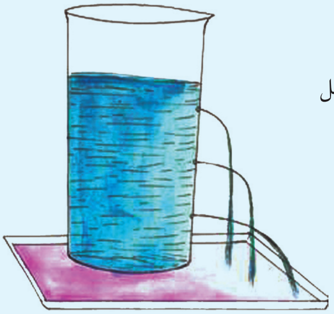
3- حلبي قطۍ له اوبو څخه ډکه کړئ.

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؟

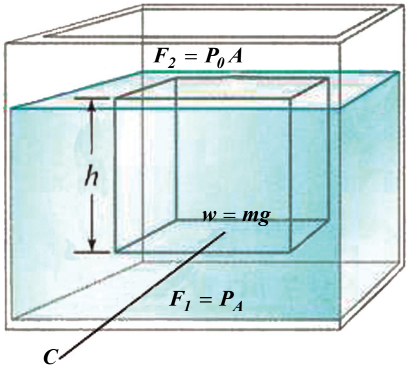


(7-3) شکل

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. $F_1 = PA$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د (F_2) قوه چې د اتموسفير د فشار له امله د مکعب پر پورتنۍ سطحه له پاسه عمل کوي. پردې بیلګه ییز مکعب د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره (مایع ساکن او د تعادل په حالت کې دي):

$$\sum F = 0$$

نو ددې له مخې: $PA - (P_0 A + \rho g h A) = 0$

نو: $P = p_0 + \rho g h$

اویا $p - p_0 = \rho g h = p_G$

P مطلقه فشار دی، P_G نظر ژوروالي ته د سیال د داخلي فشار په نامه یادیږي. د P_0 مطلقه فشار د h په ژوروالي کې د مایع د سرخلاصي لوښي په ښکتنۍ سطحه کې د اتموسفیر له فشار څخه ډېر دی او کچه یې ($\rho g h$) 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 توګه عمل کوي او د مایع له عمق او کثافت سره متناسب دی.

2 - فشار د مايع د عین ژوروالي په ټولو نقطو کې یو ډول وي.

3 - د لوښي شکل پر فشار اغیزه نه لري.

مثال

یو لامبووهونکی په $400m$ ژوروالي په سمندر کې په افقي توګه لامبووهي. که چیرې 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:

$$P_G = \rho g h$$

1 -

$$P_G = 1.025\times10^3\times9.8\times400$$

$$P_G = 4.018\times10^6\ Pa$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

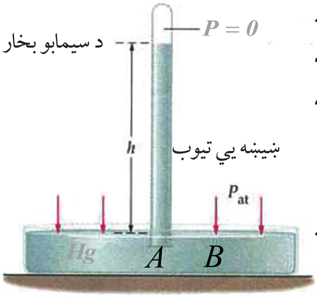
-2
$$P = P_0 + P_G$$
$$P = 1.01\times10^5\,Pa + 4.018\times10^6\,Pa$$
$$P = 4.119\times10^6\,Pa$$

-3
$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P\times A$$
$$F = 4.119\times10^6\times0.8$$
$$F = 3.2952\times10^6\,N$$

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 گورو چې څنگه کولای شو، د اتموسفير فشار اندازه کړو؟

په دې غرض موږ د توريچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) څخه چې په 1643 زيږديز کال اختراع شوی دی گټه اخلو.



(7-5) شکل

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 بياېې 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 باروميترونه (Barometers) له ترمامیتر او معلوماتي دقيقو جدولونو يا چارتونو سره يو ځای جوړېږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

اضافي معلومات:

ځينې موضوعات چې بايد پرې پوه شو:
هرخومره چې غواص (لامبووهونكى) د بحر د اوبو په ژورو كې ښكته ځي، فشارېې پر بدن زياتېږي، تنفس ورته گرانيږي، نو له همدې امله لامبووهونكى ددې ستونزې د رفع كولو لپاره له فشار تنظيموونكو څخه گټه اخلي.
د (6-7) شكل د غواصانو ځانگړي لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر $610m$ ژوروالي پورې په تعادل كې ساتي او د تنفس عمل آسانه كوي.

(6-7) شكل

آيا د سيال د جاري كيدو لوري ټاكلى شئ؟
ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعاليت په عملي توگه تجربه كړئ.

فعاليت:

د فشارونو توپير او د سيالونو بهيدل.

اړين توكي: قطره څخوونكى، پياله او اوبه

كړنلاره:

1 - هرو دوو زده كوونكو ته يوه دانه پلاستيكي قطره څخوونكى او د اوبو يوه كوچنۍ پياله وركړئ.

2 - لـه هغو څخه وغـواړئ چې د قطره څخوونكـي دكار د څرنگوالي په هكله يو پاراگراف وليكي.

3 - توضيـح كړئ چې ولې اوبه په قطره څخوونكي كې پورته ځي؟ او ولې كولاى شـو اوبه په فشـار له قطره څخوونكي څخه بهر كړو؟ دواړه پوښتنې ددې حقيقت پر بنسټ چې سيالونه د جگ فشار له ساحې څخه د ټيټ فشار لوري ته بهيږي، تشريح شي.

(7-7) شكل

(c) ketabton.com: The Digital Library

ستاسو پر جسم باندې د فشار بدلون

ستاسو په جسم څه پېښېږي 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 کېږي 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:

$$\left.\begin{aligned}\rho_{Hg}&=13595\frac{kg}{m^3}\\ g&=9.80666\frac{m}{s^2}\\ h&=76cm=0.76m\end{aligned}\right\}$$

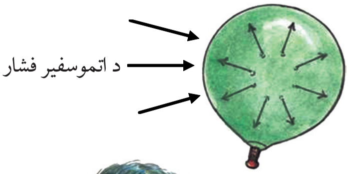
$P_0=?$

$$P_0=\rho\cdot g\cdot h$$
$$P_0=13595\times 9.8066\times 0.76$$
$$P_0=101324.372\frac{kg\cdot m\cdot m}{m^3\cdot s^2}$$
$$P_0=1.013\times 10^5\,P_a$$
$$\rho_0=1atm$$

b- د بحر په سطح کې پر $2m^2$ مساحت وارده قوه حساب کړئ.

$P_0=\dfrac{F}{A}\Rightarrow F=1.013\times 10^5\times 2=2.026\times 10^5\,N\approx$ 20 ټنه وزن وليدل شوه چې دا قوه يوه ستره قوه ده.

پوښتنې:



1. ولې تاسو دومره ستر او څپونکی فشار نشئ حس کولای؟

2. ولې د الوتکو کابينونه بايد د تنظيم شوي هوا فشار ولري؟

3. څه پېښېږي 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 اوکم ژورجهيل د قاعدې له فشار څخه زيات دی؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

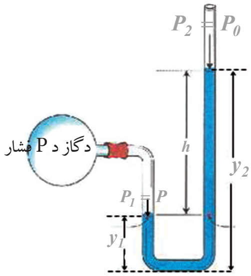
7-4: په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول

په محصور شوو مایعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له یوې آلې څخه چې د فشار سنج په نامه یادېږي کار واخلو. دوه ډوله فشار سنج شتون لري. یو د U ډوله سرخلاصی نل چې هغه ته U شکله مونومتر (U shape monometer) او دویم ډول یې د بورډن مونومتر (Bourdon- type) په نامه یادېږي.

1 - خوله خلاصی مونومتر

دا ډول مونومتر له U ډوله ښېښه یي نل څخه جوړ شوی دی چې په منځ کې یې مایع وي. یو سر یې خلاص او بل سر یې له یوه سیستم (ټانک) سره چې د (P) فشاریې اندازه کوو وصل شوی دی. د کیڼ اړخ د ستون په قاعده کې د مایع فشار مساوي دی له $P+\rho g y_1$ سره، په داسې حال کې چې د ښي اړخ په قاعده کې د مایع فشار $P_0+\rho g y_2$ دی.

