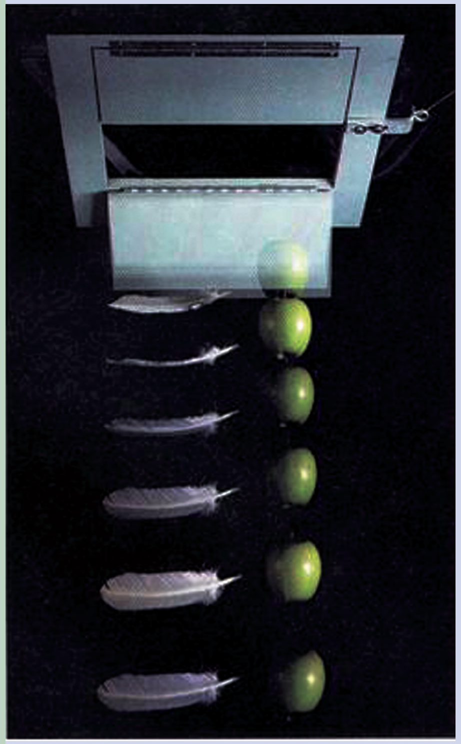
د پوهنې وزارت
د تعلیمي نصاب د پراختیا او د ښوونکو د
روزنې معینیت
د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي
کتابونو د تالیف لوی ریاست

فزیک

یوولسم ټولګی

د چاپ کال: ۱۳۹۶ هـ. ش.

فزیک
یوولسم ټولګی



درسي کتابونه د پوهنې په وزارت پورې اړه لري. اخیستنه او خرڅونه یې
په کلکه منع ده. له سرغړوونکو سره قانوني چلند کیږي.
moe.curriculum@gmail.com

ملي سرود

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

بسم الله الرحمن الرحيم

د پوهنې وزارت

د تعلیمي نصاب د پراختیا او د ښوونکو د روزنې معینیت

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

فزیک

Physics

یوولسم ټولګی

د چاپ کال: ۱۳۹۶ هـ .ش.

مؤلفین:
– سرمؤلف گل احمد ساغری د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف ریاست غړی او د نصاب د پروژې متخصص.
– ابو طالب حیدری په افغانستان کې د امریکایي پوهنتون استاد.
– د مؤلف مرستیال عبدالودود فیضی د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست غړی.
– دوکتور عبدالکریم میرزا زاده

علمي او مسلکي ایډیټور:
سرمؤلف گل احمد ساغری د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف ریاست غړی او د نصاب د پروژې متخصص.

د ژبې ایډیټ:
مؤلف اقا محمد گرندی (خوږیانی) د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف ریاست د پښتو څانگې علمي او مسلکي غړی.

دیني، سیاسي او کلتوري کمیټه:
- حبیب الله راحل د تعلیمي نصاب د پراختیا په ریاست کې د پوهنې وزارت سلاکار
- مولوی عبدالوکیل

د څارنې کمیټه:
- دکتور اسدالله محقق د تعلیمي نصاب او د ښوونکو د روزنې معین
- دکتور شیر علي ظریفي د تعلیمي نصاب د پراختیا پروژې رئیس
- دکتور محمد یوسف نیازی د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف لوی ریاست سرپرست.

کمپوز او ډیزاین: خالد هوتک

بسم الله الرحمن الرحیم

د پوهنې د وزیر پیغام

د لوی خدای ﷻ ډېر شکر دی چې انسان یې په احسن تقویم کې پیدا او هغه ته یې د خبرو کولو توان ورکړ او د علم او فکر پر ګاڼه یې سمبال کړ. ډېر درود دې وي د اسلام پر ګران پیغمبر حضرت محمد مصطفی ﷺ چې د انسانیت ستر ښوونکی دی او د رحمت، لارښوونې او روښنايي پیغام راوړونکی.

ښوونه او روزنه په هره ټولنه کې د بدلون او پراختیا بنسټ دی. د ښوونې او روزنې اصلي موخه د انسان د بالقوه ځواکونو فعالول او د هغه د پټو استعدادونو غوړول دي.

درسي کتاب د ښوونې او روزنې په بهیر کې یو مهم رکن بلل کیږي چې له نوو علمي بدلونونو او پرمختګونو سره اوږه په اوږه د ټولنې له اړتیاوو سره سم تالیف کیږي. درسي کتابونه باید د منځپانګې له مخې خورا بډای وي چې وکړای شي د علومو له نوو لاسته راوړنو سره مل دیني او اخلاقي زده کړې د نوو میتودونو له لارې زده کوونکو ته ولېږدوي.

دغه کتاب چې اوس ستاسو په واک کې دی، د همدغو پورته ځانګړنو پر بنسټ چمتو او تالیف شوی دی. د پوهنې وزارت تل زیار باسي چې په هیواد کې تعلیمي نصاب او درسي کتابونه د اسلامي ښوونې او روزنې او د ملي هویت د ساتلو پر بنسټ جوړ او له علمي معیارونو، نوو روزنیزو میتودونو او د نړۍ له علمي پرمختګونو سره سم چمتو کړي. د زده کوونکو استعدادونه په ټولو اخلاقي او علمي خواوو کې وغوړیږي او په هغوی کې د تفکر او نوښت توان او د پلټنې حس پیاوړی کړي. د خبرو اترو او پیرزوینې د فرهنګ دودول، د هیواد پالنې او د مینې او محبت د حس پیاوړی کول، ښځینه او پیوستون د پوهنې د وزارت نورې غوښتنې دي چې ښایي د لوست په کتابونو کې ورته پام وشي.

درسي کتابونه د ښه او مسلکي ښوونکي له درلودو پرته نشي کولای ټاکل شوي موخې ترلاسه کړي. ښوونکی د ښوونې او روزنې یو مهم جزء او د ښوونې او روزنې د پروګرامونو پلي کوونکی دی. د هیواد له ژمنو او زړه سواندو ښوونکو څخه، چې د تورتم او ناپوهۍ په وړاندې یې جګړه خپله دنده ګرځولې، دوستانه هیله لرم د تعلیمي نصاب په دقیق او مخلصانه تطبیق کې د هیواد ماشومان، نجونې او تنکي ځوانان د پوهې، اخلاقو او معنویت لوړو څوکو ته ورسوي.

د هیواد د زده کړې د نظام بری د خلکو له جدي مرستو پرته امکان نه لري. له دې امله له ټولو قشرونو او د ملت له شریفو خلکو، په تیره بیا له کورنیو او د زده کوونکو له درنو اولیاوو څخه هیله لرم چې د معارف د موخو د لاسته راوړو په برخه کې له هیڅ ډول مرستې څخه ډډه ونه کړي. دغه راز له ټولو لیکوالو، پوهانو، د ښوونې او روزنې له ماهرینو او د زده کوونکو له محترمو اولیاوو څخه هیله کیږي چې په خپلو رغنده نظرونو، وړاندیزونو او نیوکو د درسي کتابونو په لاښه والي کې د پوهنې له وزارت سره مرسته وکړي.

لازمه بولم له ټولو ښاغلو مؤلفانو، د پوهنې وزارت له اداري او فني کارکوونکو او له ملي او نړیوالو بنسټونو څخه، چې د دغه کتاب په چمتو کولو، چاپولو او ویش کې یې زیار ایستلی او مرسته یې کړې، مننه وکړم.

په پای کې له لوی خدای ﷻ څخه غواړم چې په خپله بې پایه مهربانۍ له موږ سره د پوهنې د سپیڅلو ارمانونو په لاسته راوړلو کې مرسته وکړي. انه سمیع قریب مجیب.

د پوهنې وزیر

دوکتور اسدالله حنیف بلخي

لومړنۍ خبرې

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

په هر درسي کتاب کې درې بنسټیزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنیت) د مؤلفینو د پاملرنې وړ ګرځیدلي دي، سربیره پر هغه د سرلیکونو حجم او د کتاب محتوا د دولت له ښوونیزې او روزنیزې کړنلارې سره سم د وخت او ښوونیز پلان په پام کې نیولو سره یې مفردات طرح شوي دي، د محتوا د عمومي معیارونو او منل 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.

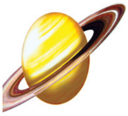
همدارنګه له خپلو رغنده وړاندیزونو، چې د کتاب د کیفیت په لوړولو کې اغیزې ولري، له هیڅ ډول هڅې او هاند څخه ډډه ونه کړئ. تاسو ته ډاډ درکوو، چې انشاء الله ستاسو جوړوونکو او ارزښتمنو نظریاتو او وړاندیزونو ته به د کتاب د نمیګړتیاوو او تیروتنو د مخنیوي په موخه په راتلونکي چاپ کې په مینه هر کلي ووایو.

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

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

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

د فزیک څانګه



لړلیک

مخونه

لومړی څپرکی: میخانیکي تعادل ۱

قوه ۳

قوه د وکتور په توگه 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 گراف ۵۸

تعجیل ۶۰

یو نواخت یا یو ډوله (متشابه) حرکت ۶۳

ازاد سقوط ۶۶

دریم څپرکی: دوه بُعدي حرکتونه ۷۴

د مکان تغیر او منځني سرعت ۷۵

منځنی تعجیل او لحظه یي تعجیل ۷۸

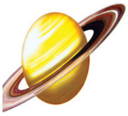
غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه ۸۱

مایل غورځول (ویشتل) ۸۳

دایروي حرکت ۸۷

دایروي یو ډوله حرکت ۸۹

تعجیل په دایروي یو ډوله (متشابه) حرکت کې ۹۳



لړليک

مخونه

څلورم څپرکی: د نيوټن د حرکت قوانين ١٠٠

د نيوټن لومړی قانون ١٧١

د نيوټن دويم قانون ١٠٢

د نيوټن دريم قانون ١٠٣

د نيوټن د قوانينو پلي کول ١٠٧

د اصطکاک قوه ١١٢

د نيوټن د جاذبې قانون ١١۶

لفت ١٢٢

د مصنوعي سپوږمکيو د حرکت دايروي مدارونه ١٢۴

پنځم څپرکی: کار، ميخانيکي انرژي او طاقت ١٣٠

کار او حرکي انرژي ١٣۴

هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي ١٣٨

تحفظي او غير تحفظي قوې ١۴٠

د ميخانيکي انرژي ساتنه (تحفظ) ١۴١

توان (طاقت) ١۴٣

شپږم څپرکی: خطي مومنتم او امپولس ١۴٨

مستقيم الخط حرکت او امپولس ١۴٩

مومنتم ١۵١

قوه او مومنتم ١۵۶

ضربه او د خطي مومنتم تحفظ ١۵٩

ارتجاعي تصادم ١۶٢

غير ارتجاعي تصادم ١۶۴

د ثقل مرکز ١۶۴

لړلیک

مخونه

اووم څپرکی: د سیالونو نسبي سکون ۱۷۰

سیالونه ۱۷۱

د سیالونو فشار ۱۷۱

د مایع د فشار اندازه کول ۱۷۲

د اتموسفیر فشار ۱۷۵

په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول ۱۷۸

په سیالونو کې د فشار انتقال ۱۸۰

د اوبو شکنجه ۱۸۰

د ارشمیدس قانون ۱۸۳

اتم څپرکی: متحرك ۱۹۲

خیالي (ایډیال) سیالونه ۱۹۲

د متمادیت معادله ۱۹۴

د برنولي معادله ۱۹۶

د برنولي د قانون تطبیقات ۲۰۰

وینټوري ټیوب – د جریان د سرعت اندازه کول ۲۰۲

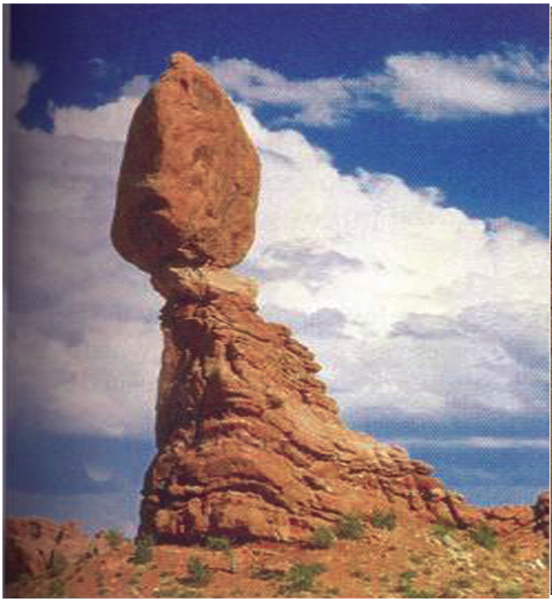
د الوتکې وزرونه او متحرکه اوچتوونکې قوه ۲۰۴

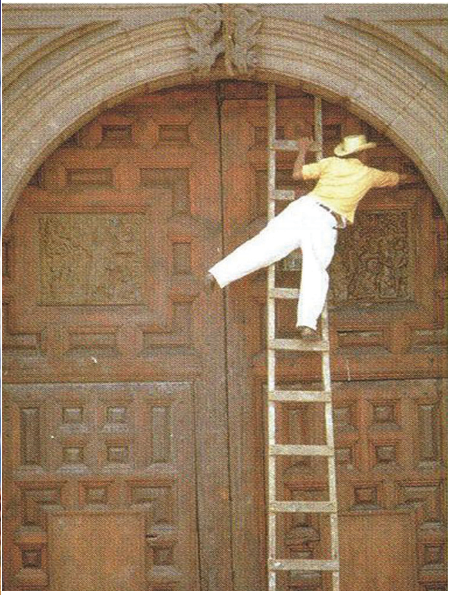
لزوجیت -د لزوجیت مفهوم ۲۰۵

د توپاني جریان ښکارنده (پدیده) ۲۰۹

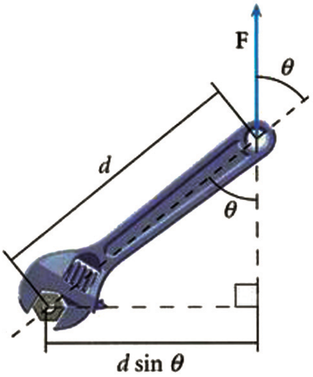
لومړی څپرکی

میخانیکي تعادل (انډول)





میخانیکي تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کیدونکي موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بیلابیلو ډگرونوکې د اړتیا وړماشین الاتو او تکنالوژۍ په پراختیاکې چې زموږ د ټولنې په ورځني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالیږي یو مهم بنسټ جوړوي. ځنې مسایل لکه : د قوومطالعه، په اجسامو باندې یې د اغېزو څرنگوالی، د رافعې او د ساختماني وسایطولکه تراکتورونو، بلدوزرونو، جرثقیلونو او همدا رنگه د کرنې، صنایعو ځمکنې او هوایي ترانسپورت او دکانونو د استخراج په څیر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولوکې د قوو او دهغو داړوندو پدیدو داغیزو کارول داټول پر هغو قواعدو بناشوي 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 خو را ژورو او طبعي رمزونو څخه دی چې د ځمکې د کرې پرمخ یې هغوته د ثبات او ژوندي پاتې کیدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نیولې د بیړیو او سیارو ترالوتلو 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 څپرکی محتویات دهغو محتویاتو په تړاو جوړشوي چې تاسو په تیرو کلونوکې زده کړیدي. قوه چې د فزیک له پخوانیو درسونو څخه یو بحث دی، په دې څپرکي کې هم تکرا ریږي تر څو چې یو شمیرنورو بحثونو لکه قوې یا متقابلې اغیزې(عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلو بنسټ جوړ کړي. د قوو د څرگندیدو (منځته راتلو) مطالعه، که څه هم د متلاقي او یا موازي قوو په څیر ده، همدارنگه د قوو د تجزیه کیدو پوهه، د قوې د مومنت او یا د دوران مومنت، او د زوج قوې په څیر د یو شمیر نورو مفاهیمو د پیژندلو او زده کولو لپاره لاره هواروي.



په شکل کې لیدل کیږي چې د رافعې د مټ لوری تل د تطبیق شوې قوې پر لوري عمود دی.

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

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

ولې قوه وکتور ده؟ څه شی د یوجسم د حرکت دګړندي کیدو یا تعجیل سبب ګرځي؟ کله چې دیو څټک (چکش) په مرسته پریو میخ قوه وارده شي، ایا میخ هم پخپل واربیرته پرڅټک قوه واردوي؟ څنګه او ولې؟، د یوه محور پرشاوخوا د یوجسم ددوران پیښه څه شی تمثیلوي؟

او ددې په څیر نورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه ځواب ور کړئ.

1-1: قوه

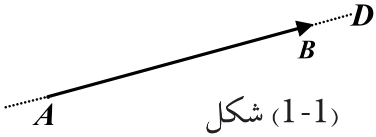
هغه قوه چې ټول یې پیژنو، د ځمکې د جاذبې قوه یا د جسم وزن دی. په ورځني ژوندانه او هم تخنیک کې له ګڼ شمیر قوو سره بلدتیا لرو. همد ارنګه تاسویه تیرو ټولګیو کې په دې پوه شوی چې قوې د هغو د اغیزو له مخې کولای شوو پیژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي. د یو جسم د سرعت د زیاتیدو یا کمیدو سبب شي او یا د یو جسم د شکل او د حرکت د لوري د تغییر سبب شي.

دا تغییرات کله ناکله ډیر کم او واړه وي چې یوازې په ډیرو دقیقو اندازه کولو سره تشخیص کیدای شي.

دیو جسم سرعت او د هغه د حرکت لوری دوه داسې ځانګړتیاوې دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتیاوو څخه په ګټې اخستنې سره قوه داسې تعریفوي: قوه هغه عامل دی چې د جسم د شکل او یا حالت د تغییر سبب ګرځي.

قوه دوکتور په توګه

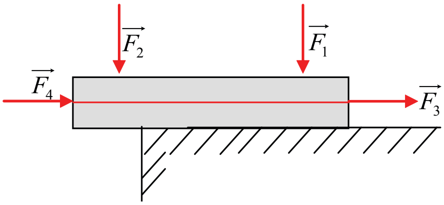
یو جسم تل خپل ځان ته په یوه لوري حرکت ورکولی شي او یا د خپل سرعت یوه لوري ته تغییر ورکوي، چې پرجسم باندې عامله قوه په همغه لوري اغیزه کوي. همدا رنګه د قوې د اغیزه لوری کولای شي د جسم د شکل د تغییر سبب شي. دا موضوع د اوسپنې په یوه میله کې په ښه توګه کتل کیدای شي، یعنی کله چې میله د یوې قوې تر اغیز لاندې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



(1-1) شکل

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 دیوې 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 لاندېنی سطحې پر لور تر فشار لاندې نیسي او د F_2 قوه هغه، لاندې لوري ته کږوي.



(1-2) شکل

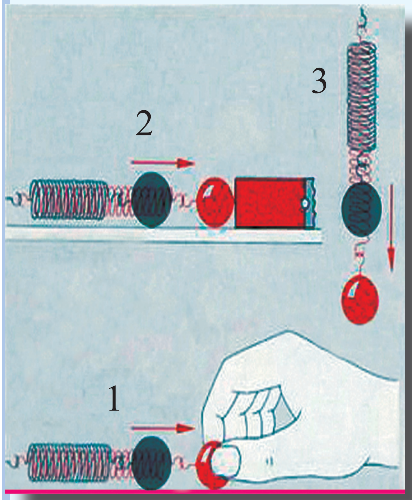
برعکس د F_3 او F_4 مساوي قوې چې د دوی د اغیزې کرښې په لور پرجسم عمل کوي، مساوي اغیزې پر جسم باندې وارده وي چې په پایله کې ویلای شو: که چیرې د یوې قوې د اغیز د نقطې موقعیت دهغې د اغیز پرکرښه تغییر وکړي، د قوې اغیز تغییر نه کوي.

اوس د بیلابیلو قوو څو بیلګې تر څیړنې لاندې نیسو:

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

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

فعالیت



(1-3) شکل

د (1-3) 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. داخل فنر په عمودي ډول له غونډ اري(ګلولي) سره یوځای د (3حالت) د شکل په څیر و ځړوئ، څه تغییر به وګورئ؟

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

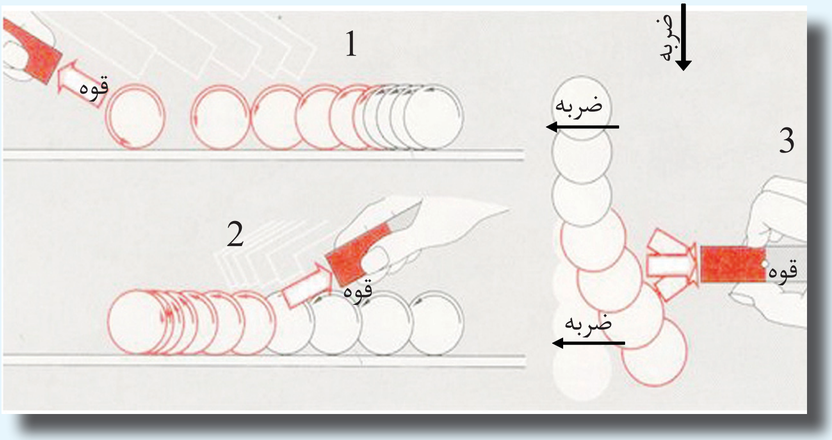
یو شمیر نور ځایونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانۍ سره وګورو بیلابیل سپورتونه دي چې دد وي له ډلې څخه د والیبال او باسکتبال لوبې دي چې په ترڅ کې یې تاسو پخپله کولای شئ په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوبوکې ستاسو د لاس د عضلو قوه توپ ته سرعت ورکوي او یا توپ چې د حرکت په حالت کې دی ولې یې دروی؟ او یایې د حرکت لوري ته تغییر ورکوی؟ ایا هغه څه چې وویل شول، دمقناطیس د قوې په هکله هم صدق کوي؟ ایا د مقناطیس قوه د یوجسم د سرعت دزیاتیدو یاکمیدو لامل کیدای شي؟ د مقناطیس د قوې اغیزې د لاندې فعالیت د تر سره کولو په ترڅ کې کتلی شو:

فعالیت

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

(1 حالت) پر يو واړه او سپنيز غونډاري چې د ميز پرسر پروت دی، ضربه وارد وو.

گلولې د واردې ضربې له امله د ميز پر سر ورو رغړي. په عادي حالت کې گلولې په ثابت سرعت حرکت کوي او که يوه مقناطيسي ميله د مخې لخوا گلولې ته ورنژدې شي، څه پيښه به وليدل شي؟ د گلولې د حرکت په سرعت کې څه تغيير ليدل کيږي؟



(4-1) شکل

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

(2 حالت). د اوسپنې گلولې يوځل بيا د ميز پرمخ د رغړيدو په بڼه خوشې کوو ، خو دا ځل هغوي د (2حالت) که وينئ يې د مقناطيسي ميلې په مرسته تعقيبوو يعني د گلولې د حرکت په سرعت کې څه تغيير وينئ او ولې؟

په دريم حالت کې چې مقناطيسي ميله له يوه لورې، رغړيدونکې د اوسپنيزې گلولې د حرکت مخالف لورې له خوا مقناطيسي ميلې ته ورنژدې کيږي، تا سو څه تغيير گورئ ؟ هغه پايلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنيو پوښتنو د ځواب په توگه تر لاسه کړې، د يو ډله يز کارپه ترڅ کې يې پخپلو کې مطرح کړئ

دلاندې تمرينونو په تر سره کولو سره ، په يو جسم باندې د قوې د اغيزو د څرنگوالي په اړه د گروپ د غړو تر منځ بحث وکړئ او پايلې يې له نورو سره شريکې کړئ:

a- ويل شوي چې قوه يو وکتوري کميت دی، ايا کولای شئ د يو وکتوري کميت ځانگړنې بيان کړئ.

b- ايا پرته له وکتوري کميت څخه، بل کوم کميت هم پيژنئ ؟ که ځواب هو وي، هغه کميت کوم کميت دی؟ هغه کميت او ځانگړنې يې معرفي کړئ.

c- قوه یو جسم چې ساکن وي په حرکت راولي. کولای شئ دا وینا په تجربه ثابته کړئ؟
d- قوه په څه ډول د یوه متحرك جسم د دریدو سبب ګرځي؟
e- یوجسم په یوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، یوه قوه د کیڼې لوري پرې اغیزه کوي، څه پیښیږي؟ د یو شکل په واسطه یې وښیئ. له دې عمل څخه څه پایله ترلاسه کوئ؟
f- پر یوه جسم د یوې قوې داغیز له امله، ممکنه ده چې دهغه جسم شکل تغییر وکړي. ایا په جسم باندې دا تغییر د یو شکل په مرسته ښودلای شئ؟

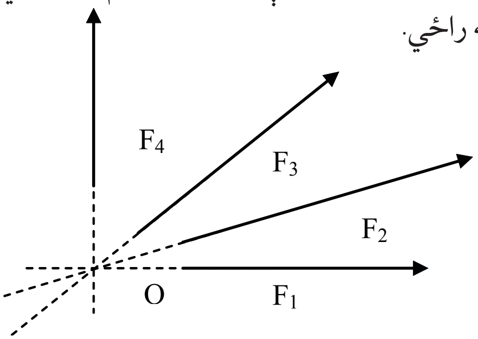
پوښتنې

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

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

1-2: متلاقي (غیر موازي) قوې

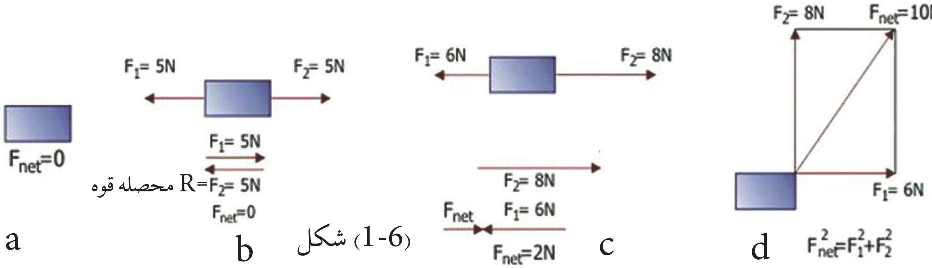
کله چې پر یوه جسم دوې یا تر دوو زیاتې قوې اغیزوکړي، داسې چې د اغیزو خطونه یې سره موازي نه وي او په یوه نقطه کې یو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه یادوي.
د بیلګې په توګه په (1-5) شکل کې لیدل کیږي چې د F_1, F_2, F_3 او F_4 قوو د اغیز خطونه د O په نقطه کې یو بل قطع کوي، نو د O نقطه ددې قوو د اغیزو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



(1-5) شکل

د قوو محصله

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



شکل (1-6)

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

په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پیداکول:

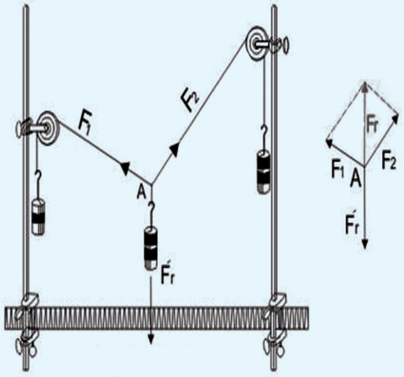
د متلاقي قوو د محصلې د پیداکولو لپاره لاندې فعالیت تر سره کوو:

فعالیت

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

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

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

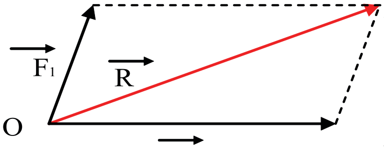


(1-7) شکل

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

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

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

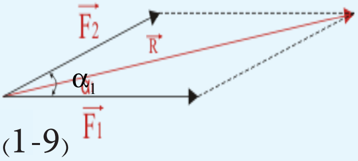


شکل (1-8)

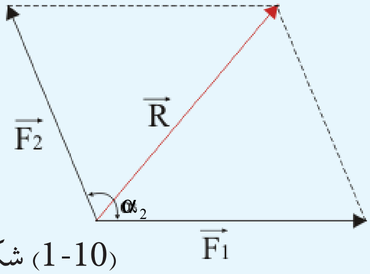
فعالیت

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

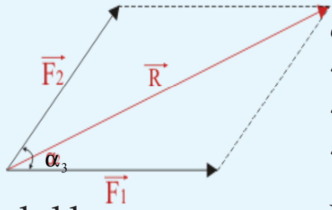
په (1-9)، (1-10) او (1-11) شکلونوکې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې، په دریو حالتونو کې د α_1، α_2 او α_3 تر زاویو لاندې پر یو جسم باندې عمل کوي. د پورتنیو حالتونو د هر یوه حالت لپاره، په داسې حال کې چې قوې په مساوي اندازه دي او د منځ زاویې پراخوالي یې سره توپیر کوي، یوه محصله قوه د متوازي الاضلاع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



شکل (1-9)

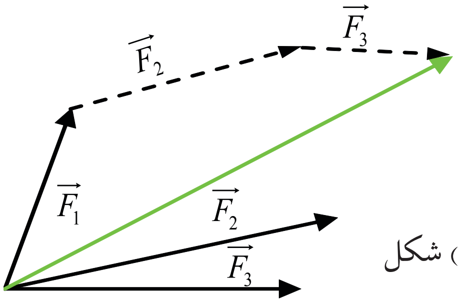


شکل (1-10)

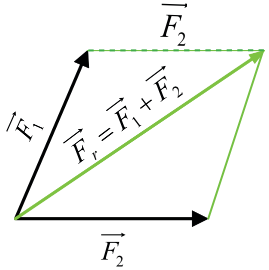


شکل (1-11)

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 داغیز د خط په لوري رسموو. بیا د دې خط پر مخ، یو قطعه خط چې د $\vec{F_2}$ قوې د وکتور له اوږدوالی سره مساوي وي، جلا او په نښه کوو او بیا وروسته د $\vec{F_2}$ له انجام څخه یو خط چې د $\vec{F_3}$ له قوې سره مساوي او موازي وي، رسموو. که د F_1 قوې مبدا د F_3 قوې له انجام سره وصل کړو، کوم قطعه خط چې په لاس راځي، د $\vec{F_1}$، $\vec{F_2}$ او $\vec{F_3}$ قوو محصله ده، د (1-13) شکل. باید په یاد ولرو‌چې د متوازي الاضلاع قاعده او د وکتورونو د جمعې قاعده د محصله قوې د پیدا کولو لپاره عین نتیجه لري.

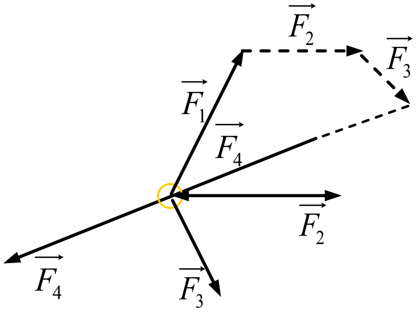


(1-13) شکل



(1-12) شکل

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

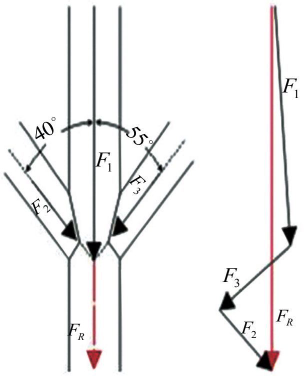


(1-14) شکل

مثال:

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

حل: تر ټولو د مخه د قوې لپاره د اوږدوالي يو مقياسي واحد ټاکو. د بيلګې په توګه $1cm = 1000N$ قبلولو. 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 ليږدوو. د قوو دمحصلې اوږدوالى د شکل له مخې له $5.3cm$ سره مساوي دي، نو د پورتني قبول شوي مقياس څخه په ګټې اخيستلو، سره لروچې:



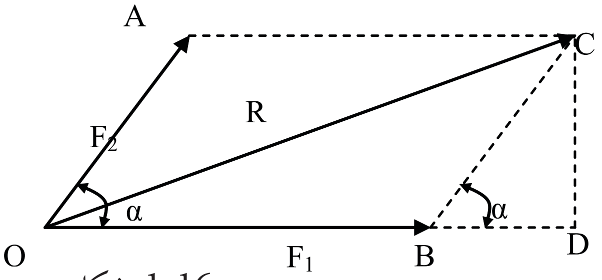
(1-15) شکل

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

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 داغيزو خطونه يې پخپلوکې د α زاويه جوړه کړي (1-16) شکل. په دې صورت کې د محصلې دلوی والي يا کچې او لورې ټاکلو لپاره، دهغو دووقوو د وکتورونو متوازي الاضلاع بشپړوو اوله مخې يې محصله محاسبه کوو.



(1-16) شکل

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

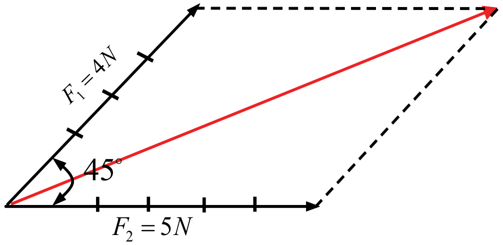
$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2}$$

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

$$R = F_1 + F_2$$

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:

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

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

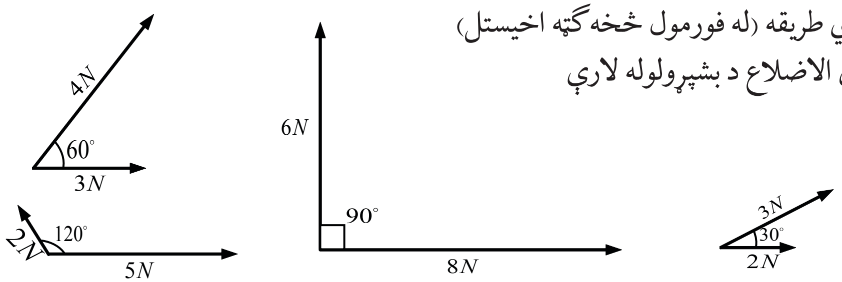
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

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

پوښتنه:

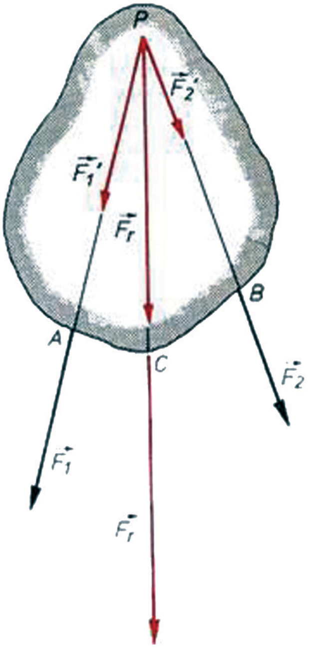
لاندې شکلونه په نظر کې ونیسئ چې په هغوی کې قوې په هغه اندازه چې ورکړل شوي دي، تر مختلفو زاویو لاندې په جسم باندې عمل کوي. د قوو د محصلې اندازه او لوری په لاندې دووطریقو سره لاسته راوړئ:

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



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

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



(1-17) شکل

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

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

کولای شو یوې قوې ته دهغې د اغیزې پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسې چې په مقدار او لوري کې یې هیڅ ډول تغییر رامنځ ته نشي . د همدې قاعدې په مرسته ، د دواړو قوو د اغیزو خطونوته دP تر نقطې پورې امتداد ورکوو، ترڅو چې یو او بل قطع کړي. د P له نقطې څخه د هرې قوې د اغیز پر خطونو،له هغو سره مساوي قوې جلا کوو.

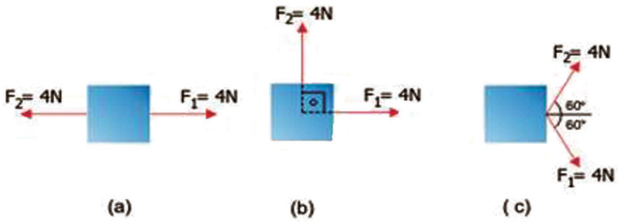
چې له $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ څخه عبارت دي. د محصله قوې د پیداکولو لپاره د متوازي الاضلاع له قاعدې څخه کار اخلو چې د $\vec{F}_r$ محصله قوه لاس ته راځي. دا محصله د $\overline{PC}$ د اغیزې خط لرونکې ده او د محصلې د اغیز نقطه کولای شو، په کیفي ډول د هغې د اغیز پر خط د بیلګې په ډول د C په نقطه کې و ټاکو. لکه څنګه چې په شکل کې $\vec{F}_r$ محصله بنیي.

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

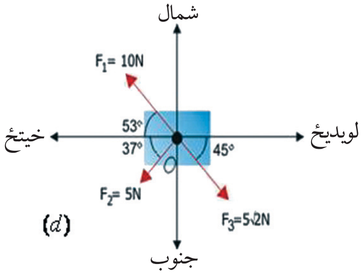
تمرینونه:

1. د قوو محصله څه شی ده؟ د یوې محصلی قوې د تشکیل لپاره لړترلړه د څو قوو شتون اړین دی. د ریاضي له نظره یې محصله څنګه په نښه کړې ده؟

2. دهغه شمیر قوو لویوالی او لوری چې پریوه جسم عمل کوي د (b،a او c) په شکلونوکې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پیدا کړئ.



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



3-1: د نقطه یي کتلې تعادل

مخکې له دې چې د تعادل په باره کې و غږیږو، اړینه ده چې د نقطه یي کتلې په هکله لنډې څرګندونې وکړو. موږله تیرو لوستونو څخه، د یو جسم کتله پیژنو او پوهیږو چې کتله د هغو موادو له اندازې څخه عبارت ده چې په جسم کې ځای شوي وي او د اندازه کولو واحدیې کیلوګرام دی چې په عملي ډول یې یوکیلوګرام کتله د یولیتر خالصو اوبو په $4^{\circ}C$ تودوخه کې قبوله کړې ده. یوه بله اصطلاح چې د فزیک د علم په ټاکلو برخو کې پکاریږي، له نقطوي کتلې څخه عبارت ده چې د آسانتیا راوستلو لپاره، د فزیک د علم د پرا بلمونو او مسایلو په حل کې ورڅخه ګټه اخیستل کیږي.

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

لاندې بيلګې موضوع ته لاروښانتيا بخښي:

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

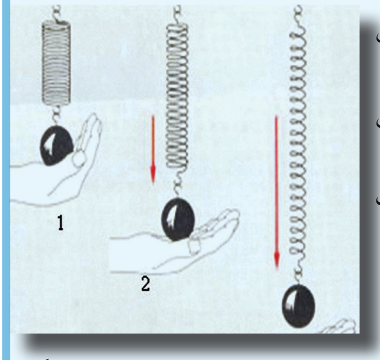
2. دالوتلو دمدار د محاسبې لپاره ، کولای شو د تينس يو توپ (پنډوسکی) د يوې نقطوي کتلې په توګه ومنو.

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

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

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

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 کیږي (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 کیږي چې جسم دوزن له کبله کش او اوږدیږي او بیا په یوه ټاکلي موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسیږي.

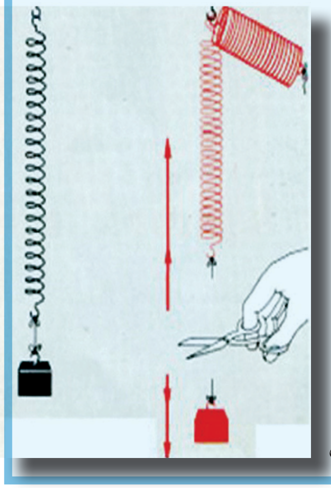
کله چې جسم د سکون حالت ته راځي،سمدستي تار د قیچې په مرسته د شکل په څیر قطع کوو. څه پېښیږي؟ د قوې دوې اغیزې لیدل کیږي.

1. کوچنی وزن پر مځکه لویږي

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

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

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



(1-20) شکل

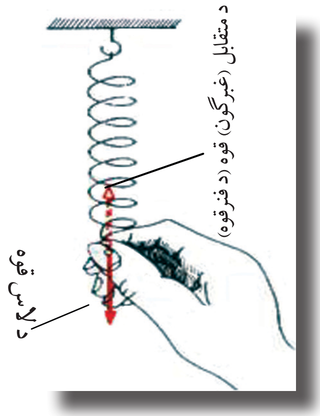
اوس پورتنی پوښتنې ته چې ولې فنر د مځکینې فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغیز له امله ، نور اوږد نه شو، ځواب ورکولی شو او دې پایلې ته رسیږو چې څو مره چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتیږي، هومره، فنر د بیرته ګرځیدو زیاته قوه ښیي. چې دا بیرته ګرځوونکې قوه د کوچنی وزنې له وزن سره مخالف لورې لري. که چیرې دواړه قوې یعنې د وزنې وزن او دفنر بیرته 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 بیرته ګرځوونکې قوې سره برابره ده او څرنګه چې د فنر د بیرته ګرځوونکې قوه د کوچنی وزنې وزن په مقابل لورې کې د متقابلې قوې په توګه عمل کوي. نوویلی شو چې:

د وزن قوه = متقابله قوه

متقابله قوه

تاسو د پورتنیو تجربوله مخې د متقابل عمل (عکس العمل) دقوې له مفهوم سره بلدشوئ او اوس پوهیږئ چې دا قوه د تعادل د حالت په رامنځ ته کولو کې اغیز منه ده.

که چیرې یو جسم د هغې قوې د اغیز په لور حرکت ونه کړي چې په هغه یې عمل کړی، په دې حالت کې قوه یوازې په جسم کې د شکل د بدلون سبب گرځي. وروسته له دې چې په جسم کې د شکل بدلون رامنځ ته شو، جسم بیرته که څه هم دقوې اغیز دوام ولري، لومړني یعنې د ارامتیا حالت ته راگرځي اوهغه قوې چې له بهر څخه یې پر جسم عمل کړی دی، نشي کولای پر جسم د نوې اغیزه لامل شي، ځکه چې بله قوه چې د مقابل جسم داتصال له ځایه، لکه د یوال، میز او نور پر جسم عمل کوي، د بهرنی قوې اغیز خنثی کوي، یعنې هغه په تعادل کې راولي.

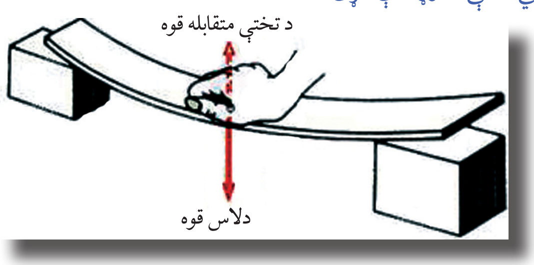


(1-21) شکل

هغه قوه چې پر جسم د اغیز کوونکې قوې اغیزه خنثی او د جسم د تعادل یا توازن سبب گرځي، د متقابلې قوې په نامه یادیږي. په شکل کې لیدل کیږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلې د فنرله متقابلې قوې سره خنثی کیږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمایش او په راتلونکې تجربې کې کولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس کړو. عامله قوه او متقابله قوه پخپلوکې سره مساوي دي، خو جهتونه یې مخالف دي. عامله قوه یا هغه قوه چې له بهره پر جسم وارده شوې، نور نشي کولای د اغیز لامل وگرځي. ځکه چې اغیزې د متقابلې قوې چې د کلک او غبتلي جسم لخوا عمل کوي، خنثی او د هغې د تعادل سبب گرځي.

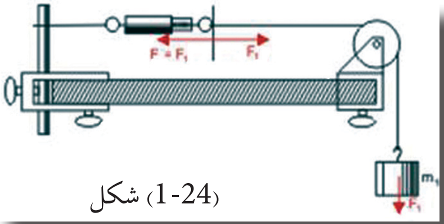
بحث وکړئ

یوه د لرگي تخته چې له شکل سره سم یې دواړه سرونه پر یوه جسم تکیه شوي دي او د لاس په واسطه یې پر منځنی برخه قوه وارده شوې ده. لیدل کیږي چې تخته له کوږوالی سره چې د لاس دقوې له امله یې ترلاسه کړی، مقابله کوي. ترڅو بیرته خپل لومړني حالت ته را وگرځي. ولې داسي پیښیږي؟ په دې برخه کې د خپل گروپ له غړو سره خبرې وکړئ او د خپلو بحثونو پایلې د ټولگي مخې ته وړاندې کړئ

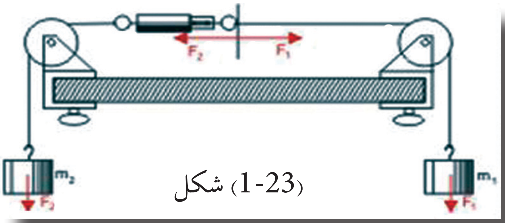


(1-22) شکل

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



(1-24) شکل



(1-23) شکل

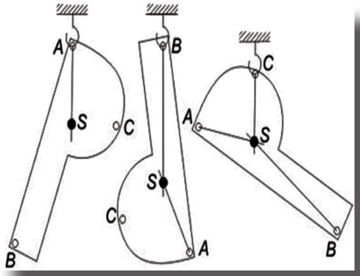
لومړي حالت
پر تار د را ښکلوقوه د دځړیدلو وزنو پرمټ

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

په لومړني حالت کې هم د عمل قوه او هم د عکس العمل قوه F_1 او F_2 دواړه د دووځړیدلو وزنونو په مرسته، منځ ته راځي. په دویم حالت کې، هغه قوه چې له میلې سره داتصال له امله منځ ته راځي، د عکس العمل د هغې قوې له امله چې د (F_2) ځړیدلي وزن په واسطه رامنځ ته شوې ده، وزن یې په تعادل کې راوستی دی. د پورتنیو ځرگندونو په پایله کې د تعادل د مفهوم لنډیز دا رنگه وړاندې کولی 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، څرنگه چې دا دواړه قوې یو د بل اغیزې په متقابله توگه 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 گواکې هیڅ ډول قوه پرې اغیز نه کوي، بلکې د سکون دلیل یې دادې چې ټولې قوې یو دبل اغیز له منځه وړي او اجسام یې د تعادل په حالت کې راوستي دي.

په جسمونو کې د تعادل حالتونه او پایښت (ثبات)

مخکې له دې چې د تعادل او پایښت د حالاتونو د ډولونو په هکله یوڅه و وایو، اړینه ده چې دا په یاد راوړو چې په پخوانیو درسونوکې موږ په اجساموکې د ثقل د مرکز په هکله یو شمیر مطالب زده کړې وو. اوس د تعادل او دهغې د ډولونو د مفهوم د ښه درک او همدا رنګه د اجسامو د پایښت د حالاتو دپېژندنې لپاره، اړینه ده چې په لنډه توګه د ثقل مرکز په هکله دویم ځلې یادونه وکړو. که چیرې د (1-25) شکل په څیر یو جسم له مختلفو نقطو (A،B او C) ځخه 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 اغیز نقطه ده، ځکه چې په جسم کې یوازې یوه نقطه په دې خاصیت شتون لري چې که جسم په هر موقعیت کې د ثقل دقوې د دوران مومنت، په یو عمودي موقعیت کې د هغې قوې د اغېز تر نقطې لاندې قرار نیسي چې ترې ځړیدلی دئ.



(1-25)شکل

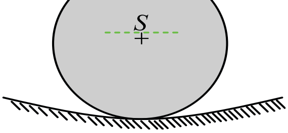
د یو جسم دثقل د مرکز ټاکل

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

د تعادل حالتونه:

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

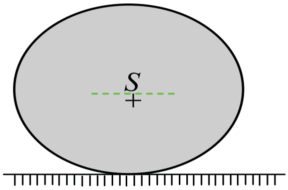
لومړی حالت: کله چې یو جسم د یوې قوې د اغیزې له امله د تعادل له حالت څخه خارج کړای شي او وروسته له دې چې د قوې د اغیز له قید څخه ازاد کړل شي، وکولای شي بیرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. یو مخروط چې پر خپلې قاعدې د ځمکې او یا د میز پر مخ ایښودل شوی دی، یا یو کروي جسم چې دیو مقعر لوښې په منځ کې ایښودل شوی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



(1-26) شکل

پایښت لرونکي تعادل

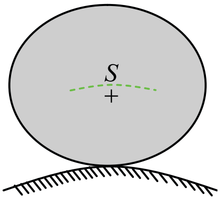
دويم حالت: په ټولو هغو حرکتونو کې چې د جسم د ثقل مرکز لوړوالی د حرکت په وخت کې د قاعدې له سطحې څخه تغيير ونکړي او جسم پخپل نوي موقعيت کې بياهم د تعادل په حالت کې راشي يعني خپل د تعادل حالت وساتي (لکه يو پنډوسکی او يا مخروط چې په خپل يوه اړخ پر ميز کيښودل شي)، دغه ډول تعادل ته بې توپير يا (indifferent)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



(1-27) شکل
بی تو پیره تعادل

دريم حالت: که چيرې جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې ځايه شي او ونشي کولاې چې بيرته خپل لومړني حالت ته راوګرځي، دې تعادل ته بې ثباته تعادل وايي. د بيلګې په ډول که چيرې يوه کوچنی کره د يو جسم په ډېره لوړه نقطه او ياد محدبې سطحې په پورتنۍ برخه کې کيښودل شي او يا يو مخروط چې د راس لخوا پر ځمکه تکيه شوی وي.

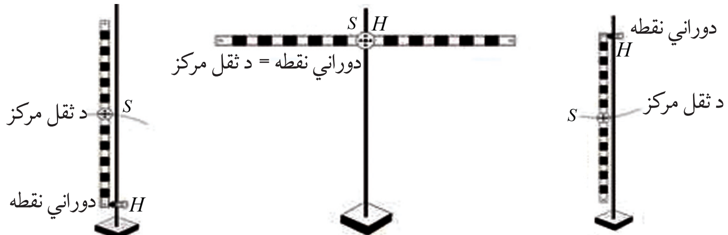
دغه جسمونه د (1-28) شکل په څير له لږ څه ټکان يا لړزې سره د تعادل له حالت څخه وزي، له همدې امله د تعادل ناپايداره حالت له تخنيکي اړخه د استعمال ځای نلري.



(1-28) شکل
پايښت نه لرونکي تعادل

پوښتنه:

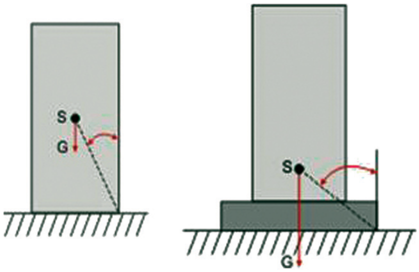
يو خط کش د a، b او c په درو حالتونوکې ، د شکل په څير له مختلفو نقطو څخه پر يوې پايې ځړول شوی دی، خط کش په پورتنيو وضعيتونوکې په پايدار، بې تو پيره او ناپايداره حالتونو کې ليدل کيږي. دهر يوه حالت ځانګړنې بيان کړئ.



