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 تورې هر بچی یې قهرمان دی
دا وطن د ټولو کور دی د بلوڅو د ازبکو
د پښتون او هزاره وو د ترکمنو د تاجکو
ورسره عرب، گوجر دي پامیریان، نورستانیان
براهوي دي، قزلباش دي هم ایماق، هم پشه یان
دا هېواد به تل ځلیږي لکه لمر پر شنه آسمان
په سینه کې د آسیا به لکه زړه وي جاویدان
نوم د حق مو دی رهبر وایو الله اکبر وایو الله اکبر

(c) ketabton.com: The Digital Library

بسم الله الرحمن الرحیم

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 وزير پيغام

اقرأ باسم ربک

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

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

له همدې امله د ښوونيز نصاب اصلاح او پراختيا، د پوهنې وزارت له مهمو لومړيتوبونو څخه دي. همدارنګه په ښوونځيو، مدرسو او ټولو دولتي او خصوصي ښوونيزو تأسيساتو کې، د درسي کتابونو محتوا، کيفيت او توزيع ته پاملرنه د پوهنې وزارت د چارو په سر کې ځای لري. موږ په دې باور يو، چې د باکيفيته درسي کتابونو له شتون پرته، د ښوونې او روزنې اساسي اهدافو ته رسېدلی نشو.

پورتنيو موخو ته د رسېدو او د اغېزناک ښوونيز نظام د رامنځته کولو لپاره، د راتلونکي نسل د روزونکو په توګه، د هېواد له ټولو زړه سواندو ښوونکو، استادانو او مسلکي مديرانو څخه په درناوي هيله کوم، چې د هېواد بچيانو ته دې د درسي کتابونو په تدريس، او د محتوا په لېږدولو کې، هيڅ ډول هڅه او هاند ونه سپموي، او د يوه فعال او په ديني، ملي او انتقادي تفکر سمبال نسل په روزنه کې، زيار او کوښښ وکړي. هره ورځ د ژمنې په نوي کولو او د مسؤوليت په درک سره، په دې نيت لوست پيل کړي، چې د نن ورځې ګران زده‌کوونکي به سبا د يوه پرمختللي افغانستان معماران، او د ټولنې متمدن او ګټور اوسېدونکي وي.

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

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

د معياري او پرمختللي ښوونيز نظام او د داسې ودان افغانستان په هيله چې وګړي يې خپلواک، پوه او سوکاله وي.

د پوهنې وزير

دکتور محمد ميرويس 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. څرګنده ده چې له دغو بدلونو سره یو ځای به زموږ د ژوند لارې، طریقې او هم زموږ د سبا ورځې د ځوان نسل اړتیاوې هم بدلون ومومي. کیدای شي په دې لړ کې د علومو زده کړې په بدلون کې شي. په دې لارو چارو ټینګار شوی دی، چې زده کوونکي په آسانۍ سره چټکې زده کړې وکړي، وکولای شي، چې لازم او اړین مهارتونه د زده کړې په پړاوونو او د مسایلو په حل کې وکاروي. په دغه درسي کتاب کې هڅه شوېده، چې محتوا یې د فعالې زده کړې په پام کې نیولو سره تآلیف شي.

په هر درسي کتاب کې درې بنسټیزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنیت) د مؤلفینو د پاملرنې وړ ګرځیدلې 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.

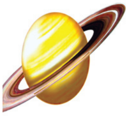
په پای کې له هغو ښاغلو استادانو څخه چې ددغه کتاب په سمون او اصلاح کې یې زیار ایستلی دی، مننه کوو.

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 کړیدي، هم مننه کوو.

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

د فزیک څانګه

(c) ketabton.com: The Digital Library



لړليک

مخونه

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

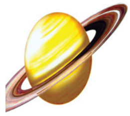
(c) ketabton.com: The Digital Library

فهرست

مخونه

څلورم څپرکی: د نیوټن د حرکت قوانین ۱۰۰
د نیوټن لومړی قانون.. ۱۷۱
د نیوټن دویم قانون.. ۱۰۲
د نیوټن دریم قانون ۱۰۳
د نیوټن د قوانینو پلي کول ۱۰۷
د اصطکاك قوه.. ۱۱۲
د نیوټن د جاذبې قانون ۱۱۶
لفت.. ۱۲۲
د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدارونه.. ۱۲۴
پنځم څپرکی: کار، میخانیکي انرژي او طاقت ۱۳۰
کار او حرکي انرژي ۱۳۴
هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي.. ۱۳۸
تحفظي او غیر تحفظي قوي 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: متحرک ۱۹۲

خیالي (ایډیال) سیالونه ۱۹۲

د متمادیت معادله ۱۹۵

د برنولي معادله ۱۹۶

د برنولي د قانون تطبیقات ۲۰۰

وینتوري ټیوب – د جریان د سرعت اندازه کول ۲۰۲

د الوتکې وزرونه او متحرکه اوچتوونکې قوه ۲۰۴

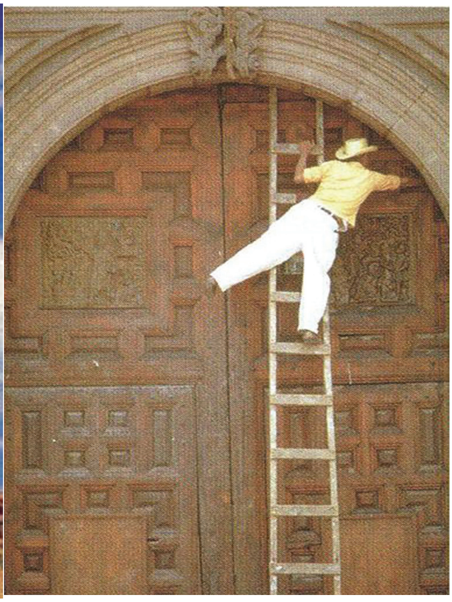
لزوجیت - د لزوجیت مفهوم ۲۰۵

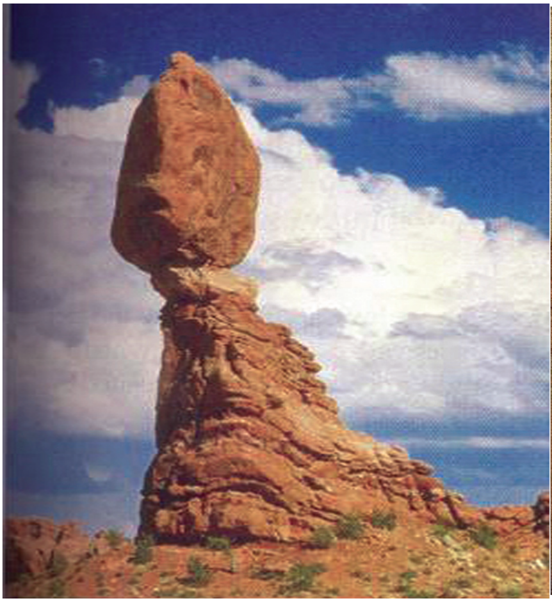
د طوفاني جریان ښکارنده (پدیده) ۲۰۹

(c) ketabton.com: The Digital Library

لومړی څپرکی

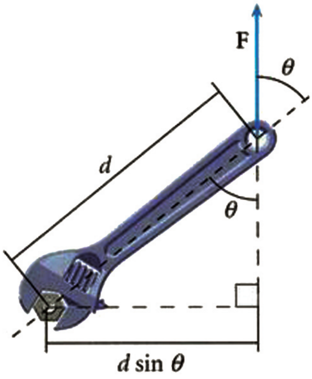
میخانیکي تعادل (انډول)





میخانیکي تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کیدونکې موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بیلابیلو ډگرونوکې د اړتیا وړماشین الاتو او تکنالوژۍ په پراختیا کې چې زموږ د ټولنې په ورځنی 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 ځمکنی او هوایي ترانسپورت او دکانونو د استخراج په څېر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولوکې د قوو او د هغو د اړوندو پدیدو د اغیزوکارول د ټول پر هغو قواعدو بنا شوي چې میخانیک فزیک او له هغې جملې څخه د میخانیکي تعادل پر بنسټ تیوري گانې تر مطالعې لاندې نیسي.میخانیکي تعادل د انسانانو او حیواناتو په ژوندانه کې یو له خورا ژورو او طبیعي رمزونو څخه دی چې د ځمکې د کرې پرمخ یې هغوته د ثبات او ژوندي پاتې کېدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نیولې د بېړیو او سیارو تر الوتلو او د ځمکې او بحرونو په ژوروکې نفوذ دا ټول د علم او تکنالوژۍ لاسته راوړنې دي چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره اوغوره دی. ددې څپرکي محتویات د هغو محتویاتو په تړاو جوړشوي چې تاسو په تېرو ټولگیو کې 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 (منحثه راتلو) مطالعه، که څه هم د متلاقي او یا موازي قوو په څېر ده، همدارنگه د قوو د تجزیه کېدو پوهه، د قوې د مومنت او یا د دوران مومنت او د زوج قوې په څېر د یو شمېر نورو مفاهیمو د پیژندلو او زده کولو لپاره لاره هواروي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



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

دې ته بايد پام وکړو چې قوه د يومهم شاخص په توګه ددې څپرکي په ټولو برخو کې کارول شوې. د دې څپرکي د مندرجو بحثونو د ښې پوهې لپاره کوښښ شوى چې موضوعګانې د مثالونو او تمرينونو په راوړلوسره د شاګردانو د مناقشې او تفکر لپاره وړاندې شي.
هيله ده چې زده کوونکي ددې څپرکي په پاى کې د ډله ييزو کارونو په ترسره کولو او د سوالونو او تمرينو نو په حلولو سره ، ددې بحث فزيکي مفاهيم په خپلو ذهنونو کې لاژور او تحکيم کړي او په پايله کې يې لاندې پوښتنو او ددې په څېرنورو پوښتنو ته ځواب ووايي:
ولې قوه وکتور ده؟ څه شى د يوه جسم د حرکت د ګړندي کېدو يا تعجيل سبب ګرځي؟ کله چې د يوه څټک (چکش) په مرسته پريو ميخ قوه وارده شي، آيا ميخ هم په خپل وار بېرته پرڅټک قوه واردوي؟ څنګه او ولې؟، د يوه محور پرشاوخوا د يوجسم ددوران پيښه څه شى تمثيلوي؟
او ددې په څېر نورو پوښتنو ته بايد په مناسبه توګه ځواب ور کړئ.

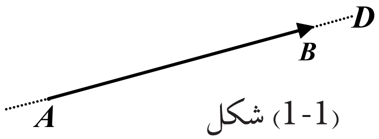
1-1: قوه

هغه قوه چې ټول يې پيژنو، د ځمکې د جاذبې قوه يا د جسم وزن دى. په ورځني ژوندانه او هم تخنيک کې له ګڼ شمېر قوو سره بلدتيا لرو. همد ارنګه تاسو په تېرو ټولګيو کې په دې پوه شوئ چې قوې د هغو د اغيزو له مخې کولاى شو وپيژنو. يوه قوه کولاى شي چې يو جسم په حرکت راولي. د يو جسم د سرعت د زياتيدو يا کمېدو سبب شي او يا د يو جسم د شکل او د حرکت د لورې د بدلون سبب شي.
دا بدلونونه کله ناکله ډېر کم او واړه وي چې يوازې په ډېرو دقيقو اندازه کولو سره تشخيص کېداى شي.
د يو جسم سرعت او د هغه د حرکت لورى دوه داسې ځانګړتياوې دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتياوو څخه په ګټې اخيستنې سره قوه داسې تعريفوي: قوه هغه عامل دى چې د جسم د شکل او يا حالت د بدلون سبب ګرځي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

قوه د وکتور په توګه

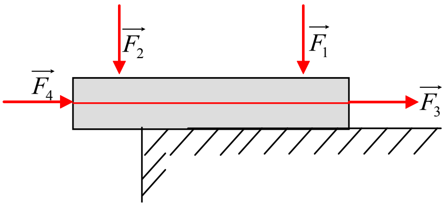
یو جسم تل خپل ځان ته په یوه لوري حرکت ورکولی شي او یا د خپل سرعت یوه لوري ته بدلون ورکوي چې پرجسم باندې عامله قوه په همغه لوري اغیزه کوي. همدا رنګه د قوې د اغېز لوری کولای شي د جسم د شکل د بدلون سبب شي. دا موضوع د اوسپنې په یوه میله کې په ښه توګه کتل کیدای شي، یعنې کله چې میله د یوې قوې تر اغېز لاندې واقع شي، کږېږي. له پورتنیو ځرګندونو 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 کیښودلو ته پام وکړئ:



شکل (1-1)

د A نقطه د تاثیر یا اغیزې نقطه، د AB د غشي اوږدوالی د قوې مقدار یا کچه، 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 و 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 اغېز د نقطې موقعیت د هغې د اغېز پرکرښه بدلون وکړي، د قوې اغېز بدلون نه کوي.

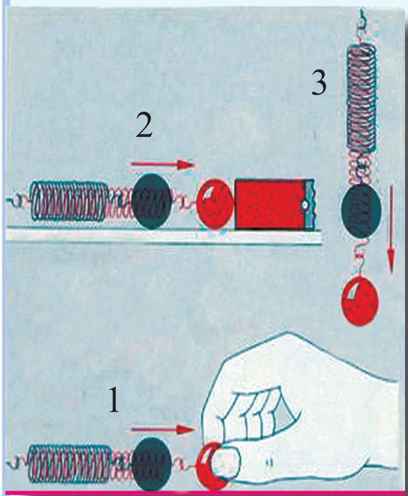
اوس د بیلابیلو قوو څو بیلګې تر څېړنې لاندې نیسو:

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، مستقیماً 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 ځرخ څخه تېر 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 څرګند ډول ولیدلای شو او د قوې نورې بیلګې معرفي کړای شو، د لاندې فعالیتونو په تر سره کولو پیل کوو.

فعالیت



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

آیا بیا به هم فنر د غونډارې د وزن له امله وغځیږې؟که چیرې تجربه مو په سمه توګه تر سره کړې وې، وبه ګورئ چې مقناطیس او د غونډارې 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.

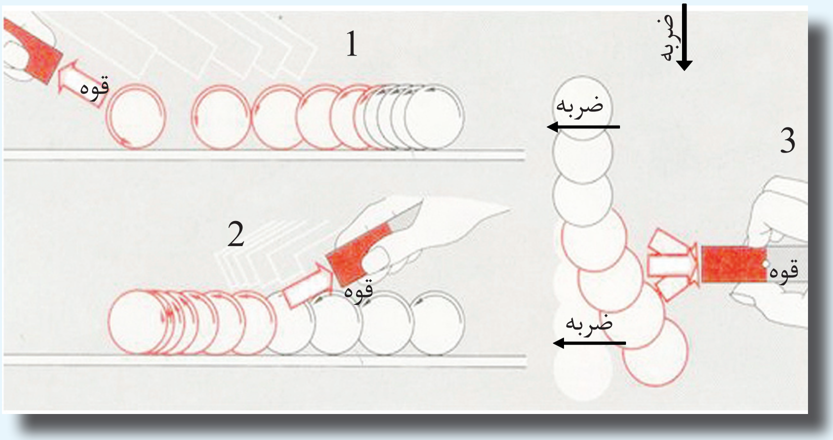
یو شمېر نور ځایونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانۍ سره وګورو بېلابېل سپورتونه دي چې د دوی له ډلې څخه د والیبال او باسکتبال لوبې دي چې په ترڅ کې یې تاسو په خپله کولای شئ په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوبو کې ستاسو د لاس د عضلو قوه توپ ته سرعت ورکوي او یا توپ چې د حرکت په حالت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

(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت

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

(1 حالت) پر یو واړه اوسپنیز غونډاري چې د مېز پر سر پروت دی، ضربه واردوو. ګلولې د واردې ضربې له امله د مېز پر سر ورو رغړي. په عادي حالت کې ګلولې په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطیسي میله د مخې لخوا ګلولې ته ورنژدې شي، څه پیښه به ولیدل شي؟ د ګلولې د حرکت په سرعت کې څه بدلون لیدل کېږي؟



(1-4) شکل

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

(2 حالت). د اوسپنې ګلولې یوځل بیا د مېز پرمخ د رغړېدو په بڼه خوشې کوو ، خو دا ځل هغوی د (2حالت) که وینئ یې د مقناطیسي میلې په مرسته تعقیبوو یعنې د ګلولې د حرکت په سرعت کې څه بدلون و ینئ او ولې؟ په دریم حالت کې چې مقناطیسي میله له یوه لورې، رغړېدونکې د اوسپنیزې ګلولې د حرکت مخالف لورې 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 يو جسم چې ساکن وي په حرکت راولي. کولای شئ دا وينا په تجربه ثابته کړئ؟
d- قوه په څه ډول د يوه متحرك جسم د دريدو سبب ګرځي؟
e- يوجسم په يوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، يوه قوه له کيڼ لوري پرې اغيزه کوي، څه پيښيږي؟ د يوه شکل په واسطه يې وښيئ. له دې عمل څخه څه پايله ترلاسه کوئ؟
f- پر يوه جسم د يوې قوې د اغيز له امله، ممکنه ده چې د هغه جسم شکل بدلون وکړي. ايا په جسم باندې دا بدلون د يوه شکل په مرسته ښودلای شئ؟

پوښتنې

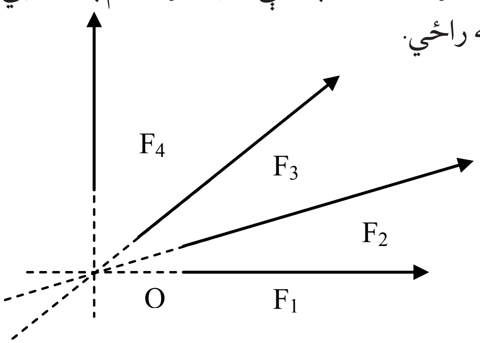
د قوې د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تيرو کلونو کې لوستي دي، لاندې پوښتنوته په ځواب ورکولو خپل پخواني معلومات په لنډ ډول تکرار کړئ:

1. د (SI) په نړيوال سيستم کې بنسټيز (اساسي) واحدونه کوم دي؟ بيان او تعريف يې کړئ.
2. د (SI) په نړيوال سيستم کې د قوې واحدڅه شی دی؟ تعريف يې کړئ.
3. د (SI) په نړيوال سيستم کې د قوې واحديو بنسټيز واحددی که يو فرعي واحد ؟ او ولې؟

1-2: متلاقي (غير موازي) قوې

کله چې پر يوه جسم دوې يا تر دوو زياتې قوې اغيز وکړي، داسې چې د اغيزو خطونه يې سره موازي نه وي او په يوه نقطه کې يو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه يادوي.

د بيلګې په توګه، په (5-1) شکل کې ليدل کيږي چې د F_1, F_2, F_3 او F_4 قوو د اغيز خطونه د O په نقطه کې يو بل قطع کوي، نو د O نقطه ددې قوو د اغيزو مشترکه نقطه ده، F_1, F_2, F_3 او F_4 قوې متلاقي قوې بلل کيږي. کله چه څو متلاقي قوې پر يوه جسم باندی عمل وکړي، يوه محصله قوه را منځ ته کوي چې ددې قوې اندازه او لوري په هندسي توګه د وکتورونو له قواعدو څخه په ګټې اخيستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قواعدو څخه په ګټې اخيستلو لاس ته راځي.

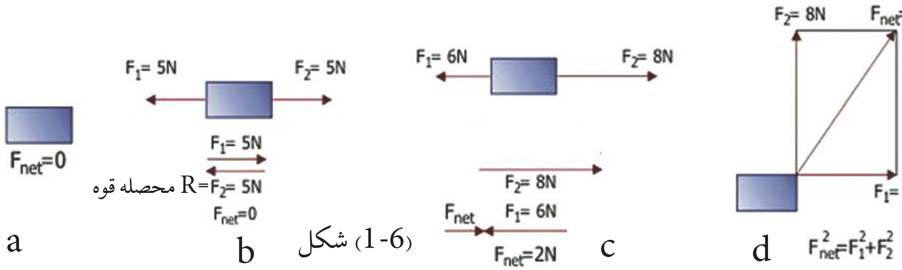


(5-1) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د قوو محصله

کله چې په يوه وخت کې پر يوه جسم له يوې څخه زياتې قوې واردې شي، په دې حالت کې د قوو يو سيستم پر جسم عمل کوي چې د جسم د حرکت پر حالت اغيزه اچوي او پر يوه جسم د اغېز کوونکو ټولو قوو وکتوري مجموعه د محصله قوې په نامه يادېږي او هغه په R ښيي. پوهېږو چې قوې د وکتورونو د قوانينو پر بنسټ جمع کېږي (لاندې شکلونه دې وکتل شي) بايد په ياد ولرو چې محصله قوه تل پر جسم د عمل کوونکو قوو له مجموعې سره معادله نه وي يعني دا مجموعه په هر حالت کې د هغوی له محصله قوې سره نشو بدلولی، يوازې په هغه حالت کې دا کارشونی دی چې قوې سره موازي وي.



شکل (1-6)

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

په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پيداکول:

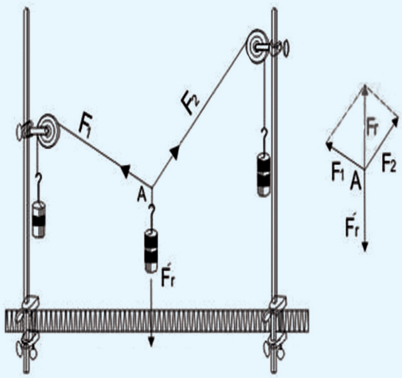
د متلاقي قوو د محصلې د پيداکولو لپاره لاندې فعاليت تر سره کوو:

فعاليت

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

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

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

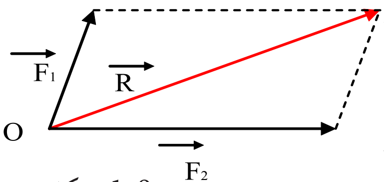


شکل (1-7)

(c) ketabton.com: The Digital Library

د پورتني فعاليت له پايلي څخه په گټي اخيستلو، د دوو غير موازي قوو محصله چې په هندسي توگه 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 لورې څخه په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسميږي. که چيرې موږ 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 رنگه يې بيا نوو:

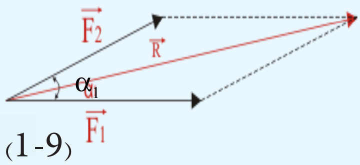


شکل (1-8)

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.

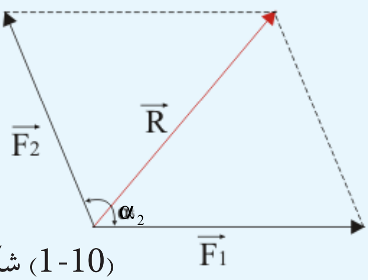
فعاليت

وراندې 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.

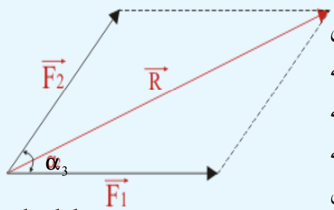


شکل (1-9)

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 دی. په شکلونو کې گورئ چې د $\vec{R}$ د محصلې قوې کچه نظر هغه زاويې ته چې قوې يې په خپلو کې، توپير لري.لکه څنگه 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 ټولگيوالوته وړاندې کړي.



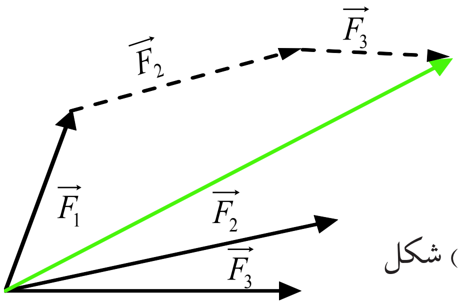
شکل (1-10)



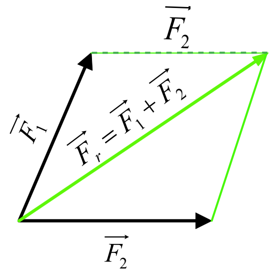
شکل (1-11)

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

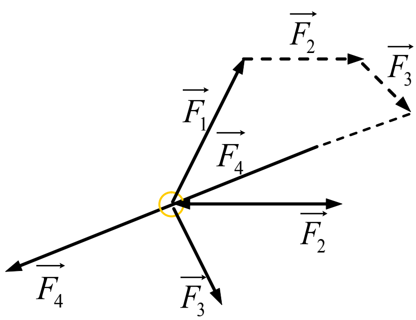


شکل (1-13)



شکل (1-12)

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 کېږي. یعنې: $R = o$ او یا $\sum F = o$



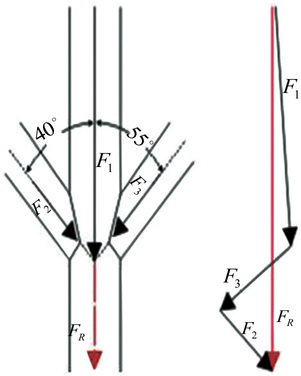
شکل (1-14)

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثال:

د يوې پايي 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 لوری 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 اوږدوالی د شکل له مخې له $5.3cm$ سره مساوي دي، نو د پورتني قبول شوي مقياس څخه په ګټې اخيستلو، سره لروچې:



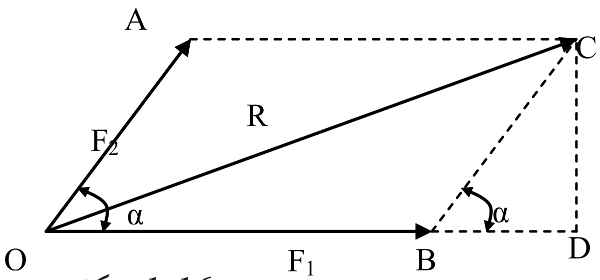
(1-15) شکل

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

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 لوی والي يا کچې او لورې ټاکلو لپاره، د هغو دوو قوو د وکتورونو متوازي الاضلاع بشپړوو او له مخې يې محصله محاسبه کوو.



(1-16) شکل

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

مورږ 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 شو چې 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:

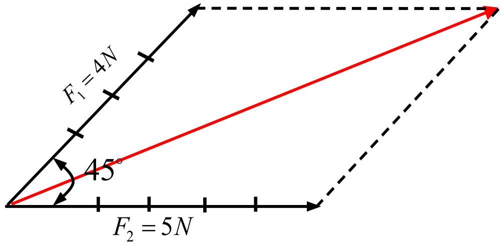
$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2(+1)}$$

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

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

$$R = F_1 + F_2$$

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



حل:

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

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

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

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

نو لرو چې:

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

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

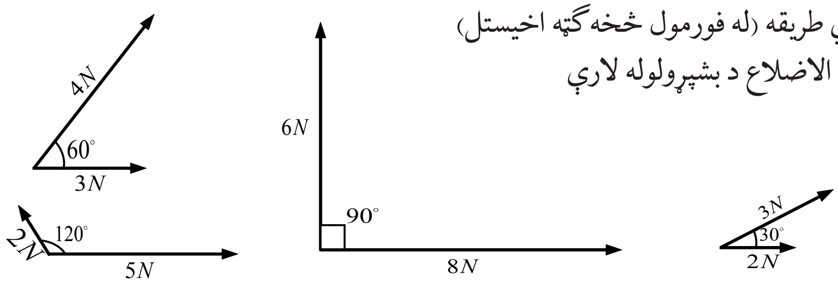
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

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

پوښتنه:

لاندې شکلونه په نظر کې 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:

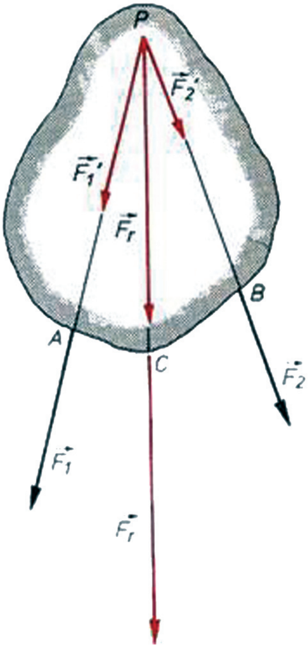
1. محاسبوي طریقه (له فورمول څخه ګټه اخیستل)
2. د متوازي الاضلاع د بشپړولوله لارې



(c) ketabton.com: The Digital Library

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

موږ په تېر لوست کې د متلاقي قوو اغيزه چې پر يوه جسم باندې په مختلفو وضيعتونوکې عمل کوي، مطالعه کړ. همدا رنگه 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 پيښوکې را منځ ته کېږي، هغه حالت دی چې که چيرې دوې قوې د يو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، څنگه کولای شو چې محصله يې په هندسي توگه 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. څنگه 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 دP 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 اغېز نقطه کولای شو په کيفي ډول د هغې د اغېز پر خط د بېلگې په ډول د c په نقطه کې وټاکو. لکه څنگه چې په شکل کې $\vec{F}_r$ محصله ښيي.

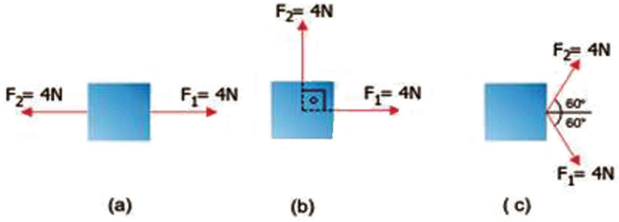
له دې عمليې څخه دا پايله هم لاس ته راځي چې د محصلې قوې اندازه او لوری به همدومره وای که چيرې پر يوه جسم د قوې اجزاوو (مرکبو) په عين نقطه کې اغېزه کړې وای.

(c) ketabton.com: The Digital Library

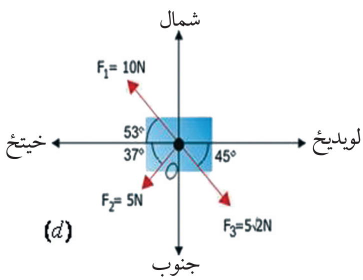
تمرينونه:

1. د قوو محصله څه شی ده؟ د يوې محصلې قوې د تشکيل لپاره لږترلږه د څو قوو شتون اړين دي؟ او د رياضي له نظره يې محصله څنګه په نښه کړې ده؟

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



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



1-3: د نقطه يي کتلې تعادل

مخکې له دې چې د تعادل په اړه وغږيږو، اړينه ده چې د نقطه يي کتلې په هکله لنډې څرګندونې وکړو. مونږ له تېرو لوستونو څخه، د يوه جسم کتله پېژنو او پوهيږو چې کتله د هغو موادو له اندازې څخه عبارت ده چې په جسم کې ځای شوي وي او د اندازه کولو واحديې کيلوګرام دی چې په عملي ډول يې يوکيلوګرام کتله د يوليتر خالصو اوبو په $4^{\circ}C$ تودوخه کې قبوله کړې ده. يوه بله اصطلاح چې د فزيک د علم په ټاکلو برخو کې پکاريږي، له نقطوي کتلې څخه عبارت ده چې د آسانتيا راوستلو لپاره، د فزيک د علم د پرا بلمونو او مسايلو په حل کې ورڅخه ګټه اخيستل کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

لاندې بیلګې موضوع ته لاروښانتیا بخښي:

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

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

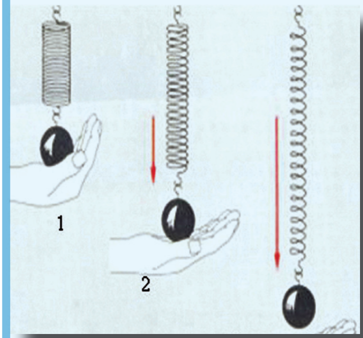
3. د هایدروجن د اتوم د ساده موډل، الکترون او پروتون کولای شو د نقطوي کتلو په توګه ومنو.

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

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

(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 سپکوالي یوڅه احساس کوو او ورسره سم فنر د جسم د وزن د قوې له امله اوږدیږي (2 حالت).
3. فنر یو ټاکلي موقعیت ته په رسیدو، نور نه اوږدیږي او جسم په آزاد حالت په فنرکې ځوړند پاته کېږي (3 حالت).

خو جسم ، نورنشي کولای فنر مخ کښته راوکاږي؟

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

فعالیت:

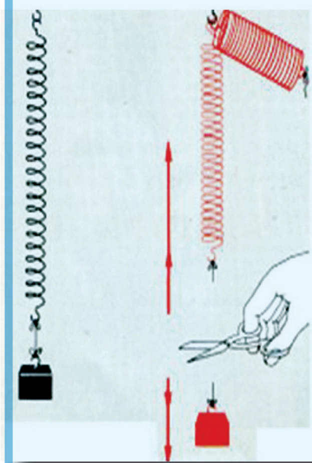
یو جسم (کم وزنه) د تار په مرسته له یوه فنر څخه ځړوو. لیدل کېږي چې جسم د وزن له کبله کش او اوږدیږي او بیا په یوه ټاکلي موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسیږي.

کله چې جسم د سکون حالت ته راځي،سمدستي تار د قیچې 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 چټکې سره پورته خواته راټولیږي او لومړني حالت ته ورګرځي له دې وضعیت څخه کولای شو، پایله تر لاسه کړو چې دوې قوې باید په کارکې ورګډې وي.

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

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


(1-20) شکل

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

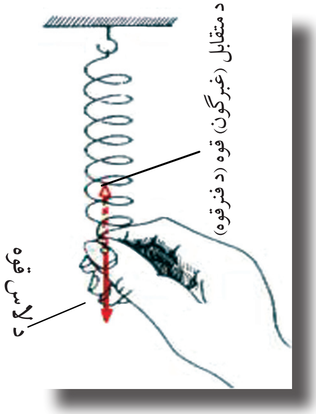
د وزن قوه = متقابله قوه

(c) ketabton.com: The Digital Library

متقابله قوه

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

كه چيرې يو جسم د هغې قوې د اغيز په لور حركت ونه كړي چې په هغه يې عمل كړی، په دې حالت كې قوه يوازې په جسم كې د شكل د بدلون سبب گرځي. وروسته له دې چې په جسم كې د شكل بدلون رامنځ ته شو، جسم بېرته كه څه هم دقوې اغيز دوام ولري، لومړني يعني د آرامتيا حالت ته راگرځي اوهغه قوې چې له بهر څخه يې پر جسم عمل كړی دی، نشي كولای پر جسم د نوې اغيزه لامل شي، ځكه چې بله قوه چې د مقابل جسم د اتصال له ځايه، لكه د يوال، ميز او نور پر جسم عمل كوي، د بهرنۍ قوې اغيز خنثی كوي، يعني هغه په تعادل كې راولي.

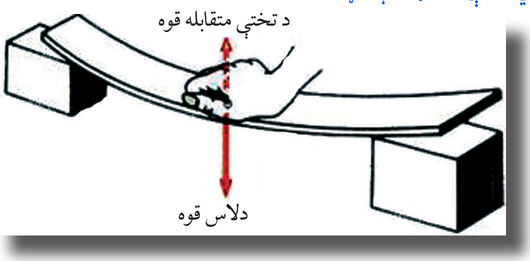


(1-21) شكل

هغه قوه چې پر جسم د اغيز كوونكې قوې اغيزه خنثی او د جسم د تعادل يا توازن سبب گرځي، د متقابلې قوې په نامه يادېږي. په شكل كې ليدل كېږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلې د فنرله متقابلې قوې سره خنثی كېږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمايش او په راتلونكې تجربې كې كولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس كړو. عامله قوه او متقابله قوه پخپلوكې سره مساوي دي، خو جهتونه يې مخالف دي. عامله قوه يا هغه قوه چې له بهره پر جسم وارده شوې، نور نشي كولای د اغيز لامل وگرځي. ځكه چې اغيز يې د متقابلې قوې چې د كلك او غښتلي جسم لخوا عمل كوي، خنثی او د هغې د تعادل سبب گرځي.

بحث وكړئ

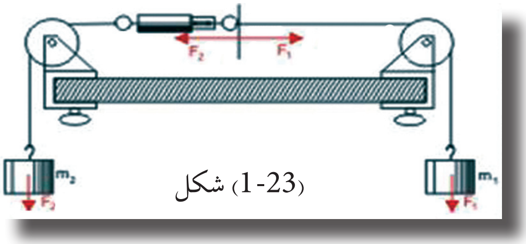
يوه د لرگي تخته چې له شكل سره سم يې دواړه سرونه پر يوه جسم تكيه شوي دي او د لاس په واسطه يې پر منځنۍ برخه قوه وارده شوې ده. ليدل كېږي چې تخته له كوږوالی سره چې دلاس د قوې له امله يې ترلاسه كړی، مقابله كوي. ترڅو بېرته خپل لومړني حالت ته را وگرځي.ولې داسې پيښيږي؟په دې برخه كې د خپل گروپ له غړو سره خبرې وكړئ او د خپلو بحثونو پايلې د ټولگي مخې ته وړاندې كړئ

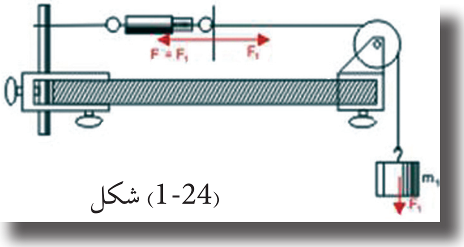


(1-22) شكل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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


(1-23) شکل


(1-24) شکل

لومړي حالت
پر تار د را ښکلوقوه د ځړېدلو وزنو پرمټ

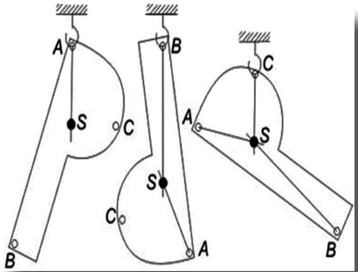
دویم حالت
پرتار د را ښکلو قوه د یو ځړېدلي وزن پر مټ

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

(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 اجساموکې د ثقل د مرکز په هکله یو شمېر مطالب زده کړې وو. اوس د تعادل او د هغې د ډولونو د مفهوم د ښه درک او همدا رنګه د اجسامو د پایښت د حالاتو 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.



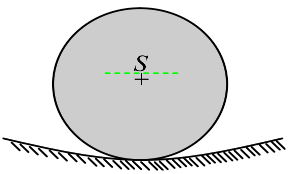
دا چې د ټول جسم د ثقل مجموعي اغیز په دې نقطه کې دی دا نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه یادوي او هغه خطونه چې له دې نقطې څخه تیرېږي، د ثقل د خطونو په نامه یادیږي. کیدای شي داسې فکر وکړو چې د جسم ټوله کتله د دې جسم د ثقل په مرکز کې متمرکزه شوې ده.

(1-25)شکل
د یو جسم دثقل د مرکز ټاکل

د تعادل حالتونه:

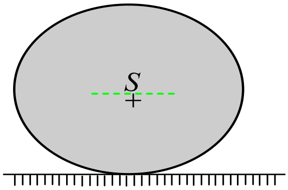
د ثقل د مرکز پیژندل له موږ سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په آسانه توګه تر مطالعې لاندې ونیسو. یو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دی چې پرې د قوو د اغیزو له شتون سره بیاهم د سکون په حالت کې واقع وي. څرنګه چې په هر جسم کې د ثقل قوه یاد ځمکې د جاذبې قوه د هغې د ثقل په مرکز عمل کوي او جسم ښکته خواته راکاږي،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

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



(1-26) شکل
پایښت لرونکي تعادل

(c) ketabton.com: The Digital Library

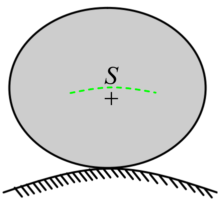


(1-27) شکل
بې تو پیره تعادل

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

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

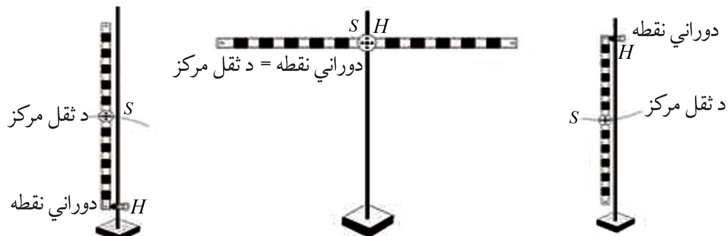
دغه جسمونه د (1-28) شکل په څېر له لږ څه ټکان یا لړزې سره د تعادل له حالت څخه وزي، له همدې امله د تعادل ناپایداره حالت له تخنیکي اړخه د استعمال ځای نلري.



(1-28) شکل
پایښت نه لرونکي تعادل

پوښتنه:

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

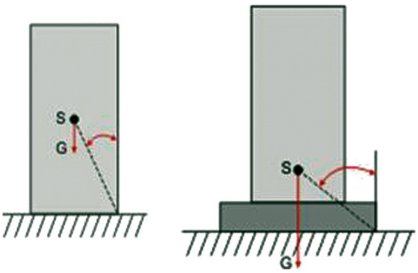


(c) ketabton.com: The Digital Library

ثابتوالی (پایښت)

هغه جسمونه چې د ثقل مرکزيې د هغو د اتکاله لاندینی سطحی څخه پورته واقع وي او د ثقل له مرکز څخه يې 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 يې د ثقل د مرکز موقعیت بدلون مومي او پورته ځي. په يوه 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 خپلی وړې جانبې سطحې اتکاولري، ثبات يې بل قیمت اخیستلای شي.

خومره چې د یوه جسم د ثقل مرکز ښکته، د جسم وزن زیات او د اتکا سطحه يې لویه وي، پایداري يې 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 محصلې کچه د هغې زاويې پر اندازې پورې اړه لري چې د دې قوو د اغیز 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 اغیز 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 اغیز کوي، په دې حالت کې، قوه جسم د یو محور پر شاو خوا په دوراني حرکت څرخوي. هغه اغیز چې د قوې په واسطه په دوراني حرکت کې څرګندیږي، دقوې د مومنت په نامه یادیږي. د دوران مومنت د تورک په نامه هم یادیږي. د قوې مومنت په M او تورک د (τ) په یوناني توري ښیي.