ρ د مونومتر د مایع له کثافت څخه عبارت دی. له هغه ځایه چې دواړه تعریف شوي فشارونه له همغه نقطې سره اړیکه لري، نو ددې له مخې لیکلای شو:



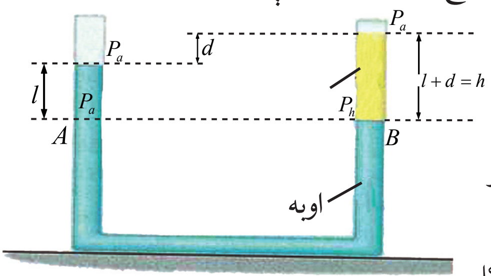
$$P+\rho g y_1 = p_0+\rho g y_2$$
$$P-P_0=\rho g(y_2-y_1)$$
$$P-P_0=\rho g h$$

(7-8) شکل

لکه څنګه چې پوهېږئ چې ($P-P_0$) نظر ژوروالي ته، د فشار د توپیر په نامه دي او دا فشار د مایع د ستونونو د ارتفاع له توپیر سره متناسب دی.

مثال:

یو U ډولي ښېښه یي نل له اوبو څخه یوڅه ډک شوی دی، یوه بله مایع چې له اوبو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په یو انجام کې اچول شوې ده، ترڅو دا مایع د d په فاصله کې د اوبو په پورتنۍ سطحه په بل ستون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.



پیداکړئ:

1 - د مایع د کثافت او اوبو د کثافت ترمنځ نسبت.

2 - که چیرې د مایع د ستون ارتفاع $20cm$ او $d=8cm$ وي، د مایع کثافت پیداکړئ.

(7-9) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 راښیي، د پورتنی رابطې له ساده کولو وروسته ل رو:

$$\frac{\rho_L}{\rho_w} = \frac{l}{l+d} \qquad \frac{\rho_L g(d+L)}{\rho_\omega g(d+L)} = \frac{\rho_\omega \cdot g \cdot L}{\rho_\omega g(d+L)} \Rightarrow$$

2 - ځنګه 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 ښي اړخ په ستون کې د سیمابو سطحه د (10-7) 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:

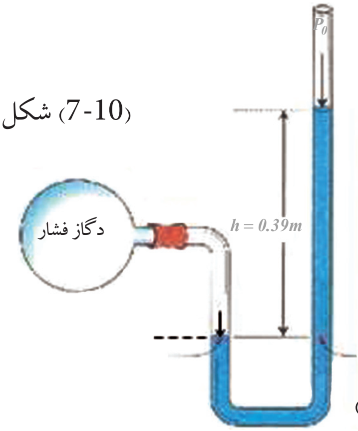
a- د ګاز مطلقه فشار (P_{gas}) عبارت له هغه فشار ځخه دي چې د سیمابو د کیڼ اړخ ستون پر پورتنی سطحې وارديږي او دا فشار مساوي دی د سیمابو د ښي اړخ ستون په عین افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره، نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + P_{Hg} = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$

$$1atm = 0.76mHg \Rightarrow m - Hg = \frac{1atm}{0.76}$$

نو ددې له مخې: $$P_{gas} = \frac{1.14}{o.76} = 1.5atm$$

او $$P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 P_a = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$



(10-7) شکل

b- دګاز داخلي فشار (P_G) داسې په لاس راځي:

$$P = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

$$(\text{دګاز داخلي فشار})P_G = \frac{\text{د فشارونو توپیر د سیمابو ستون}}{\text{د یو اتموسفیر د سیمابو ستون}} \times 1atm$$

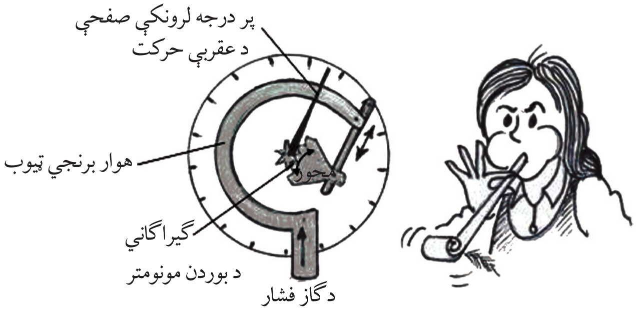
$$P_G = \frac{P_{Hg}}{P_{atm}} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

$$P_G = 0.513 \times 1.013 \times 10^5\, Pa = 0.519669 \times 10^5\, Pa = 5.2 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 کوچنۍ 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.

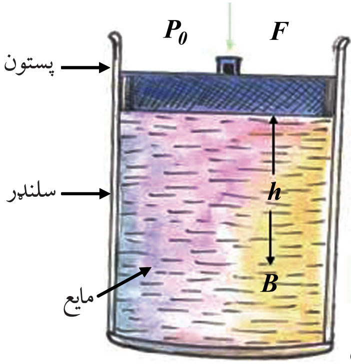


(7-11) شکل

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 پورتنۍ رابطې پر بنسټ زیاتیږي. دا پایله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه:



(7-12) شکل

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.

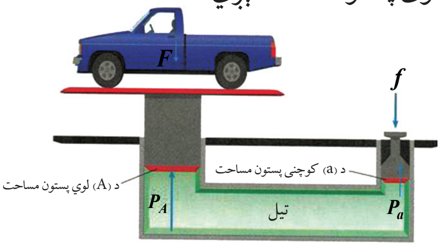
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 پورتنی 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 ډاکتر 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 حيرانوونکي فعاليت ترسره کړئ.

فعاليت: د يو آب بازک (کوچني بوتل) حيرانونکی حرکت د اوبو په لوښي کې.

اړين توکي: اســتوانه يي ورکوټې بوتل له 8 تر 10 ســانتي متره اوږد، ښيښه يي اوږد مرتبان او د ربړ ارتجاعي پرده (د قيچي شوي پوکانۍ يوه برخه)، اوبه او يوه دانه تشله.

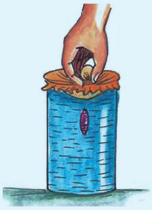
کړنلاره:

1 - مرتبان له اوبو ښه ډک کړئ.

2 - پــه ورکوټــې بوتــل کې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په ســطحه کې پاتې شــي او په مرتبان کې په غوټه کيدو سره لامبو ووهي.

3 - تشله په ربړي پرده د شکل په څير وتړئ، او پرده د مرتبان له پاسنی څنډې 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 بیامومي 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، تیل یا.....)

کړنلاره:

1 - د دیاګرام د شکل په څېر دواړه سرنجونه یو له بله سره وصل کړئ.

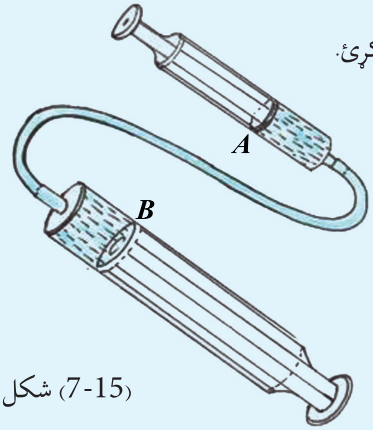
2 - سرنجونه له مایع څخه ډک کړئ.

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.



(7-15) شکل

$$\frac{\text{د B پر پستون قوه}}{\text{د B مساحت}} = \frac{\text{د A پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}}$$

او یا

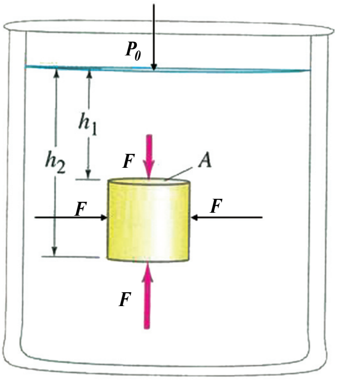
$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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: $= F_{up} = (P_0 + \rho_f g h_2)A$ 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

$$\text{نزولي قوه} = F_{down} = (P_0 + \rho_f g h_1)A$$

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: $F_B = \rho_f \times V \times g$

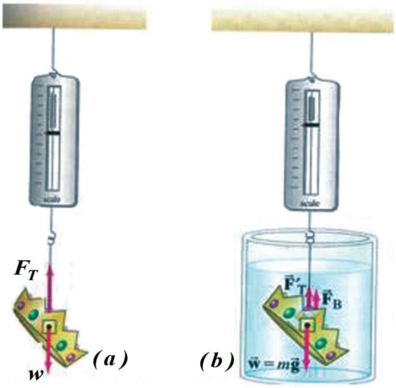
په وروستی رابطه کې ρ_f او V په ترتیب د سیال کثافت او د ډوب شوي جسم حجم دی.