ثابتوالی (پایښت)

هغه جسمونه چې د ثقل مرکزېې د هغو د اتکاله لاندینی سطحی څخه پورته واقع وي او د ثقل له مرکز څخه یې عمودي خط د هغو د اتکا له سطحې څخه بهر نشی، د تعادل په ثبات او داږمن حالت کې دي، ځکه چې د چپه کیدو پر مهال یې د ثقل د مرکز موقعیت بدلون مومي او پورته ځي. په یوه جسم کې ثبات تل عین قیمت نلري، یو جسم (یو مکعب مستطیل) که پخپله لویه جانبي سطحه اتکا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکی دی، په داسې حال کې که پخپلی ورې جانبي سطحې اتکاولري، ثبات یې بل قیمت اخیستلای شي.

څومره چې دیو جسم د ثقل مرکز ښکته، د جسم وزن زیات او د اتکا سطحه یې لویه وي، پایداري یې زیاته وي. له ویل شوو درو شرطونو څخه ډېر ځله د جسم د ثبات د ډېرولو لپاره ګټه اخلي. که چیرې، لکه په شکل کې چې لیدل کیږي، د یو جسم په کښتنی 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)

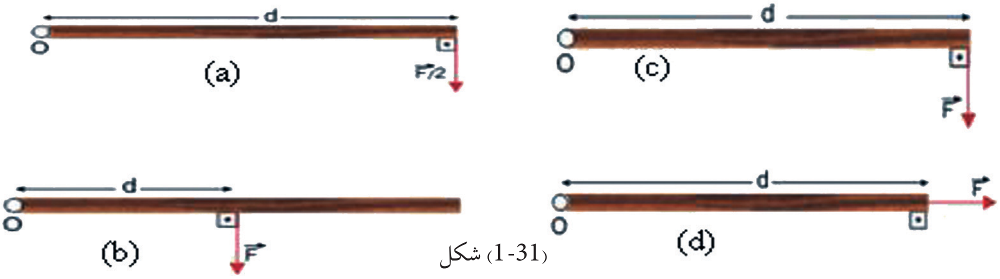
موږ پوهیږو چې قوې، په مختلفو بڼوکولای شي، پر جسمونو اغیزه وکړي، د بیلګې په ډول متلاقی قوې چې مخکې مو د هغې محصله هم په هندسي ډول او هم په محاسبوي توګه پیداکړه او یوه شوو د دوواو یا له دوو څخه د زیاتو متلاقي قوو د محصلې کچه د هغې زاویې پر اندازې پورې اړه لري، چې د دې قوو د اغیز د خطونو تر منځ جوړیږي. موږ ولیدل چې که چیرې یوه قوه پر جسم اغیز وکړي، جسم د هغې په وړاندې عکس العمل ښیي، له همدې ځایه د متقابلې قوې په شتون وپوهیدو. د تعادل د حالت په پیداکیدو 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 تورك په نامه هم یادېږي. د قوې مومنت په M او تورک د (τ) په یوناني توري ښیي.

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

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

ګرانه ده چې یو پیچ د لاس په مرسته ښه کلک کړو. په داسې حال کې چې کولای شو هغه د یو رنج په مرسته په اسانی سره کلک کړو. ددې لامل دادی چې رنج 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 رنج ، 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 دپایلی 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 شوې 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).

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

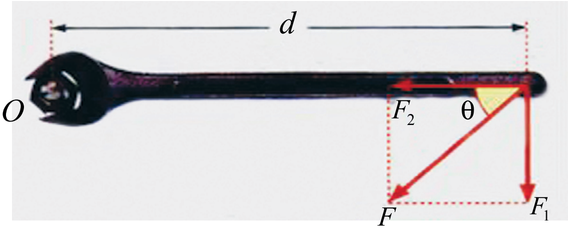
$$M = F \cdot d ....(F \perp d)$$

(1-32) شکل، مومنټ صفر دی، ځکه 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 اغیز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، یعنې $(F // d)$ وي، په دې صورت کې هغه مومنټ چې دا قوه یې تولیدوي، مساوي له صفر سره ده، یعنې: $M = 0$

(1-33) شکل

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



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

لکه څرنګه چې په (1-34) شکل لیدل کیږي، هغه مومنټ چې د $\vec{F}$ قوې په واسطه تولیدیږي، له هغه مومنټ 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 رامنځته ته کیږي. ځکه 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 پورتنۍ رابطه کې، θ د قوې اوهغه خط تر منځ زاویه ده، چې د دوران نقطه د قوې د اغیز له نقطې سره وصلوي.

مثال:

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

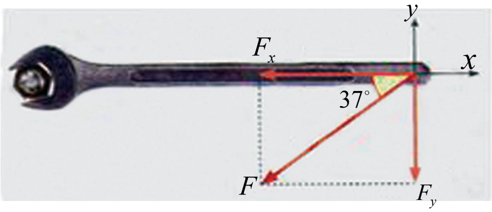
حل:

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

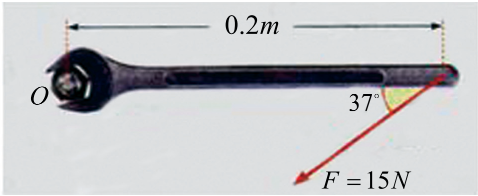
$$F_y = F \cdot \sin 37^\circ \rightarrow F_y = (15N) \times 0.6 = 9N$$

$$M = F_y \cdot d$$

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

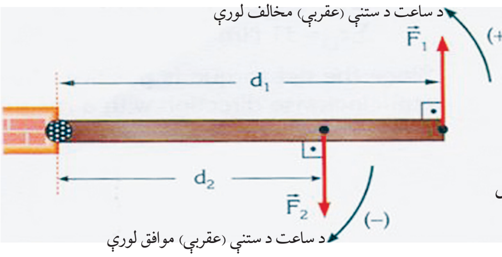


د (1-35) شکل



د محصلې تورک (مومنت) او د دوران لوری

که چیرې یوشمیر 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 اغیزې 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 لوری یې د دوران سبب کیږي. که چیرې د ساعت د ستنې د حرکت مخالف لوری مثبت او د ساعت دستنې د حرکت لوری منفي و منو، هغه مومنت چې دواړه قوې یې منځته راوړي. پر دروازې له محصله مومنت څخه عبارت دی چې داسې حسابیږي.

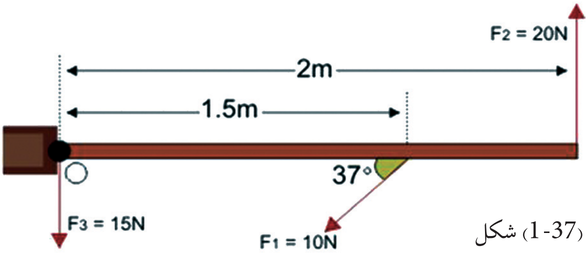
$$M_1 = F_1 d_1 \qquad \text{او} \qquad M_2 = -F_2 d_2$$

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

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

مثال:

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



شکل (37-1)

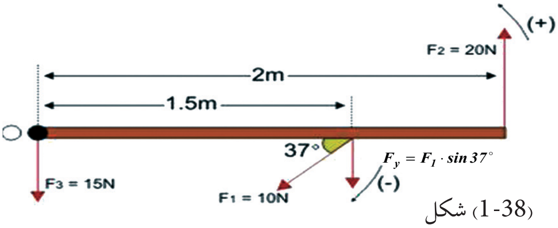
الف: د محصلې مومنت چې پر دروازې عمل کوي،پيداکړئ.
ب: د خلورمې قوې اصغرې قيمت محاسبه کړئ چې وکولای شي، د دروازې له دوران څخه مخنيوی وکړي، لوری او د اغيزې نقطه يې مشخصه کړئ.

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

حل:

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

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



شکل (38-1)

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 دستنې مخالف لورې ته څرخې چې قیمت یې 31Nm دی.

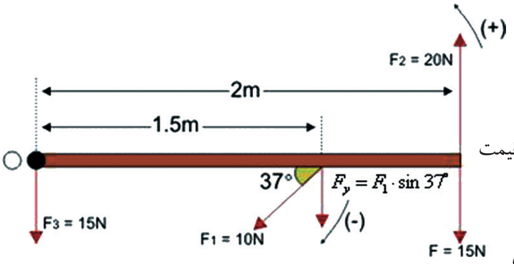
ب: څرنگه چې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې مخالف دی او کچه یې 31Nm ده، دا وینا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي، باید د ساعت د ستنې له لورې سره موافق یو مومنت د 31Nm په کمیت پر هغې اغیز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولیدولای شي، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنې د دوو مترو په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

دا قوه باید د F_2 قوې په مخالف لوری اغیز وکړي

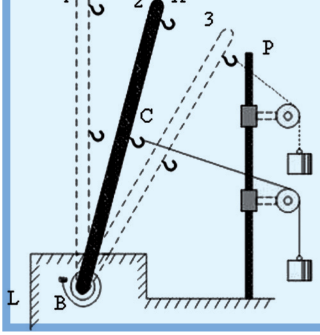


(1-39) شکل

تجربه:

د AB یوه فلزي میله داسې په نظر کې نیسو چې یو لورې 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 شوي دي او د ا تار د یو ثابت څرخ له مخې تیر یږي چې د P پر پایې ترل شوی دی. د تار په بل انجام کې کولای شو، قوې (وزنونه) و ځړوو. په مقابل شکل کې چې میله په 1 حالت کې ده، هیڅ یوې قوې پرې اغیز نه دی کړی او دوران هم منځ ته ندی را غلی.

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



(1-40) شکل

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

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

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 اغیز کوي چې هغه خط، د اغیز نقط A د دوران له نقطې D سره وصلوي، په دې حالت کې قوه، نشي کولای چې خپل بشپړ اغیز ښرګند کړي، ځکه چې د قوې د اغیز 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 اغیز لري، او د F_r شعاعي مرکبه پر محور د راښکلو د یوې قوې اغیز لري او د قوې مومنت عبارت دی له: $F_t \times r$

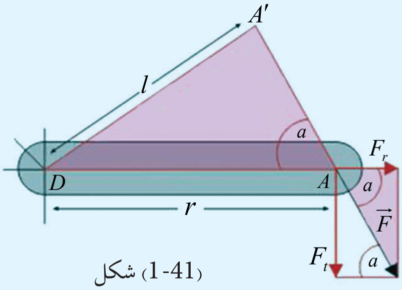
که چیرې قوې ته د هغې اغیزې خط په لور د A' تر نقطې پورې د موقعیت تغیر ورکړو، چې پر DA' عمود واقع شي نو په دې صورت کې یې د قوې مومنت د لاندې رابطې په واسطه افاده کیدلای شي: $M = F \cdot L$

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

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

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

د قوې مټ (د دوران مټ)، د هغه عمودي خط له اوږدوالي څخه عبارت دی چې د دوران له مرکز څخه د قوې د اغیز پر خط راکښل کیږي. 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، دقوې مومنت د اندازه کولو واحد له نیوټن متر څخه عبارت دی چې داسې ښودل کیږي:

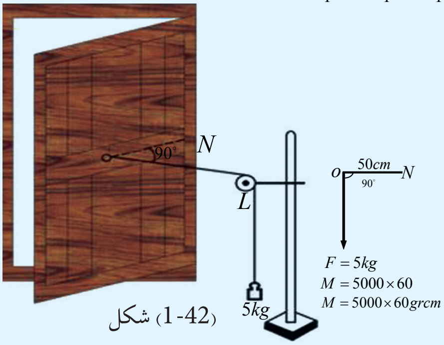
$$[M] = F \cdot L = [N \cdot m]$$

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

فعالیت:

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

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



شکل (1-42)

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

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

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

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

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

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

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

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

$$M_1 = M_2 = M_3$$

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

1-5: موازي قوې

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

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

د الف فعاليت:

د F_1 او F_2 دوې قوې په موازي او يودبل خلاف لورې، د قوې سنجوونکي پر يو چنګک د (1-43) شکل په څير ځړوو. د قوې سنجوونکي اوردوالی د F_r مجموعي قوې تر اغيزې لاندې اورديږي او ښيي چې: $F_r = F_1 - F_2$

د ب فعاليت:

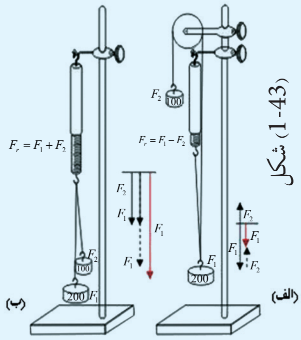
د تجربې دستګاه ته د شکل په څير (ب،1-43) تغيير ورکوو، داسې چې د F_1 او F_2 قوې يوله بله سره په موازي او يوې لورې (واقع شي). په دې حالت کې قوه سنجوونکی، د F_r محصله قوه په لاندې ډول ښيي:

$$F_r = F_1 + F_2$$

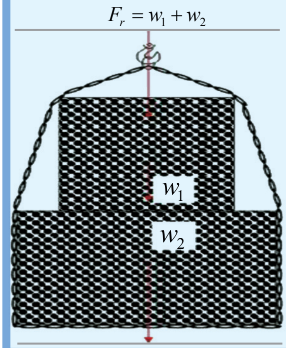
د ج فعاليت:

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

$$F_r = W_1 + W_2$$



(1-43) شکل



شکل (1-44)

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

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

نوموړ کولای شو دیوې قوې د اغیزې نقطه په کیفي ډول د نوموړې قوې د اغیزې پرخط ولیږدوو او دا قاعده د هغو ټولو موازي قوو لپاره چې په یوې نقطې یا په عین خط اغیزه کوی پلې کیږي.

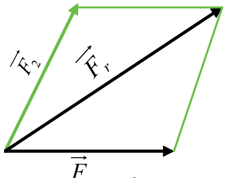
نو کولای شو ادعا وکړو چې:

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

د یوې قوې تجزیه

لکه چې وړاندې مو ولوستل، موږ له داسې حالتونو سره مخامخ کیږو چې څوقوې پر یوه جسم اغیزکوي او موږ اړتیا لرو، تر څو دقوو محصله یا نتیجه وپیژنو او هم د هغو کچه پیدا کړای شو. له بل پلوه ویلی شو چې هره هغه قوه چې موږ ورسره سراوکار لرو، کیدای شي پخپله یوه محصله قوه وي چې د دوویا له هغو څخه د زیاتو قوو له ترکیب څخه لاسته راغلې وي.

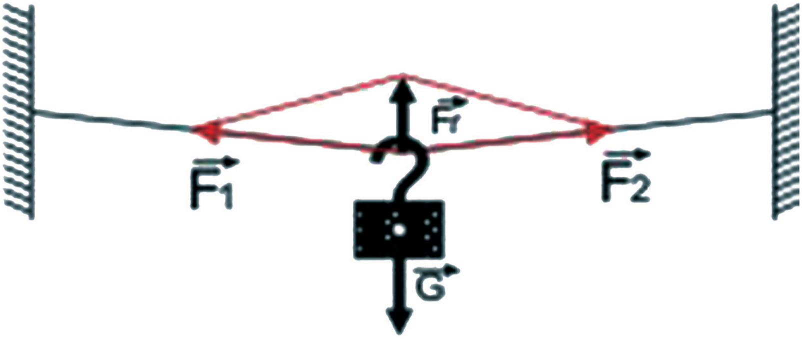
په فزیکي اوتخنیکي پیښوکې ډیرځله له داسې مسایلو سره مخامخ کیږو چې اړیو، تر څود محاسبود تر سره کولو لپاره د یوې قوې اجزاوې وپیژنو. یعنې همغسې چې د قوو د محصلې د پیداکولو موضوع با اهمیته ده، دیوې قوې د اجزاوو پیداکول یا په بل عبارت د قوې مرکبې چې د قوې د ترکیب سبب شوي، هم په همغه کچه ارزښت لري. په دې حالتونوکې معمولاً د جز(مرکبو) قوو لوري ورکول کیږي او کچه (لویوالی) یې پیداکیږي. په هندسي طریقه د مرکبو د پیداکولو لپاره په دې ډول عمل کیږي:



(1-45) شکل

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

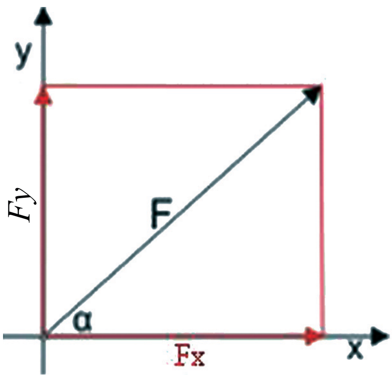
د قوو تجزیه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي د (1-46)
شکل د قوې د تجزیې یو بل مثال په یوه پړي د یوه جسم ځړېدل راښیي
او په یو واټ کې د برېښنا زینتي ګروپونه کولای شي، د دې ډول یوه
غوره بیلګه وي.



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

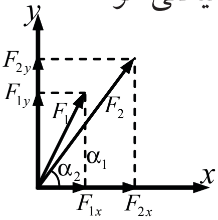
د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

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

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



شکل (1-48)

په قایمو مرکبو د F_1 او F_2 قوو تجزیه

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

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

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

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

د قوو له مرکبو څخه په ګټې اخستلو سره کولاې شو، محصله قوه او هغه زاویه چې د X له محور سره جوړوي، حساب کړو:

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

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

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

باید پام وکړو چې د قوو د تجزیې اړوند د یوې مسئلې د حسابي حل لپاره ، هغه لارې چې تر ګټې اخیستلو لاندې نیول کیږي، 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 حالا توکې، 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 یو سړک په ګولایي کې چې یو بریښنایي موټر پرې حرکت کوي، درې هوایي کیبلونه د بریښنایي ګاډې د پاسني کیبل سره د نښلولو لپاره د یو عمارت د A په یوه نقطه کې تړل شوي دی. د راښکلو(کشش) د قوو کچه او لوری په شکل کې ښودل شوی دی. د مجموعي قوې لوری او کچه محاسبه کړئ.

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

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

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

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

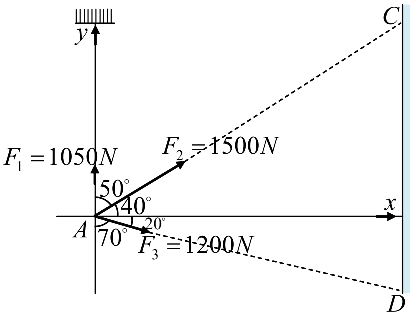
ددي پربنسټ:

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

$$Fr = 2786N$$

او:

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



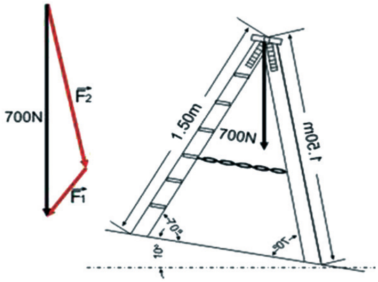
(1-49) شکل

دویم مثال:

د اوسپنیزو پښو یوه زینه د یوې میلان لرونکی سطحې پر مخ ایښې ده. د یوتن د وزن قوه $W = 700N$ چې د زینې پر یوې پورتنی نقطې ولاړ دی، په څه ډول د زینې پر دوو پښو ویشل کیږي؟

حل:

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



(1-50) شکل

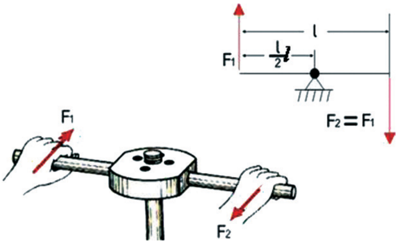
$$\frac{700N}{\sin 140^\circ} = \frac{F_1}{\sin 10^\circ} = \frac{F_2}{\sin 30^\circ}$$

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

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

1-6: د قوې زوج

هره قوه چې پر یوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران ورټیا ومومي، دا قوه دراکښلو یا د فشار د قوې په توګه د جسم د دوران پر محور عمل کوي. له همدې امله ده چې دا قوه په هغه 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 تو لیدوي. که چیرې د محور موقعیت ته تغییر 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 اغېزې وکړي دوی ته د قوې زوج وایي. د قوې په یوه زوج کې، دواړه قوې یو د بل اغېز پر محور له منځه وړي، د قوې د یو زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې څخه چې د دوران محور په کوم موقعیت کې دي، تل همدا یو قیمت لري.



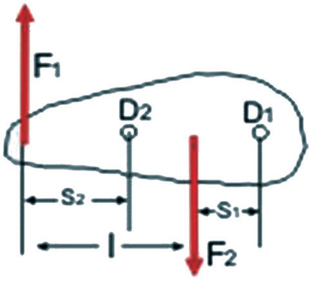
شکل (1-51)
جوړه قوې په یوه چوړي کښنې دستګاه کې

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

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

د شکل له مخې ویلای شو چې که د دوران محور د اغیز د دوو خطو نو له یوه خط څخه تیر شي، خو چې د D دوران نقطه له هغو څخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وراندې کیدای شي: $M = F_1(l + S_1) - F_2S_2 = F \cdot l$

که چیرې د دوران محور د F_1 او F_2 ترمنځ لکه څنګه چې د D_2 په موقعیت کې واقع وي، مومنت داسې لیکو: $M = F_1S_2 + F_2(l - S_2) = F \cdot l$



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

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

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

$$M = F_1L + F_1S_1 - F_2S_1$$

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

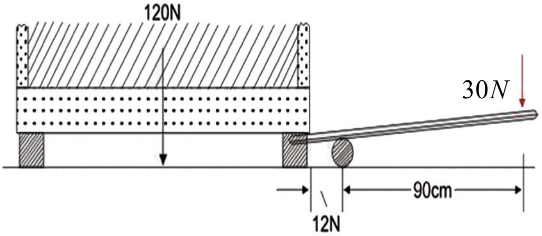
او کله چې د دوران نقطه D_2 وي لرو چې:

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

$$= F_1S_2 + F_2L - F_2S_2$$

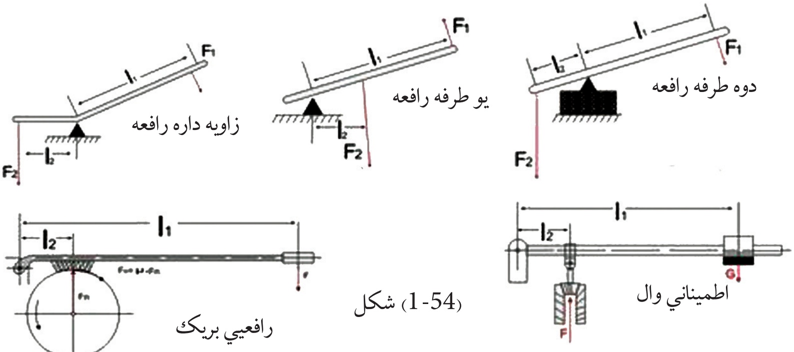
$$M = FS_2 + FL - FS_2 = F \cdot L$$

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



(1-53) شکل

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



(1-54) شکل

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

1-7: د تعادل عمومي شرطونه

که چیرې څو قوې د یوه جسم په مختلفو نقطو عمل وکړي او جسم د تعادل په حالت کې وي، دا معنا ورکوي چې پر جسم د ټولو اعیز 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 داتعجیل، جسم په یوانتقالي 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 پرشاو خوا دمومنتونو 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 که چې څو قوې د یوه جسم په مختلفو او کیفي نقطو عمل وکړي، دا جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې راتلې 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 یو جسم کې د دوران د یوې کیفي نقطې پرشاوخوا مساوي له صفر سره وي. په ډېر و مسایلو او حالاتوکې چې مخې ته راځي، قوې په یوې مستوي کې وي، پرته له دې کولای شو، مسئلې په داسې ګڼو اجزاو وویشو 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 دشرایطو په اړه وویل، دا دی په پیل کې د تعادل دلومړی شرط په توګه بیانوو او مسایل او تمرینونه یې حلوو:

د تعادل لومړی شرط

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

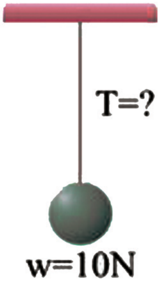
یعنې: $\vec{R} = 0$ یا $\sum F = 0$

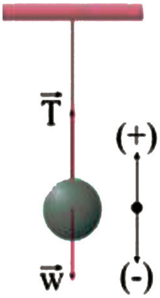
که چیرې د n په شمیر قوې پرجسم عمل وکړي، لرو چې:

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

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:

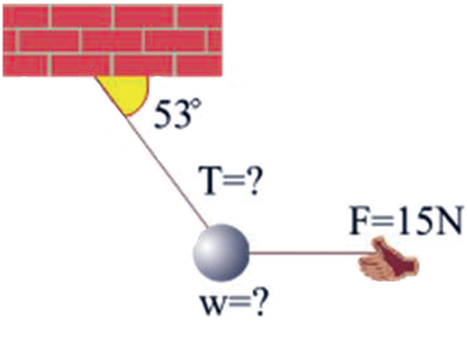
څرنگه چې جسم د سکون په حال کې دی، نو عاملې قوې پرې د تعادل په حال کې دي یعنې:

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

مثال:

یو جسم چې د تار په مرسته ځړول شوی دی د $15N$ یوې قوې په واسطه چې په افقي توگه یې عمل کړي او د شکل په څیر یې جسم په تعادل کې ساتلي، راکښل کیږي 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

حل:

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

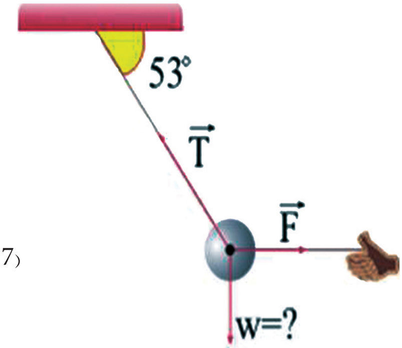
۱- د جسم د وزن قوه W، ۲- وارده قوه F چې پرجسم اغیزکوي ۳- د راکښلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړی د ادرې قوې د قایمو مختصاتوسیستم ته انتقالوو. بیا د تعادل لومړنی شرط د X او Y په دواړو محورونوکې پر جسم تطبیقوو.

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

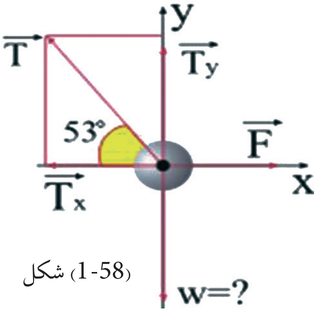
$$\sum F_x = 0$$

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

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



(1-57) شکل



(1-58) شکل

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

$$\sum F_y = 0$$

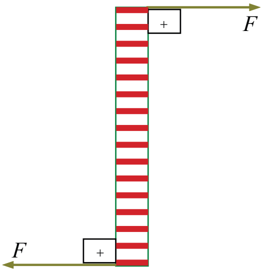
$$T_y - W = 0 \ \Rightarrow \ T_y = W$$

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

$$W = 20N$$

د تعادل دویم شرط:

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



(1-59) شکل

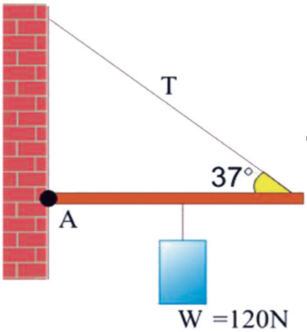
نو دویم شرط د دې لپاره چې یوجسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې باید د مومنتونو محصله (دتورکونومجموعه)چې پرجسم اغیز کوي، مساوي له صفر سره وي. یعنې: $\sum M = 0$
که چېرې د (n) په شمېر، قوې پرجسم، مومنت تولید کړي، لروچې:

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

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

مثال:

د یو لرګي د ډېر سپک لاستي چې فرض کوو هیڅ وزن نلري، یو سر د A په نقطه او بل سر یې د یوې رسی په مرسته له یوه دیوال سره ترل شوی دی. یو جسم د شکل په څیر د $120N$ په وزن د لاستي له منځنی نقطې څخه ځړول شوی دی.



1. د T د راکښلو قوه په رسی کې پیداکړئ.
2. د R عکس العمل قوه چې دیوال یې په لاستې 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.

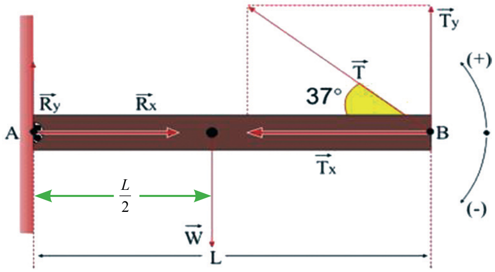
(1-60) شکل

حل:

هغه قوې چې پر جسم عمل کوي، په شکل کې ښودل شوي دي. Rx او Ry د هغو قوو مرکبې دي چې دیوال یې د لرګي په لاستې وارد وي. هغه مومنتونه (تورکونه) چې Rx او Ry یې منځ ته راوړي، له صفر سره مساوي دي. څکه دا دوې قوې د دوران په نقطه کې په لاستي عمل کوي. پرلاستي باندې د (A) نقطې لپاره د تعادل د دویم شرط له تطبیق سره لرو چې :

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

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

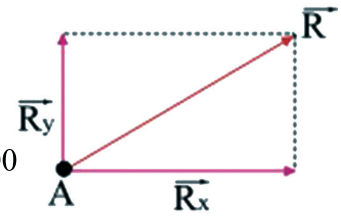


(1-61) شکل

د تعادل له لومړي شرط څخه لروچي

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

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



(1-62) شکل

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

د مومنت له فارمول څخه بل تعبیر (څرګندونه)

موږ لرو چې $M = F.d\sin\theta$

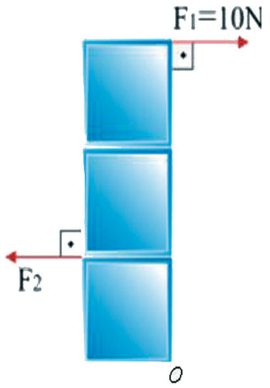
پورتنی افاده دا رنګه هم لیکلای شو $M = F(d.\sin\theta)$

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

مثال:

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

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلی شوچې:



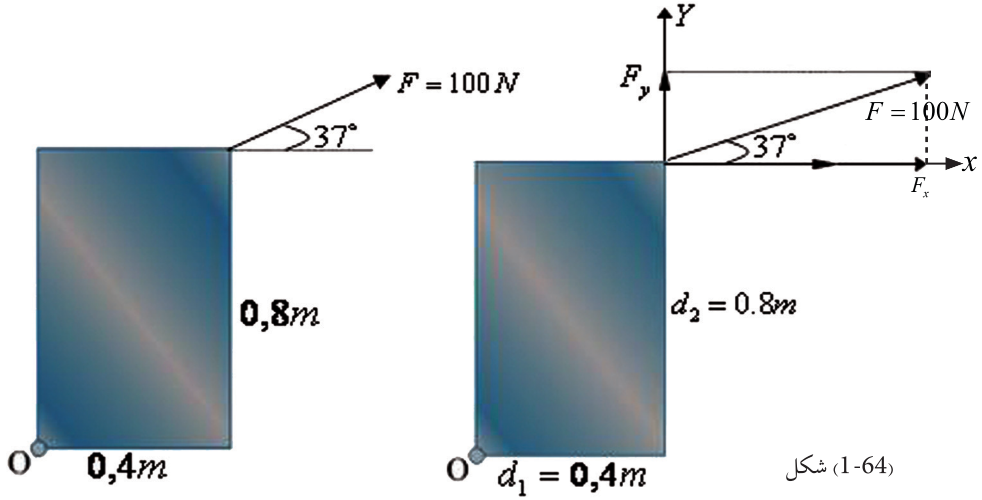
(1-63) شکل

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

مومنت په لاندې تعبيرونه سره کولاې شو دا رنګه افاده کړو:

که چيرې د دوران له محور څخه فاصله په عمودي قوه کې ضرب شي يا د قوې د دوران محور څخه د عمودي فاصلې د ضرب حاصل د مومنت څخه عبارت دی. په اکثر وعمومي حالتو نوکې هم د قوې له مرکبې څخه اوهم د واټن له مرکبې څخه، يعنې د دواړو له مرکبو څخه چې سره جمع کيږې، د مومنت دمرکبې د پيداکولو لپاره ګټه اخيستل کيږې.

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 ليکلی شو:

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

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

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

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

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

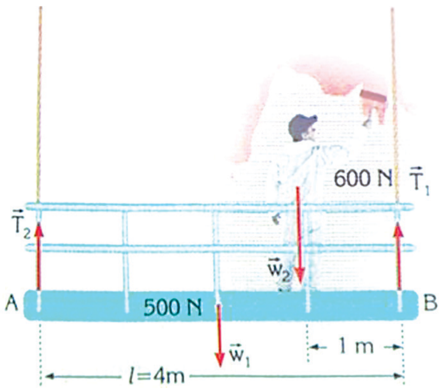
$$M = -40N \cdot m$$

د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل

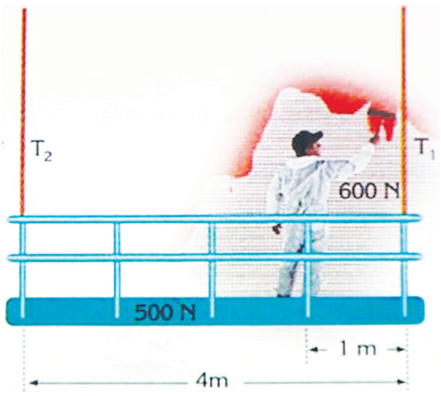
کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړي جسم مجموعي مومنت، صرف نظرله دې چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوي دی. نو د دوران دنقطې موقعیت، په هر ځای کې چې د پرابلم (ستونځې) د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کیدای شي.

مثال:

یو رنګمال چې 600 نیوتنه وزن لري شکل سره سم په یوټاکلی موقعیت کې، دلرګي د خوازې له پاسه چې وزن یې 500 نیوتنه 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 کیږي).



(1-66) شکل



(1-65) شکل

حل:

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

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

$$\sum M_A = 0$$

$$T_2 x_0 + T_1 \times 4 - 500 \times 2 - 600 \times 3 = 0 \quad \text{اویا}$$

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

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

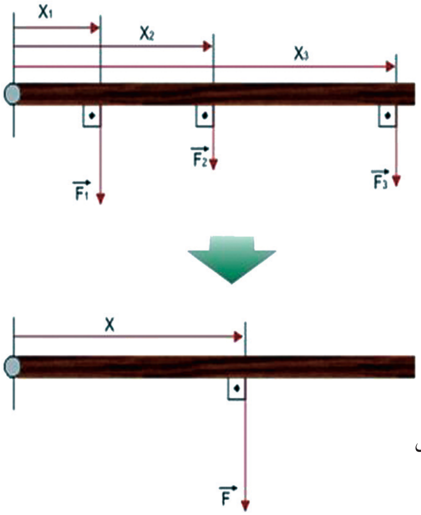
$$T_1 = 700\,N$$

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



شکل (1-67)

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 کیږي.

مثال: تصور وکړئ چې په یوه یې وزنه سیم په بیلابیلو نقطو کې درې موازي قوې عمل کوي.

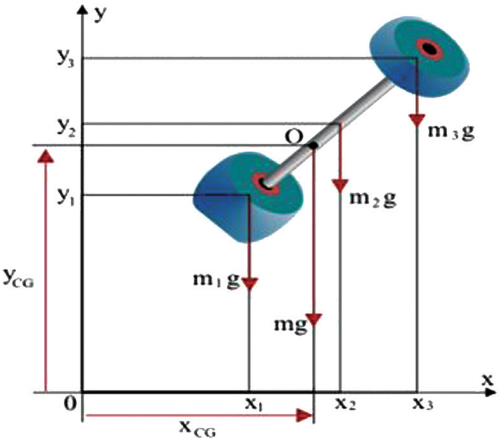
که چیرې دا درې قوې له یوې قوې سره داسې تعویض شي چې پردې جسم محصله قوه او محصله مومنت، د دوران مرکز د موقعیت په نظر کې نیولو پرته ثابت پاتې شي. ددې محصله قوې کچه او د اغیز نقطه محاسبه کړئ.

حل: څرنګه چې محصله قوې ثابتې باقي پاتې کیږي. 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 دثقل د قوې اغیز 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 کیږي،
ټولې قوې په یوه لوري او په موازي ډول عمل کوي.



(1-68) شکل

د دي قوو محصله د جسم وزن تشکيلوي او د دي قوو د اغيز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه يا دوي او په CG يي ښيي. د وزن يوه ميله په دواړو سرونو کي له دوو مختلفو وزنونو سره، د قايمو مختصاتو په سيستم کي داسي په نظرکي نيسو، چي گواکي له دري برخو، يعني په دوو انجامونوکي له دوو وزنونو اويوي ميلي څخه جوړ شوي وی. د دي هري يوي برخي وزن عبارت دی له: m_1g, m_2g او m_3g د ميلي مجموعي وزن عبارت دی له: $mg = m_1g + m_2g + m_3g$

د O نقطه د mg قوي د اغيز نقطه ده.

د مومنت معادله پدي ډول ليکلای شو:

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

څرنگه چي $m_3 + m_2 + m_1$ د جسم له مجموعي کتلي څخه عبارت دی، نو پورتنی معادله داسي ترتيبولای شو:

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

له ساده کولو وروسته لرو چي:

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

د y محور لپاره لرو چي :

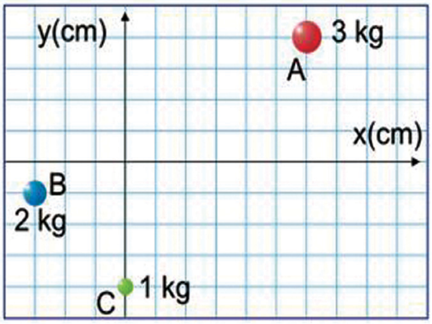
$$Y_{CG} = (m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3)g/(m_1 + m_2 + m_3)g$$

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

هغه نقطه چي فرض کيږي د جسم ټوله کتله هلته متمرکزه شوي ده، د نوموړي جسم د کتلو مرکز دي. X_{cm} او Y_{cm} د جسم د مختصاتو له کتلوي مرکز څخه عبارت دی، په يوه محيط کي چي د ثقل ساحه متجانسه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا يوه نقطه وي او په هغه محيط کي چي ثقل يا (جاذبه) نه وي، په هغه ځای کي وزن نشته او يوازي کتله شتون لري.

مثال:

د A , B او C جسمونه لکه ښتګه چې په شکل کې لیدل کیږي، د مختصاتو دسیستم پرمخ موقعیت لري، د دې جسمونوکتلې په ترتیب سره $3kg$, $2kg$ او $1kg$ دي، د هغه سیستم د کتلوي مرکز مختصات چې دې درو جسمونو جوړ کړي دي، پیداکړئ.



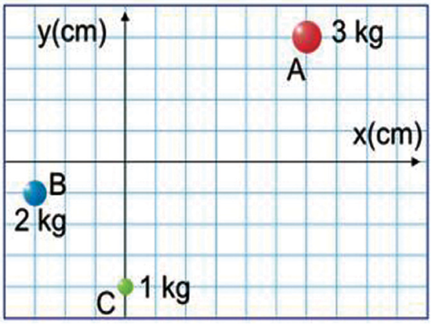
(1-69) شکل

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

$A(6cm,4cm)$ (د $3kg$ کتلې مختصات)

$B(-3cm,-1cm)$ (د $2kg$ کتلې مختصات)

$C(0cm,-4cm)$ (د $1kg$ کتلې مختصات)



(1-70) شکل

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

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

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

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

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

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

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

د لومړي څپرکي لنډيز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې دشکل او یا حالت د بدلون سبب ګرځي او په نړیوال SI سیستم کې يې بنسټيز (اساسي) واحدونه داين اونيوتن دي.
- کله چې څو متلاقي قوې پر یوه جسم عمل وکړي، يوه محصله قوه منځ ته راوړي، چې د دې قوې کچه او لوري په هندسي توګه د وکتورونوله قاعدې څخه په ګټې اخيستلو اوهم په حسابي توګه له الجبري قاعدو په ګټې اخيستلو 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 یعنې $\sum F = 0$ شي او دا په داسې حالت کې شوني ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي او لوري يې سره مخالف وي.
- د محاسبې په طريقه د څو قوو د محصلې د پيداکولو لپاره لومړی ټولې قوې د قايمو مختصاتو په سيستم کې د X او Y په مرکبو تجزيه کوو، بیا وروسته د قوو له مرکبو څخه په ګټې اخیستلو، محصله قوې او هغه زاويې چې د X او Y له محورونو سره يې جوړوي، حسابيدای شي. کله چې د محصله قوې د هرې يوې مرکبې مجموعه له صفر سره مساوي کړو، په دې صورت کې تعادل منځ ته راځي اود څو قوو محصله په لاس راځي.
- کله چې دوې مساوي او موازي قوې چې د متقابلو لورو لرونکې وي، عموماً پر يوه محور او د جسم په دوو بيلابيلو نقطو اغيز وکړي، دوی ته جوړه قوې (د قوو زوج) وايي.
- د قوې يو زوج د دوران موقعيت(د دوران نقطې) ته له نظر کولو پرته، تل د دوران د همدې يوه مومنت لرونکې وي.
- يوجسم د سکون په حالت کې دی او یا دا چې د سکون په حالت کې پاتې کيږي، ويل کيږي چې د ستاتيک تعادل په حالت کې دی. خو هغه جسم چې په يوه ثابت سرعت د حرکت او یا د دوران په حال کې وي، وايي چې دا جسم د ديناميک تعادل په حالت کې دی.
- د دې لپاره چې يو جسم د تعادل په حال کې وي، دوه لاندېني شرطونه بايد ولري.

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

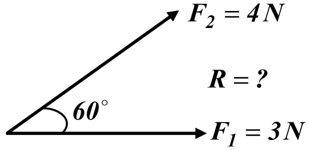
2 – د محصله مومنت (د مومنتونوجمع چې پرجسم اغيز لري)بايد له صفر سره مساوي وي یعنې: $\sum M = 0$

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

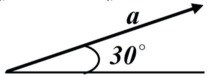
$$X_{CG} = \sum(mx) / \sum m \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum(my) / \sum m$$

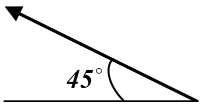
د لومړي څپرکي پوښتنې

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



5 - نقطه یي کتله تعریف کړئ او د نقطه یي کتلې درې بیلګې بیان کړئ.
6 - د عمل قوه تل د............... له قوې سره مساوي خو د متقابل.................. لرونکې وي
7 - هغه جسمونه چې د هغو .... د هغو داتکاله .... څخه پورته واقع وي د........ ...... په حالت کې قرار لري.
8 - هغه مومنت چې یوه قوه یې د دوران په پیښه کې تولیدوي، له کومو درو پارا مترونو سره اړیکې لري، بیان یې ولیکئ.
9. هغه مومنت چې د $25N$ قوې په واسط پر هغه میلې چې اوږوالی یې $0,5m$ دی، تولیدکیږي 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 اغیز د خطونو د L له متقابل واټن سره ولیکئ
12. که چیرې د دوران محور د اغیز د دوو خطونو له یوه څخه تیر شوی وي، خو له هغو څخه خارج واقع وي، په دې صورت کې د مومنت دوران څنګه ارایه کیږي؟ ریاضي رابطه یې ولیکئ.
13. د هغه تورک کچه چې د $3N$ قوې د اغیز 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 یو نري تار په سر کې چې اوږدوالی یې $2m$ دی، ځړول شوې، د محور له یوې نقطې سره وصل شوې ده.

a- د محور ددې نقطې په شاوخوا کې د ځمکې د جاذبې قوې په مرسته تولید شوی تُرک حساب کړئ، په داسې حال کې چې د 5° زاویه په عمودې 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 $3cm$ رنچ پر سر باندې د پیچ د خلاصولو لپاره وارد وي، څومره ده؟

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

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

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

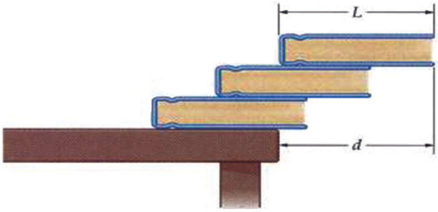
19. یوه الوتکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی $75Km$ واټن له 30° زاویې سره دشمال لویدیځ په لور او دویم واټن $155Km$ له 60° زاویې سره د شمال ختیځ په لور الوتنه کوي. دالوتکې په واسطه ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

20. د منتجه سرعت د وکتور کچه اولورې په لاندې سرعتونوکې چې پخپلو کې عمود دي پیداکړئ.

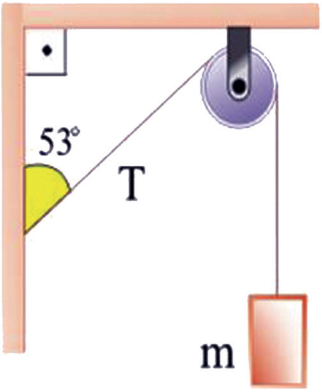
a- یوکب نسبت اوبو ته د یو سیند په استقامت چې په $5\,m/s$ سرعت حرکت کوي، د $3\,m/s$ په سرعت لامبوو هي.

b- یوه ساحلې 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 څیر یو دبل پرمخ ایښودل شوي دي. د d مخ ته راوتلی اعظمي واټن چې کتابونه پکې په تعادل کې وي او سقوط ونه کړي، پیداکړئ.



22. یوه متجانسه میله د $4.25m$ په اوږدوالي او $47Kg$ کتلې سره چې له یوه محور سره یې یو سر پردیوال ایښی دی، په افقي توګه د یوسیم په مرسته له بل سر سره تړل شوې ده. سیم له افق سره 30° زاویه جوړوي اوسیده 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، تر څوسیم وشکیږي؟



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

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

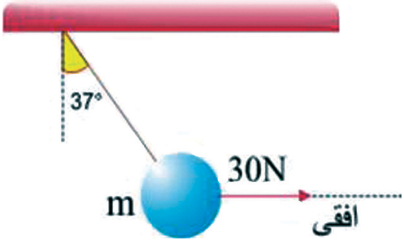
$\sin 53^\circ = 0{,}8 \qquad \cos 53^\circ = 0{,}6$

$g = 10N/kg$

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:

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

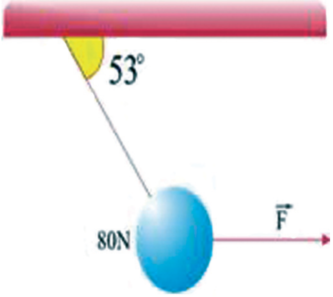
$g = 10N/kg$



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

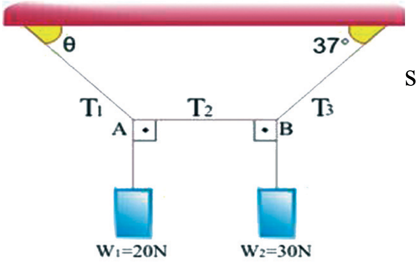
a - په رسۍ کې د راکښلو قوه پیداکړئ.

b - د F قوه محاسبه کړئ.



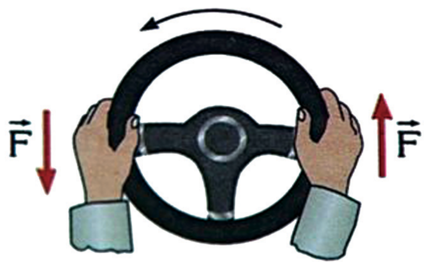
$\cos 53^\circ = 0{,}6 \qquad \sin 53^\circ = 0{,}8$

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

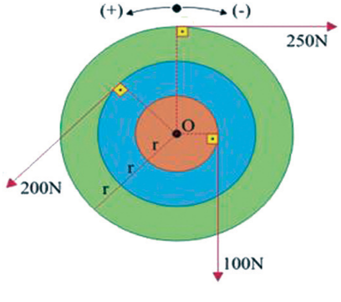


$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6 \quad \sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$

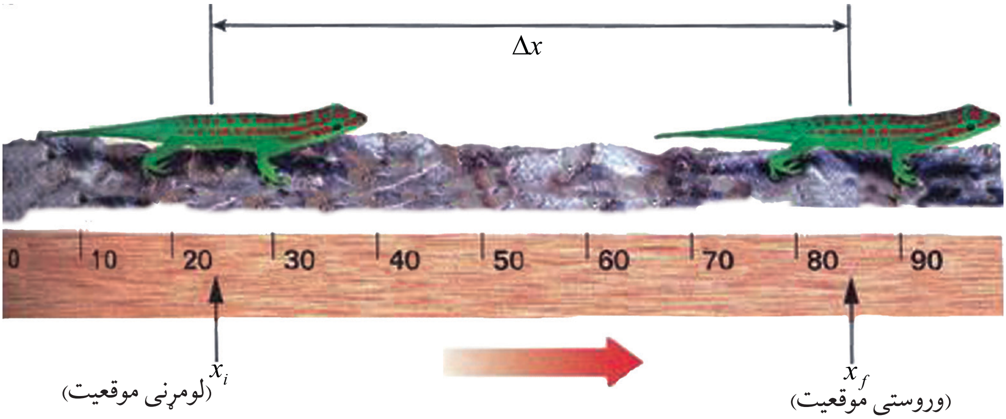
27. یو دریور د F یوه قوه، لکه چې په شکل کې یې وینئ، د خپلولا سونو په مرسته دګاډي په شترنګ واردوي، که چیرې د اشترنګ څرخ د d شعاع ولري، پیداکړئ:
a- محصله قوه
b- د محصلې مومنت چې د شترنګ پر څرخ عمل کوي.



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 اغیزکولو سره دوران کوي.
که چیرې شعاع $r = 0.1m$ وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سیستم باندې عمل کوي، پیداکړئ.



یو بعدي حرکت



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

مونږ په دې څپرکی 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.

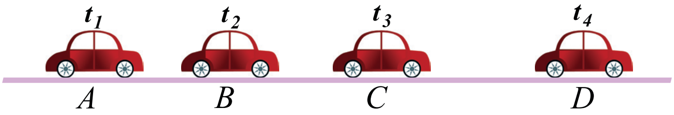
تاسو به د دې څپرکي په پای کې د حرکتونو د ډولونو په هکله ډېر څه زده کړی او د دې ډول حرکتونو بشپړ تصویر به په خپلو ذهنونو کې تر سیم کولای شی دې ډول پوښتنو ته چې، د یو مستقیم خط په امتداد حرکت څه شي دی؟ د یو متحرک جسم موقعیت او تغییر مکان څه شی دی؟ او د دې په څیر نورو پوښتنو ته به ځوابونه ووایاست.