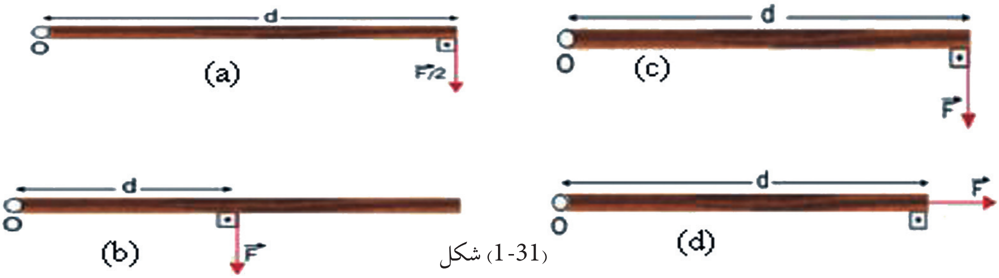
د لاندې بیلګې په وړاندې کولو سره د قوې د مومنت مفهوم په هکله نوره رڼا اچوو:

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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



(1-31) شکل

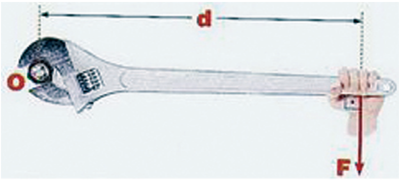
د a او c په شکلونو کې چې قوې په همغه یوه نقطه کې عمل کوي ، څرنګه چې د قوو کچه یوله بلې سره توپیر لري، د دوران هم یوه له بلې سره توپیر لري. هغه مومنت چې پرجسم د d په حالت کې عمل کوي، مساوي له (0) سره دی ځکه چې په دې حالت کې قوه د صفر په فاصلې او زاویې پر جسم عمل کوي او د پایلې په توګه ویلی شو چې هغه اغیز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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

که چیرې یوه قوه د پورتني (32-1) شکل په څېر په عمودي ډول د دوران د نقطې پر ارتباطي خط او د اغېز پر نقطې پر یوه جسم عمل وکړي، یعنې $F \perp d$ وي، په دې حالت کې هغه مومنت چې دا قوه یې تولیدوي، اعظمي قیمت لرونکي وي چې دا مومنت په ریاضي کې داسې افاده کوي:

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



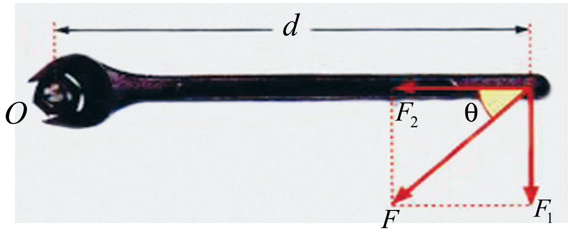
(32-1) شکل، مومنت صفر دی، څکه چې د قوې د اغیزې کرښه د دوران له ټکې څخه تیرېږي.

که چیرې قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوې د اغېز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، یعنې $(F // d)$ وي، په دې صورت کې هغه مومنت چې دا قوه یې تولیدوي، مساوي له صفر سره ده، یعنې: $M = 0$

(33-1) شکل

په عمومي توګه یوه قوه تل په خپلو دوو مرکبو تجزیه کیدای شي چې یوه یې موازي او بله یې پر هغه خط عمود دی چې د دوران نقطه دقوې د اغېز له نقطې سره وصلوي.

(34-1) شکل
کله چې قوه پر جسم باندې عمل کوي او د قوه د تاثیر خط د دوران پر محور عمود وي، نو هغه مومنت چې قوه یې تولید وي، اعظمي دی.



لکه څرنګه چې په (34-1) شکل لیدل کېږي، هغه مومنت چې د $\vec{F}$ قوې په واسطه تولیدیږي، له هغه مومنت سره مساوي دی چې همدې قوې د عمودي مرکبې (F_1) په واسطه چې د دوران محور څخه د قوې د اغیزې نقطې په فاصله عموده ده رامنځ ته کېږي، څکه چې دویمه مرکبه (F_2) چې د اتصال له خط سره موازي وي، صفردی یعنې: $M = M_1 = F_1 \cdot d$ او $M_2 = F_2 \cdot 0 = 0$

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

په پورتنی رابطه کې، θ د قوې اوهغه خط تر منځ زاویه 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.

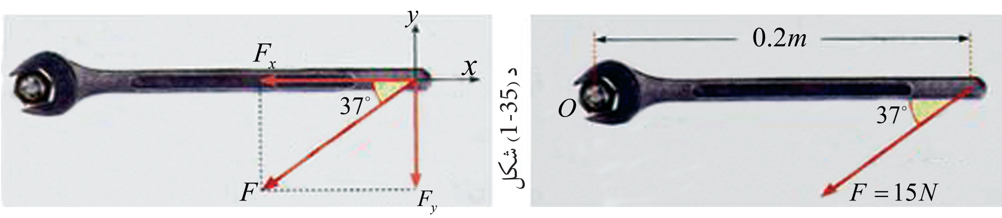
حل:

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

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

$$M = F_y \cdot d$$

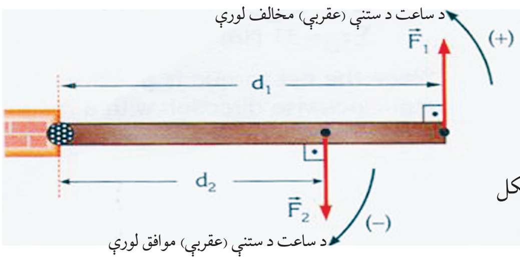
$$M = (9N)(0.2m) = 1.8Nm$$



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 ستني د حرکت مخالف لوری مثبت او د ساعت د ستني 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.

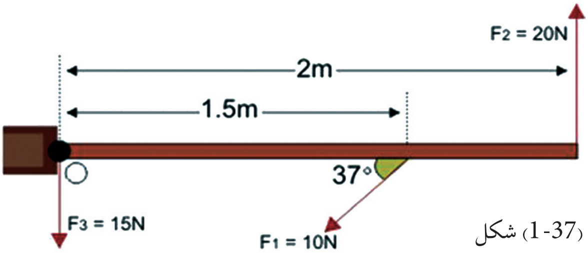
$$M_1 = F_1 d_1 \qquad \text{او} \qquad M_2 = -F_2 d_2$$

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

(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:



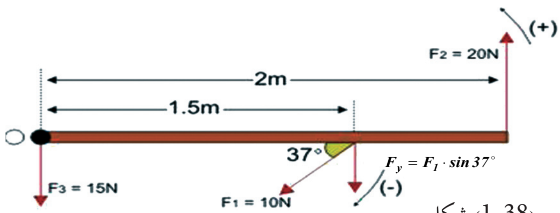
(1-37) شکل

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:

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



(1-38) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

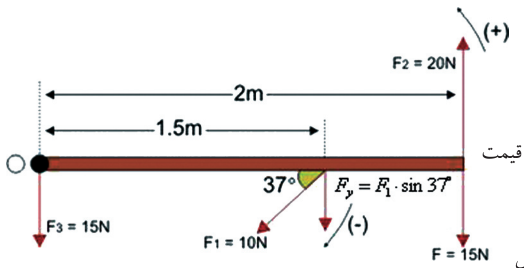
ب: څرنگه چې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې مخالف دی او کچه یې 31Nm ده، دا وینا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي، باید د ساعت د ستنې له لوری سره موافق یو مومنت د 31Nm په کمیت پر هغې اغېز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولیدولای شي، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنې د دوو مترو په واټن د اغېز له نقطې څخه: لرې په عمودي توگه 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 اصغرې قیمت $= F_{\min} = 15.5N$

دا قوه باید د F_2 قوې په مخالف لوری اغېز وکړي



(1-39) شکل

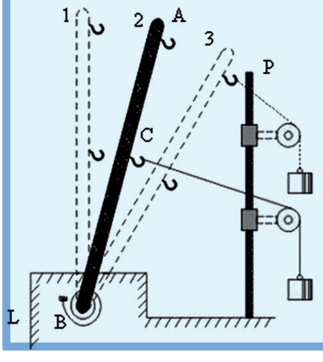
تجربه:

د AB یوه فلزي میله داسې په نظر کې نیسو چې یو لوری یې د L د محور د B په نقطه کې د یو مارپیچ فنر په مرسته ترل شوی دی. په دې میله کې د تار په مرسته و صل شوي چنگکونه 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 منځنی چنگک کې پر میلې اغېز کوي، په دې حالت کې میله په شکل کې یو دوران ښيي. له میلې سره د قوې د اتصال نقطه (د C نقطه) او د دوران تر مرکز (د B نقطې) ترمنځ واټن، د قوې له مټ څخه عبارت دی.

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.



(1-40) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

تجربه:

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

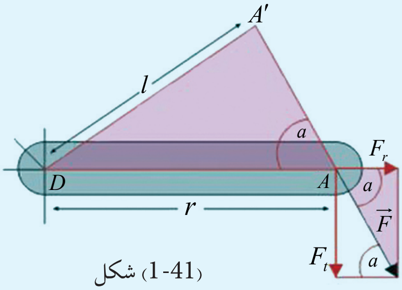
که چیرې قوې ته د هغې اغېزې خط په لور د A' تر نقطې پورې د موقعیت بدلون ورکړو چې پر DA' عمود واقع شي، نو په دې صورت کې یې د قوې مومنت د لاندې رابطې په واسطه افاده کېدلای شي: $M = F \cdot L$

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

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

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

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



(1-41) شکل

د مومنت واحد

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

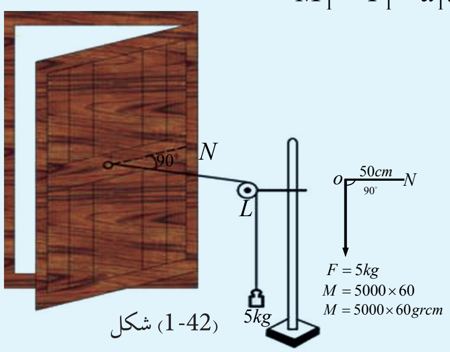
$$[M] = F \cdot L = [N \cdot m]$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت:

ددې لپاره چې د قوې د مومنت اغېزه 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 اغېزې نقطه يې د دوران له مرکز څخه لرې. لاندې ساده تجربه په ډلو (ګروپونو) کې عملي کوو چې د دروازې له يوې پلې سره ترسره کېږي.د دروازې يوځه درنه پله چې له يوه چوکاټ سره ټينګه شوې ده او له چوکاټ سره په تار وصل دی، دا تار د يو ثابت څرخ پولې پرمخ تېرېږي، داسې چې د تار يو سر د تلې له يوې پلې سره اړيکه لري. د څرخ مومنت داسې ټاکو چې تار د دروازې پر پلې باندې عمود واقع شي. که چيرې څرخ د L په نقطه کې وي او تار د اتصال نقطه د دروازې له منځنۍ 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 زياتوو چې دروازه په حرکت پيل وکړي. کله چې دروازه په حرکت راځي، په دې معنا دی چې وزن (قوه) د يو مومنت د توليد سبب شوی دی. تر دې وروسته وزن د تلې له پلې څخه را اخلو او د وزن کچه او د ON د واټن اوږدوالی نوټ او ليکو. په دې حال کې که چيرې قوې ته F_1 او د ON فاصلې ته d_1 ووايو، د قوې مومنت په لاندې توګه افاده کوو: $M_1 = F_1 \times d_1 ....1$



شکل (1-42)

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

په دې حالت کې بياهم څرخ په داسې موقعيت کې ږدو چې تار پر دروازې عمود واقع شي. وروسته بيا دتلې په پله کې وزن زياتوو، تر هغه پورې چې دروازه په حرکت پيل وکړي.

بيا 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.

ليدل کېږي چې دا ځلې د دروازې په حرکت راوستلو کې (د قوې د مومنت توليد) له لومړي ځل څخه زيات وزن کاريدلی دی، يعنې: $M_2 = F_2 \times d_2 ....2$

دا کار د درېم ځل لپاره په همدې شرايطو تکراروو او د O د نقطې موقعيت د دروازې له چپر اس سره ډېر نژدې ټاکو او تجربې ته په هغه پخوانۍ طريقه دوام ورکوو. بياهم د F_3 وزن (قوې) او d_3 واټن له اندازه کولو څخه پايله لاس ته راځي چې په درېم ځل د دروازې په حرکت راوستلو کې، د دويم ځل په پر تله زياتې قوې ته اړتيا وه:

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

د وروستی پايلې لپاره، که چيرې د قوې او واټن د ضرب حاصل چې په هر ځلې لاس ته راغلی دی، يو له بله سره پرتله کړو، ليدل کېږي چې مساوي قيمتونه لري، يعنې:

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

$$M_1 = M_2 = M_3$$

ښايي چې د خپل ډله ييزکار پايلې د لا زيات بحث لپاره خپلو ټولګيوالو ته وړاندې کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

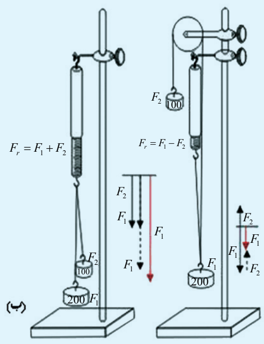
1-5: موازي قوې

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

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

د الف فعالیت:

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



شکل (1-43)

د ب فعالیت:

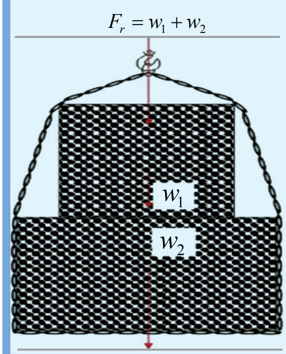
د تجربې دستګاه ته د شکل په څېر (ب، 1-43) بدلون ورکوو، داسې چې د F_1 او F_2 قوې یوله بله سره په موازي او یوې لورې (واقع شي). په دې حالت کې قوه سنجوونکی، د F_r محصله قوه په لاندې ډول ښیي:

$$F_r = F_1 + F_2$$

د ج فعالیت:

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

$$F_r = W_1 + W_2$$



شکل (1-44)

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

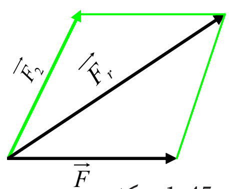
نوموړ کولای شو د یوې قوې د اغېزې نقطه په کیفي ډول د نوموړې قوې د اغېزې پرخط ولیږدوو او دا قاعده د هغو ټولو موازي قوو لپاره چې په یوې نقطې یا په عین خط اغیزه کوی پلې کېږي، نو کولای شو ادعا وکړو چې:

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

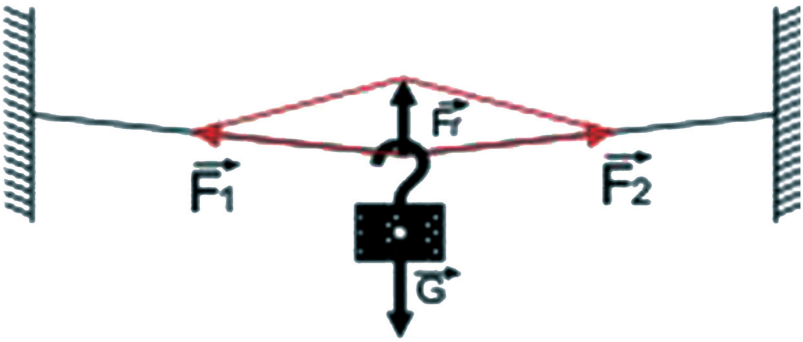
په فزیکي اوتخنیکي پیښوکې ډېرځله له داسې مسایلو سره مخامخ کېږو چې اړېو، تر څو د محاسبو د تر سره کولو لپاره د یوې قوې اجزاوې وپېژنو. یعنې همغسې چې د قوو د محصلې د پیداکولو موضوع با اهمیته ده، دیوې قوې د اجزاوو پیداکول یا په بل عبارت، د قوې مرکبې چې د قوې د ترکیب سبب شوي، هم په همغه کچه ارزښت لري. په دې 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 ګاني 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

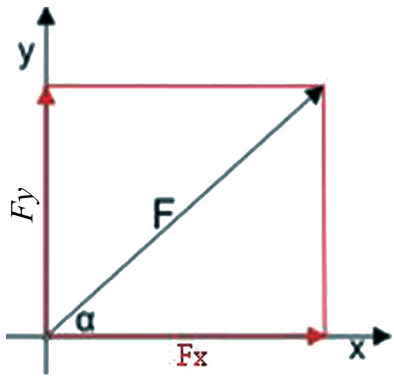
د قوو تجزیه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي د (1-46) شکل د قوې د تجزیې یو بل مثال په یوه پړي د یوه جسم ځړېدل راښیي او په یو واټ کې د برېښنا زینتي ګروپونه کولای شي د دې ډول یوه غوره بیلګه وي.



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

د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

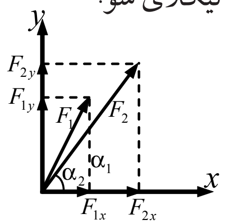
په محاسبوي طریقه د څو قوو د محصلې د لاس ته راوړلو لپاره ، لومړی ټولې قوې د قایم مختصاتو په یوسیستم کې د(x, y) په مرکبو تجزیه کوو، د بیلګې په ډول: د (1-47)شکل قوه را ښیي چې د $F_x = F\cos\hat{\alpha}$ او $F_y = F\sin\hat{\alpha}$ په مرکبو تجزیه شوي دي.



(1-47) 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

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

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

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

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

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:

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

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:

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

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 ورکړل 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 موټر 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

$F_{1x} = F_1 \cos 90^\circ = 1050 \times 0 = 0$

$F_{2x} = F_2 \cos 40^\circ = 1500 \times 0.766 = 1149N$

$F_{3x} = F_3 \cos -20^\circ = 1200 \times 0.9397 = 1127N$

$F_{rx} = 2276N$

$F_{1y} = F_1 \sin 90^\circ = 1050 \times 1 = 1050N$

$F_{2y} = F_2 \sin 40^\circ = 1500 \times 0.642 = 963N$

$F_{3y} = F_3 \sin -20^\circ = 1200 \times -0.342 = -410N$

$F_{ry} = 1603N$

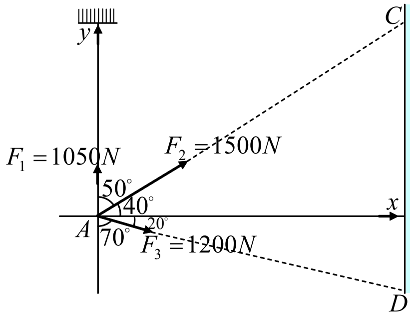
ددې پربنسټ:

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

$Fr = 2786N$

او:

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



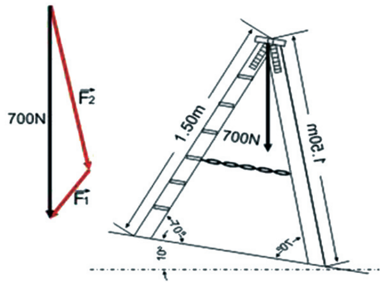
شکل (1-49)

دویم مثال:

د اوسپنیزو پښو یوه زینه د یوې میلان لرونکې سطحې پر مخ ایښې ده. د یو تن د وزن قوه $W = 700N$ چې د زینه پر یوې پورتنۍ نقطې ولاړه ده، په څه ډول د زینه پر دوو پښو وېشل کېږي؟

حل:

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



شکل (1-50)

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

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

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

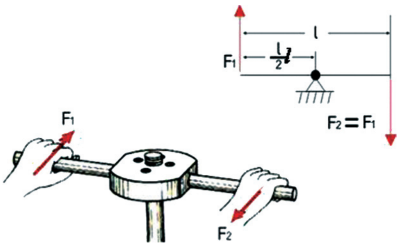
(c) ketabton.com: The Digital Library

1-6: د قوې زوج

هره قوه چې پر یوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران ورڅیا ومومئ، 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 وايي. د قوې په یوه زوج کې دواړه قوې یو د بل اغېز پر محور له منځه وړي، د قوې د یوه زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې څخه چې د دوران محور په کوم موقعیت کې دي، تل همدا یو قیمت لري.

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.

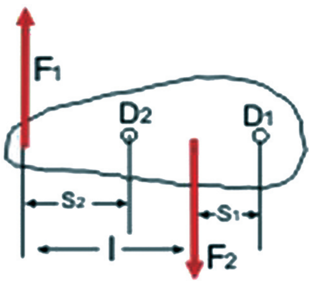
$M = F \cdot l$ = د یوې جوړه قوې د دوران مومنت



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

د شکل له مخې ویلای شو چې که د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له یوه خط څخه تېر شي، خو چې د D دوران نقطه له هغو څخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وړاندې کېدای شي: $M = F_1(l + S_1) - F_2 S_2 = F \cdot l$

که چیرې د دوران محور د F_1 او F_2 ترمنځ لکه څنګه چې د D_2 په موقعیت کې واقع وي، مومنت داسې لیکو: $M = F_1 S_2 + F_2(l - S_2) = F \cdot l$



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

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

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

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

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

او کله چې د دوران نقطه D_2 وي لرو چې:

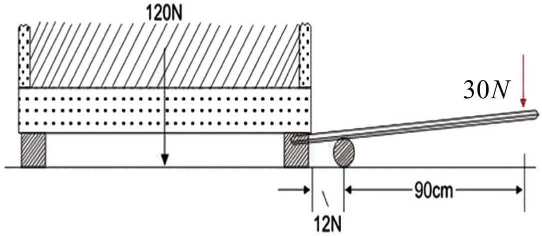
$$M = F_1 \cdot S_2 + F_2(L - S_2)$$

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

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

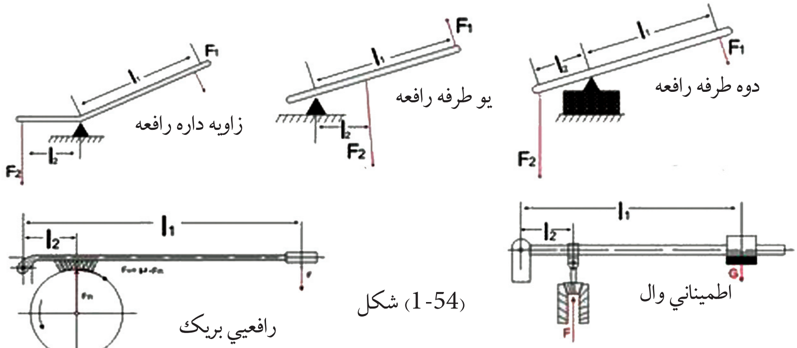
(c) ketabton.com: The Digital Library

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.



(1-53) شکل

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.



(1-54) شکل

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 ورځنې ژوندانه او تخنیک کې د کارولو ګټې 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 کېدای 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 پلي 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 ووېل، 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 مساوي وي:

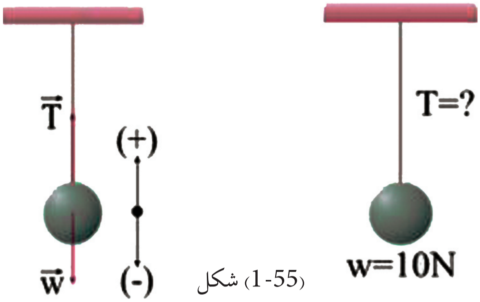
یعني: $\vec{R}=0$ یا $\sum F=0$

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

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

مثال:

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



(1-55) شکل

حل:

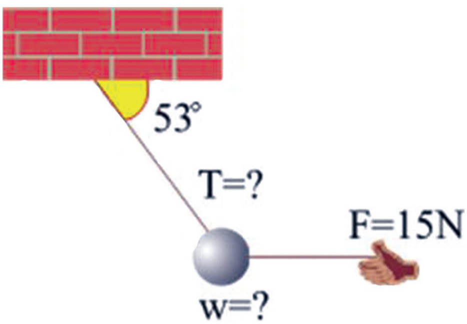
څرنگه چې جسم د سکون په حال کې دی، نو عاملې قوې پرې د تعادل په حال کې دي یعنې:

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

مثال:

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

$\cos 53^\circ=0.6$ او $\sin 53^\circ=0.8$ دي.



(1-56) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل:

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

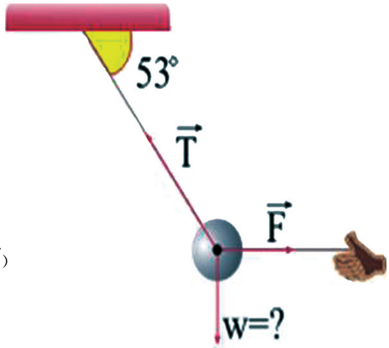
۱- د جسم د وزن قوه W، ۲- وارده قوه F چې پرجسم اغېزکوي ۳- د راکښلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړی دا درې قوې د قایمو مختصاتوسیستم ته انتقالوو. بیا د تعادل لومړنی شرط د X او Y په دواړو محورونوکې پر جسم تطبیقوو.

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

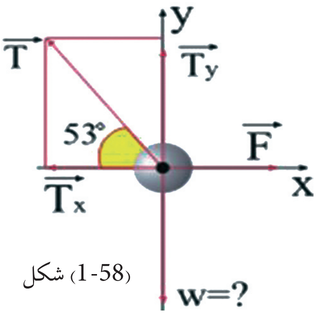
$$\sum F_x = 0$$

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

$$T \cdot \cos 53^\circ = 15N \rightarrow T \times 0\cdot6 = 15N \Rightarrow T = 25N$$



(1-57) شکل



(1-58) شکل

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

$$\sum F_r = 0$$

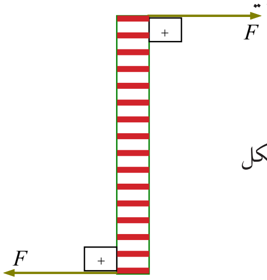
$$T_r - W = 0 \;\Rightarrow\; T_r = W$$

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

$$W = 20N$$

د تعادل دویم شرط:

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



(1-59) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

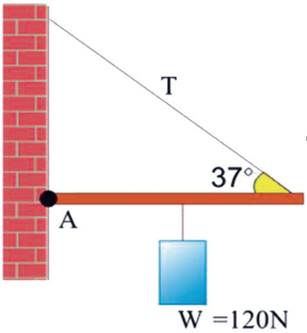
نو دويم شرط د دې لپاره چې يوجسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې بايد د مومنتونو محصله (دتورکونو مجموعه) چې پرجسم اغيز کوي، مساوي له صفر سره وي. يعنې: $\sum M = 0$
که چېرې د (n) په شمېر، قوې پرجسم مومنت توليد کړي، نو:

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

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 لرګي 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 تړل شوی دی. يو جسم د شکل په څېر د 120N په وزن د لاستي له منځنۍ نقطې څخه ځړول شوی دی.



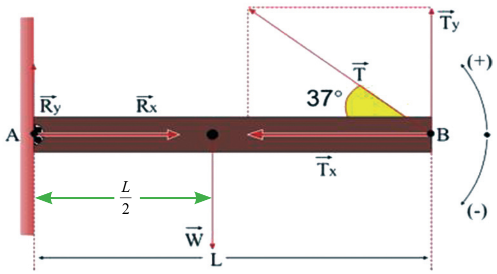
1. د T د راکښلو قوه په رسۍ کې پيداکړئ.
2. د R عکس العمل قوه چې ديوال يې په لاستي باندې د A په نقطه کې عمل کوي، څومره ده؟ په داسې حال کې چې ($\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$ او $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$) وي.

(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 لرګي 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 توليدېږي.



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

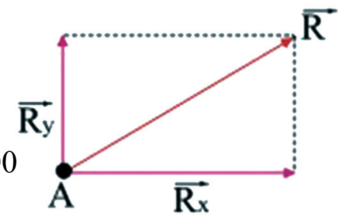
(1-61) شکل

(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 کېږي:



(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 $M = F.d \sin\theta$

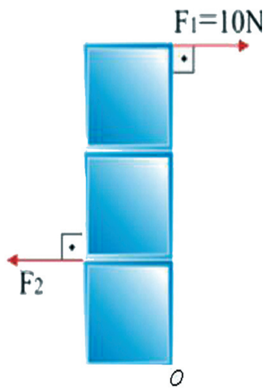
پورتنۍ افاده دا رنګه هم لیکلای شو $M = F(d.\sin\theta)$

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

مثال:

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

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلای شوچې:



(1-63) شکل

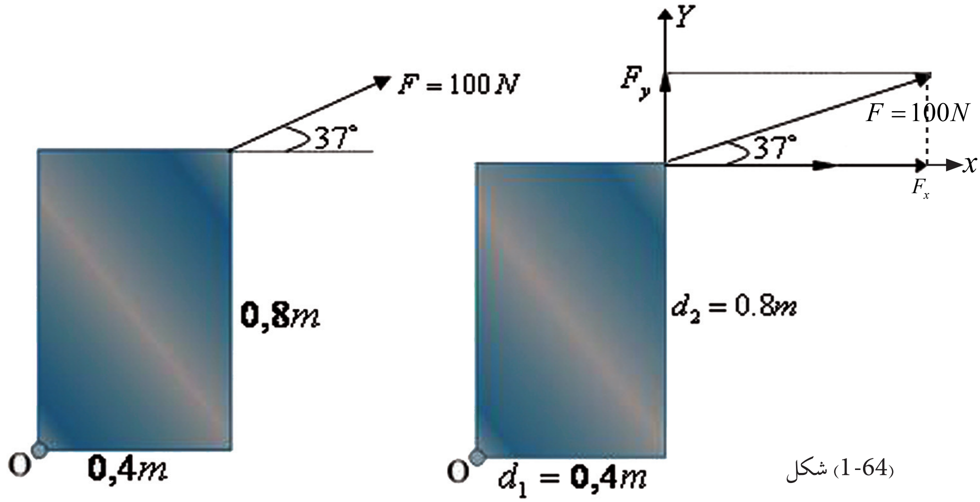
$$\sum M = 0$$
$$F_2 d_2 - F_1 d_1 = 0$$
$$F_2(1m) - (10N)(3m) = 0$$
$$F_2 = 30N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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



(1-64) شکل

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلای شو:

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

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

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

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

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

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

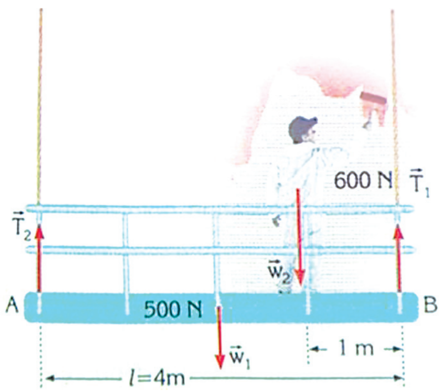
(c) ketabton.com: The Digital Library

د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل

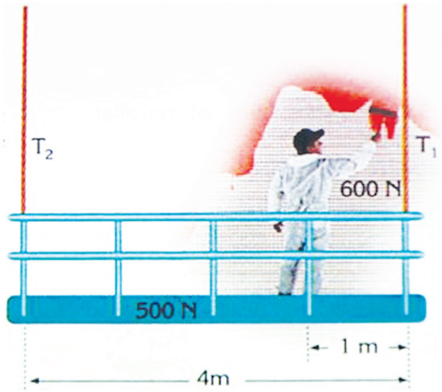
کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړي جسم مجموعي مومنت، پرته له دې چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوي دی، نو د دوران دنقطې موقعیت، په هر ځای کې چې د پرابلم (اوسټونزو) د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کېدای شي.

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 راکښلود 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 سکیچ 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

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

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

$$T_1 = 700\, N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

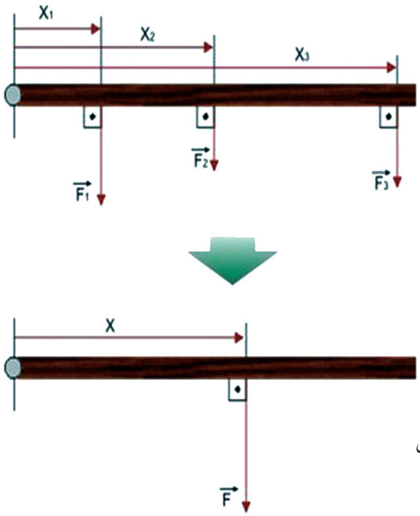
او یا

همدارنګه $\sum M_B = 0$

$$T_1 \times 0 + T_2 \times 4 - w_2 \times 1 - w_1 \times 2 = 0$$
$$4T_2 = 600 \times 1 + 500 \times 2$$
$$4T_2 = 600 + 100 = 1600$$

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.

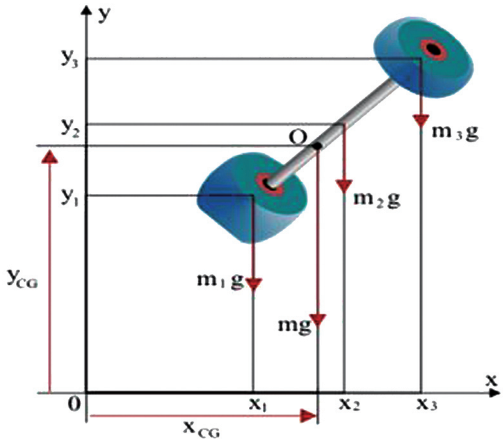
حل: څرنګه چې محصله قوې ثابتې باقي پاتې کېږي. نو لروچې: $F = F_1 + F_2 + F_3$

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

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$
$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot X = F_1 X_1 + F_2 X_2 + F_3 X_3$$
$$X = (F_1 X_1 + F_2 X_2 + F_3 X_3) / F_1 + F_2 + F_3$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library



(1-68) شکل

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

د O نقطه د mg قوې د اغیز نقطه ده.

د مومنت معادله په دې ډول لیکلای شو:

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

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

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

له ساده کولو وروسته لرو چې:

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

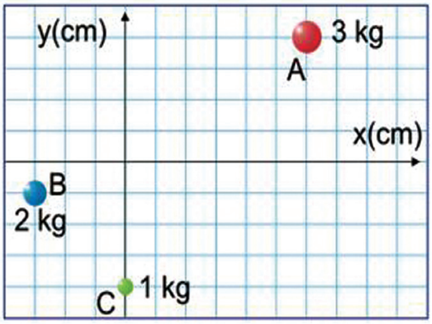
د y محور لپاره لرو چې :

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

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

هغه نقطه چې فرض کیږي د جسم ټوله کتله هلته متمرکزه شوې ده، د نوموړي جسم د کتلو مرکز دی. X_{cm} او Y_{cm} د جسم د مختصاتو له کتلوي مرکز څخه عبارت دی، په یوه محیط کې چې د ثقل ساحه متجانسه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا یوه نقطه وي او په هغه محیط کې چې ثقل یا (جاذبه) نه وي، په هغه ځای کې وزن نشته او یوازې کتله شتون لري.

(c) ketabton.com: The Digital Library



مثال:

د A , B او C جسمونه لکه ښنګه 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 دريو جسمونو جوړ کړي دي، پیداکړئ.

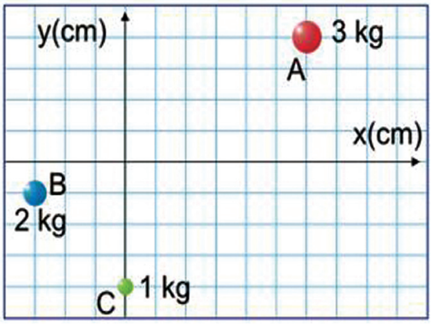
(1-69) شکل

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

$A(6cm, 4cm)$ (د $3kg$ کتلې مختصات)

$B(-3cm, -1cm)$ (د $2kg$ کتلې مختصات)

$C(0cm, -4cm)$ (د $1kg$ کتلې مختصات)



(1-70) شکل

د (cm) 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 لروچي:

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د لومړي څپرکي لنډيز

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

1 - پرجسم د ټولو عمل کوونکو قوو محصله (وکتوري جمع) بايد له صفر سره مساوي وي، يعنې:

$$\sum F = 0$$

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

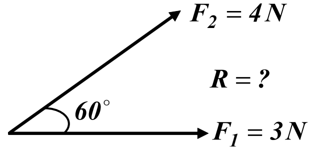
- د قوې دوراني اغېزې ته مومنت (ترک) وايي چې موږ يې په M ښيو او د يوناني تورو په (τ) هم ښودل شوی دی چې: $M = F \cdot d \sin\hat{\theta}$
- مومنت د ساعت د ستنې په لوري اويا دهغې په مخالف لوري عمل کولای شي.
- يوجسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط يې بشپړ کړی دی، له دې سره بياهم کولای شي د تعادل په حالت کې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

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

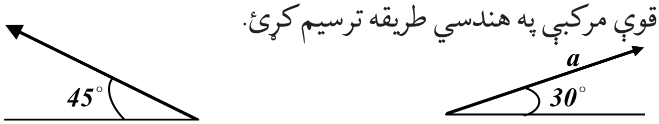
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 بېلګې 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 پېښه کې تولیدوي، له کومو دریو پارامترونو سره اړیکې لري، بیان یې ولیکئ.
9. هغه مومنت چې د $25N$ قوې په واسطه پر هغه میلې چې اوږوالی یې $0,5m$ دی، تولیدکېږي، محاسبه کړئ.
10 - د لاندې هرې محصله قوې مرکبې په هندسي طریقه ترسیم کړئ.



11. په یوه جوړه قوه کې د دوران د مومنت د ریاضي رابطه د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره، د هغو د اغېز د خطونو د L له متقابل واټن سره ولیکئ
12. که 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 عمودي ډول له محور سره جوړه کړي.

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 $3cm$ رینچ پر سر باندې د پیچ د خلاصولو لپاره واردوي، څومره ده؟

16. که د یوې خزانې د پیداکولو لپاره په یوه نقشه کې د لورو تعقیبولو لپاره، یو لاروی لومړی $45m$ د شمال په 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 لارۍ پر یوې غونډۍ چې 15° څوړوالی لري، حرکت کوي،که چیرې لارۍ $22\dfrac{m}{s}$ ثابت سرعت ولري، د لارۍ د سرعت عمودي اوافقي مرکبې پیداکړئ.

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

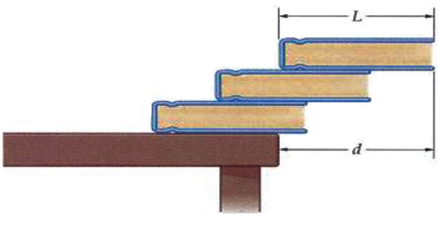
19. یوه الوتکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی $75Km$ واټن له 30° زاویې سره دشمال لویدیځ په لور او دویم واټن $155\,Km$ له 60° زاویې سره د شمال ختیځ په لور الوتنه کوي. دالوتکې په واسطه ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

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

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

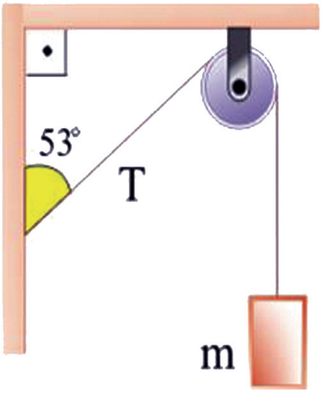
b- یوه ساحلي څپه نسبت اوبو ته د یوې بلې څپې په لور چې په $6\,m/s$ سرعت حرکت کوي، مخ په وړاندې ځي.

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



(c) ketabton.com: The Digital Library

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



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

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

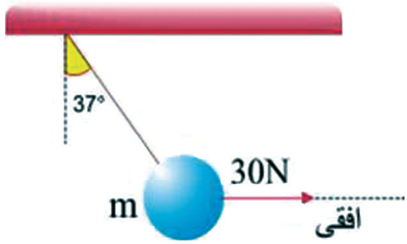
$\sin 53^\circ = 0,8 \qquad \cos 53^\circ = 0,6$

$g = 10N/kg$

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

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

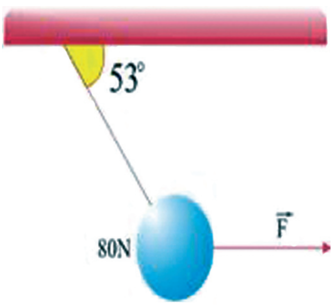
$g = 10N/kg$



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

a - په رسۍ کې د راکښلو قوه پیداکړئ.

b - د F قوه محاسبه کړئ.

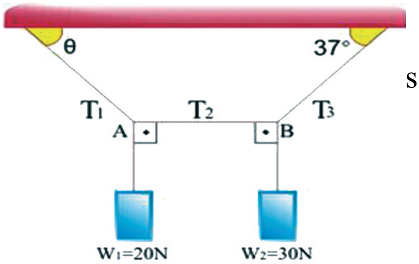


$\cos 53^\circ = 0,6 \qquad \sin 53^\circ = 0,8$

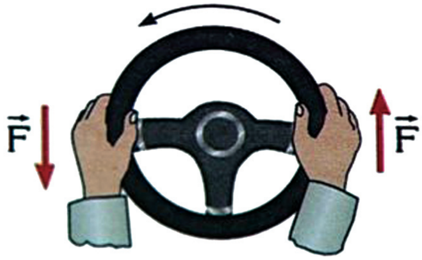
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

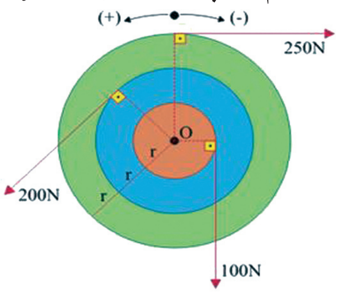
$$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6 \qquad \sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$$



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

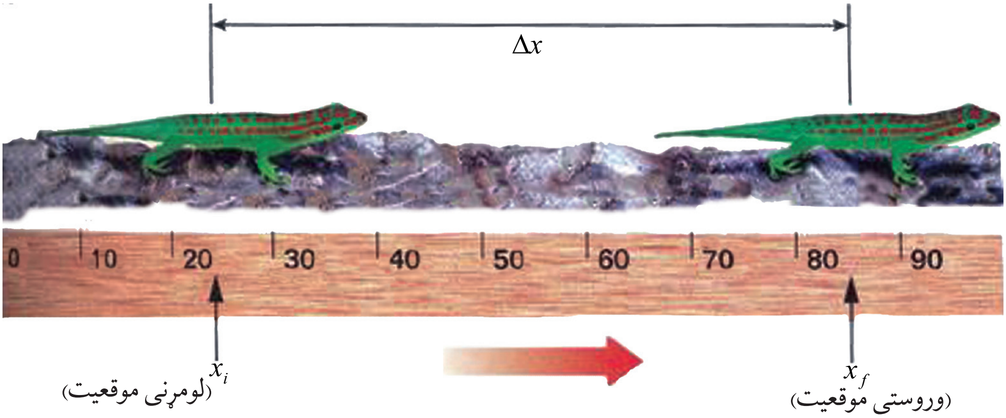


28. درې ټیکلې (ډسکونه)، لومړنی د r په شعاع، دویم د 2r په شعاع او دریم یې د 3r په شعاع یوله بله سره داسې ترل شوي دي چې ټول یې د O نقطې په شاوخوا د 200N,100N او 250N قوو په اغېزکولو سره دوران کوي.
که چیرې شعاع $r = 0.1m$ وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سیستم باندې عمل کوي، پیداکړئ.



(c) ketabton.com: The Digital Library

یو بعدي حرکت



لکه څنګه چې پوهېږو، نړۍ او هر څه چې پکې دي، حتی هغه جسمونه چې په ظاهره کې ساکن ښکاري، لکه سړک، ونې او یا د ونو د پاڼو غورځېدل ټول په حرکت کې دي. کله چې د ښوونځي په لاره کې خپل شاوخوا ته وګورئ، د حرکتونو ډولونه ګورئ؟ د دې حرکتونو د څېړلو لپاره له کوم علم څخه باید ګټه واخلو؟ لکه څنګه چې پوهیږئ، ډینامیک چې دمیخانیک یوه برخه جوړوي، د اجسامو حرکت او د حرکت اړیکې له یو شمېر فزیکي مفاهیمو لکه قوه او کتله ترمطالعې لاندې نیسي.

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

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

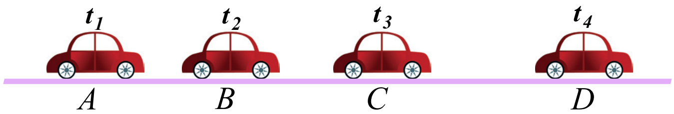
همدا رنګه د دې څپرکي په پای کې به د سینماتیک منځنی سرعت او په یو بعدي حرکت کې دهغه اړیکې، د موقعیت د موقعیت بدلون او د حرکت معادلو اصطلاحګانو تشریح او د $(X-t)$ او $(V-t)$ ګرافونو تحلیل، د لحظه یي سرعت تعریف او تشریح ، منځنی تعجیل او لحظه یي تعجیل او د هغو د معادلو په لاس راوړل، له ثابت تعجیل سره د یو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

(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 متحرک جسم په نظر کې ونیسئ چې په یو مستقیم مسیر په حرکت کې دی. (2-1) شکل د دې موټر موقعیتونو ته د t_1, t_2, t_3 او t_4 په زماني لحظو کې په ترتیب سره د A ، B ، C او D په نقطو کې د یوه مستقیم مسیر پرمخ ښیي.