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 بایللې وزن کچه په جسم کې مساوي ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(7-17) شکل

د نوموړي جسم لخوا د بې ځایه شوو اوبو له وزن سره، یعني: د بې ځایه شوي سیال وزن مساوي دی له F_B سره. د جسم د واقعي وزن (W) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول د یوې فنري تلې له انجام څخه ځړوو او د فنر د مقابلې درجه لرونکې صفحې له مخې یې ریښتني وزن لولو. که چیرې همدا ځړېدلی جسم ټول په مایع (سیال) کې ډوب کړو، لیدل کېږي چې د ارشمیدس د صعودي قوې له امله یې وزن کمېږي، 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 ځایه شوي سیال وزن

دیاگرام ښیي چې: واقعي وزن $= T = W =$ د فنر د راښکلو قوه

ظاهري وزن $= T' = W - F_B$

کله یو جسم لامبو وهي او یا ډوبېږي؟

ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره راځئ درې لاندیني حالتونه تر مباحثې لاندې ونیسو:

1 - کله چې د ارشمیدس صعودي قوه د جسم له ریښتیني وزن څخه کمه وي: $F_B < W$ «د منتجه قوې لوری مخ په ښکته، نو جسم په سیال کې ښکته ځي او په بشپړ ډول دوبېږي»، یعني: $\rho_f \times v \times g < \rho \times v \times g$ (د سیال کثافت د جسم له کثافت څخه کم دی). $\rho_f < \rho$

2 - که چیرې د ارشمیدس قوه مساوي د جسم له ریښتني وزن سره وي:

$$F_B = W$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

«منتجه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دی، یعني نه ښکته ځي او نه صعود کوي». $\rho\times v\times g=\rho_f\times v\times g$ او یا $\rho=\rho_f$ د سیال کثافت مساوي دی، د جسم له کثافت سره (د جسم د ظاهري وزن کچه په دې حالت کې څومره ده؟)

3 - که چیرې صعودي قوه د جسم له رښتنیي وزن څخه ډېره وي او ټول جسم تر سیال لاندې شي: $F_g>w$ (د منتجه قوې لوری مخ پورته وي او جسم پورته خوا ته تېله کوي) او په پایله کې جسم په تدریجي توګه د اوبو سطحې ته پورته ځي او لمبا کوي، ترڅو پورې چې د تعادل ځای (یوه برخه یې تر اوبو لاندې وي) ونیسي او په دې حالت کې د بې ځایه شوي سیال وزن مساوي دی د جسم له وزن سره.
$\rho\times v\times g>\rho_f\times v\times g$ او یا $\rho>\rho_f$

دلته د سیال کثافت د جسم له کثافت څخه زیات دی، خو کله چې جسم د مایع په سطحه کې لمبا کوي، یوه برخه یې ترمایع لاندې وي او د سکون حالت لري، یعني 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 مایع 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 یخ کثافت $920\,Kg/m^3$ دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت $1025\,Kg/m^3$ دی. د لامبووهونکي یخ ټوټې کوم کسر:

a: په اوبو کې ښکته ځي؟

b: له اوبو څخه بهر پاته کیږي؟

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 ارشمیدس د صعودي قوې پر کچې باندې د مایع د کثافت د اغېزې مشاهده کولو لپاره لاندې فعالیت ترسره کولای شئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

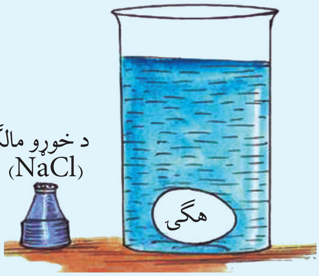
فعالیت: د يوې هګۍ لامبو

اړين توکي: (تازه هګۍ، يو ښيښه يي لوښی، اوبه، د خوړومالګه ($Nacl$) کاچوغه او لرونکی 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 ډوبېږي، بيان کړئ چې ولې؟



(7-18) شکل

3 - يوه ډکه چای خوري کاچوغه مالګه په اوبو کې واچوئ او وېې 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 ورسېږئ چې د مالګې په زياتولو سره په تدريج د مالګينو اوبو کثافت زياتېږي او صعودي قوه هم په تدريج سره زياتېږي، 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 $7.84N$ کېږي. 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 جوته ياګډ؟ تشريح يې کړئ.

حل:

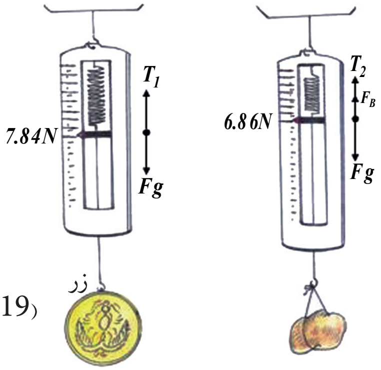
1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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: $F_{net} = (\rho_{جسم} - \rho) g V_{جسم}$

c: $F_{net} = \rho_f g A (h_2 - h_1)$

d: $F_{net} = (\rho_f + \rho) g V_0$

3 - په څه ډول لامبووهوونکی 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 په Kg/m^3
یخ	0.917×10^3
اوسپنه	7.86×10^3
سره زر	19.3×10^3
سیماب	13.6×10^3

(c) ketabton.com: The Digital Library

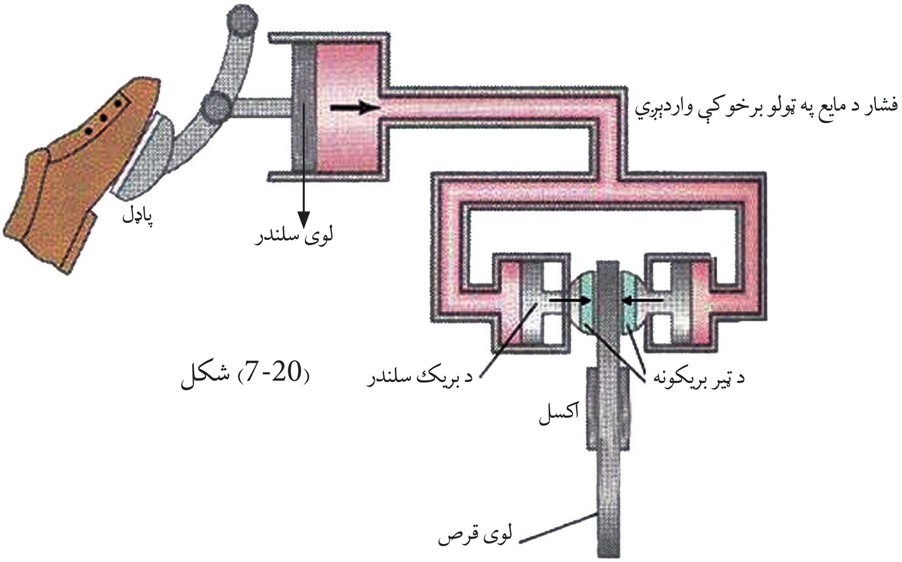
دايروي هايدروليک بريکونه

د يوه موټر پر څلورو ټايرونو د قوو د مساوي تطبيق او پر بريك 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 ورو شي. فشار د مايع په ټولو برخو کې واردېږي.



(7-20) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 بشپړ 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اووم څپرکي پوښتنې

1 - لاندې مفاهیم او کلمې په خپله ژبه تعریف کړئ:
سیال، د اتموسفیر فشار، د ارشمیدس صعودي قوه.

2 - له لاندې بیانیو څخه کومه یوه یې د سیالونو په هکله سمه ده؟

a. ډیر کم سیالونه (په ندرت سره) د هغو لوښو شکل ځانته نیسي چې په کې وي.

b. سیالونه مایعات او غازات رانغاړي.

c. سیالونه له ټیټ فشار څخه د لوړ فشار په لوري جریان پیداکوي.

d. سیالونه ډېر فشار په ښکته لوري واردوي.