همدا رنګه د دې څپرکي په پای کې به د سینماتیک منځنی سرعت او په یو بعدی حرکت کې دهغه اړیکې، د موقعیت د موقعیت تغییر 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 يي 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 ازاد سقوط تحلیل او څېرنه د ثابت تعجیل حرکت د یوې بیلګې په توګه او ځینو نورو مفاهیمو سره بلدتیا لاسته راوړی.

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 یو مستقیم مسیر پرمخ ښیي.



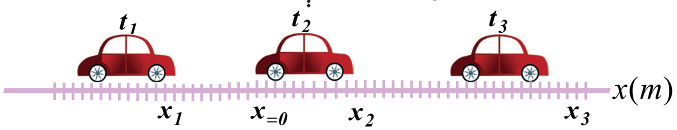
(2-1) شکل،
د مستقیم خط په امتداد حرکت

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

بحث وکړئ:

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

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



(2-2) شکل

لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کیږي، t_1, t_2 او t_3 په لحظو کې د متحرک جسم موقعیتونه په ترتیب سره $x_1 = -3m$, $x_2 = +3m$ او $x_3 = 9m$ 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 وضیعت او څېړلو لپاره څه باید وکړو؟ د دې لپاره چې موقعیت او د مکان بدلون تعریف کړای شئ، لاندې فعالیت ترسره کړئ:

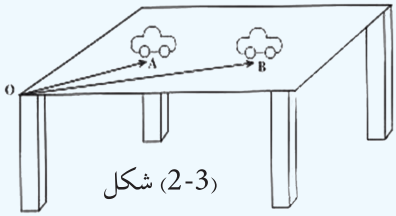
فعالیت:

اړین مواد: د لوبو یا لابراتواري موټرکی، خط کش، میز

کړنلاره:

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

2 - د شکل په څیر موټر کې له لومړني موقعیت څخه بیځایه او په یو بل موقعیت کې یې کیږدئ او بیا وروسته دمیز له همغه څنډې څخه چې په لومړی مرحله کې مو اندازه کړې ده (لومړنی مبدا)، 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 یوشي وو؟
2. موټر په کومه اندازه د موقعیت تغییر کړی؟
3. د دواړو حالتونو ترمنځ څه شي په مشترکه توګه وینئ؟ توضیح یې کړئ.

په یقین سره هغه موټر چې د میز 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.

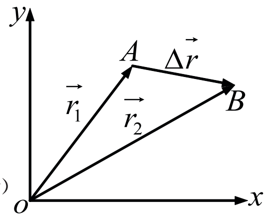
پس د موټر موقعیت په دواړه مرحلوکې یوشي نه دي.

په پورتنۍ فعالیت کې، هغه مشترک عنصر چې د موټر A او B دوو موقعیتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مبدا څخه دي. د $\overrightarrow{OA}$ او $\overrightarrow{OB}$ وکتورونو ته په ترتیب د t_1 او t_2 وکتورونه وایو. له پورتني فعالیت څخه کیدای 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، دوضعیه کمیتونو مبداء او انجام یې د جسم موقعیت دی او په معمول ډول یې د $\vec{r}$ په توری ښیي.

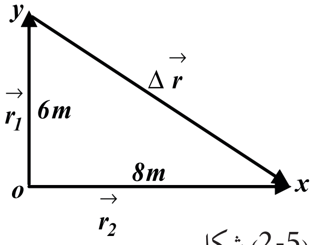
2 - د یوه متحرک د موقعیت تغییر د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې، هغه وکتور دی چې پیل یې د متحرک موقعیت د t_1 په لحظه کې او انجام یې د متحرک موقعیت د t_2 په لحظه کې دی.

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

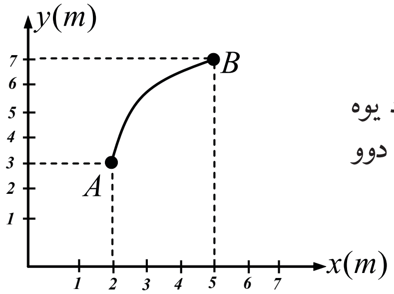
مثال: د یوه متحرك موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې په ترتیب سره r_1 او r_2 دی. که چیرې د هر وکتور اندازه په ترتیب سره $6m$ او $8m$ او دهغو ترمنځ زاویه $90°$ وي، د مکان تغییر اندازه د دې دوولحظو ترمنځ څومره ده؟



شکل (2-5)

حل: د شکل په پام کې نیولو سره د موقعیت د تغییر وکتور $(\overrightarrow{\Delta r})$ د قایم الزاویه مثلث له وتر څخه عبارت دی، چې ضلعې یې $6m$ او $8m$ دې، له دې کبله د مکان د موقعیت تغییر برابر دی له:

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

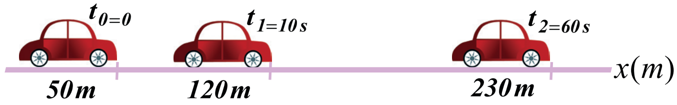


تمرین: په لاندې شکل کې د یو متحرك مسیر د AB د یوه منحنې پر مخ ښودل شوی دی. د مکان تغییر وکتور د A او B دوو نقطو ترمنځ رسم کړئ اوقیمت یې لاس ته راوړئ.

2-3: منځنی (متوسط) سرعت

لکه څنګه چې د نهم ټولګي په فزیك کې مو ولوستل، یو متحرك جسم د مختلفو عواملو له کبله نشي کولای مساوي واټنونه (فاصلې) په مساوي وختونوکې ووهي. په دې حالت کې په مستقیم مسیر باندې د جسم حرکت د ځانګړتیاوو د بیانولو لپاره، دمنځنې سرعت له اصطلاح څخه ګټه اخلو.
د 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 شیبوکې د موقعیت د تغییر کچه پیداکړئ.
ب). په هره زماني شیبه کې موټر په منځنی توګه په هره ثانیه کې د موقعیت څومره تغییر کړی دی؟

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

ب). په هر ټاکلي وخت باندې د هغو د اړوندې وهل شوي فاصلې په ويشلو سره، معلومېږي چې متحرك په هره ثانيه کې څومره د موقعيت تغيير 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 تغيير په معلومولوسره کولای شو، په انټروال کې د هرې ثانيې د مکان د تغيير اوسط پيداکړو، چې هغه ته په زماني انټروال کې منځنی سرعت وايي.منځنی سرعت د $\overline{V}$ په علامې ښيو او لروچې:

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

چې د SI په سيستم کې د منځنی سرعت د اندازه کولو واحد ${}^{m}\!/_{s}$ دی. منځنی سرعت وکتوري کميت دی چې د مکان د تغيير له وکتور سره هم لوری دی.

فعاليت:

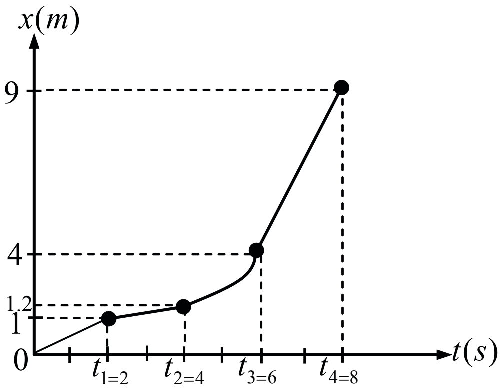
اړين مواد: فيته يي متر، زمان سنج (ستاپ واچ)

کړنلاره: له خپل يوه ټولېګوال 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 يعنی له صفر څخه تر $2s, 2s$ څخه تر $4s, 4s$ څخه تر $6s, 6s$ څخه تر $8s$ او د هر انټروال د مکان تغيير وښيئ.

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



(2-7) شکل

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

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

د b جزء حل:

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

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

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

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

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

a) له 1 څخه تر 2 ثانیو،

b) له 1 څخه تر 1.1 ثانیې،

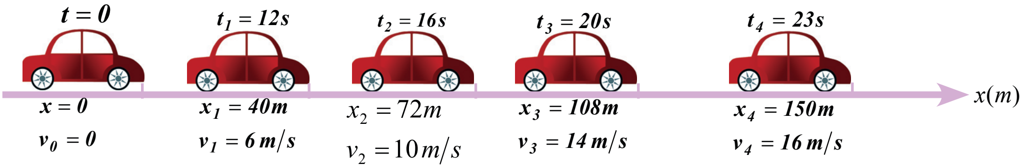
c) له 1 څخه تر 1.01ثانیې او

d) له 1 څخه تر 1.001 ثانیو پیداکړئ.

لحظوي سرعت

لحظوي سرعت څه شی دی؟ د منځنی 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 $23s$ $20s, 16s, 12s, 0s$ په لحظوکې ښيي، په شکل کې ښودل شوي دي.



(2-8) شکل

الف) په يو جدول کې $t_4 - t_1$ ، $t_3 - t_1$ او $t_2 - t_1$ زماني انټروالونه، د موقعيتونو تغيير او منځني سرعتونه وليکئ.
ب) په کوم زماني انټروال کې، منځنی سرعت د هغه سرعت له کچې سره نژدې دی، چې د موټر سرعت سنج يې د t_1 په لحظه کې ښيي.
حل: الف)

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

ب) لکه چې په جدول کې لیدل کیږي د t_2-t_1 په زماني انټروال کې منځنی سرعت، د t_3-t_1 او t_4-t_1 له انټروالونو څخه لږ دی.

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

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

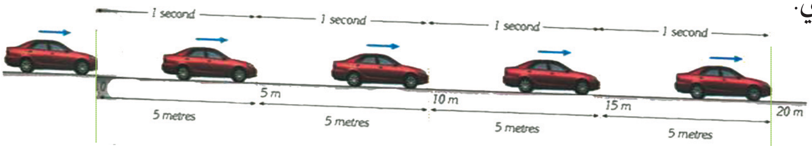
$$V_x=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta x}{\Delta t}............(2-2)$$

څېړنه وکړئ:

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

2-4: د موقعیت - زمان ګراف $(x-t)$

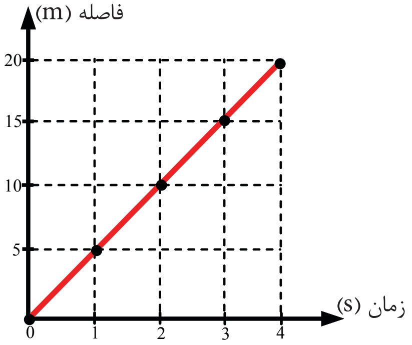
هغه موټر په نظرکې ونیسئ چې په ترتیب سره د $t_1=1s, t_2=2s, t_3=3s, t_4=4s$ په زماني انټروالونوکې، د لاندې (2-9) شکل په څیر په $x_1=5m, x_2=10m, x_3=15m$ او $x_4=20m$ موقعیتونه غوره کوي.



(2-9) شکل

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

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



(2-10) شکل

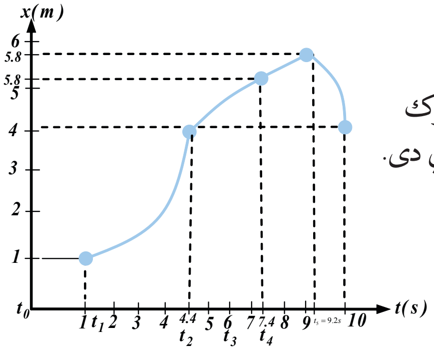
لکه څنګه چې په ګراف کې لیدل کیږي، متحرك (موټر) په هره ثانیه کې، مساوي واټنونه وهي.له دې ګراف څخه په ګټې اخېستلو سره په اسانۍ سره موندلی شو چې متحرك په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان تغییرېي د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی.

د مثال په توګه په ګراف کې لیدل کیږي چې متحرك د $t_2 = 2s$ په لحظه کې د مبدا په لس متري کې دی یا د $\Delta t = 1s$ په انټروال کې يې د مکان تغییر $\Delta x = 5m$ دی. ددې ډول ګراف دښې پېژندنې لپاره، لاندې فعالیت په ډله ییزه توګه پخپل ټولګي کې عملي کړئ.

فعالیت:

لاندې جدول د يوه متحرك جسم واټن تر مبدا 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 يو متحرك چې د مستقیم خط پرمخ په حرکت کې دی، ښودل شوي دی.

الف: د $t_1 - t_0$ ، $t_2 - t_1$ او $t_5 - t_2$ په زماني انټروالونوکې، د متحرك د موقعیت تغییر څومره دی؟

ب: له مبدا 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 تغییر څومره او په کوم لور دی؟

2-5: تعجیل یا شتاب

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

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

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

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

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

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

حل:

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

لحضوي تعجیل (شتاب)

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

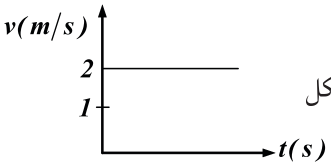
لحظه یې تعجیل د منځنې تعجیل له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي.

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

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

د سرعت- زمان ګراف $(v-t)$

لکه چې تر مخه مو مطالعه کړ، د مکان – زمان ګراف $(x-t)$، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله لکه سرعت یا د متحرك مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب معلومات ترلاسه کړو، په همدې ډول د سرعت – زمان $(v-t)$ له ګراف څخه هم کولاې شو، د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.
د سرعت- زمان $(v-t)$ ګراف د ترسیم لپاره د وضعیه کمیتونو د مختصاتو په سیستم کې، د y قایم محور د سرعت او د x افقي محور د زمان یا وخت لپاره وټاکو او په همغه ترتیب چې مو د زمان موقعیت $(x-t)$ ګراف په هکله کړنه تر سره کړې وه ، د ګراف هم همسې رسموو.
مثال: یو متحرك له ثابت سرعت سره د یومستقیم مسیر پرمخ حرکت کوي. د $t_1=2s$ په لحظه کې په 5 متري واټن کې او د $t_2=12s$ په لحظه کې، له مبدا څخه په 25 متري واټن کې موقعیت لري، د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.
حل: د ثابت سرعت په حرکت کې کولای شو ولیکو: $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{25-5}{12-2}=\frac{20}{10}=2\,m/s$
څرنګه چې په یو ډوله (یوه نواخت) حرکت کې سرعت ثابت وي، نو د سرعت – زمان ګراف $v-t$ د زمان یا وخت له محور سره موازي د یومستقیم خط شکل لري.

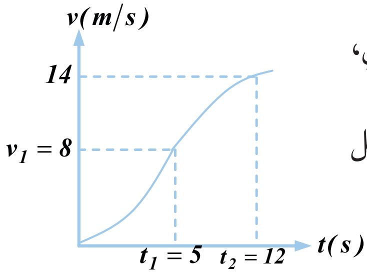


(2-11) شکل

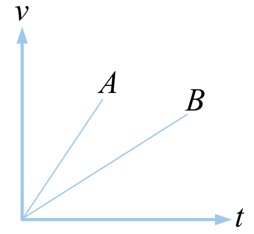
تمرین: په لاندې جدول کې د هغه متحرك سرعت چې دیو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، په شو زماني لحظو کې مشخص شوی دی. د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

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

تمرین: لاندې شکل د یو متحرك $(v-t)$ ګراف راښیي، توضیح یې کړئ:
الف: د وخت په $(0,t_1)$ او (t_1,t_2) انټروالونوکې منځنی تعجیل څومره دی؟
ب: د t_1,t_2 دوو لحظو څخه په کومې یوې کې تعجیل ډېر دی؟



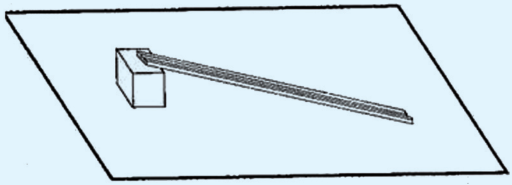
تمرین: د A , B دوو متحرکو د $(v-t)$ گراف په لاندې شکل کې ورکړل شوی دی. د دې دوو متحرکو شتاب سره پر تله کړئ،



فعالیت:

داړتیاوړ وسایل:

1. جریداره تخته د د پردې لرگیو له میلوسره، چې دوه متره اوږدوالی ولري
2. د لرگیو مکعبونه چې $4cm$ پنډوالی ولري
3. ښیښه یي گلولې یافلزي ساچمې
4. زمان سنج (کرونومتر)
5. فیته یي متر



(2-12) شکل

کړنلاره:

له (2-12) شکل سره سم د پردې لرگې د میلې یو سر د لرگیو پر یوه مکعب کېږ دئ. یوه ښیښه یي گلوله د میلې د هغه بل سر چې پر مکعب موایښی، له نیم متری څخه یي خوشې کړئ او په دې لحظه کې کرونومتر په کارواچوئ.

کـولای شـی هغه لحظـه چې گلوله پرمکعب (د مسـیر پر پای) لگـیږي، کرونومتر ودروئ. ازمایښـت د $2m$ او $1.5m,1m$ فاصلوپاره تکرار کړئ. پایله په لاندې جدول کې ولیکئ او د $(x-t)$ له مخې گراف رسم کړئ

ازمایل شوي پایله تجزیه او تحلیل کړئ.

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

2-6: یو ډوله (متشابه) حرکت

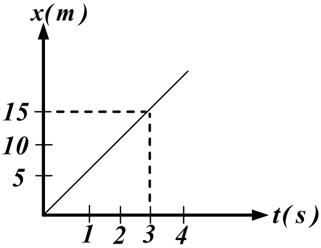
که چیرې د یوه متحرك جسم لحظه یي سرعت چې پرمستقیم مسیر حرکت کوي، په ټولو لحظوکې یو شان وي، حرکت یې یو نواخته نومیږي، په دې ډول حرکت کې د (موقعیت- زمان) ګراف، یومستقیم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځني سرعت په پایله کې له لحظه یي سرعت سره مساوي کېږي او له دې امله کولای شو ولیکو چې: $\bar{v} = v \Rightarrow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

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

پورتنی معادله د یوه نواخت حرکت له معادلې څخه عبارت دی چې په هغې کې x تر مبدا پورې واټن د متر بربنسټ‌دی، v لحظه یي سرعت دی د متر ثانیې پربنسټ، $t,(\frac{m}{s})$ 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 اوله 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 کېږي.

مثال:



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

(2-13) شکل

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

ب: د صفر په لحظه کې یې له مبدا څخه واټن او د حرکت او مکان د تغییر 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 متحرك له سرعت سره برابر دی. شکل ته په پام کولو سره، د ګراف میل $5 = \frac{15}{3}$ دی، نو $v = 5\frac{m}{s}$ سره دی.

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

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

تمرين: يوجسم د v له سرعت سره پر يومستقيم مسير په حرکت کې دی، که چيرې $t_1=5s$ په لحظه کې يې له مبدا څخه 6m او د $t_2=20s$ په لحظه کې يې له مبدا څخه فاصله 24m وي، سرعت او واټن يې تر مبدا پورې د $t=0$ په لحظه کې څومره دی؟ د $x-t$ معادله په لاس راوړئ او د متحرک جسم د $x-t$ گراف رسم کړئ.

له ثابت تعجيل سره مستقيم الخط حرکت

که چيرې په يو حرکت کې تعجيل په مختلفو لحظوکې يو شان وي، دې ته د ثابت تعجيل حرکت وايي، په دې ډول حرکت کې د $(v-t)$ گراف يو مستقيم خط دی. په دې ډول حرکت کې منځنی تعجيل د دوو اختياري نقطو ترمنځ د متحرک د هرې لحظې له تعجيل سره برابر دی يعنې:

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

که چيرې 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) بدل کيږي او کولای شو وليکو:

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

له ثابت تعجيل سره په يو حرکت کې، د دوولحظو ترمنځ منځنی سرعت، د همغو دوولحظو د سرعتو نو د مجموعې نيمايي تعريف شوی دی. يعنې:

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

څېړنه وکړئ:

په بيلابيلو ډلوکې لاندې پوښتنې ته ځواب ورکړئ او پايله يې ټولگي ته واوروئ. ولې په مستقيم الحظ حرکت کې له ثابت تعجيل سره، د $(v-t)$ گراف له يوه مستقيم خط څخه عبارت دی؟

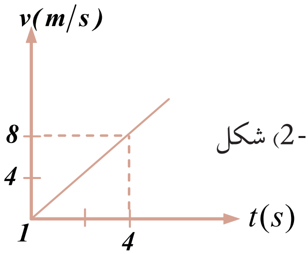
مثال: يو متحرک د سکون له حالت څخه په $2m/s^2$ ثابت تعجيل سره په حرکت پيل کوي. سرعت يې د $t_1=4s$ او $t_2=12s$ په لحظو کې پيداکړئ، د $(v-t)$ گراف يې رسم کړئ.

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

$$v_0=0$$

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

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



شکل (2-14)

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

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

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

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

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

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

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

خرنګه چې:
$$v=at+v_0$$

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

په پای کې:
$$x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0 \quad\text{..........}(2-8)$$

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

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

ساده کولو سره لرو:

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

مثال: یو متحرک له $\frac{1}{2}m/s^2$ ثابت تعجیل سره د سکون له حالت څخه د یو مستقیم خط پرمخ په حرکت پیل کوي، د متحرک د موقعیت تغییر 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)

$$x=\frac{a}{2}t^2+v_0t+x_0$$

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

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

$$x=156.25m$$

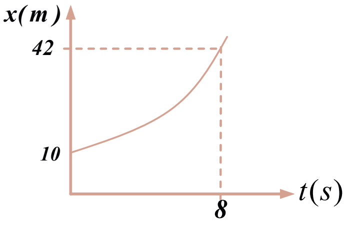
b)

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

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

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

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



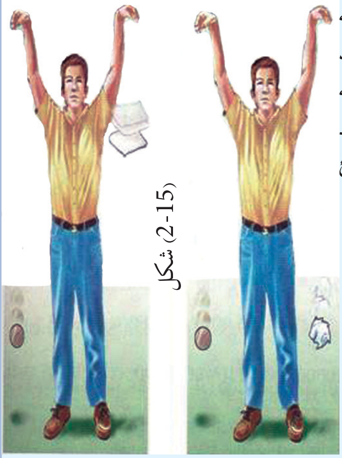
تمرین: لاندې شکل د هغه متحرک د $(x-t)$ ګراف دی چې په ثابت تعجیل سره د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي. فرض کړئ چې $v_0 = 2\,m/s$ دی، د $(x-t)$ ګراف رسم کړئ.

2-7: ازاد سقوط (د جاذبې ساحې مفهوم)

ایا تر اوسه مو له کومې ونې مڼې ټولې کړیدي؟ ولې کله چې مڼه ستاسو له لاسه خوشې شي، مخ په کښته (ځمکې ته) لویږي؟ ستاسو په نظر د ځمکې پر سطحې د مڼې د لویدلو لامل څه شی دی؟ د اجسامو د ازاد سقوط ښکارنده (پدیده) د ریاضې 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.

فعالیت:



(2-15) شکل

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 خوشـې کړئ او په دریمه پلا دوې سـکې له همغه ارتفاع څخه خوشـې 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 اوسکه په یوه وخت ځمکی ته ورسیدل؟

۲. آیا په یوه وخت ځمکې ته ورسیدې؟

۳. کوم لامل د دې سبب شوی چې د کاغذ پاڼه اوسکه د ځمکې په لور لوېږي؟

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 یوازېنۍ 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 خلاکې تر سره کړو، سکه او پاڼه په یوه وخت ځمکې ته رسیږي. د بیلګې په توګه په خلاکې د یوجسم سقوط او یا د یوې وړې فلزي ګلولې سقوط په هواکې (په یوه مناسب تقریب یا نږدې والي سره کولای شو سقوط فرض کړو.

(2-16) شکل د یوې ساچمې حرکت د آزاد سقوط پر مهال راښیي چې متوالي زمانو (وقفو) $\Delta t = 1/30\,s$ کې ورڅخه تصویرونه اخستل شوي دي. بناپردې که چیرې د هوا له مقاومت څخه ورتیرشو (صرف نظر وکړو)، ټول جسمونه د ځمکې سطحې ته په نږدیوالي کې له ثابت تعجیل سره سقوط کوي. چې دا همغه د ځمکې د جاذبې تعجیل دی چې دg په توري ښودل کیږي. د g له تعجیل سره حرکت ته ازاد سقوط وایي چې د دې تعجیل لوری تل مخ په کښته (د ځمکې مرکز) په لور دی.

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

(2-16) شکل

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

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

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

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

څرنګه چې په ازاد 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.

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

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

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

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 رسیدو په وخت کې یې سرعت څو مره دی؟

($g=9.8\,m/s^2$ فرض شي)

$y=4.9m$

$a)\ \ t=?$

$b)\ \ v=?$

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

$v_0=0$

حل: الف)

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

$$4.9=\frac{1}{2}\times9.8.t^2\Rightarrow t^2=\frac{9.8}{9.8}\Rightarrow t=1s$$

تیږه پس له یوې ثانیې څخه ځمکې ته رسیږي.

ب) $v=g.t\Rightarrow v=9.8\times1=9.8\,m/s$ ځمکې ته د رسیدو پرمهال د تیږې سرعت $9.8\,m/s$ دی.

تمرين:

د A او B دوه جسمونه په ترتيب سره له 20 متری او 45 متري ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ پر ته له لومړني سرعت څخه په ازاده توګه راولوېږي. د هر يو د سقوط وخت څومره دی؟ او د B جسم څو ثانيې د A له جسم څخه مخکې يا وروسته ځمکې ته رسيږی، 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، دوضعيه کميتونو مبداء او پای (انجام) يې د جسم موقيعت دی او د $\vec{r}$ په توري ښودل کيږي.
- د يــو متحرک د موقعيت تغيير د t_1 او t_2 دوو شــيبو (لحظو) تــر منځ له هغه وکتور څخه عبارت دی چــې پيــل يې د t_1 په لحظه کې د متحرک موقعيت او انجام يــې د t_2 په لحظه کې د متحرک موقعيت راښيي.
- د موقعيت او د موقعيت د تغيير 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 $V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- د $(x-t)$ په ګراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنی سرعت د ميل له دوو نقطو څخه عبارت دی چې د يوه قطعه خط په مرسته يو له بل سره وصل شوي وي.
- د سرعت د اندازه کولو واحد په SI سيستم کې له ${}^{m}/_{s}$ څخه عبارت دی.
- لحظه يي ســرعت د منځني ســرعت له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر خواته نژدې شي، يعني: $V_x = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$

  لحظه يي سرعت کيدای شي مثبت، منفي او يا صفروي.
- د $(x-t)$ پــه ګــراف کې، لحظه يي ســرعت د t په زمان کې د قطعه خط له ميــل (تانجانت) څخه عبارت دی.
- منځنی تعجيل (شــتاب) د وخت په يوه واحد کې د ســرعت له بدلون څخه عبارت دی. که چيرې د سرعت تغيير د Δt په زماني انټروال کې له Δv سره برابر وي، لرو چې: $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

• منځنی تعجیل په هغه صورت کې مثبت دی چې $v_2 > v_1$ څخه او کیدای شي منفي وي که چیرې $v_2 < v_1$ څخه وي اوصفرهغه وخت وي کله چې $v_2 = v_1$ سره وي.

• لحظه يي تعجیل د منځني تعجیل له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt صفرته تقرب وکړي یعني:

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

• 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 ګراف کې، لحظوي تعجیل د t په وخت کې د قطعه خطه له میل (تانجانت) څخه عبارت دی.

• د تعجیل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړیوال سیستم کې له متر پرثانیه مربع (m/s^2) څخه عبارت دی.

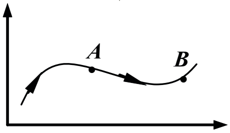
• د حرکت مختلفي معادلې شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجیل سره پرې څېړلی شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپیرونو لرونکې وي.لکه: سرعت د وخت د تابع په عنوان د $v = v_0 + at$ او منځنی سرعت $\bar{v} = \frac{v_0 + at}{2}$ دی

• موقعیت، د t وخت او د (a) تعجیل د تابع په عنوان $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$

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

د دويم څپرکي پوښتنې

1 - د موقعيت (مکان) وکتور تعريف کړئ
2 - t_2, t_1 دوو لحظو ترمنځ د مکان د بدلون وکتور تعريف کړئ
3 - په لاندې شکل کې د يوه جسم د حرکت مسير مشاهده کړئ متحرك د t_1 په لحظه کې د A په مکان او د t_2 په لحظه کې د B په مکان کې قرار لرى.
د t_1 او t_2 پـه لحظو کې د جسـم د موقعيت وکتورونه رسـم کړئ او د جسـم د موقعيـت د تغيير وکتور مشخص کړئ.



4 - a : يو موټر په يو دايروي مسـير کې د 100 مترو په شـعاع حرکت کوي. هغه واټن چې موټر نيمه دوره وهي، څو متره دى؟ د موټر د مسـير شـکل رسم کړئ او د موقعيت د بدلون وکتور د شکل پرمخ مشخص کړئ او اندازه يې په لاس راوړئ.
b: د موټر د موقعيت تغيير د دايروي مسير په څلورمه برخه کې لاسته راوړئ؟
c: د موټر د موقعيت تغيير په يوه بشپړه دوره کې څومره دى؟
5 - په کوم صورت کې دموقعيت وکتورونه او د موقعيت د بدلون وکتورونه سره هم لوري دي؟
6 - يو متحرك چې د مستقيم خط پرمخ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کې د $x_1 = 6m$ په مکان کې او د t_2 په لحظه کې د $x_2 = 7m$ په مکان کې دي. د جسـم د موقعيت کچه د t_1 او t_2 دوو لحظو تر منځ محاسبه کړئ.
7 - د $x - t$ د مکان- زمان گراف څه شي دى؟
8 - د منځنى سـرعت او لحظوي سـرعت ترمنځ توپير څه شي دى او په کوم حالت کې دواړه سرعتونه سره مساوي دي؟
9 - يو ډريور د دوو ښارونو ترمنځ فاصله په لاندې توگه وهي:
په پيل کې د يو سـاعت لپاره له $15 m/s$ منځني سـرعت سـره يې ډريوري کړې او ترهغې وروسته د 10 دقيقو لپاره درېږي. بيا له $20 m/s$ منځني سرعت سره د 30 د قيقو لپاره ډريورى ته دوام ورکوي او پاتې واټن د ساعت په څلورمه برخه کې په منځني سرعت $12 m/s$ ډريوري کوي.
a- د دوو ښارو ترمنځ واټن څو کيلو متره دې؟
b- منځنى سرعت يې په ټول مسير کې څو کيلو متره پر ساعت دى؟
c- منځنى سرعت يې د ډريورى د ټولې مودې په اوږدوکې څومره دى؟

10 - د یو موټر سرعت د 20 ثانیو په موده کې د یومستقیم مسیر پر مخ له $10 m/s$ 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 تغییر وکړي، وروسته له څومره مودې به یې سرعت $18m/s$ ته ورسیږي؟

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

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

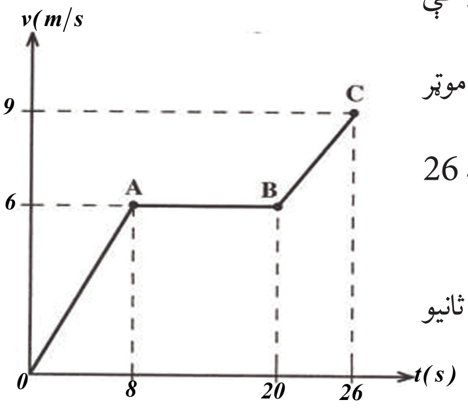
a-د سرعت لوری او د حرکت تعجیل په هر پړاو کې معلوم کړئ.

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

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

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

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



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

15 - د $x-t$ له ګراف څخه په ګټې اخیستلو سره منځنی سرعت څنګه ټاکي، د شکل په رسمولوسره یې بیان کړئ.

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

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

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

a- له مبدا څخه د متحرك واټن د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ په لحظو كې پيدا كړئ.
b- د جسم د موقعيت تغيير د دوو لحظو ترمنځ $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ محاسبه كړئ.
c- د متحرك سرعت څومتره پر ثانيې دی؟
19 - يو جسم د v په ثابت سرعت د يومستقيم مسير پر مخ حركت كوي، كه چيرې د $t_1 = 2s$ په لحظه كې يې واټن ترمبدا پورې 11 متره او $t_2 = 7s$ په لحظه كې يې واټن ترمبدا پورې 38.5 متره وي:
a- د متحرك سرعت او تر مبدا پورې يې واټن د صفر ثانيې په لحظه كې څومره دی؟
b- د $(x-t)$ رابطه يا د حركت معادله وليكئ.
20 - د $(v-t)$ ګراف څنګه رسميږي؟
21 - منځنۍ تعجيل تعريف او رابطه يې وليكئ او د اندازه كولو واحد يې په SI سيستم كې ذكر كړئ.
22 - يو متحرك چې د يومستقيم مسير پر مخ حركت كوي. سرعت يې د $t_1 = 7s$ په لحظه كې $20\,m/s$ او د $t_2 = 10s$ په لحظه كې $32\,m/s$ سره مساوي دي، د متحرك منځنۍ تعجيل د t_1 او t_2 دوو لحظو ترمنځ حساب كړئ.
23 - لحظه يي تعجيل په څه ډول د $v-t$ ګراف په مرسته ټاكي؟ د شكل له مخې يې توضيح كړئ.
24 - يوجسم د ځمكې د سطحې له 520 متري ارتفاع څخه په لومړني $2\,m/s$ سرعت په عمودي ډول د ځمكې پر مخ په ښكته لور غورځول كيږي.
a- د ځمكې سطحې ته د جسم د رسيدو وخت حساب كړي.
b- د جسم سرعت ځمكې ته د رسيدو په وخت كې حساب كړئ.
25 - د A او B دوه جسمونه په ترتيب سره له 500 متري او 320 متري ارتفاع څخه د ځمكې د سطحې په لور پرته له لومړني سرعت څخه په يوه وخت كې خوشې كيږي.
a- د A جسم څو ثانيې وروسته د B له جسم څخه د ځمكې سطحې ته رسيږي؟
b- د هر يوه سرعت د ځمكې سطحې ته د رسيدو په وخت كې محاسبه كړئ.
26 - يوه كوچنۍ ګلوله له لوړې و دانۍ څخه خوشې كيږي، كله چې د ځمكې پرمخ 40 متري ارتفاع ته رسيږي، سرعت يې $10\,m/s$ كيږي.
a- د جسم سرعت ځمكې ته د رسيدو په لحظه كې حساب كړئ.
b- د ودانۍ لوړوالی (ارتفاع) پيدا كړئ.
c- د ګلولې منځنۍ سرعت د سقوط (په موده كې) (د $40m$ لوړوالي څخه تر ځمكې پورې) وټاكئ.
d- د $(x-t)$ ګراف يې رسم كړئ.

دوه بعدي حرکتونه

په مخکیني څپرکی کې مو تر یوې اندازې په یوه بعد کې حرکت مطالعه کړ او د موقعیت، د موقعیت تغییر، منځني سرعت او... کمیتونو سره بلد شوو، او یو نواخت او له ثابت تعجیل سره حرکتونه مو د یوه مستقیم خط پرمخ وڅیړل. خو په دې باید پوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر څه ډېر له هغو حرکتونو سره مخامخ یو چې په دوو یا دریو بعدونوکې تر سره کیږي او د هغو څیړل موږ ته ډېر اهمیت لري.

د لمر پر شاوخوا د یوې سیارې حرکت او یا د موټر حرکت د یوې جادې په ګولایي کې او د یو توپ د ګلولې حرکت چې کله ویشتل کیږي او ... د دوه بعدي حرکت مثالونه دي. په دوو بعدونوکې حرکت څه شی دی؟ څنګه کولای شو دوه بعدي حرکتونه تحلیل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنګه د ریاضي په ژبه بیانولي شو؟له دوه بعدي حرکتونو څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخېستلای شو؟ دا هغه پوښتنې دي چې له تاسو څخه یې د څپرکی په پای کې د ځوابونو توقع کیدای شي. مخکې مووليدل چې د جسم موقعیت په یوه سطحه کې د $\vec{r}$ په وکتور ښودل کیږي. دا وکتور کولاې شو په لاندې ډول ولیکو:

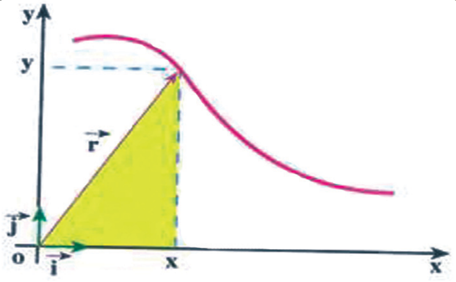
$$\vec{r} = x\,\vec{i} + y\,\vec{j} \quad \text{..........} \quad (3\text{-}1)$$

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

څرنګه چې د جسم د حرکت پرمهال، د مکان وکتور تغییر کوي، د حرکت پر مهال د جسم د مکان د تشخیصولو لپاره کافي ده چې د x او y مرکبې د زمان د تابع ګانو په څیرولرو: $X = f(t)$ او

$Y = g(t)$..........$(3-2)$ د (3-2) رابطې دیوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونوکې ښیي او څرګنده ده چې په هر دوه بعدي حرکت کې، د مکان وکتور هم د زمان یوه تابع ده یعنې: $\vec{r} = f(t)\,\vec{i} + g(t)\,\vec{j}$

په حقیقت کې ویلې شوچې په یوه مستوي (صفحه)کې حرکت، د یو بعدي دوو حرکتونو ترکیب د x او y په اوږدوکې دي چې دارېوندو معادلو په لرلوسره یې مکان (موقعیت) د جسم په ټولو لحظوکې معلوم او په پایله کې د جسم د حرکت مسیر مشخص کیږي. لکه د (3-1) شکل.



(3-1) شکل

خېړنه وکړئ:

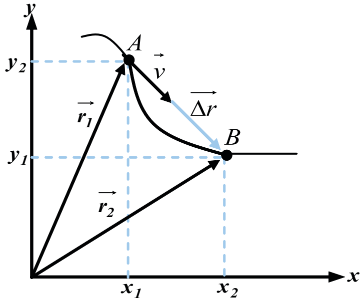
فرض کړئ چې په يوه لنډه موده کې، دکيشپ (سنگ پشت) د حرکت معادلې د SI په سيستم کې د $x = 10t$ او $y = -5t^2$ په توگه دی. د دې کشپ د حرکت مسير په بېلابېلو ډلوکې د نقطې پيداکولو له لارې د 0 څخه تر 5 ثانيو زماني انټروال کې رسم کړئ.

3-1: د مکان تغير او منځنی سرعت

په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان تغير او منځنی سرعت څنگه څېړلی شو؟ کوم توپيرونه د مکان د تغيير او منځني سرعت تر منځ په يو بعدي او دوه بعدي حالتونو کې شتون لري؟

په دوه بعدي حرکتونوکې د مکان د تغيير 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 دويم څپرکی کې موولوستل، هغه وکتور چې د A له نقطې څخه B ته رسميږي، د جسم د مکان تغيير 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.



(3-2) شکل،

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

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

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

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

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

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

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

د جسم منځني سرعت په يوټاکلي زماني انټروال کې، د يو بعدي حالت په څېر په لاندې ډول تعريف کيږي:

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

د (3-5) له رابطې څخه په گټې اخيستلو منځنی سرعت کولای شو، په لاندې ډول وليکو:

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

که چيرې $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ په $\overline{V_x}$ او $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ په $\overline{V_y}$ وښيو، په پايله کې د (3-7) رابطه په لاندې ډول ليکلی شو:

$$\vec{v} = (\vec{v}_x)\vec{i} + (\vec{v}_y)\vec{j} \text{ ....(3−8)}$$

فعالیت:

د (2-3) شکل په بیلابیلو ډلوکې تحلیل کړئ او ووایئ چې د منځنی سرعت وکتور او د مکان د تغییر وکتور هم لوري دي، او بیا وروسته دې د هرې ډلې استازی په ټولګې 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 (موقعیت) وکتور د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ په لحظوکې پیداکړئ.

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

حل: a) په $t_1 = 1s$

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

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

په همدې ترتیب په $t_2 = 2s$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

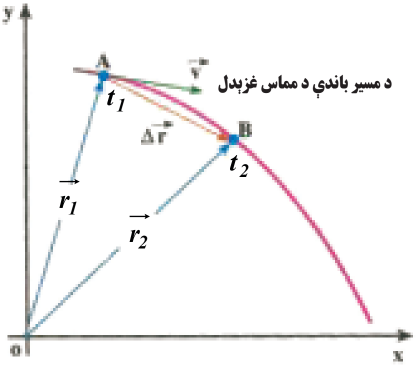
$$(\bar{V})^2 = (\bar{V}_x)^2 + (\bar{V}_y)^2 = 2^2 + 1^2 = 5 \Rightarrow \bar{V} = \sqrt{5} \approx 2.23\frac{m}{s}$$

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

لحظوي سرعت

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

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



(3-3) شکل

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

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

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

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

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

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

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

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

نوله دې امله، ګورو چې د منځنې سرعت وکتور د مکان د تغییر له وکتور سره هم لوري دي، نو په یو لیمت کې چې Δt د صفر لوري ته تقرب کوي، د لحظوي سرعت وکتور به د حرکت پر مسیر د A په نقطه کې مماس شي. په پایله کې کله چې یوجسم د کرښې لیکې (منحني) په مسیر کې حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري یې چې تل د حرکت پرمسیر مماس دي، په هره لحظه کې تغییر کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وایو.

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

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

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

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

3-2: منځنى تعجيل او لحظوي تعجيل

مخکې موولوستل کله چې د جسم سرعت تغييروکړي، حرکت تعجيلي دى. د سرعت تغيير کيداى شي د سرعت په کچه کې د تغيير په معنا يا د سرعت په لورې کې تغيير او يا د دواړه وي. ومو ليدل کله چې د جسم حرکت د منحني مسير پرمخ دي، په داسې حال کې چې د جسم سرعت تغيير نه کوي، خو د سرعت لوري يې هرومرو تغيير کوي، نو لدې امله که چيرې د سرعت قيمت اندازه هم تغيير ونکړي، کيداى شي حرکت تعجيلي وي. لکه، د منحني مسير پرمخ حرکت چې په هغه کې يوازې د حرکت لوري تغيير کوي، يو تعجيلي حرکت دى.

څېړنه وکړئ:

د تعجيلي حرکتونو د دوو مثالونو په هکله څېړنه وکړئ چې په هغوکې، دسرعت کچه تغييرونه کړئ.

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

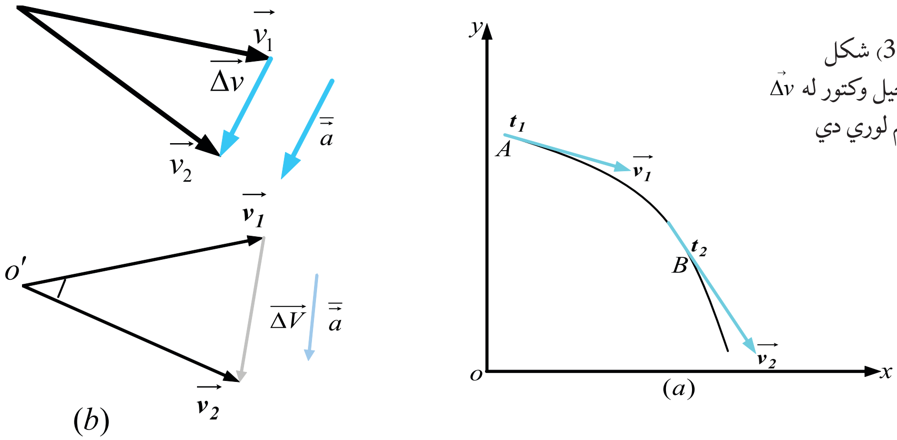
$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \quad \text{..............(3-12)}$$

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

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

او يا:

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



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

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې په دې هکله چې ولې د منځنی تعجيل وکتور له $\vec{\Delta V}$ سره هم لوري دي، بحث وکړئ او پايله يې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

لکه څنګه چې پوهېږو لحظوي تعجيل د t_1 په لحظه کې کولای شو، د منځنی تعجيل د ليمت په شکل کله چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، وليکو. يعنې:

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

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

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

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

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

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

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

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

د (3-12) رابطه دا ښیي 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 مسیر پرمخ حرکت کې هیڅ کله د منحنی تعجیل وکتور $(\vec{a'})$، د سرعت له وکتورونو ($\vec{v}_1$ یا $\vec{v}_2$) 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 نږدې کېږي، بیا هم تعجیل له لحظوي سرعت سره هم لوری نه دی.

فعالیت:

د ټولګي په مختلفو ډلوکې، د ګراف پرمخ وښیئ چې د منحني مسیر 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 یوه جسم د دوه بعدي حرکت معادله په SI سیستم کې په لاندې ډول ده:

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

د سرعت او تعجیل وکتورونه یې په $t = 1s$ کې پیداکړئ. ایا 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 پایله کې دلحظوي سرعت وکتور به په $t = 1s$ کې په دې ډول وي: $\vec{v} = 40\,\vec{i} - 15\,\vec{j}$

د تعجیل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجیل مرکبې یعنې، a_x او a_y دارنګه پیداکوو:

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

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

لکه څنګه چې وينو a_y د t زمان تابع دي او په $t=1s$ کې برابر دي 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 مقايسي څخه د $t=1s$ په زمان کې کولاې 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 فضاء کې څه ډول مسير وهي؟ يو غورځول شوي (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 غورځوونکی حرکت د دوه بعدي حرکت يو ډول دي. د دوه بعدي حرکتو د مطالعې او تحليل لپاره په لومړي پړاوکې بايد لاندنيي درې فرضيې په نظرکې ونيسو:

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

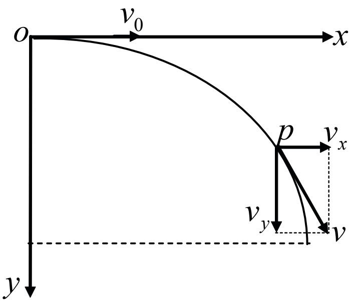
2. د هوا د مقاومت له اغيزې څخه کولاې شو، صرف نظروکړو.

3. د ځمکې څر خيدل 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 شوي جسم هغه جسم دي 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 دوضعيه کميتونو د يو محور په اوږدوکې) ولري. هغه مرمي چې له ټوپک څخه راوځي، يوه تيږه چې په يوه زاويه غورځول کيږي، د اوبو بهيدل چې له يوه سوري څخه فواره جوړوي، دا ټول د غورځوونکي (پرتابي) حرکت بيلګې دي چې په فضاکې پارابول شکله مسير وهي. وروسته به وګورو چې د دې مسئلې ثابتول چې د غورځول شوو حرکتو مسير، پارابول دي د رياضي له لارې اسانه دي.

افقي غورځول (ويشتل)

څه فکر کوئ که چيرې يو جسم د يو برج له سره په افقي امتداد کې د v_0 په لومړني سرعت سره وغورځوو، څه پيښه به رامنځ ته شي؟ هغه مسير چې غورځول شوي جسم يې وهي، څرنګه مسير به وي؟ يو جسم د قايم مختصاتو (x, y) له مبدا څخه د v_0 له لومړني سرعت سره د x له محور سره په موازي ډول د لاندې شکل په څير 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 شوي جسم شيبه په شيبه (لحظه په لحظه) د ځمکې



(3-5) شکل

د جاذبې لخوا مخ په ښکته راکښل کيږي، بالاخره 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 اغيز 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 مو موچې:

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

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

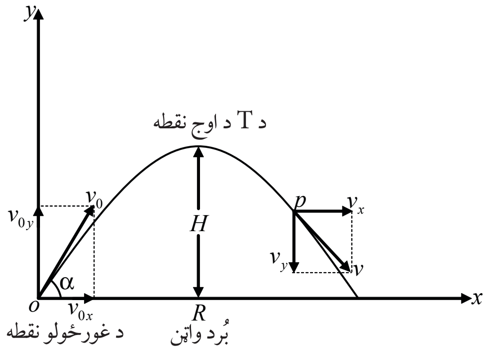
$$y = cx^2 \ldots\ldots\ldots \quad (3-22)$$

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

3-4: مایل غورځول (ویشتل)

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

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



(3-6) شکل

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

له (3-27) څخه تر (3-30) پورې څلور معادلې، د t په هره شیبه 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 اخیستلو سره، د xoy د صفحې پرمخ د غورځونې د حرکت د مسیر معادله دارنګې په لاس راځي:
د t قیمت د (3-27) له رابطې څخه اخلو او په (3-29) رابطه کې یې وضع کوو.

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

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

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

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

لومړنی ارتفاع ته د بیرته ګرځیدو د نقطې مختصې، شکل ته په پام کولو سره، د $\begin{bmatrix} X = R \\ Y = 0 \end{bmatrix}$ په توګه دي.
د (3-31) په رابطه کې د دې قیمتونو په وضع کولو سره کولای شو ولیکو چې :

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

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

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

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

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

بحث وکړئ:

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

فعالیت:

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

کړنلاره: زده کوونکي دې په درې ډلو ویشل 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 فیروکړي.کله چې مرمۍ پرځمکه ولګیده. د (o) د ویشتلو نقطې او دلګیدو د نقطې (x_{max}) ترمنځ واټن د خط کش یا متر په مرسته اندازه او نوټ کړئ. هره ډله دې د خپل کار پایلې یوله بله سره پرتله کړي اوعمومي پایله دې د ښوونکي په مخ کې ټولګي ته وړاندې کړي.

بحث وکړئ:

ویشتل کیدونکي 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 شوي 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:

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

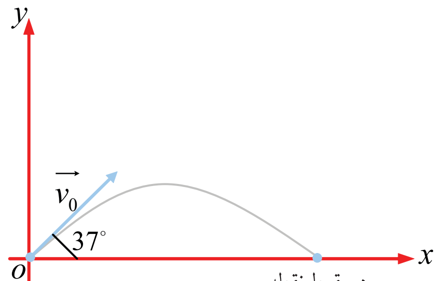
$$H=\frac{-v_0^2\sin^2\alpha+2v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$$

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

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

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

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



(3-7) شکل

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

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

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

ب: بيرته ځمکې ته راګرځيدل $y = 0$ دي، يعنې:

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

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

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

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

تمرين: د غورځولو (ويشتلو) په حرکت کې

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

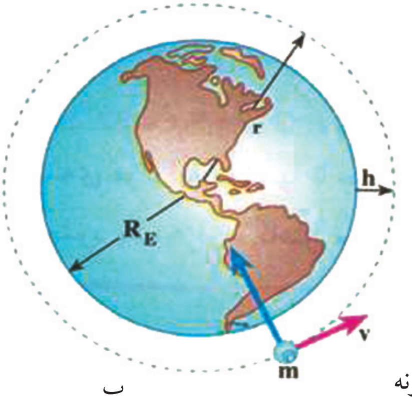
2. د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسيدو زمان د _________________ له رابطې څخه لاس ته راځي.

