

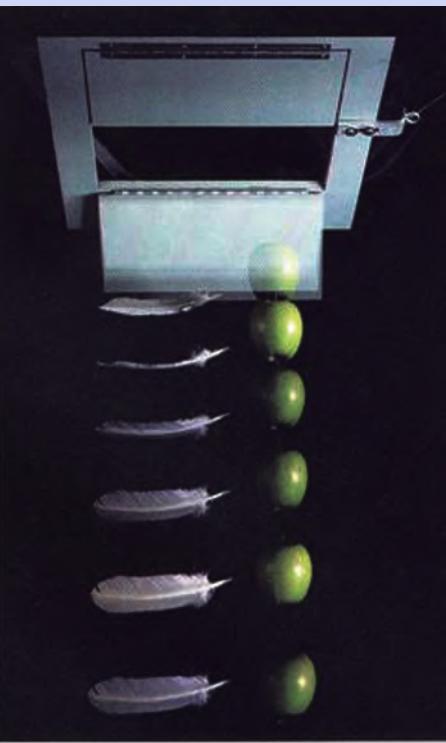
فزیک

یوولسم ټولکی



د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ . ش.

یوولسم ټولکی





ملي سرود

د اعزت د هر افغان دی	دا وطن افغانستان دی
هر بچی یې قهرمان دی	کور د سولې کور د توري
د بلوڅو د ازبکو	دا وطن د ټولو کور دی
د ترکمنو د تاجکو	د پښتون او هزاره وو
پامیریان، نورستانیان	ورسره عرب، گوجردی
هم ايماق، هم پشه پان	براھوی دی، ټرباش دی
لکه لمر پرشنه آسمان	دا هېواد به تل څلپري
لکه زړه وي جاویدان	په سینه کې د آسیا به
وايو الله اکبر وايو الله اکبر	نوم د حق مودی رهبر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



د پوهنې وزارت

فزيك

P h y s i c s
يولسم ټولکي

د چاپ کال: ۱۳۹۹ ه. ش.

الف

د کتاب خانګړ تیاوې

مضمون: فزيک

مؤلفین: د تعلیمي نصاب د فزيک ديپارتمنت د درسي کتابونو مؤلفين

اپدیت کوونکي: د پښتو زې د اپدیت ديپارتمنت غږي

ټولګي: یوولسم

د متن زې: پښتو

انکشاف ورکوونکي: د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تأليف لوی ریاست

خپروونکي: د پوهنې وزارت د اړیکو او عامه پوهاوی ریاست

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هجري شمسی

برېښنالیک پته: curriculum@moe.gov.af

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

د پوهنې د وزیر پیغام

اقرأ باسم ربک

د لوی او بنبونکي خدای ﷺ شکر په خای کوو، چې مور ته يې ژوند رابښلی، او د لوست او لیک له نعمت خخه يې برخمن کړي يو، او د الله تعالی پر وروستي پیغمبر محمد مصطفی ﷺ چې الهي لومرنې پیغام ورته (لوستل) و، درود وايو.

خرنګه چې ټولو ته بنکاره ده ۱۳۹۷ هجري لمريز کال د پوهنې د کال په نامه ونومول شو، له دې امله به د گران هپواد بنوونيز نظام، د ژورو بدلونونو شاهد وي. بنوونکي، زده کوونکي، کتاب، بنوونځي، اداره او د والدينو شوراګانې د هپواد د پوهنې نظام شپرګونې بنسټيز عناصر بلل کېږي، چې د هپواد د بنوونې او روزنې په پراختیا او پرمختیا کې مهم رول لري. په داسې مهم وخت کې د افغانستان د پوهنې وزارت د مشترابه مقام، د هپواد په بنوونيز نظام کې د ودې او پراختیا په لور بنسټيزو بدلونونو ته ژمن دي.

له همدي امله د بنوونيز نصاب اصلاح او پراختیا، د پوهنې وزارت له مهمو لومړيتوبونو خخه دي. همدارنګه په بنوونځيو، مدرسو او ټولو دولتي او خصوصي بنوونيزو تأسیساتو کې، د درسي کتابونو محتوا، کيفيت او توزيع ته پاملننه د پوهنې وزارت د چارو په سر کې خای لري. مور په دې باور يو، چې د باکيفيته درسي کتابونو له شتون پرته، د بنوونې او روزنې اساسی اهدافو ته رسپدلي نشو.

پورتنيو موخو ته درسپدو او د اغېزناک بنوونيز نظام د رامنځته کولو لپاره، د راتلونکي نسل دروزونکو په توګه، د هپواد له ټولو زړه سواندو بنوونکو، استدانو او مسلکي مدیرانو خخه په درناوي هيله کوم، چې د هپواد بچيانو ته دې د درسي کتابونو په تدریس، او د محتوا په لېردولو کې، هيڅ دوډ هڅه او هاند ونه سېموي، او د یوه فعال او په ديني، ملي او انتقادي تفکر سمبال نسل په روزنه کې، زيارة او کوبنښ وکړي. هره ورڅ د ژمنې په نوي کولو او د مسؤوليت په درک سره، په دې نيت لوست پیل کړي، چې دن ورڅي ګران زده کوونکي به سباد یوه پرمختالي افغانستان معمaran، او د ټولنې متمن د او ګټور او سېډونکي وي.

همدا راز له خورو زده کوونکو خخه، چې د هپواد ارزښتناکه پانګه ده، غونښتنه لرم، خوله هر فرصت خخه ګتیه پورته کړي، او د زده کړي په پروسه کې د خيرکو او فعالو ګډونوالو په توګه، او بنوونکو ته په درناوي سره، له تدریس خخه بنه او اغېزناکه استفاده وکړي.

په پای کې د بنوونې او روزنې له ټولو پوهانو او د بنوونيز نصاب له مسلکي همکارانو خخه، چې د دې کتاب په لیکلو او چمتو کولو کې يې نه ستري کډونکي هلي خلې کړي دي، مننه کوم، او د لوی خدای ﷺ له دریار خخه دوى ته په دې سېیخلۍ او انسان جوړونکې هڅي کې بریا غواړم. د معیاري او پرمختالي بنوونيز نظام او د داسې ودان افغانستان په هيله چې وګړي پې خپلواک، پوه او سوکاله وي.

د پوهنې وزیر

دكتور محمد ميرويس بلخي

لومرنۍ خبری

زمور زمانه د ساینس او تکنالوژۍ د چېکو بدلونونو زمانه ده، د پوهانو د اړکل له مخې به په راتلونکو کالونو کې هره میاشت د علمي اطلاعاتو کچه دوه برابره شي. خرګنده ده چې له دغه بدلونو سره یو ځای به زمور د ژوند لارې، طریقې او هم زمور د سبا ورڅې د څوان نسل اړتیاوې هم بدلون ومومي. کیدای شي په دې لړ کې د علومو زده کړې په بدلون کې شي. په دې لارو چارو ټینګار شوي دي، چې زده کوونکې په آسانۍ سره چتکې زده کړې وکړې، وکولای شي، چې لازم او اړین مهارتونه د زده کړې په پراوونو او د مسایلو په حل کې وکاروي. په دغه درسي کتاب کې هڅه شوپله، چې محتوا پې د فعالې زده کړې په پام کې نیولو سره تالیف شي.

په هر درسي کتاب کې درې بنستېزې موڅې (پوهه، مهارت او ذهنیت) د مؤلفینو د پاملرنې وړ ګرځیدلي دي، سریره پر هغه د سرليکونو حجم او د کتاب محتوا د دولت له بنوونیزې او روزنیزې کړنلاري سره سم د وخت او بنوونیز پلان په پام کې نیولو سره یې مفردات طرح شوي دي، د محتوا د عمومي معیارونو او منل شوي لیکنې پر بنسته، د افغانستان د ثانوي دورې درسي کتابونه تنظیم او چاپ شوېدي، هڅه شوپله، چې موضوع ګانې په ساده او روانه بهه طرح شي، چې د فعالیتونو، بیلګو او پوبنتنو په راولو سره د زده کوونکو لپاره اسانه وي. له درنو بنوونکو خڅه هیله کېږي، چې د خپلې هغه پوهې او تعجربو له مخې د نوبنتګرو طرحو په وړاندې کولو سره، چې کولای شي، په بنوونه او روزنه کې د زده کوونکو لپاره ممد (مرستندوی) واقع شي، له مور سره مرسته وکړي.

همدارنګه له خپلو رغnde وړاندیزونو، چې د کتاب د کیفیت په لوروولو کې اغیزې ولري، له هیڅ ډول هڅې او هاند خڅه ډډه ونه کړئ. تاسو ته ډاډ درکوو، چې انشاء الله ستاسو جوړوونکو او ارزښتمو نظریاتو او وړاندیزونو ته به د کتاب د نیمیګرټیاواو او تیروتنو د مخنیوی په موڅه په راتلونکي چاپ کې په مينه هر کلې ووايو.

په پاي کې له هغه بناغلو استادانو خڅه چې د دغه کتاب په سمون او اصلاح کې پې زیار ایستلی دي، مننه کوو.

همدارنګه د کمپیوټر له درنو کارکوونکو خڅه چې د دغه کتاب په ټاپ، ډیزاین او د پانو په بنکلاکې پې نه ستپې کیدونکي هلې خلې کړيدی، هم مننه کوو.