3 - ولې تاسو د اتموسفیر د فشار له امله نه شکنجه کیږئ؟

مسایل:

4 - د لمبلو د یو ډنډ د قاعدې فشار چې 3m ژور دی، څومره دی؟

(د اتموسفیر فشار $=1.013\times10^{5}P_a$)

5 - د یوې ټوټې فلز وزن په هوا کې $50N$، په اوبو کې $36N$ او په ناڅرګنده مایع کې $41N$ دی. د فلز او ناڅرګندې مایع کثافتونه پیداکړئ؟

6 - ډېرې کښتۍ له پلاستیک او نورو ترکیبي موادو څخه جوړې شوې دي چې کثافت یې د اوبو له کثافت څخه زیات دی، څرنګه دا کښتۍ کولای شي په اوبو کې لامبووهي؟

7 - یو 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 هیلیوم له ګاز 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 یاد 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 تعمیر په ډېره لوړه نقطه کې کوم داخلي فشار (P_G) ته اړتیا ده، ترڅو اوبه د تعمیر له قاعدې څخه نوموړي ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت $10^3 kg/m^2$ او $g=9.8\,m/s^2$ دی.

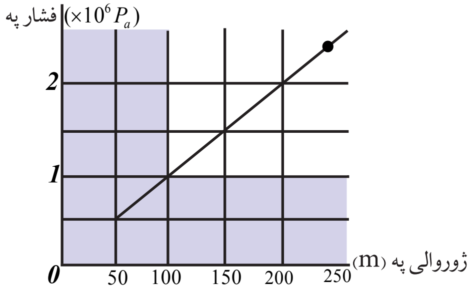
(c) ketabton.com: The Digital Library

9 - یو ساده یو (u) ډوله ښېښه یي ټیوب د سیمابو لرونکی دی، د ټیوب 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 بېلابېلو ژوروالو کې اندازه شوی دی ښیي. له دې ګراف څخه په ګټې اخیستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووایي.



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) $5.0\times10^6 P_a$

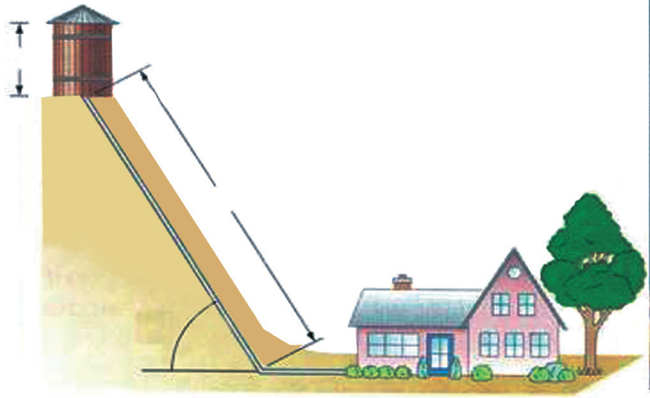
12 - دوه استوانه یي لوښي په نظر کې ونیسئ چې دواړه د A په مساحت د همدې یوې قاعدې لرونکي وي او په یوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د (ρ) په کثافت د یوې مایع لرونکي دي، خو په یوه سلنډر کې د مایع ارتفاع (h_1) او په دویم سلنډر کې (h_2) ده. د جاذبې قوې لخوا څومره کار ترسره شي، ترڅو د دواړو سلنډرونو سطحې په تعادل کې راولي، یعني د عین ارتفاع لرونکي شي؟ (البته هغه وخت چې دواړه سلنډرونه سره وصل شي).

(c) ketabton.com: The Digital Library

متحرک یا خوځنده سیالونه

8-1: خیالي (ایډیال) سیالونه

په خوځنده مايعاتو او ګازاتو کې د تشابه او یا توپیرونو اړخونه اوځانګړتیاوې:



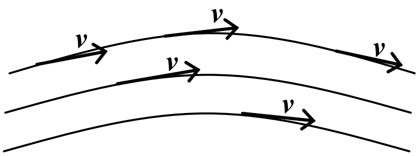
پوهیږئ چې سیال د موادو هغه حالت ته وايي چې د مايع او ګاز په حالت کې وي، سیال د مایعاتو او ګازاتو شریک نوم دی. د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتیاوې او هم د ځانګړتیا توپیرونه شته دي. مايعات که د سکون په حالت کې وي او یا د حرکت په حال کې متراکم کېږي نه، یعني د مايع جسم د فشار له امله بدلون نه کوي. برعکس د یوی کڅې ګازو جسم چې په یوه تړلې 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 اغیزه تر هغه حده کمه ده چې کولای شو ترې صرف نظر وکړو. هغه قوانین چې د متحرکو ګازاتو لپاره تطبیق کېږي، د متحرکو مايعاتو لپاره هم د تطبیق وړتیا لري، خو بیا هم که چیرې 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 شوني نه ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

يو سيال (مايع، ګاز) ته هغه مهال خيالي (ايډيال) ويلای شو چې پرته له اصطکاکه وي او د تراکم وړتيا 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 تشکيلوي.



(8-1) شکل

په متحرکو مايعاتو کې خطونه داسې تېرېږي چې د (V) سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس وي او دا خطونه د جريان د خطونو په نامه يادوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

تجربه

تجربه: ذرې له یوې متحرکې مایع سره چې له یوه نل څخه تیرېږي، مخلوط کوو، داسې چې ددې ذرو کثافت په خپلو کې ډېر کم توپیر ولري. اوس د مایع د جریان حالت د مایع په منځ کې د ذرو له حرکت څخه په ګټې اخېستلو، د عکاسۍ د یوې دستګاه پرمټ چې وکولای شي د ډېرو لنډو وختونو لپاره عکاسي وکړي، تر مطالعې لاندې نیسو، په عکسونو کې مخلوط شوې ذرات هر یو د خپل سرعت له کچې سره سم یو اوږد یا لنډ خط ښیي، چې په حقیقت کې همغه د جریانونو خطونه دي. همدارنګه په عکسونو کې لیدل کېږي چې څومره چې دیوې مایع د جریان مسیر کوچنی کېږي، یعنې د هغه نل قطر چې مایع ترې تیرېږي، کوچنی کېږي، په همغه تناسب د جریان خطونه یو له بله سره نژدې واقع کېږي او که چیرې قطر لوی شي، د خطونو ترمنځ واټن زیاتېږي.

په ډېرو جریانونو کې د جریان د خطونو تصویر په مختلفو وختونو کې یو شان پاتې کېږي. داسې چې د مایع هره ذره، د فضا یوه مطلوبه نقطه په عین سرعت سره عبور کوي. په دې جریانونو کې د ذرو د سرعت کمیت او لوري چې له مایع څخه تیرېږي، مساوي دي او هغه شخص چې لیدونکی دی، تل له جریان څخه عین تصویر په خپلو سترګو ګوري چې دې ډول جریان ته مستقر جریان وایي.

په دې ډول جریانونو کې د مایعاتو د جریان هیڅ یو کمیت لکه (فشار، سرعت، اصطکاک، د عبوري مایع کچه) د وخت تابع نه دي. که چیرې دا کمیتونه د مایع په یو جریان کې د وخت په تیریدو سره بدلون ومومي، دې مایع ته غیر مستقره مایع وایي. د مایع هغه برخه چې د جریان د خطونو لخوا محدودېږي، د جریان د لولې په نامه یادېږي. د مایع سرعت وکتور (V) چې په هره نقطه کې د جریان پر خط مماس دی، د جریان د لولو پر سطحې هم مماس وي او دا ددې لامل کېږي چې د مایع ذرې د خپل حرکت پر مهال د جریان د لولې دیوالونه قطع نه کړي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

8-2: د متمادیت معادله

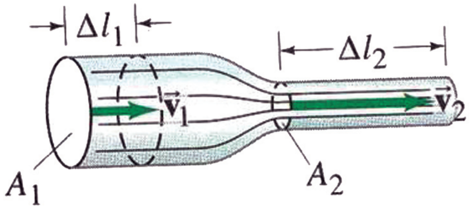
که چېرې یو مایع چې د تراکم وړ نه ده، کثافت او حجم یې ثابت دی. له یو نله څخه چې (A_2, A_1 او....) د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، تېر شي د جریان سرعت (V_2, V_1 او....) بدلون کوي لکه څنګه چې د (A.V) کمیت حاصل ضرب د جریان په هره مقطع کې ثابته پاتې کېږي یعنې:

$$A.V = Cost \quad \text{او} \quad A_1V_1 = A_2V_2.....$$

له وروستی رابطې څخه دا پایله ترلاسه کېږي چې د (A) د نل مقطع غټوالی 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 بېلابېلو 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 ډېر 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

8-3: د برنولي معادله

د يوې مايع جريان د سرعت اړيکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پيوستګی) 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، بنسټيزه 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.