3-5: دايروي حركت

دايروي حركت څه شی دی؟ دايروي حركتونه په ورځني ژوندانه كې د كارولو كومې بېلګې لري؟ كله تاسو د ماشومانو د لوبو ټالونه او مچنوغزه ليدلي دي چې څه ډول حركتونه تر سره كوي؟

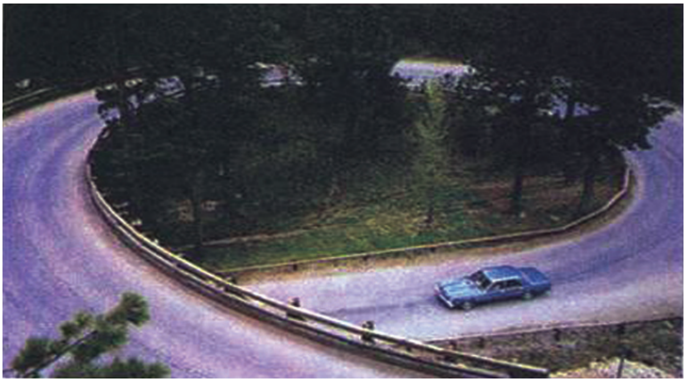
په دايروي مسير كې د يوجسم حركت، په دوو بعدونو(مخونو) كې د حركت يوه بله بېلګه ده. د دې حركت ډېرې بېلګې هره ورځ ګورو. د ځمكې پرشاوخوا د سپوږمۍ د حركت مسير، د هستې پرشاوخوا د الكترون حركت او د ځينو سپوږمكيو حركت د ځمكې پر شاوخوا د دايروي حركت نسبي ډولونه دي. د كور په ځينو وسايلو لكه د جامو مينځلو په ماشين كې، له ميوو څخه د اوبو ويستلو ماشين او .... جسمونه د هغو په منځ كې په دايروي مسير حركت كوي. په لاندې تصويرونوكې په دايروي مسير كې د اجسامو د حركت بېلګې ګورئ.

الف



ب

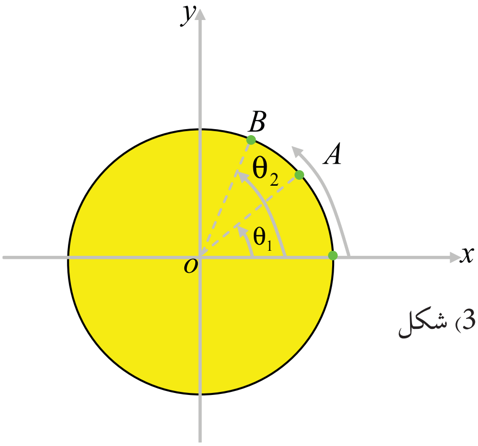
(3-8) شكلونه



ج

زاويوي سرعت

يوه ذره په نظرکې ونيسئ چې په يو دايروي مسيرکې د ساعت د ستنې په خلاف لوري کې د لاندې شکل په څير حرکت کوي. په دې ځاى کې له ذرې څخه موخه يو وړوکي جسم دى چې ابعادې د دايرې د شعاع په پرتله ډېر کم دي.



(3-9) شکل

د ذرې موقعيت د دايرې پرمخ هره ګړى کولاې 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 يي موقعيت تغيير (وهل شوي واټن) بولو. طبيعي ده چې په اړوند وخت باندې د زاويوي موقعيت تغير د غورځولو څخه په دايروي حرکت کې د ذرې زاويوي منځنى سرعت لاسته راځي، يعنې:

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

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

ښېرنه وکړئ

دلمـر پرشـاوخوا دځمکې د حرکت په هکله پـه بيلابيلو ډلوکې ښېرنه وکړئ او د لمر پرشـاوخوا د ځمکې منځنى زاويه يې سرعت محاسبه کړئ.

پوښتنه

a- له دايروي حرکت څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخيستل کيږي؟
b- څو وسيلې چې منځني 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 منځني سرعت د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ لحظو ترمنځ حساب کړئ.
ب: دمتحرك لحظوي سرعت د $t_3 = 3s$ په لحظه کې حساب کړئ.

بحث وکړئ

د منځني سـرعـت او لحظوی سـرعـت د رابطې د بنـه درك لپاره ، څو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو ټولګيوالوسره بحث اوخبرې پرې وکړئ او پايله د خپل ښوونکی ترمخ په ټولګي کې بيان کړئ.

3-6: دايروي يو ډوله (متشابه) حرکت

کله چې پر دايروي مسير د حرکت کوونکي ذرې زاويويه سرعت ثابت باقي پاتي شي، وايوچې ذره يو ډوله 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:

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

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

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

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

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

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

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

فعالیت:

پخپلو ډلوکې پر یود 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
سپوږمۍ د ځمکې پرشاوخوا	$29.7 = 2566080s$ ورځ	$3.897\times10^{-7}\ Hz$
ځمکه د لمر په شاوخوا	$31536000s$	$3.17\times10^{-8}\ Hz$ دوره په یوه ورځ کې

په دایروي حرکت کې خطي سرعت

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

خېړنه وکړئ:

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

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

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

$T = 10s$

$r = 5m$

$\omega = ?$

$v = ?$

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

او خطي سرعت به یې برابروي له:

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

پوښتنې:

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

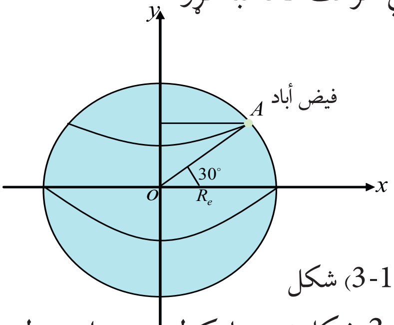
2 - يو متحرک پر دايروي شکله مسير د 4 دقيقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرک زاويه يي سرعت، پريود او فريکونسي حساب کړئ.

فکروکړئ:

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

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

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



(3-10) شکل

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

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

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

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

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

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

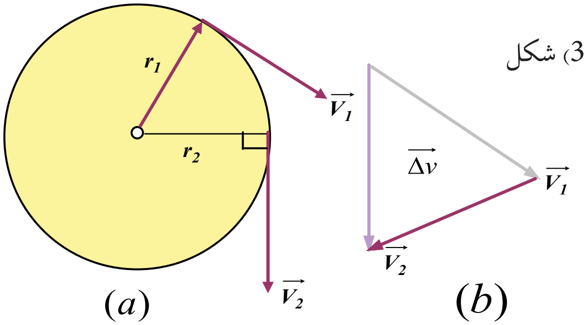
او د فيض اباد په ښارکې خطي سرعت برابر دی له:

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

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 وکتورکچه ثابته ده، خو د سرعت د وکتور د لوري د تغيير 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.



(a) (b)

(3-11) شکل

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

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

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

مثال: سپوږمی 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 فاصله $r=3.84\times10^8 m$ وي.

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

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

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

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

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

فعالیت:

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

پوښتنې:

- په پورتني فعالیت کې، که چیرې د وزن له دروندوالي او د هوا له مقاومت څخه ورتیرشو څه پیښیږي؟
- د فعالیت د تر سره کولو پر مهال، که چیرې تار یو ناڅاپي وشلیږي، کومه پیښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کره په هرو 24 ساعتونوکې یوځل د خپل محور پرشاوخوا راڅرخي. خطي سرعت او مرکزته جذبېدونکې شعاع د ځمکې د سطحې په کومو نقطوکې ډېره کچه لري؟ که چیرې د ځمکې د کُرې شعاع $6400km$ په پام کې ونیسو، د کرې خطي سرعت او مرکز ته د جذب تعجیل حساب کړئ.

د یو ډوله دایروي حرکت ډینامیک

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

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

او د زاویه یي سرعت پربنسټ

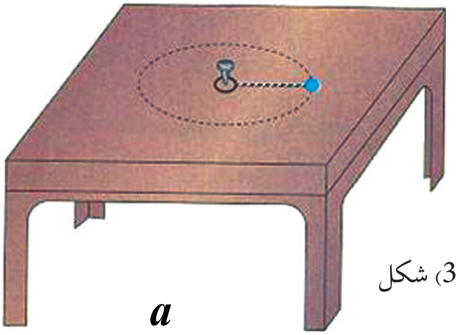
$$F = mr\omega^2 ....(3-45)$$

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

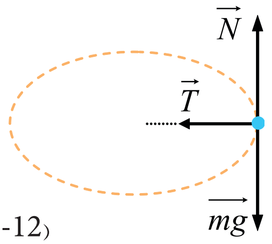
فعالیت:

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

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 میخ سره د یو میز د منځ په برخه کې نصبوو. (له میز سره د مهرې د اصطکاک له قوې تېر شوي یو). د مهرې واټن له میخ څخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پر مرۍ یې واردوو، هغه د دایروي مسیر پرمخ په حرکت راولو. پر مرۍ واردشوې قوې د یو شکل په رسمولو سره مشخص کړئ.
که چېرې 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

a **b**

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

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

$r = 25cm = 0.25m$

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

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

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

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

پوښتنې:

په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.
1. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې خرخي.
2. د هستې پرشاوخوا دالکترون د گرځېدو په صورت کې.
3. د لمر پرشاوخوا د سیارو په گرځېدو په صورت کې.

د دریم څپرکي لنډیز

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

$\vec{r} = f(t)\vec{i} + g(t)\vec{j}$ له رابطې څخه ښکاري چې د موقعیت وکتور د t د زمان یوه 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 عبارت دي د منځني سرعت له لیمت څخه، کله چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، یا په بل عبارت، لحظه يي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

او $y = \frac{1}{2}gt^2$

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

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

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

- هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم یې د بیرته یا د دویم ځل لپاره د غورځولو لومړنی ارتفاع ته د ګرځېدو لپاره وهي، عبارت د غورځول شوي جسم له *Range* څخه دی او دارنګه افاده کېږي:

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

-د غورځونې په حرکت کې لوړه یا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، تر ټولو هغه لوړه نقطه ده، چې غورځول کیدونکی جسم هغې ته رسیږي، د H په توري ښودل کیږي: $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \hat{\alpha}}{2g}$

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

- په دایره یي حرکت کې د ذرې زاویه یي منځنۍ سرعت د زاویه یي موقعیت د تغییر د نسبت په توګه د هغې پر زمان تعریفیږي.

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

- زاویوي لحظوي سرعت کولای شو، د لیمت او مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخیستلو سره په لاندې ډول ولیکو:

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

- په دایره یي یو نواخته حرکت کې، د یوې ذرې زاویه یي سرعت چې پر یو دایره یي مسیر حرکت کوي، ثابت پاتې کیږي.

- پریود عبارت له هغه وخت څخه دی چې یوه ذره د دایره یي مسیر پرمخ، یوه بشپړه دوره وهي او د T په توري ښودل کیږي.

- فریکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمیر څخه چې په یوه ثانیه کې سرته رسیږي د نیو (ν) په لاتین توري ښودل کیږي او د اندازه کولو واحدیې $\frac{1}{s}$ او یا *HZ* (هرتز) دی.

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

د دريم څپرکي پوښتنې

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

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

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

c- د 2 څخه تر 5 ثانيو زماني انټروال کې د متحرك د منځني تعجيل کچه.

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

2 - يو موټر د سره څراغ په وړاندې ولاړ دی، د څراغ په شنه کيدو، موټرله $2 m/s^2$ تعجيل سره په حرکت پيل کوي. په همدې (لحظه) کې، يوه لاري له $36 km/h$ ثابت سرعت سره د هغه له څنګ څخه تيريږي.

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

b- وروسته له څومره مودې څخه به موټر لاري ته ورسيږي؟

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

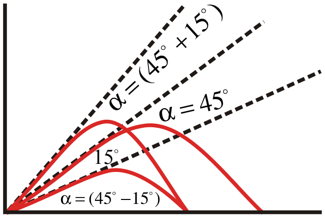
4 - د يوجسم د حرکت معادله د دوولاندنيو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوې ده.

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

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

b- د حرکت د مسير معادله يې لاس ته راوړئ.

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



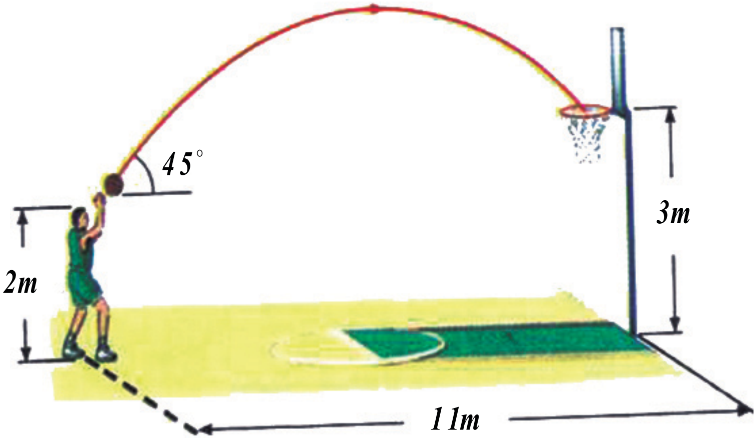
6 - پريوه رود د يوپل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې يو جسم په افقي ډول په $30 m/s$ سرعت غورځوو.

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

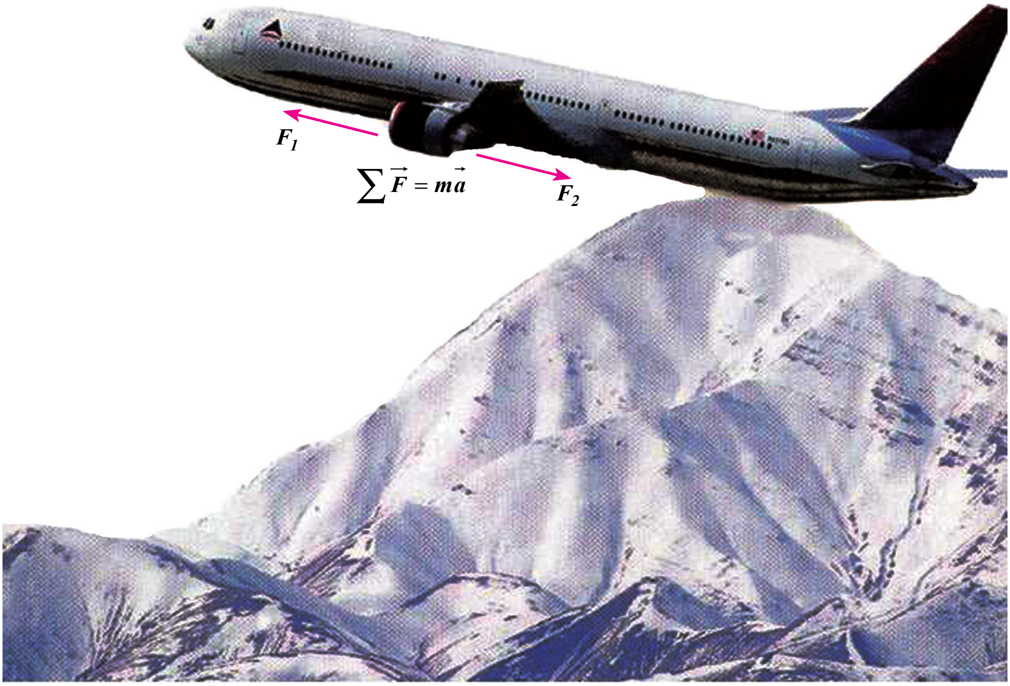
b- له اوبو سره د لګيدو د نقطې افقي واټن، د غورځولوتر نقطې پوري څومره دی؟

c- له اوبو سره د لګيدو دسرعت کچه، څومره ده؟

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



د نیوټن د حرکت قوانین



په دویم څپرکی کې له ځینو کمیتونو لکه موقیعت، د موقیعت بدلون، سرعت، تعجیل او ... سره اشنا شوو او د دې کمیتونو په تعریفولو سره مو حرکت توصیف کړ. ومولوستل چې شونې ده چې حرکت له ثابت سرعت سره تر سره شي، یا شونې ده چې د جسم حرکت تعجیلي وي او په پایله کې، سرعت بدلون وکړي.

مگر د پوښتنو طرحه کولو او هغو ته د ځواب ورکولو څخه مو ډډه وکړه لکه: په کوم حالت کې یو جسم ساکن پاتې کیږي؟ څنگه کولای شو یو ساکن جسم په حرکت راولو؟ کوم لامل د جسم د سرعت د بدلون سبب گرځي؟ کوم عامل د حرکت د تغییر او په ټولو کې کوم لامل د جسم د وضیعت د بدلون سبب گرځي؟ او ...

په دې څپرکي کې یادې شوې پوښتنې څیړو، د همدې موخې لپاره د نیوټن د حرکت قوانین تر مطالعې لاندې نیسو، وروسته بیا په ورځني ژوندانه کې د دې قوانینو د پلي کیدو (تطبیق) ساحې ترڅیړنې لاندې نیسو. هیله کیږي چې تاسو به د دې څپرکي په پای کې د لاندې موضوعگانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نیوټن دري گوني قوانین،
- د اصطکاك د قوې ډولونه او په ورځني ژوندانه کې يې کارونه،
- د نیوټن د جاذبې قانون،
- د لفت د حرکت څرنگوالي،
- د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدار،

4-1: د نیوټن لومړی قانون

عطالت (**انرشیا**):

له پخوا څخه پوهیږو کله چې په یو ساکن موټر کې ناست یئ او موټر یو ناڅاپه په حرکت پیل کوي، د شا په لوري‌ډیکه کیږئ، که چیرې په یو روان موټر کې ناست اوسئ، په یو ناڅاپي دریدو سره به د مخ لورته ډیکه شی. ایا تر اوسه مو له ځانه پوښتلي چې د دې پیښې د رامنځ ته کیدو لامل څه دی؟

تاسو هغه مهال کولای شی دې پوښتنې ته ځواب ورکړی چې قبوله کړی 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 خیرلوته 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، ولاړوي او موټر یو ناڅاپه په حرکت پیل وکړي، نو موړي شخص د شا په خوا لویږي، 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 موټرکې 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 تا بیعت 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.

پـه دواړو پړاوونوکـې هغه څه چې پیښ شـوي دی، نوټ کړئ او د ټولګي په بیلابیلو ډلوکـې بحث وکړئ، پایله ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

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، پخپل 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، مګر دا چې دیوې قوې تر اغیز لاندې، د خپل حالت بدلون ته اړکړای شي».

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

د هغه څه په پام کې نیولو سره چې تراوسه وویل شول، د نیوټن لومړي قانون ته ، د عطالت(انرشیا) قانون هم وایي. خپلو شاوخوا جسمونوته وګورئ، ایاکولای شی داسې یو جسم پیداکړی چې قوه پرې وارده نشي؟ ترڅو وکولای شي، د نیوتن 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 نیوتن له لومړي قانون څخه د ځمکې بهر ته د سپوږمکیو او فضایي بیړیو د لیږلو لپاره ګټه اخلي. کله چې بیړۍ 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 نیوتن په لومړي قانون کې موولوستل 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.

مګر پرجسم د وارده قوې، کتلې او د حرکت د تعجیل ترمنځ کومه رابطه شتون لري؟

موږ په ورځني ژوندانه کې ګوروچې د یو غټ جسم د حرکت لپاره نسبت یو وړوکي جسم ته، ډېرې قوې ته اړتیاده. همدارنګه پوهیږو چې په همدې عین قوې کولای شو وړوکي جسم ته دلوې جسم 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 نیوتن 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 نیوتن دویم قانون د لاندې رابطې له مخې بیانیږي:

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

د قوې د اندازه کولو واحد، نیوتن (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 نیوتن (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 فې 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: $$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow 1.5=\frac{F}{20} \Rightarrow F=1.5\times 20=30\ N$$

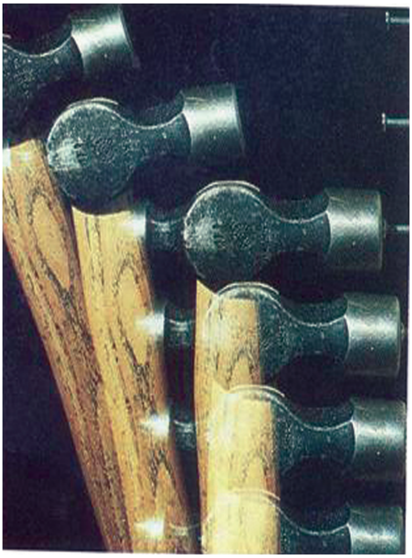
مثال: د $m_1 = 5\ kg$ او $m_2 = 12\ kg$ پر هرې کتلې باندې 15 N قوه واردوو، د هرې کتلې تعجیل حساب کړئ.

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

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 کار ده 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؟



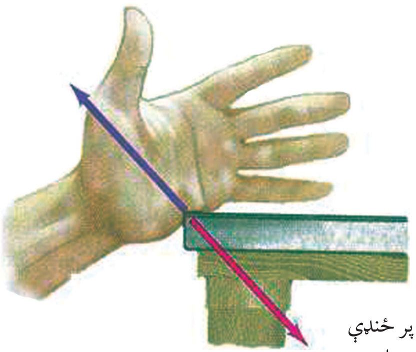
4-3: د نیوټن دریم قانون

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

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

د فوټبال لوبغاړی په خپله پښه توپ وهي. 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 ځټک چې پرميخ وهل کيږي، پر ميخ قوه واردوي، د نيوتن د دريم قانون په بيانولو سره، دا څرګندوي چې قوه پر يوه جسم تل دبل جسم لخوا واردېږي او پردې سر بيره دا څرګنده وي چې د قوې واردول، يوازينې عمل نه بلکې دا پخپله يو دوه اړخيزه (دوه لوري) عمل دی.

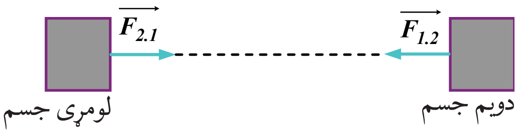
د نيوتن دريم قانون بيانوي چې «کله چې يو جسم پربل جسم قوه واردوي، دويم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري واردوي» که چيرې هغه قوه چې لومړنی جسم يې پر دويم جسم واردوي، د (عمل) قوه وبولو، د دويم جسم قوه چې پر لومړي جسم واردېږي د (عکس العمل) قوه ده.



(4-2) شکل، که چيرې ستاسو لاس د ميز پر څنډې قوه وارده کړي، ميز هم په همغه کچه خو ستاسو د لاس دلوری 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 او $\vec{F}_{2.1}$ (هغه قوه چې دويم جسم يې پر لومړني جسم واردوي) د هغې دعکس 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 پيژندلو لپاره پام وکړئ: دا قوې تل يو له بل سره په يوه کچه او اندازه يو د بل په خلاف لوروکې وي.

نور هم وپوهېږئ:

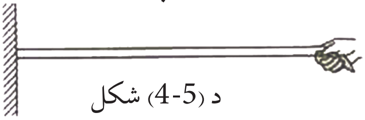
د نیوتن له دریم قانون څخه په عمل کې د کار اخیستلو یومهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوایي بیړیو (سفینو) توغول یا ویشتل دي. فضایي بیړۍ د هغه ګاز په مرسته چې له ماشین څخه یې خارجیږي، په عمودي توګه د ځمکې پرسطحه قوه واردوي او د نیوتن د دریم قانون له مخې، د بیړۍ له ماشین څخه خارج شوی ګاز هم په همغه کچه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

(4-4) شکل

بحث وکړئ:

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

مثال: د (4-5) شکل په څیر دیو طناب یو سر په دیوال کې کلک کړئ اوبل سریې د خپل ځان په لور راکاږئ. که چیرې طناب له دیوال څخه جلانه شي، د عمل او عکس العمل قوې (دلاس او طناب) او (دیوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړئ.



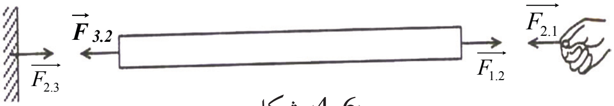
د (4-5) شکل

حل:

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

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

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



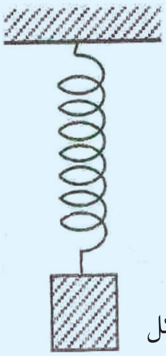
(4-6) شکل

فعالیت:

یو جســم د فنر په یوه ســر وصل کړئ او فنرله بل ســر څخه وځړوئ، که چیرې سیستم (جسم – فنر) د سکون په حال کې وي:

a- پر جسم واردې شوې قوې مشخصې کړئ.

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

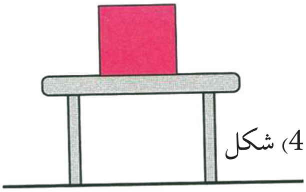


(4-7) شکل

د اتکا عمودي قوه

یوجسم په نظرکې ونیسئ چې د (4-8)شکل په څیر د میز پرافقي 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؟



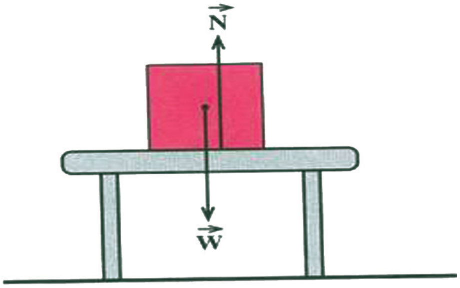
(4-8) شکل

لکه څنګه چې جسم ساکن دی، د حرکت تعجیل یې صفردی یعنې ($a = 0$). د نیوتن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې پر جسم د وارد شوو قوو محصله صفر ده ($F = ma = 0$) په پایله کې، باید د جسم له وزن سره مساوي یوه قوه، خو په خلاف لورې کې پرې عمل وکړي، تر څو د وزن د قوې په ختنې کولو سره دجسم له تعجیل اخیستلوڅخه مخنیوی وکړي.په (4-9) شکل کې پر جسم واردې شوې قوې ښودل شوې دي.دNقوه چې د میز لخوا پر جسم واردیږي د «اتکاء عمودي قوه» بولو.چې د نیوتن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو سره، کولای شو ولیکو:

$$F = ma = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

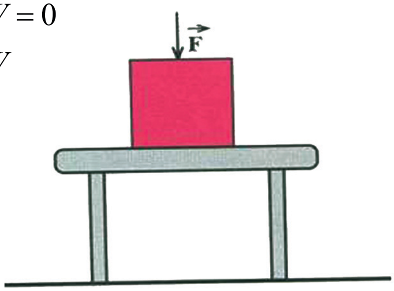


(4-9) شکل

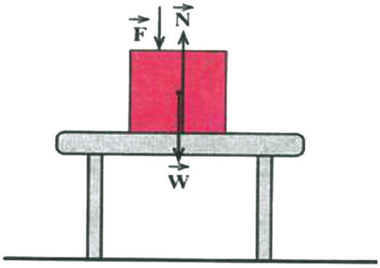
اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څیر، یوه قوه دF په کچه په عمودي ډول اومخ په ښکته پر جسم وارد وو. ایا میز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم واردوي، تغییر کوي؟

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

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



(4-10) شکل



(4-11) شکل

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

فعالیت:

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

a- د تلې پرمخ ساکن ولاړیې؟

b- په داسې حال کې چې د تلې پرمخ ولاړیئ، پخپل لاس باندې پر هغه میز چې ستاسو تر څنګ دئ تکیه وکړئ.

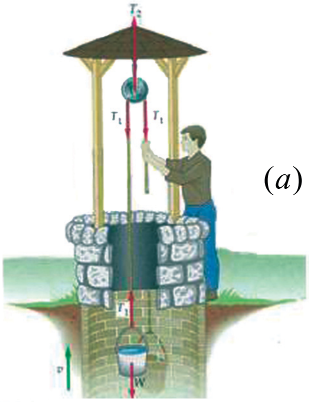
4-4: د نیوټن د قوانینو پلي (تطبیق) کول

په تصویرکې یوتن چې په رسۍ کې ځړېدلی دی. ښایي هیڅکله 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 ځرخونو له امله مطلوبه لوروته موجه شوې دي، باوري دی هغه کولی شي خپل ذهن ته د اصطکاک د ذاتي قوې چې د هغه د لاسونو او رسۍ ترمنځ عمل کوي، پراختیا (انکشاف) ورکړي.

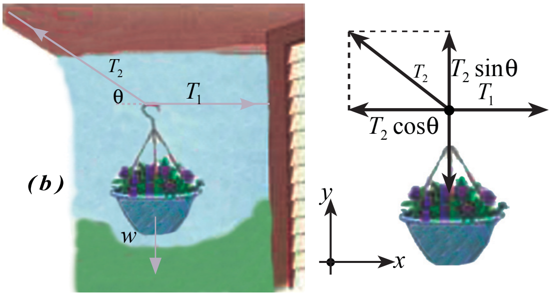
موږ له ټولوپیښو سره په ورځني ژوندانه کې، که چیرې پوهیږو یا نه پوهیږو د نیوټن د قوانینو تابع یو. تاسو نشئ کولای ددې قوانینو له اصولو څخه په سرغړونې د خپل بدن غړوته حرکت ورکړئ، یو موټړ وچلوئ او یا یو توپ پورته واچوئ او.... لنډه دا چې ټول قوانین زموږ دهستی لپاره د همدې درې بنسټیزو بیانونو چې د نیوټن د درې قوانینو څرګندونکي اود مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. دنیوټن قوانین په حیرانوونکي ډول په کهکشانونو، سیارو او ان له یوې ونې څخه دیوې مڼې 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 پیښوکې د تطبیق وړ او دحرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستۍ د عالم ډېر مغلق اسرار موږ ته راپیژني.
نن ورځ موږ تراوسه دنیوټن 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 سمبښت ډېر غوره مهر ولګوي خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پیړۍ په لومړیو کې فزیک پوهانو کشف کړه چې د نیوټن قوانین یوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت یې د نور له سرعت څخه لږ او یا د نور سرعت ته نږدې وي او همدارنګه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې یې د اندازې له مخې لويي 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 جسمونو باندې د تطبیق وړ وي، مطالعه کړئ.
هغه څه چې وویل شول، په نړۍ کې د نیوټن د قوانینو د تطبیق د بې شیمره مواردو ډیرې محدودې بیلګې وې.

د جسمونو په انتقالي تعادل کې د نیوټن د قانون تطبیق

کله چې وایو چې جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم دوارده 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 دي. 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 هغو کې دوراني تعادل په همغه کچه مهم دی چې انتقالي تعادل یکې د اهمیت وړګڼل کیږي. اوس کله چې له تعادل څخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالي تعادل دی. لاندې شکلونه د انتقالي تعادل مختلفې بیلګې را ښیي.

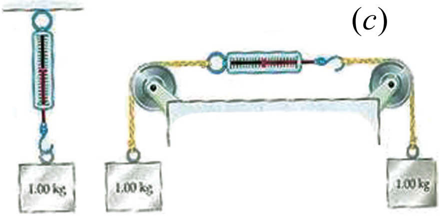


(a)

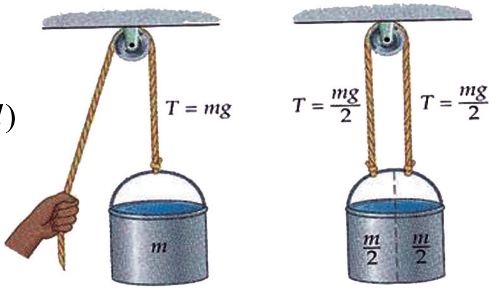


(b)

(4-12) شکل

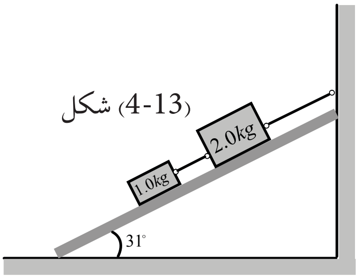


(c)



(d)

په (4-13) شکل کې د نیوټن د قانون تطبیق د انتقالي تعادل بحث د یوې مایلې سطحې پرمخ د یوې عمومي بیلګې په توګه مطالعه کوو. په دې شکل کې لیدل کیږي چې دوه بلوکه د یو تار په مرسته سره وصل شوي او د تار یو سر له دیوال سره تړل شوی دی.



(4-13) شکل

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 لاندنې بلوک کتله $1.0Kg$ او د پورتني بلوک کتله $2.0Kg$ او د میلان سطحې ورکړل شوي زاویه 31° وي، د تار د راښکلو (کشش) قوه په لاندې وضیعتونو کې پیداکړئ.

a- د هغه تار راښکل چې له دواړو بلوکونو سره وصل دی.

b- دهغه تار راکښل چې له دیوال سره تړلی دی.

په دایره یي حرکت کې د نیوټن د دویم قانون پلې کول

د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ، که چیرې پر یو متحرک جسم کومه قوه عمل و نه کړي، جسم په ثابت سرعت او لوري خپل حرکت ته دوام ورکوي، یعنې د یو جسم د سرعت او حرکت د لوري د بدلون لپاره 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 لوري 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 شیونه د هغې قوې په هکله چې د دایروي حرکت لامل کیږي، مطالعه کړو.

يو د دې قوې لوري او بل يې مقدار. لومړی راځئ چې د دې قوې لوری مطالعه کړو.

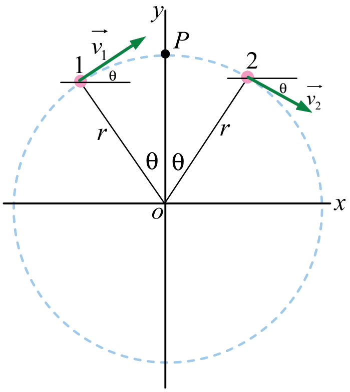
فرض کوو يو پنډوسکی (توپ) چې د (4-14) شکل په څير له يوه تار سره تړل شوی دی زموږ د سرله پاسه په دايره يي حرکت څرخيږي. کله چې تاسو توپ ته دوره ورکوئ، د راښکلو يوه قوه په تار کې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لورې ته راکاږي. په څرګند ډول د تار په بل سر کې چې له توپ سره وصل دی، د راښکلو دا قوه مخالف لوري يعنې د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

(4-14) شکل

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

لکه څنګه چې توپ د دايرې مرکز لوري ته راکښل کيږي، په لومړيوکې دا نا اشنا او غير عادي معلوميږي. چې څرنګه يو توپ چې په ثابت سرعت حرکت کوي، د تعجيل لرونکی دی. ځواب دا دی چې تعجيل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او يا د حرکت لوري بدلون ومومي.

په دايروي حرکت 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 دr په شعاع راڅرخي، محاسبه کړو.



(4-15) شکل

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

د (4-15) شکل یو دایره یي مسیر د دایرې له O مرکز سره د وضعیه کمیتونو په مبدا کې ښیي. 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.

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{\Delta v}}{\vec{\Delta t}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

لحظه يي تعجیل د P په نقطه کې عبارت دی د $\frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$ له لیمت څخه، کله چې 1 او 2 نقطې يو له بل سره ډیرې نژدې شي. یو ځل بیا پورتني شکل ته وګورئ، لیدل کیږي چې $\vec{v}_1$ د θ زاویې د افقي خط له پاسه او $\vec{v}_2$ د همدې θ زاویې د افقي خط لاندې واقع دي. دواړه $\vec{v}_1$ او $\vec{v}_2$ د هغه کچې لرونکي دي چې په لاندې توګه دواړه وکتورونه کولای شو ولیکو:

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

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

د پورتنیو اړیکو د پایلې له تفریق څخه $\vec{a}_{av}$ دا ډول لاس ته راوړو:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_2}{\Delta t} = \frac{-2v\sin\hat{\theta}}{\Delta t}y$$

په یاد ولرئ چې د $\vec{a}_{av}$ 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 $\vec{a}_{av}$ او Δt 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) یعنې:

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

بالاخره لحظه يي تعجیل د P په نقطه کې عبارت دي له:

$$\vec{a} = -\frac{V^2}{r}y = -a_{cp}y$$

لکه ځنګه چې وویل شول، د تعجیل لوری د دایرې د مرکز په لوري دی او لیدل کیږي چې مقدار یې $a_{cp} = \frac{V^2}{r}$ دی. اوس پورتنی پایلې دا ډوله خلاصه کوو:

کله چې یو جسم د (v) په سرعت په دایره یي مسیر د (r) په شعاع حرکت کوي، الي المرکز تعجیل یې عبارت له $a_{cp} = \frac{V^2}{r}$ څخه دی. یوه قوه باید پر جسم عمل وکړي تر څو نوموړي جسم ته دایره یي حرکت ورکړي. د m په کتلې د یوه جسم لپاره، د محصله عاملې قوې کچه د لاندې رابطې له مخې ټاکل کیږي:

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

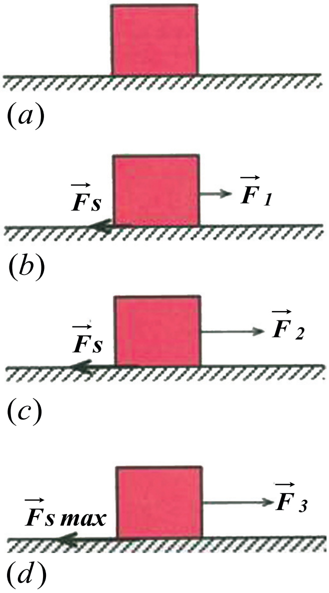
د دې قوې لوری د دایرې د مرکز په لور مواجه دی. باید یوه شو چې الي المرکز قوه F_{cp} کولای شي، په یو شمیر ډیرو لارو منځ ته راشي. د بیلګې په توګه F_{cp} شوني ده چې په پورته توګه د یو تار راښکل وي، ښایي د اصطکاک له امله د سرک او موټر د ټایرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په یو سرک کې دوره وهي) F_{cp} کیداشي د جاذبې داسې قوه وي چې د مصنوعي سپوږمۍ د څرخیدو او یا د ځمکې په شاوخوا د سپوږمۍ د دوران لامل وي. نو F_{cp} له هغې قوې څخه عبارت دی چې باید شتون ولري تر څو د دایره یي حرکت سبب وګرځي.

4-5: د اصطکاک قوه

په پخوانیو ټولګیو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول اشنا شوئ. ورځنۍ تجربې ښیي چې که چیرې یوه ګلوله د افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې ګلوله د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودریږي، په داسې حال کې چې د نیوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلوله باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي. اوکه چیرې یوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کیږي چې د زمان په تیریدو د رقاصې واټن له عمودي خط څخه ورو وروکمیږي او په پایله کې رقاصه دریږي.
اما د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې ، د پتانسیل انرژي د بدلیدو دلیل په حرکي انرژي باندې او د هغې برعکس ، باید د نوموړې رقاصې اهتزاز له عمودي خط څخه په عین واټن په متناوبه توګه د تل لپاره تکرار شي او کموالی په دې واټن کې هیڅکله ونه کتل شي. په افقي سطحې باندې د ګلولې له ساکن کیدو او له عمودي خط څخه د رقاصې د واټن د کمیدو څخه پایله ترلاسه کیږي چې حتما د هغو د حرکت د لوري په خلاف یوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وایي.
د اصطکاک قوه هغه مهال منځ ته راځي، چې یو جامد جسم پر بل جامد جسم، د مایع او یا ګاز په منځ کې حرکت وکړي. د اصطکاک قوه په دوو حالتونو کې څیړو.
1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښی دی، راښکل کیږي، خو ساکن پاته کیږي په دې حالت کې، د اصطکاک قوه د ستاتیکي (سکون) اصطکاک قوې په نامه یادوي.

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

1 - **د سکون (ستاتیکي) اصطکاک قوه**: د جامداتو ترمنځ اصطکاک چې یوله بل سره په تماس کې دي، د دې له امله منځ ته راځي چې د اجسامو د تماس سطحه هیڅکله اواره او مسطحه نه وي. له دې امله کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ راښکل کیږي، په دې حالت کې د نوموړو اجسامو سطحې یو د بل له پاسه اصطکاک تولیدوي.



(4-16) شکلونه

اوس فرض کړئ یو جسم د (a) د شکل په څیر، د یوې افقي سطحې پرمخ د سکون په حالت کې دي. په جسم د $\vec{F}$ قوه واردوو.

په پیل کې د دې قوې کچه کوچنی او له $\vec{F}$ سره برابره نیسو. هغسې چې جسم ساکن پاته شي. د (b) شکل، څرنگه چې جسم ساکن دی، د نیوتن د دویم قانون له مخې باید پر جسم دوارده قوو محصله صفر وي. نو له دې کبله باید د $\vec{f}_s$ په څیر افقي قوه پر جسم وارده شوې وي. تر څو د $\vec{F}_1$ قوې د اغیز په خنثي کولو سره، د جسم د حرکت د تعجیل نیولو مخه نیول شوې وي.

د $\vec{f}_s$ قوه د اتکاء سطحه پر جسم واردوي. دې قوې ته، «د ستاتیکي اصطکاک قوه» وایو.

$$a=\frac{F}{m}$$
$$a=0$$
$$F_1-f_S=0 \quad \Rightarrow \quad f_s=F_1$$

که په همدې ترتیب سره د $\vec{F}_1$ قوې کچه ور زیاته شي او د $\vec{F}_2$ کچې ته یې ورسوو. په دې حالت کې، که چیرې جسم همدارنگه ساکن پاته شي، د پورتني ورته استدلال له مخې دې پایلې ته رسیږو چې د اصطکاک ستاتیکي قوه هم زیات شوې او له $\vec{F}_2$ سره برابره شوې ده، له دې امله د $\vec{F}$ د قوې په زیاتولو سره د ستاتیکي اصطکاک قوه هم زیاتیږي.

که چیرې په همدې ترتیب د $\vec{F_2}$ قوې کچه ورزیاته کړو او په $\vec{F_3}$ یې وښیو، جسم د حرکت په بهیرکې واقع کیږي. دا په دې معنا دې چې که چیرې د $\vec{F_3}$ کچه د $\vec{F_s}$ د قوې له کچې څخه لږڅه زیاته شي، جسم ساکن نه پاته 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 کولاې 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: $f_s \le \mu_s \cdot N$ دی.

مثال: یو جسم له $10kg$ کتلې سره د افقي سطحې پرمخ د $\mu_s = 0.4$ ستاتیکي اصطکاک له ضریب سره په 25 نیوتن قوې سره راکاږو، خو په خوځولوېې قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوتن په حساب څومره وي؟

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

شکل (4-17)

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

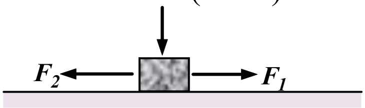
$$F_s = \mu_s \cdot N = \mu_s \cdot m \cdot g = 0.4 \times 10kg \times 10\frac{m}{s^2} = 40N > F$$

پوښتنه:

په شکل کې یو جسم له $2kg$ کتلې سره د افقي سطحې پرمخ قرارلري او د F_1 او F_2 قوې چې د هرې یوې کچه 5 نیوتن ده، پرجسم عمل کوي، جسم د یو دوله (یونواخت) حرکت په حال کې دی. د جسم او افقي سطحې ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب پیداکړئ.

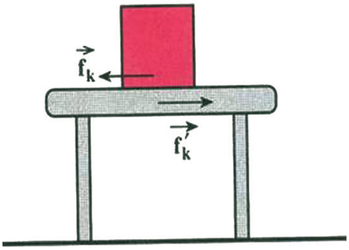
$$F = w = (10 \times 2)N$$

شکل (4-18)



2- **د حرکي (ډېنامیکي) اصطکاک قوه**: فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقي سطحې پرمخ راکاږئ. که چېرې صندوق نور نه راکاږئ، ګورئ به چې سرعت یې ورو، ورو کمېږي او څو شیبې وروسته درېږي. که چېرې موټر چې د افقي سطحې پرمخ د حرکت په حال کې دی، برېک نیسي، له لږې مودې وروسته موټر درېږي. دې ته په پام کولو سره چې قوه، د سرعت د بدلون لامل دی، باید یوه قوه د جسم د حرکت په خلاف لوري، په جسم وارده شوې وي. دا قوه 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 یو جسم څخه پربل جسم واردېږي چې د اصطکاک ډینامیکي(حرکي) قوه نومېږي. په دې ځای کې هم د پورته رابطې په څېر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot N$$



(4-19) شکل

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

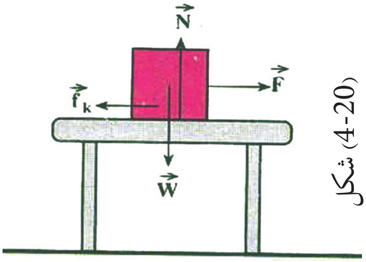
بحث وکړئ:

د ټولګـي پـه بیلابیلو ډلوکې «د سـتاتیکي اصطکاک او حرکي اصطکاک قوو ترمنځ توپیر» پـه هکله پخپلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګیوالوته واوروئ.

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

حل: پر جسم واردې شوې قوې په لاندې شکل کې ښودل شوې دي. څرنګه چې جسم د افقي سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي، چې پرجسم دوارده 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

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:

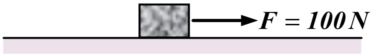
$$F - F_K = m \cdot a$$

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

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

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.

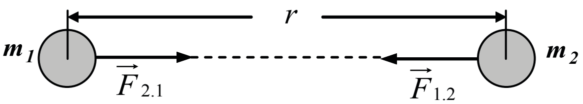


4-6: د نيوټن د جاذبې قانون

ايا تر اوسه مو له خپله ځانه پوښتلي چې ولې کله چې يو جسم پورته خواته غورځوو، پس له يوې مودې څخه بيرته ښکته لويږي؟ او يا ولې اوبه په ويا لوکې 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 رابطې 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

په دې رابطه کې G د جاذبې نړیوال ثابت نومیږي، په SI سیستم کې د کتلې داندازه کولو واحد، کیلوګرام (Kg)، د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N). د فاصلې 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 راښیي، د جاذبې قوه د دووجسمونو ترمنځ له وړوکتلو سره، د صرف نظر وړ ده.

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

د وزن قوه - د جاذبې تعجیل

په دویم څپرکي کې، د اجسامو د ازاد سقوط په بحث کې، پوه شوئ چې د ازاد سقوط په حرکت کې تعجیل، د ټولو جسمونو لپاره یو شان اوله 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 چیرې 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:

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

نوټ: څو مره چې د ځمکې له سطحې څخه لرې شو، د g کچه کميږي. که چيرې د ځمکې له سطحې څخه د h په کيفي ارتفاع کې، g او g' سره برابر فرض کړو، نو و به لرو: $g' = G\frac{M_e}{(R_e + h)^2}$

خيړنه وکړئ:

خيړنه وکړئ چې د جاذبې نړيوال ضريب G د لومړي ځل لپاره د چا لخوا محاسبه شـو، د هغه دکار طريقې په لنډه توګه ټولګي ته رپورټ ورکړئ.

پوښتنه:

دې ته په پام کولو سره چې د g منځنۍ کچه د ځمکې په سطحه کې د $9.8\,m/s^2$ په شاوخوا او د ځمکې شعاع $6.4\times10^6\ m$ دي. د ځمکې کتله محاسبه کړئ.

پراشوټ

(4-22) شکل

د پراشوټ حرکت د مطالعه کولو لپاره پکار دي چې د يو جسم ازاد سقوط چې د سقوط پر مهال يې تعجيل د ځمکې په فضاکې د هوا مقاومت دشتون له امله په تغيير کې دي، مطالعه کړو.

يو هوا باز له پراشوټ څخه په دې موخه ګټه اخلي چې د هوا د مقاومت يوه ستره قوه يې ګټلې وي ترڅو وکولای شي، د خپل وزن له قوې سره موازنه منځ ته راوړي اوهغه پورته خواته راوکاږي.

(د راښکلو دې قوې کچه حتي 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 يوه جسم د سقوط په حال کې په هوا کې وارديږي(له دې وروسته به دا قوه په F_d وښيو)، د جسم د سرعت له زياتيدوسره به اتوماتيک ډول زياتيږي اوکچه يې د جسم د سرعت له مربع سره متناسبه ده يعنې: $F_d = bV^2$

د b قيمت ثابت دی، د جسم د اندازې او شکل سره اړه لري اود مقاومت د قوې لورى د حرکت د لورې مخالف وي. څرنګه چې د سرعت له زياتيدو سره، د مقاومت قوه زياتيږي، نوکله چې د راښکلو د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دې حالت کې به خامخا سقوط کوونکی جسم د تعادل په وضعيت کې واقع شي. هغه سرعت چې د مقاومت د قوې کچه په کې د جسم له وزن سره مساوي کيږي، د جسم د حدي سرعت په نامه ياديږي. کله چې د جسم سرعت حدي سرعت ته نژدې کيږي، تعجيل کوچنی او ترټولو کميږي. کله چې جسم حدي سرعت ته رسيږي، تعجيل يې صفر کيږي.

که حدي سرعت په V_t وښیو، لکه څنګه چې د مقاومت د قوې کچه په دې سرعت کې د جسم له وزن سره مساوي ده، نو له دې کبله کولای شو ولیکو: $F_d = mg = bV_t^2 \Rightarrow b = mg/V_t^2$

نو له دې امله د د هر اختیاري سرعت لپاره لیکلای شو: $F_d = mg\dfrac{V^2}{V_t^2}$

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

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

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

د مثال حل لپاره لارښووني:

څرنګه چې پراشوتونه یو ډول دي، نوهیله دا ده چې په یو ټاکلي سرعت باید د مقاومت راښکوونکي قوې کچه پر دواړو پراشوټونو یو ډول عمل وکړي.
هغه هوا باز چې وزن یې زیات دی، د دې لپاره چې د مقاومت قوه یې د هغه له وزن سره برابره وي، باید ژر سقوط وکړي. له دې امله د $82.0Kg$ هوا باز باید ډېر حدي سرعت ولري. د حدي سرعتونو نسبت د ټاکلو لپاره، په پیل کې بیاموړو چې څرنګه حدي سرعتونه د کتلې مربوط کیږي، وروسته به په دې سرعتونو کار وکړو.

حل: د V_t په حدي سرعت کې د مقاومت قوه باید د جسم له وزن سره مساوي وي یعنې:

$$mg = F_d = bV_t^2$$

ځرنګه چې پراشوتو نه یو ډول دي، ګورو به چې د b ثابت قیمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله $V_t \propto \sqrt{m}$ ، نو درونډ هواباز حدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، باید چټک حرکت وکړي. نو د حدي سرعتونو نسبت به یې 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 یعنې 15% یې چټک حرکت کېږدی.