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

د فریک خانګه



لومړۍ څېرکۍ: میخانیکي تعادل

۱	قوه
۳	قوه د وکتور په توګه
۲	متلاقي (غیر موازي قوي)
۶	د نقطه یې کنلي تعادل
۱۴	د قوي مومنت (تورک)
۲۱	موازي قوي
۲۹	د قوي زوج
۳۴	د تعادل عمومي شرطونه
۳۶	دویم څېرکۍ: یو بُعدي حرکت
۵۱	حرکت د مستقیم خط په امتداد
۵۲	د موقعیت او مکان بدلون
۵۴	منځني (متوسط) سرعت
۵۸	د موقعیت - زمان ګراف
۶۰	تعجیل
۶۳	یو نواخت یا یو ډوله (متشابه) حرکت
۶۶	ازاد سقوط
۷۴	دریم څېرکۍ: دوه بُعدي حرکتونه
۷۵	د مکان بدلون او منځني سرعت
۷۸	منځني تعجیل او لحظه یې تعجیل
۸۱	غورڅونکي (پرتابي) حرکتونه
۸۳	مايل غورڅول (ویشتل)
۸۷	دایروي حرکت
۸۹	دایروي یو ډوله حرکت
۹۳	تعجیل په دایروي یو ډوله (متشابه) حرکت کې

فهرست



مخونه

خلورم خپرکي: د نيوتن د حرکت قوانين	100
د نيوتن لومرې قانون	171
د نيوتن دويم قانون	102
د نيوتن دريم قانون	103
د نيوتن د قوانينو پلي کول	107
د اصطکاک قوه	112
د نيوتن د جاذبي قانون	116
لفت	122
د مصنوعي سپورمکيو د حرکت دايروي مدارونه	124
پنځم خپرکي: کار، میخانیکي انرژي او طاقت	130
کار او حرکي انرژي	134
هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلي ترسره کېږي	138
تحفظي او غير تحفظي قوي	140
د میخانیکي انرژي ساننه (تحفظ)	141
تون (طاقت)	143
شپرم خپرکي: خطي مومنتم او امپولس	148
مستقيم الخط حرکت او امپولس	149
مومنتم	151
قوه او مومنتم	156
ضربه او د خطي مومنتم تحفظ	159
ارتجاعي تصادم	162
غير ارجاعي تصادم	164
د ثقل مرکز	164

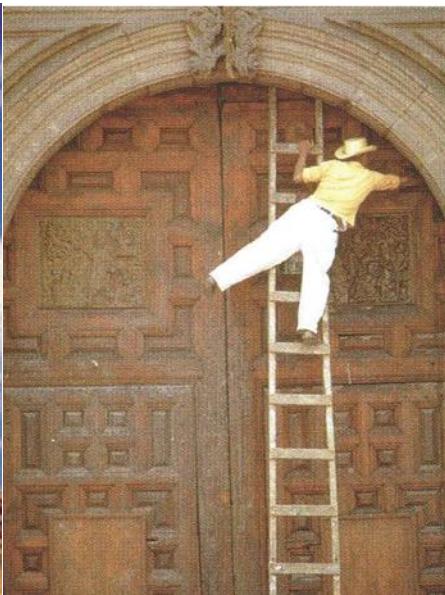
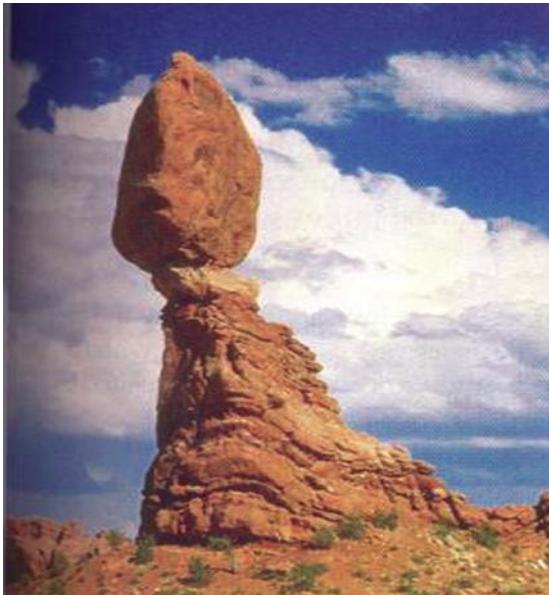
فهرست



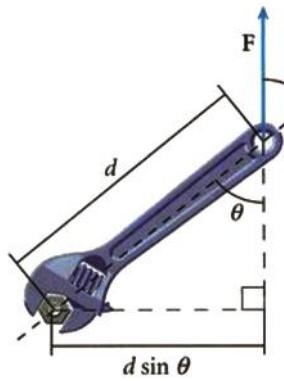
مخونه

۱۷۰	اووم څرکی: د سیالونو نسبی سکون.....
۱۷۱	سیالونه
۱۷۱	د سیالونو فشار
۱۷۲	د مایع د فشار اندازه کول
۱۷۵	د اتموسفیر فشار
۱۷۸	په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول
۱۸۰	په سیالونو کې د فشار انتقال
۱۸۰	د اویو شکنجه
۱۸۳	دارشمیدس قانون
۱۹۲	اټم څرکی: متحرک
۱۹۲	خیالي (ایدیال) سیالونه
۱۹۵	د متمادیت معادله
۱۹۶	د برنولي معادله
۲۰۰	د برنولي د قانون تطبيقات
۲۰۲	وینتوري ټیوب - د جريان د سرعت اندازه کول
۲۰۴	د الونکې وزرونه او متحرکه او چتوونکې قوه
۲۰۵	لزوجيت - د لزوجيت مفهوم
۲۰۹	د طوفاني جريان بنکارنده (پدیده)

لومړۍ خپرکی میخانیکي تعادل (اندېول)



میخانیکي تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوع عگانو خخه دی. په دې بحث کې مطالعه کیدونکې موضوع عگانې هم په نظری برخه کې او هم د اقتصاد په بیلا بیلو د ګرونوکې د اپتیا ور پماشین الاتو او تکنالوژۍ په پراختیا کې چې زموږ د ټولنې په ورخني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالیږي یو مهم بنسټ جورووي. څینې مسایل، لکه: د قوم مطالعه، په اجسامو باندې یې د اغښو خرنګوالي، د رافعې او د ساختمانی وسایطو، لکه: تراکتورونو، بلدو زرونو، جرثقیلونو او همدا رنګه د کرنې، صنایعو ځمکني او هولابی ترانسپورت او د کانونو د استخراج په خبر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولوکې د قوو او د هغود اړوندو پدیدو د اغیزو کارول د اپول پر هغوا کواعدو بنا شوي چې میخانیک فزیک او له هغې جملې خخه د میخانیکي تعادل پر بنسټ تیوري ګانې تر مطالعې لاندې نیسي. میخانیکي تعادل د انسانانو او حیواناتو په ژوندانه کې یو له خورا ژورو او طبیعي رمزونو خخه دی چې د ځمکې د کري پرمخ یې هغوته د ثبات او ژوندي پاتې کېدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت خخه نیولې د بېړيو او سیارو تر الوتلو او د ځمکې او بحرافونو په ژوروکې نفوذ دا پول د علم او تکنالوژۍ لاسته راپرې دی چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې بنکاره او غوره دی. د دې خپرکي محتويات د هغو محتوياتو په تراو جوړ شوي چې تاسو په تېرو کلونوکې زده کړي دي. قوه چې د فزیک له پخوانیو درسونو خخه یو بحث دی، په دې خپرکي کې هم تکرا رېږي، تر خو چې یو شمېرنو رو بحثونو لکه قوي یا متقابلې اغیزې (عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلو بنسټ جوړ کړي. د قوو د خرګندیدو (منځته راتلو) مطالعه، که خه هم د متلاقي او یا موازي قوو په خېر ده، همدارنګه د قوو د تجزیه کېدلو پوهه، د قوي د مومنت او یا د دوران مومنت او د زوج قوي په خېر د یو شمېرنو رو مفاهيمو د پیژندلو او زده کولو لپاره لاره هواروی.



دې ته باید پام وکرو چې قوه د یومهم شاخص په توګه ددې خپرکي په تولو برخو کې کارول شوې. د دې خپرکي د مندرجه بحثونو د بنې پوهې لپاره کوښښ شوی چې موضوعاتې د مثالونو او تمرينونو په راولپورسره د شاگردانو د مناقشې او تفکر لپاره وړاندې شي.

هيله د چې زده کوونکي ددې خپرکي په پاي کې د دله ييزو کارونو په ترسره کولو او د سوالونو او تمرينونو په حلولو سره ، ددې بحث فزيکي مفاهيم په خپلو ذهنونو کې لازور او تحکيم کړي او په پايله کې پې لاندې پوښتنو او ددې په خپرنورو پوښتنو ته څواب ووایي:

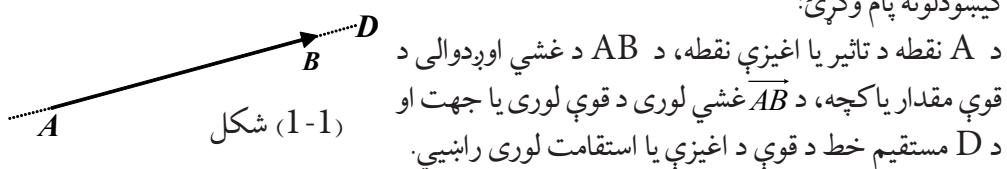
ولې قوه وکتور ده؟ خه شې د یوه جسم د حرکت د ګندي کې دويا تعجیل سبب ګرئي؟ کله چې د یوه خټک (چکش) په مرسته پريو میخ قوه وارده شي، آيا میخ هم په خپل وار بېرته پر خټک قوه واردوي؟
خنګه او ولې؟، د یوه محور پرشاوهخوا د یوه جسم د دوران پېښه خه شې تمیلوي؟
او ددې په خپرنورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه څواب ورکړئ.

1-1: قوه

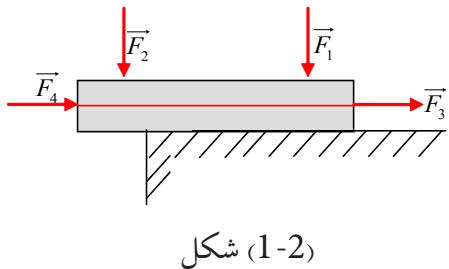
هغه قوه چې ټول پې پیژنو، د ځمکې د جاذې قوه یا د جسم وزن دی. په ورخني ژوندانه او هم تخنيک کې له ګن شمېر قوو سره بلديا لرو. همد ارنګه تاسو په تېرو ګلونو کې په دې پوه شوئ چې قوې د هغو د اغيزو له معخي کولای شو پیژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي. د یوه جسم د سرعت د زياتيدو یا کمپلوب سبب شي او یا د یوه جسم د شکل او د حرکت د لوري د بدلون سبب شي.
دا بدلونونه کله ناكله ډېر کم او واړه وي چې یوازې په ډېر دقيقو اندازه کولو سره تشخيص کېدای شي.
د یوه جسم سرعت او د هغه د حرکت لوري دوه داسي ځانګړتیاوي دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتیاوو خخه په ګټې اخیستې سره قوه داسي تعریفوی: قوه هغه عامل دي چې د جسم د شکل او یا حالت د بدلون سبب ګرئي.