(2-1) شکل، د مستقیم خط په امتداد حرکت

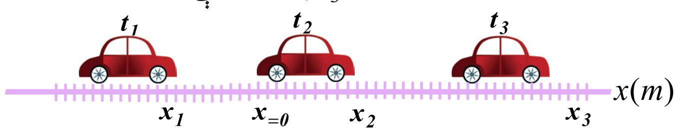
د یومستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چیرې مبدأ د مسیر پرمخ اختیار کړو، د موقعیت او مکان بدلون وکتورونه هم لوري دي، دا د دې لامل ګرځي چې محاسبه د دې وکتورونو پرمخ په آسانۍ سره ترسره شي.

بحث وکړئ:

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

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

(2-2) شکل



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

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

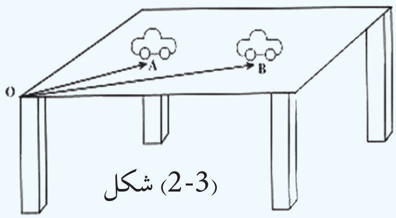
فعالیت:

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 (لومړنۍ مبدأ)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OB په وکتوریې وښیئ.



(2-3) شکل

اوس لاندې پوښتنوته ځواب ووایئ:

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

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

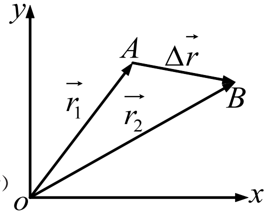
نو د موټر موقعیت په دواړو مرحلوکې یوشی نه دی.

په پورتنی فعالیت کې هغه مشترک عنصر چې د موټر A او B دوو موقعیتونو ترمنځ دې، 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.

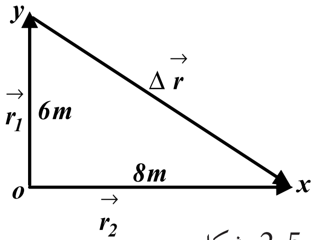
له پخوا څخه پوهیږو چې په لاندې شکل کې د $\overrightarrow{AB}$ وکتور، د $\overrightarrow{OB}$ او $\overrightarrow{OA}$ دوو وکتورونو له تفاضل څخه عبارت دی یعنې: $\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$



(2-4) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

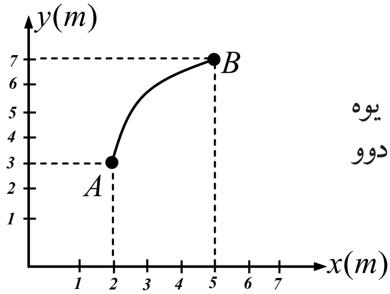
مثال: د یوه متحرك موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې په ترتیب سره r_1 او r_2 دی. که چیرې د هر وکتور اندازه په ترتیب سره $6m$ او $8m$ او د هغو ترمنځ زاویه $90°$ وي، د مکان بدلون اندازه د دې دوولحظو ترمنځ څومره ده؟



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:

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



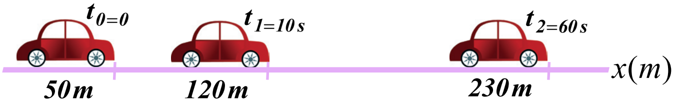
تمرین: په لاندې شکل کې د یوه متحرك مسیر د AB د یوه منحني پر مخ ښودل شوی دی. د مکان بدلون وکتور د A او B دوو نقطو ترمنځ رسم کړئ اوقیمت یې لاس ته راوړئ.

2-3: منځنی (متوسط) سرعت

لکه څنگه چې د نهم ټولگي 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 ځانگړتیاوو د بیانولو لپاره، دمنځني سرعت له اصطلاح څخه گټه 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 منځنی توگه 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 اړوندي 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 منځنۍ سرعت وايي. منځنی سرعت د $\overline{V}$ په علامې ښيو او لرو چې:

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

چې د SI په سيستم کې د منځنۍ 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:

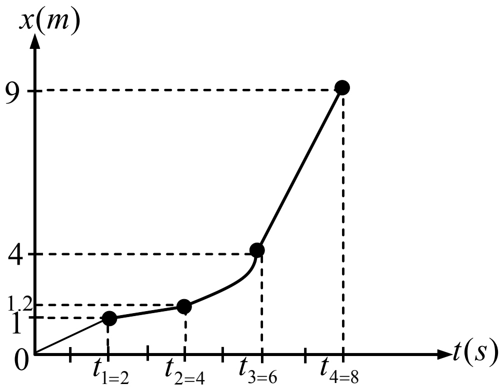
اړين مواد: فيته يي متر، زمان سنج (ستاپ واچ)

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؟



(2-7) شکل

(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. منځنۍ 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

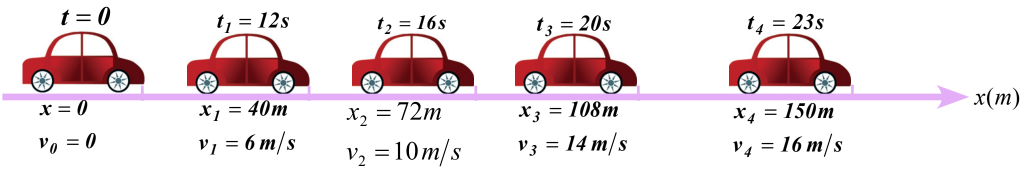
لحظوي سرعت

لحظوي سرعت څه شی دی؟ د منځني او لحظه يي سرعت ترمنځ کوم توپير شتون لري؟

کله چې يو موټر د حرکت په حال کې وي، که سرعت سنج ته يې وګورو، و به لېدل شي چې د سرعت سنج ستن په هره لحظه کې يوه ټاکلې اندازه را ښيي. کله چې د موټر سرعت زيات شي، ستن ډېره اندازه راښيي.

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

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



(2-8) شکل

الف) په يوه جدول کې t_4-t_1، t_3-t_1 او t_2-t_1 زماني انټروالونه، د موقعيتونو بدلون او منځني سرعتونه وليکئ.

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

حل: الف)

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

(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 کيدای شي دا پايله 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 يې 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 يعنې د Δt قيمت صفر ته تقرب کوي، د $\overline{V_x} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 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 يعنې:

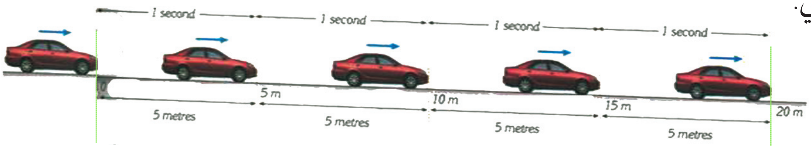
$$V_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \;...........(2-2)$$

څېړنه وکړئ:

په دې هکله چې څنګه کولای شو د $(x-t)$ له ګراف څخه په ګټې 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 $(x-t)$

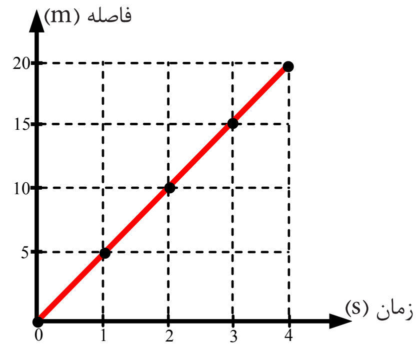
هغه موټر په نظرکې ونيسئ چې په ترتيب سره د $t_1 = 1s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$ په زماني انټروالونوکې د لاندې (2-9) شکل په څېر په $x_1 = 5m, x_2 = 10m, x_3 = 15m$ او $x_4 = 20m$ موقعيتونه غوره کوي.



(2-9) شکل

د دې متحرك (موټر) د حرکت د موقعيت څرګندولو 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 دڅېړلو 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

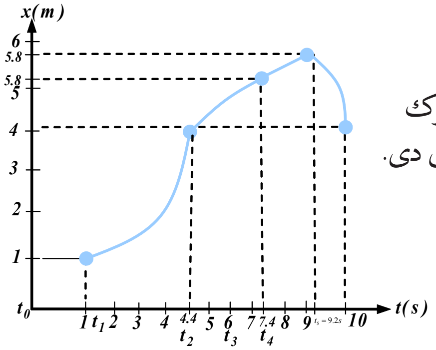
لکه څنګه چې په ګراف کې لیدل کیږي، متحرك (موټر) په هره ثانیه کې مساوي واټنونه وهي.له دې ګراف څخه په ګټې اخېستلو سره په آسانۍ موندلی شو چې متحرك په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان بدلون يې د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی.

د مثال په توګه: په ګراف کې لیدل کیږي چې متحرك د $t_2 = 2s$ په لحظه کې د مبدأ په لس متري کې دی یا د $\Delta t = 1s$ په انټروال کې یې د مکان بدلون $\Delta x = 5m$ دی. ددې ډول ګراف د ښې پېژندنې لپاره لاندې فعالیت په ډېره ییزه توګه په خپل ټولګي کې عملي کړئ.

فعالیت:

لاندې جدول د یوه متحرك جسم واټن تر مبدأ پورې په ورکړل شوو لحظو کې ښیي 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



تمرین: د لاندې شکل د $(x-t)$ په ګراف کې یو متحرك چې د مستقیم 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 موقعیت بدلون څومره دی؟

ب: له مبدأ څخه د متحرك تر ټولو لویه 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 موقعیت 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 وایي.
کله چې یو موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، د موټر سرعت سنج ښیي 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 شوچې متحرک په هره لحظه کې یو تعجیل لري چې لحظوي تعجیل په نامه يې 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 ډېر کوچنی شي، منځنی تعجیل له لحظه يي تعجیل سره ډېر نژدې کیږي، اوس کولای شو لحظه يي تعجیل د لحظه يي سرعت په څېر په ډېر 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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د سرعت- زمان ګراف $(v-t)$

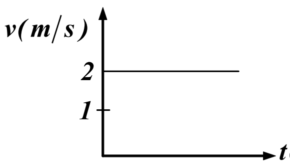
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړ، د مکان – زمان ګراف $(x-t)$ ، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله لکه سرعت یا د متحرك مکان او د هغه د منحنۍ (متوسط سرعت) په باب معلومات ترلاسه کړو، په همدې ډول د سرعت – زمان $(v-t)$ له ګراف څخه هم کولای شو د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت- زمان $(v-t)$ ګراف د ترسيم لپاره د وضعيه کميتونو د مختصاتو په سيستم کې د y قایم محور د سرعت او د x افقي محور د زمان یا وخت لپاره وټاکو او په همغه ترتيب چې مو د زمان موقعيت $(x-t)$ ګراف په هکله کړنه ترسره کړې وه ، دا ګراف هم هماغسې رسموو.

مثال: يو متحرك له ثابت سرعت سره د يومستقيم مسير 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 موقعيت لري، د $(v-t)$ ګراف يې رسم کړئ.

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

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



شکل (2-11)

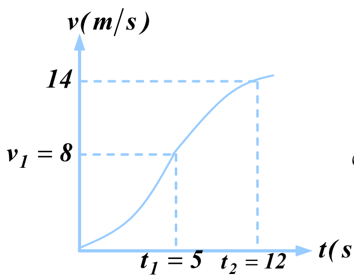
تمرين: په لاندې جدول کې د هغه متحرك سرعت چې د يو مستقيم خط پرمخ حرکت کوي، په څو زماني لحظو کې مشخص شوی دی. د $(v-t)$ ګراف يې رسم کړئ.

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

تمرين: لاندې شکل د يو متحرك $(v-t)$ ګراف راښيي، توضيح يې کړئ:

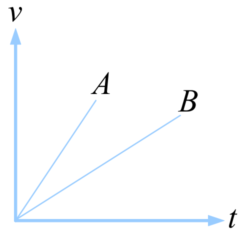
الف: د وخت په $(0,t_1)$ او (t_1,t_2) انټروالونوکې منحنۍ تعجيل څومره دی؟

ب: د t_1, t_2 دوو لحظو څخه په کومې يوې کې تعجيل ډېر دی؟



(c) ketabton.com: The Digital Library

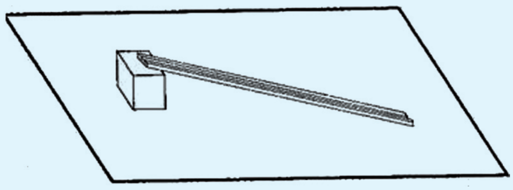
تمرين: د A , B دوو متحركو د $(v-t)$ گراف په لاندې شكل كې وركړل شوى دى. د دې دوو متحركو تعجيل سره پر تله كړئ،



فعاليت:

داړتياوړ وسايل:

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



(2-12) شكل

كړنلاره:

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

ازمايل شوې پايله تجزيه او تحليل كړئ.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

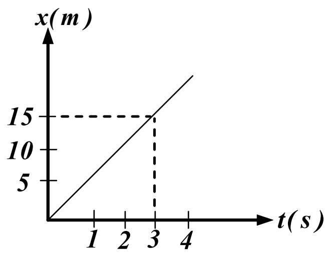
2-6: یو ډوله (متشابه) حرکت

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

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

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

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



(2-13) شکل

مثال:

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

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

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

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

(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، $x=vt+x_0$،
$x_1=5\times2=10m$ او $x_2=5\times5=25m$ د دوو لحظوترمنځ د مکان بدلون،

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

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

له ثابت تعجیل سره مستقیم الخط حرکت

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

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

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

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

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

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

خیړنه وکړئ:

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

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

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

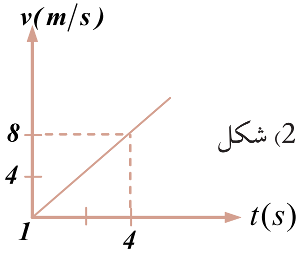
$$v_0=0$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

خرنگه چې تعجیل ثابت دی، د $(v-t)$ گراف یو مستقیم خط دی. نوځکه د رسمولو لپاره یې د گراف 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 $(v-t)$ گراف یې رسم کړئ.

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

د $\bar{v} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ او $\bar{v} = \dfrac{v_1 + v_2}{2}$ رابطو پر بنسټ د ثابت تعجیل په حرکت کې لیکلای شو چې:

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

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

په دې رابطه کې Δx د موقعیت بدلون د Δt په زماني انټروال کې، v_1 سرعت د t_1 په لحظه کې v_2 سرعت د t_2 په لحظه کې دی. که چیرې $t_1 = 0$ او $t_2 = t$ په دې لحظو کې د متحرک سرعت په ترتیب سره v_0 او v او د متحرک موقعیت په دې لحظو کې x_0 او x وي، په دې صورت کې: $\Delta t = t_2 - t_1 = t - 0 = t$ او $\Delta x = x - x_0$ دی، د قیمتونو په وضع کولو سره کولای شو، ولیکو چې: $x - x_0 = \dfrac{v + v_0}{2} t$

خرنگه چې:

$$v = at + v_0$$

د v قیمت په وضع کولو سره لرو:

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

په پایله کې:

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

(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 يې کېږدو، په پايله کې به د موقعيت او سرعت ترمنځ رابطه په لاس راوړو چې له وخت او زمان څخه مستقله ده يعنې:

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

ساده کولو سره لرو:

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

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

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

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

حل: a)

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

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

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

$$x = 156.25m$$

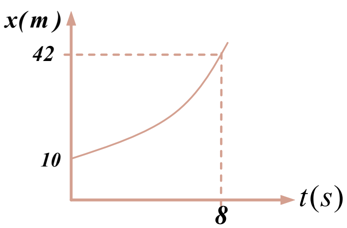
b)

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

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

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

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



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

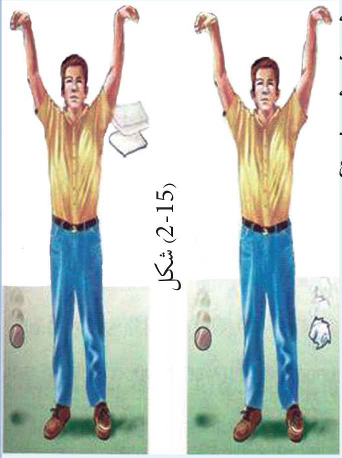
2-7: آزاد سقوط(د جاذبې ساحې مفهوم)

آیا تر اوسه مو له کومې ونې مڼې ټولې کړې دي؟ ولې کله چې مڼه ستاسو له لاسه خوشې شي، مخ په کښته (ځمکې ته) لوېږي؟ ستاسو په نظر د ځمکې پر سطحې د مڼې د لوېدلو لامل څه شی دی؟ د اجسامو د آزاد سقوط ښکارنده (پدیده) د ریاضي په ژبه څنګه 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 درک 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 یې له ټاکلي ارتفاع څخه خوشې کړئ، په دویمه مرحله کې د کاغذ هماغه پاڼه کلکه (کلوله) کړئ او له سکې سره یې یوځای لـه همغې ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دریمه پلا دوې سکې له همغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته یې د رسیدو پر څرنګوالي د خپلې ډلې له غړو سره بحث وکړئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

په پای کې لاندې پوښتنوته ځوابونه ووایئ:

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

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

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

(2-16) شکل

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

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

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

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

(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 $$y = \frac{1}{2}gt^2 + v_0 t ....(2-10)$$

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

ځرنګه 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 توګه لیکل کیږي:

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

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

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

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

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

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

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

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)

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

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

تیږه پس له یوې ثانیې څخه ځمکې ته رسیږي.

ب) $v = g.t \Rightarrow v = 9.8 \times 1 = 9.8\, m/s$ ځمکې ته د 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 لومړنۍ سرعت څخه په آزاده توګه راولويږي. د هر يو د سقوط وخت څومره دی؟ او د B جسم څو ثانيې د A له جسم څخه مخکې يا وروسته ځمکې ته رسيږي، د هر يو سرعت ځمکې ته د رسيدو په لحظه کې څومره دی؟ ($g = 10\,{}^{m}/_{s^2}$ فرض شي)

د دويم څپرکي لنډيز

- د موقعيت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعيت په هره لحظه کې مشخص کوي. د دې وکتور پيل، د وضعيه کميتونو مبدأ او پای (انجام) يې د جسم موقعيت دی او د $\vec{r}$ په توري ښودل کيږي.
- د يو متحرک د موقعيت بدلون د t_1 او t_2 دوو شيبو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور څخه عبارت دی چې پيل يې د t_1 په لحظه کې د متحرک موقعيت او انجام يې د t_2 په لحظه کې د متحرک موقعيت راښيي.
- د موقعيت او د موقعيت د بدلون د اندازه کولو واحد د SI په سيستم کې عبارت له (m) څخه دی.
- 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 شوې وي.
- د سرعت د اندازه کولو واحد په SI سيستم کې له ${}^{m}/_{s}$ څخه عبارت دی.
- لحظه يي سرعت د منځني سرعت 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 $(x-t)$ په ګراف کې لحظه يي سرعت د t په زمان کې د قطعه خط له ميل (تانجانت) څخه عبارت دی.
- منځنی تعجيل (شتاب) د وخت په يوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی. که چيرې د سرعت بدلون د Δt په زماني انټروال کې له Δv سره برابر وي، لرو چې: $\bar{a} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

(c) ketabton.com: The Digital Library

- منځنی تعجیل په هغه صورت کې مثبت دی چې $v_2 > v_1$ شخه او کېدای شي منفي وي که چیرې $v_2 < v_1$ شخه وي اوصفرهغه وخت وي کله چې $v_2 = v_1$ سره وي.
- لحظه یي تعجیل د منځني تعجیل له لیمت شخه 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) شخه عبارت دی.
- د تعجیل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړیوال سیستم کې له متر پرثانیه مربع (m/s^2) شخه عبارت دی.
- د حرکت مختلفې معادلې شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجیل سره پرې څېړلې 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 شخه آزاد، خو د موقعیت تابع وي، نو: $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

(c) ketabton.com: The Digital Library

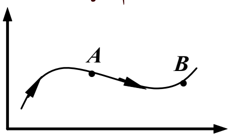
د دویم څپرکي پوښتنې

1 - د موقعیت (مکان) وکتور تعریف کړئ.

2 - t_2, t_1 دوو لحظو ترمنځ د مکان د بدلون وکتور تعریف کړئ.

3 - په لاندې شکل کې د یوه جسم د حرکت مسیر مشاهده کړئ متحرک د t_1 په لحظه کې د A په مکان او د t_2 په لحظه کې د B په مکان کې قرار لري.

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



4 - a : یو موټر په یو دایروي مسیر کې د 100 مترو په شعاع حرکت کوي. هغه واټن چې موټر نیمه دوره وهي، څو متره دی؟ د موټر د مسیر شکل رسم کړئ او د موقعیت د بدلون وکتور د شکل پرمخ مشخص کړئ او اندازه یې په لاس راوړئ.

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

c: د موټر د موقعیت بدلون په یوه بشپړه دوره کې څومره دی؟

5 - په کوم صورت کې د موقعیت وکتورونه او د موقعیت د بدلون وکتورونه سره هم لوري دي؟

6 - یو متحرک چې د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کې د $x_1 = 6m$ په مکان کې او د t_2 په لحظه کې د $x_2 = 7m$ په مکان کې دي. د جسم د موقعیت کچه د t_1 او t_2 دوو لحظو تر منځ محاسبه کړئ.

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

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

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

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

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

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

c- منځنۍ سرعت یې د ډریورۍ 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؟

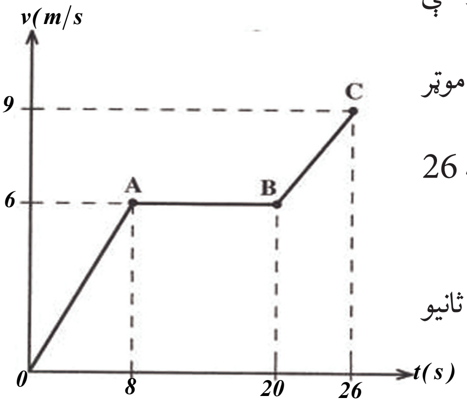
11 - د یوې فضایي بېړۍ سرعت له 30 ثانیې حرکت څخه وروسته $1200km/h$ ته رسېږي.منځنی تعجیل یې څومره دی؟ دا تعجیل د $g=9.8m/s^2$ څو برابره دی؟

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 ډربور برېک نیسي او پس له 5 ثانیوڅخه دریږي.که چیرې د برېک کولو پر مهال تعجیل ثابت وي:

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

b-د $(x-t)$ ګراف د حرکت پیل له لحظې څخه د موټر د دربدو 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 پيدا کړئ.
b- د جسم د موقعيت بدلون د دوو لحظو ترمنځ $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ محاسبه کړئ.
c- د متحرك سرعت څومتره پر ثانيې دی؟
19 - يو جســم د v په ثابت ســرعت د يوه مستقيم مسير پر مخ حرکت کوي، که چيرې د $t_1 = 2s$ په لحظه کې يې واټن ترمبدأ پورې 11 متره او $t_2 = 7s$ په لحظه کې يې واټن ترمبدأ پورې 38.5 متره وي:
a- د متحرك سرعت او تر مبدأ پورې يې واټن د صفر ثانيې په لحظه کې څومره دی؟
b- د $(x-t)$ رابطه يا د حرکت معادله وليکئ.
20 - د $(v-t)$ ګراف څنګه رسميږي؟
21 - منځنــی تعجيــل تعريف او رابطه يــې وليکئ او د اندازه کولو واحد يې په SI سيســتم کې ذکر کړئ.
22 - يو متحرك چې د يوه مســتقيم مســير پر مخ حرکت کوي. ســرعت يې د $t_1 = 7s$ په لحظه کې $20m/s$ او د $t_2 = 10s$ په لحظه کې $32m/s$ ســره مســاوي دي، د متحرك منځنی تعجيل د t_1 او t_2 دوو لحظو ترمنځ حساب کړئ.
23 - لحظه يي تعجيل په څه ډول د $v-t$ ګراف په مرسته ټاکی؟ د شکل له مخې يې توضيح کړئ.
24 - يوجســم د ځمکې د ســطحې له 520 متري ارتفاع څخه په لومړني $2m/s$ سرعت په عمودي ډول د ځمکې پر مخ په ښکته لور غورځول کيږي.
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 جســمونه په ترتيب ســره له 500 متري او 320 متري ارتفاع څخه د ځمکې د سطحې په لور پرته له لومړني سرعت څخه په يوه وخت کې خوشې کيږي.
a- د A جسم څو ثانيې وروسته د B له جسم څخه د ځمکې سطحې ته رسيږي؟
b- د هر يوه سرعت د ځمکې سطحې ته د رسېدو په وخت کې محاسبه کړئ.
26 - يوه کوچنی ګلوله له لوړې و دانۍ څخه خوشې کيږي، کله چې د ځمکې پرمخ 40 متري ارتفاع ته رسيږي، سرعت يې $10m/s$ کيږي.
a- د جسم سرعت ځمکې ته د رسېدو په لحظه کې حساب کړئ.
b- د ودانۍ لوړوالی (ارتفاع) پيدا کړئ.
c- د ګلولې د منځني سرعت سقوط (په موده کې) د $40m$ لوړوالي څخه تر ځمکې پورې) وټاکئ.
d- د $(x-t)$ ګراف يې 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 څپرکي په پای کې د ځوابونو توقع کېدای شي. مخکې مو وليدل چې د جسم موقعيت په يوه سطحه کې د $\vec{r}$ په وکتور ښودل کيږي. دا وکتور کولای شو په لاندې ډول وليکو:

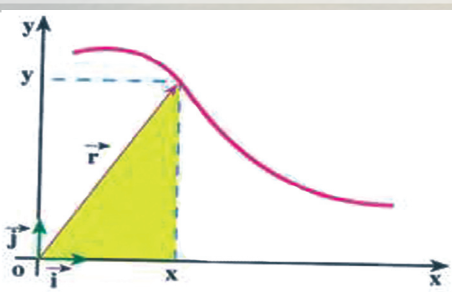
$$\vec{r} = x\,\vec{i} + y\,\vec{j} \quad ....\ (3\text{-}1)$$

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

$Y = g(t)..........(3-2)$ د (3-2) رابطې د يوه 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 اوږدوکې دي چې د اړوندو معادلو په لرلوسره يې مکان (موقعيت) د جسم په ټولو لحظوکې 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:

فـرض کـړئ چې په یوه لنډه موده کې، د کیشـپ (سـنگ پشـت) د حرکت معادلـې د SI په سیسـتم کې د $x = 10t$ او $y = -5t^2$ په توگه 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 منځني سرعت څنگه 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 څنگه 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 راښيي.

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

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

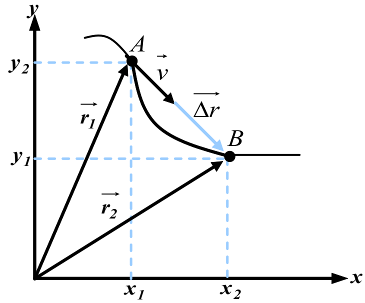
$$\vec{\Delta_r} = \vec{r_2} - \vec{r_1} .....(3-4)$$

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

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

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

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



(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:

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

د (3-5) له رابطې څخه په گټې 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

فعالیت:

د (2-3) شـکل په بیلابیلو ډلوکې تحلیل کړئ او ووایئ چې د منحني 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- منحني سرعت یې د 1 او 2 ثانیې ترمنځ په زماني انټروال کې وټاکئ او اندازه یې حساب کړئ.

حل: a) په $t_1 = 1s$

$x_1 = 2m$ او $y_1 = 3m$

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

په همدې ترتیب په $t_2 = 2s$

$x_2 = 4m$ او $y_2 = 4m$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

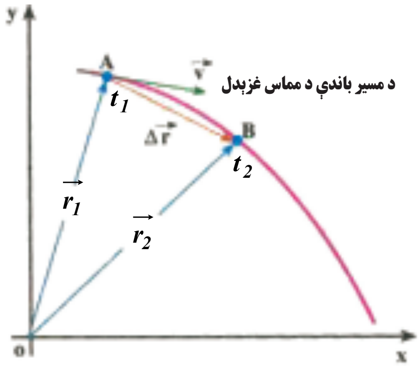
تمرین: فرض کړئ چې په یو ټاکلي وخت کې د یوې سویې د حرکت معادلې د SI په سیستم کې د $x = 10t$ او $y = -2t^2$ په توګه دي. د دې سویې منحني سرعت د 0 څخه تر 2 ثانیې زماني انټروال کې پیداکړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

لحظوي سرعت

په دوه بعدي حرکتونوکې لحظوي سرعت څرنگه تحليل او ارزولی شو؟ لحظوي سرعت په دوه بعدي او يو بعدي حرکت کې کوم توپيرونه لري؟

په دوو بعدونوکې د لحظوي سرعت د څېړلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کې ونيسئ. دا شکل د جسم حرکت د کږې ليکې (منحني) پر مسير رانښيي.



(3-3) شکل

د جسم موقعيت د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې مشخص شوی دی. مخکې مو يادونه کړې وه چې د منځنی سرعت وکتور په يوه ټاکلي زماني انټروال کې د هغې د اړوند موقعيت له بدلون سره، هم لوري دی.

لکه څنگه چې په مخکيني څېرکي کې د يو بعدي حرکت په هکله هم ووېل شول، که چېرې د Δt زماني انټروال کوچنی او تر ټولو کوچنی شي، منځنی سرعت له لحظوي سرعت سره نژدې او ډېر نژدې کيږي. يعني د رياضي په ژبه، د لحظوي سرعت وکتور د منځنی سرعت له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي. يعني:

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

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

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

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

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

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

نوله دې امله گورو چې د منځنی سرعت وکتور د مکان د بدلون له وکتور سره هم لوري دی، نو په يو ليمت کې چې Δt د صفر لوري ته تقرب کوي، د لحظوي سرعت وکتور به د حرکت پر مسير د Aپه نقطه کې مماس شي. په پايله کې کله چې يوجسم د کږې ليکې (منحني) په مسير کې حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري يې چې تل د حرکت پرمسير مماس دی، په هره لحظه کې بدلون کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وايو.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

لکه چې لیدل کیږي د سرعت افقي مرکبه د زمان تابع نده او ثابته کچه لري، خو د سرعت قایمه 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 تعجیل او لحظوي تعجیل

مخکې مو ولوستل کله چې د جسم سرعت بدلون وکړي، حرکت تعجیلي دی. د سرعت بدلون کېدای شي د سرعت په کچه کې د بدلون په معنا یا د سرعت په لوري کې بدلون او یا دواړه وي. وموليدل کله چې د جسم حرکت د منحني مسیر پرمخ دي، په داسې حال کې چې د جسم سرعت بدلون نه کوي، خو د سرعت لوري يې هرومرو بدلون کوي، نو له دې امله که چیرې د سرعت قیمت اندازه هم بدلون ونکړي، کیدای شي حرکت تعجیلي وي. لکه، د منحني مسیر پرمخ حرکت چې په هغه کې یوازې د حرکت لوری بدلون کوي چې یو تعجیلي حرکت دی.

خیړنه وکړئ:

د تعجیلي 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 مسیر 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 یو بعدي حرکت په څېر، د منځني تعجیل وکتور د Δt په زماني انټروال کې په لاندې توګه تعریفوو:

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

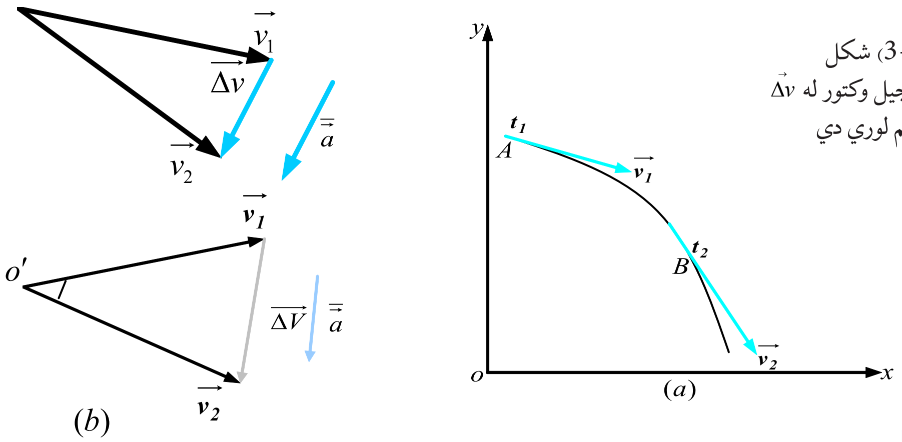
(c) ketabton.com: The Digital Library

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:

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



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

بحث وکړئ:

د ټولګي په بیلابیلو ډلو کې په دې هکله چې ولې د منځنی 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 منځنی تعجیل د لیمت په شکل چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، لیکو. یعني:

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

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 (3-12) رابطه دا ښيي چې $\vec{a}$ او $\Delta\vec{v}$ هم لوري دي، خو لکه څنګه چې د (3-4-b) په شکل کې ښودل شوي دي، د منحني مسير پرمخ حرکت کې هيڅ کله د منحنئ 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 کېږي، بيا هم تعجيل له لحظوي سرعت سره هم لورى نه دى.

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

په پايله کې د تعجيل 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 مقايسې څخه د $t=1s$ په زمان کې کولای شو دا پايله 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 مسير وهي؟ يو غورځول شوی (وارشوي) جسم اوهغه مسير چې په هوا (فضا)کې يې وهي، د حرکت د مختلفو ډولونو يوه بيلګه ده چې هر انسان د ماشو متوب له پيل څخه په عمل کې ورسره سر اوکار لري. د غورځوونکي حرکت د دوه بعدي حرکت يو ډول دی. د دوه بعدي حرکتونو د مطالعې او تحليل لپاره په لومړي پړاوکې بايد لاندينې درې فرضيې په پام کې ونيسو:

1. جاذبه يي تعجيل (g)، د جسم د حرکت په سيمه (محدوده) کې ثابت او لوری يې مخ په ښکته دي.

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

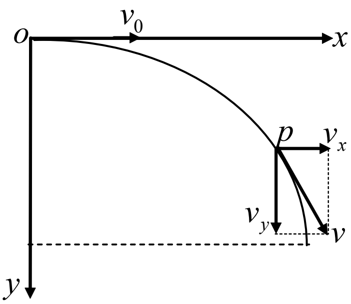
3. د ځمکې څرخېدل په دې حرکت اغيزه نه لري.

يوه له اصطلاحاتو څخه چې په غورځوونکو حرکتونوکې ورسره ډېر مخامخ کيږو عبارت له غورځول شوي جسم څخه دي، غورځول شوی جسم هغه جسم دی چې په پيل کې په لومړني سرعت سره غورځول کيږي او يا د يوې ضربې له امله په يو لوري کې حرکت پيل کړي او بيا وروسته د جاذبې د قوې تر اغيز لاندې تعجيلي حرکت (کم له کمه د وضعيه کميتونو د يو محور په اوږدوکې) ولري. هغه مرمی چې له ټوپک څخه راوځي، يوه تيره چې په يوه زاويه غورځول کيږي، د اوبو بهيدل چې له يوه سوري څخه فواره يا داره جوړوي، دا ټول د غورځوونکي (پرتابي) حرکت بيلګې دي چې په فضا کې پارابول شکله مسير وهي. وروسته به وګورو چې د دې مسئلې ثابتول چې د غورځول شوو حرکتو مسير، پارابول دي د رياضي 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 پيښه 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، ويه 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:

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

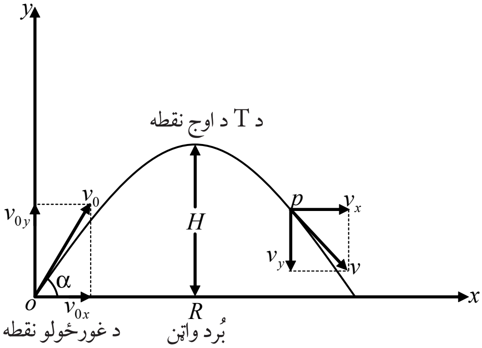
د (3-22) له معادلې پايله ترلاسه کيږي چې په افقي توګه غورځول شوی جسم د حرکت مسير عبارت له يو پارابول څخه دی. د (3-20) له رابطې څخه څرګنديږي چې په افقي ويشتلو کې هغه وخت چې غورځول شوي جسم يې مخ په ښکته د y د واټن په وهلو کې ترسره کوي، برابر دی له هغه وخت سره چې نو موړی جسم په آزاده توګه سقوط وکړي او همغه 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 یعني، $\alpha = 0$ وه، خو د مایل غورځولو پر مهال د غورځولو زاویه د صفر خلاف وي. $\alpha \neq 0$

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



(3-6) شکل

$$a_y = -g ....(3-23)$$
$$a_x = 0 ....(3-24)$$

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 α زاویې غورځول کیږي. په دې حالت کې د لومړني سرعت د x او y مؤلفې عبارت دي له:

$$v_{0y} = v_0 \sin\alpha ....(3-25)$$
$$v_{0x} = v_0 \cos\alpha ....(3-26)$$

$a_x = 0$ دي، یعني 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:

$$x = (v_0 \cos\alpha)\, t ....(3-27)$$
$$v_x = v_0 \cos\alpha = cons\tan t ....(3-28)$$

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.

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin\alpha) t ....(3-29)$$
$$v_y = -gt + v_0 \sin\alpha ....(3-30)$$

(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.

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

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

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

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 يادوي او هغه د R په توري ښيي.

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

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

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

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

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

ځکه چې:

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

نو:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

بحث وکړئ:

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

فعالیت:

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

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

بحث وکړئ:

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

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

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

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

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

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

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

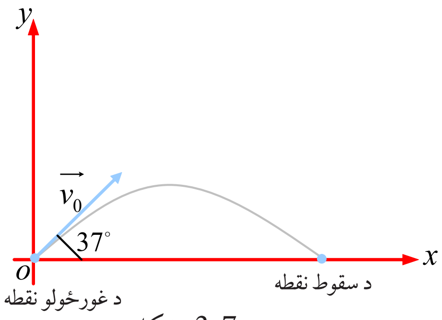
$$H=\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}........(3-34)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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



(3-7) شکل

حل: الف) د مسیر 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، یعني:

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

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

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

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

تمرین: د غورځولو (ویشتلو) په حرکت کې

1. د غورځول شوي جسم تر ټولو لرې واټن د ______________ له رابطې څخه لاس ته راځي.
2. د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسېدو زمان د ___________________ له رابطې څخه لاس ته راځي.

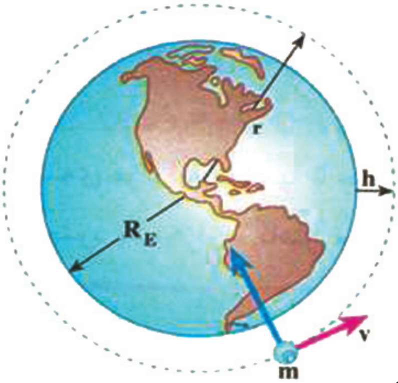
(c) ketabton.com: The Digital Library

3-5: دايروي حرکت

دايروي حرکت څه شی دی؟ دايروي حرکتونه په ورځني ژوندانه کې د کارولو کومې بېلګې لري؟ کله تاسو د ماشومانو د لوبو ټالونه او مچنوغزه ليدلي دي چې څه ډول حرکتونه تر سره کوي؟

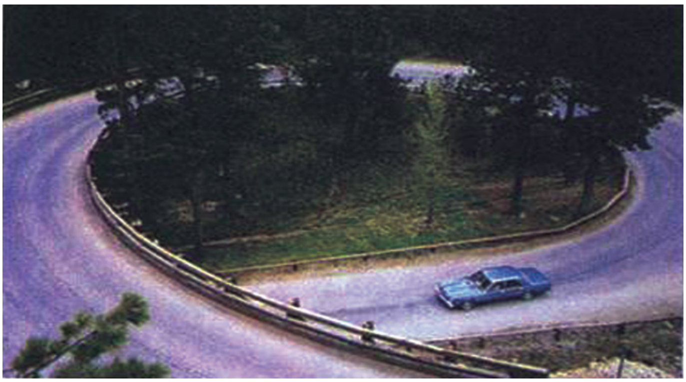
په دايروي مسير کې د يوه جسم حرکت، په دوو بعدونو(مخونو) کې د حرکت يوه بله بېلګه ده. د دې حرکت ډېرې بېلګې هره ورځ ګورو. د ځمکې پر شاوخوا د سپوږمۍ د حرکت مسير، د هستې پر شاوخوا د الکترون حرکت او د ځينو مصنوعي سپوږمۍ حرکت د ځمکې پر شاوخوا د دايروي حرکت نسبي ډولونه دي. د کور په ځينو وسايلو، لکه: د جامو مينځلو 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 بېلګې ګورئ.

الف



ب

(3-8) شکلونه

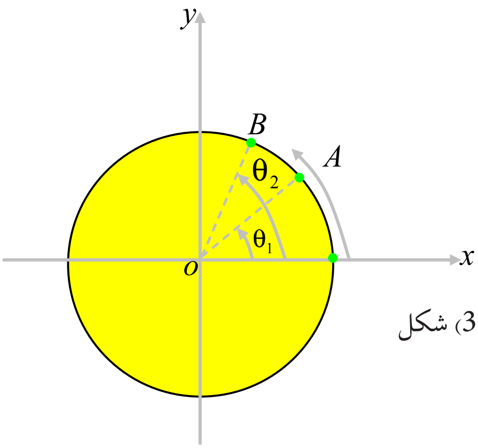


ج

(c) ketabton.com: The Digital Library

زاويوي سرعت

يوه ذره په نظرکې ونيسئ چې په يو دايروي مسيرکې د ساعت د ستنې په خلاف لورې کې د لاندې شکل په څېر حرکت کوي. په دې ځای کې له ذرې څخه موخه يو وړوکی جسم دی چې ابعادې د دايرې د شعاع په پرتله ډېر کم دي.



(3-9) شکل

د ذرې موقعيت د دايرې پرمخ هره ګړۍ کولای شو، د θ له زاويې سره د ox د محور په نسبت وښيو.

کله چې ذره د A په نقطه کې وي، موقعيت د θ_1 له زاويې سره او کله چې د B په نقطه کې وي، موقعيت د θ_2 په زاويې سره ښيو او $\Delta\hat{\theta} = \hat{\theta_2} - \hat{\theta_1}$ د ذرې د زاويه يې موقعيت بدلون (وهل شوې واټن) بولو. طبيعي ده چې په اړوند وخت باندې د زاويوي موقعيت بدلون د غورځولو څخه په دايروي حرکت کې د ذرې زاويوي منځنی سرعت لاسته راځي، يعني:

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

د زاويوې سرعت د اندازه کولو واحد، له راديان پر ثانيې ($\frac{rad}{sec}$) څخه عبارت دي.

څېړنه وکړئ

دلمر پرشاوخوا دځمکې د حرکت په هکله په بيلابيلو ډلوکې څېړنه وکړئ او د لمر پرشاوخوا د ځمکې منځنی زاويه يې 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 منځنى برخې يې (د منځ اجزاوې) د دايروي حرکت لرونکي وي، نومونه يې واخلئ.