مباحثه: د $82.0Kg$ هواباز 32% درونډ دی، ځکه: $\frac{82,0Kg}{62,0Kg} = 1,32$ خو حدي سرعت فقط 15% ډېردی او لامل یې دا دی چې د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقیماً متناسبه ده یعنې همدا 15%ډېر سرعت، د مقاومت قوه 32% زیاتوي، یعنې: $(1 \cdot 15)^2 = 1 \cdot 32$

تمرین

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

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

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

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

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

د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د y مثبت محور انتخابوو تر څو د معمول په شان یې نقطې په پورته لور پرمخ په نښه کړو. څرنګه چې توپ د سکون له حالت څخه غورځول کیږي، نو له دې امله هغه یوازینی قوه چې د غورځولو په لومړۍ شېبه کې پرې عمل کوي، د ځمکې د جاذبې قوه ده په دې شېبه کې چې سرعت صفر دی، د هوا د مقاومت قوه هم صفر ده. کله چې توپ په حرکت کې دی، د مقاومت قوه پر جسم په وارده منتجه قوه کې ونډه لري.

حل:

a.څرنګه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجیل د ازاد سقوط له تعجیل سره مساوي دی، یعنې: $(\vec{a} = \vec{g})$

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

c. کله چې توپ په نیم حدي سرعت کې د غورځیدو په حال دی، د مقاومت قوه مهمه ده ، خو دا قوه د توپ له وزن څخه کمه ده. محصله قوه په ښکته لور او د دې له مخې تعجیل هم (څومره چې په کمه کچه) مخ په ښکته عمل کوي. پوهیږو چې د مقاومت قوه په هر سرعت کې د لاندې رابطې په مرسته ټاکل کیږي.

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

او همدارنګه پوهیږو چې دا قوه د وزن د لوري خلاف په پورته لوري عمل کوي، نو منتجه عمودي قوه په دې ډول لیکو:

$$\sum F_y = F_d mg = mg\frac{V^2}{V_t^2} - mg = mg(\frac{V^2}{V_t^2} - 1)$$

د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره لرو:

$$\sum F_y = ma_y$$

ترلاسه شوی تعجیل د قیمت د لاسته راوړلو لپاره کولای شو چې ولیکو:

$$ma_y = mg\,(\frac{V^2}{V_t^2} - 1) \Rightarrow a_y = g\,(\frac{V^2}{V_t^2} - 1)$$

په هغه وخت کې چې سرعت له نیم حدي سرعت سره مساوي دی، یعنې:

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

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

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

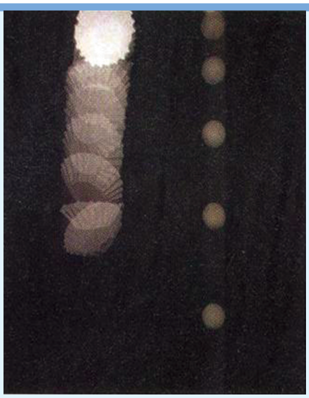
مباحثه: څنګه کولای شو، پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دی؟ که چیرې موږ د جسم په حدي سرعت په اټکلي ډول پوه شو، په هغه وخت کې به پوه شو چې څومره د جسم سرعت د هغه د حدي سرعت په پرتله لږ وي، په همغه کچه د هوا مقاومت تر ډېره د صرف نظر وړ وي.

فعالیت:

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

اوس یوه ټوکړې کاغذ کلوله کړئ او بیا هغه په یو وخت له سکې سره خوشې کړئ. و به ګورئ په داسې حال کې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرنې وړ دی. ولې؟

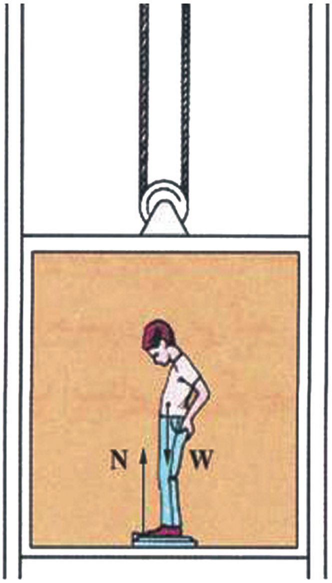
په دې هکله په ډلوکې بحث وکړئ او لاندې شکل ته چې یو ستروبو سکوپیک تصویر دی او د دوو جسمونو سقوط په هواکې له ډېر توپیري حدي سرعتونو سره ښيي، وګورئ، او په مرسته یې د هغه فعالیت په هکله چې ترسره کړی مو دی، په ډلوکې بحث او مناقشه وکړئ (تصویرونه په زماني وقفو $1,15\,s$ کې عکاسي شوي دي)



(4-23) شکل

4-7: لفټ

لفټ څه شی دی؟ ایا تراوسه موله ځانه پوښتنه کړې ده چې لفټ د فزیک له نظره څنګه کار کوي؟ کله چې د لفټ د ننه یاست او لفت د v په ثابت سرعت پورته او یا ښکته حرکت کوي، څه پېښیږي؟ 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 پاي کې هغو ته د ځواب ورکولو وړتیا ترلاسه کړئ.



(4-24) شکل

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

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 ددویم 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 اود لفت تعجیل صفر دی، فنري تله یوازې د جسم د وزن قوه یعنې $W = mg$ راښيي.

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 نیوتن دویم قانون ته په پام کولو سره کولای شو ولیکو چې :

$$F = ma$$
$$N - W = ma$$
$$N - mg = ma$$
$$N = ma + mg$$
$$N = m(a+g) \ldots \quad (2)$$

3 - لفت د a ثابت تعجیل په لرلو ښکته لور په حرکت پیل کوي: په دې حالت کې هم، د حرکت تعجیل د a په کچه مخ په ښکته دی (د حرکت مخ ښکته لوري مثبت په نظرکې نیسو) اود نیوتن دویم قانون ته په پام کولو سره کولاې شوولیکو چې:

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

نوټ: پورتنیو درو حالتونو ته په پام کولو سره کولاې 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 دلفت د ننه ولاړدی، هغه عمودي قوه چې دلفت قاعده یې پرشخص واردوي، په لاندې حالاتوکې محاسبه کړئ.

a- لفت ساکن دي

b- لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.

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

حل: a) څرنګه چې لفت ساکن دی، د حرکت تعجیل صفر دی او په پایله کې: $a = 0$

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

b) په دې حالت کې چې لفت له ثابت سرعت سره مخ پورته خواته په حرکت کې دی، په پایله کې د حرکت تعجیل صفر دی او د a د محاسبې په څیر پایله تر لاسه کېږي چې $N = 700\ N$ دي.

c) په دې حالت کې د حرکت تعجیل $12m/s^2$ او مخ په پورته خواته دي او د نیوتن دویم قانون ته په پام کولو ولرو 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 سپوږمکیو د حرکت دایروي مدارونه

لکه څنګه چې پوهیږو، مصنوعي سپوږمۍ د ځمکې په شاوخواکې تقریباً د یوه دایره یي مسیر پرمخ حرکت کوي. اوس فرض کړئ چې یو سړی د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دی ستاسوله نظره نوموړي سړی خپل حرکت نسبت ځمکې ته څنګهویني؟ کومې قوې په مصنوعي سپوږمۍ عمل کوي؟

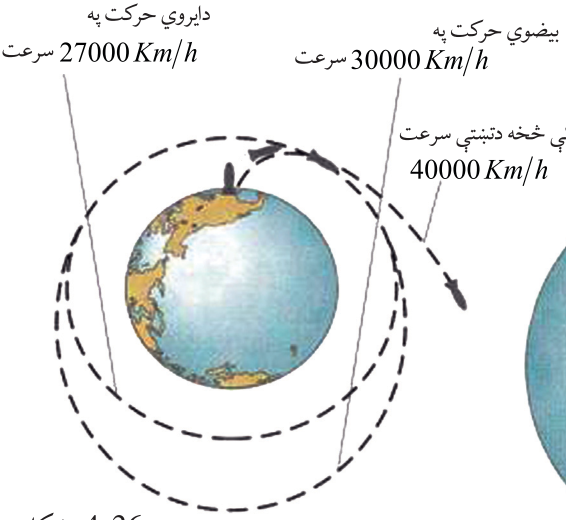
هغه سړی چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، ګوري چې مصنوعي سپوږمۍ تل له ځمکې څخه همدا یوواټن لري (د دایروي مسیر له امله یې). یا په بل عبارت د غه سړی ګوري چې مصنوعي سپوږمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه ده.

(4-25) شکل

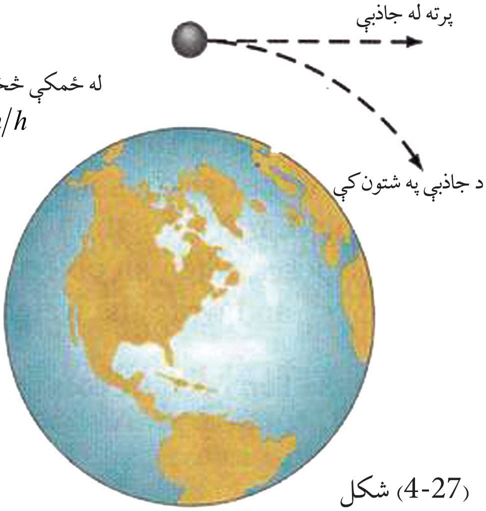
نوله دې امله نوموړي سرې دې پايلې ته رسيږي چې هيڅ يوه قوه پر مصنوعي سپوږمۍ عمل نه کوي. خو هغه څه ته په پاملرنې چې د دايروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولاې شوو وايو چې په مصنوعي سپوږمۍ دوې قوې عمل کوي. يوه د جاذبې قوه mg او بله له مرکز څخه د تيښتي قوه $mR\omega^2$ ، چې دواړه قوې يوه له بلې څخه په مخالفو لوروکې دي. څرنګه چې مصنوعي سپوږمۍ د هغه سړي له نظره چې په مصنوعې سپوږمۍ کې دي، ساکنه ده، نوله دې امله ويلاى شو چې دوې پورتنۍ قوې يوه له بلې سره د توازن په حال کې دي. او يا په بل عبارت، دا دوې قوې يوه له بلې سره مساوي دي.يعنې:

$$m \cdot g = mR\omega^2 \;.\;.\;.\;.\;. (1)$$

$$g = R\omega^2$$



(4-26) شکل



(4-27) شکل

څرنګه چې $\omega = \frac{V}{R}$ دى او V د مصنوعي سپوږمۍ خطي سرعت دى، نو ددې قيمت په وضع کولوسره لرو چې:

$$g = \frac{V^2}{R} \;.\;.\;.\;.\;. (2)$$

له دې څخه پايله ترلاسه کيږي چې هغه سړى او نور شيان د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دحرکت پرمهال بې وزنه کيږي. ځکه د (1) معادلې په اساس د مصنوعي سپوږمۍ وزن مساوي دى، له مرکز څخه تيښتې قوې سره او د هغو محصله صفر ده.

د څلورم څپرکي لنډيز

- دنيوټن د حرکت قوانين، په کلاسيک فزيک کې د حرکت پېژندنې 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 قوې تراغيزې لاندې، د خپل حالت تغيير ته اړ کړای شي.

- مصنوعي سپوږمکۍ 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، يعني داسې رابطه نه شته چې په مرسته يې وکولای شو، د دې قوو کچه محاسبه کړو، لکه څنګه چې مووولوستل، د دې قوو کچه د نيوټن د دويم قانون په مرسته محاسبه کوو.

- د ستاتيکي اصطکاک قوه: جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ايښي، راکښل کيږي خو، ساکن باقي پاتې کيږي، په دې حالت کې، د اصطکاک قوې ته دستاتيکي 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 ديناميکي) اصطکاک قوه وايي چې په لاندې ډول ليکل کيږي: $f_k=\mu_k\cdot N$

μ_S او μ_K په ترتيب سره د ستاتيکي او د ديناميکي اصطکاک له ضريبونو څخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

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

- د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه يې پرجسم واردوي.
- د ځمکې د جاذبې د قوې کچه چې پرجسم وارديږي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:

$$W = G\frac{m.M_e}{R_e^2}$$

- د ځمکې د جاذبې د تعجيل (g) مقدار د $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$ له پورتنۍ رابطې څخه لاسته راځي.
- که چيرې جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ار تفاع کې وي، په پايله کې پورتنۍ رابطه په لاندې شکل ليکل کيږي:

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

- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، $N = W$ که چيرې لفت له ثابت تعجيل سره مخ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال $N \rangle W$ څخه، اوکه چيرې لفت له ثابت تعجيل سره مخ په ښکته حرکت وکړي، په پايله کې $N \langle w$ څخه وي.
- پر مصنوعي سپوږمکيو دوې قوې عمل کوي، يوه يې د جاذبې قوه (مرکزته د جذب قوه) او دويمه يې له مرکز څخه د تيښتې قوه.

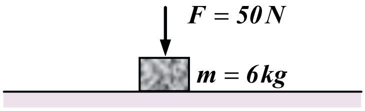
د څلورم څپرکي پوښتنې

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 کولی 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 ذکر کړئ
5. د نیوټن دریم قانون تعریف کړئ.
6. یو موټر ولې په یو افقي سړک چې سطحه یې کنګل ده، نشي کولاي د سړک له ګولایی څخه تابعیت وکړئ او د مستقیم خط په امتداد له سړک څخه منحرف کیږي؟
7. د نیوټن له لومړي قانون څخه دري مثالونه بیان کړئ.
8. پر یو جسم چې 2Kg کتله لري، 20 نیوټنه قوه واردیږي:

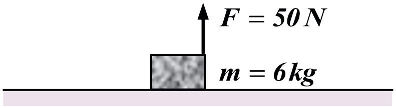
a- د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.

b- که چیرې قوه،30 نیوټنه شي، د حرکت په تعجیل کې څه ډول تغییر 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 تیریدو 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 تیرشئ) کومې قوې پرې واردیږي؟ د دې قوو عکس العمل مشخص کړئ.
11. د نیوټن د جاذبې قانون بیان کړئ او رابطه یې ولیکئ.
12. دوه جسمونه له 2Kg او 5Kg کتلو سره یو له بل څخه په $\sqrt{6.67}$ متري واټن کې قرار 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)

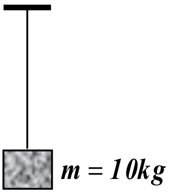


(b)

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

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



c- که چیرې د ستګاه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تناب د راښکلو قوه به څومره وي؟

15. د اصطکاک قوې د ډولونو نومونه واخلئ او څرګنده کړئ، چې دا قوې څه وخت څرګندیږي.

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

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

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

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

c- لفت له ثابت سرعت سره حرکت کوي.

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

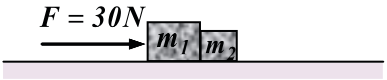
a- جسم د افقي سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه حرکت کوي.

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

c- جسم په قایم مسیرکې مخ پورته حرکت کوي.

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

19. د m_1 او m_2 دوه جسمونه د یوې اوارې اوصفا افقي سطحې پرمخ قرار 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 څیر، په m_1 واردیږي، هغه په حرکت راولي، پیداکړئ چې د m_2 کتلې لخوا څومره قوه په m_1 کتلې باندې واردیږي؟ د دواړو کتلې مشترک شتاب حساب کړئ.



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

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

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

کار، میخانیکي انرژي او طاقت

ورزش کوونکي دبیس بال په توپ د یوې قوې په تطبیقولو سره، په یو لوړ او چټک سرعت سره تعجیل اخیستلو ته چمتو کوي. هغه د یوې داسې قوې په تطبیقولو سره چې پرمټ به يې ښايي توپ ته په مترونو د موقعیت تغییر ورکړي، یو داسې کار به ترسره کړي چې مجموعه به يې له ($\frac{1}{2}mV^2$) حرکي انرژي سره مساوي چې د توپ د سرعت ورکولو لپاره اړینه ده، وي. همدې لاسته راغلې پایلې ته د (کار- انرژي) قانون وايي.

تر اوسه پورې موږ د یو جسم انتقالي حرکت د نیوټن د درو قوانینوله نظره مطالعه کړ، د پورتینو قوانینو پر بنسټ، قوې د حرکت ټاکوونکي کمیت په توګه مرکزي رول لوباوه. په دې څپرکی او تردې وروستي څپرکی 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 پاته کېږي. د تحفظي مقادیر و شتون نه یوازې دا چې موږ ته د نړۍ په طبیعت کې د ژور لیدلو قدرت راکوي، بلکې د عملي مسایلو حل ته د رسیدو بله لار موږ ته راښيي. د انرژي او مومنتم د تحفظ قوانین په ځانګړي ډول د اجسامو له مختلفو سیستمونو سره چې له بېلابېلو قوو سره سراوکار لري او د هغو اړوندو مسایلو حل چې ډېر ګران اویا ناشونی ښکاري، ډېر د اهیمت وړ دی. دا قوانین په پراخ طیف کې، پدیدې او پیښې د اتوم او هستوي ذرو د نړۍ د پدیدو په ګډون چې نور پکې د نیوټن قوانین عملي ندي، د تطبیق وړ دي. په دې څپرکي کې به تاسو د دوو ډېرو مهمو مفاهیمو یعنې کار او انرژي د بېلابېلو ډولونو په هکله چې له میخانیک سره تړاو لري معلومات ترلاسه کړئ. دغه دوه کمیتونه سکالري دي او څرنګه چې د جهت لرونکي نه دي، مطالعه یې نسبت وکتوري مقدارونو ته آسانه ده. حرکي انرژي چې له حرکت سره اړیکې لري او ذخیره وي انرژي چې د یو جسم له موقعیت سره تړاو لري، د انرژي دوه ډولونه دي چې په دې څپرکي کې به يې 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 يې تشریح کیدای شي، چې ددې څپرکي په پای کې به د نوموړو مفاهیمو په هکله اړین معلومات او بلدتیا ترلاسه کړئ.

هغه کار چې د ثابتې قوې په مټ ترسره کېږي

د کار مفهوم څه شی دی؟ هغه کار چې د یوې ثابتې قوې پرمټ ترسره کېږي، څه ډول دی؟ څنګه کولای شو کار د فزیک له مخې وڅیړو؟ د اووم ټولګي په فزیک کې تریوې اندازې د کار له مفهوم سره بلد شوئ، د هغه څه څخه د یادولو لپاره چې د اووم ټولګي په فزیک کې مو مطالعه کړل، لاندې فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت:

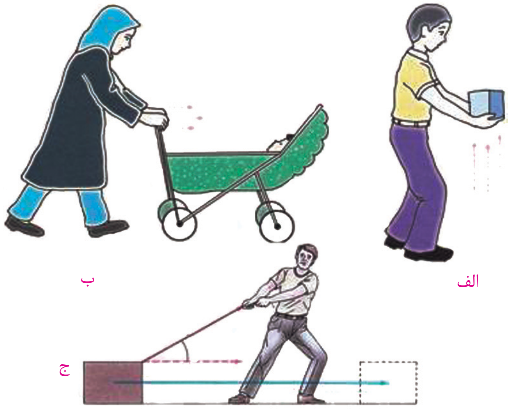
هغه شمېر کارونه چې په خپل چاپېریال کې یې وینئ او یا له هغو سره مخامخ کېږئ ویې لیکئ او خپل ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

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

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

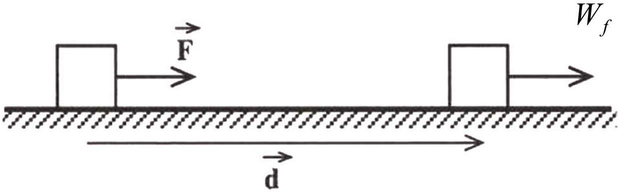
1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوې دا عمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له تغییر سره مخامخ کېږي.

لکه څنګه چې په (5-1) شکل کې یې وینی. یو سړی پر جسم قوه واردوي او په پایله کې د جسم د مکان د تغییر سبب ګرځي. هغه څه ته په پاملرنې چې وویل شول. کولای شو ووایو چې د جسم د مکان د تغیر په لور د قوې مرکبې او د جسم په واسطه د وهل شوي فاصلې د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملې قوې له کار څخه عبارت دی.



(5-1) شکل

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



(5-2) شکل

د کار د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له $N \cdot m$ څخه دی چې ژول نومېږي او د J په نښې ښودل کېږي، یعني

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

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

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

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

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

پوښتنه: د ټولگي په مختلفو ډلو کې (4) رابطه د ډلو د غړو په مرسته ثابته کړئ.

کار له یو سکالري کمیت څخه عبارت دی. مثلاً که چېرې په (5-2) شکل کې کار د ځای او موقعیت له څو پرله پسې (متوالي) بدلون سره ترسره کړو، ټول کار کولای شو د ترسره شوو کارونو له جبري جمعې څخه د ځایونو په هر بدلون کې لاس ته راوړو.

مثال: یو تن $70N$ افقي قوه پر یوه جسم وارد وي او هغه د $10m$ په اندازه بې ځایه کوي، هغه تن څومره کار کړی دی؟

حل: له (1) رابطې څخه لرو چې:

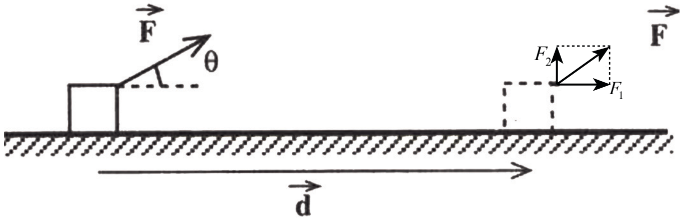
$$w = F \cdot d$$

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

پوښتنه: که چېرې یو تن له $30N$ سره برابره قوه پر یوه جسم وارده کړي او هغه د $0.5m$ په اندازه پورته بوځي، نوموړي تن څومره کار ترسره کړی دی؟

شکل ته په پام کولو سره که چېرې د F د وارده قوې او د d د ځای د بدلون ترمنځ د θ زاویه شتون ولري. کار څرنگه تعریفولای شو؟ ددې موخې لپاره په لاندې ډول عمل کوو: فرض کړئ چې پر جسم وارده قوه د (5-3) شکل په خیر د ځای د بدلون له وکتور سره د θ زاویه جوړوي. په دې حالت کې د F ثابتې قوې کار په لاندې ډول وړاندې کېږي:

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



(5-3) شکل

نوټ: که چېرې په (5) رابطه کې، $\hat{\theta}=0$ شي، په پايله کې به (1) رابطه په لاس راشي.

مثال: 10N قوه په يوه جسم د $60°$ زاويې لاندې واردوو د (F) قوې کار د ځای په شپږ متري بدلون کې حساب کړئ:

حل: د (5) رابطې له مخې لرو چې:

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

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

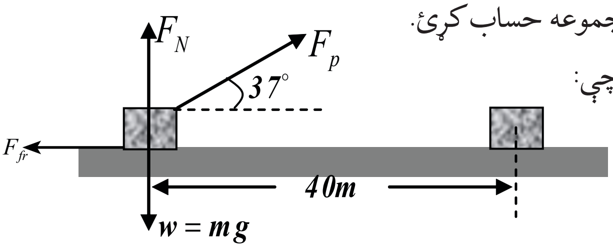
قوه کولای شي چې پر يو جسم عمل وکړي، خو هيڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسو د ښوونځي خپل بکس په لاس کې ونيسئ او ودرېږئ، په دې حالت کې کار نه ترسره کوئ ولې؟

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

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

b. پر جسم د تر سره شوي کار مجموعه حساب کړئ.

حل: شکل ته په پام کولو سره لروچې:



(5-4) شکل

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

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

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

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

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

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

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

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

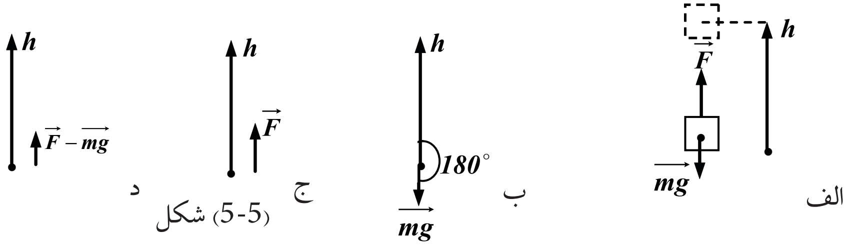
b) د ترسره شوي کار مجموعه (W_{net}) عبارت ده له: $W_{net} = W_g + W_N + W_p + W_{fr}$

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

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

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

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

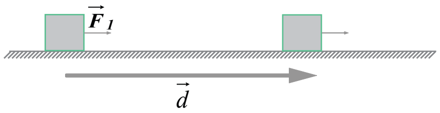


(5-5) شکل

تمرین: په شکل کې د F ثابته قوه په (افقي امتداد کې په یو جسم د m په کتله واردېږي او هغه دیوې سطحې پرمخ له μ_k حرکې اصطکاک له ضریب سره بېځایه 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 یو جسم حرکي انرژي د m کتلې او v سرعت سره له $K_E = \frac{1}{2}mv^2$ رابطې سره ښودل کېږي.

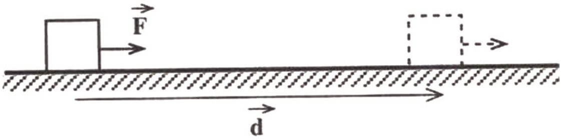
کله چې یو توپ لومړی په عمودي ډول هوا ته غورځوو، د توپ سرعت په تدریجي توګه کمېږي. په دې معنا دی چې د توپ حرکي انرژي د پورته تلو پر مهال کمېږي، ددې پر خلاف که چېرې توپ د سکون له حالت څخه له یو لوړ ځایه را خوشې کړو، په پایله کې د توپ حرکي انرژي د ښکته راتلو پرمهال زیاتېږي.

موږ په ورځنی ژوندانه کې په خپل چاپېریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې برک 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.

د کار او حرکي انرژي د رابطې د ښې څېړنې لپاره، يو جسم د m په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کې ونيسئ. چې د وارده قوو محصله پرې ثابته او له $\vec{F}$ سره برابره ده او جسم ددې قوې تر اغېز لاندې د d په اندازې پر يوه افقي سطحه د مکان تغيير کوي.



(5-6) شکل

لکه څنگه چې پوهېږو د F د قوې کار له لاندې رابطې سره حسابېږي. $W = F \cdot d$ له بلې خوا د نيوټن له دوهم قانون څخه په گټې 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 تغييرکوي او دا چې له پخوا څخه پوهېږو:

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

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

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

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

ددې رابطې د ښي اړخ لومړی حد، د جسم حرکي انرژي په (2) نقطه کې، او دوهم حديې دجسم 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:

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

(3) رابطه د کار او انرژي قضيې په نامه يادېږي، ددې قضيې له «د مکان په يوه تغير کې پر يوه جسم د واردو شوو د محصلې کار، په همغه د مکان تغير کې د حرکي انرژۍ د تغير سره برابر دی. ددې قضيې پر بنسټ که چېرې د محصله ثابتو قوو کار وي، $k_2 \angle k_1$ دی او حرکي انرژي کمېږي، او همدارنگه که چېرې د محصلو قوو کار صفر وي، $k_2 = k_1$ دی او د جسم حرکي انرژي تغيير نه کوي.

مفهومي پوښتنه: د اجسامو په حرکي انرژي کې

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

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

مثال: يو 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:

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

دا چې د جسم لومړنۍ حرکي انرژي صفر ده، نو کولای شو ولیکو: $W=k_2-k_1$

$$100=k_2-0\Rightarrow k_2=100\,J$$

مثال: يو 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 او یا په موټر باندې د برک قوې کار پیداکړئ.

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

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

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

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

دا چې موټر له برک کولو څخه وروسته 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:

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

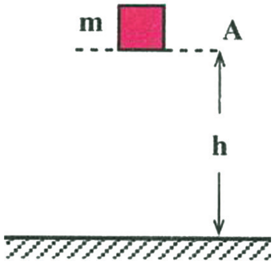
تمرین: يو موټر چې له يو تن کتلې او له $36Km/h$ سرعت سره په حرکت کې دی. د موټر ډریور ناڅاپه برک کوي. که چېرې د سړک او د موټر د ټایرونو ترمنځ د اصطکاک ضریب 0.5 وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته ودرېږي؟ ($g=10m/s^2$ فرض شي).

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

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

کار او د پوټنشیل انرژي

په پخواني لوست کې مو د کار او حرکي انرژي په هکله موضوعات زده کړل او د کار او حرکي انرژي ترمنځ رابطه مو په لاس راوړه. اوس ددې پوښتنې څېړنې ته مخه کوو چې دکار او پوټنشیل انرژي ترمنځ رابطه څنګه ده؟ لکه څنګه چې پوهېږو د پوټنشیل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې یو جسم یې د ځمکې له سطحې څخه د خپلې د خپل لوړوالي له امله لري. یعنې که چېرې یو جسم د (5-7) شکل په څیر د ځمکې له سطحې څخه د h په لوړوالي کې واقع وي، د پوټنشیل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره باید کار ترسره کړو. نو ددې کار ترسره کیدو له امله جسم د پوټنشیل جاذبوي انرژي لاس ته راوړې ده، نو ویلی شو چې د پوټنشیل د انرژي په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخیره کېږي.



(5-7) شکل

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

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

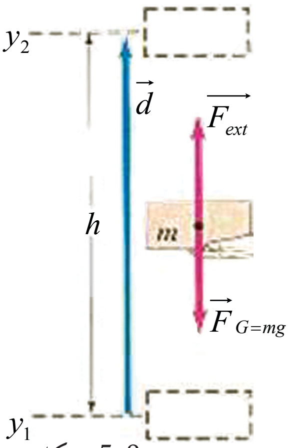
$$W_P = F \cdot d \cos\hat{\theta} = m \cdot g \cdot h \cos 0° = mg(h_2 - h_1)$$

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

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

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

د یو جسم د پوټنشیل جاذبوي انرژي د ځمکې په نسبت په یوه نقطه کې له هغه کار سره برابره ده چې موږ یې ترسره کوو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د ځمکې له سطحې څخه تریادې شوې نقطې پورې ولیږدوو.



(5-8) شکل

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې(5-8)شکل ته په پام کولو، د جاذبې قوه لاس ته راوړئ. په ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

فعالیت:

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

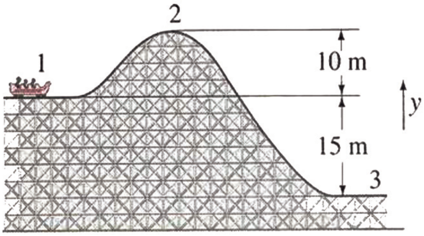
ارتفاع	حرکي انرژي	د پوتانسیل انرژي	د حرکي او پوتانسیل انرژیو مجموع
h			
$\frac{1}{2}\times h$			
$\frac{1}{4}\times h$			
0			

نوټ: د یادولو وړ ده، چې که چېرې له ثابت سرعت سره شرط د پوتانسیل د انرژي په تعریف کې نه وای ذکر شوی، د بېلګې په توګه د جسم سرعت زیاتیده او د کار یوه کچه د جسم د حرکي انرژی د زیاتیدو 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 تیرېږي.

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

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

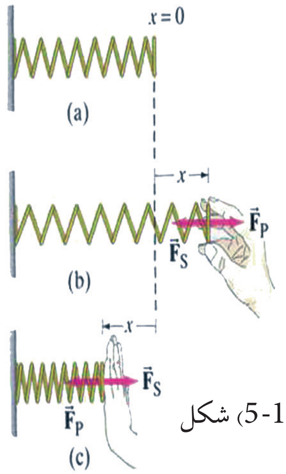


(5-9) شکل

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 څیر په نظر کې ونیسئ.



(5-10) شکل

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

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

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

په دې رابطه کې k د فنر ثابت ضریب دی، راښکل شوی او کښېکارل شوی فنر هم یوه قوه د F_p قوې پرمخالفې لورې په لاس واردوي. ولې؟ (بیان یې کړئ)

نو کولای شو لیکو چې: $F_s = -KX \ . \ . \ . \ . \ . \ (2)$ (د فنر ارتجاعي قوه)

په دې رابطه کې د منفي نښه ښيي چې F_s د X د لورې په خلاف عمل کوي او د F_p او F_s دوې قوې، یو دبل په خلاف لورې کې دي. لکه څنګه چې پوهېږو (2) رابطه د هوک قانون څرګندوي او په پایله کې لیکلای شو:

$$F_p = -F_s \ . \ . \ . \ . \ (3)$$

هغه کار چې د $-F_p = KX$ د قوې پرمټ ترسره کېږي، عبارت دی له: $dw = -F_p \cdot d_x$

د (2) رابطې څخه لرو چې: $\Rightarrow dw = \vec{kx} \cdot \vec{dx}$

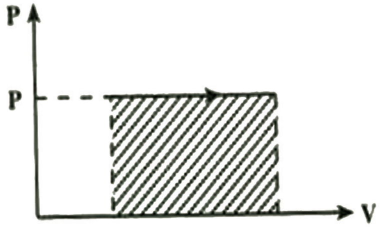
څرنګه چې F_p د $X_1 = 0$ له موقعیت څخه تر هر وروستني X موقعیت پورې خطي تحول لري، نو څکه متوسطه قوه $(\overline{F})$ عبارت له $(\overline{F} = \frac{1}{2}(0+KX) = \frac{1}{2}KX)$ څخه او مجموعي سرته رسېدلي کار $(W = \overline{F}X = \frac{1}{2}KX \times X = \frac{1}{2}KX^2)$ وي، چې دا کار د فنر د پوتانشیلي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

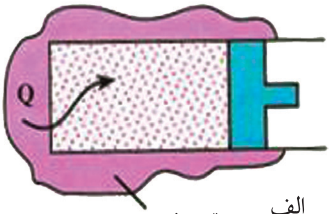
حل: $w = \frac{1}{2}(405 \, N/m)(0.03m)^2 = 0.182 \, J$

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.



ب



الف

(11-5) شکل

که چېرې په همدې ترتیب دګاز تودوخې ورکولو ته ورو ورو دوام ورکړو. ګاز په څنډ سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو ښي لورته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل ډېر کوچنی وي.

په پایله کې هغه قوه چې ګاز یې پر پستون واردوي، باید له هغه قوې سره چې چاپېریال یې په پستون واردوي، برابره وي. نو له دې امله ویلی شو چې د تودوخې ورکولو په بهیر کې دګاز فشار د محیط له فشار سره یو شان دی، یعنې ددې عمل پر مهال دګاز 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 دي. که چېرې د پستون د ځای بدلون له d سره برابر وي. دW کار چې سیستم یې د چاپېریال 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 دي چې برابر دي له: $\Delta V = V_2 - V_1$ د حجمونو توپیر په پایله کې:

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

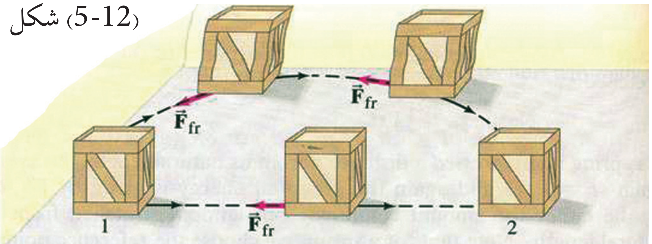
(4) رابطه له هغه کار څخه عبارت دی چې پستون یې د چاپېریال پرمخ ترسره کوي.

5-4: تحفظي او غیر تحفظي قوې

تحفظي او غیرتحفظي قوې څنګه قوې دي؟ ددې دوو قوو ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟

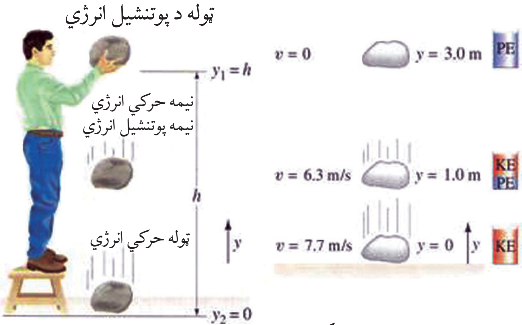
لکه څنګه چې پوهېږو که یو جسم د h_1 له ارتفاع څخه د h_2 ارتفاع ته پورته کړو. باید انرژي مصرف کړو اوکار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو نه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تړاو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوې وایي. د ځمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه ښه بېلګه ده. په هغه 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 چیرې 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.

5-5: د میخانیکي انرژي ساتنه (تحفظ)



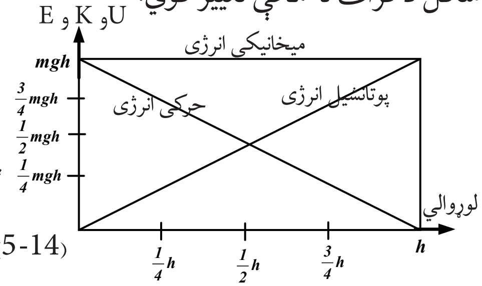
(5-13) شکل

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 پوتانسیل انرژي او حرکي انرژي به تغییر وکړي؟ ولې؟ د حرکي او پوتانسیل انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟

په هغه صورت کې چې یوازې تحفظي قوې پر جسم عمل وکړي، موږ یوې اسانې او ښکلې پایلې ته رسېږو.

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 کېږي، چې د سقوط پر پایله کې د جسم حرکي او پوتانسیل انرژي د لاندې شکل د ګراف له مخې تغییر کوي.



(5-14) شکل

لکه څنګه چې لیدل کېږي، د سقوط پر مهال، د جسم د پوتانسیل انرژي کمېږي او حرکي انرژي یې زیاتېږي. خو ددې دوو انرژي ګانو مجموعه د حرکت پرمهال په هره لحظه کې ثابته پاته کېږي.

د پورته مفاهیمو په پوهېدو سره، اوس یو نوې کمیت چې میخانیکي انرژي (E) نومېږي، ځیرو چې د حرکي او پوتنشیل انرژي له مجموعې څخه عبارت ده، او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو ولیدل، ددې کمیت کچه د جسم د أزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاته کېږي، یعنې د پوتانسیل انرژي له زیاتیدو سره، د حرکي انرژي کچه کمېږي 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 شمېر قوو که د فنر راښکلو، برېښنایي قوې او .... سره هم میخانیکي انرژي ثابته پاتې کېږي. له پورتنۍ معادلې څخه پایله ترلاسه کېږي چې په یوه سیستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوتنشیل او حرکي انرژي مجموعه ثابته وي چې دا قانون د میخانیکي انرژۍ د تحفظ د قانون په نامه یادېږي.

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

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

حل: د جسم حرکي انرژي د غورځولو په نقطه کې برابره ده له: $K_1 = \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}(0.5)\ (10)^2 = 25J$

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

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

د ميخانيکي انرژي د تحفظ پر بنسټ ليکلای شو چې:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

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

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

د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار

په تيرو لوستونو کې له تحفظي او غير تحفظي قوو سره اشنا شوئ او همدارنګه د تحفظي قوو پرمټ له ترسره شوي کار سره هم بلد شوئ. اما تر اوسه مو له خپله ځانه څخه پوښتنه کړې ده چې د غير تحفظي قوو کار څنګه دی؟

ايا هغه کار چې د تحفظي او غير تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، يو شان دی؟ ولې؟

مثال: مخکينو زده کړو ته په پاملرنې، د غير تحفظي قوو يو مثال راوړئ او په هکله يې بحث وکړئ.

حل: د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره شوي کار د لارې له مسير سره تړاو لري، ددې ډول قوو ښه بېلګه د اصطکاک له قوې څخه عبارت ده. مثلاً که چيرې تاسو د يو جسم چې د ځمکې پرمخ ايښی دی، ځای بدل کړئ، (په منحني ډول، په مستقيم، په منکسر يا زيګزاکي ډول) په دې ډول هر يوه د ځای بدلون کې کار د اصطکاک د قوو پرمټ ترسره شوي او يو له بله توپير لري.

بحث وکړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلو کې په دې هکله چې ولې د پوتانسيل انرژي د تحفظي قوو لپاره تعريف کيدای شي، بحث وکړئ او پايله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

اوس د کار او انرژئ له قضيې څخه په ګټې اخيستلو ($w_{net} = \Delta k$) د غير تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار په اړه دقيقې څېړنې پيل کوو، چې د پوتانسيل انرژي هم رانغاړي.

فرض کړئ چې په يوه جسم څو قوې عمل کوي او جسم ددې قوو تر اغېزې لاندې د مکان تغيير کوي، او فرض کړئ چې ددې قوو يو شمېر تحفظي او نورې يې غير تحفظي قوې دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمټ ټول ترسره شوی کار کولای شو داسې وليکو:

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

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

اوس د کار او انرژئ له قضيې څخه په ګټه اخيستلو داسې ليکلای شو:

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

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

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

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

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

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

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

(4) رابطه د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار لپاره یوه کلي رابطه ده.

5-6: طاقت (توان)

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

د اووم ټولګي په فزیک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنګه په پخوانیو لوستونو کې مو د ترسره شوي کار په هکله بحث وکړ. خو د هغه زمان په هکله چې دا کار پکې ترسره کېږي، خبرې نه دي شوي. کار کیدای شي پڅ (ورو) او یا ډېر چټک ترسره شي، یو جسم کولای شو په 10 یا 15 ثانیو کې یوې ټاکلې ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالتونو کې ترسره شوی کار یو ډول دی، خو په اول 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 تعریفیږي یعنې: (5-18) $P = \frac{w}{t} . . . .$

په SI سیستم کې د توان د اندازه کولو واحد ژول پر ثانیه $\left(\frac{J}{s}\right)$ 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 اړیکو په هکله مخامخ جدول ډک او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

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

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

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، برېښنايي جارو، لفت او نورو په څير هره وسيله چې کار ترسره کوي، انرژي مصرفوي. له دې وسيلو څخه د ګټې اخيستلو لپاره بايد هغو ته انرژي ورکړو، دې انرژي ته ورودي يا مصرفي انرژي وايي. څرنګه چې ددې انرژۍ يو 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 برابر نه ده. په پايله کې د ورودي انرژۍ يوازې يو څه کچه د ګټې اخيستلو وړ ده. دغه کچه معمولاً د فيصدي په ډول بيانېږي او د بيرته 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 تغير 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. يعنې: $W = F \cdot d$

- که چېرې يوه قوه د (θ) ترېوې ټاکلې زاويې لاندې پر جسم وارده شي او جسم dد 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 چ د هرې قوې په واسطه په جلاجلا 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 تغير مکان د منحنې ترمنځ مساحت دی.

- د يو فنر پرمټ ترسره شوی کار چې د x په اندازه کښېکاږل شوی او يا راښکل شوی عبارت دی له:

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

- که چیرې د F قوې پرمټ ترسره شوی کار د لارې پر مسیر پورې تړاو ونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره اړیکې ولري، دې ډول قووته، تحفظي قوې وایي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تړاو ولري، دې ډول قوو ته غیرتحفظي قوې وایي.

- 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.

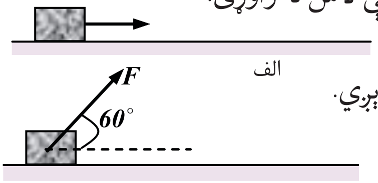
$$1\,W = 1\,J/s$$

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

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 یو جسم د $F = 100\ N$ قوه واردېږي او هغې ته په افقي لوري د 20m په اندازه د مکان تغییر ورکوي. ددې قوو په مرسته ترسره شوی کار په لاندې حالتونو کې لاس ته راوړئ.



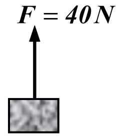
a. قوه په افقي توګه پر جسم واردېږي.

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.

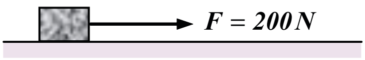
4) یو جسم د m له کتلې سره، د ځمکې له سطحې څخه مخ پورته په قایمه توګه غورځول کېږي او د h تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پیداکړئ.

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 تغییر 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 تغییر ورکوي. (د حرکي اصطکاک قوه 20N ده):



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

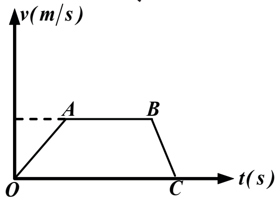
b. د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.

c. د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

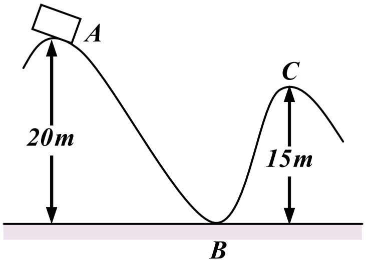
7) د یوې قوې پرمټ د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بېلابېلو زاویو کې وڅېړئ.

8) حرکي انرژي تعریف او رابطه یې ثبوت کړئ.

9) د کار او انرژي قضيه بيان او رابطه يې وليکئ.
10) د کار او انرژي قضيې ته په پاملرنې بيان کړئ.
a. کله د جسم حرکي انرژي زياتيږي؟
b. کله د جسم حرکي انرژي کميږي؟
c. کله د جسم حرکي انرژي تغيير نه کوي؟
11) يو 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 قضيې څخه په ګټې اخيستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت يې ځمکې ته د رسيدو 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 دليل له ذکر کولو سره مشخصه کړئ.



13) د پوتنشيل انرژي تعريف او د درې ډولو نومونه يې واخلئ.
14) د پوتنشيل جاذبوي انرژي تعريف او رابطه يې وليکئ.
15) د فنر د پوتنشيل انرژي له کومې لارې رامنځ ته شوې او پکې ذخيره شوې ده؟
16) د ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قانون بيان کړئ.
17) يو جسم د (A) له نقطې څخه له لومړني سرعت پرته د يوې سطحې پرمخ چې اصطکاک نلري خوشې کيږي، د ميخانيکي انرژۍ د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخيستلو سره د B او C په نقطو کې دجسم سرعت پيداکړئ.



18) يو جسم له 2Kg کتلې او ثابت سرعت سره د 1m په واټن د 0.2 ثانيې په موده کې پورته وړو، داکار په څومره طاقت ترسره کيږي؟
19) ورودي يا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بيان يې کړئ.
20) اغيزمنتيا (مؤثريت) تعريف او رابطه يې وليکئ.

په دې څپرکی کې د میخانیک علم د لاپراختیا لپاره، د ضربې (Impulse) او مومنتم (Momentum) په نومونو د دوو نوو کمیتونو په پیژندلو 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 رامنځته کوي. ددې 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 دي 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 بنسټیزو قواعدو په نامه یاد شوي)، په حقیقت کې د نیوټن د قوانینو د بحث دوام دی چې په تیر 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 پیژندلو سره بشپړې شوې دي.

په دې څپرکي کې به لاندې مطلبونه ددې مبحث په باب مطالعه وکړو:

- د یو جسم موقعیت او سرعت کیدای شي د یوې قوې په تطبیق بدلون ومومي.
- د هغې قوې چې د جسم پر ټاکلې کتلې عمل کوي، او د نوموړي جسم د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بیانول (د نیوټن دوهم قانون).
- د یوې قوې د امپولس او مومنتم تعریفول.
- د مومنتم د تحفظ شرحه د دوو جسمو په تصادم کې چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.
- د خطي مومنتم د تحفظ طبیعت مثالونو بیانول.
- د ارتجاعي او غیرارتجاعي ټکرونو (تصادمونو) د مفاهیمو تعریف او توضیح کول.

مستقیم الخط حرکت او امپولس (ضربه)

(6-1) امپولس (ضربه)

ایا تراوسه مو له ځان څخه پوښتنه کړې ده، چې ضربه څه شی دی؟ کله چې پر یوه جسم ضربه وارد وي، 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 ښيي چې له قوې او زمان سره مستقیمې اړیکې لري. امپولس او مومنتم د اندازه کولو د یو ډول واحد لرونکي دي. ولې؟

په ډیرو حالتونو کې په یو نقطه یې جسم د قوې د اغېز زمان هومره لنډوي چې مورږ اړکیږو، 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 مورږ د یو 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. مورږ دا ډول حرکت پخوا لوستي و، خود پخوانیو معلوماتو د تکرار او پراختیا لپاره بیاله هغې څخه یادونه کوو. د کار د اسانتیا لپاره خپل مطالعات د x پر محور په حرکت او یا له هغه سره موازي محدود ساتو. د t_2 په زمان کې جسم د x_2 په موقعیت کې د v_2 سرعت لرونکی دی. نو کولای شو ولیکو:

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

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

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

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 دوهم 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

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

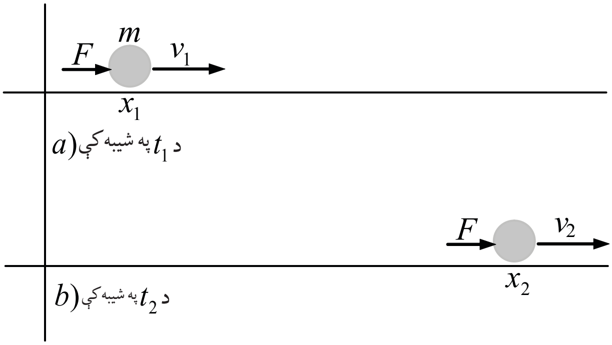
وروستي افاده په دې ښېرکي کې زموږ د بحث کُلي بنسټ جوړوي او لکه څنګه چې ددې ښېرکي په مقدمه کې ذکر شول، اوس کولای امپولس شو، په لاندې ډول تعریف کړو:

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

$\Delta t = t_2 - t_1$

$\Delta v = v_2 - v_1$

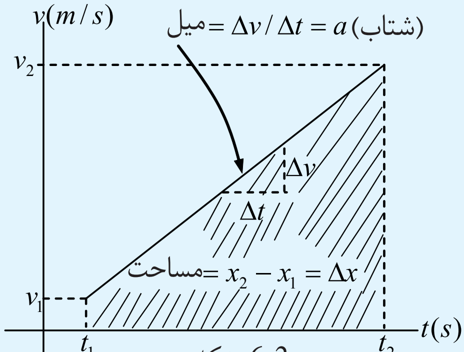
$\Delta x = x_2 - x_1$



(6-1) شکل، د یوې قوې د تطبیق په پایله کې د یو جسم د سرعت او موقعیت تغییر

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 تغییر مکان څخه عبارت دي. 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 ټولګیوالوته واوروئ.

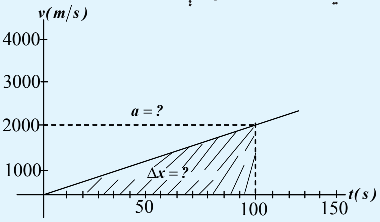


(6-2a) شکل

فعالیت:

زده کوونکي 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 ځواب برابر کړئ او د ټولګي په وړاندې یې بیان کړئ:

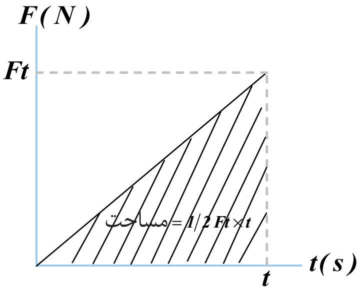
1. بېړۍ په لومړیو 100 ثانیو تعجیلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې وښیئ.
2. د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې څومره دي؟
3. د بېړۍ تعجیل حساب کړئ.