قوه د وکتور په توګه

يو جسم تل خپل خان ته په يوه لوري حرکت ورکولي شي او ياد خپل سرعت يوه لوري ته بدلون ورکوي چې پرجسم باندي عامله قوه په همغه لوري اغيزه کوي. همدا رنگه د قوي د اغيز لوري کولاي شي د جسم د شکل د بدلون سبب شي. دا موضوع د اوسيپني په يوه ميله کې په بنه توګه کتل کيدا شي، یعنې کله چې ميله د يوې قوي تر اغيز لاندې واقع شي، کېږي. له پورتنيو خرگندونو خخه دې پایلي ته رسيريو چې قوه يوه وکتوری کمي دی او د هغې د توضيح او بيانولو لپاره یې دکچې (اندازې) او لوري پيشنجلو ته اړتیا ده. قوه د يوه وکتور په توګه د يو تير په مرسته بنېي. د ۱-۱) په شکل کې لاندې نوم کينډولو ته پام وکړئ:



پريوه جسم د يوې قوي اغيزه، په عمومي توګه پرهMagne جسم باندې د قوي د اغيزې نقطې په موقعيت پورې اړه لري. په (1-2) شکل کې ليدل کېږي چې په جسم باندې دوي قوي F_1 و F_2 چې يوله بله سره مساوی دي عمل کوي. لکه خنگه چې د F_1 قوه جسم د لاندېني سطحې پر لور تر فشار لاندې نيسې او د F_2 قوه هغه، لاندې لوري ته کېږوي.



برعکس د F_4 او F_3 مساوی قوي چې د دوي د اغيزې کېږي په لور پرجسم عمل کوي، مساوی اغيزې پر جسم باندې وارده وي چې په پایله کې ويلاي شو: که چيرې د يوې قوي د اغيز د نقطې موقعت د هغې د اغيز پر کربنه بدلون وکړي، د قوي اغيز بدلون نه کوي.

اوسمیايو قوه خو خېړنې لاندې نیسو:

له قوه خخه يوه د عضلو قوه ده. ددي قوي په مرسته کولاي شود اجسمو سرعت کم يا زيات کرو او ياه د هغوي شکل ته بدلون ورکړو. د عضلو قوه د فزيکي تجربو لپاره لړه مساعده ده، خکه چې په سختي سره اندازه کېږي. لکه خنگه چې له پخوا خخه پوهېږي، د وزن قوه له قوه خخه يوه بله د چې په يوه حای کې د جسم له کتلي او ياد هغه د مادي له اندازې سره چې په جسم کې شته، مستقيماً متناسبه ده. د جسم د وزن قوه تل په عمودي توګه د خمکې د ثقل په لوري عمل کوي. له يوه تار خخه په ګټې اخيستلو سره چې له يوه شرخ خخه تېر شوي دي، د وزن د قوي اغيزه پرته له دې چې په مقدار (اندازه) کې بدلون را منځ ته شي، کولاي شونورو لورو ته یې متوجه کړو.

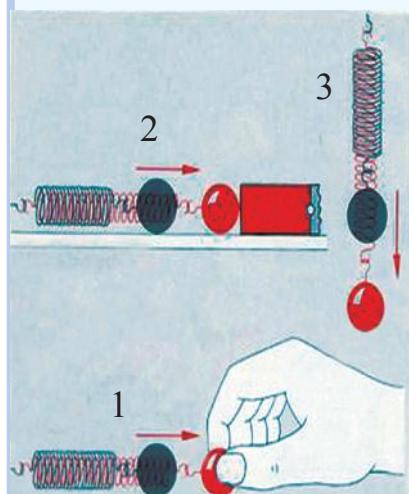
د اصطکاک قوه یوبل دول قوه ده، کله چې دو ه جسمونه سره په تماس کې شي او د متقابل حرکت په حالت کې راشي، د دوى ترمنځ د اصطکاک قوه منځته را ئېي. موږ په کور، بنوونځي، بازار، د سپورت په ډګرونو او نورو ډپروځایونو کې په خپل ورخني ژوند کې پر جسمونو باندي د ډول ډول قوه لکه د مقنatisis قوي، برښتايي قوي او نورو اغizi په نورو اغizi وينو. د دې لپاره چې د قوي اغizi په بنه او خرگند ډول ولیدلای شو او د قوي نوري بيلگي معرفي کړاي شو، د لاندې فعالیتونو به تر سره کولو پيل کوو.

فالیت



د (1-3) شکلونوته نظر وکړئ. خه به پیښ شي، که چېري فنر په لاس راوکابو؟ (1حالت) او يا مقنatisis ورته نزدې کړو؟ (2حالت) دغه کار عملی کړئ او د خپلو کتنو پالپي په هره ډله کې وړاندې کړئ. دا خل فنر په عمودي ډول له غونداري (ګلوبې) سره یوځای د (3حالت) د شکل په خبر و خروئ، خه بدلون به وګورئ؟ آيا بيا به هم فنر د غونداري د وزن له امله وغڅېږي؟ که چېري تجربه مو په سمه توکه تر سره کړي وي، وي ګورئ چې مقنatisis او د غونداري وزن هم د لاس د عضلو د قوي په خبر د فنر د شکل د بدلون لامل کېږي، نو پايلې ته رسپرو چې: قوه کولای شي د جسم د شکل د بدلون لامل و ګرځي او يا بر عکس د شکل هر ډول بدلون، د یوې قوي د اغېز معلوم دي.

(1-3) شکل



يو شمېر نور خا یونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانۍ سره وګورو بیلا بیل سپورتونه دي چې د دوى له ډلې خخه د والیبال او باسکتبال لوپې دې چې په ترڅ کې يې تاسو په خپله کولای شي په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوپو کې ستاسو د لاس د عضلو قوه توب ته سرعت ورکوي او یاتوب چې د حرکت په حالت کې دې، يې دروي او یا يې د حرکت لوري ته بدلون ورکوي. آيا هغه خه چې ووبل شول، د مقنatisis د قوي په هکله هم صدق کوي؟ آيا د مقنatisis قوه د یوه جسم د سرعت د زیاتې دو یا کمې دو لامل کیدای شي؟ د مقنatisis د قوي اغizi د لاندې فالیت د تر سره کولو په ترڅ کې کتلې شو:

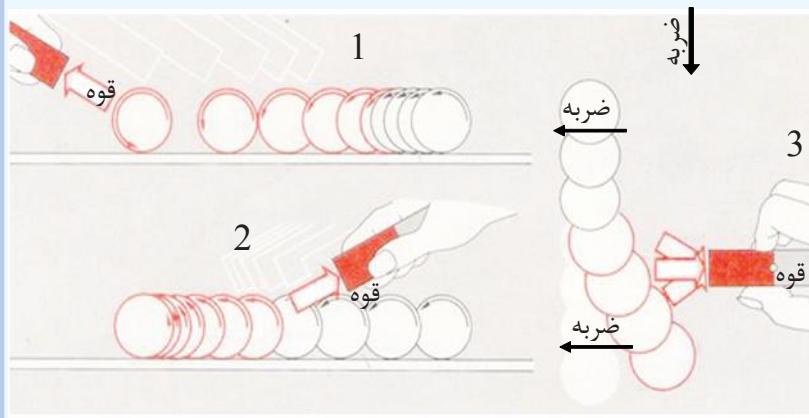
فعالیت



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

(1) حالت پريو واره اوسيپنیز غونداري چې د مېز پر سر پروت دي، ضربه واردو.

ګلولي د واردي ضربې له امله د مېز پر سر ورو رغپې. په عادي حالت کې ګلولي په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطيسی ميله د مخې لخوا ګلولي ته ورنزدې شي، خه پینه به ولidel شي؟ د ګلولي د حرکت په سرعت کې خه بدلون ليدل کېږي؟



4-1) شکل

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

(2) حالت. د اوسيپنی ګلولي یوخل بيا د مېز پرمخ د رغپيدو په بنې خوشې کوو، خو دا خل هغوي د (2) حالت) که

وينې يې د مقناطيسی ميلې په مرسته تعقیبويو یعنې د ګلولي د حرکت په سرعت کې خه بدلون وينې او ولې؟

په دريم حالت کې چې مقناطيسی ميله له یوه لوري، رغپيدونکې د اوسيپنی ګلولي د حرکت مخالف لوري له خوا مقناطيسی ميلې ته ورنزدې کېږي، تا سو خه بدلون گورئ؟ هغه پايلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنيو پونښتو

د خواب په توګه تر لاسه کې، د یو ډله یېز کار په ترڅ کې پې په خپلو کې مطرح کړئ

دلاندې تمرینونو په تر سره کولو سره، په یوه جسم باندی د قوې د اغېزو د خرنګوالي په اړه د ګروپ د غړو تر منځ بحث وکړي او پايلې پې له نورو سره شريکې کړي:

a- ويل شوي چې قوه یو وکتوری کمیت دي، آيا کولاي شي د یو وکتوری کمیت خانګرې بیان کړي؟

b- ايا پرته له وکتوری کمیت خخه، بل کوم کمیت هم پېژنې؟ که خواب هو وي، هغه کمیت کوم کمیت دي؟ هغه کمیت او خانګرې پې معرفې کړي.

- c- قوه یو جسم چې ساکن وي په حرکت راولی. کولای شئ دا وينا په تجربه ثابته کړئ؟
- d- قوه په خه ډول د یوه متحرک جسم د درېلو سبب گرځي؟
- e- یو جسم په یوه ټاکلې لوري په حرکت کې دی، یوه قوه له کین لوري پري اغیزه کوي، خه پېښیرې؟ د یوه شکل په واسطه پې وښېئ. له دې عمل خخه خه پایله ترلاسه کوي؟
- f- په یوه جسم د یوې قوې د اغېز له امله، ممکنه ده چې د هغه جسم شکل بدلون وکړي. ايا په جسم باندې دا بدلون د یوه شکل په مرسته بنو dalleۍ شئ؟

پوښتني

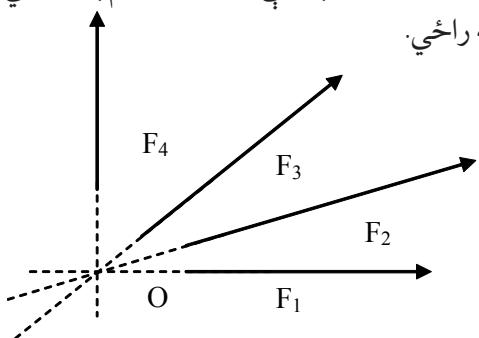


د قوي د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تېرو کلونو کې لوستي دي، لاندې پوښتوه په خواب ورکولو خپل پخوانې معلومات په لنډ ډول تکرار کړئ:

1. د (SI) په نړيوال سیستم کې بنسټير (اساسي) واحدونه کوم دي؟ بیان او تعريف پې کړئ.
2. د (SI) په نړيوال سیستم کې د قوي واحد خڅه شې دي؟ تعريف پې کړئ.
3. د (SI) په نړيوال سیستم کې د قوي واحد یو بنسټير واحد کړي؟