لحظوي زاويوي سرعت

زاويه يي لحظوي سرعت په هغه ډول چې د لحظوي سرعت په هکله مو په (2-3) 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 متحرك زاويه يي منځنى سرعت د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ لحظو ترمنځ حساب کړئ.

ب : د متحرك لحظوي سرعت د $t_3 = 3s$ په لحظه کې حساب کړئ.

بحث وکړئ

د منځني سرعت او لحظوي سرعت د رابطې د بنسټ درك لپاره څو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو ټولګيوالو سره بحث اوخبرې پرې وکړئ او پايله د خپل ښوونکى 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 پړاو کې 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 متحرک موقعیت په سطحه کې وټاکي، (3-2) شکل. که چیرې د یوې ذرې د مکان وکتور د t_1 په وخت کې $\vec{r}_1$ او د t_2 په شیبه کې $\vec{r}_2$ وي، د ذرې موقعیت به د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زماني شیبه کې برابر له $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ سره وي. ذره د Δt په وخت کې د Δs قوس وهي.که چیرې دا زماني شیبه ډېره کوچنې 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

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

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

او له هغه ځایه چې د لیمت په حالت کې $\left|\Delta\vec{r}\right|=\Delta s$ تاکل 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 رياضي کې مو لوستي دي چې د θ زاويه د راديان له مخې برابر ده، د هغې زاويې د مقابل قوس د طول له نسبت سره پر شعاع د دايرې باندې، يعنې:

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

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

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

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

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

څېړنه وکړئ:

په دايروي حرکت کې له خطي سـرعت څخه ګټه اخيسـتونکي کوم خلك دي؟ او له هغه څخه په کومو برخو کې ګټه اخلي؟
په دې هکله په خپلو ډلو کې بحث وکړئ او خپلو ټولګيوالوته راپور ورکړئ.

مثال: د ماشومانو د لوبو يوخرخ خلك په يوه افقي سطحه او دايروي مسيرکې ګرځوي، داسې چې هرفرد دايروي يو ډوله حرکت لري. که چيرې دوران کوونکي په هرو 10 ثانيو کې يو دور ووهي او د هر کس لياره د خرخېدو شعاع 5 متره وي، د هر شخص زاويه يي او خطي سرعت په دې دوره کې حساب کړئ.

حل: د خرخېدو د دورې زمان $T=10s$ دي، پس زاويه يي 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 يې برابروي له:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

پوښتنې:

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

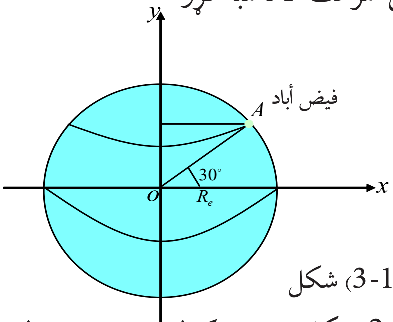
2 - یو متحرک پر دایروي شکله مسیر د 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرک زاویه یي سرعت پریود او فریکونسي حساب کړئ.

فکروکړئ:

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

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

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



(3-10) شکل

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

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

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

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

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

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

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

$$v = r\omega = 5.53\times10^6 \times 7.27\times10^{-5} = 402.03\ m/s$$

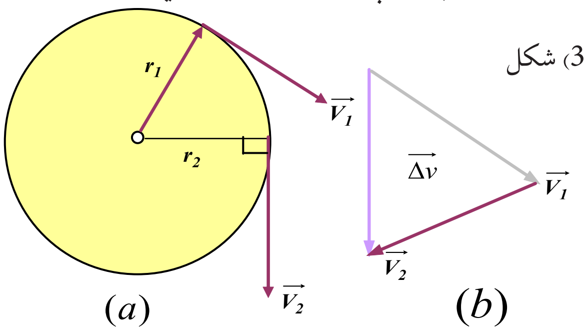
(c) ketabton.com: The Digital Library

3-7: په دايروي يو ډوله حرکت کې تعجيل

يو ذره په نظر کې ونيسئ چې دايروي يو ډوله حرکت لري (3-11-a). شکل مخ کې مو وليدل چې د سرعت وکتور په هره لحظه کې پرمسير 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 ترتيب 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 کيږي. 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 تعجيل 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 تعجيل له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

(3-11) شکل



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

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

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

مثال: سپوږمۍ تقريباً د 29.7 ورځو په موده کې يو ځل په دايروي مسير کې په يو ډوله (يونواخت) حرکت د ځمکې په شاوخوا گرځي. د سپوږمۍ مرکز ته د جذب تعجيل په لاس راوړئ. په داسې حال کې چې د ځمکې د مرکز او سپوږمۍ ترمنځ واټن $r = 3.84 \times 10^8 m$ وي.

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

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.14}{29.7 \times 24 \times 3600} = \frac{6.28 rad}{2566080 s} = 0.0000024473 = 2.44 \times 10^{-6} \frac{rad}{s}$$

په دې ډول د سپوږمۍ مرکز ته د جذب چټکتيا مساوي ده له:

$$a = r\omega^2 = 3.84 \times 10^8 m \times (2.44 \times 10^{-6} \frac{rad}{s})^2 = 3.84 \times 10^8 m \times 5.9536 \times 10^{-12} \frac{rad}{s^2}$$

$$a = 22.861824 \times 10^{-4} \frac{m}{s^2} = 2.28 \times 10^{-3} \frac{m}{s^2}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

فعاليت:

د خپلې ډلې له غړو ســره يوه تيږه په يوه کلك تار ســره وتړئ او په يوه قايمه ســطحه کې د خپل لاس پرشاوخوا يې وڅرخوئ اوځمکې ته يې د نه لوېدو په هکله بحث وکړئ او پايله يې په خپل ټولګي کې وړاندې کړئ. کله چې د m يوه کتله له ثابت سرعت سره د يوې دايرې په مخ حرکت کوي، تعجيل پيداکوي چې لورى يې د دايرې مرکز ته متوجه وي.

پوښتني:

- په پورتني فعاليت کې که چيرې د وزن له دروندوالي او د هوا له مقاومت څخه ورتېرشو څه پېښيږي؟
- د فعاليت د تر سره کولو پر مهال، که چيرې تار يو ناڅاپي وشليږي، کومه پېښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کُره په هرو 24 ستاعتونوکې يوځل د خپل محور پرشاوخوا راڅرخي. خطي سرعت او مرکزته جذبېدونکي شعاع د ځمکې د سطحې په کومو نقطوکې ډېره کچه لري؟ که چيرې د ځمکې د کُرې شعاع $6400km$ په پام کې ونيسو، د کُرې خطي سرعت او مرکز ته د جذب تعجيل حساب کړئ.

د يو ډوله دايروي حرکت ډيناميک

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

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

او د زاويه يي سرعت پربنسټ

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

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

فعاليت:

مچنوغزه په خپل لاس کې ونيسئ او په کاسه کې يې يوه وړه تيږه د 4 نه تر 8 ګرامه په کتلې کېږدئ او د خپل لاس په شــاوخوا (د ښــوونځي په انګړکې) دورې ورکړئ. بيا د دوران پرمهال د مچنوغزې يوسر خوشې کړئ او د خپلې ډلې له غړوسره ددې تيرې د تيښتې د لامل په هکله بحث وکړئ او پايله يې د ښوونکي ترمخ بيان کړئ.

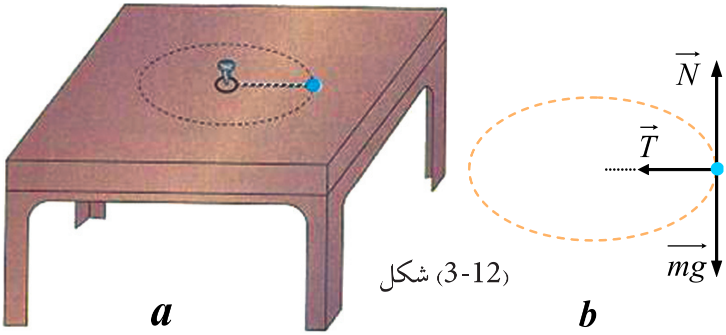
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

که چیرې مرۍ 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

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

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

$$r = 25cm = 0.25m$$

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

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

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

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

پوښتنې:

په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.

1. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې خرخي.
2. د هستې پرشاوخوا د الکترون د 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 منځنی 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 دی، 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 دی.

$$\vec{v}=\lim_{\Delta t\to0}(\vec{\bar{v}})=\lim_{\Delta t\to0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\to \quad \text{اویا} \quad \Rightarrow \quad \vec{v}=\frac{d\vec{r}}{dt}$$

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

- د منځني 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: $\vec{a}=\lim_{\Delta t\to0}(\vec{\bar{a}})=\lim_{\Delta t\to0}(\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t})$

- 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 حرکتونو کې د غورځېدونکي جسم د حرکت مسير په فضا کې عبارت له يو پارابول څخه دی.
- په افقي غورځولو کې د حرکت معادلې عبارت دي له: $x=v_0t$

او $y=\frac{1}{2}gt^2$

- په مايل غورځولو کې د تعجيل مرکبې په لاندې ډول دي. $a_x=0$ او $a_y=-g$
- د x او y معادلې د t زمان د تابع په نامه د غورځولو په حرکتونو کې 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 ېبرته يا د دويم ځل لپاره د غورځولو لومړنۍ 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 منځني 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:

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

- 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 دریم څپرکي پوښتنې

1 - د یوه جسم د حرکت معادله د SI په سیستم کې د $x = t^3 - 3t^2$ په بڼه دي، مطلوب دي:

a- له 1 څخه تر 2 ثانیو زماني انټروال کې د جسم د منځني سرعت کچه.

b- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرك د سرعت کچه.

c- د 2 څخه تر 5 ثانیو زماني انټروال کې د متحرك د منځني تعجیل کچه.

d- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرك د تعجیل کچه.

2 - یو موټر د سره څراغ په وړاندې ولاړ دی، د څراغ په شنه کېدو، موټړله $2\,{}^{m}\!/\!{}_{s^2}$ تعجیل سره په حرکت پیل کوي. په همدې (شیبه) کې یوه لاری له $36\,{}^{km}\!/\!{}_{h}$ ثابت سرعت سره د هغه له څنګ څخه تیرېږي.

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

b- وروسته له څومره مودې څخه به موټر لاری ته ورسیږي؟

3 - د یو متحرك د موقعیت (مکان)وکتورونه د $t_1 = 5s$ او $t_2 = 25s$ په لحظوکې په ترتیب سره $\vec{r_1} = 2\vec{i} + 14\vec{j}$ او $\vec{r_2} = 8\vec{i} + 6\vec{j}$ دی. د ذرې د منځني سرعت کچه د t_1 او t_2 په دوولحظوکې پیداکړئ او د ګراف په رسمولو، د $\vec{v}$ لوری وښیئ.

4 - د یوه جسم د حرکت معادله د دوو لاندېنیو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوې ده.

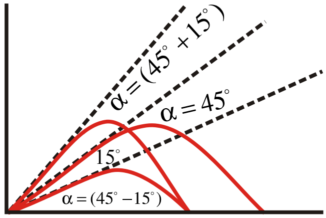
$$y = 2t^2 + 1 \quad \text{او} \quad x = 6t$$

a- د سرعت معادله یې ولیکئ او د سرعت کچه یې په $t = 2s$ کې لاس ته راوړئ.

b- د حرکت د مسیر معادله یې لاس ته راوړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

5 - ګاليله په خپل يو کتاب کې ليکي «که د 45° درجو زاويې څخه په مساوي کچه زياتو او يا کمو زاويو سره جسمونه په مايل ډول وغورځول شي، رنجونه يا فاصلې يې سره مساوي دي...» په لاندې شکل کې د دې وينا سموالی ليدل کيږي؟



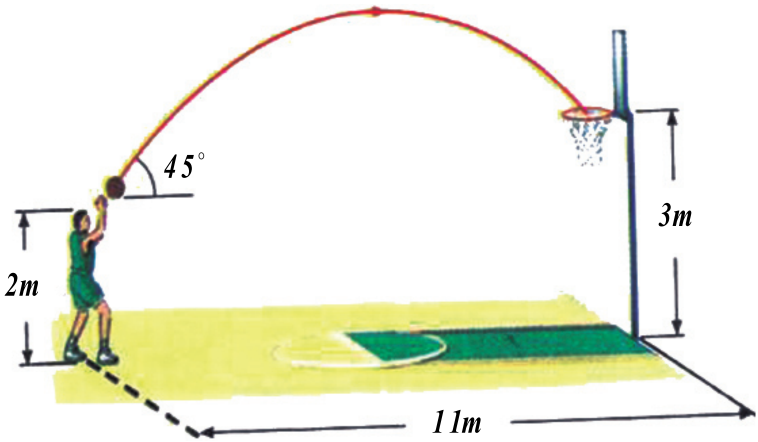
6 - پريوه رود د يو پل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې يو جسم په افقي ډول په $30 m/s$ سرعت غورځوو.

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 دی؟

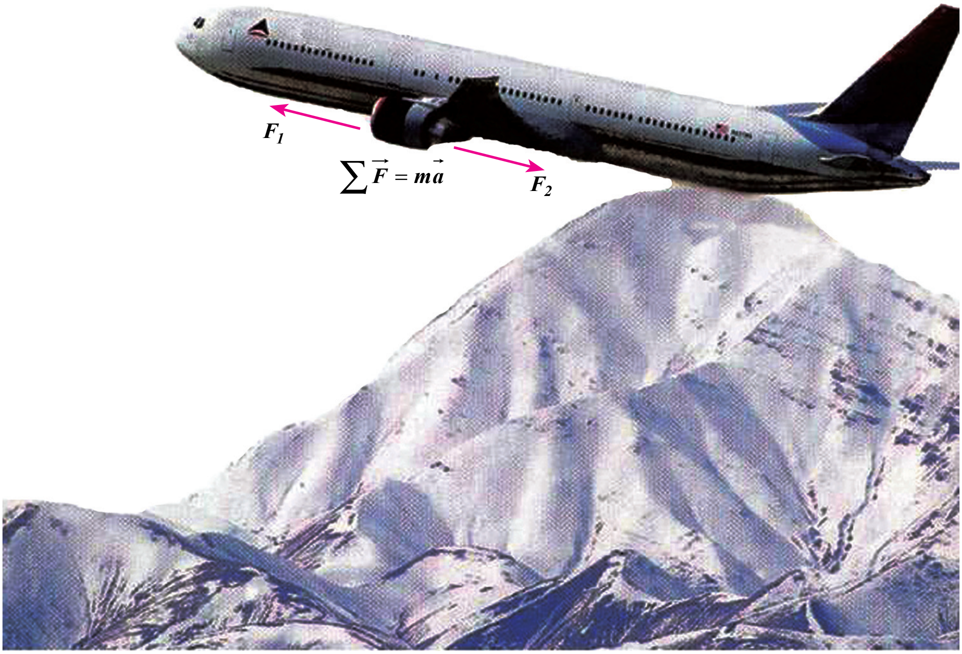
c- له اوبو سره د لګېدو د سرعت کچه څومره ده؟

7 - په لاندې شکل کې د توپ لومړنی سرعت داسې محاسبه کړئ چې توپ د ټوکرۍ په منځ کې ولوېږي. $(g = 10 m/s^2)$



(c) ketabton.com: The Digital Library

د نیوټن د حرکت قوانین



په دويم څپرکی کې له ځينو کميتونو لکه موقعيت، د موقعيت بدلون، سرعت، تعجيل او ... سره آشنا شو او د دې کميتونو په تعريفولو سره مو حرکت توصيف کړ. ومو لوستل چې شونې ده چې حرکت له ثابت سرعت سره تر سره شي، يا شونې ده چې د جسم حرکت تعجيلي وي او په پايله کې سرعت بدلون وکړي؟
خو د پوښتنو طرحه کولو او هغو ته د ځواب ورکولو څخه مو ډډه وکړه لکه: په کوم حالت کې يوجسم ساکن پاتې کيږي؟ څنګه کولای شو يو 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 وضيعت د بدلون سبب ګرځي؟ او ... په دې څپرکي کې يادې شوې پوښتنې څيړو، د همدې موخې لپاره د نيوټن د حرکت قوانين تر مطالعې لاندې نيسو، وروسته بيا په ورځني ژوندانه کې د دې قوانينو د پلي کېدو ساحې ترڅېړنې لاندې نيسو. هيله کيږي چې تاسو به د دې څپرکي په پای کې د لاندې موضوعګانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نيوټن درې ګونې قوانين،
- د اصطکاک د قوې ډولونه او په ورځني ژوندانه کې يې کارونه،
- د نيوټن د جاذبې قانون،
- د لفت د حرکت څرنګوالی،
- د مصنوعي سپوږميو د حرکت دايروي 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 تراوسه 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 څېړلو 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 څاپه 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 کیږدئ او د کاغذ پرمخ سکه کیږدئ، تردې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کړئ:

1. کاغذ د هغه له مستوي سره موازي په ډېر سرعت را وکاږئ.
2. کاغذ د هغه له مستوي سره موازي په لږ سرعت را وکاږئ.

په دواړو پړاوونوکې هغه څه چې پیښ شـوی دی، هغه نوټ کړئ او د ټولګي په بیلابیلو ډلوکې پرې بحث و کړئ 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 چیرې 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. 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».

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 لري وارده شي، هغې ته د یو متر في ثانیې مربع برابر تعجیل ورکوي».

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

حل:

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

مثال: د $m_1 = 5\ kg$ او $m_2 = 12\ kg$ پر هرې کتلې باندې $15\ N$ قوه واردوو، د هرې کتلې تعجیل حساب کړئ.

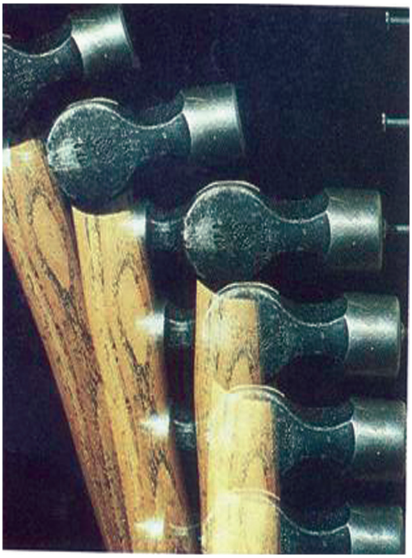
$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m}$$

حل:

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

پوښتنه:
څومره قوه په کارده ترڅو یو موټر د $1500\ kg$ کتلې په لرلو سره چې له $100\,km/h$ سرعت سره په حرکت کې دی، د $55m$ واټن له وهلو څخه وروسته ودروي؟

4-3: د نیوټن دریم قانون



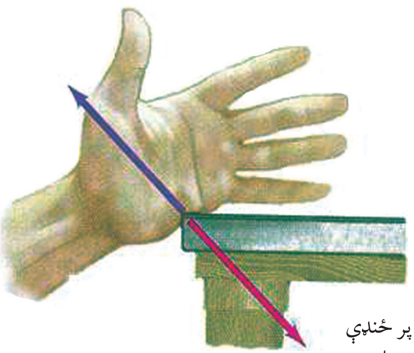
د نیوټن لومړي قانون د جسم وضعیت د قوې د نه شتون پر مهال او د نیوټن دویم قانون، د جسم وضعیت هغه مهال چې د قوې تراغیز لاندې وي، بیانوي، خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پرجسم وارده قوه له کومه ځایه پرهغې واردیږي؟ د نیوټن دریم قانون همدا مسئله څېړي چې پرجسم وارده شوې قوه له کوم ځایه واردیږي. که چیرې خپلو ورځنیو کړنو ته ځیر شو. و به لیدل شي چې یو جسم تل پر بل جسم قوه واردوي.

(4-1) شکل، څټک یوه قوه پرمیخ واردوي اومیخ هم د څټک د قوې په خلاف لوري، پرڅټک قوه واردوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د فوټبال لوبغاړي په خپله پښه توپ وهي. يعنې 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 دی.

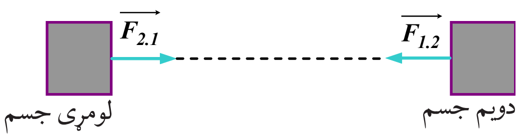
د نيوټن دريم قانون بيانوي چې «کله چې يو جسم پربل جسم قوه واردوي، دويم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري واردوي»که چيرې هغه قوه چې لومړنی جسم يې پر دويم جسم واردوي، د (عمل) قوه وبولو، د دويم جسم قوه چې پر لومړي جسم واردېږي د (عکس العمل) قوه ده.



(4-2) شکل، که چيرې ستاسو لاس د ميز پر څنډې قوه وارده کړي، ميز هم په همغه کچه، خو ستاسو د لاس دلوري خلاف قوه واردوي.

په (4-3) شکل کې د $\vec{F}_{1.2}$ (هغه قوه چې لومړنی جسم يې پر دويم جسم واردوي) د عمل قوه اود $\vec{F}_{2.1}$ (هغه قوه چې دويم جسم يې پر لومړني جسم واردوي) د هغې د عکس العمل قوه ده:

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \Rightarrow F_{1.2} = F_{2.1}$$



(4-3) شکل

د عمل او عکس العمل قوو د پېژندلو لپاره پام وکړئ: دا قوې تل يو له بل سره په يوه کچه او اندازه يو د بل په مخالف لوري وي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نور هم وپوهېږئ:

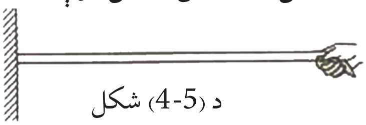
د نیوټن له دریم قانون څخه په عمل کې د کار اخیستلو یومهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوايي بېړیو (سفینو) توغول یا ویشتل دي. فضايي بېړۍ د هغه ګاز په مرسته چې له ماشین څخه یې خارجیږي، په عمودي توګه د ځمکې پرسطحه قوه واردوي او د نیوټن د دریم قانون له مخې، د بېړۍ له ماشین څخه خارج شوی ګاز هم په همغه کچه قوه، خو په مخالف لوري (په پورته لوری) پر فضايي بېړۍ واردوي

(4-4) شکل

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې په دې هکله چې «کوم دلیل د دی لامل ګرځي چې موټر د مخ لورته حرکت وکړي» بحث وکړئ او د خپلو بحثونو پایله خپلو ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

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



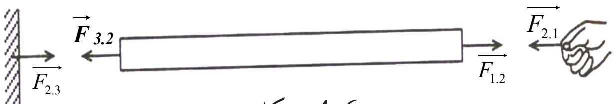
د (4-5) شکل

حل:

د شکل په مختلفو برخوکې قوې د لاس، طناب او دیوال ترمنځ ښودل شوي دي. په دې شکلونو کې مولاس د 1 جسم، طناب 2 جسم او دیوال 3 جسم په نومونو نومولي:

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \quad \text{عمل و عکس العمل} \Rightarrow \quad F_{1.2} = F_{2.1}$$

$$\vec{F}_{2.3} = -\vec{F}_{3.2} \quad \text{عمل و عکس العمل} \Rightarrow \quad F_{2.3} = F_{3.2}$$



(4-6) شکل

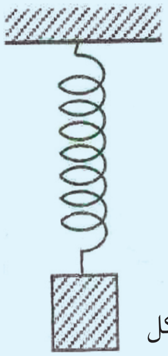
(c) ketabton.com: The Digital Library

فعاليت:

یو جسم د فنر په یوه سر نښلوئ او فنرله بل سر څخه وځروئ، که چیرې سیستم (جسم – فنر) د سکون په حال کې وي:

a- پر جسم واردې شوې قوې مشخصې کړئ.

b- د دې قوو غبرګون (عکس العمل) مشخص کړئ او څرګنده کړئ چې هره یوه په کوم جسم واردیږي؟

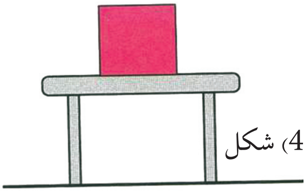


(4-7) شکل

د اتکا عمودي قوه

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

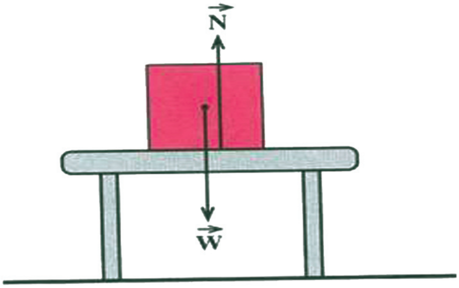
لکه څنګه چې جسم ساکن دی، د حرکت تعجیل یې صفردی یعنې ($a = 0$). د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې پر جسم د وارد شوو قوو محصله صفر ده $(F = m\,a = 0)$ په پایله کې باید د جسم له وزن سره مساوي یوه قوه، خو په مخالف لورې پرې عمل وکړي، تر څو د وزن د قوې په خنثې کولو سره د جسم له تعجیل اخیستلو څخه 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:

$$F = ma = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$



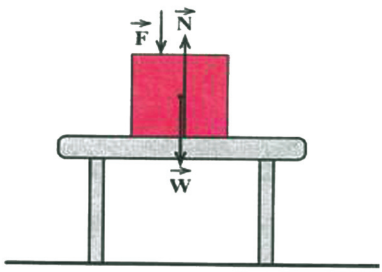
(4-9) شکل

اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څېر یوه قوه F_2 په کچه په عمودي ډول اومخ په ښکته پر جسم واردوو. آیا مېز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم واردوي، بدلون کوي؟

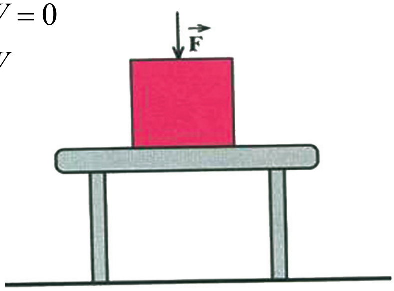
(c) ketabton.com: The Digital Library

پر جسم واردې شوې قوې مو په (4-11) شکل کې ښودلې ده، لکه څنګه چې د جسم تعجیل صفر دی $(a = o)$ ، په پایله کې د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ کولای شو ولیکو:

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



(4-11) شکل



(4-10) شکل

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

فعالیت:

د یوې فنري تلې پرمخ ودرېږئ او هغه عدد چې تله یې په لاندې حالتونوکې راښیي ولولئ

a- د تلې پرمخ ساکن ولاړېږ؟

b- په داسې حال کې چې د تلې پرمخ ولاړیئ، په خپل لاس باندې پر هغه مېز چې ستاسو تر څنګ دی تکیه وکړئ.

4-4: د نیوټن د قوانینو پلي (تطبیق) کول

په تصویر کې یوتن چې په رسۍ کې ځړېدلی دی. ښایي هېڅکله د نیوټن د قوانینو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانین پرې په هره ګړۍ کې چې هغه د خپل ځان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخیل او اغیز کوي. هغه پر هغه قوو چې په رسۍ باندې د هغه د وزن په وړاندې د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدارنګه پرهغه قوو چې د څرخونو له امله مطلوبه لوروته موجه 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، پراختیا (انکشاف) ورکړي.

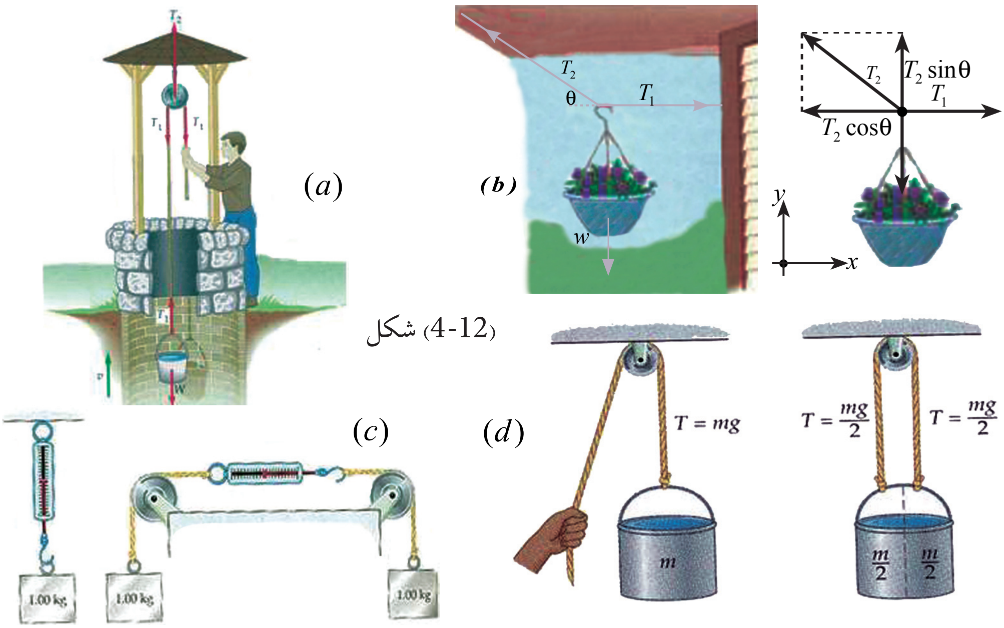
(c) ketabton.com: The Digital Library

موږ له ټولوپېښو سره په ورځني ژوندانه کې، که چیرې پوهیږو یا نه پوهیږو د نیوټن د قوانینو تابع یو. تاسو نشئ کولای چې ددې قوانینو له اصولو څخه په سرغړونې د خپل بدن غړوته حرکت ورکړئ، یو موټر وچلوئ او یا یو توپ پورته واچوئ او.... لنډه دا چې ټول قوانین زموږ د هستی لپاره د همدې درې بنسټیزو بیانونو چې د نیوټن د درې قوانینو څرګندونکي اود مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. د نیوټن قوانین په حیرانوونکي ډول په کهکشانونو، سیارو او ان له یوې ونې څخه د یوې منې په لویدلو چې په ظاهره کې یوه ډېره ساده او طبیعي پیښه ګڼل کیږي، په داسې حال کې چې دا قوانین زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پېښوکې د تطبیق وړ او دحرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستی د عالم ډیر مغلق اسرار موږ ته راپېژني.
نن ورځ موږ تراوسه د نیوټن قوانین د فزیک په ټولو برخوکې، بنسټیز او اړین ګڼو. غوره ده چې ووایو دا قوانین کولای شي د حرکت دعلم د تحلیل او توضیح لپاره د سمښت ډېر غوره مهر ولګوي، خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پېړۍ په لومړیو کې فزیك پوهانو کشف کړه چې د نیوټن قوانین یوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت یې د نور له سرعت څخه لږ او یا د نور سرعت ته نژدې وي او همدارنګه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې یې د اندازې له مخې لویې او یا له اتومونو سره برابرې وي، د تطبیق وړ دی، خو د انسانانو په ورځنیو تجربوکې تراوسه هم د نیوټن قوانین د تطبیق ډېره ستره او پراخه ونډه لري.
د نیوټن د حرکت قوانین پر ډیرو او بیلا بیلو سیستمونو لکه چې په پخوانیو بحثونوکې مومطالعه کړل، تطبیق کیدای شي، په دې بحث کې به د نوو قوو ډولونه په نوو سیستمونوکې چې د نیوټن قوانین کولای شي، په مختلفو مسیرونو د حرکت په حال کې په جسمونو باندې د تطبیق وړ وي، مطالعه کړئ.
هغه څه چې وویل شول، په نړۍ کې د نیوټن د قوانینو د تطبیق د بې شمېره مواردو ډیرې محدودې بیلګې وې.

د جسمونو په انتقالي تعادل کې د نیوټن د قانون تطبیق

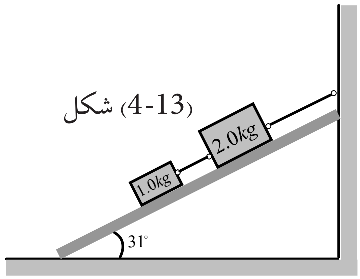
کله چې وایو چې یو جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم د وارده قوو محصله صفر ده، یعنې $\sum \vec{F} = 0$. د نیوټن د دویم قانون له مخې پورتنی بیان له دې سره معادل دی چې ووایو د جسم تعجیل صفر دی. په دوه بعدي سیستمونو کې انتقالي تعادل په دوو بعدونو کې په مستقل ډول تطبیق کیږي. یعنې $\sum F_x = 0$ او $\sum F_y = 0$ لکه څنګه چې پوهیږئ، هغه اجسام چې دوه ډوله حرکتونه (خطي او دوراني) لري، په هغوکې دوراني تعادل په همغه کچه مهم دی چې انتقالي تعادل یکې د اهمیت وړګڼل کیږي. اوس کله چې له تعادل څخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالي تعادل دی. لاندې شکلونه د انتقالي تعادل مختلفې بیلګې را ښیي.

(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 چیرې 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 ګړۍ 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.

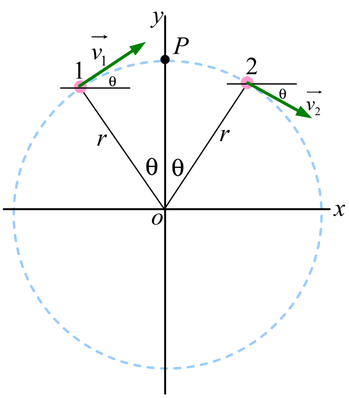
فرض کوو يو توپ چې د (4-14) شکل په څېر له يوه تار سره تړل شوى دى زموږ د سرله پاسه په دايره يي حرکت څرخيږي. کله چې تاسو توپ ته دوره ورکوئ، د راښکلو يوه قوه په تار کې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لوري ته راکاږي. په څرګند ډول د تار په بل سر کې چې له توپ سره وصل دى، د راښکلو دا قوه مخالف لوري يعني د دايرې د مرکز په لور عمل کوي چې په لنډه توګه داسې وېلاى 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 لومړيوکې 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 يي تعجیل د P په نقطه کې د $\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$ له لیمت څخه عبارت دی، کله چې 1 او 2 نقطې یو له بل سره ډېرې 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 $\vec{a}_{av}$ لوري د P په نقطه کې د دایرې د مرکز په لوري دی. د محاسبې د بشپړولو لپاره Δt (هغه زمان چې جسم د 1 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 وويل شول، د تعجيل لوری د دايرې د مرکز په لوري دی او ليدل کيږي چې مقدار يې $a_{cp}=\frac{V^2}{r}$ دی. اوس پورتنی پايلې داسې خلاصه کوو:

کله چې يو جسم د (v) په سرعت په دايره يي مسير د (r) په شعاع حرکت کوي، الي المرکز تعجيل يې عبارت له $a_{cp}=\frac{V^2}{r}$ څخه دی. يوه قوه بايد پر جسم عمل وکړي، تر څو نوموړي جسم ته دايره يي حرکت ورکړي. د m په کتلې د يوه جسم لپاره د محصله عاملې قوې کچه د لاندې رابطې له مخې ټاکل کيږي:

$$F_{cp}=ma_{cp}=m\frac{V^2}{r}$$

د دې قوې لوری د دايرې د مرکز په لور مواجه دی. بايد پوه شو چې الي المرکز قوه F_{cp} کولای شي، په يو شمېر ډېرو لارو منځ ته راشي. د بيلګې په توګه: F_{cp} شوني ده چې په پورته توګه د يوه تار راښکل وي، ښايي د اصطکاک له امله د سرک او موټر د ټايرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په يوه سرک کې دوره وهي) F_{cp} کيدای شي د جاذبې داسې قوه وي چې د مصنوعي سپوږمۍ د څرخېدو او يا د ځمکې په شاوخوا د سپوږمۍ د دوران لامل وي، نو F_{cp} له هغې قوې څخه عبارت دی چې بايد شتون ولري تر څو د دايره يي حرکت سبب وګرځي.

4-5: د اصطکاک قوه

په پخوانيو ټولګيو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول آشنا شوئ. ورځنۍ تجربې ښيي چې که چيرې يوه ګلوله د افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې ګلوله د يو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودريږي، په داسې حال کې چې د نيوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلوله بايد خپل مستقيم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي او که چيرې يوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کيږي چې د زمان په تيريدو د رقاصې واټن له عمودي خط څخه ورو وروکميږي او په پايله کې رقاصه دريږي، خو د ميخانيکي انرژۍ د تحفظ د قانون له مخې ، د پتانسيل انرژۍ د بدلېدو دليل په حرکي انرژۍ باندې او د هغې برعکس ، بايد د نوموړې رقاصې اهتزاز له عمودي خط څخه په عين واټن په متناوبه توګه د تل لپاره تکرار شي او کموالی په دې واټن کې هيڅکله ونه کتل شي. په افقي سطحې باندې د ګلولې له ساکن کيدو او له عمودي خط څخه د رقاصې د واټن د کمېدو څخه پايله تر لاسه کيږي چې حتماً د هغو د حرکت د لوري په خلاف يوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وايي.

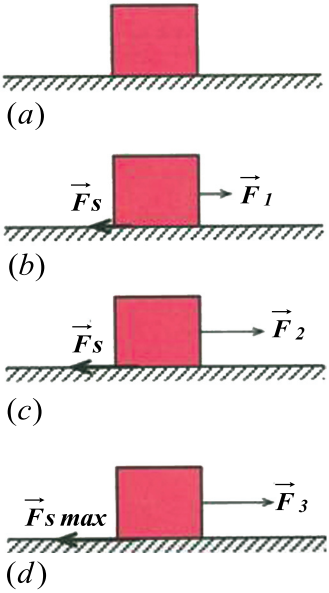
د اصطکاک قوه هغه مهال منځ ته راځي چې يو جامد جسم پر بل جامد جسم د مايع او يا ګاز په منځ کې حرکت وکړي. د اصطکاک قوه په دوو حالتونو کې څېړو.

1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ايښی دی، راښکل کيږي، خو ساکن پاتې کيږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه د ستاتيکي (سکون) اصطکاک قوې په نامه يادوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

1 - **د سکون (ستاتيکي) اصطکاک قوه**: د جامداتو ترمنځ اصطکاک 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 اصطکاک 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 اصطکاک 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 چيرې جسم همدارنګه ساکن پاتې شي، د پورتني ورته استدلال له مخې دې پايلې ته رسيږو چې د اصطکاک 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 اصطکاک قوه هم زياتيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

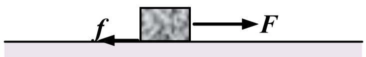
که چیرې په همدې ترتیب د $\vec{F_2}$ قوې کچه ورزیاته کړو او په $\vec{F_3}$ یې وښیو، جسم د حرکت په بهیر کې واقع کیږي. دا په دې معنا ده چې که چیرې د $\vec{F_3}$ کچه د $\vec{F_s}$ د قوې له کچې څخه لږ څه زیاته شي، جسم ساکن نه پاتې کیږي او په حرکت پیل کوي. په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته «د حرکت په حال د اصطکاک 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: $f_{s\,max} = \mu_s \cdot N . . . .(a)$

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: $f_s \leq \mu_s \cdot N$ دی.

مثال: یو جسم له $10kg$ کتلې سره د افقي سطحې پرمخ د $\mu_s = 0.4$ ستاتیکي اصطکاک له ضریب سره په 25 نیوټن قوې سره راکاږو، خو په خوځولو 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)

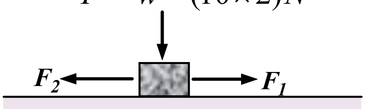
حل: څرنګه چې د F قوې په وارد ولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاتې کیږي، په دې معنا چې د جسم د ستاتیکي اصطکاک قوې مقدار ددې وارده قوې له مقدار څخه زیات دی. یعنې:

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

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.

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



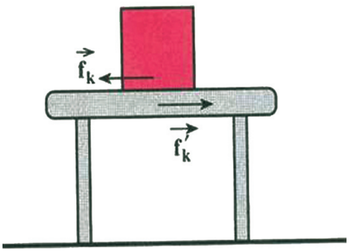
شکل (4-18)

(c) ketabton.com: The Digital Library

2- **د حرکي (ډینامیکي) اصطکاک قوه**: فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقي سطحې پرمخ راکاږئ. که چیرې صندوق نور نه راکاږئ، ګورئ به چې سرعت یې ورو، ورو کمېږي او څو شېبې وروسته دریږي. که چیرې موټر چې د افقي سطحې پرمخ د حرکت په حال کې دی، برېک نیسي، له لږې مودې وروسته موټر دریږي. دې ته په پام کولو سره چې قوه، د سرعت د بدلون لامل دی، باید یوه قوه د جسم د حرکت په خلاف لورې، په جسم وارده شوې وي. دا قوه د اصطکاک له حرکي(ډینامیکي) قوې څخه عبارت ده. کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ حرکت وکړي، د هر جسم د تماس له سطحې سره موازي یوه قوه ، د یوه جسم څخه پربل جسم واردېږي چې د اصطکاک ډینامیکي(حرکي) قوه نومیږي. په دې ځای کې هم د پورته رابطې په څېر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot N$$

μ_k د ډینامیکي (حرکي) اصطکاک له ضریب څخه عبارت دی.



(4-19) شکل

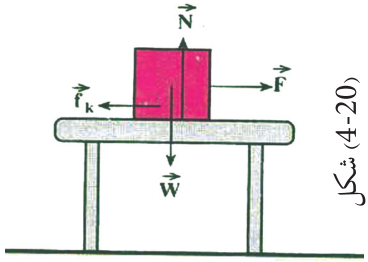
بحث وکړئ:

د ټولګـي په بیلابیلو ډلوکې «د سـتاتیکي اصطکاک او حرکي اصطکاک د قوو ترمنـځ توپیر» په هکله په خپلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګیوالوته واوروئ.

مثال: یو جسم په $12kg$ کتلې سره د یوه تناب په مرسته چې ورسره وصل شوی دی، د افقي سطحې پرمخ راکاږو، که چیرې د تناب لوری افقي او د دواړوجسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکي اصطکاک ضریب مساوي له 0.25 سره وي. پرجسم وارده شوې د حرکي اصطکاک قوه څو نیوټنه ده؟ ($g = 10m/s^2$ سره فرض کړئ).

حل: پر جسم واردې شوې قوې په لاندې شکل کې ښودل شوې دي. څرنګه چې جسم د افقي سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوټن له دویم قانون څخه پایله تر لاسه کیږي چې پر جسم د وارده قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دی:

$$N - W = 0$$
$$N = W = mg$$
$$N = 120(N)$$
$$f_k = \mu_k \cdot N$$
$$f_k = 0.25 \times 120$$
$$f_k = 30(N)$$



(4-20) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثال: په مخکيني مثال کې، که چيرې تناب په $F = 36\,N$ قوې سره کش کړو، د حرکت تعجيل به څومره وي؟

حل: د تعجيل د محاسبې لپاره د نيوټن له دويم قانون څخه ګټه اخلو. پرجسم د واردو شوو قوو محصله برابره ده له:

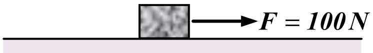
$$F - F_K = m \cdot a$$

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

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

تمرين:

په مخامخ شکل کې، جسم له $4\,{}^{m}/_{s^2}$ تعجيل سره د حرکت په حال کې دی. که چيرې د جسم کتله $20kg$ وي، د حرکې اصطکاک ضريب يې پيداکړئ.