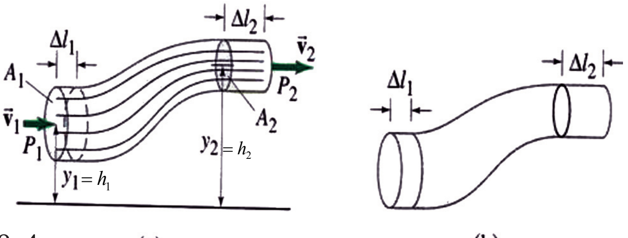
د (8-4) شکل ته پام وکړئ. هغه حجمونه چې مايع په کې جريان لري، له يوې خوا د جريان د لولې د ديوالونو او له بلې خوا د A_1 او A_2 مقطعو لخوا چې د جريان په خطونو عمود دی، محدود شوي دي.

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 وړل 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 $V = A_1 v_1 t$ دي، نو کولای شو وليکو: $W = P_1 \cdot V ....(1)$



شکل (8-4) (a) (b)

که چيرې د يوې مايع کچه چې د A_1 او A_2 په مقطعو کې جريان لري، په پام کې ونيسو، د (W) کار د نسبي 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:

$$W_1 = F_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = P_2 \cdot A_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot V ......(2)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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:

$$W_2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$
$$W_2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1) \text{.......(3)}$$

3 - هغه اندازه مایع چې په لاندینۍ سطحه کې ده، د v_1 سرعت لري او حرکي انرژي یې 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 پورتنۍ 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: $W_3 = ½\, mv_2^2 + ½\, mv_1^2$.......(4)

که چېرې 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: $P_1V = (p_2V) + (V\rho\, g\, h_2 - V\rho\, g\, h_1) + (1/2 m V_2^2 - 1/2 m V_1^2)$

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 چېرې په یو جریان کې د h_2 او h_1 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 یې 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:

$$P_1 + \frac{\rho\, v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho\, v_2^2}{2}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

پورتنۍ افاده دا بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې کم دی چېرته 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 ښيي 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 بنداړېه 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 دي.

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 تولیدېدل د بند د فشار په نامه یادېږي او په P_s ښودل کېږي 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 $v=40\,m/\sec$

$$Ps=1/2\,\rho\, v^2=1/2\cdot 0{,}125kg/m3\cdot 1600\,{m^2}/{s^2}=100kgm/{s^2}/{m^2}=100N/m^2$$

$$=100P_a=0.001bar$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 اخیستل 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 شوي 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 پرنسپ چې د پیپ د پیل او پای په نقطو (جټ باندې) تطبیق کېږي، لرو چې:

$$v_2 A_2 = v_1 A_1$$

$$v_1 = \frac{v_2 A_2}{A_1} = v_2\left(\frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2}\right)$$

$p_1 + 1/2\,\rho v_1^2 = p_2 + 1/2\,\rho v_2^2$ 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:

$$v_1 = v_2\left[\frac{d_2/2}{d_1/2}\right]^2 = v_2\left(\frac{d_2}{2}\cdot\frac{2}{d_1}\right)^2$$

$$v_1 = v_2\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

د دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې: $V_1^2 = V_2^2 (d_2/d_1)^4$

که چیرې 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:

$$X = v_2\cdot t \qquad\qquad y = -\tfrac{1}{2}g\cdot t^2 = -1m \Rightarrow t^2 = 2/s \Rightarrow t = \sqrt{2/g}$$

$$t = \sqrt{2m/9{,}81\,m/s^2} = 0{,}45s \Rightarrow \quad x = 19.205m/s\times 0.45s = 8{,}64m$$

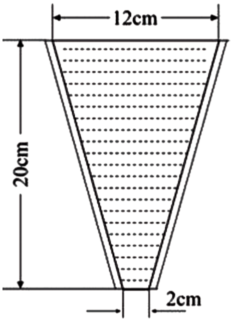
(c) ketabton.com: The Digital Library

پوښتنې

1. د فشـار توپیر پیداکړئ، په هغه صورت کې چې د یو نل د دوو سـرونو ترمنځ د نل د مقطع مسـاحت 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 تري تېر شي.
2. د یو قیف ډوله 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.

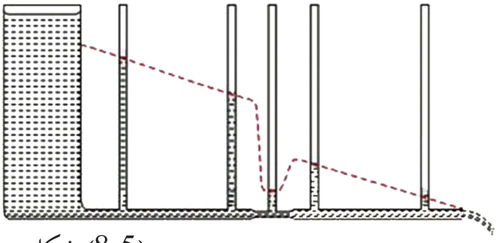
b. په هره ثانیه کې 0.3 لیتره اوبه له لوښي څخه تېرې شي.



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 اغیز منځ ته راتلل دي.

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 تنګو موقعیتونو کې ډېر دی.

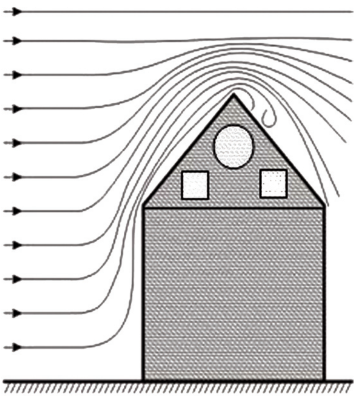


(8-5) شکل

په دې موقعیتونو کې برعکس، هغه څه چې تېروتنې یې منل شوي دي، د فشار یو تناقص موجود دی. دغه ویناکولای شو په (8-5) شکل کې د لیدلو وړ وګرځو. که چیرې له یو نل سره چې د تنګ محل یا معبر لرونکی وي، څو نرۍ نور نلونه د مایعاتو د فشار سنج په توګه 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 نرۍ 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) اغیزه شتون لري؟ ځواب ورکوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

دې موضوع ته له يوه بل مثال سره دوام ورکوو:

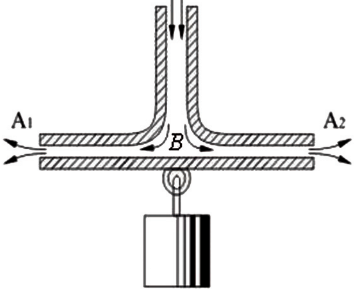

(8-6) شکل

د باد يو طوفان پر يو تعمير الوځي، لکه چې په (8-6) شکل کې په څرګنده توګه ليدل کېږي، کله چې د هواکتلې د تعمير په هغو برخو کې چې څمکې ته نژدې دي لګېږي، برک کېږي يا دا چې سرعت يې کمېږي. يعني د A د موقعيت په ساحو کې د سرعت قيمت کم دی، خو د فشار قيمت لوړ دی. له دې امله د هواکتلې اړمندې (مجبورې) دي چې پورته خواته حرکت وکړي او د تعمير له بام څخه تېرېږي. د B د موقعيت په ساحو کې د هوا د بهير په مسير کې د هوا د بهير د مقطع يو تنقيص او د بهير د سرعت تزايد منځته راځي ... له همدې امله دي چې د ځواکمنو طوفانونو د الوتلو پرمهال نه يوازې د تعميرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته غورځول کېږي.

مثال

د ځېښنلو(چوشش) اغېز د يو بل اثر په ارايه کولو چې د «هايدروډېناميک پارادوکس» ښکارندې په نامه يادېږي، تر بحث لاندې نيسو چې د ځېښنلو يا رودلو اغېز په سيالونو کې په څرګنده توګه د ليدلو وړ ګرځوي.