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

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 ورکړې 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 امپولسو نه 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؟ اویا په ساده توګه، د مومنتم او د نیوټن د حرکت د دویم قانون ترمنځ کومې اړیکې شته؟

بحث وکړئ:

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

په پخواني بحث کې مو د نیوټن د قانون په مرسته پیداکړل چې: $F\Delta t = m\Delta v$ او د معادلې د کین اړخ مقدار مو د امپولس په نامه یادکړ. 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 پرېنسپ د m يوه کتله چې د v په سرعت په حرکت کې ده، د P مومنتم لرونکي دی چې د $\vec{P}=m\vec{V}$ له مخې افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په SI او cgs سيستمونو کې عبارت دي له $Kg\,m/s$ او $gr\,cm/s$ او بعدي (ډايمنشن) معادله يې له $\left[\frac{M\cdot L}{T}=M\cdot L\cdot T^{-1}\right]$ څخه عبارت دی.

همدارنګه بايد ووايو چې د امپولس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواړه يو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (6-3) شکل کې ورکړل شوي دي. په دې شکل کې هر يو له مومنتمونو حساب شوي چې په څرګنده توګه ليدل کېږي. ددې لپاره چې د مومنتم په مفهوم ښه پوه شئ، کوښښ وکړئ په ځير سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولګيوالو سره بحث وکړئ.

a) پروتون $P=5.0\times10^{-22}\,kg\frac{m}{s}$

$V=3\times10^{5}\ m/s$

$m=1,67\times10^{-27}\ kg$

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) بووينګ $P=9\times10^{7}\,kg\frac{m}{s}$

$V=3\times10^{2}\ m/s$

$m=3\times10^{5}\ kg$

e) فضايي بيړۍ (سفينه) 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 $P=3\times10^{34}\,kg\,m/s$

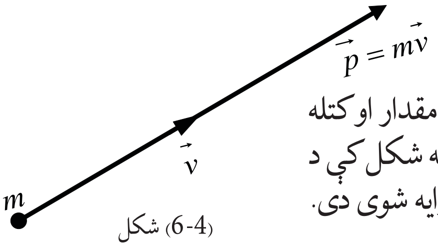
$V=1\times10^{4}\ m/s$

$m=3\times10^{30}\ kg$

(6-3) شکل
په مختلفو اجسامو کې د مومنتم مطالعه

مثالونه

1 - دیو اوبښ کتله د هغه له بار سره $500Kg$ ده او په $2m/s$ حرکت کوي، مومنټم یې حساب کړئ.



(6-4) شکل
د مومنتم وکتوري خاصیت ښوونه

حل: $P = mV = 5\times10^2 kg\times 2m/s = 10^3 kg\, m/s$

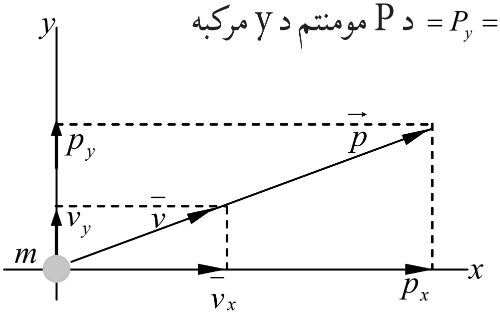
له (6-4) شکل سره سم څرنګه چې سرعت یو وکتوري مقدار او کتله یو سکالر دی، نو له دې امله مومنتم وکتوري مقدار دی. په شکل کې د m کتله د v سرعت لرونکې ده او مومنتم په $P = mv$ ارایه شوی دی.

لکه څنګه چې د وضعیه کمیتونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، یو وکتور د وضعیه کمیتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزاوو تجزیه کېدای شي، ددې له مخې د P مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزیه کېدای شي، چې په (6-5) شکل کې ښودل شوی دی. باید په یاد ولرو که چېرې مومنتم د x محور د مثبت لوري په نسبت د θ زاویه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

د P د مومنتم د x مرکبه $= P_x = P\cos\hat{\theta}$

د P مومنتم د y مرکبه $= P_y = P\sin\hat{\theta}$

او د فیثاغورث له قضیې څخه: $P^2 = {P_x}^2 + {P_y}^2$



(6-5) شکل،
په اجزاوو د مومنتم د وکتور تجزیه

په خپلو کې بحث وکړئ او د تمرین په حلولو پیل وکړئ

a. یوه لارۍ له $3000Kg$ کتلې سره، په 30° زاویه د شمال ختیځ په لور په $72\,Km/h$ سرعت په حرکت کې ده، یو واګون چې د $1000Kg$ کتلې لرونکی دی، له ځانه سره راکاږي د x محور د ختیځ په لور او د y محور د شمال په لور په نظر کې ونیسئ. د لارۍ مومنت د x او y مرکبې پیداکړئ.

b. د آریانا مسافر وړونکې یوه الوتکه په ټولیزه توګه د $50000Kg$ کتلې لرونکې ده، او په $900Km/h$ سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسیر 135° د شمال لودیځ په لور وي، د مومنتم د (x او y) مرکبې یې وټاکئ.

حل a: لرو چې: $\hat{\theta} = 30^\circ$

او

$$P = m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72\,km/h$$
$$= 4000kg \times \frac{72000m}{3600s} = 4000kg \times 20\frac{m}{s}$$
$$P = 80000kg\,m/s = 8 \times 10^4\,kg \cdot m/s$$

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 لوری) $\hat{\theta} = 135^\circ$

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

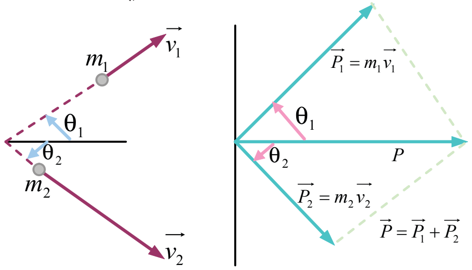
$$Px = P\cos\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \cos 45^\circ\,kg\,m/s$$
$$= -1.25 \times 10^7 \times 0.707kg\,m/s$$
$$Px = -8.84 \times 10^6\,kg\,m/s$$

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 پایله ترلاسه کېږي، چې مومنت په دقیقه توګه یو وکتوري کمیت دی. ددې لپاره چې د یو جسم مومنتم په بشپړه توګه مشخص کړو، موږ باید د کتلې او سرعت حاصل ضرب او همدا راز د هغې د حرکت لوري و پېژنو. په تیرو څپرکو کې مو د مکان د تغییر وکتورونه، د سرعت وکتورونه د تعجیل او قوې وکتورونه وپېژندل او پوه شو چې څنګه کولای شو، دوه یا څو یو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه یې وښیو.

په همدې توګه موږ کولای شو د مومنټم دوه یا څو وکتورونه د ساده محصلې د یو وکتور لاسته راوړلو لپاره سره جمع کړو، د (6-6) شکل ته پام وکړئ، په شکل کې د m_1 کتله د v_1 سرعت لرونکې ده او ددې له مخې د $P_1 = m_1V_1$ 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 دې.



(6-6) شکل،
د دوو مومنټمو وکتوري جمع

د محصلې مومنټ 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:

$$P_1 \text{ د مومنټم د x مرکبه } = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1$$

$$P_1 \text{ د مومنټم د y مرکبه } = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1$$

$$P_2 \text{ د مومنټم د x مرکبه } = m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$$

$$P_2 \text{ د مومنټم د y مرکبه } = m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$$

څرنګه چې د محصلې وکتور د x او y مرکبې په ترتیب سره د جمع شوو وکتورونو د x او y مرکبو له مجموعې سره مساوي دي ، نو ددې له مخې:

$$\text{P د مومنټ د x مرکبه } = P_x = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1 + m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$$

او:

$$\text{P د مومنټ د y مرکبه } = P_y = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1 + m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړې مو دي، کولای شو په لاندې درې ګونو ادعاګانو باور ولرو:

1. د یو جسم مومنټم د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه عبارت دی.

2. مومنټم یو وکتوري مقدار دی.

3. د جسمونو د یو سیستم د مومنټم مجموعه د هر مومنټ له وکتوري جمعې څخه عبارت ده.

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې په دې هکله چې ولې کله چې یوه لاری او یو ګرندی موټر په یو ډول سـرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې لاری موټر چې کتله یې ډېره ده، د زیات مومنتم لرونکې وي؟ پایله یې ټولګي ته واوروئ.

توضیح کړئ: د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونیسئ. که چیرې ($m_A = 3m_B$) وي، په دې حالت کې د A او B دوه جسمونه کولای شي، د یو ډول مومنتم لرونکي وي. یعني: $P_A = P_B$ ولې؟

اوس د مومنتم د مفهوم په پوهیدو سره ددې پوښتنې په خیړلو پیل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنتم ترمنځ کوم ډول اړیکه شته؟ ایا قوه کولای شي د یو جسم مومنتم ته تغییر ورکړي؟

ددې موضوع د پوهیدو لپاره لاندې فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په مخکینې فعالیت کې مو ترسره کړل. کوښښ وکړئ چې همغه دوو توپونوته له ډېرې قوې سره یو له بل تصادم ورکړئ. څه به پېښ شي؟ توضیح یې کړئ. د پورتنې فعالیت په ترسره کولو به دې پایلې ته ورسیږئ، چې قوه کولای شي چې د یو جسم مومنتم کم او یا زیات کړي او یا د مومنتم په لوري کې بدلون منځته راوړي.

6-3: قوه او مومنتم

ددې څپرکي په پیل کې مو د نیوټن قانون د $F\Delta t = m\Delta V$ په بڼه افاده کړ. چې په بنسټیز ډول د نیوټن د دویم قانون ($F = ma$) څخه استخراج شوی و. نیوټن د حرکت په باب د خپلو دریو ګونو قوانینو په بنسټیزه ویناکې، قوه د کتلې او تعجیل له جنسه نه، بلکې د مومنتم د زماني تغییراتو د درجې له جنسه افاده کړې ده. په یاد ولرئ چې: $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta P$ دا رابطه ښیي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د تغییراتو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنتم کې له تغییراتو سره د $m\Delta v$ د قیمت په تعویضولو سره په لومړی رابطه کې پایله ترلاسه کېږي، چې $F\Delta t = \Delta P$ په Δt باندې د معادلې د دواړو خواو له تقسیمولو څخه $F = \dfrac{\Delta P}{\Delta t}$ لاس ته راځي. په یاد ولرئ چې ΔP په مومنتم کې تغییر له $Kg\,m/s$ واحد سره او Δt د زمان انټروال دی. کله چې د F قوه عمل کوي او د ΔP د تولید سبب ګرځي. نو د مومنتم تغیر او د زمان انټروال نسبت د مومنتم تغیراتو د زماني منځنۍ درجې څخه عبارت دی ور څخه پایله تر لاسه کوو، چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظرې پلوه د یو جسم د مومنتم د تغییراتو له زماني درجې سره مساوي ده.

وروستنۍ ادعا تقریباً همغه د نیوټن د دویم قانون اصلي بیان دی چې په خپله د هغه لخوا ارایه شوی دی. (د نیوټن د حرکت د قوانینو اصلي بیان په لاتیني ژبه کې ارایه شوی دی). همدارنګه په اسانۍ سره کولای شو، د نیوټن دویم قانون ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$) له وروستۍ رابطې څخه په ګټې اخیستلو هم د ثابتې کتلې ($m = Cons\tan t$) په نظر کې نیولو سره په دې توګه لاس ته راوړو.

فرض کړئ چې $\vec{V_1}$ د جسم لومړنۍ سرعت $\vec{V_2}$ د جسم نهایي سرعت د Δt په زماني انټروال کې وي، نو:

$$\sum \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m\vec{V_2} - m\vec{V_1}}{\Delta t} = \frac{m(\vec{V_2} - \vec{V_1})}{\Delta t}$$

$$= m\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t} = m \cdot a........(3)$$

له هغه ځایه چې $\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$ عبارت دي د جسم له تعجیل ($\vec{a}$) څخه نو په (3) رابطه کې د قیمت په وضع کولو سره کولای شو ولیکو: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ ....$(m = Cons\tan t)$

وروستی لاس ته راغلې رابطه، د نیوټن له دویم قانون څخه عبارت ده.

د امپولس - مومنتم قانون

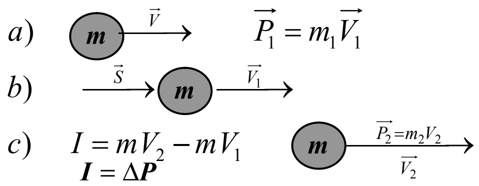
موږ په پخوانیو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعریف کړل. اوس ښیو چې هغوی څه ډول په اسانۍ د نیوټن له دویم قانون سره تړلي دي. موږ پورته وښو ده چې قوه د مومنتم د تغییراتو له زماني درجې سره مساوی ده، یعني: $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ او یا کولای شو داسې ولیکو: $F\Delta t = \Delta P$

$I = F\Delta t =$ امپولس د F په Δt په زماني انټروال کې قوه د او $\Delta P =$ د F قوې پرمټ تولید شوي مومنتم تغییر، نو کولای شو چې ولیکو: $I = \Delta P$

وروستی رابطه بیانوي چې: د یوې قوې امپولس چې پر یوه جسم عمل کوي، برابره ده، د نوموړي جسم په مومنتم کې له منتجه تغییراتو څخه چې بیان شوي جمله د (امپولس – مومنتم) د قانون په نامه یادېږي. د (6-7) شکل دا قانون د لومړني صفر مومنتم لپاره ښیي.

(6-7) شکل،
د لومړني صفر مومنتم لپاره د (امپولس – مومنتم) د قانون ښوونه

د M کتله په پیل کې د سکون په حالت کې وه او د I امپولس د MV په اخري مومنتم کې چې په عددي ډول مساوي له I سره دي، په کې اعمالېږي. د (6-8) په شکل کې د M یوه کتله د $P_1 = mV_1$ لومړنی مومنتم لرونکې ده.په همدې ډول د I یو امپولس د $P_2 = mV_2$ اخري مومنتم په پایله کې پر کتلې اعمالېږي، 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 ښیي.



(6-8) شکل

مثال:

د یوې فضایي بېړۍ (سفینې) کنټرولونکې 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 تغییر رامنځته شي.

حل:

$$\Delta P = I = F\Delta t = 3\times10^5 N \times 10s$$
$$= 3\times10^6 Kg\, m/s$$
$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{3\times10^6 Kg\, m/s}{1{,}5\times10^4 Kg} = 200 m/s$$
$$\Delta t = \frac{\Delta P}{F} = \frac{m\Delta V}{F} = \frac{1{,}5\times10^4 \times 4\times10^4}{3\times10^5} = 2\times10^3 s$$
$$= 2000s$$

نو په دې مثال کې کله چې انجن د 10 ثانیو لپاره اور واخلي (فعال شي) په مومنتم کې منتجه بدلونونه $3\times10^6 Kg$ او په سرعت کې منتجه تغییرات $200m/s$ دي. انجنونه باید د $2000s$ لپاره (تقریبا 33 دقیقې) فعالیت وکړي، ترڅو $40{,}000m/s$ د سرعت بدلون تولید کړي. په یاد ولرئ چې پورتنی سرعت

$$(4\times10^4\ m/s = \frac{4\times10^4\times10^{-3} km}{\frac{1}{3600}h} = 40\times\frac{3600}{1}\frac{km}{h} = 144\times10^3\frac{km}{h} = 144.000\, Km/hr)$$

یو خورا ډېر لوړ سرعت دی. پورتنی مثال موږ ته د امپولس – مومنتم د قانون د ګټې اخېستنې یو مورد را په ګوته کړ.

6-4: ضربه او د خطي مومنتم ساتل (تحفظ)

په پخواني څپرکي کې مو د نیوټن دریم قانون په دې اړه چې د هر عمل لپاره هغه ته یو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصیل سره مطالعه کړ. د نیوټن دریم قانون په حقیقت کې په طبیعت کې د قوو د بنسټیزې ځانګړتیا پایله ده چې تل یې په خپلو کې په جوړه یي ډول (عمل او عکس العمل) واقع کېږي. کله چې یو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دویم جسم یوه مساوي او مخالف الجهته قوه پر لومړي جسم وارد وي. اوس ددې حقیقت یو ځای کول د نیوټن له دوهم قانون سره د مومنتم پر بنسټ، موږ ته د مومنتم د تحفظ قانون لارښوونه کوي. که چېرې پر یوه سیستم هیڅ قوه وارده نشي، په دې حالت کې د یو سیستم مومنتم پرته له هر رنګه متقابلو اغېزو د هغه سیستم د اجزاو ترمنځ ثابت دی. پورتنۍ جمله د مومنتم د تحفظ قانون په بشپړ توګه بیانوي. له پورتنۍ تعریف څخه د نیوټن دوهم قانون دارنګه لیکو:

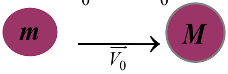
$$\Delta P = F\Delta t \quad \text{او یا} \quad F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

په وروستۍ رابطه کې F پر جسم (یا د اجسامو په سیستم) باندې عامله محصله قوه، Δt هغه زماني انټروال دی چې د F قوه په کې عمل کوي او ΔP د مومنتم منتجه بدلون دی. په څرګنده توګه که چېرې F صفر وي، یعنې که چېرې کومه منتجه قوه پر جسم (یا سیستم) عمل ونکړي، په هغه صورت کې ΔP هم صفر وي، او دا معنا ورکوي چې مومنتم ثابت دی. که چیرې د یو کمیت بدلون د Δt په زماني انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموړي کمیت د Δt په زمان کې ثابت وي.
د مومنتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کوو دوه جسمونه سره تصادم کوي، راځئ چې په لنډ ډول د هغو تصادم بیان کړو.
کله چې دوه جسمونه د تصادم د پیل په لحظه کې په خپلو کې سره لګېږي، هر یو پربل باندې یوه قوه واردوي، چې ددې قوو کچه سره مساوي او لوري یې مخالفې وي. لکه څنګه چې دغه ادعا د تصادم په کوچنۍ شیبه کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوې- زمان) منحني د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه پایلې ته رسېږو چې د هرې قوې امپولس د مقدار له اړخه یو له بله سره مساوي دي. نو د هر جسم د مومنتم بدلونونه مساوي او لوري یې مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سیستم کې د مومنتم ټولیز بدلونونه د متقابلو اغېزو (د تصادم عمل) په پایله کې له صفر سره مساوي وي. په دې معنا چې د دوو جسمونو په مومنتم کې د بدلونو مجموعه له ټکر څخه تر مخه او له ټکر څخه وروسته په دقیقه توګه له صفر سره مساوي وي. دا بیان څرګندوي چې مومنتم د یو تصادم په متقابلو اغېزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاته کېږي.

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 کېږي او د v په سرعت خپل حرکت ته دوام ورکوي.
اوس له تعریف سره سم کولای شو ولیکو:

$$\text{له تصادم څخه ترمخه مومنتم} = P_0 = mV_0$$

$$\text{له تصادم څخه وروسته مومنتم} = P = (m+M)V$$

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه $P_0 = P$

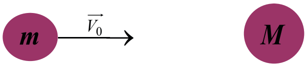
او یا: $mV_0 = (m+M)V$

ددې له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو ولیکو: $V = \dfrac{m}{m+M}V_0$

باید یادونه وکړو چې کولای شو چې د m، M او v_0 د قیمتونو لرلو سره له تصادم څخه وروسته 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) کړي 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:

$$mV_0 = MV + (-mv) = MV - mv$$

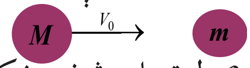


a- مخکې له ټکر څخه

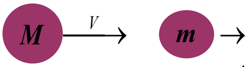
b- له ټکر څخه وروسته

(6-10) شکل،
په خطي ټکر کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه کوچنۍ)

پورتنۍ رابطه په څرګند ډول بیانوي چې له تصادم څخه د مخه مومنتم مساوي دی، له تصادم څخه وروسته مومنتم سره، که چیرې تصادم کوونکې کتله د مستقیم خط پرمخ په یو تصادم کې له ساکنې کتلې څخه لویه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم څخه وروسته یو له بله څخه لرې کېږي او په همدې یوه 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 لویه)

ددې ځانګړې حالت لپاره، د مومنتم د تحفظ قانون لاندې شکل اختیاروي:

$$MV_0 = MV + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوی دی.

په دې حالت کې:

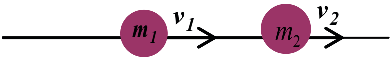
$$P_{befor} \text{ له تصادم څخه د مخه مومنتم} = P_b = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$P_{after} \text{ له تصادم څخه وروسته مومنتم} = P_a = m_1V_1 + m_2V_2$$

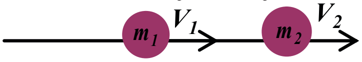
د مومنتم د تحفظ له قانون څخه: $P_b = P_a$

نو ددې له مخې: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$

د m_1 او m_2 ورکړ شوو کتلو او v_1 او v_2 ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستنې سرعتونه به له تصادم څخه وروسته V_1 او V_2 وي. د لومړنې قیمت د ورکړل شوو ټاکلو قیمتونو لپاره m_1، m_2، v_1 او v_2 د نهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځته کېدای شي. خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قیمتونو لپاره د پورتنۍ معادلې صحت او د مومنتم د تحفظ د قانون د صحت په پایله کې په هغو کې تحقق مومي.



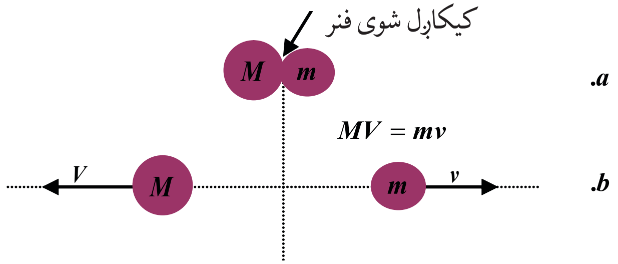
a- له ټکر څخه ترمخه



b- له ټکر څخه وروسته

(6-12) شکل،
د مستقیم خط پرمخ ټکر د مومنتم د تحفظ عمومي حالت

د مومنتم د تحفظ يوبل په زړه پورې مثال په (6-13) شکل کې ښودل شوی دی. د M او m له کتلو سره دوه جسمونه، د يو فنر په دواړو خواو کې تر فشار لاندې نيول شوي، يو له بل سره کلک نيول شوي دي. په هغه ګړۍ کې چې جسمونه خوشې شي، د فنر قوه يې په دوو اړخونو ضربه واردوي. په هر يو جسم باندې د واردې شوې قوې اندازه په هره شيبه کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول يو له بل سره مساوي او پرکتلو د وارد شوو قوو لوري يو د بل په خلاف دي. ددې له مخې د هغې قوې امپولس چې په M عمل کوي، په کچه کې مساوي، خو د هغه قوې له امپولس سره په مخالف لوري کې دي، چې د m پرکتلې عمل کوي. هره کتله د شوټ کيدلو په پايله کې عين مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه يې صفر ده. يعنې څرنګه چې مومنتم له خوشې کيدو ترمخه صفر وو، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کيدو وروسته صفر دی. له پورتنيو بحثونو څخه که چيرې د مومنتم سکالري اندازو ته پام وکړو، وبه مومو چې هغوی بايد يو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دويم ځلي پاملرنه، کولای شو وليکو: $mv = MV$

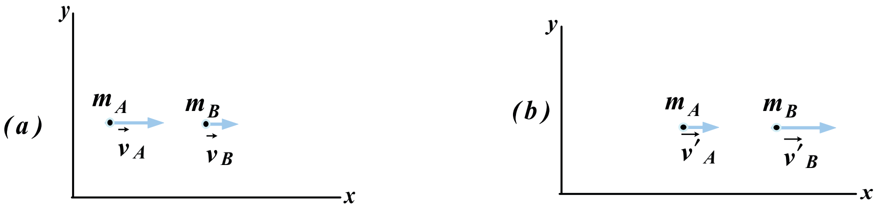


(6-13) شکل،
د هغو کتلو د مومنتم تحفظ چې د فنر
په واسطه دواړو خواوته شوټ شوي دي.

دا پايله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقيم تطبيق (پرته له پورتنيو څرګندونو) څخه کيدای شي لاس ته راشي چې له مخې يې لومړنی مومنتم بايد له نهايي مومنتم سره مساوي وي، او په دې مثال کې د دواړو مومنتمونو برخې په بشپړه توګه صفر دي.

6-5: ارتجاعي ټکر (تصادم)

ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزيک له اړخه څنګه څيړل کيږي؟
ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په کې د مومنتم او ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قوانين دواړه صدق وکړي. ددې ډول ټکر د ښه درک لپاره د A او B دوه واړه جسمونه په نظر کې نيسو، داسې چې دواړه جسمونه د (X) محور په يوه مستقيم خط حرکت کوي.
اوس دا دواړه جسمونه له ټکر څخه ترمخه او له هغه څخه وروسته تر مطالعې لاندې نيسو:
فرض کوو چې له (6-14) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له ټکر څخه د مخه په ترتيب سره د V_A او V_B سرعتونه او له تصادم څخه وروسته د V_A' او V_B' سرعتونه لري.



(6-14) شکل

کله چې $V > o$ وي، جسم د X پر محور ښي لورته 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 پاته کيږي، 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 انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د ټکر کوونکو جسمونو د حرکي انرژي مجموعه له ټکر څخه ترمخه او له ټکر څخه وروسته مساوي ده، 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 $(a-b)(a+b) = a^2 - b^2$ ، 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 ويشلو او د $V'_A \neq V'_B$ او $V_B \neq V'_B$ په فرضولو سره لرو چې:

$$V_A + V'_A = V'_B + V_B$$

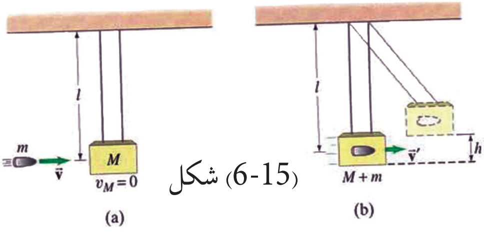
$$V_A - V_B = V'_B - V'_A \qquad \text{اويا}$$

$$V_A - V_B = -(V'_A - V'_B)..................(6)$$

(6) اخرنى رابطه يوه ډېره مهمه او په زړه پورې رابطه ده، د تصادم دا رابطه ددې بيانوونكي ده چې په يو ارتجاعي تصادم كې، د دوو ټكر كوونكو جسمونو د سرعتونو تفاضل له ټكر څخه د مخه او وروسته يو له بله سره برابر خو يو له بل څخه په خلاف لوري دي.

6-6: غير ارتجاعي ټكر (تصادم)

غير ارتجاعي تصادم څه شى دى؟ د ارتجاعي او غير ارتجاعي تصادم ترمنځ څه ډول توپير شته؟ غير ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دى چې په هغه كې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وكړي. خو د ميخانيكي انرژۍ د تحفظ قانون صدق ونه كړي. په دې ډول تصادم كې د ميخانيكي انرژي د تحفظ د قانون صدق نه كول په دې دليل دي چې د سيستم د حركي او پوتانسيل انرژي مجموعه ثابته نه پاته كېږي. يعني په دې ډول تصادم كې شوني ده، چې ميخانيكي انرژي په حرارتي انرژي، صوتي انرژي او يا كار ته د شكل تغيير وركړي.



شكل (6-15)

نو ددې له مخې د غير ارتجاعي تصادمونو لپاره، پوازې كېداى شي د مومنتم د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونيسو. په غير ارتجاعي تصادمونو كې، معمولاً تصادم كوونكي جسمونه له تصادم څخه وروسته يو له بله سره نښتي او په عين سرعت حركت كوي.

د غيرارتجاعي تصادم د پېژندلو لپاره يو ښه مثال له بالستيكي رقاصي (Ballistic Pendulum) څخه عبارت دى، چې په مرسته يې كولاى شو د مرمۍ سرعت اندازه كړو.

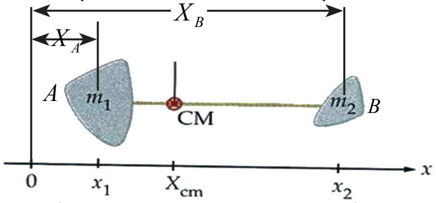
څېړنه وكړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلو كې د مرمۍ د سرعت د پيداكولو طريقه د بالستيك رقاصي پرمټ وڅېړئ او پايله يې ټولګي ته وړاندې كړئ.

6-7: د ثقل مركز

په پخوانيو ټولګيو كې د ثقل مركز له مفهوم او دا چې څنګه كولاى شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مركز پيداكړو، بلدتيا ترلاسه كړه، خو ايا تراوسه مو له ځانه پوښتنه كړې ده، چې څرنګه كولاى شو د اجسامو د يو سيستم او ياد هغو ذرو د ثقل مركز چې د يو مستقيم خط پرمخ قرار لري. لاس ته راوړو؟ او يا دا چې په كومو حالتونو كې كولاى شو د ذرو د سيستم او يا اجسامو د ثقل مركز مطالعه كړو. د پورتنيو پوښتنو د ځوابولو لپاره د (6-16) شكل په نظر كې ونيسئ، په دې شكل كې دوه جسمونه د m_A او m_B په كتلو شتون لري چې د هر يو واټن د X د محور له مركز (د دوران محور) څخه له x_A او x_B څخه عبارت دي.

ددې سیستم د ثقل د مرکز د لاس ته راوړلو لپاره چې له دوو جسمونو (له دوو ذرو څخه نماینده‌گي کوي) جوړ شوي دي له لاندې رابطې څخه ګټه ترلاسه کېږي له دوراني تعادل څخه پوهیږو چې:



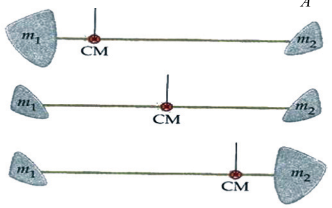
$$m_A x_{cm} + m_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$

اویا

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

(6-16) شکل

په دې رابطه کې X_{cm} د سیستم د ثقل مرکز فاصله د x محور له مرکز څخه دي. د رابطې د ساده کولو لپاره د m_A او m_B د کتلو مجموعه د M په نښه ښیو، یعنې: $M = m_A + m_B$



د M د قیمت په وضع کولو (1) رابطه لاندې شکل ځانته نیسي:

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

(6-17) شکل

اوس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - په هغه صورت کې چې یو ه کتله له بلې څخه لویه 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 دي، په دې صورت کې به $m_1 = 0$ وي او کولای شو ولیکو چې:

$$X_{cm} = \frac{0 \times X_A + m_B X_B}{0 + m_B} = \frac{m_B X_B}{m_B} = X_B$$

3 - که چیرې سیستم له دوو جسمونو (ذرو) زیات تر n ذرو پورې وي، په داسې حالت کې د (1) رابطې پر بنسټ کولای شو ولیکو چې:

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + ...}{m_1 + m_2 + m_3 + ...} \quad ....(2$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + ...$$

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + ...}{M}$$

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M}$$

وروستنۍ رابطه د اجسامو یا د ذرو سیستم د ثقل مرکز د لاسته راوړلو لپاره یوه کلي رابطه ده. همدارنګه د y محور لپاره په آسانۍ کولای شو، په اثبات ورسوو چې:

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M}$$

د شپږم څپرکي لنډيز

- د خطي مومنتم او امپولس په مبحث کې دوه اصله (امپولس – مومنتم) او (د خطي مومنتم تحفظ) د بنسټيزو قوانينو او قاعدو په نامه ياد شوي دي.
- امپولس يا ضربه يو وکتوري کميت دی، چې د قوې او وخت له حاصل ضرب څخه عبارت دي.

$$\vec{I} = \overrightarrow{F_{av}} \cdot \Delta t$$

- امپولس د نيوټن د دوهم 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 يو 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 جسمو څخه په جوړ شوي سيستم کې د ټول سيستم خطي مومنتم په جلا توګه د هر يوه جسم د مومنتونو له مجموعي څخه عبارت دی، يعنې:

$$\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + ... = \sum_{i-1}^{n} Pi$$

- مومنتم د نيوټن د دوهم 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 تغير سره مساوي دی.
- د يو جسم لپاره د مومنتم تحفظ هغه مهال بر قراره کيدای شي چې پر جسم د واردو شوو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- د جسمونو په سيستم کې هغه وخت د مومنتم د تحفظ قانون برقرار کيدای شي چې په سيستم کې د بهرينو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنتم او ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قوانين دواړه صدق کوي.
- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کوونکو دواړو جسمونو د سرعتونو تفاضل له تصادم څخه مخکې او له تصادم څخه وروسته يوه اندازه خو يو دبل په خلاف لوري دي.
- غير ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی، چې په هغه کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د ميخانيکي 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.

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M} \Rightarrow \text{د x محور په نسبت}$$

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M} \Rightarrow \text{د y محور په نسبت}$$

د شپږم څپرکي پوښتني

1. د یو جسم مومنتم عبارت دي د جسم د .... او .... له حاصل ضرب څخه.

2. د نیوټن د دوهم قانون له مخې پر یو جسم د وارده قوو مجموعه د .... پر .... له نسبت څخه عبارت دی.

3. امپولس په .... تغییراتو 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) $N\cdot s$

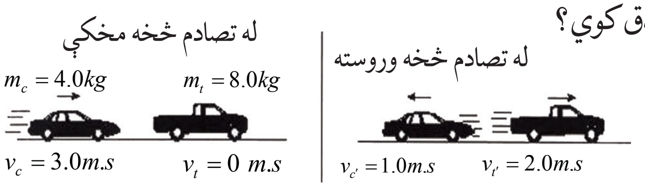
6. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو پر جسم د عمل کوونکې قوې له مجموعې سره مساوي دی.

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 لاندینیو رابطو څخه کومه یوه لري؟

الف) مستقیم ب) معکوس ج) هیڅ اړیکه نه لري د) یو له بل سره متناسب

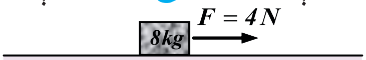
8. لاندې تصویر د دوو لابراتواري موټرګیو تصادم ښیي، چې په ترتیب سره د 4Kg او 8Kg کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له $1m/s$ سرعت سره د شا په لور او د B موټر له $2m/s$ سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پربنسټ، لاندې ځوابونو څخه کوم یو د مومنتم او حرکي انرژي په هکله صدق کوي؟



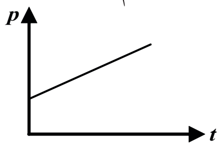
	حرکي انرژي	مومنتم
الف:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ب:	تحفظ صورت نه دي مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ج:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت نه دي مونډلی
د:	تحفظ صورت نه دي مونډلی	تحفظ صورت نه دي مونډلی

9. په لاندې شکل کې که چیرې د اصطکاک قوه د هر کیلوګرام په وړاندې 0.25 نیوټن وي او جسم د سکون له حالت څخه په حرکت کې راشي، له څو ثانیو وروسته به یې مومنتم $5Kg\,m/s$ ته ورسیږي؟

الف) 1.25 ثانیې ب) 2.5 ثانیې ج) 1.6 ثانیې د) 3.2 ثانیې



10. د یوې فضایي بېړۍ لپاره د لاندې ګراف د y عمودي محور د P مومنتم او د x افقي محور د t زمان راښیي. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د خط له میل څخه عبارت دی.



الف) د سفینې کتله ب) د سفینې سرعت

ج) هغه مجموعي قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي. د) د سفینې پرمخ ترسره شوی کار

11. یو جسم د $5N$ ثابتې قوې لاندې د سکون له 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 یو جسم تطبیق شي، تر څو د هغه سرعت او یا حالت ته تغییر ورکړي.

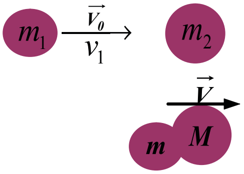
13. د قوې امپولس تعریف کړئ.

14. د m د کتلې لرونکي جسم مومنتم چې د v په سرعت په حرکت کې دی، تعریف کړئ.

15. د خطي مومنتم د تحفظ قانون بیان کړئ.

16. څه ډول د (امپولس – مومنتم) او (د مومنتم تحفظ) قوانین د نیوټن قوانین تعقیبوي، بیان یې کړئ.

17. په شکل کې $m_2 = 10gr$، $m_1 = 5gr$، $V = 2\,cm/s$ او $v_1 = 25\,m/s$ دي، د M کتله او د دویمې لومړنۍ سرعت v_2 حساب کړئ.



18. په لنډ ډول د دوو جسمونو په تصادم کې د مومنتم تحفظ چې نوموړي جسمونه د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړئ.

19. د $300N\cdot s$ یو امپولس پر یو جسم چې کتله یې $2Kg$ ده واردیږي، ددې کتلې په سرعت کې تغییر 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 آخري سرعت حساب کړئ.

21. یو ماشوم له $21Kg$ کتلې سره پر یو وړوکي بایسکل چې $5.9Kg$ کتله لري، سپور او په $4.5m/s$ سرعت د شمال ختیځ په لور په حرکت کې دی.

a. د ماشوم او بایسکل مجموعي مومنتم څومره دی؟

b. د ماشوم مومنتم څومره دی؟

c. د بایسکل مومنتم حساب کړئ.

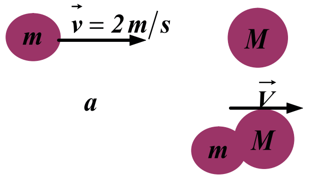
22. د فوټ بال یو توپ له $0.5Kg$ کتلې او $15m/s$ سرعت سره د شمال په لور شوټ کېږي، یوساکن شخص په $0.02s$ زمان کې هغه نیسي او دروي یې. کومه قوه د نیوونکي لخوا په توپ وارده شوې ده؟

23. د کرکټ د هر توپ کتله $0.5Kg$ ده، که چیرې شین رنګه توپ په $12m/s$ سرعت له ابي 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 ابي رنګه توپ نهایي سرعت په لاندې حالتونو کې پیداکړئ.

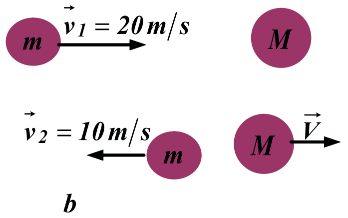
a. شین رنګه توپ له ابي توپ سره له ټکر څخه وروسته درېږي.

b. شین توپ له تصادم څخه وروسته خپل حرکت ته له $v_1' = 5\frac{m}{s}$ سرعت سره په عین لوري کې دوام ورکوي.

24. د لاندې تمرینونو لپاره مناسب شکلونه رسم او هغه حل کړئ.



a- فرض کړئ چې د m کتله د (a) په شکل کې یو واګون دی له $600Kg$ کتلې سره او د M بل واګون له $900Kg$ کتلې سره دي. د واګونونو سرعت له تصادم څخه وروسته چې په خپلو کې سره یو ځای کېږي. محاسبه کړئ.
(ځواب: $0.8m/s$ دی).



b- فرض کړئ د (b) په شکل کې m د تینس توپ له $20gr$ کتلې سره او M د والیبال توپ له $500gr$ کتلې سره وي. که 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: $50\frac{cm}{s}$)

25. یوه تشله له $0.015kg$ کتلې سره ښي لورته له $22.5cm/s$ سرعت سره له اصطکاک څخه پرته پر یوې سطحې رغړي، له یوې بلې تشلې سره چې له $0.015kg$ کتلې او $18cm/s$ سرعت سره کیڼ لورته حرکت کوي، یو ارتجاعي تصادم کوي. له ټکر څخه وروسته لومړنۍ تشله له $18cm/s$ سرعت سره په حرکت راځي. د دوهمې 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.

اووم څپرکی
د سیالونو نسبي سکون (Static Fluids)

ولې د اوبو د بندونو قاعدې د هغو له پورتنیو برخو څخه پرېړ (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 کړي 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 شو ترڅو:

- سیال تعریف کړای شي.
- د سیالونو پرمټ وارده فشار بیان کړای شي.
- په یوه نقطه کې د مایع فشار د هغې کثافت، دیوې مایع نقطې ژوروالي او د جاذبې تعجیل ترمنځ رابطه پیداکړای شئ.
- تحلیل کړای شي چې په څه ډول د اتموسفیر فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.
- د پاسکال قانون بیان کړای شئ.
- دا وښودلای شئ چې په څه ډول له مونو متر څخه په ترلو محفظو کې د سیالونو د فشار د اندازه کولو لپاره ګټه اخېستل کېږي.
- د سیالونو د فشار او صعودي قوې ترمنځ رابطه بیان کړای شئ.
- د ریاضي مسئلې، د فشار، پاسکال او ارشمیدس له قوانینو څخه په ګټې اخېستلو حل کړای شئ.
- په سیالونو کې د یو جسم د ډوبیدو یا لامبووهلو په هکله وړاندوینه وکړای شي.

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 ازاده توګه له یو موقعیت څخه بل موقعیت ته د مکان تغییر کوي. بناءً مایعات ټاکلی حجم لري او کولای شي روان اوسي او په هغه لوښي کې چې اچول کیږي، د هغه شکل ځانته اختیاروي.

همدا راز د مایعاتو مالیکولونهٔ 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 کوچنی دي چې د صرف نظر وړدي.

له دې امله هغوی د مایعاتو مالیکولونو په پرتله ډېر په ازاده توګه یو له بل څخه په لرې واټن کې حرکت کولای شي او ټاکلی حجم او ټاکلی شکل نلري، هرې خواته خپریږي او په اسانۍ سره متراکم کیږي.

څرنګه چې هم مایعات او هم غازات له خپل لږ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل تغییر کوي او د سیالتیا وړتیا لري، له همدې امله دي چې هغوی د سیالونو [1] په نامه یادوي.

د سیالونو فشار

لکه څنګه چې تاسو پوهیږئ 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 یو 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 کارېدلې ده.

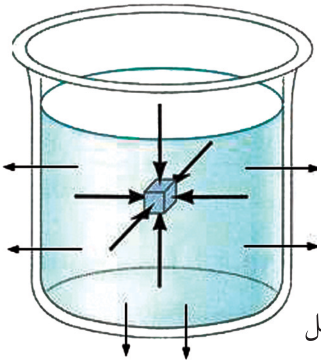
دریمه مرحله: د مساحت او قوې د ورکړل شوو قیمتونو په وضع کولو سره د p فشار حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبې قوې له اندازې څخه عبارت دی).

$$P = \frac{8}{0.16} = 50\frac{N}{m^2} = 50Pa$$

پوښتنې:

1. د یو کانتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې $6000N$ او د قاعدې مساحت یې $3m^2$ دی، څومره دی؟ 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 اسانۍ سره ویلای شو چې ددې فشار لامل، د اوبو وزن ستاسو پر بدن دی چې تاسو مقابل لوري ته ډېکه کوي. د (7-1) شکل د اوبو په یو ډک لوښي کې یو غوټه شوی جسم ښيي.

مایع په جسم او د لوښي پر جدارونو قوې واردوي، قوې د جسم د سطحې او د لوښي جدارونو پر هره نقطه کې په عمودي ډول واردېږي.

فعالیت:

اوبه څرنګه پر اجسامو فشار واردوي؟

اړین توکي: پلاستیکي کڅوړه، سنجاق او اوبه

کړنلاره:

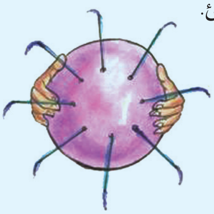
1- کڅوړه له اوبو څخه ډکه کړئ.

2- کڅوړې ته په سختۍ فشارورکړئ او په چټکۍ سره یې په څو نقطو کې په سنجاق سوری 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 لورو کې په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار په ټولو لورو کې د سطحې په هره نقطه کې عمود دی.

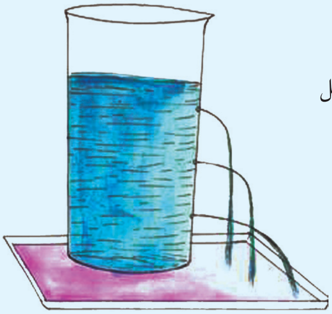
په څه ډول د اوبو د فشار کچه د اوبو د ژوروالي په نسبت توپیر کوي؟
ددې پوښتنې ځواب د لاندې فعالیت په ترسره کولو لاس ته راوړلای شی.

فعالیت: فشار او ژوروالي

اړین توکي: اوږده حلبي قطی، موم، یا خمیره سوري کوونکي او اوبه

کړنلاره:

1- د قطی یوه خوا دري ځایه په مساوي ډول سوری کړئ.
2- سوري په موم یا خمیرې بند کړئ.
3- حلبي قطی له اوبو څخه ډکه کړئ.
4- سوري پرانیزئ.
5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.



(7-3) شکل

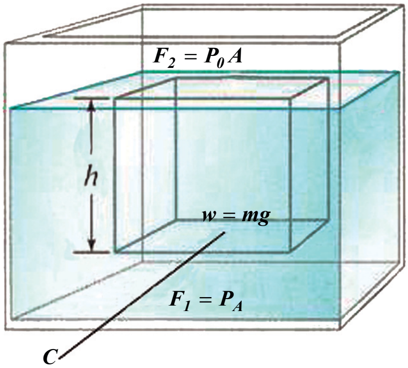
لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب ووایئ.

- له کوم سوري څخه اوبه په تیزی او ډېر شدت فواره کوي؟
- په کوم سوري کې فشار ډېر دی؟

له لاندې فعالیت څخه کولای شو پایله ترلاسه کړو چې د اوبو فشار د ژوروالي په زیاتیدو سره ډېرېږي.

د مایع په یوه ټاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي ترمنځ رابطه

د (ρ) کثافت لرونکې ساکنه مایع د یو سرخلاصي لوښي په منځ کې له (7-4) شکل سره سم په نظر کې نیسو. کله چې وغواړو د مایع فشار د مایع په منځ د c په نقطه کې چېرې چې د مایع ارتفاع یا ژوروالی h دی، لاس ته راوړو.



(7-4) شکل

له مایع څخه ډک لوښی په نظر کې ونیسئ چې د h په ارتفاع او د A په قاعدې یو مکعب په کې غوټې وهي. ددې بېلګه ییز مکعب لوړوالي برابره ده، د c نقطې له ژوروالي څخه د اوبو تر سطحې (h) پورې. راځئ چې ددې فرضي مکعب پورتنیو او لاندېنیو سطحو باندې عاملې قوې مطالعه کړو. دغه قوې درې ډوله دي:

1 - د بېلګه ییز سلنډر وزن (w)، $w = mg = \rho V g = \rho g h A$

2 - د (F_1) صعودي قوه چې د مایع د فشار له امله د مکعب پر قاعدې واردېږي. $F_1 = PA$

د (F_2) قوه چې د اتموسفير د فشار له امله د مکعب پر پورتنۍ سطحه له پاسه عمل کوي. پردې بېلګه 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: $PA - (P_0A + \rho ghA) = 0$

نو: $P = p_0 + \rho gh$

اويا $p - p_0 = \rho gh = p_G$

P مطلقه فشار دی، P_G نظر ژوروالي ته د سيال د داخلي فشار په نامه يادېږي. د P مطلقه فشار د h په ژوروالي کې د مايع د سرخلاصي لوښي په ښکتنۍ سطحه کې د اتموسفير له فشار څخه ډېر دی او کچه يې (ρgh) ده. له هغه څه مو چې په رابطه کې مطالعه کړل، لاندې پايلې لاسته راوړلای شو:

1 - د مايع د داخل 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 $1.025\times10^3 \frac{kg}{m^3}$، $P_0 = 1.01\times10^5\,Pa$ او $g = 9.8\frac{m}{sec^2}$ وي، حساب کړئ.

1 - د P_G داخلي فشار په دې ژوروالي کې.

2 - منځنی فشار په دې ژوروالي کې.

3 - پر لامبووهونکي جسم د اوبو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبووهونکي جسم مساحت $0.8m^2$ وي.

حل:

1 -

$$P_G = \rho gh$$

$$P_G = 1.025\times10^3 \times 9.8\times 400$$

$$P_G = 4.018\times10^6\,Pa$$

2 -

$$P = P_0 + P_G$$

$$P = 1.01\times10^5\,Pa + 4.018\times10^6\,Pa$$

$$P = 4.119\times10^6\,Pa$$

3 -

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P\times A$$

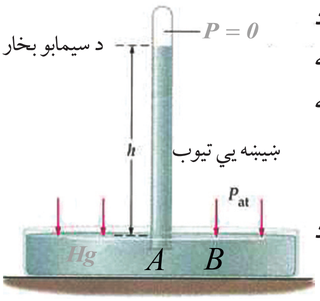
$$F = 4.119\times10^6\times0.8$$

$$F = 3.2952\times10^6\,N$$

7-3: د اتموسفير فشار

ځمکه د نايتروجن، اکسيجن او نورو غازاتو د يو قشر په واسطه احاطه شوې ده، چې د اتموسفير په نامه يادېږي. د اتموسفير د قشر پنډوالی له ځمکې څخه د هغه تر پورتنۍ برخې پورې تقريباً $150km$ ته رسېږي. د اتموسفير شاوخوا 80% غازونه د ځمکې د سطحې په 10 کيلومتري ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفير په پورتنۍ برخه کې صفر ته نږدې کېږي. لکه چې پوهېږو فشار د اتموسفير په هره نقطه کې د هوا د هغه ستون له وزن سره مساوي دی، چې اوږدوالی کې له همغه نقطې څخه د اتموسفير تر پورتنۍ برخې پورې وي او د سطحې پر واحد باندې په همغه نقطه کې واردېږي. نو له دې امله فشار له ځمکې څخه د ارتفاع په زياتيدو سره تناقص پيداکوي. اوس گورو چې څنگه کولای شو، د اتموسفير فشار اندازه کړو؟

په دې غرض موږ د توريچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) څخه چې په 1643 زېږديز کال اختراع شوی دی گټه اخلو.



(7-5) شکل

په (7-5) شکل کې ښېښه يي اوږد تيوب تقريباً د يو متر په اوږدوالي او د $1cm^2$ قاعدې مساحت سره وينئ، چې يو سر يې بند دی. کله چې هغه له سيمابو (Hg) څخه ډک کړو او بيايې په معکوس ډول له سيمابو څخه په ډک لوښي کې کېږدو، په دې صورت کې $P_a = P_b$ دی (ولې)؟

ځکه نو: $P_0 = \rho_{Hg}\,gh$

د بحر په سطح او تر معياري شرايطو لاندې د ځمکې د جاذبې تعجيل او د سلسيوس صفر درجې تودوخې په صورت کې، د سيمابو د ستون ارتفاع $76cm$ دي او د سيمابو په دې ستون باندې د اتموسفير فشار يو اتموسفير (1_{atm}) دی.