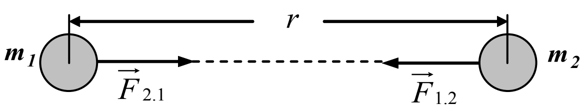


4-6: د نيوټن د جاذبې قانون

آيا تر اوسه مو له خپله ځانه پوښتلي چې ولې کله چې يو جسم پورته خواته غورځوو، پس له يوې مودې څخه بېرته ښکته لوېږي؟ او يا ولې اوبه په ويالو کې مخ ښکته حرکت کوي؟ له پخوا زمانو څخه بشر پوهيده چې ځمکه، خپل نژدې جسمونه د ځان په لور راکاږي، دې قوې ته د جاذبې قوه وايي. نيوټن انګليسي پوه (عالم) د جاذبې د قانون په بيانولو سره وښودله چې قوه د دواړو جسمونو ترمنځ شتون لري. د نيوټن د جاذبې د قانون له مخې دواړه کتلې، په يوه وخت يوبل جذبوي. نيوټن د جاذبې قانون په لاندې توګه بيان کړ: «د دوو کتلو ترمنځ د جاذبې قوه د دواړو کتلو د ضرب له حاصل سره مستقيم نسبت او د هغو ترمنځ د واټن له مربع سره معکوس نسبت لري» که چيرې د m_1 او m_2 دوو کتلو ترمنځ واټن له لاندې تماس سره سم له r سره برابروي، د جاذبې قوې (F) کچه د دوو کتلو ترمنځ له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

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

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



(4-21) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

په دي 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:

$$G = 6.67\times10^{-11}\,\frac{N\cdot m^2}{kg^2}$$

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:

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

لکه څنګه چې پورتنی مثال رابښیي، 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، یعنې 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: $g' = G\dfrac{M_e}{(R_e + h)^2}$

خیړنه وکړئ:

خیړنه وکړئ چې د جاذبې نړیوال ضریب G د لومړي ځل لپاره د چا لخوا محاسبه شـو؟ د هغه دکار طریقې په لنډه توګه ټولګي ته رپورت ورکړئ.

پوښتنه:

دې ته په پام کولو سره چې د g منځنۍ کچه د ځمکې په سطحه کې $9.8 m/s^2$ په شاوخوا او د ځمکې شعاع $6.4\times10^6\ m$ دی. 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 پراشوت 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 یعني: $F_d = bV^2$

د b قیمت ثابت دی، د جسم د اندازې او شکل سره اړه لري او د مقاومت د قوې لوری د حرکت د لوري مخالف وي. څرنګه چې د سرعت له زیاتیدو سره د مقاومت قوه زیاتیږي، نوکله چې د راښکلو د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دې حالت کې به خامخا سقوط کوونکي 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: $F_d = mg\dfrac{V^2}{V_t^2}$

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

جسم	حدي سرعت (m/s)
د چرګ بڼکه	0.5
د واورې دانه	1
د باران څاڅکي	7
هوا باز(له واز پراشوت سره)	$5-9$
الوتونکي عقاب	$50-60$
هوا باز (له الوتونکي پراشوت سره)	80
مرمۍ	100

مثال: دوه هوا بازان چې یو ډول پراشوټونه لري او کتلې یې (د پراشوټونو په ګډون) $62.0Kg$ او $82.0Kg$ دي. کوم هوا باز حدي زیات سرعت لري او د حدي سرعتونو نسبت یې څودی؟

د مثال حل لپاره لارښووني:

څرنګه چې پراشوتونه یو ډول دي، نوهیله دا ده چې په یوه ټاکلي سرعت باید د مقاومت راښکوونکي قوې کچه پر دواړو پراشوتونو یو ډول عمل وکړي.

هغه هوا باز چې وزن یې زیات دی، د دې لپاره چې د مقاومت قوه یې د هغه له وزن سره برابره وي، باید ژر سقوط وکړي. له دې امله د $82.0Kg$ هوا باز باید ډېر حدي سرعت ولري. د حدي سرعتونو نسبت د ټاکلو لپاره په پیل کې 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 یعني:

$$mg = F_d = bV_t^2$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

خرنګه چې پراشوتو نه يو ډول دي، ګورو به چې د b ثابت قيمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله $V_t \propto \sqrt{m}$ ، نو درووند هواباز حدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، بايد چټک حرکت وکړي، نو د حدي سرعتونو نسبت به يې په دې ډول وي:

$$\frac{V_{t2}}{V_{t1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{82,0Kg}{62,0Kg}} = 1,15$$

د $82.0Kg$ وزن لرونکي هواباز حدي سرعت د کم وزنه هواباز له 1,15 چنده حدي سرعت سره برابردی يعني 15% يې چټک حرکت کړيدی.

مباحثه: د $82.0Kg$ هواباز 32% درووند دی، ځکه: $\frac{82,0Kg}{62,0Kg} = 1,32$ خو حدي سرعت فقط 15% ډېردی او لامل يې دا دی چې د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقيماً متناسبه ده يعني همدا 15%ډېر سرعت د مقاومت قوه 32% زياتوي، يعني: $(1\cdot15)^2 = 1\cdot32$

تمرين

يو پيلوټ خپل ځان له پراشوت سره د ځمکې د سطحې له يوه لوړوالي څخه له خپلې الوتکې غورځوي. که چيرې د پيلوټ مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چې پيلوټ حدي سرعت ته رسيږي، څومره ده؟

مثال- د باسکټبال يو توپ له يولوړ تعمير څخه را خوشې کيږي.

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

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

c- د توپ تعجيل په هغه وخت کې چې سرعت يې د حدي سرعت نيمايي ته رسيږي پيداکړئ.

د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د y مثبت محور انتخابوو، تر څو د معمول په شان يې نقطې په پورته لور پرمخ په نښه کړو. خرنګه چې توپ د سکون له حالت څخه غورځول کيږي، نو له دې امله هغه يوازينی قوه چې د غورځولو په لومړۍ شيبه کې پرې عمل کوي، د ځمکې د جاذبې قوه ده په دې شيبه 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.خرنګه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجيل د آزاد سقوط له تعجيل سره مساوي دی، يعني: $(\vec{a} = \vec{g})$

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

(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: $V = \frac{1}{2}V_t \Rightarrow \frac{V^2}{V_t^2} = \frac{1}{4}$

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

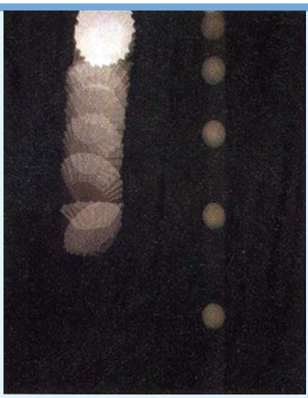
نو د توپ تعجیل. $\vec{a} = -3/4\,\vec{g}$ او د $\vec{a}$ او $\vec{g}$ دواړه لورې مخ په ښکته دي.

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:

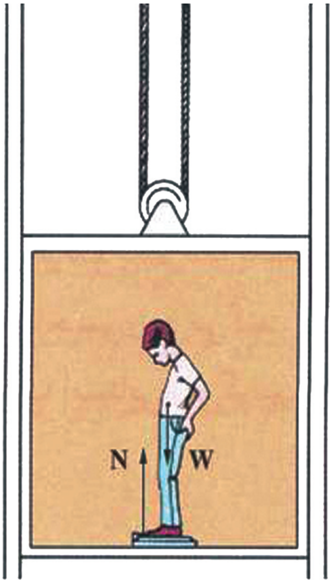
یو لوړ یا یو اوچت محل ته وخېژئ، او یا پر یوې زینې پورته شئ او له هغه ځایه یو ټوکړې شکله کاغذ لکه د کیک کاغذي جامګۍ او یوه پنځه افغانیګۍ سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سکې په وړاندې د صرف نظر وړ دی، خو دا چې له ډیرې لوړې ارتفاع څخه خوشې شي. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذي ټوکرې په وړاندې ډېر د پام وړ دی او ټوکرې تقریباً یو نا څاپه خپل حدي سرعت ته رسیږي. څو کاغذي ټوکرې (له دوونه ترڅلورو دا نو) سره یوځای کړئ او هغوی له لومړني ټوکرې سره یوځای خوشې کړئ. څه به وګورئ؟ آیا د کاغذي توکرېو حدي سرعت زیات دی؟ ولې؟

(c) ketabton.com: The Digital Library



اوس یوه ټوکړې کاغذ کلوله کړئ او بیا هغه په یو وخت له سـکې سـره خوشـې کړئ. و به ګورئ په داسـې حال کې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرنې وړ دی. ولې؟
په دې هکله په ډلوکې بحث وکړئ او لاندې شـکل ته چې یو سـټروبو سکوپیک تصویر دی او د دوو جسـمونو سـقوط په هواکې له ډېر توپیري حدي سرعتونوسره ښـیي، وګورئ او په مرسـته یې د هغه فعالیت په هکله چې ترسـره کړی مو دی، په ډلوکې بحث او مناقشـه وکړئ (تصویرونه په زماني وقفو $1,15\,s$ کې عکاسي شوي دي)

(4-23) شکل



4-7: لفټ

لفټ څه شی دی؟ آیا تراوسه موله ځانه پوښتنه کړې ده چې لفت د فزیک له نظره څنګه کار کوي؟ کله چې د لفت د ننه یاست او لفت د v په ثابت سرعت پورته او یا ښکته حرکت کوي، څه پیښیږي؟ او که چیرې لفت د a په ثابت تعجیل په حرکت پیل وکړي، څه پیښیږي؟ او..... دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به د دې لوست په پای کې هغو ته د ځواب ورکولو وړتیا ترلاسه کړئ.

پورتنیو پوښتنوته د ځواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ: فرض کړئ چې یوتن د m له کتلې سره د لفت د ننه پر یوه فنرې تله ولاړ دی. پرفنرې تلې د واردې قوې کچه په لاندې دریو حالتونو کې تر مطالعې لاندې نیسو:

(4-24) شکل

1 - که چیرې لفت ساکن وي: په دې حالت کې څرنګه چې لفت ساکن دی، په پایله کې د حرکت تعجیل به صفر وي. پر شخص واردې قوې په (4-24) شکل کې ښودل شوي دي، نو د نیوټن د دویم قانون له مخې لیکلای شو:

$$a = 0$$

$$F = N - W = 0$$

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

په دې حالت کې داسې پایله ترلاسه کولای شوچې: کله چې یوتن د لفت د ننه دی او د لفت تعجیل صفر دی، فنرې تله یوازې د جسم د وزن قوه یعنې $W = mg$ راښیي.

(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 نظر کې نیسو) او د نیوټن دویم قانون ته په پام کولو سره کولای شو ولیکو چې:

$$F = ma$$
$$W - N = ma$$
$$mg - N = ma$$
$$N = mg - ma$$
$$N = m(g - a) \ldots \quad (3)$$

نوټ: پورتنیو دریو حالتونو ته په پام کولو سره کولای شو پایله ترلاسه کړو: «کله چې لفت ساکن دی او یا له ثابت سرعت سره حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي، د شخص له ریښتني وزن سره برابردی، یعني: $(N = W)$. کله چې لفت له ثابت تعجیل سره مخ پورته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي، د شخص له واقعي وزن څخه ډېر دی، یعني $(N \rangle W)$ کله چې لفت د مثبت تعجیل په لرلو سره مخ په ښکته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي د شخص له ریښتني وزن څخه کم دی، یعني: $(N \langle W)$

مثال: یوتن له $70\,kg$ کتلې سره د لفت د ننه ولاړدی، هغه عمودي قوه چې د لفت قاعده یې پرشخص واردوي په لاندې حالاتو کې یې محاسبه کړئ.

a- لفت ساکن دی

b- لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.

c- لفت په $2m/s^2$ ثابت تعجیل پورته خواته په حرکت پیل کوي، ($g = 10\ m/s^2$ دې فرض شي)

حل: a) څرنګه چې لفت ساکن دی د حرکت تعجیل صفر دی او په پایله کې:

$$a = 0$$
$$F = N - W = mg$$
$$N = W = mg$$
$$N = 70 \times 10 = 700\ N$$

(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.

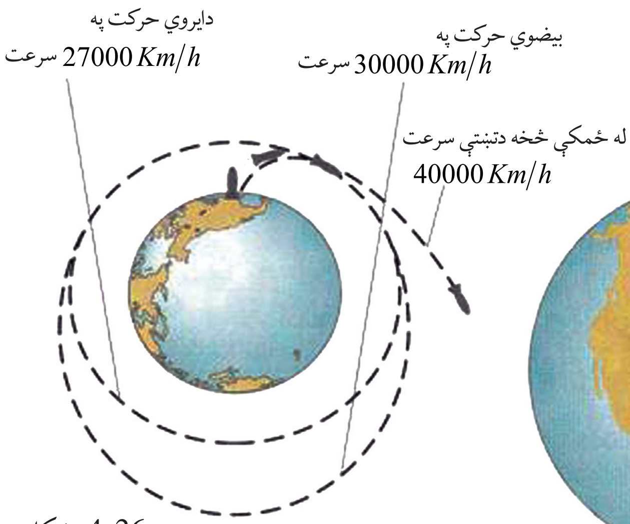
(4-25) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

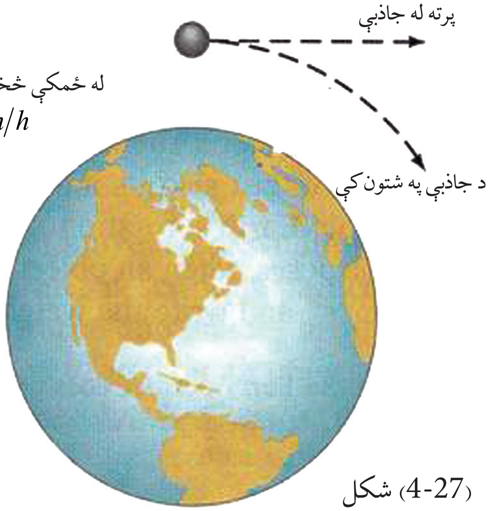
نوله دې امله نوموړی سړی دې پایلې ته رسیږي چې هېڅ یوه قوه پر مصنوعي سپوږمۍ عمل نه کوي، خو هغه څه ته په پاملرنې چې د دایروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولای شو ووایو چې پر مصنوعي سپوږمۍ دوې قوې عمل کوي. یوه د جاذبې قوه mg او بله له مرکز څخه د تېښتې قوه $mR\omega^2$ چې دواړه قوې یوه له بلې څخه په مخالفو 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 نيوټن د حرکت قوانين، په کلاسيک فزيک کې د حرکت پيژندنې ډېر مهم قوانين دي.
- د نيوټن لومړی قانون (دعطالت يا انرشيا قانون) بيا نوي چې: يو جسم د سکون او يا د مستقيم خط پرمخ خپل يو ډوله (يونواخت) حرکت ساتي، خو کله چې د يوې قوي تراغيزي لاندې د خپل حالت بدلون ته اړ کړای شي.
- مصنوعي سپوږمۍ چې د بشر لخوا هوا ته توغول کيږي، د هغوی د حرکتونو د محاسبې لپاره د نيوټن له دريم قانون څخه ګټه اخيستل کيږي.

- د نيوټن دويم قانون بيانوي چې: که چيرې پر يوه جسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجيل اخلي چې پر جسم د وارده قوو له محصلې سره مستقيم نسبت او ورسره عين لوري لري او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري چې په لاندې ډول بيانيږي.

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

- د نيوټن دريم قانون بيا نوي چې: هر کله چې يو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دويم جسم هم په لومړي جسم برابره قوه په مخالف لوري واردوي چې په لاندې توګه ليکل کيږي.

له وکتوري پلوه .... $\vec{F}_{1.2}=-\vec{F}_{2.1}$

له سکالري پلوه .... $F_{1.2}=F_{2.1}$

- د اتکاء عمودي قوه، يو له هغو قوو څخه ده چې ځانګړی قانون ورته نشته، يعنې داسې رابطه نه شته چې په مرسته يې وکولای شو، د دې قوو کچه محاسبه کړو، لکه څنګه چې مو ولوستل، د دې قوو کچه د نيوټن د دويم قانون په مرسته محاسبه کوو.

- د ستاتيکي اصطکاک قوه: جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ايښې، راکښل کيږي، خو ساکن باقي پاتې کيږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د ستاتيکي اصطکاک قوه وايي. د ستاتيکي اصطکاک قوه د لاندې رابطې له مخې لاس ته راځي: $F_{S\,max}=\mu_S\cdot N$
- کله چې جسم پر يوې سطحې قرار لري حرکت کوي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د حرکي (د ډيناميکي) اصطکاک قوه وايي چې په لاندې ډول ليکل کيږي: $f_k=\mu_k\cdot N$

(c) ketabton.com: The Digital Library

μ_S او μ_K په ترتیب سره د ستاتیکي او د ینامیکي اصطکاک له ضریبونو څخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

که چیرې دوي کتلې m_1 او m_2 وي او د دوی تر منځ واټن r وي. د دوو کتلو ترمنځ د F جاذبوي قوې کچه له لاندې رابطې څخه په لاس راځي: $F = G\dfrac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ پورتنۍ رابطه د نیوټن د جاذبې له قانون څخه عبارت ده چې د m_1 او m_2 دوو کتلو له حاصل ضرب سره مستقیمه رابطه او د دې دوو کتلو ترمنځ د واټن له مربع سره معکوسه رابطه لري:

- د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه 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 $g = G\dfrac{M_e}{R_e^2}$ له پورتنۍ رابطې څخه لاسته راځي.
- که چیرې جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ار تفاع کې وي، په پایله کې پورتنۍ رابطه په لاندې شکل لیکل کیږي:

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

- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، $N = W$ که چیرې لِفت له ثابت تعجیل سره مخ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال $N \rangle W$ څخه او که چیرې لِفت له ثابت تعجیل سره مخ په ښکته حرکت وکړي، په پایله کې $N \langle w$ څخه وي.
- پر مصنوعي سپوږمیو دوې قوې عمل کوي، یوه یې د جاذبې قوه (مرکزته د جذب قوه) او دویمه یې له مرکز څخه د تیښتې قوه.

(c) ketabton.com: The Digital Library

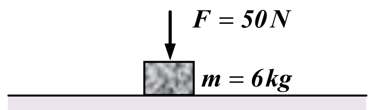
د څلورم څپرکي پوښتنې

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 موټړ ولې په یو افقي سړک چې سطحه یې کنګل ده، نشي کولای د سړک له ګولايي 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:

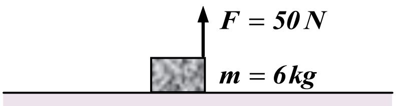
a- د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.

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)



(a)

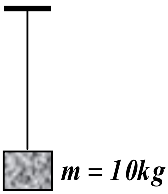


(b)

14. له شکل سره سم یو جسم له تناب سره ترلې او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلی دی.

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

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



(c) 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 څرګندیږي؟

16. یو جسم له 20Kg کتلې سره د یوې افقي سطحې پرمخ چې ستاتیکي ضریب یې $\mu_s = 0.5$ دی ایښې او هغه د (F) قوې سره راکاږو، خو په ښور ولو یې قادر نه یو. د F قوه به د نیوټن پر حساب څومره وي؟

17. یو جسم د یوه فنر له څوکې سره په یو لفټ کې ځړول شوی دی، د جسم کتله 5Kg او د فنر ثابت $1000N/m$ دي. د فنر د اوږدوالي بدلون په لاندې حالتونوکې حساب کړئ.

a- لفت له $3m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته په حرکت پیل کوي.

b- لفت له $3m/s^2$ تعجیل سره مخ ښکته په حرکت پیل کوي.

c- لفت له ثابت سرعت سره حرکت کوي.

18. غواړو یو جسم ته چې 10Kg کتله لري، $3m/s^2$ تعجیل ورکړو، د هغې قوې کچه چې باید پرې وارده یې کړو، په لاندې حالتونوکې حساب کړئ:

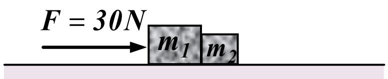
a- جسم د افقي سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه حرکت کوي.

b- جسم پرافقي سطحه له 0.1 حرکي اصطکاک ضریب سره، په حرکت کې دی.

c- جسم په قایم مسیرکې مخ پورته حرکت کوي.

d- جسم په قایم مسیر کې مخ ښکته حرکت کوي.

19. د m_1 او m_2 دوه جسمونه د یوې هوارې اوصفا افقي سطحې پرمخ شتون لري، د m_1 کتلې کچه 10Kg او د m_2 کتلې کچه 5Kg ده ، د $\vec{F}$ افقي قوه چې کچه یې 30N ده، د شکل په څېر، په m_1 واردیږي، هغه په حرکت راولي، پیداکړئ چې د m_2 کتلې لخوا څومره قوه په m_1 کتلې باندې واردیږي؟ د دواړو کتلې مشترک شتاب حساب کړئ.



20. دځمکې د کُرې کتله $6\times10^{24}\ kg$ او د سپوږمۍ د کُرې کتله تقریباً $7.4\times10^{22} kg$ او د ځمکې د کُرې د مرکز واټن د سپوږمۍ د کُرې له مرکز څخه تقریباً $4\times10^5\ km$ دی.

a- د جاذبې قوه چې ځمکه یې پرسپوږمۍ واردوي محاسبه کړئ او ووایئ چې دا قوه سپوږمۍ ته څومره تعجیل ورکوي؟

b- د سپوږمۍ دجاذبې قوه پرځمکې څومره ده ؟ دا قوه ځمکې ته په کومه کچه تعجیل ورکوي؟

(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 ښایي توپ ته په مترونو د موقعیت بدلون ورکړي، یو داسې کار به ترسره کړي چې مجموعه به یې له ($\frac{1}{2}mV^2$) حرکي انرژي سره چې د توپ د سرعت ورکولو لپاره اړینه ده، مساوي وي. همدې لاسته راغلې پایلې ته د (کار- انرژي) قانون وایي.

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 ځانګړې 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 یکې 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 طاقتٍ 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 تېرو 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.

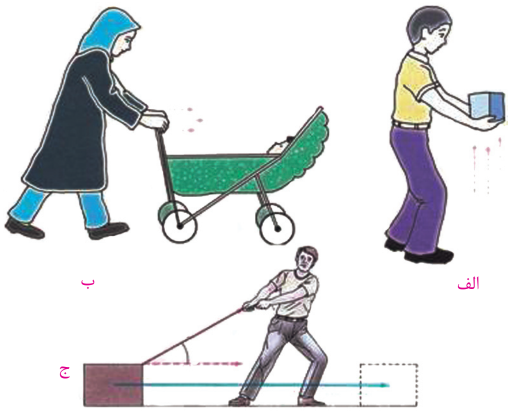
فعالیت:

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 بېلابېلو ډلو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیاېې ټولګي ته وړاندې کړئ.

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

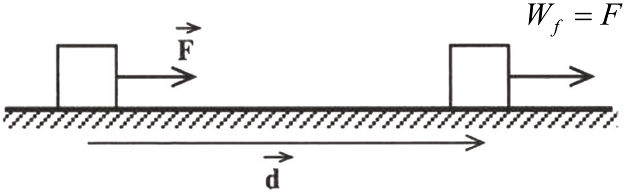
1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوې د اعمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له بدلون سره مخامخ کېږي.

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.



(5-1) شکل

یعنې که چېرې د (5-2) شکل په څېر، پر جسم د $\vec{F}$ په کچه قوه وارده شي، هغه د d په اندازه له ځایه بې ځایه کړي، د تعریف له مخې د F ثابتې قوې کار عبارت دی له: $W_f = F \cdot d$........(1)



(5-2) شکل

(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، یعنې

$$1N\cdot m = 1J \text{.........}(\ 2)$$

د cgs په سیستم کې د کار د اندازه کولو واحد له ارګ (erg) څخه عبارت دی چې په لاندې توګه وړاندې کېږي:

$$1erg = 1dyne\cdot 1cm \text{..........}\ \text{...}(3)$$

په انګلیسي سیستم کې کار په فوت پونډ $(foot-pound)$ سره اندازه کېږي چې په دې ډول وړاندې کېږي:

$$1J = 10^7 erg = 0.7376\quad Lb\cdot ft \text{...........}(4)$$

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 خو 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:

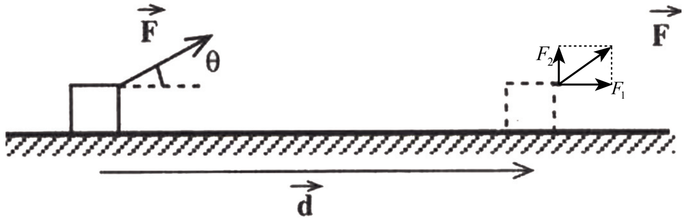
$$w = F\cdot d$$

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

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:

$$w_f = F\cdot d\cos\hat{\theta} \text{.........}(5) \quad \text{او یا} \quad w_f = F_1\times d = F\cos\theta\cdot d$$



(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:

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

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

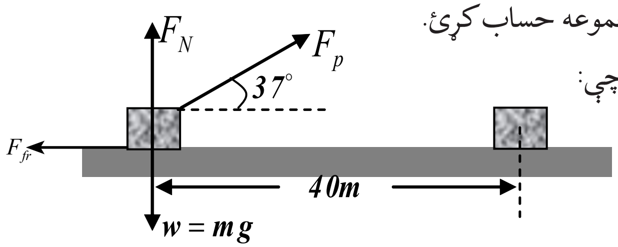
قوه کولای شي چې پر یوه جسم عمل وکړي، خو هېڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسو د ښوونځي خپل بکس په لاس کې ونیسئ او ودرېږئ، په دې حالت کې کار نه ترسره کوئ ولې؟

مثال: یو تن له $F_p = 100N$ ثابتې قوې سره، 50Kg جسم د 40m په اندازه بې ځایه کوي. که چېرې د قوې وکتور او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه $37°$ وي او د اصطکاک قوه $50N$ وي.

a. د هرې قوې کار چې پر جسم عمل کوي، لاس ته راوړئ.

b. پر جسم د ترسره شوي کار مجموعه حساب کړئ.

حل: شکل ته په پام کولو سره لرو چې:



(5-4) شکل

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

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

$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos 90° = F_N d \times 0 = 0$$

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

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

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

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

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

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

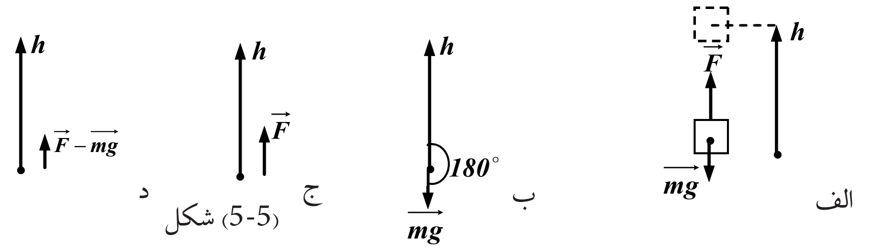
$$W_{net} = 0 + 0 + 3200J - 2000\ J = 1200\ J$$

(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.

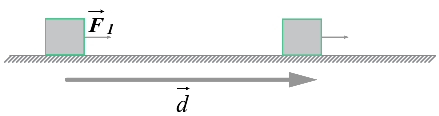
په پایله کې:
$$W_{mg} = m \cdot g \cdot h \cdot \cos 180° = mgh\ (-1)$$
$$\Rightarrow W_{mg} = -mgh$$



شکل (5-5)

تمرین: په شکل کې د F ثابته قوه په (افقي امتداد کې په یوه جسم د m په کتله واردیږي او هغه د یوې سطحې پرمخ له μ_k حرکي اصطکاک له ضریب سره بې ځایه کوي مطلوب دی.

a) د F قوې کار
b) د اصطکاک قوې کار
c) د عکس العمل قوې کار
d) د وزن قوې کار
e) د قوو د محصلې کار



5-2: کار او حرکي انرژي

د پخوانیو معلوماتو له مخې 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 زیاتیږي.

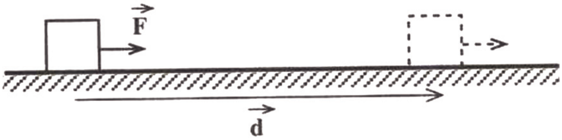
موږ په ورځني ژوندانه کې په خپل چاپېریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې بِرک شویدی حرکي انرژي یې کمېږي او....

فعالیت:

نورې بېلګې چې د حرکي انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپېریال 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 څېړنې لپاره يو جسم د m په کتله (6-5) شکل سره سم په نظر کې ونيسئ چې د وارده قوو محصله يې ثابته او له $\vec{F}$ سره برابره ده او جسم ددې قوې تر اغېز لاندې د d په اندازې پر يوه افقي سطحه د مکان بدلون کوي.



(6-5) شکل

لکه څنګه چې پوهېږو د F د قوې کار له لاندې رابطې سره حسابېږي. $W = F \cdot d$ له بلې خوا د نيوټن له دويم قانون څخه په ګټې اخېستلو کولای شو وليکو چې $F = m \cdot a$ د F د قوې د اعمال له امله، د جسم سرعت د v_1 له کچې څخه په (1) نقطه کې د v_2 په کچه په (2) نقطه کې بدلون کوي او دا چې له پخوا څخه پوهېږو:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \quad \text{اويا} \quad v_2^2 - v_1^2 = 2ad \quad . . . (1)$$

د $w = F \cdot d$ په رابطه کې ددې رابطې په ايښودلو سره لرو چې:

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

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

ددې رابطې د ښي اړخ لومړی حد، د جسم حرکي انرژي په (2) نقطه کې او دويم حد يې د جسم حرکي انرژي په (1) نقطه کې دي.

په پايله کې که چېرې دوې حرکي انرژي په ترتيب سره په K_2 او K_1 وښيو لاندې رابطه په لاس راځي:

$$W = k_2 - k_1 \quad \text{او يا:} \quad (3) \quad . . . . \quad W = \Delta k$$

(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 منفي 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 چېرې د جسم کتله دوه برابره شي، حرکي انرژي به په څومره کچه بدلون وکړي؟

b. که چېرې د جسم سرعت دوه برابره شي، د جسم حرکي انرژي به په څومره کچه بدلون وکړي؟ (په ټولګي کې پرې بحث وکړئ)

مثال: یو جسم له 1Kg کتلې سره له 10m لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخیستلو، 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 چېرې ډریور برک ونیسي، موټر له یو څه واټن څخه وروسته درېږي. د اصطکاک د قوې اویا په موټر باندې د برک قوې کار پیداکړئ.

حل: د موټر سرعت له برک کولو څخه تر مخه برابر دی له:

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

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

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

دا چې موټر له برک کولو څخه وروسته درېږي $k_2 = 0$ دی. له بلې خوا د اصطکاک قوه، د اتکا عمودي قوه او د وزن قوه هغه قوې دي چې پر جسم اغېز کوي او په پایله کې:

$$W_{net} = W_f + W_N + W_{mg}$$

خو د اتکا د عمودي قوې کار او د وزن قوه له صفر سره برابر ده (ولې؟) په پایله کې:

$$W_{net} = W_f = k_2 - k_1 = 0 - 300000 = -300000\ J$$

تمرین: یو موټر چې له یو ټن کتلې او له 36Km/h سرعت سره په حرکت کې دی. د موټر ډریور ناڅاپه برک کوي. که چېرې د سړک او د موټر د ټایرونو ترمنځ د اصطکاک ضریب 0.5 وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته ودرېږي؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

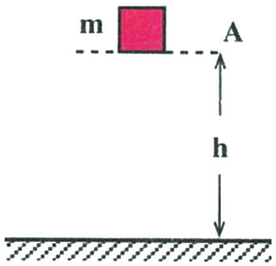
تمرین: یو جسم د h له لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخیستلو سره یې سرعت د لوړوالي په $3/4\,h$ برخه کې پیداکړئ. (د هوا له مقاومت څخه تېر شي).

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

کار او د پوتنشيل 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 ځېړنې ته مخه کوو چې د کار او پوتنشيل انرژي ترمنځ رابطه څنګه ده؟ لکه څنګه چې پوهېږو د پوتنشيل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې يو جسم يې د ځمکې له سطحې څخه د خپل لوړوالي له امله لري. يعنې که چېرې يو جسم د (5-7) شکل په څېر د ځمکې له سطحې څخه د h په لوړوالي کې واقع وي، د پوتنشيل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره بايد کار ترسره کړو، نو ددې کار د ترسره کېدو له امله جسم د پوتنشيل جاذبوي انرژي لاس ته راوړې ده، نو ويلای شو چې د پوتنشيل د انرژۍ په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخيره کېږي.



(5-7) شکل

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

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

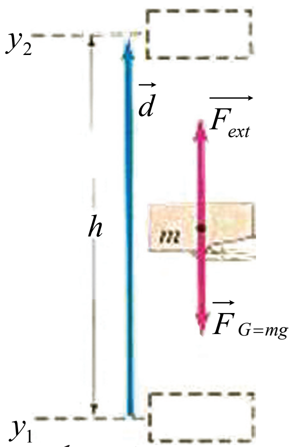
$$W_P = F\cdot d\cos\hat{\theta} = m\cdot g\cdot h\cos 0^\circ = mg(h_2 - h_1)$$

په پايله کې کولای شو وليکو چې: $W_P = mgh_2 - mgh_1 = \Delta p$

يعنې هغه کار چې د F قوې لخوا د m د کتلې د پورته کولو لپاره د h_1 له لوړوالي څخه د h_2 ارتفاع ته مصرفېږي، په هغې کې د پوتنشيل د انرژۍ له تفاضل څخه عبارت دی، يعنې: $u = W_P = \Delta p$

پورتنيو ټکو ته په کتو کولای شو، د پوتنشيل جاذبوي انرژي په لاندې توګه تعريف کړو:

د يوه جسم د پوتنشيل جاذبوي انرژي د ځمکې په نسبت په يوه نقطه کې له هغه کار سره برابره ده چې موږ يې ترسره کوو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د ځمکې له سطحې څخه تر يادې شوې نقطې پورې ولېږدوو.



(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 پايله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فعالیت:

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

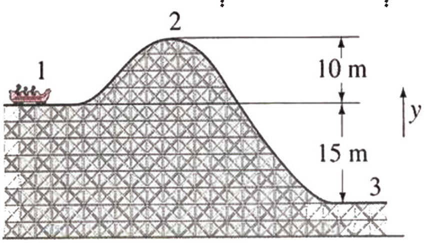
ارتفاع	حرکي انرژي	د پوتانسیل انرژي	د حرکي او پوتانسیل انرژیو مجموع
h			
$\frac{1}{2}\times h$			
$\frac{1}{4}\times h$			
0			

نوټ: د یادولو وړ ده چې که چېرې له ثابت سرعت سره شرط د پوتانشیل 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 ښیي 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 پوتننشیل د انرژۍ توپیر حساب کړئ

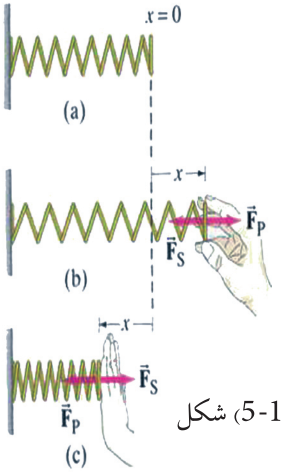


(5-9) شکل

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؟

ددې 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 په اندازه راکاږو او یایې کنښکاږو، 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 کنبېکاږل شوی فنر هم یوه قوه د F_p قوې پر مخالف لوري په لاس واردوي. ولې؟ (بیان یې کړئ)

نو کولای شو ولیکو چې: $F_s = -KX \ldots\ldots (2)$ (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: $F_p = -F_s \ldots\ldots (3)$

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: $\Rightarrow dw = \vec{kx} \cdot \vec{dx}$

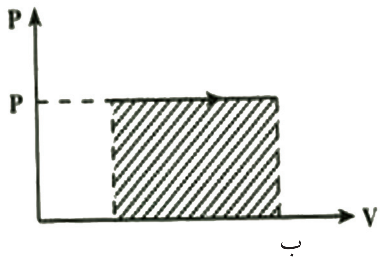
څرنګه چې F_p د $X_1 = 0$ له موقعیت څخه تر هر وروستني X موقعیت پورې خطي تحول لري، نو ځکه متوسطه قوه $(\overline{F})$ عبارت له $(\overline{F} = \frac{1}{2}(0+KX) = \frac{1}{2}KX)$ څخه او مجموعي سرته رسیدلي کار $(W = \overline{F}X = \frac{1}{2}KX \times X = \frac{1}{2}KX^2)$ وي چې دا کار د فنر د پوتانشیلي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

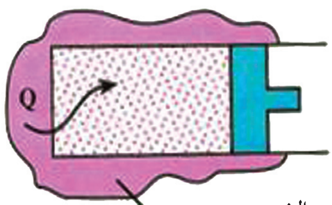
مثال: د یو فنر ثابت ضریب $405\, N/m$ دی، خومره کچه کار په کار دی، ترڅو فنر 3cm اوږد شي؟

حل: $w = \frac{1}{2}(405\, N/m)(0.03m)^2 = 0.182\, J$

هغه کار چې د ګاز په مرسته له ثابت فشار سره پر پستون ترسره کېږي

هغه کار چې د ګاز لخوا پر پستون ترسره کېږي، د څېړلو لپاره یې یو ګاز د (الف، 11-5) شکل په څېر د یو پستون په منځ کې چې د تودوخې له سرچینې سره په تماس کې دی، په نظر کې ونیسئ. ګاز په پیل کې د P په فشار او v_1 حجم کې د تعادل په حالت کې دي. (فرض کړئ چې د پستون او 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

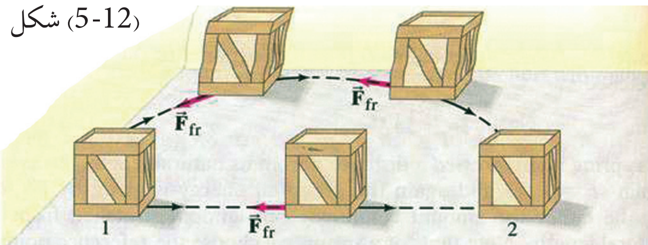
(c) ketabton.com: The Digital Library

که چېرې په همدې ترتیب د ګاز تودوخې ورکولو ته ورو، ورو دوام ورکړو. ګاز په څنډ سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو ښې لورته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل ډېر کوچنی وي.
په پایله کې هغه قوه چې ګاز یې پر پستون واردوي، باید له هغه قوې سره چې چاپیریال یې په پستون واردوي برابره وي، نو له دې امله ویلی شو چې د تودوخې ورکولو په بهیر کې د ګاز فشار د محیط له فشار سره یو شان دی، یعنې ددې عمل پر مهال د ګاز فشار ثابت پاته کېږي. د حجم او فشار ګراف $(p-v)$ په دې عملیه کې د (ب، 11-5) په شکل کې ښودل شوی دی.
په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېږي، لومړی کار محاسبه کوو.
که چېرې د ګاز فشار P وي، ګاز د عملیې پر مهال د $F = P \cdot A$ قوه په پستون واردوي چې په هغې کې A د پستون سر له مساحت څخه عبارت دی. که چېرې د پستون د ځای بدلون له d سره برابر وي. دW کار چې سیستم یې د چاپیریال پرمخ ترسره کوي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي: $W = F \cdot d = (P \cdot A)d$ خو Ad د استوانې له حجم څخه عبارت دی چې برابر دی له: $\Delta V = V_2 - V_1$ د حجمونو توپیر په پایله کې: $W = P\Delta V$ ....(4)
(4) رابطه له هغه کار څخه عبارت دی چې پستون یې د چاپیریال پرمخ ترسره کوي.

5-4: تحفظي او غیر تحفظي قوې

تحفظي او غیرتحفظي قوې څنګه قوې دي؟ ددې دوو قوو ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟
لکه څنګه چې پوهېږو که یو جسم د h_1 له ارتفاع څخه د h_2 ارتفاع ته پورته کړو. باید انرژي مصرف کړو او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو نه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تړاو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوې وایي. د ځمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه ښه بېلګه ده. په هغه صورت کې چې د F قوې پرمټ ترسره شوي کار د لارې له مسیر سره تړاو لري. په دې صورت کې دې ډول قوو ته، غیر تحفظي قوې وایي. ددې ډول قوو ښه بېلګه له اصطکاک قوې څخه عبارت ده. په همغه ډول چې په (12-5) شکل کې وینئ، کله چې یو جسم ته له یوې نقطې څخه بلې نقطې ته حرکت ورکول کېږي، هغه کار چې ترسره شو، د جسم پرمټ له وهل شوي مسیر سره تړاو لري. لکه چې په شکل کې لیدل کېږي چې جسم له 1 موقعیت څخه تر 2 موقعیت پورې د دوو مسیرونو له لارې حرکت کولای شي.

(12-5) شکل



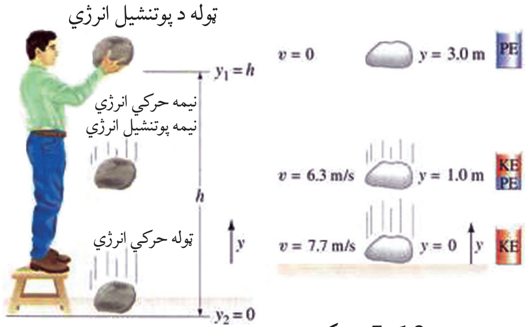
1 مستقیم مسیر 2 منحني مسیر، که چېرې جسم له 1 موقعیت څخه تر 2 موقعیت پورې له منحني مسیر څخه حرکت وکړي، د اصطکاک د قوې کار د هغه د اصطکاک قوې له کارڅخه زیات دی چې همغه جسم له مستقیم مسیر څخه حرکت کوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

5-5: د میخانیکي انرژي ساتنه (تحفظ)

د میخانیکي انرژي تحفظ څه شی دی؟ کله چې یو جسم د m له کتلې سره د h له ارتفاع څخه خوشې کوو، د جسم د پوټانسیل انرژي او حرکي انرژي به بدلون وکړي؟ ولې؟ د حرکي او پوټانسیل انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟

په هغه صورت کې چې یوازې تحفظي قوې پر جسم عمل وکړي، موږ یوې آساني او ښکلې پایلې ته رسیږو.

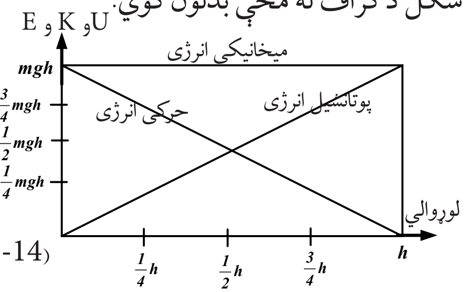


(5-13) شکل

ددې پایلې د توضیح او پورتنیو پوښتنوته د ځواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د m کتله لري، په نظر کې ونیسئ چې د ځمکې له سطحې څخه د y له لوړوالي څخه خوشې شوی دی.

په مخامخ شکل کې لیدل کیږي چې د سقوط پر پایله کې د جسم حرکي او پوټانسیل انرژي د لاندې شکل د ګراف له مخې بدلون کوي.

لکه څنګه چې لیدل کیږي، د سقوط پر مهال، د جسم د پوټانسیل انرژي کمیږي او حرکي انرژي یې زیاتیږي، خو د دې دوو انرژیګانو مجموعه د حرکت پرمهال په هره لحظه کې ثابته پاتې کیږي.