له يو ډېر نري نل (جټ) څخه د هوا بهير تېرېږي او له يوې تنګې فضا څخه چې د دوو پليټونو چې يو د بل پرمخ ايښي دي، تېرېږي. لکه څنګه چې په شکل کې ليدل کېږي، څرنګه چې د A_1A_2 ساحه کې د پليټونو ترمنځ د هوا فشار شتون لري، له همدې کبله ده چې فشار په ډېره تنګه ساحه کې د هغه سورې په شاوخواکې چې هوا ترې د B ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې بهير لري، د هوا د فشار په پرتله کم دي. لکه چې ليدل کېږي، ښکتنی پليټ لکه څنګه چې هيله کېږي، د هوا د بهير له امله نه يوازې دا چې نه ټېله کېږي، بلکې له يوې قوي سره د پورتنی پليټ لورته راښکل کېږي ان تردې چې يو وزن چې له هغه سره ځړېدلی دی، له ځانه سره راکاږي.



(8-7) شکل

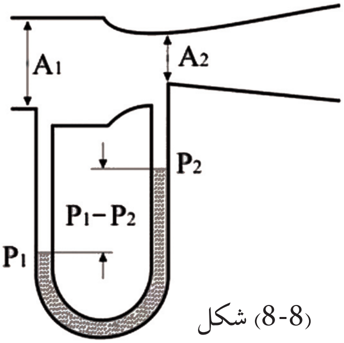
(c) ketabton.com: The Digital Library

8-5: وينتوري ټيوب - د جريان د سرعت اندازه کول

د برنولي قانون دا آسانتيا رامنځ ته کوي چې کولای شو د مايعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې مقصد لپاره د مايعاتو د بهير پر مهال له نلونو څخه په عمومي ډول له وينتوري ټيوب څخه گټه اخيستل کيږي.

لکه چې په شکل کې ليدل کيږي، دغه ټيوب له نري نل (جټ) څخه جوړ شوی دی. چې په هغه کې د ډېرو پراخو او ډېرو تنگو (نريو) برخو ترمنځ د فشار توپير، د يو فشار سنج (د مايع مانومتر) پرمټ اندازه کيدای شي. د برنولي د قانون پربنسټ په وينتوري ټيوب 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 متماديت د معادلې له مخې لرو چې: $v_2 = v_1 \cdot A_1/A_2$

که چيرې د (A_1/A_2) سطحو نسبت په q وښيو، لرو چې: $v_2 = q \cdot v_1$

او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعويضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:

$$p_1 - p_2 = 1/2\,\rho\, v_2^{\;2} - 1/2\,\rho\, v_1^{\;2} = \frac{1}{2}\rho\,(v_2^{\;2} - v_1^{\;2})$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{(v_1\, A_1/A_2)^2 - v_1^{\;2}\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{(v_1^{\;2} q^2) - v_1^{\;2}\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{v_1^{\;2}(q^2 - 1)\right\}$$

$$= \frac{\rho\, v_1^{\;2}}{2}(q^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1^{\;2} = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\,(q^2 - 1)}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\,(q^2 - 1)}}$$

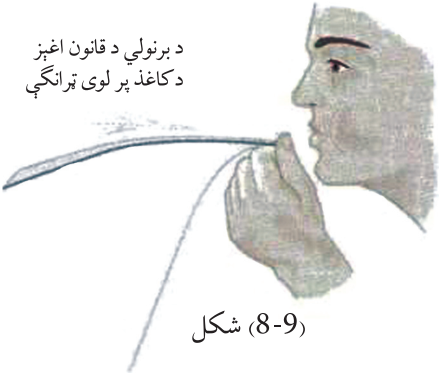
د v_1 له دې قيمت سره همدا راز کولای شو د جريان حجم (V) او يا په يوه ثانيه کې تېره شوې مايع په لاندې توگه محاسبه کړو: $V = A_1 \cdot v_1$ (په يوه ثانيه کې د هغې مايع حجم چې د A_1 له مقطع څخه (v_1 په سرعت تېريږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

اتومایزر (عطرشیندونکی)

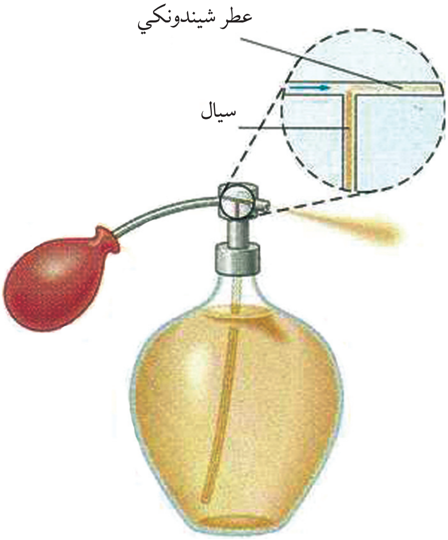
په تېرو بحثونو کې په سیالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړیکو سره بلد شوئ او همدارنګه د فشار توپیر مو د سیال په دوو برخو کې په طبیعي شرایطو او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړیکو د ښودلو آسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر یوې ټرانګې (ریښې) باندې پوکول دي. که چیرې تاسو کاغذ د (8-9) شکل په څېر کلک ونیسئ او بیایې په پورتنی سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړني ځړېدلي 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 (8-10) 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.



(8-9) شکل

په پایله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته ټېله کېږي. په بل عبارت ځرنګه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطرو د اتومایزر د عمودي ټیوب په پورته لوري لګېدلی 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 ټېله 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.



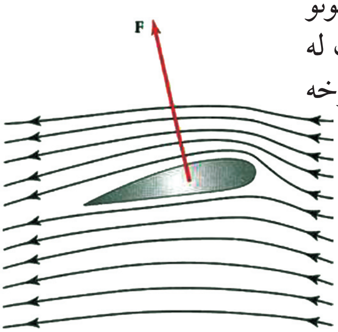
(8-10) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 کېږي 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 قوې بهیر ښودل شوی چې د الوتکې له وزره سره لګېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکې سپرلی 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 پورتنۍ 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 پورتنۍ برخې هوا متراکمه شي او د فشار ټیټه ساحه منځ ته راشي.

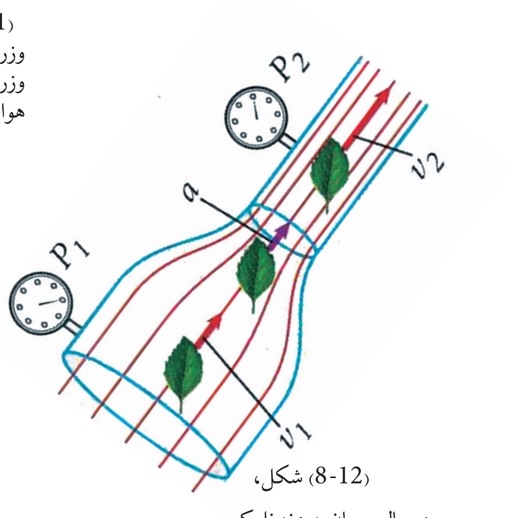
د سیلان د دوو خطونو د هوا جریان مساحت په هره برخه کې د خطونو یو بل ته په نژدې کېدو سره کمېږي، نو ددې له مخې د متمادیت له ($A_1V_1 = A_2V_2$) معادلې څخه د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې چې هلته د سیلان خطونه یو بل ته نژدې کېږي، زیاتېږي.



(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.

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 ډېروي، په (8-12) شکل کې په څرګنده توګه لیدل کېږي.

له دې امله چې د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې د هغه له لاندینۍ برخې څخه ډېر دی، نو ددې له مخې فشارپه پورتنۍ لوړه برخه کې د هغې تر ښکتنۍ برخې لږ دی (د برنولي قانون).



(8-12) شکل، د سیال جریان په هغه نل کې چې متفاوت قطرونه لري

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 یادېږي.

تجربې ښیي د وزره د پورتنۍ برخې د هوا سرعت حتی د وزره د لاندینۍ 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).

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 کوونډي (ځرخي) وهي (په وزرو را ځرخي ....). که چیرې د انحنا صعودي زاویه د 15° درجو په شاوخوا کې وي، د ځرخېدو توپان (Turbulence) واقع کیږي. لکه څنگه چې په (8-11) شکل کې ډېر راښکل د شا په لور او د وزره لړ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کیږي چې وزر له حرکت څخه ولویږي 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 ځرخیږي او په وزره کې د صعودي قوې د تولید سبب کیږي، (د نیوتن دریم قانون).