1-2: متلاقي (غیر موازي) قوي

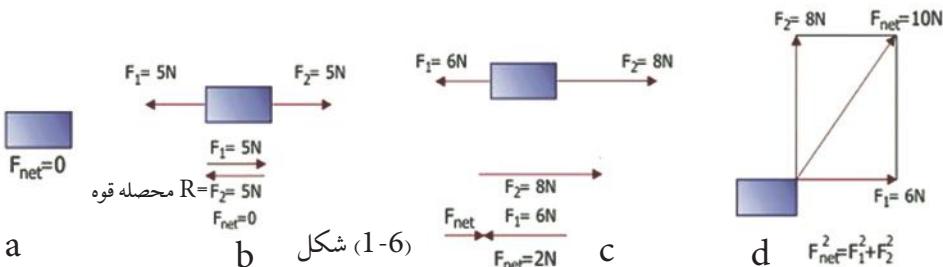
کله چې پر یوه جسم دوي یا تر دوو زیاتې قوي اغیز وکړي، داسې چې د اغیزو خطونه پې سره موازي نه وي او په یوه نقطه کې یو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوه په نامه یادوي. د یېلګې په توګه، په 1-5 شکل کې لیدل کېږي چې د F_1 , F_2 , F_3 او F_4 قوه د اغېز خطونه د O په نقطه کې یو بل قطع کوي، نو D نقطه ددي قوه د اغیزو مشترکه نقطه ده، F_1 , F_2 , F_3 او F_4 قوي متلاقي قوي بل کېږي. کله چه خو متلاقي قوي پر یوه جسم باندې عمل وکړي، یوه محصله قوه را منځ ته کوي چې ددي قوي اندازه او لوري په هندسي توګه د وکتورونو له قواعدو خڅه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي توګه له الجيري قواعدو خڅه په ګټې اخیستلو لاس ته راځي.



1-5) شکل

د قوو محصله

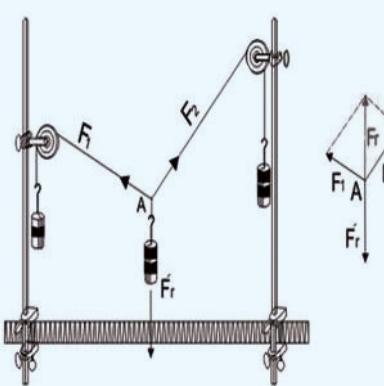
كله چې په يوه وخت کې پريوه جسم له يوې خخه زیاتې قوي واردي شي، په دې حالت کې د قوو يو سيستم پر جسم عمل کوي چې د جسم د حرکت پر حالت اغيزه اچوي او پريوه جسم د اغېز کونونکو پولو قوو وکتوری مجموعه د محصله قوي په نامه ياد يېري او هعه په R بنېي. پوهېبرو چې قوي د وکتورونو دقوانينو پر بنسټه جمع کېږي (لاندې شکلونه دې وکتل شي) باید په ياد ولرو چې محصله قوه تل پر جسم د عمل کونونکو قوو له مجموعې سره معادله نه وي يعني دا مجموعه په هر حالت کې د هغوي له محصله قوي سره نشو بدلولى، يوازي په هغه حالت کې دا کارشونی دې چې قوي سره موازي وي.



د قوو محصله، د هغۇ قوو وکتوری مجموعه د چې پريوه جسم عمل کوي. باید وویل شي چې د سوالونو په حل کې د \vec{R} سمبول پر خای ($\sum F$) ھم کاروي او هم R محصله قوه په F_{net} سره بنیو.

په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پیداکول:
د متلاقي قوو د محصلي د پیداکولو لپاره لاندې فعالیت تر سره کوو:

فعاليت



شكل 1-7

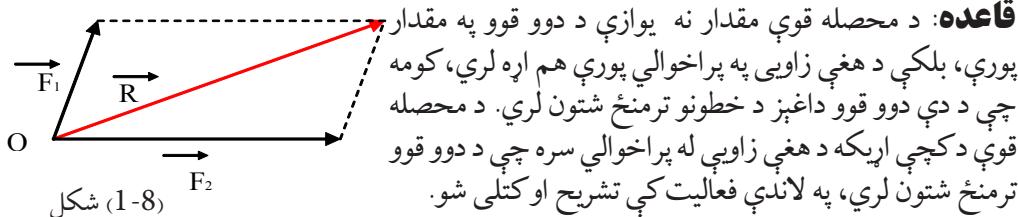
په يوه تجربه کې له مخامنځ شکل سره سم د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 دوي قوي په مایله توګه، په مختلفو لورو پورته خواته او د \vec{F}_r قوه په عمودي توګه بنکته خواته عمل کوي. د قوو اندازه د هغۇ وزنونو په مرسته چې ځرول شوي دي، ټاکل شوي دي. که چېري قوي د غشو په توګه رسم کړو، يوه ساده هندسي هماهنگي په لاس راخي.

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

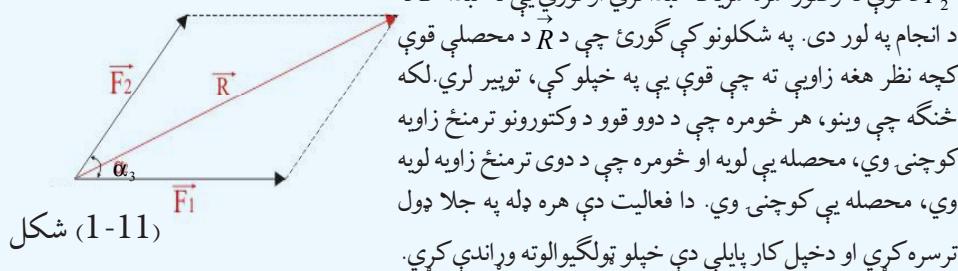
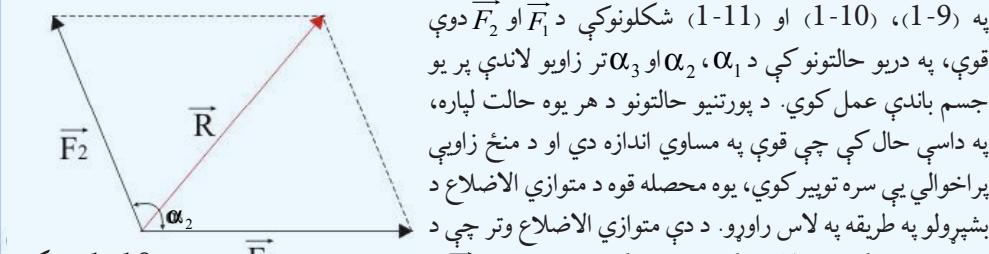
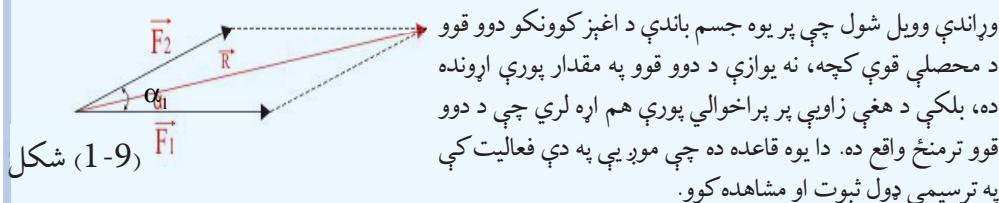
چې د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 د محصله ده. د \vec{F}_r له قوي سره مساوي، خو مخالف لوری به ولري. که چېري په رسم کې \vec{F}_r وکتور ته په مخالف لوری کې د هغه له خپل او بدواли سره مساوي دوام ورکړو، \vec{F}_r په لاس راکوي. له دې خا يه خخه ليدل کېږي چې د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 وکتورونه يوه داسې متوازي الاصلاع جوروي چې \vec{F}_r په وتردي.

د پورتني فعالیت له پایلې خخه په گټې اخیستلو، د دوو غیر موازي قوو محصله چې په هندسي توګه د قوو د متوازي الاصلاء د قاعده په نامه نومول شوي ده، داسې بیانوو:

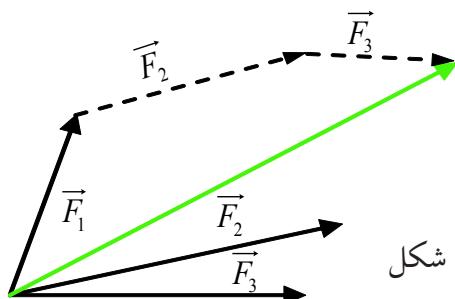
قاعده: د دوو نا موازي (متلاقي) قوو محصله چې تريوې زاويې لاندي پريوه جسم باندي اغیز کوي د هېټي متوازي الاصلاء د وتر له مقدار او لوري خخه په لاس راخې چې د دي دوو قوو په مرسته رسمايري. که چيرې موره هېټي زاويې ته چې د دي دوو قوو ترمنځ شتون لري، بدلون ورکرو، د محصله قوې کچې هم بدلون مومي، له دي وينا خخه یوه بله قاعده لاس ته راپرو او دا رنګه يې بیانوو:



فعالیت

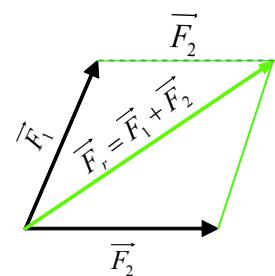


باید ووایو چې مور کولای شو همدا پایله د وکتورونو د جمع کولو (د وکتورونو د انتقال طریقه) له قاعدي خخه په گتې اخیستلو هم لاسته راورو. دادی په (1-12) او (1-13) شکلونو کې د هغۇ قوو مەحصىله چې په متلاقي چۈل يې په يوه جسم عمل كېرى دى، د وکتور قوو د انتقال له طریقې خخه په كار اخیستلو سره دا چۈل لاسته راورو. د \vec{F}_1 د وکتور قوی انجام تە، يو موازى خط د \vec{F}_2 د قوی د اغىز د خط پە لوري رسموو. بىا د دې خط پە مخ، يو قطعه خط چې د \vec{F}_2 قوی د وکتور له اوپردالى سره مساوي وي، جلا او پە نېنە كەنە او بىا وروستە د \vec{F}_2 لە انجام خخه يو خط چې د \vec{F}_3 لە قوی سره مساوي او موازى وي، رسموو. كە د \vec{F}_1 قوی مبىدا د \vec{F}_3 قوی لە انجام سره وصل كېرو، كوم قطعه خط چې پە لاس رايى، د \vec{F}_1 او \vec{F}_3 قوو مەحصىله ده، د (1-13) شکل. باید پە ياد ولرۇچى د متوازى الاصلان قاعده او د وکتورونو د جمعىي قاعده د مەحصىله قوې د پىدا كولو لپاره عين نتىجه لري.