(5-14) شکل

د پورتنیو مفاهیمو په پوهېدو سره اوس یو نوې کمیت چې میخانیکي انرژي (E) نومیږي، ځیرو چې د حرکي او پوټنشیل انرژي له مجموعې څخه عبارت ده او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو ولیدل، د دې کمیت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاتې کیږي، یعنې د پوټانسیل انرژي له زیاتیدو سره د حرکي انرژي کچه کمیږي او برعکس، یعنې: $K_E + P_E = const = M_E$ که څه هم په پورته مثال کې د میخانیکي انرژۍ تحفظ ښودل شوی دی، خو کولای شو وښیو چې له یو شمیر قوو که د فنر راښکلو بریښنایي قوې او .... سره هم میخانیکي انرژي ثابته پاتې کیږي. له پورتنۍ معادلې څخه پایله ترلاسه کیږي چې په یوه سیستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوټنشیل او حرکي انرژي مجموعه ثابته وي چې دا قانون د میخانیکي انرژۍ د تحفظ د قانون په نامه یادیږي.

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

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

(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 پوتنشیل 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 پوتنشیل 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 ځيله ځان ځخه 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 يې 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 توپير لري.

بحث وکړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلو کې په دې هکله چې ولې د پوتانسیل 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 پوتانسیل 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:

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

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:

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

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

$$\to W_{Nc} = \Delta k - W_c \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

هغه کار چې د تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوټانسیل د انرژۍ په بڼه یې ولیکو، لکه څنګه چې له پخوانیو لوستونو څخه مو زده کړي: $W_c = -\Delta u.......(3)$

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

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

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

(4) رابطه د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار لپاره یوه کلي رابطه ده.

5-6: طاقت (توان)

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

د اووم ټولګي په فزیک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنګه په پخوانیو لوستونو کې مو د ترسره شوي کار په هکله بحث وکړ، خو د هغه زمان په هکله چې دا کار پکې ترسره کېږي، خبرې نه دي شوي. کار کیدای شي پخ (ورو) او یا ډېر چټک ترسره شي، یو جسم کولای شو په 10 یا 15 ثانیو کې یوې ټاکلي ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالتونو کې ترسره شوی کار یو ډول دی، خو په لومړي حالت کې کار ډېر چټک ترسره شوی دی. د کار د ترسره کولو د وخت په نظر کې نیولو لپاره، یو مناسب کمیت د توان په نامه تعریفوو. په همغه ډول چې د اووم ټولګي په فزیک کې مو هم ولوستل، د w کار چې د t په زمانه کې ترسره کېږي، د p د توان پرمټ ترسره شوي کار د زمان په واحد کې تعریفېږي. یعني: $P = \frac{w}{t}\ .\ .\ .\ .\ (5-18)$

په SI سیستم کې د توان د اندازه کولو واحد ژول پر ثانیه (J/s) دی. چې د جیمز واټ د علمي کارونو په ویاړ په واټ (W) نومول کېږي او همدارنګه د قوې او سرعت له جنسه توان (P) له لاندې رابطې څخه هم لاسته راځي:

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

فعالیت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمنځ د اړیکو په اړه مخامخ جدول ډک او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

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

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

(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، بربښنايي جارو، لِفت او نورو په څېر هره وسيله چې کار ترسره کوي، انرژي مصرفوي. له دې وسيلو څخه دګټې اخېستلو لپاره بايد هغو ته انرژي ورکړو، دې انرژي ته ورودي يا مصرفي انرژي وايي. څرنګه چې ددې انرژۍ يوه برخه د اصطکاک له امله او يا د وسيلې د اجزاوو د حرکت ورکولو لپاره مصرفېږي، نو له دې امله د وسيلې کار ياګټوره خروجي انرژي د هغې له ورودي انرژي سره برابره نه ده. په پايله کې د ورودي انرژۍ يوازې يو څه کچه دګټې اخېستلو وړ ده. دغه کچه معمولاً د فيصدي په ډول بيانېږي او د ښېرته ورکړې يا اغېزمنتيا (موثريت) په نامه يادېږي.

$$\text{اغېزمنتيا(مؤثريت)} = \frac{\text{خروجي کار}}{\text{ورودی کار}} \times 100$$

د پنځم څپرکي لنډيز

- د جسم د مکان بدلون په لور د قوې مرکبې او د جسم په واسطه د وهل شوي واټن د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملې قوې له کار څخه عبارت دی. يعنې: $W = F\cdot d$
- که چېرې يوه قوه د (θ) ترېوې ټاکلې زاويې لاندې پر جسم وارده شي او جسم d په اندازه بې ځايه کړي، د F د قوې پرمټ ترسره شوی کار به عبارت وي له: $w = (F\cos\hat{\theta})\,d = Fd\cos\hat{\theta}$
- د F د قوې پرمټ ترسره شوی کار به منفي وي، په هغه صورت کې چې: $\theta > 90^\circ$ وي.
- په هغه وخت کې چې پر جسم له يوې څخه زياتې قوې عمل وکړي، مجموعي کار د ټولو هغو کارونو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی چې د هرې قوې په واسطه په جلا،جلا توګه ترسره کيږي، يعنې:

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

او يا مجموعي کار کولای شو په لاندې توګه وليکو:

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

- د کار د اندازه کولو واحد د (SI) په سيستم کې له ژول (J) څخه عبارت دی، $1J = 1N\cdot m$
- هغه کار چې د بيلابيلو قوو په واسطه ترسره کيږي د x محور پرمخ د قوې او بدلون مکان د منحني ترمنځ مساحت دی.
- د يو فنر پرمټ ترسره شوی کار چې د x په اندازه کښېکاږل شوی او يا راښکل شوی عبارت دی له:

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

(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 شوې 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 انرژی 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 انرژی 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.

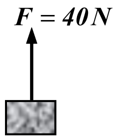
الف

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.

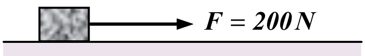
4) یو جسم د m له کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه مخ پورته په قایمه توګه غورځول کېږي او h_2 تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پیداکړئ.

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.

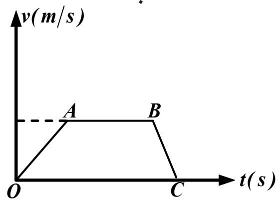
c. د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

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

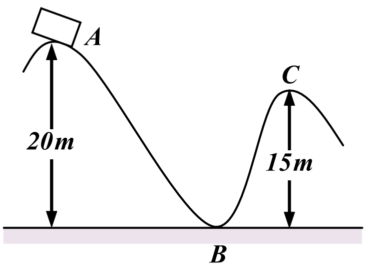
8) حرکي انرژي تعریف او رابطه یې ثبوت کړئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

9) د کار او انرژي قضیه بیان او رابطه يې ولیکئ.
10) د کار او انرژي قضیې ته په پاملرنې بیان کړئ.
a. کله د جسم حرکي انرژي زیاتیږي؟
b. کله د جسم حرکي انرژي کمیږي؟
c. کله د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي؟
11) یو جسم له 20Kg کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه له 45m لوړوالي خوشې کوو، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخیستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت يې 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 يې واخلئ.
14) د پوتنشیل جاذبوي انرژي تعریف او رابطه يې ولیکئ.
15) د فنر د پوتنشیل انرژي له کومې لارې رامنځ ته شوې او پکې ذخیره شوې ده؟
16) د میخانیکي انرژۍ د تحفظ قانون بیان کړئ.
17) یو جسم د (A) له نقطې څخه له لومړني سرعت پرته د یوې سطحې پرمخ چې اصطکاک نلري خوشې کیږي، د میخانیکي انرژۍ د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخیستلو 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، دا کار په څومره طاقت ترسره کیږي؟
19) ورودي یا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بیان يې کړئ.
20) اغیزمنتیا (مؤثریت) تعریف او رابطه يې ولیکئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

خطي مومنتم او امپولس

پـه دې څپرکـي کـې د میخانیـک علـم د لاپراختیـا لپـاره، د ضربـې (Impulse) او مومنتـم (Momentum) په نومونو د دوو نوو کمیتونو په پېژندلو سره به خپل بحث ته دوام ورکړو.

کله چې یوه قوه پر یوه جسم په یوه ټاکلي وخت کې عمل کوي، نوموړې قوه په جسم کې د سرعت یو بدلون رامنځ ته کوي. د دې قوې امپولس (د ثابتې قوې لپاره) د قوې او هغه زمان چې قوه په کې عمل کوي د ضرب حاصل څخه عبارت دی او یا په بل عبارت کولای شو ووایو چې د (قوې – زمان)، (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منحني لاندې مساحت له امپولس څخه دی. همدا ډول د جسم په سرعت کې بدلون هم د هغه قوې د امپولس په توګه تعریف شوی دی چې پر جسم عمل کوي. او همدارنګه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب یې د مومنتم په نامه چې یو مهم فزیکي کمیت دی او د M په توري ښودل کېږي، یادېږي.

امپولس او مومنتم دواړه فزیکي وکتوري کیمتونه دي، په دې څپرکي کې به موږ دوه مهم اصلونه مطالعه کړو. یو د امپولس – مومنتم اصل او دویم د خطي مومنتم د تحفظ اصل. ددې څپرکي د محتویاتو په ارایه کولو کې اړینه ده پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصلونه (چې کله ناکله د قوانینو او یا بنسټېزو قواعدو په نامه یاد شوي)، په حقیقت کې د نیوټن د قوانینو د بحث دوام دی چې په تېر څپرکي کې مو مطالعه کړل. په دې معنا چې دا دوه اساسي قاعدې د نیوټن د قوانینو پراختیا ده چې په واقعیت کې د امپولس او مومنتم فزیکي مقدارونو په پېژندلو سره بشپړې شوې دي.

په دې څپرکي کې به لاندې مطلبونه ددې مبحث په باب مطالعه کړو:

- د یوه جسم موقعیت او سرعت کیدای شي د یوې قوې په تطبیق بدلون ومومي.
- د هغې قوې چې د جسم پر ټاکلې کتلې عمل کوي او د نوموړي جسم د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بیانول (د نیوټن دویم قانون).
- د یوې قوې د امپولس او مومنتم تعریفول.
- د مومنتم د تحفظ شرحه د دوو جسمو په تصادم کې چې د یوه مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.
- د خطي مومنتم د تحفظ طبیعت د مثالونو بیانول.
- د ارتجاعي او غیرارتجاعي ټکرونو (تصادمونو) د مفاهیمو تعریف او توضیح کول.

(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 څنګه چې له پورتنۍ رابطې څخه لیدل کیږي. امپولس د I په توري ښیي چې له قوې او زمان سره مستقیمې اړیکې لري. امپولس او مومنتم د اندازه کولو د یو ډول واحد لرونکي دي. ولې؟

په ډیرو حالتونو کې په یو نقطه یي جسم د قوې د اغېز زمان هومره لنډ وي چې موږ اړ کیږو، د مشتق او انتیګرال له مفاهیمو څخه ګټه پورته کړو چې تاسو به یې د دولسم ټولګي په ریاضي کې زده کړئ. اوس فرضوو چې د F قوه د Δt په زمانه کې پر یوه جسم عمل کوي. په دې صورت کې د F قوې ضربه د ΔI په زمان کې په Δt داسې ښیو: $\Delta I = F \cdot \Delta t$

په ورځني ژوندانه کې ګورو چې موږ د یوه جسم د موقعیت او یا سرعت د بدلولو لپاره باید پر نوموړي جسم قوه وارده کړو. په پخوانیو بحثونو کې د نیوټن د حرکت د قوانینو په پیل کې د قوې او د هغې د اغېزو او همدارنګه د قوې د واحدونو (داین او نیوټن) د تعریف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل.

په (6-1) شکل کې جسم د m له کتلې سره د x_1 په موقعیت او v_1 په سرعت په t_1 زمانه کې د x محور پرمخ د F ثابتې قوې پرمټ په حرکت کې دی. 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، نوکولای شو ولیکو:

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

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

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

د حرکت تعجیل د Δt په زماني واټن کې د a له ثابت تعجیل سره په دې ډول افاده کیږي.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} m/s^2$$

د نیوټن په دویم قانون کې تعجیل همغه د قوې او کتلې نسبت تعریف شوی دی چې عبارت دی له: $a = \frac{F}{m}$ په پورتنۍ رابطه کې د د تعجیل له قیمتونو څخه کولای شو لاندې تناسب ولیکو:

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

او یا

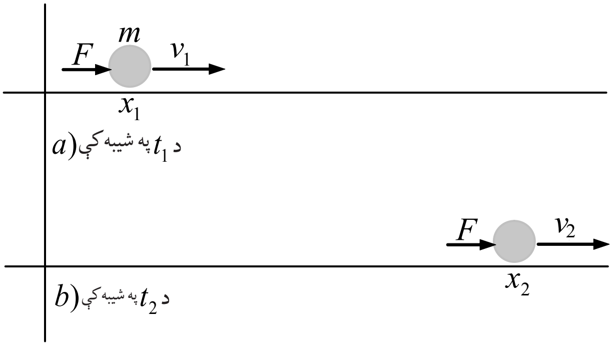
$$F\Delta t = m\Delta v$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

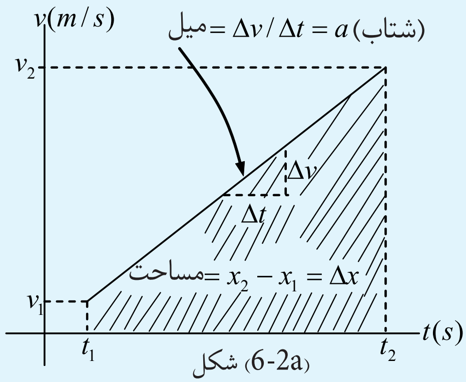
$$\Delta t = t_2 - t_1$$
$$\Delta v = v_2 - v_1$$
$$\Delta x = x_2 - x_1$$



(6-1) شکل، د یوې قوې د تطبیق په پایله کې د یوه جسم د سرعت او موقعیت بدلون

فعالیت:

د (سرعت- زمان) ګراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې ښودل شوی دی. باید پام وکړو چې د (سرعت – زمان) منحني میل عبارت له ثابت تعجیل او ددې منحني او د زمان محور ترمنځ مساحت د Δx له بدلون مکان څخه عبارت دی. په دې فعالیت کې زده کوونکي په خپلو ارندو ډلو کې د ښوونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصیلاتو او خصوصیاتو بحث وکړئ او پایلې یې خپلو ټولګیوالو ته واوروئ.

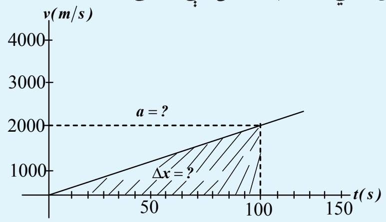


(6-2a) شکل

فعالیت:

زده کوونکي دې په بېلابېلو ډلو کې د (سرعت – زمان) د ګراف په مرسته چې د یوې فضایي بېړۍ (سفینې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې ښودل شوی دی. لاندې پوښتنو ته دې ځواب برابر کړي او د ټولګي په وړاندې دې بیان کړي:

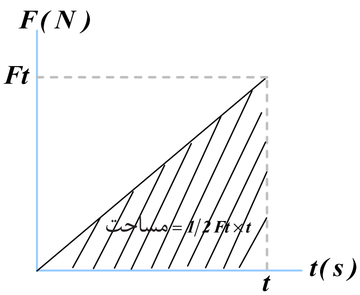
1. بېړۍ په لومړیو 100 ثانیو تعجیلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې وښیئ.
2. د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې څومره دی؟
3. د بېړۍ تعجیل حساب کړئ.



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

(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 لارۍ موټر او یو ګړندي 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 پیښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د ټولګې 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.

د تعریف پرینسپ د m یوه کتله چې د V په سرعت په حرکت کې ده، د P مومنتم لرونکی دی چې د $\vec{P}=m\vec{V}$ له مخې افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په SI او cgs سیستمونو کې عبارت دي له $Kg\,m/s$ او $gr\,cm/s$ او بعدي (ډایمنشن) معادله یې له $\left[\frac{M\cdot L}{T}=M\cdot L\cdot T^{-1}\right]$ څخه عبارت دی.

همدارنګه باید ووایو چې د امپولس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواړه یو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (3-6) شکل کې ورکړل شوي دي. په دې شکل کې هر یو له مومنتمونو حساب شوي چې په څرګنده توګه لیدل کېږي. ددې لپاره چې د مومنتم په مفهوم ښه پوه شئ، کوښښ وکړئ په څېر سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولګیوالو سره بحث وکړئ.

a) پروتون $P=5.0\times10^{-22}\,kg\,\frac{m}{s}$

$V=3\times10^{5}\ m/s$

$m=1{,}67\times10^{-27}\ kg$

b) مرمی $P=1\,kg\,m/s$

$V=1\times10^{3}\ m/s$

$m=1\times10^{-3}\ kg$

c) لاری $P=2\times10^{5}\,kg\cdot\frac{m}{s}$

$V=20\,m/s$

$m=1\times10^{4}\ kg$

d) بووینګ $P=9\times10^{7}\,kg\,\frac{m}{s}$

$V=3\times10^{2}\ m/s$

$m=3\times10^{5}\ kg$

e) فضایي بېړی(سفینه) اپولو $P=5\times10^{7}\,kg\,m/s$

$V=1\times10^{4}\ m/s$

$m=5\times10^{3}\ kg$

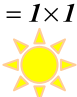
f) ځمکه $P=18\times10^{28}=1.8\times10^{29}=2\times10^{29}\,kg\,\frac{m}{s}$

$V=3\times10^{4}\ m/s$

$m=6\times10^{24}\ kg$

g) ستوری $P=3\times10^{34}\,kg\,m/s$

$V=1\times10^{4}\ m/s$



$m=3\times10^{30}\ kg$

(3-6) شکل په مختلفو اجسامو کې د مومنتم مطالعه

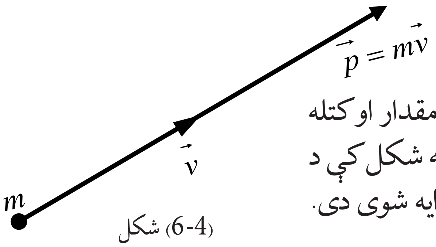
(c) ketabton.com: The Digital Library

(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 يې حساب کړئ.

حل: $P = mV = 5\times10^2\,kg \times 2m/s = 10^3\,kg\,m/s$



(6-4) شکل
د مومنتم وکتوري خاصيت ښوونه

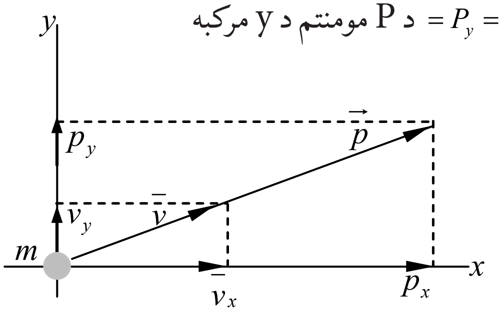
له (6-4) شکل سره سم څرنګه چې سرعت يو وکتوري مقدار او کتله يو سکالر دی، نو له دې امله مومنتم وکتوري مقدار دی. په شکل کې د m کتله د v سرعت لرونکې ده او مومنتم په $P = mv$ ارايه شوی دی.

لکه څنګه چې د وضعيه کميتونو په هر سيستم کې ورکړ شوي دي، يو وکتور د وضعيه کميتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزاوو تجزيه کېدای شي، ددې له مخې د P مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزيه کيدای شي چې په (6-5) شکل کې ښودل شوی دی. بايد په ياد ولرو که چېرې مومنتم د x محور د مثبت لوري په نسبت د θ زاويه 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 فيثاغورث له قضيې څخه: $P^2 = P_x^{\,2} + P_y^{\,2}$



(6-5) شکل،
په اجزاوو د مومنتم د وکتور تجزيه

په خپلو منځونو کې بحث وکړئ او د تمرين په حلولو پيل وکړئ

a. يوه لارۍ له $3000Kg$ کتلې سره په 30° زاويه د شمال ختيځ په لور په $72\,Km/h$ سرعت په حرکت کې ده، يو واګون چې د $1000Kg$ کتلې لرونکی دی، له ځانه سره راکاږي د x محور د ختيځ په لور او د y محور د شمال په لور په نظر کې ونيسئ. د لارۍ مومنت د x او y مرکبې پيداکړئ.

b. د آريانا مسافر وړونکې يوه الوتکه په ټوليزه توګه د $50000Kg$ کتلې لرونکې ده او په $900Km/h$ سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسير يې 135° د شمال لوېديځ په لور وي، د مومنتم د (x او y) مرکبې يې 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

$$= 4000kg \times \frac{72000m}{3600s} = 4000kg \times 20\frac{m}{s}$$

$$P = 80000kg\,m/s = 8 \times 10^4\,kg \cdot m/s$$

پس

$$P_x = P\cos\hat{\theta} = 8 \times 10^4\,kg\,m/s \times \cos 30^\circ$$

$$= 8 \times 10^4 \times 0.866kg\,m/s$$

$$P_x = 6.928 \times 10^4\,kg\,m/s$$

او

$$Py = P\sin\hat{\theta} = 8 \times 10^4 \times 0.5kg\,m/s$$

$$Py = 4 \times 10^4\,kg\,m/s$$

حل b: لرو چې: $-45^\circ =$ (د جنوب شرق په لوري) $\hat{\theta} = 135^\circ$

او

$$P = 50000kg \times 900\,km/h$$

$$= 5 \times 10^4\,kg \times \frac{900 \times 10^3 m}{3600s}$$

$$= 5 \times 10^4 \times 2.5 \times 10^2\,kg\,m/s = 1.2 \times 10^5 \times 10^2\,kg\,m/s$$

$$P = 1.25 \times 10^7\,kg\,m/s$$

پس

$$Px = P\cos\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \cos 45^\circ\,kg\,m/s$$

$$= -1.25 \times 10^7 \times 0.707kg\,m/s$$

$$Px = -8.84 \times 10^6\,kg\,m/s$$

او

$$Py = P\sin\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \sin 45^\circ\,kg\,m/s$$

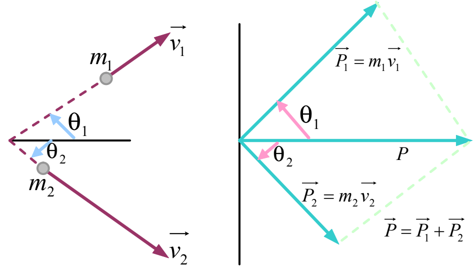
$$= 1.25 \times 10^7 \times 0.707kg\,m/s$$

$$Py = 8.84 \times 10^6\,kg\,m/s$$

د پوښتنې له حل څخه پايله ترلاسه کېږي چې مومنت په دقيقه توګه يو وکتوري کميت دی. ددې لپاره چې د يوه جسم مومنتم په بشپړه توګه مشخص کړو، موږ بايد د کتلې او سرعت حاصل ضرب او همدا راز د هغې د حرکت لوري و پېژنو. په تېرو څېرکو کې مو د مکان د بدلون وکتورونه، د سرعت وکتورونه د تعجيل او قوې وکتورونه وپېژندل او پوه شو چې څنګه کولای شو، دوه يا څو يو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه يې وښيو؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

په همدې توګه موږ کولای شو د مومنټم دوه یا څو وکتورونه د ساده محصلې د يو 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 $P_1 = m_1V_1$ مومنټ لرونکې او همدارنګه د m_2 کتلې مومنټم $P_2 = m_2V_2$ او د دواړو کتلو د سیستم د مومنټ محصله له $P = P_1 + P_2$ څخه عبارت دي.



(6-6) شکل،
د دوو مومنټمو وکتوري جمع

د محصلې مومنت د پیداکولو لپاره کولای شو د متوازي الاضلاع او یا د مرکبو د جمع کولو په دوو طریقو له یوې څخه ګټه واخلو. په یاد ولرئ چې:

$$P_1 \text{ د } = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1 \quad \text{مومنټم د x مرکبه}$$

$$P_1 \text{ د } = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1 \quad \text{مومنټم د y مرکبه}$$

$$P_2 \text{ د } = m_2V_2\cos\hat{\theta}_2 \quad \text{مومنټم د x مرکبه}$$

$$P_2 \text{ د } = m_2V_2\sin\hat{\theta}_2 \quad \text{مومنټم د y مرکبه}$$

څرنګه چې د محصلې وکتور د x او y مرکبې په ترتیب سره د جمع شوو وکتورونو د x او y مرکبو له مجموعې سره مساوي دي ، نو ددې له مخې:

$$\text{P د } = P_x = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1 + m_2V_2\cos\hat{\theta}_2 \quad \text{مومنټ د x مرکبه}$$

او:

$$\text{P د } = P_y = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1 + m_2V_2\sin\hat{\theta}_2 \quad \text{مومنټ د y مرکبه}$$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولای شو په لاندې درېګونو ادعاګانو باور ولرو:

1. د یوه جسم مومنتم د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه عبارت دی.
2. مومنتم يو 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 يوه لارۍ او يو ګړندی موټر په يو ډول ســرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې د لارۍ موټر چې کتله يې ډېره ده، د زيات مومنتم لرونکې وي؟ پايله يې ټولګي ته واوروئ.

توضيح کړئ: د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونيسئ. که چيرې ($m_A = 3m_B$) وي، په دې حالت کې د A او B دوه جسمونه کولای شي، د يو ډول مومنتم لرونکي وي. يعني: $P_A = P_B$ ولې؟

اوس د مومنتم د مفهوم په پوهيدو سره ددې پوښتنې په ځېرلو پيل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنتم ترمنځ کوم ډول اړيکه شته؟ آيا قوه کولای شي د يوه جسم مومنتم ته بدلون ورکړي؟

ددې موضوع د پوهېدو لپاره لاندې فعاليت ترسره کړئ.

فعاليت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په مخکينې فعاليت کې مو ترسره کړل. کوښښ وکړئ چې همغه دوو توپونوته له ډېرې قوې سره يو له بله تصادم ورکړئ. څه به پيښ شــي؟ توضيح يې کړئ. د پورتني فعاليت په ترســره کولو به دې پايلې ته ورسېږئ چې قوه کولای شي چې د يوه جسم مومنتم کم او يا زيات کړي او يا د مومنتم په لوري کې بدلون منځ ته راوړي.

6-3: قوه او مومنتم

ددې څېرکي په پيل کې مو د نيوټن قانون د $F\Delta t = m\Delta V$ په بڼه افاده کړ چې په بنسټيز ډول د نيوټن د دويم قانون ($F = ma$) څخه استخراج شوی و. نيوټن د حرکت په باب د خپلو درې ګونو قوانينو په بنسټيزه ويناکې، قوه د کتلې او تعجيل له جنسه نه، بلکې د مومنتم د زماني بدلونونو د درجې له جنسه افاده کړې ده. په ياد ولرئ چې: $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta P$ دا رابطه ښيي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د بدلونونو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنتم کې له بدلونونو سره د $m\Delta v$ د قيمت په تعويضولو سره په لومړۍ رابطه کې پايله ترلاسه کېږي چې $F\Delta t = \Delta P$ په Δt باندې د معادلې د دواړو خواوو له تقسيمولو څخه $F = \dfrac{\Delta P}{\Delta t}$ لاس ته راځي. په ياد ولرئ چې ΔP په مومنتم کې بدلون له $Kg\, m/s$ واحد سره او Δt د زمان انټروال دی. کله چې د F قوه عمل کوي او د ΔP د توليد سبب ګرځي. نو د مومنتم بدلون او د زمان انټروال نسبت د مومنتم بدلونونو د زماني منځنۍ درجې څخه عبارت دی ور څخه پايله تر لاسه کوو چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د يوه جسم د مومنتم د بدلونونو له زماني درجې سره مساوي ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

وروستنۍ ادعا تقريباً همغه د نيوټن د دويم قانون اصلي بيان دى چې په خپله د هغه لخوا ارايه شوى دى. (د نيوټن د حرکت د قوانينو اصلي بيان په لاتيني ژبه کې ارايه شوى دى). همدارنګه په اسانۍ سره کولاى شو، د نيوټن دويم قانون ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$) له وروستۍ رابطې څخه په ګټې اخيستلو هم د ثابتې کتلې ($m = Cons\tan t$) په نظر کې نيولو سره په دې توګه لاس ته راوړو.

فرض کړئ چې $\vec{V_1}$ د جسم لومړنۍ سرعت $\vec{V_2}$ د جسم نهايي 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 ځايه چې $\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$ عبارت دي د جسم له تعجيل ($\vec{a}$) څخه نو په (3) رابطه کې د قيمت په وضع کولو سره کولاى شو وليکو: $(m = Cons\tan t)$................ $\sum \vec{F} = m\,\vec{a}$

وروستۍ لاس ته راغلې رابطه، د نيوټن له دويم قانون څخه عبارت ده.

د امپولس - مومنتم قانون

موږ په پخوانيو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعريف کړل. اوس ښيو چې هغوى څه ډول په آسانۍ د نيوټن له دويم قانون سره تړلي دي. موږ پورته وښو ده چې قوه د مومنتم د بدلونونو له زماني درجې سره مساوي ده، يعنې: $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ او يا کولاى شو داسې وليکو: $F\Delta t = \Delta P$

$= I = F\Delta t$ امپولس F د Δt په زماني انټروال کې قوه د او $= \Delta P$ د F قوې پرمټ د توليد شوي مومنتم بدلون، نو کولاى شو چې وليکو: $I = \Delta P$

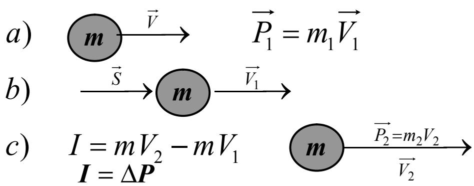
وروستۍ رابطه بيانوي چې: د يوې قوې امپولس چې پر يوه جسم عمل کوي برابره ده، د نوموړي جسم په مومنتم کې له منتجه بدلونونو څخه چې بيان شوې جمله د (امپولس – مومنتم) د قانون په نامه يادېږي. د (6-7) شکل دا قانون د لومړني صفر مومنتم لپاره ښيي.

(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 يوه 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 پرېنسپ ښيي.



(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:

$$\Delta P = I = F\Delta t = 3\times10^5\,N\times10s$$
$$= 3\times10^6\,Kg\,m/s$$
$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{3\times10^6\,Kg\,m/s}{1{,}5\times10^4\,Kg} = 200\,m/s$$
$$\Delta t = \frac{\Delta P}{F} = \frac{m\Delta V}{F} = \frac{1{,}5\times10^4\times4\times10^4}{3\times10^5} = 2\times10^3\,s$$
$$= 2000s$$

نو په دې مثال کې کله چې انجن د 10 ثانیو لپاره اور واخلي (فعال شي) په مومنتم کې منتجه بدلونونه $3\times10^6\,Kg$ او په سرعت کې منتجه بدلونونه $200m/s$ دي. انجنونه باید د $2000s$ لپاره (تقریباً 33 دقیقې) فعالیت وکړي، ترڅو $40{,}000m/s$ د سرعت بدلون تولید کړي. په یاد ولرئ چې پورتنی سرعت

$$(4\times10^4\ m/s = \frac{4\times10^4\times10^{-3}\,km}{\frac{1}{3600}h} = 40\times\frac{3600}{1}\frac{km}{h} = 144\times10^3\frac{km}{h} = 144.000\,Km/hr)$$

یو خورا ډېر لوړ سرعت دی. پورتنی مثال موږ ته د امپولس – مومنتم د قانون د ګټې اخېستنې یو مورد را په ګوته کړ.

(c) ketabton.com: The Digital Library

6-4: ضربه او د خطي مومنتم ساتل (تحفظ)

په پخواني څپرکي کې مو د نيوټن د دريم قانون په اړه چې د هر عمل لپاره هغه ته يو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصيل سره مطالعه کړ. د نيوټن دريم قانون په حقيقت کې په طبيعت کې د قوو د بنسټيزې ځانګړتيا پايله ده چې تل يې په خپلو کې په جوړه يي ډول (عمل او عکس العمل) واقع کيږي. کله چې يو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دويم جسم يوه مساوي او مخالف الجهته قوه پر لومړي جسم واردوي. اوس ددې حقيقت يو ځای کول د نيوټن له دويم قانون سره د مومنتم پر بنسټ، موږ ته د مومنتم د تحفظ قانون لارښوونه کوي. که چيرې پر يوه سيستم هيڅ قوه وارده نشي، په دې حالت کې د يو سيستم مومنتم پرته له هر رنګه متقابلو اغېزو د هغه سيستم د اجزاو ترمنځ ثابت دی. پورتنۍ جمله د مومنتم د تحفظ قانون په بشپړه توګه بيانوي. له پورتني تعريف څخه د نيوټن دويم قانون دارنګه ليکو:

$$\Delta P = F\Delta t \quad \text{او يا} \quad F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

په وروستۍ رابطه کې F پر جسم (يا د اجسامو په سيستم) باندې عامله محصله قوه، Δt هغه زماني انټروال دی چې د F قوه په کې عمل کوي او ΔP د مومنتم منتجه بدلون دي. په څرګنده توګه که چيرې F صفر وي، يعنې که چيرې کومه منتجه قوه پر جسم (يا سيستم) عمل ونکړي، په هغه صورت کې ΔP هم صفر وي او دا معنا ورکوي چې مومنتم ثابت دی. که چيرې د يوه کميت بدلون د Δt په زماني انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموړی کميت 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 لنډه ډول د هغو تصادم بيان کړو.

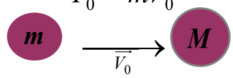
کله چې دوه جسمونه د تصادم د پيل په لحظه کې په خپلو کې سره لګيږي، هر يو پربل باندې يوه قوه واردوي چې ددې قوو کچه سره مساوي او لوري يې مخالفې وي. لکه څنګه چې دغه ادعا د تصادم په کوچنۍ شېبه کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوې- زمان) منحني د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه يو شان وي. له دې څخه دې پايلې ته رسيږو چې د هرې قوې امپولس د مقدار له اړخه يو له بله سره مساوي دي، نو د هر جسم د مومنتم بدلونونه مساوي او لوري يې مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سيستم کې د مومنتم ټوليز بدلونونه د متقابلو اغېزو (د تصادم عمل) په پايله 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 دقيقه توګه له صفر سره مساوي دي. دا بيان څرګندوي چې مومنتم د يوه تصادم په متقابلو اغېزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاتې کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځانګړی حالت: په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم ځانګړی ډول ښودل شوی دی.

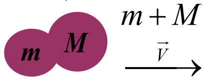
a- له تصادم څخه تر مخه

$$\vec{P}_0 = m\vec{V}_0$$



b- له تصادم څخه وروسته

$$V = \frac{m}{m+M}V_0$$



(6-9) شکل،
د مومنتم تحفظ د دوو کتلو
په خطي تصادم کې

لومړنی جسم د m په کتلې او v_o سرعت له دویم جسم سره چې د M کتلې لرونکی دی ټکر کوي او په پایله کې دواړه کتلې یو له بله سره یو ځای کیږي 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 $P_0 = P$

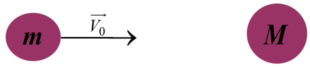
او یا: $mV_0 = (m+M)V$

ددې له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو ولیکو: $V = \frac{m}{m+M}V_0$

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:

$$mV_0 = MV + (-mv) = MV - mv$$



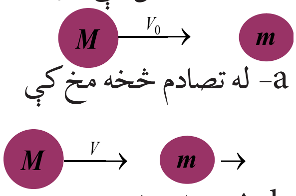
a- مخکې له ټکر څخه

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 ځرګند ډول بیانوي چې له تصادم څخه د مخه مومنتم مساوي دی له تصادم څخه وروسته مومنتم سره، که چیرې تصادم کوونکې کتله د مستقیم خط پرمخ په يو تصادم کې له ساکنې کتلې څخه لويه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم څخه وروسته يو له بله څخه لیرې کېږي او په همدې يوه لوري کې په حرکت راځي. په (6-11) شکل کې ښودل شوي دي.



a- له تصادم څخه مخ کې

b- له تصادم څخه وروسته

(6-11) شکل،
په خطي تصادم کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه لويه)

ددې ځانګړې حالت لپاره د مومنتم د تحفظ قانون لاندې شکل اختياروي:

$$MV_0 = MV + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوی دی.

په دې حالت کې:

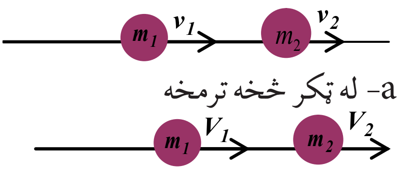
P_{befor} له تصادم څخه د مخه مومنتم $= P_b = m_1v_1 + m_2v_2$

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 بيا هم وروستني سرعتونه به له تصادم څخه وروسته V_1 او V_2 وي. د لومړني قيمت د ورکړل شوو ټاکلو قيمتونو لپاره m_1، m_2، v_1 او v_2 د نهايي سرعت د بې شمېره ترکيبونو لپاره رامنځ ته کيداى شي، خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قيمتونو لپاره د پورتنۍ معادلې صحت او د مومنتم د تحفظ د قانون د صحت په پايله کې په هغو کې تحقق مومي.



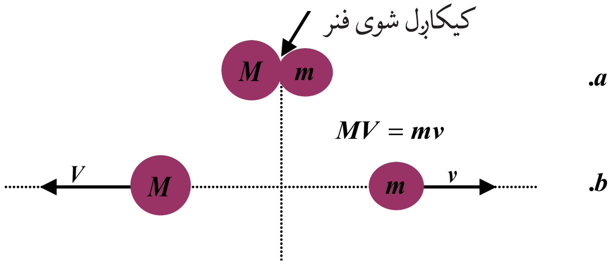
a- له ټکر څخه ترمخه

b- له ټکر څخه وروسته

(6-12) شکل،
د مستقیم خط پرمخ ټکر د مومنتم
د تحفظ عمومي حالت

(c) ketabton.com: The Digital Library

د مومنتم د تحفظ یوبل په زړه پورې مثال په (6-13) شکل کې ښودل شوی دی. د M او m له کتلو سره دوه جسمونه د یوه فنر په دواړو خواوو کې تر فشار لاندې نیول شوي، یو له بل سره کلک نیول شوي دي. په هغه ګړۍ کې چې جسمونه خوشې شي، د فنر قوه یې په دوو اړخونو ضربه واردوي. په هر یو جسم باندې د واردې شوې قوې اندازه په هره شیبه کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول یو له بل سره مساوي او پرکتلو د وارد شوو قوو لوري یو 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 کیدلو په پایله کې عین مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه یې صفر ده. یعنې څرنګه چې مومنتم له خوشې کیدو ترمخه صفر وو، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کیدو وروسته صفر دی. له پورتنیو بحثونو څخه که چېرې د مومنتم سکالري اندازو ته پام وکړو، ویه مومو چې هغوی باید یو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دویم ځلي پاملرنې سره کولای شو ولیکو: $mv = MV$



(6-13) شکل،
د هغو کتلو د مومنتم تحفظ چې د فنر په واسطه دواړو خواوته شوټ شوي دي.

دا پایله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقیم تطبیق (پرته له پورتنیو څرګندونو) څخه کیدای شي لاس ته راشي چې له مخې یې لومړنی مومنتم باید له نهایي مومنتم سره مساوي وي او په دې مثال کې د دواړو مومنتمونو برخې په بشپړه توګه صفر دي.

6-5: ارتجاعي ټکر (تصادم)

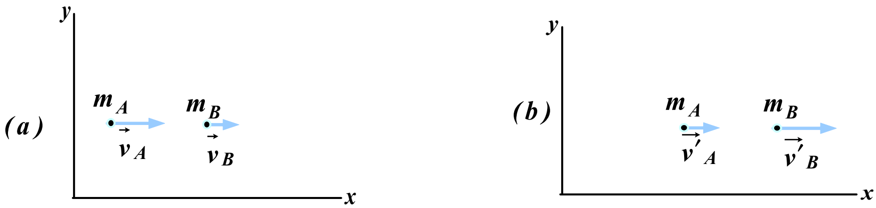
ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزیک له اړخه څنګه څېړل کېږي؟

ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په کې د مومنتم او میخانیکي انرژۍ د تحفظ قوانین دواړه صدق وکړي. ددې ډول ټکر د ښه درک لپاره د A او B دوه واړه جسمونه په نظر کې نیسو، داسې چې دواړه جسمونه د (X) محور په یوه مستقیم خط حرکت کوي.

اوس دا دواړه جسمونه له ټکر څخه ترمخه او له هغه څخه وروسته تر مطالعې لاندې نیسو:

فرض کوو چې له (6-14) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له ټکر څخه د مخه په ترتیب سره د v_A او v_B سرعتونه او له تصادم څخه وروسته د V'_A او V'_B سرعتونه لري.

(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 کيڼ لوري ته حرکت کوي.

د مومنتم د تحفظ له قانون سره سم، په دې ډول ټکر کې د سيستم مجموعي مومنتم له ټکر څخه مخکې او وروسته ثابت پاتې کېږي، نو کولای شو وليکو چې:

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V'_A + m_B V'_B \quad ....(1)$$

په همدې ډول د ميخانيکي انرژۍ 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، يعنې:

$$\frac{1}{2} m_A V_A^2 + \frac{1}{2} m_B V_B^2 = \frac{1}{2} m_A V_A'^2 + \frac{1}{2} m_B V_B'^2 ....(2)$$

په هغه صورت کې د دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه د مخه معلوم دي، د (1) رابطې څخه په ګټې اخيستلو 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 ترتيب له (2) رابطې څخه په ګټې اخيستلو سره د حرکي انرژۍ لپاره ليکو چې:

$$m_A (V_A^2 - V_A'^2) = m_B (V_B'^2 - V_B^2) ....(4)$$

له الجبري $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$ ، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول ليکلای 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:

$$V_A + V'_A = V'_B + V_B$$

اويا

$$V_A - V_B = V'_B - V'_A$$

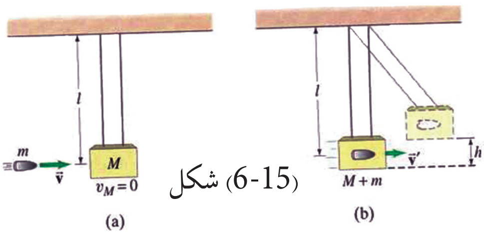
$$V_A - V_B = -(V'_A - V'_B) ....(6)$$

(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 انرژۍ د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دلیل دی چې د سیستم د حرکي او پوتانسیل انرژۍ مجموعه ثابته نه پاتې کېږي. یعنې په دې ډول تصادم کې شونې ده چې میخانیکي انرژۍ په حرارتي انرژۍ، صوتي انرژۍ او یا کار ته د شکل بدلون ورکړي.



(6-15) شکل

نو ددې له مخې د غیر ارتجاعي تصادمونو لپاره، یوازې کیدای شي د مومنتم د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونیسو. په غیر ارتجاعي تصادمونو کې معمولاً تصادم کوونکي جسمونه له تصادم څخه وروسته یو له بله سره نښتي او په عین سرعت حرکت کوي.

د غیرارتجاعي تصادم د پیژندلو لپاره یو ښه مثال له بالستیکي رقاصي (Ballistic Pendulum) څخه عبارت دی چې په مرسته یې کولای شو د مرمۍ سرعت اندازه کړو.