8-7: لزوجیت

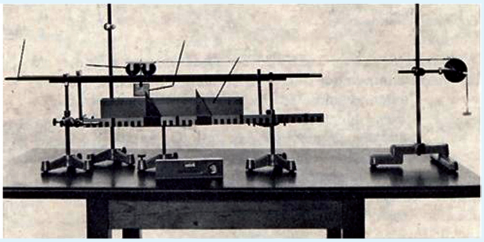
د لزوجیت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پیدایښت او محاسبه):

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 څخه غږیږو، موخه مو د هغو څخه داخلي اصطکاک دی. دغه داخلي اصطکاک په یو بل نوم هم یادوي چې په مایع او یا گاز کې عبارت له لزوجیت (ښښتل) څخه دي. هره حقیقي مایع او گاز یو څه داخلي لزوجیت لري او دا هغه مهال څرگندیږي چې په مایع او گاز کې حرکت رامنځ ته شي او د هغه لامل د اغیز له قطع کیدو څخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شي، ورو ورو قطع کیږي. داخلي اصطکاک نه یوازې دا چې له نلونو او د بیرل او نورو په څېر 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 منځته 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 حتی 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 ترل 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 لوښې (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 نیمایي 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 دېره 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.

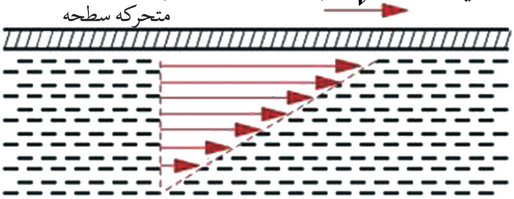
پورتنۍ تجربه هغه تیوري تاییدوي چې له امله یې د داخلي اصطکاک د قوې اړیکې له لاندې کمیتونو سره څرګندېږي.

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 ګاونډي 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:



$$R_i = \eta \ A \Delta v/\Delta d \quad \text{یا} \quad \Rightarrow R_i = \eta \cdot A \cdot v/d$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{R_i d}{A \cdot v}$$

(8-14) شکل،
د متحرکې سطحې د خطي سرعت تنقیص په مایع کې ښیي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

په پورتني فارمول کې η چې د لزوجیت د ضریب په نامه یادیږي، د هرې مادې لپاره ټاکل شوی دی او یو مهم ثابت دی. دغه ثابت په هغو مایعاتو کې چې په آساني 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 کوهیژن د اندازه کولو لپاره چې د مایعاتو د هر مالیکول په منځ کې موجو دی.

لزوجیت د تودوخې د درجې له لوړیدو 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:

1.2...0.1	ګریس د تودوخې په $20^{\circ}c$ کې	0.000017	هوا د تودوخې په $20^{\circ}c$ کې	0.00179	اوبه د تودوخې په $o^{\circ}c$ کې
0.25...0.02	ګریس د تودوخې په $80^{\circ}c$ کې	0.000018	هوا د تودوخې په $o^{\circ}c$ کې	0.00101	اوبه د تودوخې په $20^{\circ}c$ کې
100 تقریباً	قیر د تودوخې په $20^{\circ}c$ کې	0.0018	الکول د تودوخې په $o^{\circ}c$ کې	0.00055	اوبه د تودوخې په $50^{\circ}c$ کې
		0.0012	الکول د تودوخې په $o^{\circ}c$ کې	0.00029	اوبه د تودوخې په $100^{\circ}c$ کې
		1.50	ګلیسیرین د تودوخې په $20^{\circ}c$ کې	0.00024	ایتر د تودوخې په $20^{\circ}c$ کې

هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او بهرني اصطکاک د محاسبې لپاره تر ې ګټه اخیستل کیږي، په لاندې توګه یو له بل سره توپیر لري.

$$\text{خارجي اصطکاک} = R_o=\mu\cdot F_N \quad \text{او} \quad \text{داخلي اصطکاک} = R_i=\eta\, A\cdot v/d$$

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 لوړیدو زیاتیږي، په داسې حال کې چې بهرنی اصطکاک له دې دوو سره هیڅ ډول اړیکې نه لري.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 دستګاه 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 ګټې اخېستلو سره چې مختلف قطرونه لري، له همدې آلې سره د ګازونو او هغو موادو لزوجیت په لاس راوړي چې د ډېر لوړ لزوجیت لرونکي وي.

مثال

د ګریسو د لزوجیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې کثافت یې $\rho_1 = (0.9\,g/cm^3)$ او یوه المونیمي کره (ګلوله) 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 دګریسو 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) دکچې له حاصل تفریق څخه،

یعني: $R_i = 6\cdot\pi\cdot r\eta v = 6\cdot\pi\cdot r\eta h/t$ ، $F_b = \rho_2\pi\dfrac{d}{2}\cdot h\cdot g$ ، $W = mg = \rho_1\pi\dfrac{d}{2}\cdot h\cdot g$

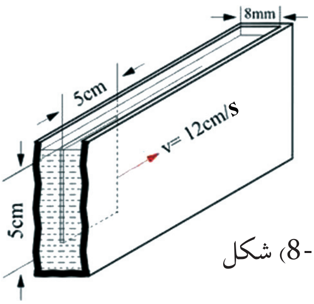
همدارنګه لرو چې: $E_i = W - F_b$

$$\eta = \frac{R_i\cdot t}{6\pi\, r\cdot h} = \frac{(w-F_b)\cdot t}{6\pi\cdot d/2\cdot h} = \frac{(\rho_1\cdot\pi\cdot d/2\cdot h\cdot g - \rho_2\cdot\pi\cdot d/2\cdot h\cdot g)\cdot t}{6\pi\cdot d/2\cdot h}$$

د قیمتونو له وضع کولو څخه وروسته: $\eta = 7g/cm\,s$

پوښتنې:

1 - په يو ټپ کې چې له تېلو څخه ډک شوی، يو نرۍ پلېټ چې 8 ملي متره سور او 55 سانتي متره مربع مساحت لري، له 0.1 نيوټن قوي سره د طول په لوري کې راښکل کېږي. د لزوجيت کچه يې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې چې کوم سرعت رامنځ ته کېږي، $12\,cm/s$ قيمت ولري.



(8-16) شکل

2 - د يوه موټر په بريک کې له $20cm^3$ ګليسرينو څخه کار اخيستل شويدی او د لزوجيت ضريب يې $\eta = 1.5\,Kg/ms$ دی، د يو نل په واسطه چې $12.5cm$ طول او $2.5mm$ قطر لري تر $18.10^6\,bar$ يو منځنۍ توپيري فشار لاندې پرس (کيکاږل) کېږي. هغه زماني موده چې ددې عمليې لپاره په کار ده، محاسبه کړئ.

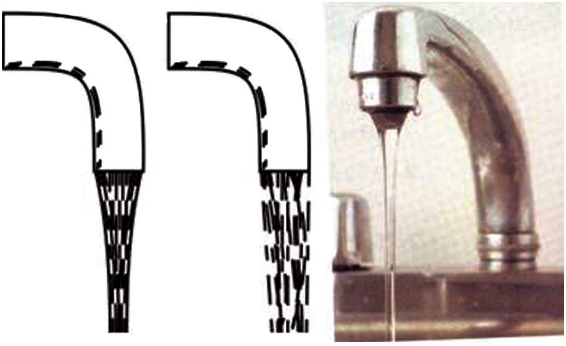
8-8: د طوفاني جريان ښکارنده (پديده)

په مختلفو سرعتونوکې د يوه جريان د واقع کېدو څرنګوالی:

داخلي اصطکاک هغه مهال منځ ته راځي چې د مايع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، يو د بل له څنګ څخه تېرېږي.

دا پېښه، تر ټولو د مخه د مايعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحدو قشرونو کې څرګندېږي. پر دې داخلي اصطکاک د غلبې لپاره ياپې د اغېزو د ليرې کولو لپاره، د انرژۍ يوه برخه چې د مايع په جريان کې شتون لري، مصرفېږي.