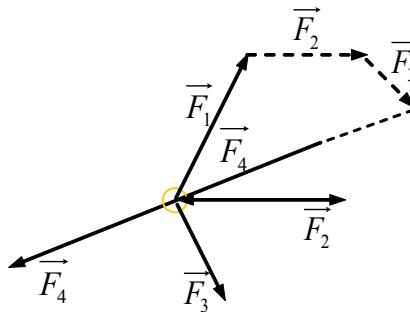
(1-13) شکل

(1-12) شکل



كە چىرپى يو جسم د تعادل پە حال كې وي، د قوو مەحصىله يې لە صفر سره مساوي ده او د قوو د مضلع پایله يې يوه تېلپى مضلع ده، د (1-14) شکل پە تېلپى مضلع كې د اخىر قوې انجام د هغى قوې د

$$\sum F = o \quad \text{او يا} \quad R = o$$



(1-14) شکل

مثال:

د یوپی پایی د پاسه $F_1 = 3600N$ وزن پورتہ شوی دي. په هملي وخت کې په دې پایه کې، دوپی قوي یوه یې $F_2 = 1200N$ سره د 40° زاوې لاندې او بله قوه یې $F_3 = 1440N$ سره د 55° زاوې لاندې فشار واردوی. د محصله قوي اندازه او لوری پیداکړئ.

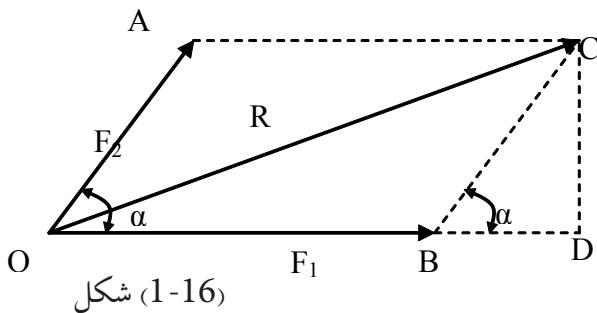
حل: تر تولو د مخه د قوي لپاره د اوبردوالی يو مقیاسي واحد تاکو.
د بیلکي په توګه: $1cm = 1000N$ قبلوو. وروسته د F_1 او F_3 قوي د
قبول شوي مقیاسي واحد پر بنسته، د هغو د کچې او لوري په رعایتولو
سره، د قوو يوې مضلع ته لېږدوو. د قوو د محصلې اوبردوالی د شکل له
مځې له $5.3cm$ سره مساوی دي، نو د پورتنې قبول شوي مقیاس خڅه
په ګټهي اخیستلو، سره لړو چې:

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

او هغه زاویه چې محصله یې له افق سره جوړوي له 86° خڅه عبارت ۵۵.

د متلاقي قوو د محصلی د پیداکولو الجبری طریقه

که چیرې د F_1 او F_2 دوې قوي پريوه جسم باندي داسي عمل وکړي چې د اغیزو خطونه ېې په خپلو کې د α زاویه جوړه کړي (1-16) شکل. په دې صورت کې د محصلې د لوی والی یا کچې او لوري پاکلول پاره، د هغه دوو قوو د ګټوروونو متواري الاضلاع بشپړو او له مخني یې محصله محاسبه کوو.



د \hat{ODC} په قایم الزاویه مثلث کې لیدل کېږي چې:

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

اوسم کے چیرپی د(OD) قیمت په 1 رابطہ کی وضعہ کرو، نو:

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

\hat{BDC} قایم الزاویه مثلث له مخې لیکلای شو چې:

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

اوسم د $BD^2 + DC^2$ پر خای د هغون مساوی اندازه یعنی $(F_2^2 - 2)$ رابطه کې وضع کوو:

د \hat{BDC} له مثلث خخه د BD قيمت پيدا کوو او په 3 رابطه کې يې وضع کوو:

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

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

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

مود ویلی وو چې د محصله قوې کچه د هغې زاوې په لویوالی پورې اړه لري چې د دوو قوو ترمنځ واقع

د. اوس د \vec{R} ماحصلې قيمت نظر د $\hat{\alpha}$ قيمت ته تر مناقشې لاندې نيسو.

1. که چیرپی $\alpha = 90^\circ$ وی، نو $\cos 90^\circ = 0$ دی او لرو چی:

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

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

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

2. که چیری $180^\circ = \alpha$ وی، نو $-1 = \cos 180^\circ$ دی اوکولای شوچی و لیکو:

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

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

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

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

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

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

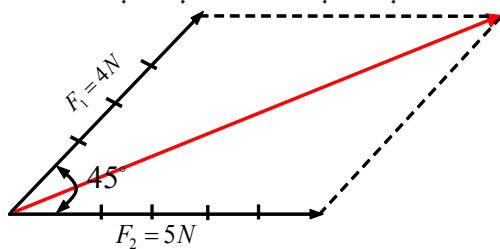
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2}$$

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

$$R = F_1 + F_2$$

مثال: لاندې شکل په نظر کې ونيسيء، د قوو محسله د هغې رابطې په مرسته چې تاسې زده کړیده
محاسبه کړئ:

حل:



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

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

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

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

نو لرو چې:

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

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

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

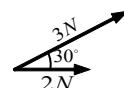
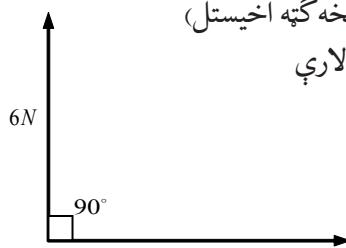
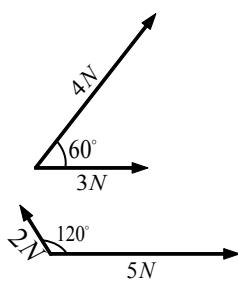
$$R = \sqrt{41 + 20 \times 1.414} = \sqrt{41 + 28.28} = \sqrt{69.28} = 8.32N$$

پونته:

لاندې شکلونه په نظر کې ونيسيء چې په هغوي کې قوي په هغه اندازه چې ورکړل شوي دي، تر مختلفو زاويو لاندې په جسم باندې عمل کوي. د قوو د محسلي اندازه او لوري په لاندې دوو طریقو سره لاسته راوري:

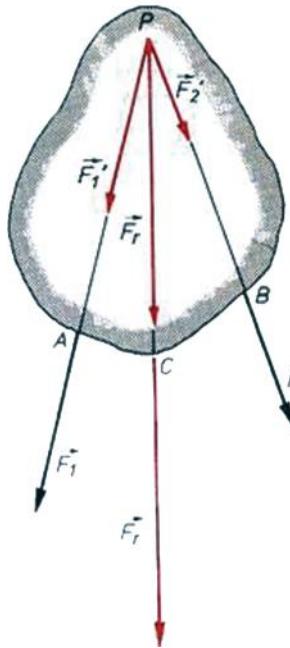
1. محاسبوي طریقه (له فورمول خخه ګټه اخيستل)

2. د متوازي الاصلان د بشپړولوله لاري



هغه قوي چي د يوه جسم په مختلفو نقطو اغېزه کوي:

موره په تېر لوسټ کې د متلاقي قوو اغېزه چې پريوه جسم باندي په مختلفو وضعیتونوکې عمل کوي، مطالعه کړ. همدا رنګه مو په ترسیمي او محاسبوي لارود محصلې له پیداکولو سره هم آشنايی ترلاسه کړه.



1-17) شکل

يوبل حالت چې دېر خله په تخنيکي پېښوکې را منځ ته کېږي، هغه حالت دی چې که چيرې دوي قوي ديو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، خنګه کولای شو چې محصله ېې په هندسي توګه لاس ته راورو؟ په (1-17) شکل کې ليدل کېږي چې د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 دوي قوي ديو جسم پر A او B نقطو عمل کوي.

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

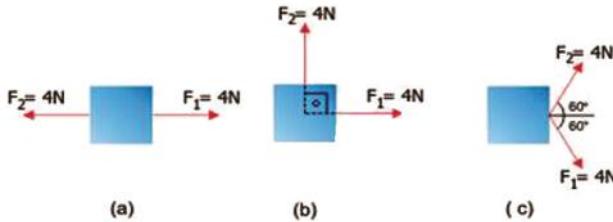
کولای شويوپي قوي ته د هېڅي د اغېزې پر خط د ظای بدلون ورکړو، داسې چې په مقدار او لوري کې ېې هيڅ دوبلون رامنځ ته نشي. د همدي قاعدي په مرسته، د دواړو قوو د اغېزو خطونوته D په نقطې پورې امتداد ورکړو، ترڅو چې یو او بل قطع کړي. D له نقطې خخه د هېڅي قوي د اغېز پر خطونو، له هغه سره مساوی قوي جلاکوو

چې 1 او \vec{F}_2 د. د محصله قوي د پیداکولو لپاره د متوازي الاصلاع له قاعدي خخه کار اخلو چې د \vec{F}_1 د محصله قوه لاس ته راخي. دا محصله د \overline{PC} د اغېزې خط لرونکې ده او د محصلې د اغېز نقطه کولای شو په کيفي دوبلېلکې په دوبل C په نقطه کې وتاکو. لکه خنګه چې په شکل کې \vec{F}_r د محصله بنسي.

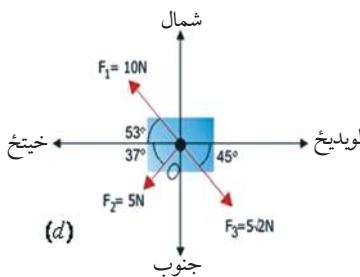
له دې عملې خخه دا پایله هم لاس ته راخي چې د محصلې قوي اندازه او لوري به همدومره واي که چيرې پريوه جسم د قوي اجزاوو (مرکبو) په عين نقطه کې اغېزه کې واي.

تمرينونه:

- د قوو محصله خه شي ده؟ د يوې محصلى قوي د تشكيل لپاره لپترلره د خو قوو شتون اپين دي؟ او د رياضي له نظره يې محصله خنګه په نښه کړي ده؟
- د هغه شمېر قوو لوپولالی او لوري چې پريوه جسم عمل کوي د (a) او (b) او (c) په شکلونو کې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پيدا کړي.



- د (d) په د ياكړام کې درې قوي پريوه جسم عمل کوي. هغه محصله قوه چې پرجسم واردېږي د متوازي الأضلاع په طریقې رسم کړئ.