څېړنه وکړئ:

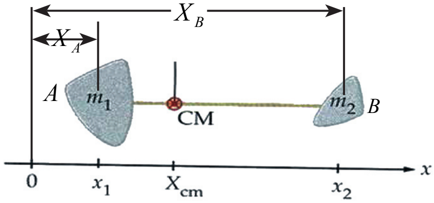
د ټولګي په مختلفو ډلو کې د مرمۍ د سرعت د پیداکولو طریقه د بالستیک رقاصي پرمټ وڅېړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

6-7: د ثقل مرکز

په پخوانیو ټولګیو کې د ثقل مرکز له مفهوم او دا چې څنګه کولای شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مرکز پیداکړو، بلدتیا ترلاسه کړه، خو آیا تراوسه مو له ځانه پوښتنه کړې ده چې څرنګه کولای شو د اجسامو د یو سیستم او یا د هغو ذرو د ثقل مرکز چې د یو مستقیم خط پرمخ قرار لري. لاس ته راوړو؟ او یا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سیستم او یا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو؟ د پورتنیو پوښتنو د ځوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونیسئ، په دې شکل کې دوه جسمونه m_A او m_B په کتلو شتون لري چې د هر یو واټن د x د محور له مرکز (د دوران محور) څخه له x_A او x_B څخه عبارت دي.

(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 ترلاسه کېږي، نو له دوراني تعادل څخه پوهېږو چې:



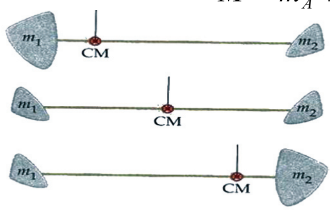
$$m_A x_{cm} + m_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$

اویا

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

(6-16) شکل

په دې رابطه کې X_{cm} د سیستم د ثقل مرکز فاصله د x محور له مرکز څخه دی. د رابطې د ساده کولو لپاره د m_A او m_B د کتلو مجموعه د M په نښه ښیو، یعني: $M = m_A + m_B$



د M د قیمت په وضع کولو (1) رابطه لاندې شکل ځانته نیسي:

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

(6-17) شکل

اوس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - په هغه صورت کې چې یو ه کتله له بلې څخه لویه مثلاً $m_1 > m_2$ 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:

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} \quad \text{.......... ....(2}$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots$$

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{M} \qquad X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M}$$

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 بهرنيو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنتم او ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قوانين دواړه صدق کوي.
- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کوونکو دواړو جسمونو د سرعتونو تفاضل له تصادم څخه مخکې او له تصادم څخه وروسته يوه اندازه، خو يو دبل په خلاف لوري دي.
- غير ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قانون په کې صدق نه کوي.
- د اجسامو يا ذرو سيستم د ثقل مرکز د لاس ته راوړلو لپاره له لاندې رابطو څخه ګټه اخيستل کيږي.

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M} \Leftarrow \text{x د محور په نسبت}$$

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M} \Leftarrow \text{y د محور په نسبت}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د شپږم څپرکي پوښتنې

1. د یوه جسم مومنتم عبارت دی د جسم د .... او .... له حاصل ضرب څخه.

2. د نیوټن د دویم قانون له مخې پر یوه جسم د وارده قوو مجموعه د .... پر .... له نسبت څخه عبارت دی.

3. امپولس په .... بدلونونو څخه عبارت دی.

4. په ارتجاعي تصادمونو کې د دوو تصادم کوونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته یو له بله سره .... خو د یو نل په .... لوري دي.

5. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.

الف) N ب) $N \cdot m$ ج) N/s د) $N \cdot s$

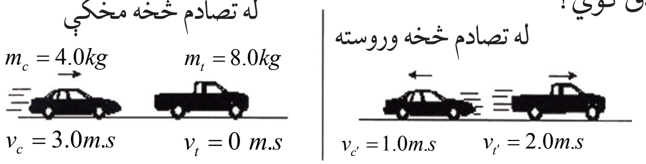
6. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو پر جسم د عمل کوونکې قوې له مجموعې سره مساوي دی.

الف) $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ ب) $\frac{w}{\Delta t}$ ج) $m \cdot \Delta v$ د) ΔE

7. که چیرې د دوو جسمونو مومنتم یوشان وي، په پایله کې حرکي انرژي له کتلې سره له لاندېنیو رابطو څخه کومه یوه لري؟

الف) مستقیم ب) معکوس ج) هیڅ اړیکه نه لري د) یو له بل سره متناسب

8. لاندې تصویر د دوو لابراتواري موټرګیو تصادم ښیي چې په ترتیب سره د 4Kg او 8Kg کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له $1m/s$ سرعت سره د شا په لور او د B موټر له $2m/s$ سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پربنسټ له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د مومنتم او حرکي انرژي په هکله صدق کوي؟

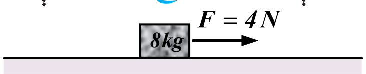


	حرکي انرژي	مومنتم
الف:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ب:	تحفظ صورت نه دي مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ج:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت نه دي مونډلی
د:	تحفظ صورت نه دي مونډلی	تحفظ صورت نه دي مونډلی

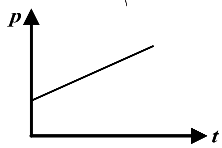
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 ورسیږي؟

الف) 1.25 ثانیې ب) 2.5 ثانیې ج) 1.6 ثانیې د) 3.2 ثانیې



10. د یوې فضایي بیړۍ 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 دي؟



الف) د سفینې کتله ب) د سفینې سرعت

ج) هغه مجموعي قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي. د) د سفینې پرمخ ترسره شوي کار

11. یو جسم د $5N$ ثابتې قوې لاندې د سکون له حاله په $1.5\,m/s^2$ تعجیل سره په حرکت راځي، له 6 ثانیو څخه وروسته د جسم مومنتم څو $Kg\,m/s$ کیږي؟

الف) 20 ب) 30 ج) 22.5 د) 45

12. څه شی باید په یوه جسم تطبیق شي، تر څو د هغه سرعت او یا حالت ته بدلون ورکړي؟

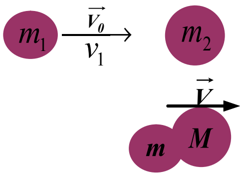
13. د قوې امپولس تعریف کړئ.

14. د m د کتلې لرونکي جسم مومنتم چې د v په سرعت په حرکت کې دي، تعریف کړئ.

15. د خطي مومنتم د تحفظ قانون بیان کړئ.

16. څه ډول د (امپولس – مومنتم) او (د مومنتم تحفظ) قوانین د نیوټن قوانین تعقیبوي؟ بیان یې کړئ.

17. په شکل کې $m_2 = 10gr$ ، $m_1 = 5gr$ ، $V = 2\,cm/s$ او $v_1 = 25\,m/s$ دي، د M کتله او د دویمې لوړنۍ سرعت v_2 حساب کړئ.



18. په لنډ ډول د دوو جسمونو په تصادم کې د مومنتم تحفظ چې نوموړي جسمونه د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړئ.

19. د $300N\cdot s$ یو امپولس پر یو جسم چې کتله یې $2Kg$ ده واردیږي، ددې کتلې په سرعت کې بدلون وټاکئ.

20. یو جسم چې $10gr$ کتله لري، د $10m/s$ سرعت لرونکی دی. که چیرې $1000dyne\cdot s$ امپولس پر دې کتلې وارد شي، د کتلې وروستني 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.

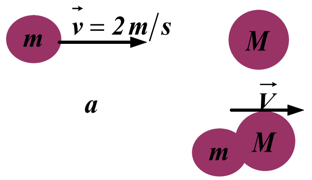
22. د فوټ بال یو توپ له $0.5Kg$ کتلې او $15m/s$ سرعت سره د شمال په لور شوټ کېږي، یوساکن شخص په $0.02s$ زمان کې هغه نیسي او دروي یې. کومه قوه د نیوټنکي لخوا په توپ وارده شوې ده؟

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.

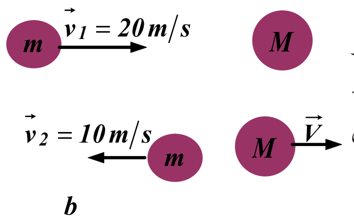
a. شین رنګه توپ له آبي توپ سره له ټکر څخه وروسته دریږي.

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 دی. د واګونونو سرعت له تصادم څخه وروسته چې په خپلو کې سره یو ځای کېږي. محاسبه کړئ. (ځواب: $0.8m/s$ دی).



b- فرض کړئ د (b) په شکل کې m د تینس توپ له $20gr$ کتلې سره او M د والیبال توپ له $500gr$ کتلې سره وي. که 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: $120cm/s$ دی).

c- د (b) په پورتني شکل کې فرض کړئ چې M یوه 10 ګرامي سکه او m یوه 5 ګرامي سکه وي. په هغه صورت کې چې $V_1 = 2m/s$ او $V_2 = 1m/s$ وي. د V قیمت وټاکئ. (ځواب: $50\dfrac{cm}{s}$)

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) جوړ 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 تړلو 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 شي.

(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: $P = \dfrac{F}{A}$ 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. $P = \dfrac{F}{A}$

1 د سیال کلمه د بهیدلو یا جریان پیداکولو د وړتیا مفهوم رسوي او له همدې امله دا کلمه په یوه وخت کې د مایعاتو او غازاتو لپاره کاریدلې ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

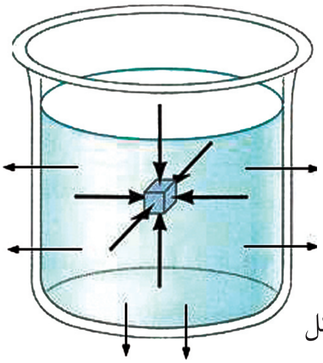
دریمه مرحله: د مساحت او قوې د ورکړل شوو قیمتونو په وضع کولو سره د p فشار حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبې قوې له اندازې څخه عبارت دی).

$$P = \frac{8}{0.16} = 50\frac{N}{m^2} = 50Pa$$

پوښتنې:

1. د یو کانتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې $6000N$ او د قاعدې مساحت یې $3m^2$ دی، څومره دي؟ پیدایې کړئ.
2. د یوې ډبرینې تختې وزن پیداکړئ چې مساحت $12m^2$ دی او $25Pa$ فشار پر ځمکې واردوي؟

7-2: د مایع فشار اندازه کول



(7-1) شکل

کله چې د لامبلو په یوه ډنډ کې تراوبو لاندې لامبئ، د اوبو فشار د خپلو غوږونو په پردو کې حس کولای شئ. څه شی ددې فشار سبب کېږي؟ په آسانۍ سره ویلای شو چې ددې فشار لامل، د اوبو وزن ستاسو پر بدن دی چې تاسو مقابل لوري ته ډیکه کوي. د (7-1) شکل د اوبو په یو، ډک لوښې کې یو غوټه شوی جسم ښیي.

مایع په جسم او د لوښې پر جدارونو قوې واردوي، قوې د جسم د سطحې او د لوښې جدارونو پر هره نقطه کې په عمودي ډول واردېږي.

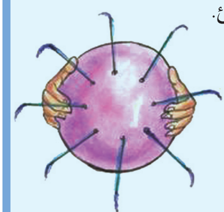
فعالیت:

اوبه څرنګه پر اجسامو فشار واردوي؟

اړین توکي: پلاستیکي کڅوړه، سنجاق او اوبه

کړنلاره:

1- کڅوړه له اوبو څخه ډکه کړئ.
2- کڅوړې ته په سختۍ فشار ورکړئ او په چټکۍ سره یې په څو نقطو کې په سنجاق سورۍ کړئ.
3- خپل مشاهدات ولیکئ.
4- له خپلې ډلې سره پر لیکل شوو مشاهداتو بحث وکړئ.
5- ستاسو پایله ترلاسه کول له دې فعالیت څخه څه شی دی؟



(7-2) شکل

تاسو ولیدل چې اوبو د کڅوړې د سطحې له سوریو څخه په ټولو لوروکې په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار په ټولو لوروکې د سطحې په هره نقطه کې عمود دی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

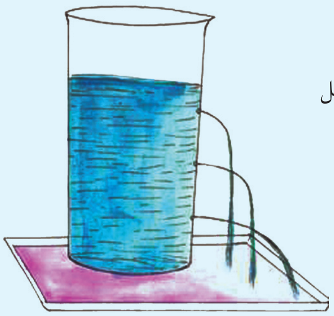
په څه ډول د اوبو د فشار کچه د اوبو د ژوروالي په نسبت توپير کوي؟
ددې پوښتنې ځواب د لاندې فعاليت په ترسره کولو لاس ته راوړلای شئ.

فعاليت: فشار او ژوروالي

اړين توکي: اوږده حلبي قطی، موم، يا خميره سوري کوونکي او اوبه

کړنلاره:

1- د قطی يوه خوا درې ځايه په مساوي ډول سوري کړئ.
2- سوري په موم يا خميرې بند کړئ.
3- حلبي قطی له اوبو څخه ډکه کړئ.
4- سوري پرانيزئ.
5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.



(7-3) شکل

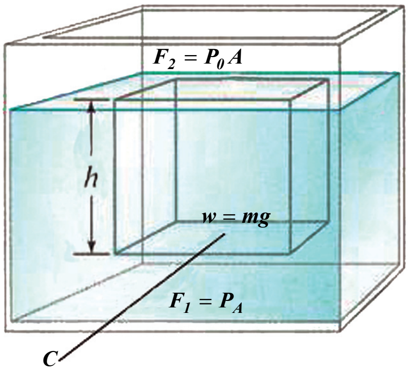
لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب ووايئ.

- له کوم سوري څخه اوبه په تېزۍ او ډېر شدت فواره کوي؟
- په کوم سوري کې فشار ډېر دی؟

له لاندې فعاليت څخه کولای شو پايله ترلاسه کړو چې د اوبو فشار د ژوروالي په زياتېدو سره ډېرېږي.

د مايع په يوه ټاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي ترمنځ رابطه

د (ρ) کثافت لرونکي ساکنه مايع د يو سرخلاصي لوښي په منځ کې له (7-4) شکل سره سم په نظر کې نيسو. کله چې وغواړو د مايع فشار د مايع په منځ د c په نقطه کې چېرې چې د مايع ارتفاع يا ژوروالی h دی، لاس ته راوړو.



(7-4) شکل

له مايع څخه ډک لوښی په نظر کې ونيسئ چې د h په ارتفاع او د A په قاعدې يو مکعب په کې غوټې وهي. ددې بېلګه ييز مکعب لوړوالي برابره ده، د c نقطې له ژوروالي څخه د اوبو تر سطحې (h) پورې. راځئ چې ددې فرضي مکعب پورتنيو او لاندېنيو سطحو باندې عاملې قوې مطالعه کړو. دغه قوې درې ډوله دي:

1 - د بېلګه ييز سلنډر وزن (W)، $w = mg = \rho Vg = \rho ghA$

2 - د (F_1) صعودي قوه چې د مايع 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 بيلګه يېز معکب د نيوټن د دويم قانون په تطبيقولو سره (مايع ساکن او د تعادل په حالت کې دي):

$$\sum F = 0$$

نو ددې له مخې: $PA - (P_0 A + \rho g h A) = 0$

نو: $P = p_0 + \rho g h$

اويا $p - p_0 = \rho g h = p_G$

P مطلقه فشار دی، P_G نظر ژوروالي ته د سيال د داخلي فشار په نامه يادېږي. دP مطلقه فشار د h په ژوروالي کې د مايع د سرخلاصي لوښي په ښکتنۍ سطحه کې د اتموسفير له فشار څخه ډېر دی او کچه يې ($\rho g h$) 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 مايع له عمق او کثافت سره متناسب دی.

2 - فشار د مايع د عين ژوروالي په ټولو نقطو کې يو ډول وي.

3 - د لوښي شکل پر فشار اغېزه نه لري.

مثال

يو لامبووهونکی په 400m ژوروالي په سمندر کې په افقي توګه لامبووهي. که چيرې د بحر د اوبو کثافت $1.025\times10^3 \dfrac{kg}{m^3}$، $P_0 = 1.01\times10^5\,Pa$ او $g = 9.8\dfrac{m}{\sec^2}$ وي، حساب کړئ.

1 - د P_G داخلي فشار په دې ژوروالي کې.

2 - منځنی فشار په دې ژوروالي کې.

3 - پر لامبووهونکي جسم د اوبو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبووهونکي جسم مساحت $0.8m^2$ وي.

حل:

1 -

$$P_G = \rho g h$$

$$P_G = 1.025\times10^3 \times 9.8 \times 400$$

$$P_G = 4.018\times10^6\,Pa$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

2 -

$$P = P_0 + P_G$$
$$P = 1.01\times10^5\,Pa + 4.018\times10^6\,Pa$$
$$P = 4.119\times10^6\,Pa$$

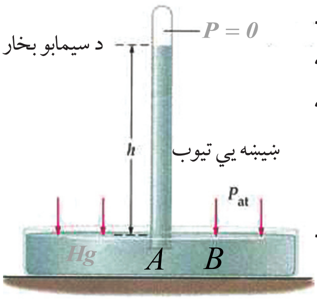
3 -

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P\times A$$
$$F = 4.119\times10^6\times0.8$$
$$F = 3.2952\times10^6\,N$$

7-3: د اتموسفیر فشار

ځمکه د نایتروجن، اکسیجن او نورو غازاتو د یو قشر په واسطه احاطه شوې ده چې د اتموسفیر په نامه یادېږي. د اتموسفیر د قشر پنډوالی له ځمکې څخه د هغه تر پورتنۍ برخې پورې تقریباً $150km$ته رسېږي. د اتموسفیر شاوخوا %80 غازونه د ځمکې د سطحې په 10 کیلومتري ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفیر په پورتنۍ برخه کې صفر ته نژدې کېږي. لکه چې پوهېږو فشار د اتموسفیر په هره نقطه کې د هوا د هغه ستون له وزن سره مساوي دی چې اوږدوالی کې له همغه نقطې څخه د اتموسفیر 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 زیاتېدو سره تناقص پیداکوي. اوس ګورو چې څنګه کولای شو، د اتموسفیر فشار اندازه کړو؟

په دې غرض مورږ د توریچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) څخه چې په 1643 زېږدیز کال اختراع شوی دی ګټه اخلو.



شکل (7-5)

په (7-5) شکل کې ښیښه يي اوږد ټیوب تقریباً د یو متر په اوږدوالي او د $1cm^2$ قاعدې مساحت سره وينئ چې یو سر یې بند دی. کله چې هغه له سیمابو (Hg) څخه ډک کړو او بیایې په معکوس ډول له سیمابو 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 معیاري شرایطو لاندې د ځمکې د جاذبې تعجیل او د سلسیوس صفر درجې تودوخې په صورت کې، د سیمابو د ستون ارتفاع $76cm$ دي او د سیمابو په دې ستون باندې د اتموسفیر فشار یو اتموسفیر (1_{atm}) دی.

د سیمابو د ستون ارتفاع په ρ، g او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري، نو له دې کبله د ρ کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبوي تعجیل (g) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له بدلوناتو سره بدلون مومي. ټول دقیق فشار سنجوونکی یا بارومیترونه (Barometers) له ترمامیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارتونو سره یو ځای جوړېږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

اضافي معلومات:

ځينې موضوعات چې بايد پرې پوه شو:
هرځومره چې غواص (لامبووهونکی) د بحر د اوبو په ژورو کې ښکته ځي، فشارېي پر بدن زياتېږي، تنفس ورته ګرانيږي، نو له همدې امله لامبووهونکی ددې ستونزې د رفع کولو لپاره له فشار تنظيموونکو څخه ګټه اخلي.
د (7-6) شکل د غواصانو ځانګړي لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر $610m$ ژوروالي پورې په تعادل کې ساتي او د تنفس عمل آسانه کوي.

(7-6) شکل

آيا د سيال د جاري کيدو لوري ټاکلی شئ؟
ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعاليت په عملي توګه تجربه کړئ.

فعاليت:

د فشارونو توپير او د سيالونو بهيدل.

اړين توکي: قطره څڅوونکی، پياله او اوبه

کړنلاره:

1 - هرو دوو زده کوونکو ته يوه دانه پلاستيکي قطره څڅوونکی او د اوبو يوه کوچنۍ پياله ورکړئ.

2 - لـه هغو څخه وغـواړئ چې د قطره څڅوونکـي دکار د څرنګوالي په هکله يو پاراګراف وليکي.

3 - توضيح کړئ چې ولې اوبه په قطره څڅوونکي کې پورته ځي؟ او ولې کولای شـو اوبه په فشـار له قطره څڅوونکي څخه بهر کړو؟ دواړه پوښتنې ددې حقيقت پر بنسټ چې سيالونه د جګ فشار له ساحې څخه د ټيټ فشار لوري ته بهيږي، تشريح شي.

(7-7) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

ستاسو پر جسم باندې د فشار بدلون

ستاسو په جسم څه پیښېږي کله چې د اتموسفیر په فشار کې بدلون رامنځ ته شي؟
کله چې په یوه سفر لوړو او یا ټیټو نقطو ته ولاړ شئ، باید ځان د اتموسفیر له فشار سره عیار کړئ، ترڅو د بدن د داخلي او بهرني فشار تعادل رامنځ ته شي. ښایي تجربه کړې مو وي چې لوړو او ټیټو منطقو ته د سفر پر مهال مو غوږونه آوازکوي او سبب یې دا دی چې ستاسو د غوږونو د شاوخوا هوا په فضایي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځ ته کېږي او د غوږ پرده مو اغېزمنه کوي.

مثال:

a- د اتموسفیر فشار د سلسیوس په صفر درجه او د ځمکې د جاذبې په معیاري تعجیل کې د بحر په سطحه کې حساب 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:

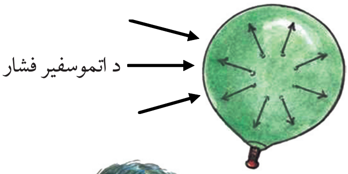
$$\left.\begin{array}{l} \rho_{Hg} = 13595\dfrac{kg}{m^3} \\ g = 9.80666\dfrac{m}{s^2} \\ h = 76cm = 0.76m \end{array}\right\}$$

$P_0 = ?$

$$P_0 = \rho \cdot g \cdot h$$
$$P_0 = 13595 \times 9.8066 \times 0.76$$
$$P_0 = 101324.372\frac{kg \cdot m \cdot m}{m^3 \cdot s^2}$$
$$P_0 = 1.013 \times 10^5 P_a$$
$$\rho_0 = 1atm$$

b- د بحر په سطح کې پر $2m^2$ مساحت وارده قوه حساب کړئ.
$P_0 = \frac{F}{A} \Rightarrow F = 1.013 \times 10^5 \times 2 = 2.026 \times 10^5 N \approx$ 20 ټنه وزن ولیدل شوه چې دا قوه یوه ستره قوه ده.

پوښتنې:



1. ولې تاسو دومره ستر او څپونکی فشار نشئ حس کولای؟
2. ولې د الوتکو کابینونه باید د تنظیم شوي هوا فشار ولري؟
3. څه پیښېږي کله چې په یوې نیچې د مېوو اوبه څښئ؟ تشریح یې کړئ.
4. ولې فشار د یو ژور ډنډ په قاعده کې د یو لوی اوکم ژورجهیل د قاعدې له فشار څخه زيات دی؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

7-4: په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول

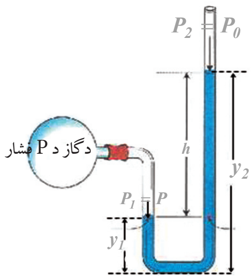
په محصور شوو مایعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له یوې آلې څخه چې د فشار سنج په نامه یادېږي کار واخلو. دوه ډوله فشار سنج شتون لري. یو د U ډوله سرخلاصی نل چې هغه ته U شکله مونومتر (U shape monometer) او دویم ډول یې د بورډن مونومتر (Bourdon- type) په نامه یادېږي.

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) فشارېي 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:

$$P+\rho g y_1=p_0+\rho g y_2$$
$$P-P_0=\rho g(y_2-y_1)$$
$$P-P_0=\rho g h$$

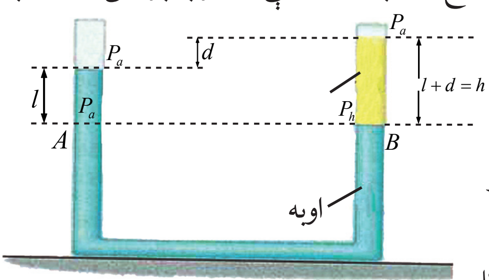


شکل (7-8)

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 یوځه 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 پورتنی سطحه په بل ستون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.



شکل (7-9)

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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل:

1 - $P_a = P_h$ څکه چې په عين افقي سطحه کې واقع دي. نو: $P_0 + \rho_L g(d+l) = P_0 + \rho_w gl$ په رابطه کې ρ_L د مايع کثافت او ρ_w د اوبو کثافت راښيي، د پورتنۍ 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 - خنگه چې:

$$\frac{\rho_L}{1000} = \frac{12}{20} \Rightarrow \rho_L = 600\frac{kg}{m^3}$$

مثال:

يو خوله خلاصی مونومتر دگاز له يوه ټانګ سره ترل شوی دی.

د بني اړخ په ستون کې د سيمابو سطحه د (7-10) شکل په څېر، $0{,}39m$ نسبت د مونومتر د کيڼ اړخ سطحې ته لوړه واقع ده. که چيرې يو مونومتر د سيمابو د ستون ارتفاع $0.75m \cdot Hg$ وښيي.

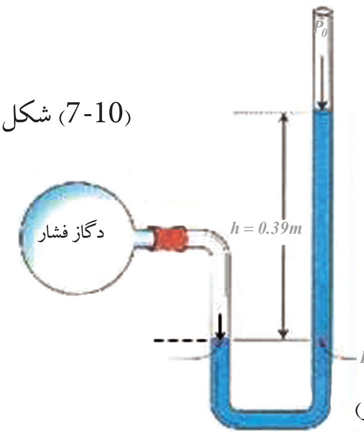
a- دگاز مطلقه فشار څومره دی؟ ځوابونه په نيوټن پر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) او اتموسفير (atm) وړاندې کړئ.

b- د ژوروالي په نسبت دگاز داخلي فشار (P_G) محاسبه کړئ.

حل:

a- د گاز مطلقه فشار (P_{gas}) عبارت له هغه فشار څخه دي چې د سيمابو د کيڼ اړخ ستون پر پورتنۍ سطحې وارديږي او دا فشار مساوي دی د سيمابو د بني اړخ ستون په عين افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره، نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + P_{Hg} = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$



(7-10) شکل

$$1atm = 0.76mHg \Rightarrow m - Hg = \frac{1atm}{0.76}$$

نو ددې له مخې: $P_{gas} = \frac{1.14}{o.76} = 1.5atm$

او $P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 P_a = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$

b- دگاز داخلي فشار (P_G) داسې په لاس راځي:

$$P = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

$$P_G(\text{دگاز داخلي فشار}) = \frac{\text{د فشارونو توپير د سيمابو ستون}}{\text{د يو اتموسفير د سيمابو ستون}} \times 1atm$$

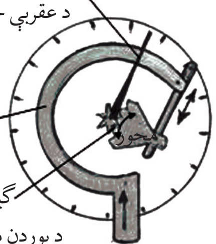
$$P_G = \frac{P_{Hg}}{P_{atm}} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

$$P_G = 0.513 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 0.519669 \times 10^5 Pa = 5.2 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

2) د بوردن ډوله فشار سنج اله

له دې آلې څخه د مايع مونومتر (U ډوله مونو متر) په نسبت د ګڼو مقاصدو لپاره په آسانۍ او آرامۍ ډېر کار اخېستل کېږي. دغه مونومتر له يوه برنجي هوار ټيوب څخه جوړ شوی دی چې يو سر يې تړل شوی او په دايره يي ډول کوږ شوی دی. تړل شوی سرېې له يوې ګيرا او کوچني غاښن لرونکي څرخ چې د يوې مندرجې صفحې پرمخ حرکت کوي له يوې عقربې سره وصل شوی دی. (7-11) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د ټيوب خلاص انجام له هغې آلې سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوی دی. کله چې فشار د هوار ټيوب په سر راوړل کېږي، ټيوب ورو وروڅان سيخوي او د نل د خلاص انجام (چې له عقربې سره وصل دی) د حرکت په پايله کې عقربه حرکت کوي.

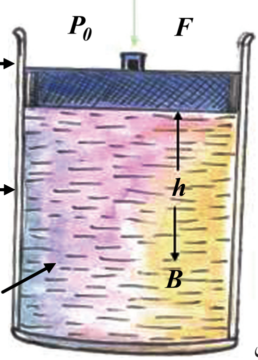


(7-11) شکل

7-5: په سيالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (7-12) شکل يو سيال په يو سلنډر کې ښيي چې له مايع څخه ډک شوی دی او يو پستون لري. ددې پستون په مرسته کولای شو د سلنډر داخلي فشار ته بدلون ورکړو. فشار د مايع دننه په هره نقطه کې د مثال په ډول د (B) په نقطه کې د $P = P_0 + \rho gh$ معادلې په مرسته حسابيدای شي.
راځئ چې داخلي فشار د ΔP_0 په اندازه زيات کړو. په دې حالت کې د P قيمت هم د پورتنۍ رابطې پر بنسټ زياتيږي. دا پايله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه:

چې د پاسکال د قاعدې په نامه يادېږي. هغه فشار چې پر يوې محصور شوې مايع تطبيق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې يې کموالي راشي د مايع ټولو برخو او د لوښي جدارونو ته انتقاليږي.
پاسکال د قوي مضاعف کوونکي آله اختراع کړه چې د پاسکال د آبي شکنجي په نامه ياده شوې او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبيق مهم ځايونه لري.



(7-12) شکل

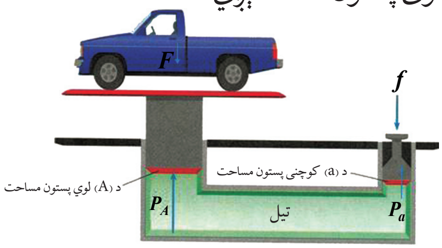
(c) ketabton.com: The Digital Library

د اوبو شکنجه (*Hydraulic press*)

په بنسټیزه توګه د اوبو شکنجه له دوو سلنډرونو څخه جوړه شوې ده چې له غلیظې مایع څخه ډکه شوې ده او د متحرکو پستونونو په مرسته یې 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) یوه کوچنۍ قوه په یوه واړه پستون وارده کړئ. د مایع (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 راښیي چې د اوبو شکنجه، د قوې مضاعف کوونکې آله ده چې میخانیکي خیالي ګټه یې له $\frac{A}{a}$ سره مساوي ده. د سلماني څوکۍ، د غاښونو د ډاکټر څوکۍ، د موټرو جکونه او هایدرولیکي برکونه دا ټول هغه وسایل دي چې د پاسکال له قاعدې څخه په ګټې اخیستلو جوړ شوي دي.

تاسو کولای شئ د پاسکال د قاعدې په تطبیقولو سره لاندې حیرانوونکې فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت: د یو آب بازک (کوچني بوتل) حیرانونکی حرکت د اوبو په لوښي کې.

اړین توکي: استوانه یي ورکوټې بوتل له 8 تر 10 سانتي متره اوږد، ښېښه یي اوږد مرتبان او د ربړ ارتجاعي پرده (د قیچې شوي پوکانۍ یوه برخه)، اوبه او یوه دانه تشله.

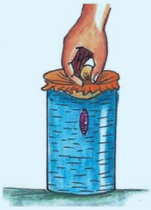
کړنلاره:

1 - مرتبان له اوبو ښه ډک کړئ.

2 - په ورکوټي بوتل کې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په سطحه کې پاتې شي او په مرتبان کې په غوټه کېدو سره لامبو ووهي.

3 - تشله په ربړي پرده د شکل په څیر وتړئ، او پرده د مرتبان له پاسنی څنډې سره کلکه کړئ.

4 - پرده له تشلې سره ونیسئ او فشار ورکړئ او دویم ځل یې پورته راکاږئ، خپلې مشاهدې نوټ کړئ او هغه تشریح کړئ.



(7-14) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د مرتبان په پورتنی 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 پورتني 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، نری ربړي نل او یوه مایع (اوبه، تیل یا.....)

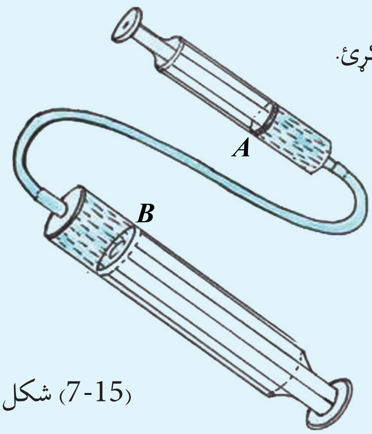
کړنلاره:

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.



(7-15) شکل

یادونه: د B پستون یو څه شاته رابنکل کېږي ولې قوه د B په پستون ډېره شوې ده.

$$\frac{\text{د B پر پستون قوه}}{\text{د B مساحت}} = \frac{\text{د A پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}}$$

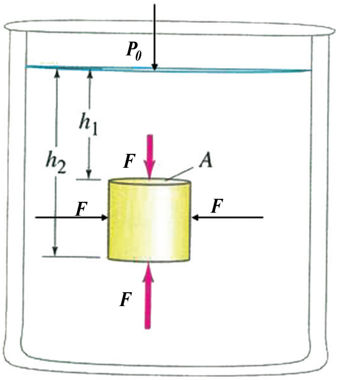
او یا

$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

(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 (16-7) 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:



(16-7) شکل

$$\text{نزولي قوه} = F_{down} = (P_0 + \rho_f g h_1)A$$

څرنګه چې $h_2 > h_1$ دي، نو $F_{up} > F_{down}$ او منتجه صعودي قوه به له $F_{up} - F_{down}$ سره برابره وي.

منتجه صعودي قوه په F_B ښیو لیکو: $F_B = \rho_f g(h_2 - h_1)A$

څرنګه چې $(h_2 - h_1)$ د جسم ارتفاع ده، نو له مخې یې:

$$\text{د جسم حجم} = V = A(h_2 - h_1)$$

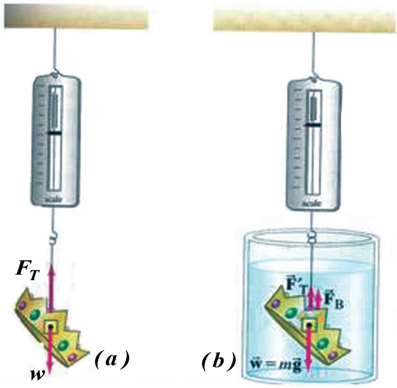
نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي: $F_B = \rho_f \times V \times g$

په وروستی رابطه کې ρ_f او V په ترتیب د سیال کثافت او د ډوب شوي جسم حجم دی. منتجه صعودي قوه (buoyant force) برابره ده، د جسم لخوا دبې ځایه شوي سیال له وزن سره، دا حقیقت په فزیک کې یو له پخوانیو کشفیاتو څخه دی چې شاوخوا 250 کاله مخکې له میلاده د ارشمیدس (Archimedes) یوناني فیلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشمیدس قانون په لاندې توګه تشریح کیدای شي:

هر جسم چې یو څه او یا بشپړ په یو سیال کې ډوب شي، په مقابل کې یې یوه صعودي قوه عمل کوي چې په پایله کې یې وزن کمېږي چې ددې بایللي وزن کچه په جسم کې مساوي ده.

(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 ریښتنې وزن لولو. که چیرې همدا ځړیدلی 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

دیاګرام 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 ربښتیني 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، څو که 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 کېږي؟

حل: a- په اوبو کې د ډوب شوي حجم کسر $\frac{V_f}{V} = \frac{\rho}{\rho_f} = \frac{920}{1025}$

$$= 0.89 = 89\%$$

b- له اوبو څخه د بهر حجم کسر $= 100\% - 89\% = 11\%$

د 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

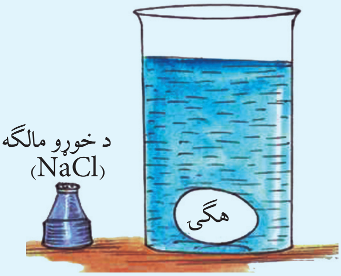
اړين توکي: (تازه هګۍ، يو ښيښه يي لوښی، اوبه، د خوړومالګه ($Nacl$) کاچوغه او لړونکی سيخ).

کړنلاره:

1 - د لوښي دوه ثلثه ($\frac{2}{3}$) له اوبو ځخه ډک کړئ.

2 - هګۍ ورو د اوبو په منځ کې ښکته کړئ، و به ګورئ،

چې هګۍ په اوبو کې ډوبيږي، بيان کړئ چې ولې؟



(7-18) شکل

3 - يوه ډکه چای خوري کاچوغه مالګه په اوبو کې واچوئ او ويې لړئ او هګۍ مشاهده کړئ.

4 - مالګه ډېروئ، ترڅو هګۍ د اوبو سرته راشي او يو څه په اوبو کې لامبو وکړي.

5 - د صعودي قوې په کچه په هر پړاو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

بې له شکه پايلې ته به ورسېږئ چې د مالګې په زياتولو سره په تدريج د مالګينو اوبو کثافت زياتيږي او صعودي قوه هم په تدريج سره زياتيږي، يعنې کولای شو ووايو: صعودي قوه د مايع له کثافت سره مستقيماً متناسبه ده.

مثال

يو سړی د سروزرو يو سيټ له يوه مارکيټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کور ته راځي سره زر تلي $7.84N$ کېږي. په دويم پړاو کې د همدې سروزرو وزن په اوبو کې پيداکوي، تله دا ځلې $6.86N$ ښيي. آيا سره زر چې اخېستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوته ياګډ؟ تشريح يې کړئ.

حل:

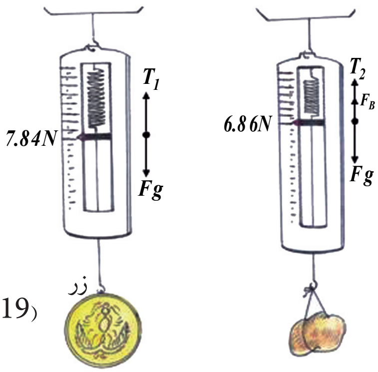
1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

د زرو وزن $= F_g = 7.84N$

ظاهري وزن $= 6.86N$

د اوبو کثافت $= \rho_w = 1.00\times10^3\ Kg/m^3$

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 لامبووهونکی جسم د صعودي قوې لخوا اغېزمن کېږي؟ بیان یې کړئ.

4 - په اوبو کې د هر ډوب شوي جسم لپاره د ارشمیدس صعودي قوه مساوي له څه شي سره ده؟

5 - فولاد د اوبو په پرتله ډېر کثافت لري، نو څرنګه فولادي کښتۍ د اوبو پر مخ لامبووهي؟

6 - له لاندې جسمونو څخه کوم یې له سیمابو څخه په یو ډک ټیوب کې لامبووهي؟

a- د سروزرو یوه جامده ګوټه

b- د یخ یو مکعب

c- د اوسپنې یو پېچ

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

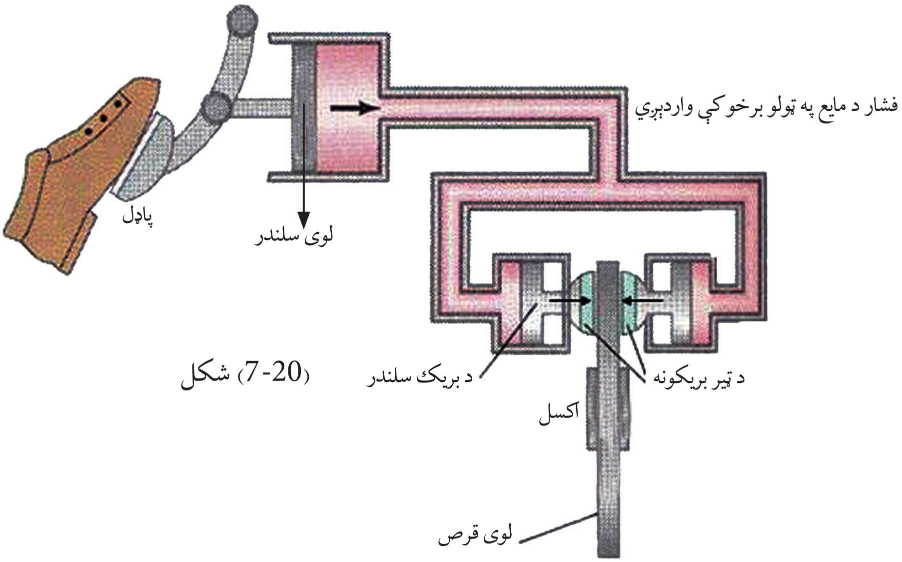
دايروي هايدروليک بريکونه

د يوه موټر پر څلورو ټايرونو د قوو د مساوي تطبيق او پر بريک باندې د قوې د کچې د زياتولو لپاره د پاسکال له قانون څخه ګټه اخېستل شوې ده. دا کار څنګه ترسره کېږي؟

1 - د ډریور پښه پستون ته فشار ورکوي، ترڅو د بریک پر مايع فشار راشي.

2 - فشار د مايع له لارې په پستونونو کې د دايروي لويو قرصونو يا صفحو دوارو 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 زياتيږي.

4 - د اتموسفير وزن د فشار د منځته راتلو سبب گرځي 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 يې د سیالونو په هکله سمه ده؟
a. ډیر کم سیالونه (په ندرت سره) د هغو لوښو شکل څانته 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 کېږئ؟

مسایل:

4 - د لمبلو د یو ډنډ د قاعدې فشار چې 3m ژور دی، څومره دی؟
($=1.013\times10^{5}P_a$ د اتموسفیر فشار)

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 يې 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 نوموړې ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت $10^{3}kg/m^{2}$ او $g=9.8\,m/s^{2}$ دی.

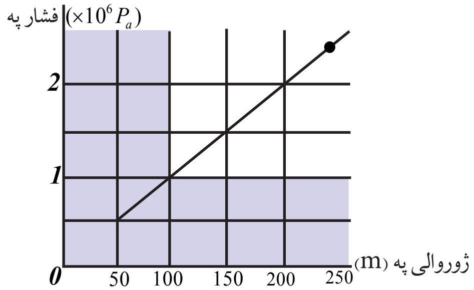
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 ورسیږي، سیماب به په کینه خوا ستون کې له خپلې اصلي سطحې څخه ترکومې ارتفاع پورې پورته لاړشي؟

$\rho_{Hg} = 13600\,Kg/m^3$ او $\rho_W = 1\times10^3\,Kg/m^3$

10 - تاسو به لیدلي وي چې د بندونو قاعدې د هغو د پورتنیو برخو په نسبت ضخیمې جوړوي. ولې؟ تشریح یې کړئ.

11 - لاندې ګراف د اوبو فشار چې د یو ساینس پوه لخوا د بحر په بیلابیلو ژورو الو کې اندازه شوی دی ښیي. له دې ګراف څخه په ګټې اخېستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووایې.