په کوچنيو سرعتونو کې داخلي اصطکاک هم کوچنی دی. نو له دې امله د فشار بدلون او د انرژۍ ضياع چې د سرعت له کموالي څخه را پيدا شوې، هم تر هغه حده کوچنی دی چې د مايع هغه قشرونه چې يو دبل له څنګ څخه تېرېږي، نه خېرې خېرې کېږي، بلکې يو د بل له اړخه په صاف ډول تېرېږي او جريان ته لامينار (Laminar) وايي.

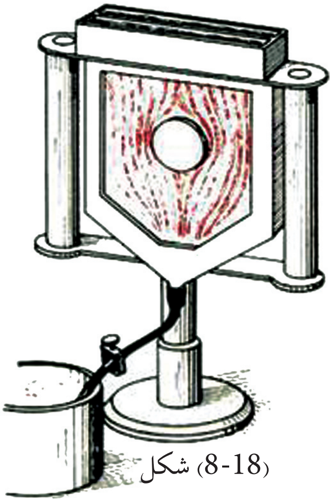


(8-17) شکل،
له چخکوري (شيردهن) څخه د لامينار او توربلنت بهيرونه

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

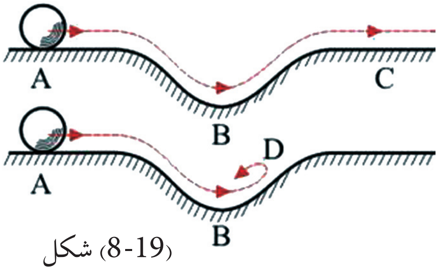

(8-18) شکل

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 يي 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 يې 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

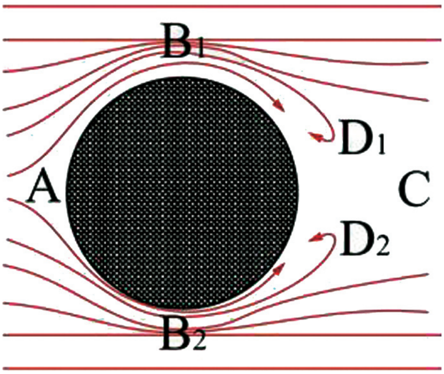
د گردابونو پيداکيدل



(8-19) شکل

د گردابو پيدايښت کولای شو په آسانۍ له يوې ميخانيکي عمليې سره په پرتله کولو د پوهېدو وړ وګرځو. که چېرې يوه کره د يو بلول په منځ کې د جريان په مسير کې راشي، دغه کره د رغړيدو پر مهال خپله پوتانسيلي انرژي له لاسه ورکوي او ورسره يو ځای يې په سرعت کې زياتوالی منځته راځي، شکل ته پام وکړئ.

کله چې کره منحني مخ په پورته وهي، له سرعت څخه يې کمېږي. ددې سرعت قيمت که له اصطکاک څخه تېر شو د C په نقطه کې عين همغه قيمت لري چې په پيل کې يې د A په نقطه کې درلود. که چيرې د اصطکاک قيمت کم هم وي، کره يو څه پورته ځي، خو د سرعت قيمت 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 ضايع شي، هغه حرکي انرژي چې بايد د B په نقطه کې وي، ترڅو کُره پورته يوسي او هغه C نقطې ته ورسوي، کفايت نه کوي او کره تر D نقطې رسيږي او سرعت يې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بېرته ګرځي. عين مناسبتونه په هغه حالت کې شته، کله چې يوه مايع له يوې مانع سره مخ شي، مثلاً که چيرې يوه مايع له يوې استوانې سره ولګيږي او له بهرني سطحې څخه يې تېر شي، (8-20) شکل.

ليدل کېږي چې د B_1 او B_2 ساحې محدودې او تنګې دي، نو د متماديت د معادلې له نظره د سرعت قيمت زياتېږي او د فشار قيمت کمېږي.

که چېرې اصطکاک شتون ونه لري، د سرعتونو او فشار قيمت د C په نقطه کې يو ځل بيا په همغه اندازه وي چې د A په نقطه کې وو.

په لږو اصطکاکونو کې لومړی غير مهم بدلونونه منځ ته راځي، خو کله چې د سرعت قيمت ډېروي،

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اتم څپرکي لنډيز

- کله چې د ګاز د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه کم وي، د متحرکو ګازونو پر حجم د فشار د تغييرونو اغېزه هومره کمه ده چې کولای شي ترې تېر شو.
- يو سيال (مايع يا ګاز) 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 تنګو (کم سوره) برخو کې په يوه فشار سنجوونکي د مايع (مانومتر) پرمټ اندازه کيدای شي، او د برنولي د قانون پربنسټ 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 ګرځي (کله چې په کافي توګه د هوا په پرتله په ډېر لوړ سرعت حرکت وکړي) چې الوتکه په هوا کې اوچته وساتي.
- د مايعاتو لزوجيت يا چسپيدل (نبنتل) د هغو له داخلي اصطکاک څخه عبارت دي، او لزوجيت هغه مهال تبارز کوي چې په مايع يا ګاز کې داخلي حرکت منځته راشي، او د هغو اغېزو له قطع کيدو څخه وروسته چې د حرکت لامل ګرځيدلي 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

• د هوپيل ويسکو زيمتر له الې څخه د يوې مايع د لزوجيت ضريب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.

• که چېرې يوه کره د يو بلول په منځ کې د جريان په مسير کې واقع شي، دغه کره د رغړېدو پرمهال خپله د پوتنسيل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې يې ډېروالي راځي. د سرعت په زياتيدو سره داخلي اصطکاک لوړځي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مايع ذرې، کافي حرکي انرژي له لاسه ورکړي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولی او سرعت يې صفر ته تقرب کوي. په پايله کې ذرې بيرته راګرځي او شاته جاري کېږي او د بيرته راګرځيدو په مهال په څرخيدو يا دوران پيل کوي او ګرداب جوړوي چې وايي نوره نو نومورې مايع په يو توربولينټ مايع بدله شوې ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اتم څپرکي پوښتنې

1 - يو سيال (مايع – گاز) تعريف کړئ.

2 - د متماديت يا پيوستوالي معادله څه شی بيانوي؟

3 د $A_1V_1 = A_2V_2$ رابطه د .... او .... هرې جوړه مقاطعو مقطع لپاره د تطبيق وړ ده.

4 - که چيرې مايعات او گازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي .... ورته ويل کيږي.

5 - د يوې خيالي مايع 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 يادېږي.

7 - د .... د قانون پرنسپ په وينتوري ټيوب کې .... رابطه صدق کوي.

8 - د لزوجيت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړيوال سيستم کې د $[\eta] = [R_i d / A_V]$ له رابطې څخه ترلاسه کړې.

9 - ايا په ډېره کچه فشار تل د ډېرې قوې پرمټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضيح کړئ.

10 - کله چې د يوې نيچې له لارې اوبه ځښېځ د هوا په تخليه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموئ او مايع په حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. أيا کولای شئ ددې موخې لپاره په سپوږمۍ کې هم له نيچې څخه د اوبو د څښلو لپاره کار واخلئ؟ ولې، توضيح يې کړئ.

11 - له لاندې معادلو څخه کومه يوه د اوبو سرعت د A په نقطه کې (V_A) او د اوبو سرعت د B په نقطه کې (V_B) ترمنځ اړيکه توضيح 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 چيرې 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 جريان د A په نقطه کې څو ځلې د B له نقطې څخه تيز (گړندی) دی؟

13 - په يوه افقي نل کې اوبه په $(1\frac{m}{s})$ سرعت بهيږي. که چيرې ددې نل شعاع د هغه د $(\frac{1}{4})$ برخې په اندازه کوچنی شي، د نل پدې نری برخه کې د اوبو سرعت لاسته راوړئ.

14 - د يو نل د شيردان د سورې قطر $2cm$ دی او په هره ثانيه کې په $2{,}5\times10^{-2}\,m^3$ کچه اوبه ترې خارجيږي، اوبه په کوم سرعت له نل څخه خارجيږي، پيداکړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 «فزيك (2) و ازمايشگاه»، د ښووني او روزنې وزارت د څيړنې او ازمويني د پلان جوړولو سازمان، د ايران د درسي کتابونو د چاپ او خپريدو شرکت، 1385 هـ . ش.

Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library