د نقطه يې کتلي تعادل

مخکې له دي چې د تعادل په اړه وغښېرو، اړنه ده چې د نقطه يې کتلي په هکله لنډې خرګندونې وکړو. موږله تېرو لوستونو خخه، د يووه جسم کتله پېژنو او پوهېږو چې کتله د هغو موادو له اندازې خخه عبارت ده چې په جسم کې خای شوي وي او د اندازه کولو واحدې کيلوګرام دی چې په عملې ډول يې يوکيلوګرام کتله د یولیتر خالصو او بيو په C^4 تودو خه کې قبوله کړي ده. يووه بله اصطلاح چې د فزيک د علم په ټاکلو برخو کې پکاري، له نقطوي کتلي خخه عبارت ده چې د آسانتيا راوستلو لپاره، د فزيک د علم د برا بلمنو او مسایلو په حل کې ورڅه گته اخیستل کېږي.

نقطوي کتله د يو ايديال جسم له هغې کتلې خخه عبارت دی چې گواکې د نوموري جسم د جوربشت لپاره ټول کاريديلى مواد، په يوه نقطه کې متمنکز يا را ټول شوي وي. له دې تعريف خخه معلوميوري چې نقطوي کتله واقعي شتون نه لري او یوازي د محاسبا تو د ترسره کولو او مسایلود حل لپاره په فرضي توګه منل شوي ده، او س نو دا پوشننه را پيدا کېږي چې عملاً خنګه کولاي شو، يوه نقطوي کتله مجسمه کړو او د نقطوي کتلې رول د فزيکي مسایلو (پرابلم) په حل کې خه ده؟ هر حقيقي جسم چې جسامت (لوياولي) او شکل بي، د یوې ميخانىکي مسئلي د مطالعې پر مهال رول و نه لري او له نظره د غورخيدو وړ وي، کيدا شې د یوې جسم یا نقطوي کتلې په توګه ومنل شي.

لاندې بيلګې موضوع ته لاروبنانتيا بخښي:

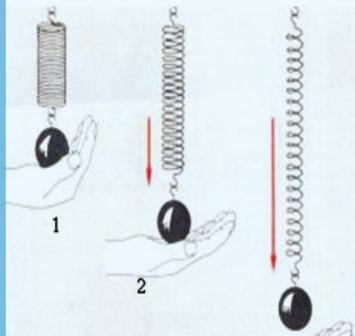
1. د لم پرشاو خوا د سيارو د حرکت د محاسبه کولو پر مهال، کولاي شو سياري، نقطوي کتلې ومنو.

2. د الولو د مدار د محاسبې لپاره، کولاي شو د تينس یو توب (پنډوسکي)، د یوې نقطوي کتلې په توګه ومنو.

3. د هايدروجن د اтом د ساده مودل، الکترون او پروتون کولاي شو د نقطوي کتلو په توګه ومنو. بايدووایو چې مور په عملی دول د نقطوي کتلو له سیستمنو سره سر او کار لرو چې هر سیستم د ګن شمبر نقطوي کتلو لرونکي دي. د بيلګې په ډول: غازونه، مایعات، ارجاعي (الاستيکي) اجسام، جامد اجسام، اتومونه، ماليکولونه، د سياراتو سیستم، دا ټول په ځانګړو او ټاکلو برخو کې د نقطوي کتلې په توګه منل کيدا شې.

د یوې قوي د اغيزي په وړاندې د یوې جسم د عکس العمل تعادل: مور وړاندې له قوي او د هغې له اغيز و او ډولونو خخه وغږيدو او مو ويل چې قوه هغه عامل دی چې کله پر یوې جسم اغيز وکړي، کولاي شي، د یوې جسم د حرکت په حالت کې بدلون راولي او یا د جسم د شکل د بدلون لامل شي. مور پر یوې جسم د قوي له اغيز و خخه خبرې وکړي، خود قوي د اغيز په وړاندې مود جسم د عکس العمل په هکله تر او سه خه نه دي ويلې. مور تر دې مهال په دې اړه خه نه دي ويلې چې که چېږي یوه قوه پر یو جسم عمل وکړي، آیا جسم د نوموري قوي د اغيز په وړاندې خه ډول غږگون بنېسي؟ او یا کله چې یو جسم د سکون په حالت کې وي، دا معنا لري چې هیڅ قوي پرې اغيزه نه ده کړي؟ تاسي پوهېږي چې هر جسم وزن لري چې هغه یې د ثقل د قوي په نامه نومولې، بله پوښتنه داده چې آیا کولاي شو د یوې جسم د وزن د قوي اغيز پر نوموري جسم له منځه یو سو؟ د دې پوښتنې د څوابولو لپاره لاندې فعالیتونه ترسره کوو:

فعالیت:



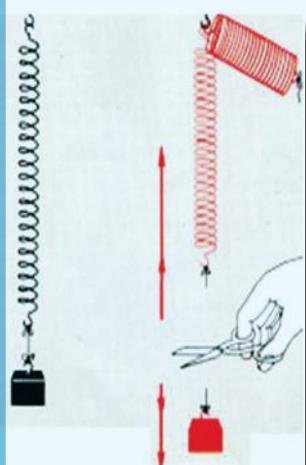
1-19) شکل

1. یو جسم له یوه فنر خخه خپوو، داسې چې لاندې ترې خېل لاس ونيسو، د جسم د وزن قوه حس کړو (1 حالت)
 2. ډبر ورو ورو خېل لاس مخ په کښته تېټوو، د سپکوالی یو خه احساس کړو او ورسره سم فنر د جسم د وزن د قوې له امله اوږديږي (2 حالت).
 3. فنري ټاکلي موقعیت ته په رسيلو، نور نه اوږديږي او جسم په آزاد حالت په فنرکې خورند پاته کېږي (3 حالت).
- خو جسم ، نورشی کولای فنر مخ کښته راوکاروي؟
د دي پونشنې د خوابولپاره په لاندې توګه دویم فعالیت ترسره کړو.

فعالیت:



- يو جسم (کم وزنه) د تار په مرسته له یوه فنر خخه خپوو. ليدل کېږي چې جسم د وزن له کبله کش او اوږديږي او بيا په یوه ټاکلي موقعیت کې د آرامتيا او سکون حالت ته رسيروي.
کله چې جسم د سکون حالت ته راخېي، سمدستي تار د قېچي په مرسته د شکل په خېر قطع کړو. خه پېښېږي؟ د قوې دوې اغیزې ليدل کېږي.
1. کوچنی وزن پر خمکه لوېږي
 2. فنر په چټکي سره پورته خواته راټولېږي او لومړني حالت ته ورگرځي له دې وضعیت خخه کولای شو، پایله تر لاسه کړو چې دوي قوې بايد په کارکې ورګډې وي.
 3. د وزن قوه ، کوچنی وزنه چې په فنر پورې خېږدله 50.
 4. هغه قوه چې وې کولای شول فنر بېرته خېل لومړني حالت ته راټګرڅوی چې دې قوې ته د بېرته ګرڅونکې قوې نوم ورکړو.



1-20) شکل

اوسم پورتنې پونشنې ته چې ولې فنر د مخکیني فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغیز له امله ، نور اوږد نه شو، خواب ورکولی شو او دې پایلې ته رسيرو چې خومړه چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتېږي، هومړه، فنر د بېرته ګرڅیدلو زیاته قوه بنېي. چې دا بېرته ګرڅونکې قوه د کوچنی وزنی له وزن سره مخالف لوري لري. که چېږي دواړه قوې یعنې د وزنی وزن او د فنر بېرته ګرڅیدو قوه سره مساوی شي. په دې حالت کې فنر نور نه اوږديږي او د سکون حالت غوره کوې، په دې وخت کې وېلې شو چې: د جسم د وزن قوه د فنر له بېرته ګرڅونکې قوې سره برابره ده او خرنګه چې د فنر د بېرته ګرڅونکې قوه د کوچنی وزنی وزن په مقابل لوري کې د متقابلې قوې په توګه عمل کوي، نو وېلې شو چې:

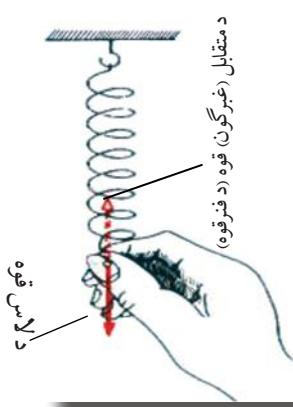
د وزن قوه = متقابله قوه

متقابله قوه

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

که چېري يو جسم د هغې قوي د اغیز په لور حرکت ونه کړي چې په هغه يې عمل کړي، په دې حالت کې قوه یوازې په جسم کې د شکل د بدلون سبب ګرځي. وروسته له دې چې په جسم کې د شکل بدلون رامنځ ته شو، جسم بېرته که خه هم دقوې اغیز دوام ولري، لوړنې يعني د آرامتیا حالت ته راګرځي او هغه قوي چې له بهر خخه يې پر جسم عمل کړي دي، نشي کولای پر جسم د نوې اغیزه لامل شي، خکه چې بله قوه چې د متقابل جسم د اتصال له خایه، لکه د یوال، مېز او نور پر جسم عمل کوي، د بهرنې قوي اغیز ختنۍ کوي، يعني هغه په تعادل کې راولي.

هغه قوه چې پر جسم د اغیز کوونکې قوي اغیزه ختنۍ او د جسم د تعادل يا توازن سبب ګرځي، د متقابلې قوي په نامه یادېږي. په شکل کې ليدل کېږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلي د فنرله متقابلې قوي سره ختنۍ کېږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمايش او په راتلونکې تجربې کې کولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس کړو. عامله قوه او متقابله قوه پخپلوکې سره مساوی دي، خو جهتونه يې مخالف دي. عامله قوه يا هغه قوه چې له بهره پر جسم وارده شوي، نور نشي کولای د اغیز لامل ګرځي. خکه چې اغیز يې د متقابلې قوي چې د کلک او غښتلي جسم لخوا عمل کوي، ختنۍ او د هغې د تعادل سبب ګرځي.