د سيمابو د ستون ارتفاع په ρ، g او اتموسفير له فشار سره تعلق لري. نو له دې کبله د ρ کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبوي تعجيل (g) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له تغييراتو سره بدلون مومي. ټول دقيق فشار سنجوونکي يا باروميترونه (Barometers) له ترماميتر او معلوماتي دقيقو جدولونو يا چارتونو سره يو ځای جوړېږي.

اضافي معلومات:

ځينې موضوعات چې بايد پرې پوه شو:

هرڅومره چې غواص (لامبووهونکی) د بحر د اوبو په ژورو کې ښکته ځي، فشارېي پر بدن زياتېږي، تنفس ورته ګرانيږي، نو له همدې امله لامبووهونکي ددې ستونزې د رفع کولو لپاره له فشار تنظيمونکو څخه ګټه اخلي.

د (6-7) شکل د غواصانو ځانګړي لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر $610m$ ژوروالي پورې په تعادل کې ساتي او د تنفس عمل اسانه کوي.

(6-7) شکل

ايا د سيال د جاري کېدو 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 شو اوبه په فشار 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

ستاسو پر جسم باندې د فشار بدلون

ستاسو په جسم څه پیښیږي کله چې د اتموسفیر په فشار کې بدلون رامنځته شي؟
کله چې په یوه سفر لوړو او یا ټیټو نقطه ته ولاړ شئ، باید ځان د اتموسفیر له فشار سره عیار کړئ ترڅو د بدن د داخلي او خارجي فشار تعادل رامنځته شي. ښايي تجربه کړې مو وي چې لوړو او ټیټو منطقو ته د سفر پر مهال مو غوږونه اوازکوي او سبب يې دا دې چې ستاسو د غوږونو د شاوخوا هوا په فضايي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځته کیږي 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:

$$\left.\begin{aligned} \rho_{Hg} &= 13595\frac{kg}{m^3} \\ g &= 9.80666\frac{m}{s^2} \\ h &= 76cm = 0.76m \end{aligned}\right\}$$

$$P_0 = ?$$

$$P_0 = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_0 = 13595 \times 9.8066 \times 0.76$$

$$P_0 = 101324.372\frac{kg \cdot m \cdot m}{m^3 \cdot s^2}$$

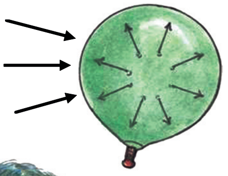
$$P_0 = 1.013 \times 10^5 P_a$$

$$\rho_0 = 1atm$$

b- د بحر په سطح کې پر $2m^2$ مساحت وارده قوه حساب کړئ.

$P_0 = \frac{F}{A} \Rightarrow F = 1.013\times10^5 \times 2 = 2.026\times10^5 N \approx$ 20 ټنه وزن ولیدل شوه چې دا قوه یوه ستره قوه ده.

پوښتني:



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 پېښیږي کله چې په یوې نیچې، د میوو اوبه څښئ؟ تشریح يې کړئ.

4. ولې فشار دیو ژور ډنډ په قاعده کې د یو لوي او کم ژورجهیل د قاعدې له فشار څخه زيات دی؟

7-4: په محصور شوو مايعاتو کې د فشار اندازه کول

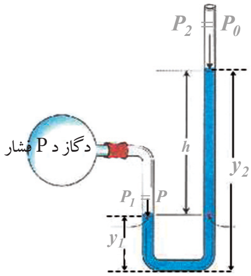
په محصور شوو مايعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له يوې آلې څخه چې د فشار سنج په نامه يادېږي، کار واخلو. دوه ډوله فشار سنج شتون لري. يو د Uډوله سرخلاصی نل چې هغه ته Uشکله مونومتر (U shape monometer) او دويم ډول يې د بوردن مونومتر(Bourdon-type) په نامه يادېږي.

1 - خوله خلاصی مونومتر

دا ډول مونومتر له U ډوله ښيښه يي نل څخه جوړ شوی دی، چې په منځ کې يې مايع وي. يو سر يې خلاص او بل سر يې له يو سيستم (ټانک) سره چې د (P) فشاريې اندازه کوو وصل شوی دی. د کيڼ اړخ د ستون په قاعده کې د مايع فشار مساوي دی له $P+\rho g y_1$ سره، په داسې حال کې چې د ښي اړخ په قاعده کې، د مايع فشار $P_0+\rho g y_2$ دی.

ρ د مونومتر د مايع له کثافت څخه عبارت دی. له هغه ځايه چې دواړه تعريف شوي فشارونه له همغه نقطې سره اړيکه لري، نو ددې له مخې ليکلای شو:

$$P+\rho g y_1 = p_0+\rho g y_2$$
$$P-P_0 = \rho g(y_2-y_1)$$
$$P-P_0 = \rho g h$$

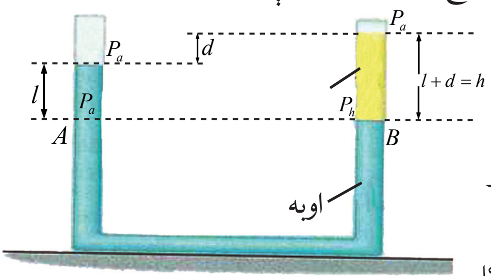


(7-8) شکل

لکه څنګه چې پوهېږئ چې ($P-P_0$) نظر ژوروالي ته، د فشار د توپير په نامه دي او دا فشار د مايع د ستونونو د ارتفاع له توپير سره متناسب دی.

مثال:

يو U ډولې ښيښه يي نل له اوبو څخه يوڅه ډک شوی دی، يوه بله مايع چې له اوبو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په يو انجام کې اچول شوې ده. ترڅو دا مايع د d په فاصله کې د اوبو په پورتنۍ سطحه په بل ستون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.



(7-9) شکل

پيداکړئ:

1 - د مايع د کثافت او اوبو د کثافت ترمنځ نسبت.

2 - که چېرې د مايع د ستون ارتفاع $20cm$ او $d=8cm$ وي، د مايع کثافت پيداکړئ.

حل:

1 - $P_a = P_h$ ځکه چې په عین افقي سطحه کې واقع دي. بناپردې: $P_0 + \rho_L g(d+l) = P_0 + \rho_w gl$

په رابطه کې ρ_L د مایع کثافت او ρ_w د اوبو کثافت راښيي، د پورتنۍ رابطې له ساده کولو وروسته لرو:

$$\frac{\rho_L g(d+L)}{\rho_\omega g(d+L)} = \frac{\rho_\omega \cdot g \cdot L}{\rho_\omega g(d+L)} \Rightarrow \qquad \frac{\rho_L}{\rho_w} = \frac{l}{l+d}$$

2 - ځنګه چې: $\frac{\rho_L}{1000} = \frac{12}{20} \Rightarrow \rho_L = 600\frac{kg}{m^3}$

مثال:

یو خوله خلاصی مونومتر دګاز له یوه ټانک سره تړل شوی دی.

د ښي اړخ په ستون کې د سیمابو سطحه د (10-7) شکل په څیر، $0,39m$ نسبت د مونومتر د کیڼ اړخ سطحې ته لوړه واقع ده. که چیرې یو مونومتر د سیمابو د ستون ارتفاع $0.75m \cdot Hg$ وښيي.

a- دګاز مطلقه فشار څومره دی؟ ځوابونه په نیوټن پر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) او اتموسفیر (atm) وړاندي کړئ.

b- د ژوروالي په نسبت دګاز داخلي فشار (P_G) محاسبه کړئ.

حل:

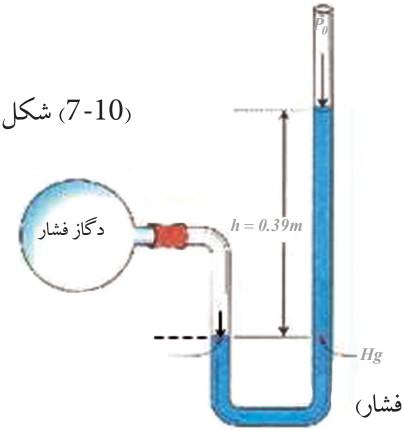
a- د ګاز مطلقه فشار (P_{gas}) عبارت له هغه فشار څخه دي چې د سیمابو د کیڼ اړخ ستون پر پورتنۍ سطحې واردېږي او دا فشار مساوي دی د سیمابو د ښي اړخ ستون په عین افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره. نو دډې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + P_{Hg} = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$

$$1atm = 0.76mHg \Rightarrow m - Hg = \frac{1atm}{0.76}$$

نو دډې له مخې: $P_{gas} = \frac{1.14}{o.76} = 1.5atm$

او $P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 P_a = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$



(7-10) شکل

b- دګاز داخلي فشار (P_G) داسې په لاس راځي:

$$P = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

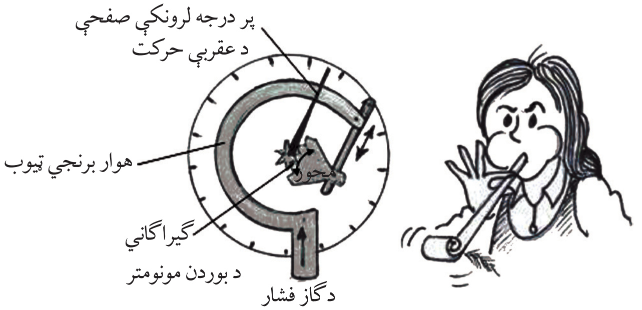
$$(\text{دګاز داخلي فشار}) P_G = \frac{\text{د فشارونو توپیر د سیمابو ستون}}{\text{د یو اتموسفیر د سیمابو ستون}} \times 1atm$$

$$P_G = \frac{P_{Hg}}{P_{atm}} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

$$P_G = 0.513 \times 1.013 \times 10^5\, Pa = 0.519669 \times 10^5\, Pa = 5.2 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$$

2) د بوردن ډوله فشار سنج اله

له دې الې څخه د مایع مونومتر (U ډوله مونو متر) په نسبت دګڼو مقاصدو لپاره په اسانۍ او ارامۍ ډېر کار اخېستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجي هوار ټیوب څخه جوړ شوی دی، چې یو سر یې تړل شوی او په دایره یي ډول کوږ شوی دی. تړل شوی سرېې له یوې ګیرا او کوچنی غاښ لرونکي څرخ چې د یوې مندرجې صفحې پرمخ حرکت کوي له یوې عقربې سره وصل شوي دي. (7-11) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د ټیوب خلاص انجام له هغې الې سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوی دی. کله چې فشار د هوار ټیوب په سر راوړل کېږي، ټیوب ورو وروځان سیخوي او دنل د خلاص انجام (چې له عقربې سره وصل دی) د حرکت په پایله کې عقربه حرکت کوي.

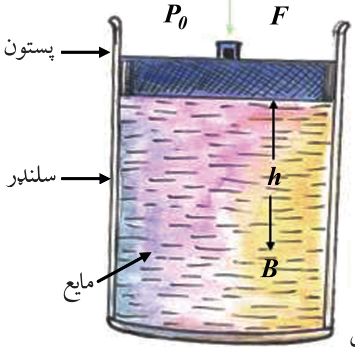


(7-11) شکل

7-5: په سیالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (7-12) شکل یو سیال په یو سلنډر کې ښیي چې له مایع څخه ډک شوی دی او یو پستون لري. ددې پستون په مرسته کولای شو د سلنډر داخلي فشار ته تغییر ورکړو. فشار د مایع د داخل په هره نقطه کې د مثال په ډول د (B) په نقطه کې د $P = P_0 + \rho g h$ معادلې په مرسته حسابیدای شي.

راځئ چې داخلي فشار د ΔP_0 په اندازه زیات کړو. په دې حالت کې د P قیمت هم د پورتنی رابطې پر بنسټ زیاتېږي. دا پایله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه،



(7-12) شکل

چې د پاسکال د قاعدې په نامه یادېږي. هغه فشار چې پر یوې محصور شوې مایع تطبیق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې یې کموالي راشي د مایع ټولو برخو او د لوښي جدارونو ته انتقالیږي.

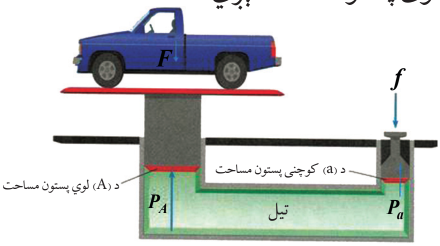
پاسکال د قوي مضاعف کوونکي اله اختراع کړه چې د پاسکال د ابي شکنجي په نامه یاده شوې او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبیق مهم ځایونه لري.

د اوبو شکنجه (*Hydraulic press*)

په بنسټېزه توګه اوبو شکنجه له دوو سلنډرونو څخه جوړه شوې ده، چې له غلیظې مایع څخه ډکه شوې ده او د متحرکو پستونونو په مرسته يې پورتنی سطحې بندې شوي چې په (7-13) شکل کې ښودل شوي دي. لوی پستون د (A) او کوچنی پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

د اوبو شکنجه څنګه کار کوي؟

1 - کله چې تاسو د (f) یوه کوچنۍ قوه په یوه واړه پستون وارده کړئ. د مایع (تیل) پر سطحې وارد شوی فشار $P=\frac{f}{a}$ ، د ارتباطي نل له لارې لوی پستون ته انتقالېږي.



(7-13) شکل

2 - څرنګه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوي دی، نو: $P=\frac{f}{a}=\frac{F}{A}\Rightarrow F=f\times\frac{A}{a}$

وروستی رابطه راښيي چې اوبو شکنجه، د قوې مضاعف کوونکې اله ده چې میخانیکي خیالي ګټه يې له $\frac{A}{a}$ سره مساوي ده. د سلماني څوکۍ، د غاښونو د ډاکتر څوکۍ، د موټرو جکونه او هایدرولیکي برکونه دا ټول هغه وسایل دي چې د پاسکال له قاعدې څخه په ګټې اخېستلو جوړ شوي دي.

تاسو کولای شی د پاسکال د قاعدې په تطبیقولو سره لاندې حیرانوونکي فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت: د یو اوبو بازک (کوچني بوتل) حیرانونکی حرکت د اوبو په لوښي کې.

اړین توکي: اسـتوانه يي ورکوټې بوتل له 8 تر 10 سـانتي متره اوږد، ښېښه يي اوږد مرتبان او د ربړ ارتجاعي پرده (د قیچې شوي پوکانۍ یوه برخه)، اوبه او یوه دانه تشله.

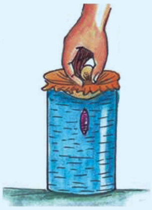
کړنلاره:

1 - مرتبان له اوبو ښه ډک کړئ.

2 - پـه ورکوټـي بوتـل کې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په سـطحه کې پاتې شـي او په مرتبان کې په غوټه کیدو سره لامبو ووهي.

3 - تشله په ربړې 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 دوهم ځل يې پورته راکاږئ، خپلې مشاهدې نوټ کړئ او هغه تشریح کړئ.



(7-14) شکل

د مرتبان په پورتنی سطحه کې د هوا د فشار ډېروالی د مایع له لارې انتقالیږي او ددې لامل گرځي ترڅو چې د اوبو یوه ډېره اندازه د اب بازک په منځ کې ورننه وزي. صعودي قوه پکې کمېږي او ددې لامل گرځي چې د اب بازک بوتل پکې لمباوکړي. د فشار په دویم ځلي کمیدو سره، بوتل خپله صعودي قوه بیامومي او پورتنی سطحې ته پورته ځي.

مثال

په یوه اوبو شکنجه کې که چیرې کوچنی پستون $5cm$ قطر او لوی پستون $40cm$ قطر ولري، په کوچنی پستون باید کومه وزنه کېږدو ترڅو هغه موټر چې $2\times10^4 N$ وزن لري، د لوی پستون د پاسه په توازن کې وساتي؟

حل: لرو چې:

$$d = 5cm \Rightarrow r = \frac{d}{2} = 2.5cm = 0.025m$$

$$D = 40cm \Rightarrow R = 20cm = 0.2m$$

$$F = 2\times10^4 N$$

$$f = ?$$

$$a = \pi r^2 = \pi \times (0.025)^2 = 0.000625\pi$$

$$A = \pi R^2 = \pi \times (0.2)^2 = 0.04\pi$$

$$F = 2\times10^4 N$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow f = F \times \frac{a}{A}$$

$$f = 2\times10^4 \times \frac{0.025\times0.025}{0.2\times0.2} \Rightarrow f = 312.5N$$

ایا پوهېږئ چې تاسو کولای شئ، یوه اوبو شکنجه دیزاین کړئ؟

اضافي فعالیت: هایدرولیکي ماشین

اړین توکي: وړوکی سرنج، لوی سرنج، نری ربړي نل او یوه مایع (اوبه، تیل یا.....)

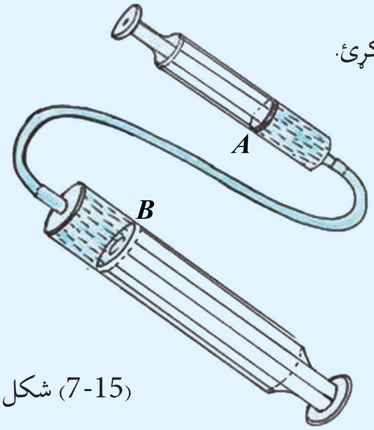
کړنلاره:

1 - د دیاگرام د شکل په څیر 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.

$$\frac{\text{د A پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}} = \frac{\text{د B پر پستون قوه}}{\text{د B مساحت}}$$

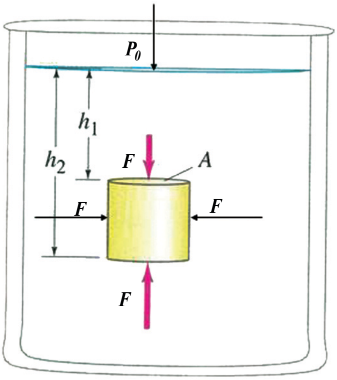
او یا

$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

7-6: د ارشمیدس قانون (*Archimedes Law*)

ولې اجسام په اوبو کې سپک کېږي؟ تاسو مخکې ولوستل چې سیالونه پر اجسامو یوه صعودي قوه واردوي، چې په پایله کې اجسام یو څه او یا په بشپړ ډول په سیال کې 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 یو سیال کې بشپړ ډوب شوی دی، په (7-16) شکل کې ښودل شوی دی.

سیال د جسم پر ټولو سطحو عمودي قوه واردوي. هغه قوه چې د مکعب د قاعدې پر سطحې واردېږي عبارت ده له: $= F_{up} = (P_0 + \rho_f g h_2)A$ صعودي قوه، چې په هغې کې ρ_f د سیال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتنۍ سطحې واردېږي عبارت ده له:



(7-16) شکل

$$\text{نزولي قوه} = F_{down} = (P_0 + \rho_f g h_1)A$$

څرنګه چې $h_2 > h_1$ دی، نو $F_{up} > F_{down}$ او منتجه صعودي قوه به له $F_{up} - F_{down}$ سره برابره وي.

منتجه صعودي قوه په F_B ښیو لیکو: $F_B = \rho_f g(h_2 - h_1)A$

څرنګه چې $(h_2 - h_1)$ د جسم ارتفاع ده نو له مخې یې:

$$\text{د جسم حجم} = V = A(h_2 - h_1)$$

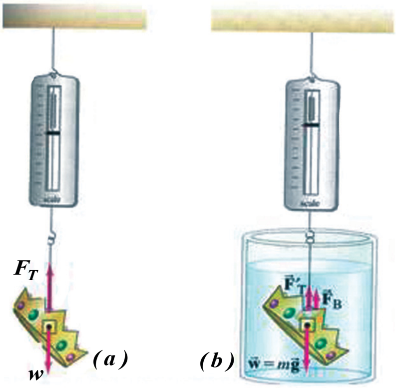
نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي: $F_B = \rho_f \times V \times g$

په وروستۍ 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 د بې ځایه شوي سیال له وزن سره، دا حقیقت په فزیک کې یو له پخوانیو کشفیاتو څخه دی چې شاوخوا 250 کاله مخکې له میلاده د ارشمیدس (Archimedes) یوناني فیلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشمیدس قانون په لاندې توګه تشریح کیدای شي:

هر جسم چې یو څه او یا بشپړ په یو سیال کې ډوب شي، په مقابل کې یې یوه صعودي قوه عمل کوي چې په پایله کې یې وزن کمېږي، چې ددې بایللي وزن کچه په جسم کې مساوي ده.



(7-17) شکل

د نوموړي جسم لخوا د بېځايه شوو اوبو له وزن سره، يعني: دبې ځايه شوي سيال وزن مساوي دي له F_B سره. د جسم د واقعي وزن (W) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول د يوې فنري تلې له انجام څخه ځړوو او د فنر د مقابلې درجه لرونکې صفحې له مخې يې ريښتنې وزن لولو. که چيرې همدا ځړېدلی جسم ټول په مايع (سيال) کې ډوب کړو، ليدل کېږي چې د ارشميدس د صعودي قوې له امله يې وزن کمېږي، په دې حالت کې: $T=W-F_B$

د جسم ظاهري وزن (W') عبارت دي له: $W'=W-F_B$

نو: $=F_B=W-W'$ د بې ځايه شوي سيال وزن

دياګرام ښيي چې: واقعي وزن $=W=T=$ د فنر د راښکلو قوه

ظاهري وزن $=T'=W-F_B$

کله يو جسم لامبو وهي او يا ډوبيږي؟

ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره راځئ درې لانديني حالتونه تر مباحثې لاندې ونيسو:

1 - کله چې د ارشميدس صعودي قوه د جسم له ريښتنيي وزن څخه کمه وي: $F_B<W$ «د منتجه قوې لوری مخ په ښکته نو جسم په سيال کې ښکته ځي او په بشپړ ډول دوبيږي»، يعني: $\rho_f\times v\times g<\rho\times v\times g$ (د سيال کثافت د جسم له کثافت څخه کم دی). $\rho_f<\rho$

2 - که چيرې د ارشميدس قوه مساوي د جسم له ريښتني وزن سره وي:

$$F_B=W$$

«منتجه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دی، یعنې نه ښکته ځي او نه صعود کوي». $\rho \times v \times g = \rho_f \times v \times g$ او یا $\rho = \rho_f$ د سیال کثافت مساوي دی، د جسم له کثافت سره (د جسم د ظاهري وزن کچه په دې حالت کې څومره ده؟)

3 - که چیرې صعودي قوه د جسم له رښتنیي وزن څخه ډېره وي او ټول جسم تر سیال لاندې شي: $F_g > w$ (د منتجه قوې لوری مخ پورته وي او جسم پورته خوا ته تیله کوي) او په پایله کې، جسم په تدریجي توګه د اوبو سطحې ته پورته ځي او لمبا کوي ترڅو پورې چې د تعادل ځای (یوه برخه یې تر اوبو لاندې وي) ونیسي او په دې حالت کې د بې ځایه شوي سیال وزن مساوي دي د جسم له وزن سره.
$\rho \times v \times g > \rho_f \times v \times g$ او یا $\rho > \rho_f$

دلته د سیال کثافت د جسم له کثافت څخه زیات دی، خو کله چې جسم د مایع په سحطه کې لمبا کوي، یوه برخه یې ترمایع لاندې وي او دسکون حالت لري، یعنې په تعادل کې دی. نو له دې امله:

$$F_{B'} > W$$

او:

$$V'_f \rho_f g = V \rho_0 g$$

(V'_f مساوي دی د جسم د ډوبې شوې برخې له حجم سره په مایع کې).

$$\frac{V_f}{V} = \frac{\rho_0}{\rho_f}$$

نو، د کثافتونو نسبت مساوي دی، د جسم د ډوب شوي حجم له کسر سره.

مثال: د یخ کثافت $920\,Kg/m^3$ دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت $1025\,Kg/m^3$ دی. د لامبووهونکي یخ ټوټې کوم کسر:

a: په اوبو کې ښکته ځي؟
b: له اوبو څخه بهر پاته کیږي؟

حل:a- په اوبو کې د ډوب شوي حجم کسر $\dfrac{V_f}{V} = \dfrac{\rho}{\rho_f} = \dfrac{920}{1025}$

$$= 0.89 = 89\%$$

b- له اوبو څخه د بهر حجم کسر $= 100\% - 89\%$

$$= 11\%$$

د ارشمیدس دصعودي قوې پرکچې باندې د مایع د کثافت د اغیزې مشاهده کولو لپاره، لاندې فعالیت ترسره کولای شئ.

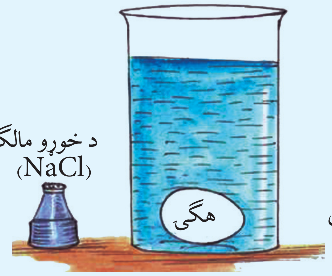
فعالیت: د یوې هګۍ لامبو

اړین توکي: (تازه هګۍ، یو ښیښه یي لوښی، اوبه، د خوړومالګه ($Nacl$) کاچوغه او لرونکی سیخ).

کړنلاره:

1 - د لوښې دوه ثلثه ($\frac{2}{3}$) له اوبو څخه ډک کړئ.

2 - هګۍ ورو د اوبو په منځ کې ښکته کړئ، و به ګورئ، چې هګۍ په اوبو کې ډوبیږي، بیان کړئ چې ولې؟



(7-18) شکل

3 - یوه ډکه چای خوري کاچوغه مالګه په اوبو کې واچوئ او ویې لړئ او هګۍ مشاهده کړئ.

4 - مالګه ډېروئ ترڅو هګۍ د اوبو سرته راشي او یو 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 پایلې ته به ورسیږئ چې د مالګې په زیاتولو سره په تدریج د مالګینو اوبو کثافت زیاتیږي او صعودي قوه هم په تدریج سره زیاتیږي، یعنې کولای شو ووایو: صعودي قوه د مایع له کثافت سره مستقیماً متناسبه ده.

مثال

یو سړی د سروزرویو سیټ له یوه مارکیټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کورته راځي سره زر تلي $7.84N$ کیږي. په دوهم پړاو کې د همدې سروزرو وزن په اوبو کې پیداکوي، تله دا ځلې $6.86N$ ښیي. ایا سره زر چې اخېستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوته یاګډ؟ تشریح یې کړئ.

حل:

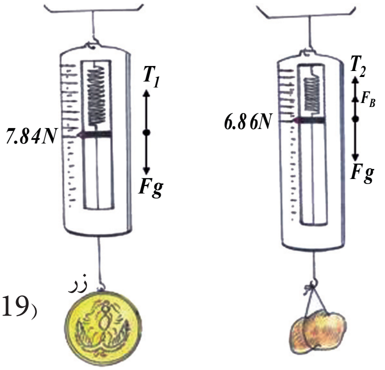
1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

د زرو وزن $= F_g = 7.84N$

ظاهري وزن $= 6.86N$

د اوبو کثافت $= \rho_w = 1.00 \times 10^3\ Kg/m^3$

د سروزرو کثافت $= \rho_g = ?$



(7-19) شکل

2 - $W = mg = 7.84N$

ظاهري وزن $= F_g - F_B$

$$\therefore F_B = 7.84 - 6.86 = 0.98\ N$$

$$F_B = V_0\ \rho g$$

$$0.98 = V_0 \times 1.0 \times 10^3 \times 9.8$$

$$V_0 = 1 \times 10^{-4} m^3$$

$$\therefore F_g = w = m_0 g = V_0 \rho_0 g \Rightarrow \rho_0 = \frac{w}{v_0 \cdot g}$$

$$\rho_0 = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3\ Kg/m^3$$

خو د سروزرو کثافت $19.3 \times 10^3\ Kg/m^3$ دی. نو اخیستل شوي سره زر سوچه یا خالص نه دي.

پوښتني:

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: $F_{net} = (\rho_{جسم} - \rho)gV_{جسم}$

c: $F_{net} = \rho_f gA(h_2 - h_1)$

d: $F_{net} = (\rho_f + \rho)gV_0$

3 - په څه ډول لامبووهوونکی جسم د صعودي قوې لخوا اغېزمن کېږي، بیان یې کړئ.

4 - په اوبو کې د هر ډوب شوي جسم لپاره د ارشمیدس صعودي قوه مساوي له څه شی 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 اوسپني یو پیچ

d- $5ml$ اوبه

مواد	کثافت په Kg/m^3
یخ	0.917×10^3
اوسپنه	7.86×10^3
سره زر	19.3×10^3
سیماب	13.6×10^3

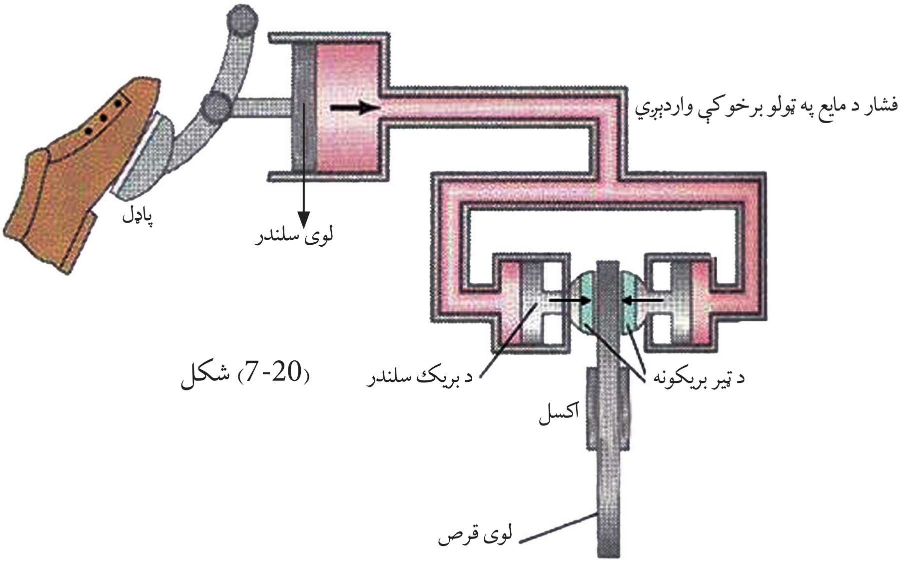
دایروي هایدرولیک بریکونه

د یوه موټر پر څلورو ټایرونو د قوو د مساوي تطبیق او پر بریک باندې د قوې د کچې د زیاتولو لپاره د پاسکال له قانون څخه ګټه اخېستل شوې ده. دا کار څنګه ترسره کېږي؟

1 - د ډرېور پښه پستون ته فشار ورکوي ترڅو د بریک پر مایع فشار راشي.

2 - فشار د مایع له لارې په پستونونو کې د دایروي لویو قرصونو یا 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 مایع په ټولو برخو کې واردېږي.



(20-7) شکل

د اووم څپرکي لنډيز

1 - سيال د هغو موادو څخه عبارت دي 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 زياتيدو سره زياتيږي.

4 - د اتموسفير وزن د فشار د منځته راتلو سبب ګرځي چې د اتموسفير فشار په نامه يادېږي.

5 - سيالونه د لوړ فشار له سيمې څخه د ټيټ فشار سيمې ته بهيږي.

6 - پر يو محصور شوي سيال تطبيق شوی فشار د سيال په هره نقطه او د لوښي په جدارونو کې په مساوي توګه انتقال کوي، (د پاسکال قاعده).

7 - صعودي قوه د هغې قوې څخه عبارت ده چې د سيال لخوا مخ په پورته لور پر يوه جسم چې يو څه او يا په بشپړ ډول ډوب شوی وي، عمل کوي.

8 - صعودي قوه په مايع کې د فشار د اختلاف له امله منځته راځي.

9 - د ارشميدس قاعده بيانوي چې ((پر يوه جسم صعودي قوه مساوي ده، د نوموړي جسم په واسطه د بې ځايه شوي سيال له وزن سره)).

10 - په يوه لامبووهونکي جسم د صعودي قوې کچه مساوي ده د جسم له وزن سره (سيستم په تعادل کې دی) او يا په بل عبارت د سيال يوه سيستم د تعادل په صورت کې په يوه لامبوهونکی جسم د صعودي قوې مقدار د جسم له وزن سره مساوي دی.

د اووم څپرکي پوښتنې

1 - لاندې مفاهيم او کلمات په خپله ژبه تعريف کړئ:

سيال، د اتموسفير فشار، د ارشميدس صعودي قوه.

2 - له لاندې بيانيو څخه کومه يوه يې د سيالونو په باره کې سمه ده؟

a. ډير کم سيالونه (په ندرت سره) د هغو لوښو شکل ځانته نيسي چې په کې وي.

b. سيالونه مايعات او غازات رانغاړي.

c. سيالونه له ټيټ فشار څخه د لوړ فشار په لوري جريان پيداکوي.

d. سيالونه ډېر فشار په ښکته لوري واردوي.

3 - ولې تاسو د اتموسفير د فشار له امله نه شکنجه کېږئ؟

مسايل:

4 - د لمبلو د يو ډنډ د قاعدې فشار چې 3m ژور دی، څومره دی؟

(د اتموسفير فشار $=1.013\times10^{5}P_a$)

5 - د يوې ټوټې فلز وزن په هوا کې $50N$، په اوبو کې $36N$ او په ناڅرګنده مايع کې $41N$ دی. د فلز او ناڅرګندې مايع کثافتونه پيداکړئ.

6 - ډېرې کښتۍ له پلاستيک او نورو ترکيبي موادو څخه جوړې شوې ده، چې کثافت يې د اوبو له کثافت څخه زيات دی، څرنګه دا کښتۍ کولای شي په اوبو کې لامبووهي؟

7 - يو ربړي تش بالون د $(0.012)Kg$ کتلې لرونکی دی. دا بالون د $0^{\circ}c$، په $1atm$ فشار او $(0.179)\,Kg/m^{3}$کثافت د هيليوم له 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 ياد ولرئ چې: $\rho_{air}1.29\,Kg/m^{3}$ او $g=9.8\,m/s^{2}$ دی.

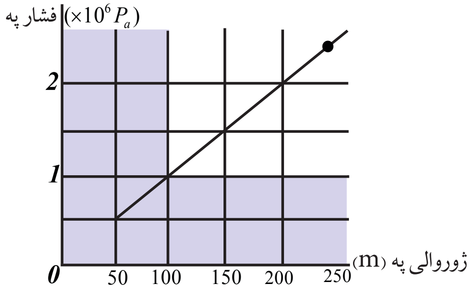
8 - 250m لوړوالي ته د اوبو د پمپ کولو لپاره د تعمير په ډېره لوړه نقطه کې کوم داخلي فشار (P_G) ته اړتيا ده ترڅو اوبه د تعمير له قاعدې څخه نومورې ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت $10^{3}kg/m^{2}$ او $g=9.8\,m/s^{2}$ دی.

9 - یو ساده یو (u) ډوله ښیښه یي تیوب د سیمابو لرونکی دی، د تیوب 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 ژوروالو کې اندازه شوی دی ښیي. له دې ګراف څخه په ګټې اخیستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووایي.



1. فشار پر یوه جسم کله چې د اوبو په $100m$ ژوروالي کې وي، څومره دی؟

a) $1.0\times10^6 P_a$ b) $1.5\times10^6 P_a$

c) $2.0\times10^6 P_a$ d) $1.1\times10^6 P_a$

2. په ګراف کې د ثبت شوو ارقامو پربنسټ له لاندې فشارونو څخه، په 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) $2.6\times10^6 P_a$

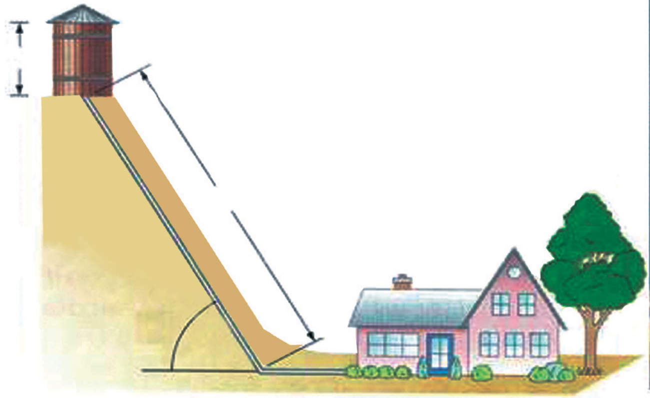
c) $2.2\times10^6 P_a$ d) $5.0\times10^6 P_a$

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 یو سلنډر کې د مایع ارتفاع (h_1) او په دویم سلنډر کې (h_2) ده. د جاذبې قوې لخوا څومره کار ترسره شي، ترڅو د دواړو سلنډرونو سطحې په تعادل کې راولي، یعنې د عین ارتفاع لرونکي شي؟ (البته هغه وخت چې دواړه سلنډرونه سره وصل شي).

متحرک یا خوځنده سیالونه

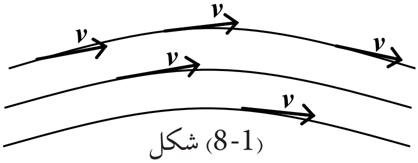
8-1: خیالي (ایډیال) سیالونه

په خوځنده مایعاتو او ګازاتو کې د تشابه او یا توپیرونو اړخونه او ځانګړتیاوې:



لکه چې له پخوا پوهېږئ چې ماده په طبیعت کې په درو حالتونو جامد، مایع او ګاز پیداکېږي.
سیال د موادو یا اجسامو هغه حالت ته وایي چې د مایع او غاز په حالت کې وي، سیال د مایعاتو او غازاتو شریک نوم دی. هغوی په ځنو مواردو کې شریکې ځانګړنې لري، په داسې حال کې چې په ځینو خواصو کې د هغو ترمنځ توپیرونه شتون لري. یعنې دا چې د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتیاوې او هم د ځانګړتیا توپیرونه شته دي. مخکې مو سیالونه د سکون په حالت کې مطالعه کړل او دهغو د ځانګړنو په هکله مو معلومات ترلاسه کړل. په دې څپرکي کې تاسو سیالونه د حرکت په حالت کې مطالعه کوئ.
تاسو له پخوانیو معلوماتو څخه پوهېږئ چې مایعات که د سکون په حالت کې وي اویا د حرکت په حال کې متراکم (زبېښل) کېږي نه، یعنې د مایع حجم د فشار له امله تغییر نه کوي. برعکس د یوې کچې غازو حجم چې په یوه تړلې محفظه کې ځای پرځای شوي او د سکون په حالت کې وي، د فشار له امله تغییر کوي. خوکله چې غاز د جریان په حالت کې وي، هغه کولای شو غیر متراکم و منو مګر په هغو حالاتو کې چې په لاندې ډول توضیح کېږي:
کله چې د غاز د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو غازاتو پر حجم د فشار د تغییراتو اغېزه تر هغه حده کمه ده چې کولای شو، ترې صرف نظر وکړو. د ګاز او مایع ترمنځ چې د حرکت په حالت کې وي، د پام وړ توپیر شتون نه لري. هغه قوانین چې د متحرکو غازاتو لپاره تطبیق کېږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبیق وړتیا لري. خو باید پام وساتو، که چېرې د سیال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه زیات شي، مثلاً د انفجار په څېر حالاتو کې او یا په هغو حالاتو کې چې د ګاز غلظت په ډېره ټیټه سطحه کې واقع وي، (د مثال په توګه که چیرې له $0.1mba$ څخه په کم فشار په هغو نلونو کې چې قطریې له $1mm$ څخه زیات وي). د مایعاتو او ګازاتو مطالعه ترګډو او یو شان قواعدو لاندې شونې نه ده.

کله چې مایع د یو لوښي او یا یو نل په منځ کې جریان ولري، د مایع د ذرو او هغه لوښي د جدار (دیوال) ترمنځ چې مایع په کې جریان لري، یو اصطکاک منځته راځي. ددې اصطکاک قیمت، په ګازاتو او په ځنو مایعاتو کې ټیټ دي، ځکه چې د ذرو رغړیدل (ښویدل) یې یو دبل پرمخ په ډېره اسانی کېږي. نو له دې کبله د سیالونو (مایع، ګاز) د جریان فارمولونه ځانته ډېره ساده بڼه نیسي.
ځکه چې له اصطکاک څخه صرف نظر کېږي او د دوو ځانګړنو، اصطکاک او د تراکم وړتیا له نظره کولای شو خیالي سیال داسې تعریف کړو:
یو سیال (مایع، ګاز) ته هغه مهال خیالي (ایډیال) ویلی شو چې پرته له اصطکاکه وي او د تراکم وړتیا ونه لري. خو په حقیقت کې هغه مایعات چې یو قشر یې د بل قشر پرمخ ورغړي او اصطکاک تولید نکړي، اصلاً شتون نه لري. پام وکړئ کله چې له اصطکاک څخه خبرې کوو، زموږ موخه د سیال داخلي اصطکاک دی. هغه قوانین چې ددې ډول سیالونو په هکله تطبیق کېږي، د هغو ګازونو او مایعاتو په باب چې د کمزوري اصطکاک لرونکي وي، هم په تقریبي ډول تطبیق کېږي او د نورو سیالونو او واقعي سیالونو په برخه کې هغه مهال کولای شو ربښتیني حالت ته ورسېږو چې په فارمولونو کې هغه برخې چې له هغو سره د اصطکاک اغېز هم په نظر کې نیول کېږي، باید ورزیات کړو.
په لاندې شکل کې د یوې مایع د حرکت څرنګوالی ګورو. که چېرې د هرې فضایي نقطې لپاره چې مایع ترې تیرېږي، د سرعت وکتور د وخت د تابع په توګه ټاکل شوی وي، د v وکتورونو مجموعه چې د نومورو ټولو فضایي نقطو رانغاړوونکې ده، د سرعت د وکتور ساحه تشکیلوي.



(8-1) شکل

په متحرکو مایعاتو کې خطونه داسې تیرېږي چې د v سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس دي او دا خطونه د جریان د خطونو په نامه یادوي.
تجربه ښیي چې د جریان د خطونو تراکم (غلظت، کثرت یاګڼوالي) د مایع جریان د سرعت له کمیت سره په همغه محل کې متناسب دی، چې د $\Delta N/\Delta s$ په افاده یې ښیي. ΔN د جریان د خطونو شمېر او Δs هغه سطحه ده چې د جریان خطونه ترې تیرېږي او پر هغې عمود دي. د جریان د خطونو د تصویر له مخې کولای شو د v د وکتور د لوري او کمیت په هکله د فضا په مختلفو نقاطو کې قضاوت وکړو، یعنې: په هغه ځای کې چې سرعت زیات وي (د نل قطر کوچنی وي)، د جریان خطونه په متقارب (یو له بل سره نژدې) وي او په هغه ځاي کې چې سرعت کم وي، (د نل قطر لوی وي)، د جریان خطونه متباعد (یو له بله لرې) وي. د موضوع د ښې تشریح لپاره لاندې تصوري یا خیالي تجربه ترسره کوو:

تجربه

تجربه: ذرې له یوې متحرکې مایع سره چې له یوه نل څخه تیرېږي، مخلوط کوو، داسې چې ددې ذرو کثافت په خپلو کې ډېر کم توپیر ولري. اوس د مایع د جریان حالت د مایع په منځ کې د ذرو له حرکت څخه په ګټې اخېستلو، د عکاسی د یوې دستګاه پرمټ چې وکولای شي د ډېرو لنډو وختونو لپاره عکاسي وکړي، تر مطالعې لاندې نیسو، په عکسونو کې مخلوط شوي ذرات هر یو د خپل سرعت له کچې سره سم یو اوږد یا لنډ خط ښيي، چې په حقیقت کې همغه د جریانونو خطونه دي. همدارنګه په عکسونو کې لیدل کېږي چې څومره چې دیوې مایع د جریان مسیر کوچنی کېږي، یعنې د هغه نل قطر چې مایع ترې تیرېږي، کوچنی کېږي، په همغه تناسب د جریان خطونه یو له بله سره نږدې واقع کېږي او که چیرې قطر لوی شي، د خطونو ترمنځ واټن زیاتېږي.

په ډېرو جریانونو کې د جریان د خطونو تصویر په مختلفو وختونو کې یو شان باقي پاتې کېږي. داسې چې د مایع هره ذره، د فضا یوه مطلوبه نقطه په عین سرعت سره عبور کوي. په دې جریانونو کې د ذرو د سرعت کمیت او لوري چې له مایع څخه تیرېږي، مساوي دي او هغه شخص چې لیدونکی دی، تل له جریان څخه عین تصویر په خپلو سترګو ګوري چې دې ډول جریان ته مستقر جریان وايي.

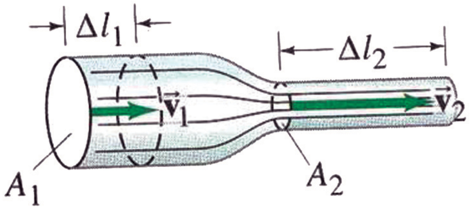
په دې ډول جریانونو کې د مایعاتو د جریان هیڅ یو کمیت لکه (فشار، سرعت، اصطکاک، د عبوري مایع کچه) د وخت تابع نه دي. که چیرې دا کمیتونه د مایع په یو جریان کې د وخت په تیریدو سره بدلون ومومي، دې مایع ته غیر مستقره مایع وايي. د مایع هغه برخه چې د جریان د خطونو لخوا محدودېږي، د جریان د لولې په نامه یادېږي. د مایع سرعت وکتور (V) چې په هره نقطه کې د جریان پر خط مماس دی، د جریان د لولو پر سطحې هم مماس وي او دا ددې لامل کېږي چې د مایع ذرې د خپل حرکت پر مهال د جریان د لولې دیوالونه قطع نه کړي.

8-2: د متمادیت معادله

د یوې ایده ال مایع، د جریان د سرعت اړیکي له فشار او مقطع سره:

که چیرې یوه مایع چې د تراکم وړ نه ده، یا په بل عبارت کثافت یې په هر ځای کې یو شان او ثابت دی. له یو نل څخه چې د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، عبور وکړي، د مایع د جریان سرعت د نل په منځ کې تغییر کوي، ځکه چې مایع نه متراکمه کېږي.

د (8-2) په شکل کې مایع د V_1 په حجم چې د t په زمان کې د A_1 له مقطع څخه تیرېږي، د A_2 له مقطع څخه د t په عین وخت کې د V_2 عین حجم تیرېږي، نو په دې حالت کې $V_1 = V_2$ دی.



(8-2) شکل

که چیرې v_1 او v_2 په ترتیب سره د مایع د جریان سرعت د A_1 او A_2 په مقاطعو کې وي، د مایع ذرې د t په ټاکلي وخت کې $l_1 = v_1 \cdot t$ او $l_2 = v_2 \cdot t$ واټنونه وهي. له دې روابطو څخه حجمونه په دې ډول لاس ته راوړو: $V_1 = A_1 \cdot l_1 = A_1 \cdot v_1 \cdot t ....(1)$ او $V_2 = A_2 \cdot l_2 = A_2 \cdot v_2 \cdot t ....(2)$

دا چې: $V_1 = V_2$ دی، نو کولای شو ولیکو چې:

$$A_1 \cdot v_1 \cdot t = A_2 \cdot v_2 \cdot t \quad \Rightarrow \text{ اویا } \quad A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 ....(3)$$

(3) رابطه د (A_1, A_2)، (A_2, A_3) او..... د مقاطعو د هرې جوړې لپاره د تطبیق وړ دي.

په دې ډول په عمومي توګه ویلای شو چې د $(A \cdot V)$ کمیت، د نه تراکم کیدونکې مایع لپاره د جریان په هره مقطع کې یو شان دی. او دنل له سره تر پایه عین جریان یو ثابت کمیت باقي پاتې کېږي او دا جریان پرله پسې (متمادي) دي، یعنې: $A \cdot v = \cos t$

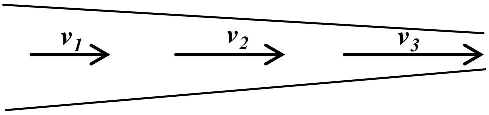
له وروستی رابطې څخه پایله ترلاسه کېږي چې د (A) د نل د مقطع غټوالی د مایع د (v) جریان له سرعت سره معکوس نسبت لري. که چیرې د (3) رابطې د A_1 : A_2 = $v_1 : v_2$ شکل ته تغییر ورکړو.

پورتنۍ رابطه د متمادیت یا پیوستګۍ (تسلسل) د معادلې په نامه یادوي، چې داسې وایي:

په یو داسې نل کې چې د بیلابیلو مقطعو لرونکی دی، د مایع د جریان سرعت معکوساً د نل له مقطع سره متناسب دی.

یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت کم او په کوچنۍ مقطع کې د جریان سرعت ډېر دی.

د $A \cdot v = \cos t$ له افادې څخه همدا راز کولای شو استنباط کړو چې که A یعنې د هغه نل مقطع چې مایع ترې تیرېږي، تغییر وکړي، د مایع د جریان سرعت تغییر کوي. څرنګه چې د سرعت تغییر په زمان کې د تعجیل په معنا دی، نو د مایع ذرې تعجیلي حرکت پیداکوي. دا وینا په دې معنا ده چې د نل د محور په اوږدوکې یو غیر ثابت فشار منځته راځي، چې د تعجیل لامل کېږي. په هغه نقاطوکې چې سرعت لږ دی، فشار باید ډېروي او برعکس.



شکل (3-8)

د تسلسل او متمادیت قضیه د واقعي مایعاتو په جریان کې او حتی په ګازونو کې په هغو حالتونو کې د تطبیق وړ ده چې د تراکم له قابلیت څخه یې تیر شو. لکه څنګه چې په پورته کې موږویل، په یاد باید ولرو چې که مایعات او ګازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي، غیر متراکم ورته ویل کېږي.

8-3: د برنولي معادله

د یوې مایع جریان د سرعت اړیکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پیوستګی) او متمادیت په قضیه کې ولیدلې، اوس دا رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

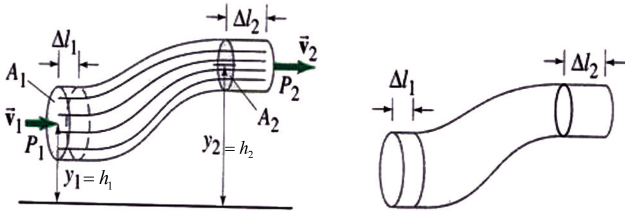
په یو سیال چې له اصطکاک څخه په کې صرف نظر شوی وي، د انرژي د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخېستلو سره کولای شو، د هغو کمیتونو ترمنځ چې د سیال جریان مشخص کوي، بنسټیزه رابطه لاس ته راوړو. ددې مطلب د لاتوضیح کولو لپاره یوه خیالي مایع په نظر کې نیسو. چې په ثابت او یو ډول په یو نل کې جریان لري. په دې مایع کې د یو جریان یوه لوله چې کوچنۍ مقطع لري، مطالعه کوو.