1. فشار پر یوه جسم کله چې د اوبو په $100m$ ژوروالي کې وي، څومره دی؟

(a $1.0\times10^6 P_a$ (b $1.5\times10^6 P_a$

(c $2.0\times10^6 P_a$ (d $1.1\times10^6 P_a$

2. په ګراف کې د ثبت شوو ارقامو پربنسټ له لاندې فشارونو څخه به کوم یو تر بحر لاندې د اوبو په $250m$ ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر ښه تخمین وي؟

(a $1.7\times10^6 P_a$ (b $2.6\times10^6 P_a$

(c $2.2\times10^6 P_a$ (d $5.0\times10^6 P_a$

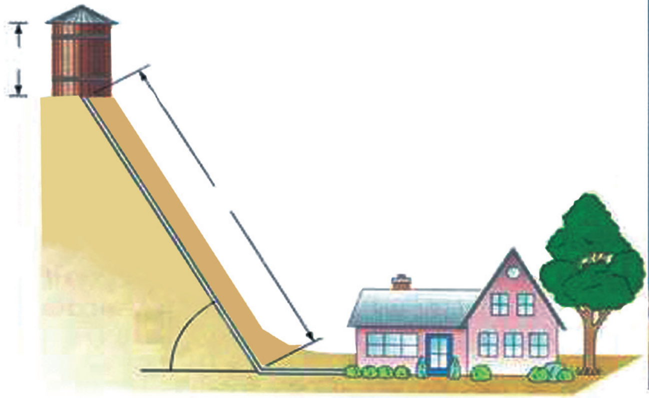
12 - دوه استوانه یي لوښي په نظر کې ونیسئ چې دواړه د A په مساحت د همدې یوې قاعدې لرونکي وي او په یوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د (ρ) په کثافت د یوې مایع لرونکي دي، خو په یوه سلنډر کې د مایع ارتفاع (h_1) او په دویم سلنډر کې (h_2) ده. د جاذبې قوې لخوا څومره کار ترسره شي، ترڅو د دواړو سلنډرونو سطحې په تعادل کې راولي، یعنې د عین ارتفاع لرونکي شي؟ (البته هغه وخت چې دواړه سلنډرونه سره وصل شي).

(c) ketabton.com: The Digital Library

متحرک یا خوځنده سیالونه

8-1: خیالي (ایډیال) سیالونه

په خوځنده مایعاتو او ګازاتو کې د تشابه او یا توپیرونو اړخونه اوځانګړتیاوې:



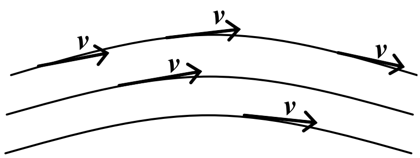
پوهیږئ چې سیال د موادو هغه حالت ته وایي چې د مایع او ګاز په حالت کې وي، سیال د مایعاتو او ګازاتو شریک نوم دی. د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتیاوې او هم د ځانګړتیا توپیرونه شته دي. مایعات که د سکون په حالت کې وي او یا د حرکت په حال کې متراکم کېږي نه، یعنې د مایع جسم د فشار له امله بدلون نه کوي. برعکس د یوی کچې ګازو جسم چې په یوه تړلي محفظه کې ځای پر ځای شوي او د سکون په حالت کې وي، د فشار له امله بدلون کوي، خو کله چې ګاز د جریان په حالت کې وي، هغه کولای شو غیر متراکم ومنو.

کله چې د ګاز د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو ګازاتو پر جسم د فشار د بدلونونو اغېزه تر هغه حده کمه ده چې کولای شو تری صرف نظر وکړو. هغه قوانین چې د متحرکو ګازاتو لپاره تطبیق کېږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبیق وړتیا لري، خو بیا هم که چېرې د سیال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه زیات شي، مثلاً د انفجار په څېر حالتونو کې او یا په هغو حالتونو کې چې د ګاز غلظت په ډېره ټیټه سطحه کې واقع وي. د مثال په توګه: که چیرې له (0.7mbar) ملي 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

یو سیال (مایع، گاز) ته هغه مهال خیالي (ایډیال) ویلای شو چې پرته له اصطکاکه وي او د تراکم وړتیا ونه لري.

د سرعت وکتور د وخت د تابع (t) په توګه ټاکل شوی دی، د (V) د وکتورونو مجموعه چې د نوموړو ټولو فضايي نقطو رانغاړوونکي ده، د سرعت د وکتور ساحه تشکیلوي.



(8-1) شکل

په متحرکو مایعاتو کې خطونه داسې تېرېږي چې د (V) سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس وي او دا خطونه د جریان د خطونو په نامه یادوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

تجربه

تجربه: ذرې له يوې متحركې مايع سره چې له يوه نل څخه تيرېږي، مخلوط كوو، داسې چې ددې ذرو كثافت په خپلو كې ډېر كم توپير ولري. اوس د مايع د جريان حالت د مايع په منځ كې د ذرو له حركت څخه په ګټې اخيستلو، د عكاسۍ د يوې دستګاه پرمټ چې وكولای شي د ډېرو لنډو وختونو لپاره عكاسي وكړي، تر مطالعې لاندې نيسو، په عكسونو كې مخلوط شوي ذرات هر يو د خپل سرعت له كچې سره سم يو اوږد يا لنډ خط ښيي، چې په حقيقت كې همغه د جريانونو خطونه دي. همدارنګه په عكسونو كې ليدل كېږي چې څومره چې ديوې مايع د جريان مسير كوچنى كېږي، يعنې د هغه نل قطر چې مايع ترې تيرېږي، كوچنى كېږي، په همغه تناسب د جريان خطونه يو له بله سره نژدې واقع كېږي او كه چيرې قطر لوى شي، د خطونو ترمنځ واټن زياتيږي.

په ډېرو جريانونو كې د جريان د خطونو تصوير په مختلفو وختونو كې يو شان پاتې كېږي. داسې چې د مايع هره ذره، د فضا يوه مطلوبه نقطه په عين سرعت سره عبور كوي. په دې جريانونو كې د ذرو د سرعت كميت او لوري چې له مايع څخه تيرېږي، مساوي دي او هغه شخص چې ليدونكى دى، تل له جريان څخه عين تصوير په خپلو سترګو ګوري چې دې ډول جريان ته مستقر جريان وايي.

په دې ډول جريانونو كې د مايعاتو د جريان هيڅ يو كميت لكه (فشار، سرعت، اصطكاك، د عبوري مايع كچه) د وخت تابع نه دي. كه چيرې دا كميتونه د مايع په يو جريان كې د وخت په تيريدو سره بدلون ومومي، دې مايع ته غير مستقره مايع وايي. د مايع هغه برخه چې د جريان د خطونو لخوا محدودېږي، د جريان د لولې په نامه يادېږي. د مايع سرعت وكتور (V) چې په هره نقطه كې د جريان پر خط مماس دی، د جريان د لولو پر سطحې هم مماس وي او دا ددې لامل كېږي چې د مايع ذرې د خپل حركت پر مهال د جريان د لولې ديوالونه قطع نه كړي.

(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 لرونکې 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 وروستنۍ رابطې ته بدلون ورکړو

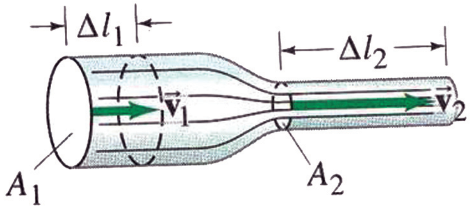
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

پورتنۍ رابطه د متمادیت یا پیوستګۍ (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 کوچنۍ 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

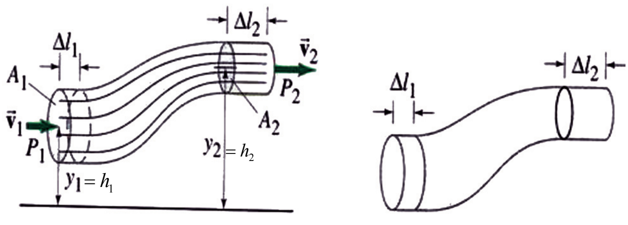
د يوې مايع جريان د سرعت اړيکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پيوستگی) او متماديت په قضيه کې وليدلې، اوس دا رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

په يو سيال کې چې له اصطکاک څخه په کې صرف نظر شوی وي، د انرژي د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخيستلو سره کولای شو د هغو کميتونو ترمنځ چې د سيال جريان مشخص کوي، 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: $W = P_1 \cdot V ....(1)$



(8-4) شکل (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 نسبې يا جزيي کارونو د رامنځ ته کيدو 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 يوه اندازه مايع د h_1 له ارتفاع څخه داسې موقعيت ته راوړل کېږي چې د h_2 ارتفاع لري. نو هغه کار چې ددې موخې لپاره اړين دی، عبارت له W_2 څخه دی:

$$W_2 = mg\,(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$
$$W_2 = \rho \cdot V \cdot g\,(h_2 - h_1) \;.......(3)$$

3 - هغه اندازه مايع چې په لاندينۍ سطحه کې ده، د v_1 سرعت لري او حرکي انرژي يې عبارت دی له:
$$E_{K1} = mv_1^{\;2} / 2$$
څرنګه چې دا اندازه مايع په لاندينۍ سطحه کې زېښبل(فشرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مايع 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 زياتولو لپاره د اړتيا وړ کار عبارت دی له: $W_3 = ½\, mv_2^{\;2} + ½\, mv_1^{\;2} ....(4)$

که چیرې د انرژي له هغې کچې څخه چې د نل د جدار او مايع د ذرو ترمنځ د اصطکاک د بې اغېزې کولو لپاره د نل په اوږدو کې اړينه ده صرف نظرو شي، د برنولي قانون $W = W_1 + W_2 + W_3$ له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي: $P_1V = (p_2V) + (V\rho\, g\, h_2 - V\rho\, g\, h_1) + (1/2m V_2^{\;2} - 1/2\, m V_1^{\;2})$

که چېرې د $m = V\rho$ پرځای تعويض 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 ترتيب او آسانه کړو، د برنولي قانون د جريان 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 يوازې دا چې د يوې مايع په هکله چې د يوه نل په منځ کې جريان لري صدق کوي، بلکې د هغو مايعاتو په هکله چې په آزاده توګه او يا هم د يوې مايع د ذرو په هکله چې د ربښو په بڼه د نلولونو ترمنځ يو دبل ترڅنګ پرته له دې چې يو له بل سره مخلوط شي جريان ولري، د تطبيق وړتيا لري.

که چیرې په يو جريان کې د h_1 او h_2 ارتفاع سره مساوي او يا يو له بله څخه ډېر کم توپير ولري، د $\rho\, gh_1$ او $\rho\, gh_2$ اجزاء په معادله کې يو اوبل افنا کوي او له اغېزو څخه يې کولای شو صرف نظر وکړو.

بايد وويل 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 نيسي:

$$P_1 + \frac{\rho\, v_1^{\;2}}{2} = P_2 + \frac{\rho\, v_2^{\;2}}{2}$$

(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 گانې 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 يې ډېر زیات نه دی هم د تطبیق قابلیت لري.

فشار د اوبو د بنداړیه 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 ورگرځي. دغه د ډېر فشار تولیدیدل 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 توگه حساب کړو چې په متحرکو گازونو 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 $v = 40\, m/\sec$

$$Ps = 1/2\,\rho\, v^2 = 1/2 \cdot 0{,}125 kg/m3 \cdot 1600\, m^2/s^2 = 100 kgm/s^2/m^2 = 100 N/m^2$$

$$= 100 P_a = 0.001 bar$$

(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 تري 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 تنګیږي. کله چې اوبه دې وصل شوي ټوټې ته ورسیږي. 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 رسیږي؟ 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 پرېنسپ چې د پیپ د پیل او پای په نقطو (جټ باندې) تطبیق کېږي، لرو چې:

$$p_1 + 1/2\,\rho v_1^2 = p_2 + 1/2\,\rho v_2^2$$ یا

$$\Rightarrow 1/2\,\rho(v_2^2 - v_1^2) = p_1 - p_2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2/\rho\,(p_1 - p_2)$$

له بله پلوه د متمادیت له معادلې څخه لرو:

$$v_2 A_2 = v_1 A_1$$

$$v_1 = \frac{v_2 A_2}{A_1} = v_2\left(\frac{\pi\, r_2^2}{\pi\, r_1^2}\right)$$

$$v_1 = v_2\left[\frac{d_2/2}{d_1/2}\right]^2 = v_2\left(\frac{d_2}{2}\cdot\frac{2}{d_1}\right)^2$$

$$v_1 = v_2\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

د دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې: $V_1^2 = V_2^2 (d_2/d_1)^4$

که 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 پوهیږو چې:

$$X = v_2\cdot t \qquad\qquad y = -\tfrac{1}{2}g\cdot t^2 = -1m \Rightarrow t^2 = 2/s \Rightarrow t = \sqrt{2/g}$$

$$t = \sqrt{2m/9{,}81\,m/s^2} = 0{,}45s \Rightarrow \; x = 19.205m/s\times 0.45s = 8{,}64m$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

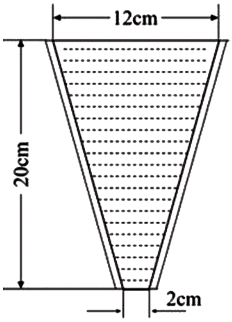
پوښتنې

1. د فشار توپير پيداکړئ، په هغه صورت کې چې د يو نل د دوو سرونو ترمنځ د نل د مقطع مساحت له $15cm^2$ څخه $5cm^2$ ته تنقيص کړای شي او په هره ثانيه کې $1,8liter$ بنزين له $0,7\,kg/dm^3$ کثافت سره ترې تېر شي.

2. د يو قيف ډولې لوښي قطر له $20cm$ ارتفاع سره، له پورتني $d_1 = 12cm$ قيمت څخه کښتني قيمت $d_2 = 2cm$ ته کمېږي، په کومه کچه د فشار توپير د پورتنيو او ښکتنيو مقطعو ترمنځ رامنځ ته کېږي؟ که چېرې:

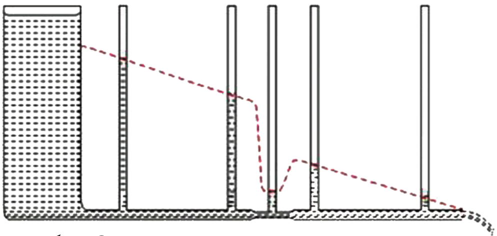
a. لوښي په بشپړ ډول له ساکنو اوبو څخه ډک وي.

b. په هره ثانيه کې 0.3 ليتره اوبه له لوښي څخه تېرې شي.



8-4: د برنولي د قانون تطبيقات

په اوسني لوست کې د برنولي د قانون دکاروني څو مورده مطالعه کوو چې لومړنی يې د ځيښلو(چوشش) د اغېز منځ ته راتلل دي.



شکل (8-5)

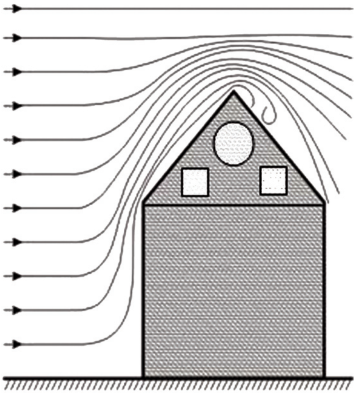
له وروستۍ افادې څخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شوه، داسې پايله ترلاسه شوې ده چې په هغه ټولو حالاتو کې چې لوړ فشار لري، د جريان سرعت د ټيټ قيمت لرونکی دی او برعکس د ټيټ فشار په شتون سره د جريان سرعت لوړ قيمت لري. د متماديت د قانون پربنسټ د جريان سرعت په تنګو موقعيتونو کې ډېر دی.

په دې موقعيتونو کې برعکس، هغه ځه چې تېروتنې يې منل شوي دي، د فشار يو تناقص موجود دی. دغه ويناکولای شو په (8-5) شکل کې د ليدلو وړ وګرځو. که چيرې له يو نل سره چې د تنګ محل يا معبر لرونکی وي، څو نري نور نلونه د مايعاتو د فشار سنج په توګه برابر کړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مايع په هر نل کې پورته تللی، د هغه فشار د کچې ښودونکې ده چې په نوموړو نلونو کې شتون لري. لکه چې ليدل کېږي، په هغو موقعيتونو کې چې نلونه نري دي، د مايع سطحه په نل کې ټيټه ده او په پايله کې ويلای شو چې په نوموړو موقعيتونو کې فشار ټيټ دی. دا واقعيت هغه سوال ته چې ولې په ځينو مايعاتو کې د ځيښلو (چوشش) اغېزه شتون لري؟ ځواب ورکوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

دې موضوع ته له يوه بل مثال سره دوام ورکوو:

د باد يو طوفان پر يو تعمير الوځي، لکه چې په (8-6) شکل کې په ځرګنده توګه ليدل کېږي، کله چې د هواکتلې د تعمير په هغو برخو کې چې ځمکې 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.

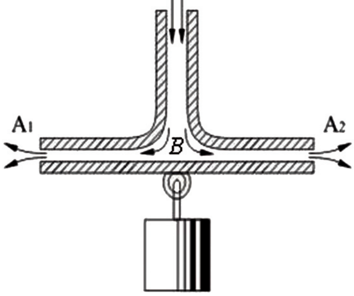


(8-6) شکل

مثال

د ځبېښلو(چوشش) اغېز د يو بل اثر په ارايه کولو چې د «هايدروډيناميک پارادوکس» ښکارندې په نامه يادېږي، تر بحث لاندې نيسو چې د ځبېښلو يا رودلو اغېز په سيالونو کې په ځرګنده 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 ايښې 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 شاوخوا کې چې هوا ترې د B ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې بهير لري، د هوا د فشار په پرتله کم دی. لکه چې ليدل کېږي، ښکتنی پليټ لکه څنګه چې هيله کېږي، د هوا د بهير له امله نه يوازې دا چې نه ټيله کيږي، بلکې له يوې قوې 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

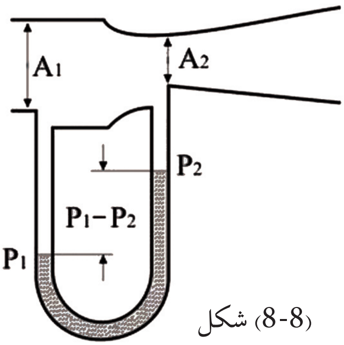
(c) ketabton.com: The Digital Library

8-5: وینتوري ټیوب - د جریان د سرعت اندازه کول

د برنولي قانون دا آسانتیا رامنځ ته کوي چې کولای شو د مایعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې مقصد لپاره د مایعاتو د بهیر پر مهال له نلونو څخه په عمومي ډول له وینتوري ټیوب څخه گټه اخیستل کېږي.

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، دغه ټیوب له نري نل (جټ) څخه جوړ شوی دی. چې په هغه کې د ډېرو پراخو او ډېرو تنگو (نریو) برخو ترمنځ د فشار توپیر، د یو فشار سنج (د مایع مانومتر) پرمټ اندازه کیدای شي. د برنولي د قانون پربنسټ په وینتوري ټیوب کې دغه رابطه صدق کوي.

$$p_1 + 1/2\,\rho\, v_1^{\,2} = p_2 + 1/2\,\rho\, v_2^{\,2}$$



(8-8) شکل

همدارنگه د متمادیت د معادلې له مخې لرو چې: $v_2 = v_1 \cdot A_1/A_2$
که چیرې د (A_1/A_2) سطحو نسبت په q وښیو، لرو چې: $v_2 = q \cdot v_1$
او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعویضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:

$$p_1 - p_2 = 1/2\,\rho\, v_2^{\,2} - 1/2\,\rho\, v_1^{\,2} = \frac{1}{2}\rho\,(v_2^{\,2} - v_1^{\,2})$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\left\{(v_1\, A_1/A_2)^2 - v_1^{\,2}\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\left\{(v_1^{\,2} q^2) - v_1^{\,2}\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\left\{v_1^{\,2}(q^2 - 1)\right\}$$

$$= \frac{\rho\, v_1^{\,2}}{2}(q^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1^{\,2} = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}}$$

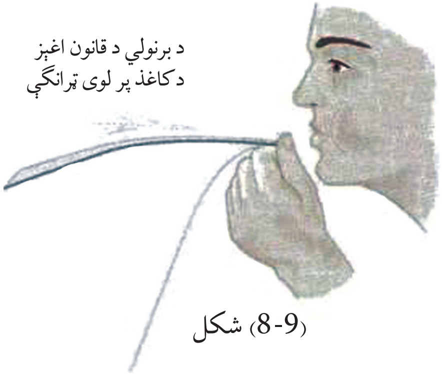
د v_1 له دې قیمت سره همدا راز کولای شو د جریان حجم (V) او یا په یوه ثانیه کې تېره شوې مایع په لاندې توگه محاسبه کړو: $V = A_1 \cdot v_1$ (په یوه ثانیه کې د هغې مایع حجم چې د A_1 له مقطع څخه $(v_1$ په سرعت تېرېږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

اتومايزر (عطرشيندونکى)

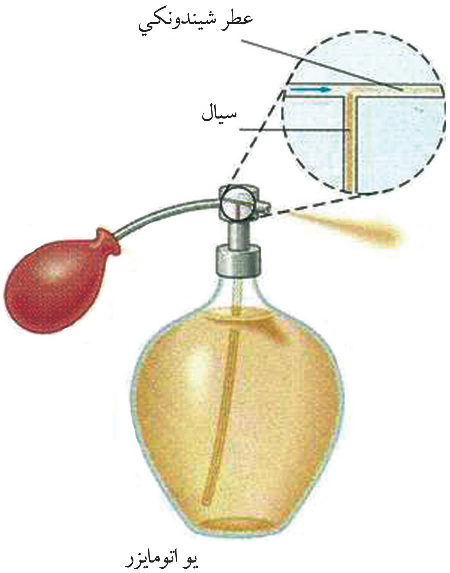
په تېرو بحثونو کې په سيالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړيکو سره بلد شوئ او همدارنګه د فشار توپير مو د سيال په دوو برخو کې په طبيعي شرايطو او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړيکو د ښودلو آسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر يوې ټرانګې (ريښې) باندې پوکول دي. که چيرې تاسو کاغذ د (8-9) شکل په څېر کلک ونيسئ او بيايې په پورتنى سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړني ځړېدلي حالت څخه مخ په پورته کېږي چې دليل يې د هوا د سرعت له توپير څخه عبارت دى. د کاغذ د ټرانګې د پورتنيو او ښکتنيو برخو ترمنځ په پايله کې همدا محصله پورته کوونکې قوه د لفت په څېر عمل کوي او د کاغذ ټرانګه تقريباً د افق تر سطحې پورته کېږي.

دې ته ورته اغېزې په يو اتومايزر (عطرشيندونکي) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شيندي تر سترګو کېږي. کله چې د مخزن پوکانۍ د (8-10) شکل په څېر د هوا يو تېز باد شوټ کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نري سوري څخه چې د هوا د سرعت د زياتېدو سبب ګرځي تېرېږي.



(8-9) شکل

په پايله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سيلان سره مخ پورته ټېله کېږي. په بل عبارت څرنګه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطرو د اتومايزر د عمودي ټيوب په پورته لوري لګېدلي دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې د لوښي د داخلي مايع په سطحې عمل کوي، لږ دى، نو د اتموسفير فشار د ټيوب پورتنۍ برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دى عطر ټيله کوي. د يو اتومايزر د کار کړنلاره د برنولي د معادلې څخه په ګټې اخېستلو هم توضيح کيداى شي. د هوايي ستون لوړ سرعت چې د پوکانۍ په فشار ورکولو سره منځ ته راځي، د عمودي ټيوب په پورتنۍ برخه کې يو ټيټ فشار منځ ته راوړي. دا کار ددې لامل ګرځي چې مايع له ټيوب څخه د باندې ډيکه يا وغورځول شي او د هوا له بهير سره د يوه نري شاور په شان بهر ته شيندل کيږي.



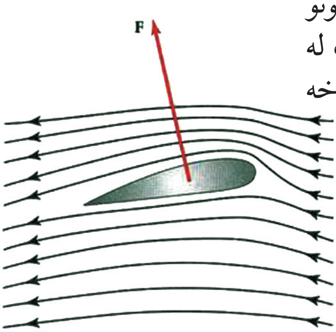
(8-10) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

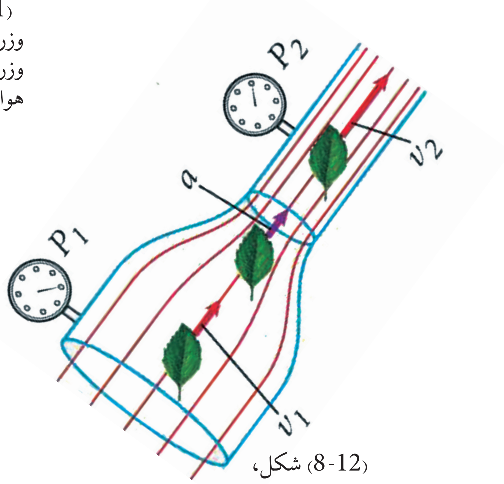
8-6: د الوتکې وزرونه او محرکه او چتوونکې قوه (*Dynamic Lift*)

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 قوي بهیر ښودل شوی چې د الوتکې له وزره سره لګېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکې سپرلې 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 قوي 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 معادلې څخه ($A_1V_1 = A_2V_2$) 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.



(8-12) شکل، د سیال جریان په هغه نل کې چې متفاوت قطرونه لري

همدارنګه له پخوا څخه په یاد لرئ چې سیلان د خطونو څخه د تراکم له امله د پیپ په نري مقطع کې د هوا سرعت په فشرده شوې برخه کې 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).

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 کېدای 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

يو هوار وزر او يا يو وزر له متناظرې مقطع سره تر هغې پورې چې مخکنۍ برخه يې پورته لورته انحنا لري، (د انحنا صعودي زاويې لرونکي دي). د پورته کيدو خپل عمل ته دوام ورکوي. د (8-11) شکل حتی هغه مهال چې د صعودي انحنا زاويه له صفر سره مساوي هم وي وزر بياهم د پورته کيدو په حالت کې ښيي، ځکه چې ګول شوي پورتنۍ برخه، هوا پورته خوا ته ټيله کوي مسير ته يې انحنا ورکوي او د سيلان د خطونو يو له بل سره د تراکم سبب ګرځي. که چيرې د انحنا صعودي زاويه کافي حد ته ورسيږي چې و کولای شي د سيلان خطونه په پورته لورو راکاږي يا تر فشار لاندې ونيسي، ترڅو يو بل ته ښه نژدې شي، په هغه صورت کې الوتکه سرکونډې (څرخي) وهي (په وزرو را څرخي ....). که چيرې د انحنا صعودي زاويه د 15°درجو په شاوخوا کې وي، د څرخېدو تويان (Turbulence) واقع کېږي. لکه څنګه چې په (8-11) شکل کې ډېر راښکل د شا په لور او د وزره لږ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کېږي چې وزر له حرکت څخه ولوېږي او الوتکه سقوط وکړي. په بل تحليل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقي توګه د وزره په وړاندې په حرکت کې ده په ښکته لور او د هوا د هغو ماليکولونو په مومنتم کې د بدلون لامل ګرځي چې د شا په لورې څرخيږي او په وزره کې د صعودي قوې د توليد سبب کېږي، (د نيوتن دريم قانون).

8-7: لزوجيت

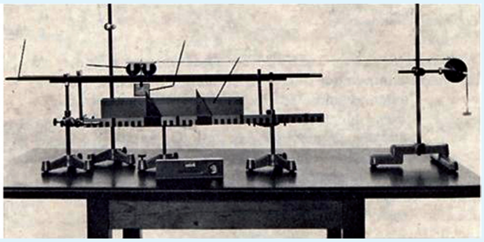
د لزوجيت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پيدايښت او محاسبه):

موږ په تېرو درسونو کې وويل چې خيالي (ايډيال) مايع هغې مايع ته وايي چې د تراکم وړتيا او اصطکاک ونه لري. همدارنګه زياته موکړه چې خيالي مايع په حقيقت کې شتون نه لري، ځکه چې ټول سيالونه د ګازاتو او يا مايعاتو په ګډون چې ريښتيني شتون لري، د اصطکاک لرونکي دي او هم تر يوه حده د تراکم وړتيا لري، يعنې په حقيقت کې خيالي مايع يوه مجرده افاده ده. کله چې په مايعاتو کې له اصطکاک څخه غږيږو، موخه مو د هغو څخه داخلي اصطکاک دی. دغه داخلي اصطکاک په يو بل نوم هم يادوي چې په مايع او يا ګاز کې عبارت له لزوجيت (ښښتل) څخه دي. هره حقيقي مايع او ګاز يو څه داخلي لزوجيت لري او دا هغه مهال څرګنديږي چې په مايع او ګاز کې حرکت رامنځ ته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کيدو څخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شي، ورو ورو قطع کېږي. داخلي اصطکاک نه يوازې دا چې له نلونو او د بيرل او نورو په څېر لوښو سره د مايع د سطحو د تماس او يا په مايع کې د شيانو د حرکت پر مهال د هغو د تماس له امله رامنځ ته کېږي، بلکې په خپله د مايع په منځ کې هم کله چې د مايع قشرونه چې د جريان بيلابيل سرعتونه ولري او يو دبل پرمخ بهيږي، هم منځته راځي. له همدې امله دي چې برعکس جامد اجسام چې خارجي اصطکاک لري، دې اصطکاک ته داخلي اصطکاک وايي. د داخلي اصطکاک شتون په مايعاتو کې حتي په خپلو لاسونو هغه مهال حس کوو چې کله يو جسم د مايع په منځ کې په خپل لاس سره په حرکت راولو. موږ په دې حالت کې يو مقاومت حس کوو چې په مايع کې د داخلي اصطکاک له امله رامنځ ته کېږي.

(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 تړل شوی دی، په نظر کې نیسو. دغه عراده ګی د یو وزن پرمټ د اوسپنې پر یو خط راښکل کېږي. د اوسپنې ددې خط لاندې یو کم عرضه 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 (12*mm*) سور او بله نیمه برخه یې 6*mm* سور لري. په یو نواخت حرکت کې د راښکلو هغه قوه چې د ځړول شوي وزن له امله منځ ته راځي، د اصطکاک قوې د عین قیمت لرونکې ده چې د پلیټ لخوا منځ ته راغلی. که چیرې وزنه ډېره شي، سرعت زیاتېږي او کله چې پلیټ په مایع کې ژور ښکته ځي، سرعت کمېږي او هم هله سرعت کمېږي چې پیلټ د ټپ له سور ورې برخې څخه د ټپ نرې برخې ته رسېږي.

پورتنی تجربه هغه تیوري تاییدوي چې له امله یې د داخلي اصطکاک د قوې اړیکې له لاندې کمیتونو سره څرګندېږي.

1 - د مایع د لزوجیت ضریب (η).

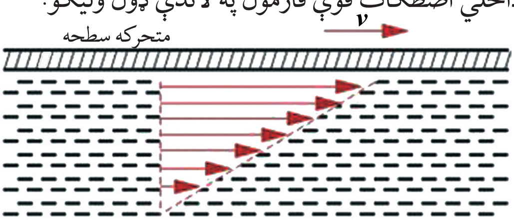
2 - له مایع سره د جسم د تماس سطحې لویوالي.

3 - د $\Delta v/\Delta d$ نسبت چې دغه نسبت د Δv سرعت د تناقص او Δd د ضخامت د کچې څخه لاس ته راځي. Δd د هغې سطحې ضخامت دی چې په یوه وخت حرکت کوي او د مایع د یو ګاونډې قشر سره اړه لري چې د هغې په تعقیب د سرعت کمیدل منځ ته راځي.

د مایع هغه شمېر ذرې چې په مستقیمه توګه د سطحې په ګاونډ کې دي، د ډیفوژن (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 یادېږي، 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: (گلیسیرین، گریس 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:

اوبه د تودوخې په $o^\circ c$ کې	0.00179	هوا د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.000017	گریس د تودوخې په $20^\circ c$ کې	1.2...0.1
اوبه د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00101	هوا د تودوخې په $o^\circ c$ کې	0.000018	گریس د تودوخې په $80^\circ c$ کې	0.25...0.02
اوبه د تودوخې په $50^\circ c$ کې	0.00055	الکول د تودوخې په $o^\circ c$ کې	0.0018	قیر د تودوخې په $20^\circ c$ کې	100 تقریباً
اوبه د تودوخې په $100^\circ c$ کې	0.00029	الکول د تودوخې په $o^\circ c$ کې	0.0012		
ایتر د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00024	گلیسیرین د تودوخې په $20^\circ c$ کې	1.50		

هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او بهرني اصطکاک د محاسبې لپاره ترې گټه اخیستل کیږي، په لاندې توگه یو له بل سره توپیر لري.

$$\text{داخلي اصطکاک} = R_i=\eta\, A\cdot v/d \quad \text{او} \quad \text{خارجي اصطکاک} = R_o=\mu\cdot F_N$$

بهرنی اصطکاک د نورمالې قوې په زیاتیدو سره زیاتیږي چې پر داخلي اصطکاک هیڅ اغیزه نه لري. ددې پرعکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په 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 دستگاه له اوبو څخه په یوه ډک لوښي کې ځای پرځای شوې ده چې د تودوخې درجه یې د یو ترموستات په مرسته په یو ثابت قیمت کنټرول کېږي.

د کرې د سقوط زمان له محاسبه کولو څخه کولای شو لزوجیت لاسته راوړو. له هغو کرو څخه په گټې اخېستلو سره چې مختلف قطرونه لري، له همدې آلې سره د گازونو او هغو موادو لزوجیت په لاس راوړي چې د ډېر لوړ لزوجیت لرونکي وي.

مثال

د گریسو د لزوجیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې کثافت یې $\rho_1 = (0.9\,g/cm^3)$ او یوه المونیمي کره (گلوله) له ($\rho_2 = 2.8\,g/cm^3$) کثافت او $2mm$ قطر سره، له $h = 24cm$ ارتفاع څخه د 18 ثانیو په موده کې یې په منځ کې سقوط وکړي.

حل:

یوه کره دگریسو په منځ کې د یوې لنډې فاصلې تر وهلو وروسته، یونواخت حرکت کوي، پوهېږو چې داخلي مقاومت عبارت دی د وزن (W) او صعودي قوې (bouncy) د کچې له حاصل تفریق څخه،

یعنې: $R_i = 6\cdot\pi\cdot r\eta v = 6\cdot\pi\cdot r\eta h/t$, $F_b = \rho_2\pi\frac{d}{2}\cdot h\cdot g$, $W = mg = \rho_1\pi\frac{d}{2}\cdot h\cdot g$

همدارنگه لرو چې: $E_i = W - F_b$

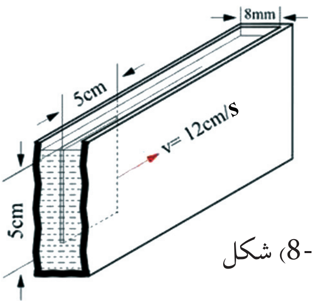
$$\eta = \frac{R_i\cdot t}{6\pi\, r\cdot h} = \frac{(w-F_b)\cdot t}{6\pi\cdot d/2\cdot h} = \frac{(\rho_1\cdot\pi\cdot d/2\cdot h\cdot g - \rho_2\cdot\pi\cdot d/2\cdot h\cdot g)\cdot t}{6\pi\cdot d/2\cdot h}$$

د قیمتونو له وضع کولو څخه وروسته: $\eta = 7g/cm\,s$

(c) ketabton.com: The Digital Library

پوښتنې:

1 - په يو ټپ کې چې له تېلو څخه ډک شوی، يو نرۍ پليټ 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 $20cm^3$ گليسرينو 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 منځنی توپيري فشار لاندې پرس (کيکاږل) کېږي. هغه زماني موده چې ددې عمليې لپاره په کار ده، محاسبه کړئ.

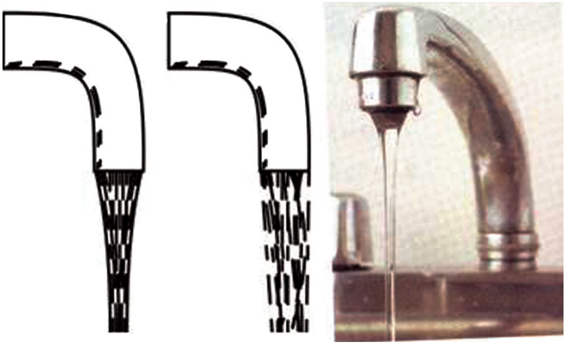
8-8: د طوفاني جريان ښکارنده (پديده)

په مختلفو سرعتونوکې د يوه جريان د واقع کېدو ځرنگوالی:

داخلي اصطکاک هغه مهال منځ ته راځي چې د مايع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، يو د بل له څنگ څخه تېرېږي.

دا پېښه، تر ټولو د مخه د مايعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحدو قشرونو کې ځرگندېږي. پر دې داخلي اصطکاک د غلبې لپاره يايې 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 انرژي 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 څنگ څخه تېرېږي، نه ځيرې ځيرې کېږي، بلکې يو د بل له اړخه په صاف ډول تېرېږي او جريان ته لامينار (Laminar) وايي.

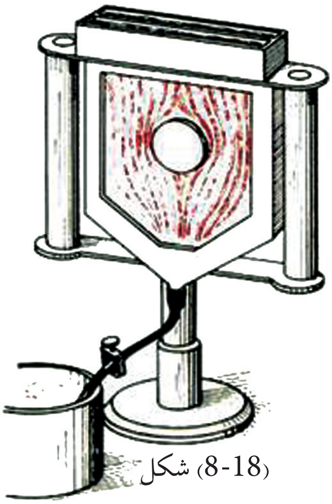


(8-17) شکل،
له څڅکوري (شيردهن) څخه د لامينار او توربلنت بهيرونه

(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 (ګرداب) منځته راځي.

رامنځته شوی جریان د توربولینت (Turbulent) په نامه یادېږي.



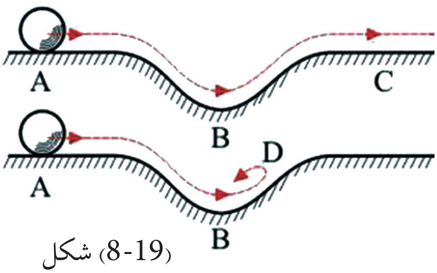
(8-18) شکل

که چیرې د اوبو شیردان لږ څه خلاص کړو، اوبه په کراره او نرمۍ له شیردان څخه خارجېږي او که چیرې شیردان نور هم خلاص کړو، د اوبو بهیر یو ټاکلي سرعت ته تر رسېدو وروسته په ناکراری پیل کوي او د اوبو څرخېدل تولید وي. په (8-18) شکل کې هم دا ښکارنده په ډېر ښه ډول په هغه آله کې چې د «جریان د لارو رګونو آلې» په نامه یادېږي، لیدلای شئ. ددې آلې د کار طریقه داسې ده چې بې رنګه شفافې اوبه او سور رنګې اوبه له دوو لوښو څخه په یوه فضاکې چې د دوو ښېښه یي پلیټونو ترمنځ وي، له پورته لوري څخه له یو شمېر نریو سوریو څخه چې تیار شوي دي، بهیر پیداکوي. د اوبو جریان له سوریو څخه په دې ډول دی چې صفا او رڼې اوبه له لومړي او دریم سوري او سرې رنګه اوبه له دویم او څلورم سوري څخه تېرېږي.

د دواړو مایعاتو د بهیر خروجي سرعت له هغه قید سره چې په پیپونو کې پکار وړل شویدی، کولای شو تنظیم کړو. که چیرې په لوښي کې مانع نه وي، د جریان ریښې د سور رنګه موازې خطونو په څېر تر سترګو کېږي. او که چېرې کومه مانع هم وي. د دوو رنګو اختلاط بیاهم نه تر سترګو کېږي. هغه څه چې لیدل کېږي د جریان د متجانسو رشتو له یو عبور څخه عبارت دی چې په دواړه خواو کې یې صورت موندلي دي. که چیرې قید خلاص کړو، یعنې د مایع د بهیر سرعت لوړ کړو، لیدل کیږي چې یو ټاکلي قیمت ته د سرعت په رسیدو سره ناڅاپه د اوبو څرخېدل (ګرداب) ښکاره کیږي او دواړه رنګونه په بشپړه توګه له یوه بل سره مخلوط کیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

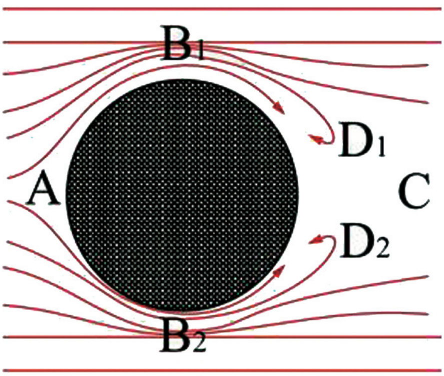
د ګردابونو پيداکيدل



(8-19) شکل

د ګردابو 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 ځاى يې په سرعت کې زياتوالى 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 دى.



(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 بهرنې سطحې څخه يې تېر شي، (8-20) شکل.

ليدل کيږي 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 لړو اصطکاکونو کې لومړى 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 مایع 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 یې کمېږي او په پای کې د D_1 او D_2 په څېر ساحو کې صفر ته تقرب کوي او په پایله کې د مایع ذرې بیرته راګرځي او شاته جریان پیداکړي. د بېرته راګرځېدو پر مهال په دوران پیل کوي او ګرداب تشکیلوي. یعنې هغه مایع چې مخکې یوه لامینار مایع وه، دادې په یوه توربولینټ مایع تبدیله شوې ده. هغه ګردابونه چې له دواړو خواو څخه په پرله پسې توګه منځ ته راځي او د مانع شاته اصطلاحاً یوه 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 کوچنۍ 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 راغلې 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 کېدای 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 (نښتل) 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 کېدو څخه وروسته چې د حرکت لامل ګرځېدلي 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 هوپیل ویسکو زیمتر له الې څخه د یوې مایع د لزوجیت ضریب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.
- که چېرې یوه کره د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې واقع شي، دغه کره د رغړېدو پرمهال خپله د پوتنسیل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې یې ډېروالي راځي. د سرعت په زیاتیدو سره داخلي اصطکاک لوړځي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مایع ذرې، کافي حرکي انرژي له لاسه ورکړي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولی او سرعت یې صفر ته تقرب کوي. په پایله کې ذرې بېرته راګرځي او شاته جاري کېږي او د بیرته راګرځیدو په مهال په څرخیدو یا دوران پیل کوي او ګرداب جوړوي چې وایي نوره نو نومورې مایع په یو توربولینټ مایع بدله شوې ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اتم څپرکي پوښتنې

1 - يو سيال (مايع – ګاز) 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 ګازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي .... ورته ويل کېږي.

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 پرينسټ 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 قوي پرمټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضيح کړئ.

10 - کله چې د يوې نيچې له لارې اوبه څښئ د هوا په تخليه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموئ او مايع په حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. آيا 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 (ګړندی) 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 نرۍ برخه کې د اوبو سرعت لاسته راوړئ.

14 - د يو نل د شيردان د سوري قطر $2cm$ دی او په هره ثانيه کې په $2{,}5\times10^{-2} m^3$ کچه اوبه ترې خارجېږي، اوبه په کوم سرعت له نل څخه خارجېږي، 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 «فزيک (2) و ازمايشگاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د څیړنې او ازمويني د پلان جوړولو سازمان، د ایران د درسي کتابونو د چاپ او خپریدو شرکت، 1385 هـ . ش.

Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library