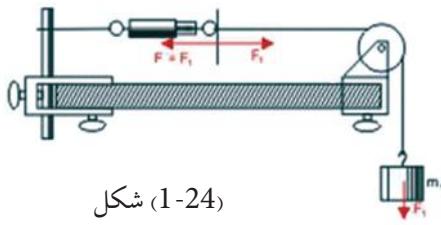
1-21) شکل

یوه د لرګي تخته چې له شکل سره سم يې دواره سرونه پر یوه جسم تکيه شوي دي او د لاس په واسطه يې پر منځنۍ برخه قوه واردہ شوي دي. ليدل کېږي چې تخته له کوږوالي سره چې د لاس دقوې له امله يې ترلاسه کړي، مقابله کوي. ترڅو بېرته خپل لوړنې حالت ته را ګرځي. ولې داسي پېښیری؟ په دې برخه کې د خپل ګروپ له غړو سره خبرې وکړي او د خپل بحثونو پالې د ټولګي مخې ته وړاندې کړي

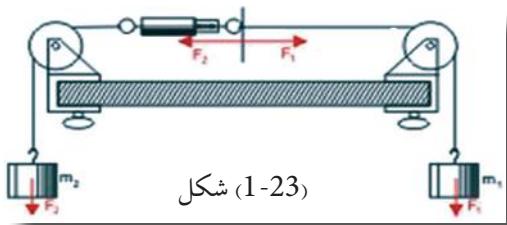


1-22) شکل

متقابله قوه یا د مخالف عکس العمل قوه (Action force) تل د عمل له قوي (Reaction force) سره مساوي ده، خو په مخالف لوري. باید ووبل شي که چېري يو جسم په يوي کلکي نقطې پوري وترو، د عکس العمل قوه د اتصال په نقطه کې، په خپله رامنځ ته کېري. په دې معنا چې ديوې قوي اغیز، د عکس العمل دقوې له پیداکړو پرته ناشونې ده. د دې موضوع لاروبانستیا دلاندي تجربويه لوړيو او دومو حالتونو کې په بشه توګه ليد لای شئ.



1-24) شکل



1-23) شکل

دويم حالت

پرتار درا بېکلوقوه د ټېرپېللو وزنو پرمت

لوړۍ حالت

پر تار درا بېکلوقوه د ټېرپېللو وزنو پرمت

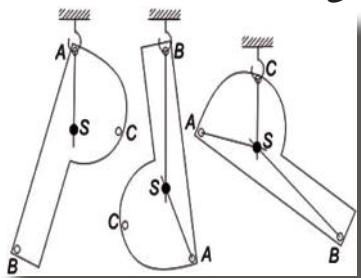
په لوړني حالت کې هم د عمل قوه او هم د عکس العمل قوه F_1 او F_2 دواړه د ټېرپېللو وزنو په مرسته، منځ ته راخې. په دويم حالت کې، هغه قوه چې له ميلې سره د اتصال له امله منځ ته راخې، د عکس العمل د هغې قوي له امله چې د F_2 ټېرپېللي وزن په واسطه رامنځ ته شوې ده، وزن یې په تعادل کې راوستي دی. د پورتنيو خرگندونو په پایله کې د تعادل د مفهوم لنډيز دا رنګه وړاندې کولای شو:

کله چې يوه قوه پریو ډله جسم چې په يوه نقطه کې کلکت تړل شوی وي، اغیزوکړي، دا جسم یوازې د همداپي قوي تر اغیز لاندې نه وي، بلکې يوه بله قوه هم پرې اغیزه لري، چې هغه عبارت د عکس العمل له قوي خخه ده، خرنګه چې دا دواړه قوي یو د بل اغیزې په متقابله توګه له منځه وړي، نو له دې کبله هیڅ ډول حرکت منځ ته نه راخې او یوازې د متقابل عکس العمل قوي په منځ ته راتلو سره په جسم کې بدلون منځته راخې. که چیرې عامله او متقابله قوه چې هغوي ته د عمل او عکس العمل قوه هم وايې چې د مساوي کچې لرونکې او لوري پې مخالف وي، دو اړه قوي کولای شي د جسم د شکل د بدلون په حالت کې پاتې شي، په بل عبارت سره داسې وايو: قوي په تعادل کې دي. همدا ډول قانونمندي د دوو یاله د ټېرپېلخه د زیاتو قوه د عمل کولو پرمهاه هم صدق کوي. په دې معنا، کله چې دو یا له دوو څخه زیاتې قوي پریو ډله جسم اغیز وکړي او د جسم د حرکت په حالت کې د بدلون لامن شي، یا دا چې پر جسم عاملې قوي، یو دبل اغیزې خنې کړي، په دې صورت کې ویلی شو چې جسم یا قوي د تعادل په حالت کې دي.

باید پام وکړو، هغه ټول شیان او اجسام چې زموږ په محیط او چاپير یال کې دي، تقریباً ټول د سکون په حالت کې دي. د سکون په حالت کې د هغو شتون، له دې کبله ندي چې ګواکې هیڅ ډول قوه پرې اغیز نه کوي، بلکې د سکون دلیل یې دادې چې ټولې قوي یو دبل اغیز له منځه وړي او احجام یې د تعادل په حالت کې راوستي دي.

په جسمونو کي د تعادل حالتونه او پاينست (ثبات)

مخکي له دې چې د تعادل او پاينست د حالاتونو د ډولونو په هکله يو خه و وايو، ارينه ده چې دا په ياد راوبرو چې په پخوانيو درسونوکي مو په اجساموکي د ثقل د مرکز په هکله يو شمېر مطالب زده کړي وو، اوس د تعادل او د هېڅي د ډولونو د مفهوم د بهه درک او همدا رنګه د اجسامو د پاينست د حالاتو دېژندنې لپاره، ارينه ده چې په لنایه توګه د ثقل مرکز په هکله دويم خلې يادونه وکړو. که چيرې د (1-25) شکل په خبر يو جسم له مختلفو نقطو (A، B، C) خخه و خروو، و به گورئ چې جسم له یونوساني لنډه حرکت خخه وروسته يو تاکلي حالت غوره کړي. پام وکړي چې د جسم پر مخ يوه ثابتنه (د نقطه S) شتون لري چې خپل موقعیت ته په هر حالت کې بدلون نه ورکوي. دا ثابتنه نقطه د جسم د تولو ذروه د ثقل د قوو د محصلې داغښن نقطه ده، ځکه چې په جسم کې باوازې يوه نقطه په دي 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 اغښې تر نقطې لاندي قرار نيسې چې ترې خپرېدلې دئ.

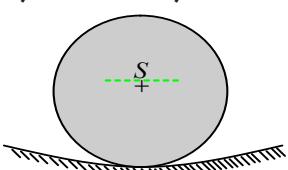


د یو جسم د ثقل د مرکز پاکل
1-25(شکل)

د تعادل حالتونه:

د ثقل د مرکز پیژندل له مور سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په آسانه توګه تر مطالعې لاندي ونيسو. يو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دې چې پري د قوو د اغښو له شتون سره سره بياهم د سکون په حالت کې واقع وي. خرنګه چې په هر جسم کې د ثقل قوه ياد ځمکې د جاذبې قوه د هغې د ثقل په مرکز عمل کوي او جسم بشکته خواته راکابوي، نو له دې امله د تعادل حالت هغه وخت رامنځ ته کيداي شي چې د ثقل مرکز ونشي کولای مخ په بشکته حرکت وکړي. که چيرې يو جسم په یوې نقطې پوري نه وي تړل شوی، بلکې په خپله بشکتنې سطحه فرار ولري، دې جسم د ممکنه حرکتونو لپاره، لاندي درې حالتونه مطالعه او يوله بله یې توپیر کولای شو.

لومړۍ حالت: کله چې يو جسم د یوې قوې د اغیزې له امله د تعادل له حالت خخه خارج کړاي شي او وروسته له دې چې د قوې د اغیز له قید خخه آزاد کړل شي، وکولای شي بېرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. يو مخروط چې پر خپلې قاعدي د ځمکې او یا د مېز پر مخ ایښو دل شوي دي، یا یو کړوي جسم چې د یو مقعر لوښي په منځ کې ایښو دل شوي وي، دې حالت بیلګي رابنيسي، دې ډول تعادل ته پايدار باثباته (stable) تعادل وایې. دغه ډول تعادل په ټولو هغه حالتونو کې په کاربرې چې ورته اړتیا ده چې شیان د سکون په ډاډمن حالت کې کیښو دل شي.

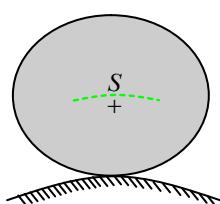


1-26(شکل)
پاينست لرونکي تعادل

دوييم حالت: په تولو هغو حرکتونو کې چې د جسم د نقل مرکز لوړوالی د حرکت په وخت کې د قاعدي له سطحې خخه بدلون ونکړي او جسم پخپل نوي موقعیت کې بیاهم د تعادل په حالت کې راشی یعنې خپل د تعادل حالت وساتي (لكه یو پنډوسکی او یا مخروط چې په خپل یوه اړخ پر مېز کینډول شي)، دغه ډول تعادل ته بي توپير يا (indifferent) تعادل وايي. د تعادل له دي ډول حالت خخه هغه مهال ګټه اخيستل کېږي چې د دې اوتیاوی چې شیان متحرکه وي. لکه په ترانسپورتی وسايطو او یا په دوراني محورونوکې:

درېيم حالت: که چېږي په جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې خایه شي او ونشي کولای چې بېرته خپل لوړنې حالت ته راوګرځي، دي تعادل ته بې ثباته تعادل وايي. د بیلګې په ډول: که چېږي یوه کوچني کړه د یوه جسم په ډېره لوره نقطه او یا د محلې سطحې په پورتنۍ برخه کې کینډول شي او یا یو مخروط چې د رأس لخوا پر خمکه تکیه شوي وي.

دغه جسمونه د (28-1) شکل په خېر له لېرخه تکان یا لړې سره د تعادل له حالت خخه وزی، له همدي امله د تعادل ناپايداره حالت له تخنيکي اړخه د استعمال خای نلري.

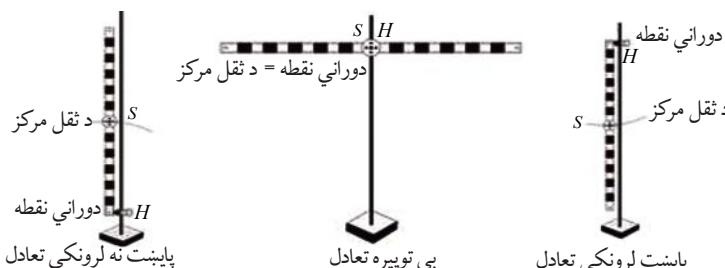


1-28) شکل
پابینت نه لرونکي تعادل

پوښته:



يو خط کش د a او b او c په درو حالتونوکې، د شکل په خېر له مختلفو نقطو خخه پر یو پاڼي خپول شوي دي، خط کش په پورتنيو وضعیتونوکې په پايدار، بې توپيره او ناپايداره حالتونوکې لیدل کېږي. دهر یوه حالت څانګړنې بیان کړئ.