د (8-4) شکل ته پام وکړئ. هغه حجمونه چې مایع په کې جریان لري، له یوې خوا د جریان د لولې د دیوالونو او له بلې خوا د A_1 او A_2 مقطعو لخوا چې د جریان په خطونو عمود دي، محدود شوي دي. ددې نل په ټولو برخو کې چې مایع یې له منځ څخه تیرېږي، فشار شتون لري. د بېلګې په توګه د A_1 په موقعیت کې د P_1 فشار او د A_2 په موقعیت کې د P_2 فشار عمل کوي. که د هغې مایع د جریان له کبله چې له شا څخه راځي د A_1 مقطع د A_1 موقعیت ته یو ورل شي، هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین 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 ولیکو: $W = P_1 \cdot V$.......(1)



(8-4) شکل (a) (b)

که چیرې د یوې مایع کچه چې د A_1 او A_2 په مقطعو کې جریان لري، په نظر کې ونیسو، د (W) کار د نسبي یا جزیي کارونو د رامنځته کیدو سبب ګرځي داسې چې:

1 - د A_2 مقطع د P_2 د فشار له کبله د A_2' موقعیت ته داسې رغړول کېږي، چې هغه حجم چې د A_2 او A_2' مقاطعو ترمنځ قرار لري، عین همغه د V قیمت لري چې د A_1 او A_1' د مقاطعو ترمنځ یې درلود او د اړتیا وړ کار عبارت له W_1 څخه دی:

$$W_1 = F_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = P_2 \cdot A_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot V......(2)$$

2 - د V په حجم یوه اندازه مایع د h_1 له ارتفاع څخه داسې موقعیت ته راوړل کېږي چې د h_2 ارتفاع لري. نو هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین دی، عبارت له W_2 څخه دی:

$$W_2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$
$$W_2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1) \text{.......(3)}$$

3 - هغه اندازه مایع چې په لاندینۍ سطحه کې ده، د v_1 سرعت لري او حرکي انرژي يې عبارت دی له:
$$E_{K1} = mv_1^2/2$$
څرنګه چې دا اندازه مایع په لاندینۍ سطحه کې زېښبل(فشرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتنۍ حجم کې د v_2 له سرعت او $E_{K2} = mv_2^2/2$ حرکي انرژي سره نفوذ کوي. د حرکي انرژي د کچې د زیاتولو لپاره، د اړتیا وړ کار عبارت دی له: $W_3 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}mv_1^2$.......(4)

که چیرې د انرژي له هغې کچې څخه چې د نل د جدار او مایع د ذرو ترمنځ د اصطکاک د بې اغېزې کولو لپاره د نل په اوږدو کې اړینه ده، صرف نظرو شي، د برنولي قانون $W = W_1 + W_2 + W_3$ له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي: $P_1V = (p_2V) + (V\rho\, g\, h_2 - V\rho\, g\, h_1) + (1/2mV_2^2 - 1/2\,mV_1^2)$

که چېرې د $m = V\rho$ پرځای تعویض شي او ټوله معادله په V سره اختصار شي لرو چې:
$$p_1 = p_2 + \rho\, g\, h_2 - \rho\, g\, h_1 + 1/2\,\rho\, V_2^2 - 1/2\,\rho\, V_1^2$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او اسانه کړو، د برنولي قانون د جریان په هکله په دې ډول لاسته راوړو: $P_1 + \rho\, gh_1 + 1/2\,\rho V_1^2 = P_2 + \rho\, gh_2 + 1/2\,\rho V_2^2$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یو نل په منځ کې جریان لري صدق کوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په ازاده توګه او یا هم د یوې مایع د ذرو په هکله چې د ریښو په بڼه د نلولونو ترمنځ یو دبل ترڅنګ پراته له دې چې یو له بل سره مخلوط شي جریان ولري، د تطبیق وړتیا لري.

که چیرې په یو جریان کې د h_1 او h_2 ارتفاع سره مساوي او یا یو له بله څخه ډېر کم توپیر ولري، د $\rho\, gh_1$ او $\rho\, gh_2$ اجزاء په معادله کې یو اوبل افنا کوي او له اغېزو څخه یې کولای شو صرف نظر وکړو.

باید وویل شي چې له اخیرنۍ ساده افادې څخه ترټولو دمخه په ګازاتو کې ګټه اخېستل کېږي، ځکه چې د ګازاتو کثافت کوچنی دی. د برنولي د قانون په ساده رابطه کې دا شکل ځانته نیسي:

$$P_1 + \frac{\rho\, v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho\, v_2^2}{2}$$

پورتنۍ افاده دا بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې کم دی چېرته چې سرعت ډېروي. د A_1 او A_2 مقطع ګانې په کیفي ډول انتخاب شوي دي او ویلي شو، دلولې 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 رامنځته 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 خواو ته شتون لري، کیدای شي داسې تلقي شي چې د جریان همدا عین خط له دوو کیفي نقطو سره تعلق لري، په پایله کې ښیي چې د جریان د هر خط په اوږدو کې په یوه خیالي مایع کې دغه شرط صدق کوي. $\rho\, v^2/2 + \rho\, gh + p = ct$ وروستنۍ رابطه د برنولي د معادلې بل شکل دی.

موږ دغه معادله د یوې خیالي مایع لپاره لاس ته راوړه، چې د حقیقي مایعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک یې ډېر زیات نه دي، هم د تطبیق قابلیت لري.

فشار د اوبو د بند په قاعده کې

یو بل حالت چې موږ د سیال جریان د سرعت اړیکې له فشار او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوو، د اوبو بند دی.

فرض کوو چې د یوې مایع په وړاندې چې په افقي ډول جریان لري، یو بند جوړ شي. په هغه صورت کې طبیعي ده چې د هغه زیات فشار له کبله چې د بند په کاسه کې منځته راځئ. مایع د سکون حالت ته ورګرځي. دغه د ډېر فشار تولیدیدل د بند د فشار په نامه یادیږي او په P_s ښودل کیږي، چې عبارت دي له: $p_2 - p_1 = p_s$ دا فشار هغه مهال کولای شو، محاسبه کړو چې د برنولي په معادله کې $v_2 = 0$ سره تعویض شي. په هغه صورت کې به ولرو چې: $p_s = p_2 - p_1 = 1/2\,\rho\, v_1^2$

د $(1/2\,\rho v^2)$ د بند د فشار قیمت ورکوي چې کولای شو، هغه په یوه نقطه کې چې د V سرعت لري، د جریان په ودرولو سره لاس ته راوړو. دا فشار د بند په ټولو نورو نقطو کې د بند د فشار مشخص کوونکی دی. نو ددې له مخې به په افقي جریان کې کولای شو د برنولي قانون داسې بیان کړو:

د یو افقي جریان په ټول بهیر کې د P د فشار مجموعه او د $(1/2\,\rho v^2)$ بند فشار ثابت دي.

د بند د فشار د مفهوم په درک کولو سره، اوس کولای شو چې په عددي توګه حساب کړو چې په متحرکو ګازونو کې د فشار توپیرونه ترکومه حده پورته ځي.

مثال

د هوا کثافت له $\rho = 0{,}125\, kg/m3$ څخه عبارت دي او په لوړو سرعتونو کې $v = 40\, m/\sec$

$$Ps = 1/2\,\rho\, v^2 = 1/2 \cdot 0{,}125 kg/m3 \cdot 1600\, m^2/s^2 = 100 kgm/s^2/m^2 = 100 N/m^2$$

$$= 100 P_a = 0.001 bar$$

په هغه صورت کې چې د جریان سرعت په دې توګه یو لوړ قیمت ولري. فشار د هوا د نورمال فشاریوازې 1% دې. د حجم توپیر هم په همدې تناسب کوچنی وي. له همدې کبله دی چې متحرک ګازونه د تراکم کیدو وړنه ګڼل کېږي.

مثال: یو ربړي پیپ چې په باغچه کې تري ګټه اخېستل کېږي، د $d_1 = 12{,}7mm$ قطر لرونکی دی. ددې پیپ په اخره برخه کې یوه بله وصلیه ټوټه شتون لري چې داخلي قطریې د نل (اخري سوري ترخولې پورې $d_2 = 5mm$ ورو ورو تنګېږي. کله چې اوبه دې وصل شوي ټوټې ته ورسېږي. فشار یې د شاوخوا چاپیر په وړاندې $1{,}8bar$ دی. د اوبو د وتلو سرعت محاسبه کړي، (په هغه صورت کې چې له اصطکاک څخه صرف نظر وشي).
اوبه د x په کومه فاصله کې ځمکې ته رسېږي؟ په هغه صورت کې چې د پیپ خوله له افقي محور سره د $y = 1m$ په ارتفاع د ځمکې له سطحې څخه واقع شي، (د اوبو کثافت $1000kg/m^3$ په نظر کې ونیسئ).

حل: د برنولي او متمادیت قانون پرنسپ چې د پیپ د پیل او پای په نقطو (جټ باندې) تطبیق کېږي، لرو چې:

$p_1 + 1/2\,\rho v_1^{\,2} = p_2 + 1/2\,\rho v_2^{\,2}$ یا

$$\Rightarrow 1/2\,\rho(v_2^{\,2} - v_1^{\,2}) = p_1 - p_2 \Rightarrow v_2^{\,2} - v_1^{\,2} = 2/\rho\,(p_1 - p_2)$$

له بله پلوه د متمادیت له معادلې څخه لرو:

$$v_2 A_2 = v_1 A_1$$

$$v_1 = \frac{v_2 A_2}{A_1} = v_2\left(\frac{\pi\, r_2^{\,2}}{\pi\, r_1^{\,2}}\right)$$

$$v_1 = v_2\left[\frac{d_2/2}{d_1/2}\right]^2 = v_2\left(\frac{d_2}{2}\cdot\frac{2}{d_1}\right)^2$$

$$v_1 = v_2\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

د دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې: $V_1^{\,2} = V_2^{\,2}(d_2/d_1)^4$
که چېرې د $v_1^{\,2}$ قیمت چې پورته مو په لاس راوړی دی، په وروستی معادله کې یې پرځای وضع کړو، لرو چې:

$$V_2^{\,2}\left[1 - (d_2/d_1)^4\right] = 2/\rho\,(p_1 - p_2)$$

$$d_2/d_1 = 5mm/12{,}7mm = 0{,}394 \quad , \qquad 2/\rho = 2m^3/1000kg = 0{,}002\,m^3/kg$$

$$p_1 - p_2 = 1{,}8bar = 1{,}8\cdot 10^5\, N/m^2$$

په پورته معادلو کې ددې قیمتونو له ځای پرځای کولو څخه د v_2 قیمت لاس ته راوړو:

$$v_2^{\,2} = (0{,}002\,m^3/kg\cdot 1{,}8\cdot 10^5\,N/m^2)/(1 - 0{,}394^4) = (360m^2/s^2)/0{,}976 = 368{,}852\,m^2/s^2$$

$$v_2 = 19{,}205\,m/s$$

له افقي غورځوني څخه پوهېږو چې:

$$X = v_2\cdot t \qquad\qquad y = -\tfrac{1}{2}g\cdot t^2 = -1m \Rightarrow t^2 = 2/s \Rightarrow t = \sqrt{2/g}$$

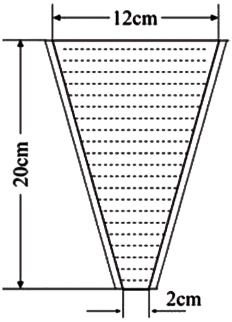
$$t = \sqrt{2m/9{,}81\,m/s^2} = 0{,}45s \Rightarrow \quad x = 19.205m/s \times 0.45s = 8{,}64m$$

پوښتنې

1. د فشــار توپير پيداکړئ، په هغه صورت کې چې د يو نل د دوو ســرونو ترمنځ د نل د مقطع مســاحت 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 تړې تير شي.
2. د يو قيف ډولي 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 رامنځته کېږي؟ که چېرې:

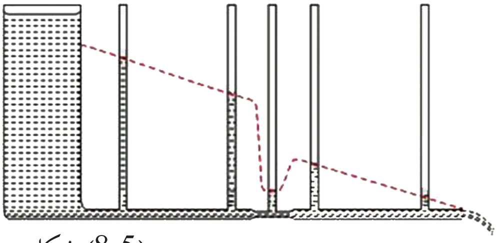
a. لوښي په بشپړ ډول له ساکنو اوبو څخه ډک وي.

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 د کارونې څو موارده مطالعه کوو، چې لومړنی يې د ځبېښلو (چوشش) د اغېز منځته راتلل دي.

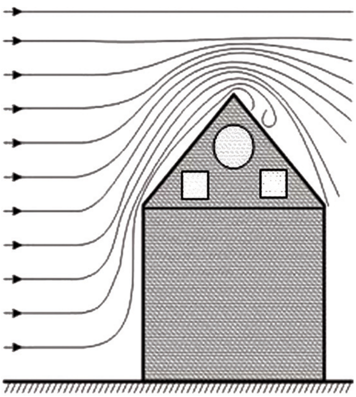


(8-5) شکل

له وروستی 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 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 څه چې تيروتنې قبولې شوي دي، د فشار يو تناقص موجود دی. دغه وينا کولای شو په (8-5) شکل کې د ليدلو وړ وګرځوو. 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 ښودونکی 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 ويلی شو چې په نوموړو موقعيتونو کې فشار ټيټ دی. دا واقعيت هغه سوال ته چې ولې په ځينو مايعاتو کې د ځبېښلو (چوشش) اغېزه شتون لري، ځواب ورکوي.

دي موضوع ته له يوه بل مثال سره دوام ورکوو:

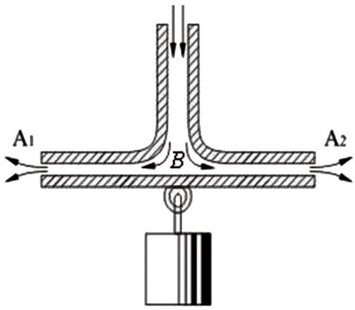


(8-6) شکل

د باد يو توپان پر يو تعمير الوزي، لکه چې په (8-6) شکل کې په څرګنده توګه ليدل کېږي، کله چې د هواکتلې د تعمير په هغو برخوکې چې ځمکې ته نژدې دي لګېږي، برګ کېږي يا دا چې سرعت يې کمېږي. يعني د A د موقعيت په ساحوکې 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 تيرېږي.د B د موقعيت په ساحوکې د هوا د جريان په مسيرکې د هوا د جريان د مقطع يو تنقيص او د جريان د سرعت تزايد منځته راځي ... له همدې امله دي چې د ځواکمنو توپانونو د الوتلو پرمهال نه يوازې د تعميرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته غورځول کيږي.

مثال

د څيښلو(چوشش) اغېز ديو بل اثرپه ارايه کولو چې د«هايدروډيناميک پارادوکس» ښکارندې په نامه يادېږي، تر بحث لاندې نيسو چې د څيښلو يا رودلو اغېز په سيالونوکې په څرګنده توګه د ليدلوړ ګرځوي.
له يو ډېر نري نل (جټ) څخه د هوا جريان تيرېږي او له يوې تنګې فضا څخه چې د دوو پليټونو چې يو د بل پرمخ ايښي دي، تيرېږي. 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 دې چې فشار په ډېره تنګه ساحه کې د هغه سورې په شاوخواکې چې هوا ترې د B ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې جريان لري، د هوا د فشار په پرتله کم دي. لکه چې ليدل کېږي، ښکتنی پليټ لکه څنګه چې هيله کېږي، د هوا د جريان له امله نه يوازې دا چې نه ټېله کيږي، بلکې له يوې قوې سره د پورتنی پليټ لورته راښکل کېږي ان تردې چې يو وزن چې له هغه سره ځړيدلی دی، له ځانه سره راکاږي.



(8-7) شکل

8-5: وينتوري ټيوب - د جريان د سرعت اندازه کول

د برنولي قانون دا آسانتيا رامنځته کوي چې کولای شو د مايعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې مقصد لپاره د مايعاتو د جريان پر مهال له نلونو څخه په عمومي ډول له وينتوري ټيوب څخه گټه اخېستل کېږي.

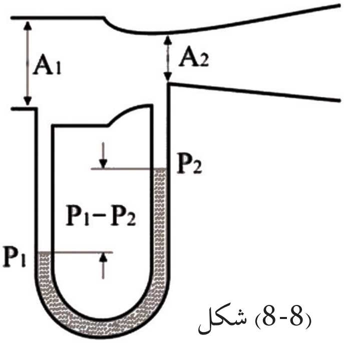
لکه چې په شکل کې ليدل کېږي، دغه ټيوب له نري نل (جټ) څخه جوړ شوی دی. چې په هغه کې د ډېرو پراخو او ډېرو تنگو (نريو) برخو ترمنځ د فشار توپير، د يو فشار سنج (د مايع مانومتر) پرمټ اندازه کيدای شي. د برنولي د قانون پربنسټ په وينتوري ټيوب کې دغه رابطه صدق کوي.

$$p_1 + 1/2\,\rho\, v_1^2 = p_2 + 1/2\,\rho\, v_2^2$$

همدارنگه د متماديت د معادلې له مخې لرو چې: $v_2 = v_1 \cdot A_1/A_2$

که چيرې د (A_1/A_2) سطحو نسبت په q وښيو، لرو چې: $v_2 = q \cdot v_1$

او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعويضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:



(8-8) شکل

$$p_1 - p_2 = 1/2\,\rho\, v_2^2 - 1/2\,\rho\, v_1^2 = \frac{1}{2}\rho\,(v_2^2 - v_1^2)$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{(v_1\, A_1/A_2)^2 - v_1^2\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{(v_1^2 q^2) - v_1^2\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{v_1^2 (q^2 - 1)\right\}$$

$$= \frac{\rho\, v_1^2}{2}(q^2 - 1) = P_1 - P_2$$

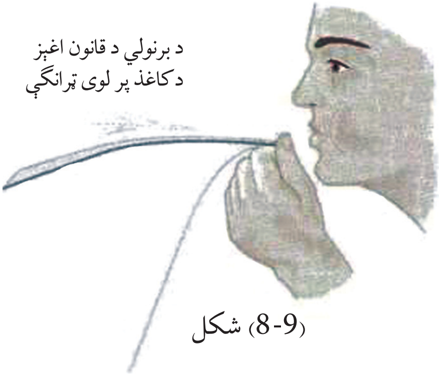
$$v_1^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\,(q^2 - 1)}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\,(q^2 - 1)}}$$

د v_1 له دې قيمت سره، همدا راز کولای شو د جريان حجم (V) او يا په يوه ثانيه کې تيره شوې مايع په لاندې توگه محاسبه کړو: $V = A_1 \cdot v_1$ (په يوه ثانيه کې د هغې مايع حجم چې د A_1 له مقطع څخه $(v_1$ په سرعت تيرېږي.

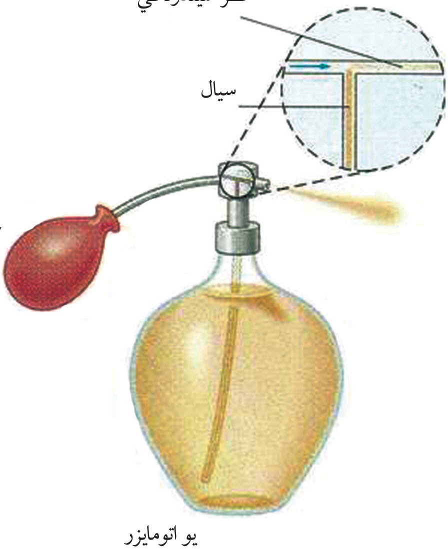
اتومایزر (عطرشیندونکی)

په تیرو بحثونو کې په سیالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړیکو سره بلد شوئ، او همدارنګه د فشار توپیر مود سیال په دوو برخو کې په طبیعي شرایطو او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړیکو د ښودلو اسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر یوې ټرانګې (ریښې) باندې پوکول دي. که چیرې تاسو کاغذ د (9-8) شکل په څیر کلک ونیسئ او بیایې په پورتنی سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړني ځړیدلي حالت څخه مخ په پورته کیږي، چې دلیل یې د هوا د سرعت له توپیر څخه عبارت دی. د کاغذ د ټرانګې د پورتنیو او ښکتنیو برخو ترمنځ په پایله کې همدا محصله پورته کوونکې قوه د لفت په څیر عمل کوي او د کاغذ ټرانګه تقریباً د افق تر سطحې پورته کیږي.



(9-8) شکل

دې ته ورته اغېزې په یو اتومایزر (عطرشیندونکي) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شیندې تر سترګو کیږي. کله چې د مخزن پوکانۍ د (10-8) شکل په څیر د هوا یو تیز باد شوټ کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نري سوري څخه چې د هوا د سرعت د زیاتیدو سبب ګرځي تیریږي.



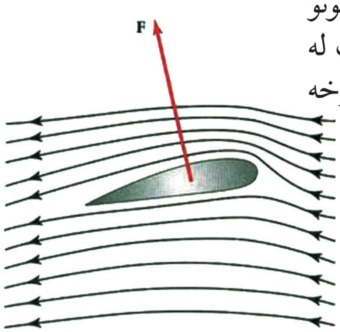
(10-8) شکل

په پایله کې فشار کمیږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته ټیله کیږي. په بل عبارت څرنګه چې د هوا فشار چې په ډیر سرعت د عطرو د اتومایزر د عمودي ټیوب په پورته لوري، لګیدلي دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې دلوښي د داخلي مایع په سطحې عمل کوي، لږ دی. نو د اتموسفیر فشار د ټیوب پورتنۍ برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دی عطر ټیله کوي. د یو اتومایزر د کار کړنلاره د برنولي د معادلې څخه په ګټې اخېستلو هم توضیح کیدای شي. د هوایي ستون لوړ سرعت چې د پوکانۍ په فشار ورکولو سره منځته راځي، د عمودي ټیوب په پورتنۍ برخه کې یو ټیټ فشار منځته راوړي. دا کار ددې لامل ګرځي چې مایع له ټیوب څخه د باندې ډیکه یا وغورځول شي او د هوا له جریان سره د یوه نري شاور په شان بهر ته شیندل کیږي.

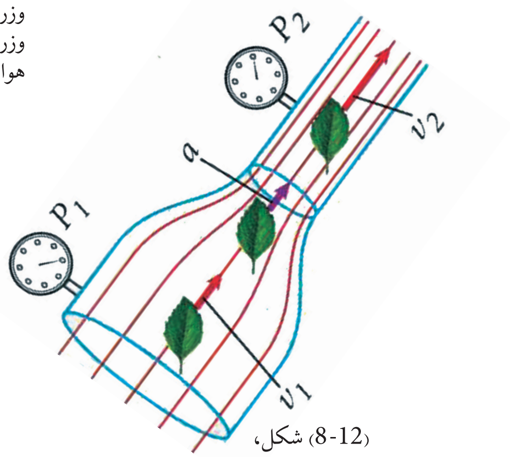
8-6: د الوتکې وزرونه او محرکه او چټوونکې قوه (*Dynamic Lift*)

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 جریان یو قوي بهیر ښودل شوی چې د الوتکې له وزره سره لګېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکې سپرلی د الوتکې په عطالتي نظام کې وي او ددې په څیر دی لکه د الوتکې په وزرونو چې ناستې وي). پورته خواته وزره ته میلان ورکول همغه د پورتنی سطحې ګولوالی دی چې ددې سبب ګرځي تر څو د الوتکې تر وزره لاندې د هوا د بهیر جریان د یوې قوې په مرسته پورته خواته فشرده شي او د وزره د پورتنی برخې هوا متراکمه شي او د فشار ټیټه ساحه منځته راشي.

د سیلان د دوو خطونو د هوا جریان مساحت په هره برخه کې د خطونو یو بل ته په نژدې کیدو سره کمېږي. نو ددې له مخې د متمادیت له معادلې څخه د هوا سرعت د وزره په پورتنی برخه ($A_1V_1 = A_2V_2$) 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) د شکل کې په څرګنده توګه لیدل کېږي.

له دې امله چې د هوا سرعت د وزره په پورتنی برخه کې د هغه له لاندینی برخې څخه ډېر دی، نو ددې له مخې فشارپه پورتنی لوړه برخه کې د هغې تر ښکتنی برخې لږ دی (د برنولي قانون).

د پورته دلیل پربنسټ یوه محصله قوه په پورته لوري د الوتکې پر وزره عمل کوي چې د اوچتوونکي (Dynamic Lift) محصله قوې په نامه یادېږي.

تجربې ښیي د وزره د پورتنی برخې د هوا سرعت حتي د وزره د لاندینی برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کیدای شي. (د هوا او وزره ترمنځ اصطکاک، شاته د راښکلو قوه تولید وي چې د الوتکې د انجنونو قوه باید پرې غالبه شي).

یو هوار وزر او یا یو وزر له متناظرې مقطع سره تر هغې پورې چې مخکنۍ برخه یې پورته لورته انحنا لري، (د انحنا صعودي زاويې لرونکي دي). د پورته کيدو خپل عمل ته دوام ورکوي. د (11-8) شکل حتي هغه مهال چې د صعودي انحنا زاويه له صفر سره مساوي هم وي وزر بیاهم د پورته کیدو په حالت کې ښيي، ځکه چې گول شوي پورتنۍ برخه، هوا پورته خواته ټيله کوي مسير ته يې انحنا ورکوي او د سيلان د خطونو يو له بل سره د تراکم سبب گرځي. که چيرې د انحنا صعودي زاويه کافي حد ته ورسيږي چې و کولای شي د سيلان خطونه په پورته لورو را کاږي يا تر فشار لاندې ونيسي ترڅو يو بل ته ښه نژدې شي، په هغه صورت کې الوتکه سر کونډې (ځرخي) وهي (په وزرو را ځرخي ....). که چيرې د انحنا صعودي زاويه د 15° درجو په شاوخوا کې وي، د ځرخيدو توپان (Turbulence) واقع کيږئ. لکه څنگه چې په (11-8) شکل کې ډېر راښکل د شا په لور او د وزره لړ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کيږي 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 توگه د وزره په وړاندې په حرکت کې ده په ښکته لور او د هوا د هغو ماليکولونو په مومنتم کې د بدلون لامل گرځي چې د شا په لورې ځرخيږي او په وزره کې د صعودي قوې د توليد سبب کيږي، (د نيوتن دريم قانون).

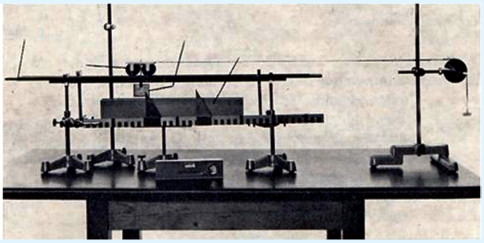
8-7: لزوجيت

د لزوجيت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پيدايښت او محاسبه):

موږ په تيرو درسونو کې وويل چې خيالي (ايډيال) مايع هغې مايع ته وايي چې د تراکم وړتيا او اصطکاک ونه لري. همدارنگه زياته موکړه چې خيالي مايع په حقيقت کې شتون نه لري، ځکه چې ټول سيالونه د گازاتو او يا مايعاتو په گډون چې ريښتينی شتون لري، د اصطکاک لرونکي دي او هم تر يوه حده د تراکم وړتيا لري، يعني 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 گاز کې عبارت له لزوجيت (نښتل) څخه دي. هره حقيقي مايع او گاز يو څه داخلي لزوجيت لري او دا هغه مهال ځرگنديږي چې په مايع او گاز کې حرکت رامنځته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کيدو څخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شوي، ورو ورو قطع کيږي. داخلي اصطکاک نه يوازې دا چې له نلونو او د بيرل او نورو په څير 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 رامنځته کيږي، 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 رامنځته کيږي.

تجربه:

له دې تجربې سره د داخلي اصطکاک اړيکي له مايع سره د جسم د تماس د سطحې له لوېوالي، د هغې مايع له ځانګړنو سره چې جريان لري او د مايع د حرکت له سرعت سره کيداى شي تر مطالعې لاندې ونيول شي.



(8-13) شکل

په شکل کې ليدل کيږي چې يوه تجربوي عراده ګی چې يو پليټ ورسره تړل شوي دي، په نظر کې نيسو.
دغه عراده ګی د يو وزن پرمټ د اوسپنې پر يو خط راښکل کيږي. د اوسپنې ددې خط لاندې يو کم عرضه لوښي (ټپ) چې له تيلو سره ککړ شوى ايښودل شوى دى. دغه پر تيلو ککړ لوښي تر يوه حده پورته خواته راښکل کيږي چې پليټ يو څه او يا په بشپړ ډول په کې ډوبيږئ.
د ټپ جوړښت داسې دى چې يوه نيمايي يې ($12mm$) سور او بله نيمه برخه يې $6mm$ سور لري. په يو نواخت حرکت کې د راښکلو هغه قوه چې د ځړول شوي وزن له امله منځته راځي، د اصطکاک قوې د عين قيمت لرونکې ده چې د پليټ لخوا منځته راغلي. که چيرې وزنه دېره شي، سرعت زياتيږي او کله چې پليټ په مايع کې ژور ښکته ځي، سرعت کميږي او هم هله سرعت کميږي چې پيلټ د ټپ له سوروړې برخې څخه د ټپ نرۍ برخې ته رسيږي.

پورتنۍ تجربه هغه تيوري تاييدوي، چې له امله يې د داخلي اصطکاک قوې اړيکې له لاندې کميتونو سره څرګنديږي.

1 - د مايع د لزوجيت ضريب (η)

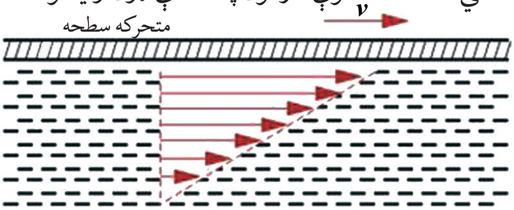
2 - له مايع سره د جسم د تماس سطحې لوېوالي.

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 دى چې په يوه وخت حرکت کوي او د مايع د يو ګاونډې قشر سره اړه لري چې د هغې په تعقيب د سرعت کميدل منځته راځي.

د مايع هغه شمېر ذرې چې په مستقيمه توګه د سطحې په ګاونډ کې دي، د ديفوژن (د جسمونو د ذرو آزاد خپريدل) له امله له سطحې سره نښلي او خپل سرعت اخلي او له وروستي قشر څخه يو څه شاته پاتې کيږي. د تماس په هغو سطحو کې چې هواري دي، د مايع د ذراتو سرعت د d د ټاکلي ضخامت په اندازه د v له بشپړ قيمت څخه په منظم ډول د صفر تر قيمت پورې کميږي چې په پايله کې د $\Delta v/\Delta d$ نسبت د v/d له کسر سره تعويض کيږي او له دې ځايه څخه کولاى شو د داخلي اصطکاک قوې فارمول په لاندې ډول وليکو:

$$R_i = \eta \ A\Delta v/\Delta d \quad \text{يا} \quad \Rightarrow R_i = \eta \cdot A \cdot v/d$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{R_i d}{A \cdot v}$$



(8-14) شکل،
د متحرکې سطحې د خطي سرعت تنقيص په مايع کې ښيي.

په پورتني فارمول کې η چې د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي، د هرې مادې لپاره ټاکلی دی او یو مهم ثابت دی. دغه ثابت په هغو مایعاتو کې چې په اسانۍ سره جریان کوي لکه: (ایتر، بنزین او هم په اوبو کې) د کم قیمت لرونکی او په هغو مایعاتو کې چې اسان (سهل) جریان نه لري، لکه: (ګلیسیرین، ګریس او قیر) لوړ قیمت لري. دغه ضریب په عین وخت کې د اندازه کولو یو مقیاس دی. د هغه کوهیژن د اندازه کولو لپاره چې د مایعاتو د هر مالیکول په منځ کې موجود دي.

لزوجیت د تودوخې د درجې له لوړېدو سره په شدت کمېږي 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	ګریس د تودوخې په $20^\circ c$ کې	1.2...0.1
اوبه د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00101	هوا د تودوخې په $o^\circ c$ کې	0.000018	ګریس د تودوخې په $80^\circ c$ کې	0.25...0.02
اوبه د تودوخې په $50^\circ c$ کې	0.00055	الکول د تودوخې په $o^\circ c$ 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	ګلیسیرین د تودوخې په $20^\circ c$ کې	1.50		

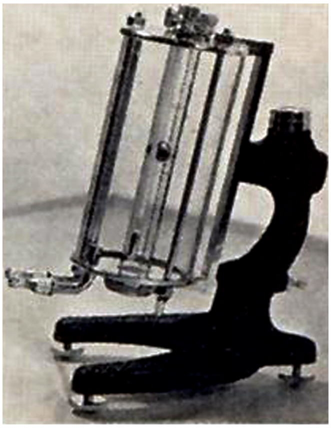
هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او خارجي اصطکاک د محاسبې لپاره ترې ګټه اخیستل کیږي، په لاندې توګه یو له بل سره توپیر لري.

داخلي اصطکاک $= R_i = \eta A\cdot v/d$ او خارجي اصطکاک $= R_o = \mu\cdot F_N$

خارجي اصطکاک د نورمالې قوې په زیاتیدو سره زیاتیږي، چې پر داخلي اصطکاک هیڅ اغېزه نه لري. ددې پرعکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوېیدو زیاتیږي، په داسې حال کې چې خارجي اصطکاک له دې دوو سره هیڅ ډول اړیکي نه لري.

د لزوجیت د ضریب اندازه کول

د یوې مایع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره اکثراً له یوې آلې څخه چې د هوپیل ویسکو زیمتر (Hoeppl – Viskosimeter) په نامه یادېږي او په شکل کې ښودل شوی، کار اخلي. ځکه چې له دې آلې او ددې په څېر نوروآلو سره کار کول چې د عین پرنسیپ پرېنسټ کار کوي، په اندازه کولو کې ساده توب او لازم دقت تأمینوي.



(8-15) شکل

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، په یوه نل کې چې یو کمزوری کوږوالی لري، یوه کره مخ ښکته سقوط کوي. د تودوخې د درجې د ثابت ساتلو لپاره، دغه دستګاه له اوبو څخه په یوه ډک لوښي کې ځای پرځای شوې ده چې د تودوخې درجه یې د یو ترموستات په مرسته په یو ثابت قیمت کنترول کېږي.

د کرې د سقوط زمان له محاسبه کولو څخه، کولای شو لزوجیت لاسته راوړو. له هغو کرو څخه په ګټې اخېستلو چې مختلف قطرونه لري، له همدې الې سره د ګازونو او هغو موادو لزوجیت په لاس راوړي چې د ډېر لوړ لزوجیت لرونکي وي.

مثال

د ګریسو د لزوجیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې کثافت یې $\rho_1 = (0.9\,g/cm^3)$ او یوه المونیمي کره (ګلوله) له ($\rho_2 = 2.8\,g/cm^3$) کثافت او $2mm$ قطر سره، له $h = 24cm$ ارتفاع څخه د 18 ثانیو په موده کې یې په منځ کې سقوط وکړي.

حل:

یوه کره د ګریسو په منځ کې د یوې لنډې فاصلې تر وهلو وروسته، یونواخت حرکت کوي، پوهېږو چې داخلي مقاومت عبارت دی د وزن (W) او صعودي قوې (bouncy) د کچې له حاصل تفریق څخه، یعني:

$$W = mg = \rho_1 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g \,, \quad F_b = \rho_2 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g \quad , \quad R_i = 6 \cdot \pi \cdot r \eta v = 6 \cdot \pi \cdot r \eta h / t$$

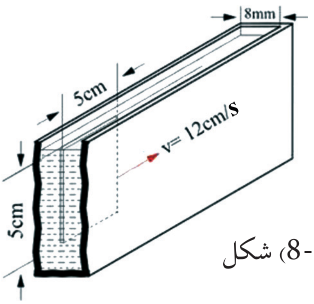
همدارنګه لرو چې: $E_i = W - F_b$

$$\eta = \frac{R_i \cdot t}{6\pi\, r \cdot h} = \frac{(w - F_b) \cdot t}{6\pi \cdot d/2 \cdot h} = \frac{(\rho_1 \cdot \pi \cdot d/2 \cdot h \cdot g - \rho_2 \cdot \pi \cdot d/2 \cdot h \cdot g) \cdot t}{6\pi \cdot d/2 \cdot h}$$

د قیمتونو له وضع کولو څخه وروسته: $\eta = 7 g/cm\,s$

پوښتنې:

1 - په يو ټپ کې چې له تيلو څخه ډک شوی، يو نرۍ پليټ چې 8 ملي متره سور او 55 سانتي متره مربع مساحت لري، له 0.1 نيوټن قوې سره د طول په لوري کې راښکل کېږي. د لزوجيت کچه يې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې، چې کوم سرعت رامنځ ته کېږي، $12\,cm/s$ قيمت ولري.



(8-16) شکل

2 - د يوه موټر په بريک کې له $20cm^3$ ګليسرينو څخه کار اخيستل شويدی او د لزوجيت ضريب يې $\eta = 1.5\,Kg/ms$ دی، د يو نل په واسطه چې $12.5cm$ طول او $2.5mm$ قطر لري تر $18.10^6\,bar$ يو منځنی تويېري فشار لاندې پرس (کيکاړل) کېږي. هغه زماني موده چې ددې عمليې لپاره په کار ده، محاسبه کړئ.

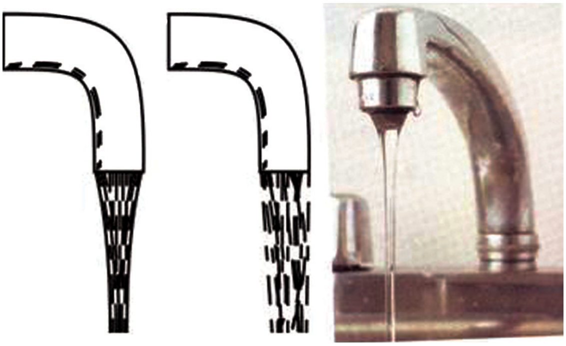
8-8: د توپاني جريان ښکارنده (پديده)

په مختلفو سرعتونوکې د يو جريان د واقع کيدو څرنګوالی:

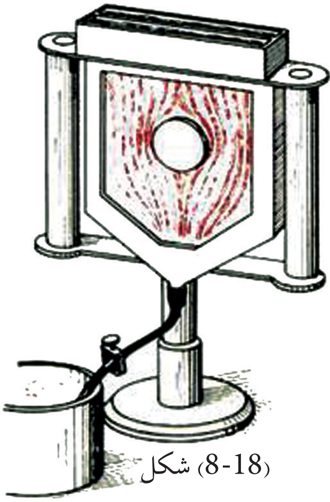
داخلي اصطکاک هغه مهال منځته راځي چې د مايع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، يو د بل له څنګ څخه تير شي.

دا پېښه، تر ټولو د مخه د مايعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحدو قشرونو کې څرګنديږي. پر دې داخلي اصطکاک د غلبې لپاره ياپې د اغېزو د لرې کولو لپاره، د انرژۍ يوه برخه چې د مايع په جريان کې شتون لري، مصرفيږي.

په کوچنيو سرعتونو کې داخلي اصطکاک هم کوچنی دی. نو له دې امله د فشار تغيير او د انرژۍ ضياع چې د سرعت له کموالي څخه را پيدا شوې، هم تر هغه حده کوچنۍ دي چې د مايع هغه قشرونه چې يو دبل له څنګ څخه تيريږي، نه خيرې خيرې کيږي، بلکې يو د بل له اړخه په صاف ډول تيريږي او جريان ته لامينار (Laminar) وايي.


(8-17) شکل،
له څڅکوري (شيردهن) څخه د لامينار او توربلنت بهيرونه

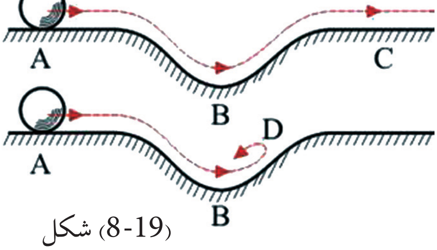
اما د ډېرو سرعتونو په حالت کې چې اصطکاک ډېر قوي دی، د جريان تصوير په د پام وړ ډول ځانته تغيير ورکوي. په دې حالت کې د اوبو څرخيدل (ګرداب) منځته راځي. رامنځته شوی جريان د توربولينت (Turbulent) په نامه ياديږي.


(8-18) شکل

که چيرې د اوبو شيردان لږ څه خلاص کړو، اوبه په کراره او نرمۍ له شيردان څخه خارجېږي او که چيرې شيردان نور هم خلاص کړو، د اوبو جريان يو ټاکلي سرعت ته تر رسيدو وروسته په ناکرارۍ پيل کوي او د اوبو ځرخيدل توليد وي. په (8-18) شکل کې هم دا ښکارنده په ډېر ښه ډول په هغه اله کې چې د «جريان د لارو رګونو آلې» په نامه يادېږي، ليدلای شئ. ددې الې د کار طريقه داسې ده چې بې رنګه شفافې اوبه او سور رنګې اوبه له دوو لوښو څخه په يوه فضاکې چې د دوو ښېښه يي پليټونو ترمنځ وي، له پورته لوري څخه له يو شمېر نريو سوريو څخه چې تيار شوي دي، جريان پيداکوي. د اوبو جريان له سوريو څخه په دې ډول دی چې صفا او رڼې اوبه له لومړي او دريم سوري او سرې رنګه اوبه له دوهم او څلورم سوري څخه تيرېږي.

د دواړو مايعاتو د جريان خروجي سرعت له هغه قيد سره چې په پيپونو کې پکار وړل شويدی، کولای شو تنظيم کړو. که چيرې په لوښي کې مانع نه وي، د جريان ريښې د سور رنګه موازې خطونو په څير تر سترګو کېږي. او که چېرې کومه مانع هم وي. د دوو رنګو اختلاط بياهم نه تر سترګو کېږي. هغه څه چې ليدل کېږي د جريان د متجانسو رشتو له يو عبور څخه عبارت دي چې په دواړه خواو کې يې صورت مونډلي دي. که چيرې فيد خلاص کړو، يعنې د مايع د جريان سرعت لوړ کړو، ليدل کيږي چې يو ټاکلي قيمت ته د سرعت په رسيدو سره ناڅاپه د اوبو ځرخيدل (ګرداب) ښکاره کيږي او دواړه رنګونه په بشپړه توګه له يوه بل سره مخلوط کيږي.

د ګردابونو پيداکيدل

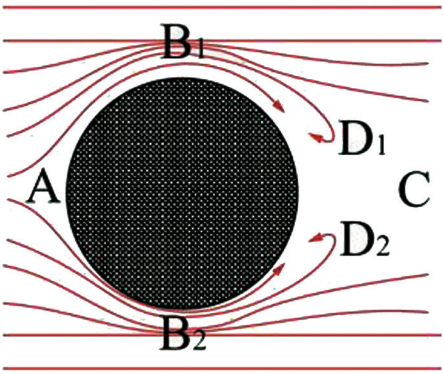


(8-19) شکل

د ګردابو پيدايښت کولای شو په اسانۍ له يوې ميخانيکي عمليې سره په پرتله کولو د فهم وړ وګرځوو. 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 ځاي يې په سرعت کې زياتوالی منځته راځي، شکل ته پام وکړئ.

کله چې کره منحني مخ په پورته وهي، له سرعت څخه يې کمېږي. ددې سرعت قيمت که له اصطکاک څخه تير شو د C په نقطه کې عين همغه قيمت لري چې په پيل کې يې د A په نقطه کې درلود. که چيرې د اصطکاک قيمت کم هم وي، کره يو څه پورته ځي، خو د سرعت قيمت د C په نقطه کې د A نقطې د سرعت په نسبت کم دی.

که چېرې انرژي د اصطکاک له امله ډېره ضایع شي، هغه حرکي انرژي چې باید د B په نقطه کې وي ترڅو کره پورته یوسي او هغه C نقطې ته ورسوي، کفایت نه کوي او کره تر D نقطې رسیږي او سرعت یې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بیرته ګرځي.



(20-8) شکل

عین مناسبتوته په هغه حالت کې شته، کله چې یوه مایع له یوې مانع سره مخ شي، مثلاً که چیرې یوه مایع له یوې استوانې سره ولګیږي او له خارجي سطحې څخه یې عبور وکړي، (20-8) شکل.

لیدل کېږي چې د B_1 او B_2 ساحې محدودې او تنګې دي، نو د متمادیت د معادلې له نظره د سرعت قیمت زیاتېږي او د فشار قیمت کمېږي.

که چېرې اصطکاک شتون ونه لري، د سرعتونو او فشار قیمت د C په نقطه کې یو ځل بیا په همغه اندازه وي چې د A په نقطه کې وو.

په لږو اصطکاکونو کې لومړی غیر مهم تغییرونه منځته راځي. خو کله چې د سرعت قیمت ډېروي، داخلي اصطکاک پورته ځي او بالاخره داسې حالت منځته راځي چې د مایع ذرې د B_1 او B_2 په ساحو کې نور هغه 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 بالاخره د D_1 او D_2 په څیر ساحو کې صفر ته تقرب کوي او په پایله کې د مایع ذرې بیرته راګرځي او شاته جریان پیداکړي. د بیرته راګرځیدو پر مهال په دوران پیل کوي اوګرداب 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 منځته راځي، او د مانع شاته اصطلاحاً یوه ګردابي لاره جوړوي.

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 جريان سرعت د نل له مقطع سره معکوساً متناسب دی. يعنې په لويه مقطع کې د جريان سرعت کم او په کوچنۍ مقطع کې د جريان سرعت زيات وي.

• د $(\rho v_1^2/2)+P_1=(\rho v_2^2/2)+P_2$ مساوات عبارت دي د برنولي له ساده رابطې څخه او بيانوي چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډېروي لږ دی.

• د $\rho v^2/2+\rho gh+P=ct$ هم د برنولي د معادلې بل شکل دی چې د يوې خيالي مايع لپاره لاس ته راغلي او د حقيقي مايعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک يې ډېر نه دی، هم د تطبيق وړتيا لري.

• په افقي جريانونو کې کولای شو، د برنولي قانون په دې ډول بيان کړو، چې د افقي جريان 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 پرنسيپ 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 کيدو څخه وروسته چې د حرکت لامل ګرځيدلي ورو ورو قطع کېږي.

• د داخلي اصطکاک فورمول $(R_i=\eta\cdot A\cdot v/d)$ دی. η د لزوجيت د ضريب په نامه يادېږي چې يو مهم ثابت دی او د هرې مادې لپاره مشخص دی.

• د هوپيل ويسکو زيمتر له الې څخه د يوې مايع د لزوجيت ضريب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.

• که چېرې يوه کره د يو بلول په منځ کې د جريان په مسير کې واقع شي، دغه کره د رغړيدو پرمهال خپله د پوټنسيل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې يې ډېروالي راځي. د سرعت په زياتيدو سره داخلي اصطکاک لوړېږي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مايع ذرې، کافي حرکي انرژي له لاسه ورکړي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولی او سرعت يې صفر ته تقرب کوي. په پايله کې ذرې بېرته راګرځي او شاته جاري کېږي او د بېرته راګرځيدو په مهال په څرخيدو يا دوران پيل کوي او ګرداب جوړوي چې وايي نوره نو نوموړې مايع په يو توربولينټ مايع بدله شوې ده.

د اتم څپرکي پوښتنې

1 - یو سیال (مایع – گاز) تعریف کړئ.
2 - د متمادیت یا پیوستوالي معادله څه شی بیانوي؟
3 د $A_1V_1 = A_2V_2$ رابطه د .... او .... هرې جوړه مقاطعو مقطع لپاره د تطبیق وړ ده.
4 - که چیرې مایعات او گازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي .... ورته ویل کېږي.
5 - د یوې خیالي مایع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت له .... څخه ده.
6 - د $P_s = P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho V^2$ فشار د .... فشار په نامه یادېږي.
7 - د .... دقانون پرېنسټ په وینتوري تیوب کې .... رابطه صدق کوي.
8 - د لزوجیت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړیوال سیستم کې د $[\eta] = [R_i d / A_V]$ له رابطې څخه ترلاسه کړئ.
9 - ایا په ډېره کچه فشار تل د ډېرې قوې پرمټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضیح کړئ.
10 - کله چې د یوې نیچې له لارې اوبه چښئ د هوا په تخلیه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموئ او مایع په حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. آیا کولای شئ ددې موخې لپاره په سپوږمۍ کې هم له نیچې څخه د اوبو د چښلو لپاره کار واخلئ؟ ولې، توضیح یې کړئ.
11 - له لاندې معادلو څخه کومه یوه د اوبو سرعت د A په نقطه کې (V_A) او د اوبو سرعت د B په نقطه کې (V_B) ترمنځ اړیکه توضیح کوي؟

الف) $d_A V_A = d_B V_B$ ب) $d_A{}^2 V_A = d_B{}^2 V_B$ ج) $d_A d_B = V_A V_B$ د) $1/2\, d_A V_A{}^2 = 1/2\, d_B V_B{}^2$

12 - که چیرې د نل د مقطع مساحت د A په نقطه کې $2{,}5cm^2$ او د B په نقطه کې د مقطع مساحت $5cm^2$ وي، د اوبو جریان د A په نقطه کې څو ځلې د B له نقطې څخه تیز (گړندی) دی؟
13 - په یوه افقي نل کې اوبه په $(1\frac{m}{s})$ سرعت بهیږي. که چیرې ددې نل شعاع د هغه د $(\frac{1}{4})$ برخې په اندازه کوچنی شي، د نل پدې نرۍ برخه کې د اوبو سرعت لاسته راوړئ.
14 - د یو نل د شیردان د سوري قطر $2cm$ دی او په هره ثانیه کې په $2{,}5\times10^{-2}m^3$ کچه اوبه ترې خارجېږي، اوبه په کوم سرعت له نل څخه خارجېږي، پیداکړئ.

ماخذونه

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. الفیزیاء (للمرحلة الثانویة / الفرع العلمي)، و زارة التربیة و التعلیم، ادارة المناهج والکتب المدرسیة، الکتاب في مدارس المملکة الاردنیة الهاشمیه، ۲۰۰۵ م.
7. د «فزیک (2) و ازمایشگاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د څېړنې او ازموینې د پلان جوړولو سازمان، د ایران د درسي کتابونو د چاپ او خپریدو شرکت، 1385 هـ . ش.