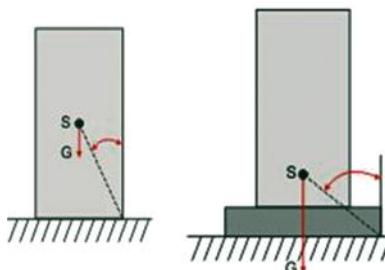


ثابتولی (پایینست)

هغه جسمونه چې د ثقل مرکزې د هغه د اتكاله لاندیني سطحی خخه پورته واقع وي او د ثقل له مرکز خخه يې عمودي خط د هغه د اتكاله سطحی خخه بهرنشي، د تعادل په ثبات او داډمن حالت کې دي، ځکه چې د چې کېدو پر مهالې د ثقل د مرکز موقعیت بدلون مومي او پورته خي. په یوه جسم کې ثبات تل عین قیمت نلري، یو جسم (يو مکعب مستطیل) که پخچله لویه جانبی سطحه اتكا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکي دي، په داسې حال کې که په خپلی وړې جانبی سطحی اتكاولري، ثبات يې بل قیمت اخیستلاي شي.

خومره چې د یوه جسم د ثقل مرکز بنته، د جسم وزن زیات او د اتكا سطحه يې لویه وي، پایداري يې زیاته وي.

له ویل شوو دریو شرطونو خخه دېر خله د جسم د ثبات دېرولو لپاره ګهه اخلي. که چیرې، لکه په شکل کې چې لیدل کېږي، د یوه جسم په کښتنې برخه کې یوه درنه او پلنې پایه ور زیاته کړو، د جسم د ثقل مرکز موقعیت لاندې لوېږي، د جسم وزن زیاتېږي او په پایله کې د جسم ثبات زیاتېږي.



1-29) شکل

1-4: د قوي مومنت (تورک)

مور پوهېږو چې قوي، په مختلفو بنوکولای شي پر جسمونو اغیزه وکړي، د بیلګې په ډول: متلاقی قوي چې مخکې مود هې ماحصله هم په هندسي ډول او هم په محاسبوي توګه پیداکړه او پوه شوو د دوو او یا له دوو خخه د زیاتو متلاقی قوو د ماحصلی کچه د هېټي زاوې پر اندازې پورې اړه لري چې د دې قوو د اغېز د خطونو تر منځ جوېږي. مور ویلدل چې که چیرې یوه قوه پر جسم اغېز وکړي، جسم د هېټي په وړاندې عکس العمل بنې، له همدي ئایه د متقابلي قوي په شتون وپوهيدو. د تعادل د حالت په پیداکېدو کې د متقابلي قوي په نقش هم پوه شو. له ویل شوو مطالبو خخه خرگندېږي چې قوه په پورتنيو بیلو حالتونو کې، پر جسم تاکلې اغیزې واردوي. په اکثرو حالتونو کې چې قوه پر جسم اغېز کوي، کولای شي د یو او برداولي په امتداد کې د جسم د حرکت سبب شي. خو دقوې اغیزې کولای شي، پر جسم یوبل ډول حرکت هم ورزیات کړي. د بیلګې په توګه یو جسم په نظر کې ونسیئ چې پر یوه محور تکیه ولري، کله چې قوه پرې اغېز کوي، په دې حالت کې، قوه جسم د یو محور پر شاو خوا په دوراني حرکت خرخوي. هغه اغېز چې د قوي په واسطه په دوراني حرکت کې خرگندېږي، دقوې د مومنت په نامه یادېږي. د دوران مومنت د تورک په نامه هم یادېږي. د قوي مومنت په M تورک د (۲) په یونانی توري بشي.

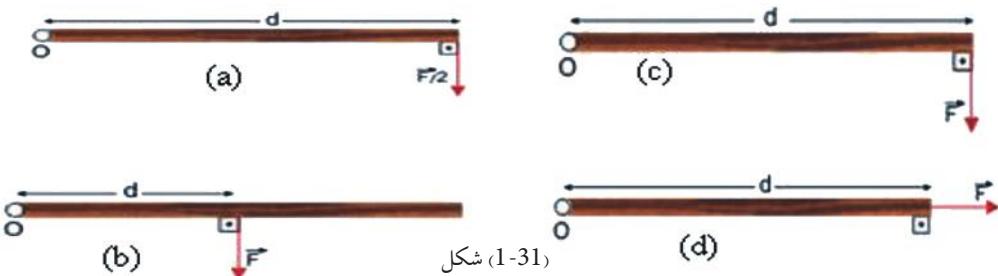
د لاندې بیلګې په وړاندې کولو سره د قوي د مومنت مفهوم په هکله نوره رنډا اچوو:



1-30) شکل د پیچ تینگول د رنج په وسیله

گرانه د چې یو پیچ د لاس په مرسته بنه کلک کړو. په داسې حال کې چې کولاي شو هغه د یوه رېنچ په مرسته په آسانۍ سره کلک کړو. د دې لامل دادی چې رېنچ یو لویه دوراني اغیزه جورپوي.

هغه قوه چې یو جسم د یوې نقطې پرشاو خوا په خرخیدو راولي، دغه نقطه د دوران د نقطې په نامه يادېږي. په شکل کې رېنچ، پیچ په دوران راولي. یوه قوه کولاي شي مختلف مومنتونه چې دقوې د اغیز نقطې په موقعیت اولوري پوري اړه لري، پر یوه جسم وارده کړي. موږ په لاندې شکل کې خلور حالتونه لیدلې شو. د دې خلور ګونو حالتونو په هر یوه حالت کې ميله په ازاده توګه د (O) نقطې پرشاو خوا دوران کولاي شي. هغه مومنت چې د a په حالت عمل کوي، لوی دی له هغه مومنت خخه چې پر ميلي د b په حالت عمل کوي، په داسې حال کې چې په دواړو حالتونو کې د قوو کچه مساوي ده.



1-31) شکل

د a او c په شکلونو کې چې قوي په همunge یوه نقطه کې عمل کوي، خرنګه چې د قوو کچه یوله بلې سره توپیر لري، دوران هم یوه له بلې سره توپیر لري. هغه مومنت چې پرجسم د d په حالت کې عمل کوي، مساوي له (0) سره دی خکه چې په دې حالت کې قوه د صفر په فاصلې او زاوې پر جسم عمل کوي او د پایلي په توګه وبلې شو چې هغه اغیز یا مومنت چې قوه یې د دوران په پینبه کې تولیدوي، په درو پارامترونو پوري اړه لري:

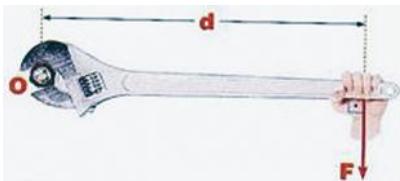
1. د قوي کچه

2. دقوې د اغیز نقطې او دوران د محور ترمنځ واتن او یا هغه فاصله چې جسم یې پرشاو خوا خرخې او د d په توري بنودل شوي دي.

3. هغه زاویه چې د قوي د وکتور او هغه خط ترمنځ چې محور د قوي د اغیز له نقطې سره نښلوی، شتون لري (θ).

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

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



(32-1) شکل، مومنت صفر دي، څکه

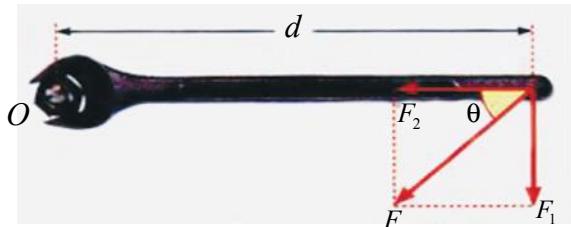
چې د قوي د اغېزې کړنډ د دوران له تکې
څخه تيرپوري.

که چیرې قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوي د اغېز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، یعنې ($F \parallel d$) وي، په دې صورت کې هغه مومنت چې دا قوه یې تولیدوي، مساوي له صفر سره ۵د، یعنې:



په عمومي توګه یوه قوه تل په خپلو دوو مرکبو تعزیه کيدای شي چې یوه ېې موازي او بله ېې پر هغه خط عمود دی چې د دوران نقطه د قوي د اغېز له نقطې سره وصلوي.

کله چې قوه پر جسم باندي عمل کوي او د قوه د تاثير خط د دوران پر محور عمود وي، نو هغه مومنت چې قوه ېې تولید وي، اعظمي دي.



لکه خرنګه چې په (34-1) شکل ليدل کېږي، هغه مومنت چې د \vec{F} قوي په واسطه تولیديږي، له هغه مومنت سره مساوي دی چې همدي قوي د عمودي مرکبې (F_1) په واسطه چې د دوران محور څخه د قوي د اغېزې نقطې په فاصله عموده ده رامنځ ته کېږي، څکه چې دویمه مرکبې (F_2) چې د اتصال له خط سره موازي وي، صفردي یعنې:

$$M = M_1 = F_1 \cdot d \quad \text{او} \quad M_2 = F_2 \cdot 0 = 0$$

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

په پورتنى رابطه کې، θ د قوي او هغه خط تر منځ زاویه د چې د دوران نقطه د قوي د اغېز له نقطې سره وصلوي.

مثال:

قوه پریوی میلې چې 0.2 متره اوبردوالی لري، د شکل په خېر عمل کوي، هغه مومنت چې نومورې
قوه يې تولیدوي، پیداکړي. $\cos 37^\circ = 0.8$ $\sin 37^\circ = 0.6$

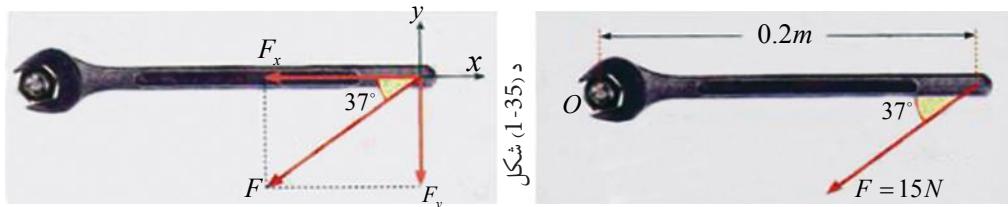
حل:

F_x مركبه قوه د مومنت د تولید سبب نشي کيدای، هغه مركبه قوه چې د (F_y) د محور په اوبردو چې په
رېنځ عموده او د ساعت د عقربې په لور دوراني حرکت منځ ته راوري، دا رنګه په لاس راوري:

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

$$M = F_y \cdot d$$

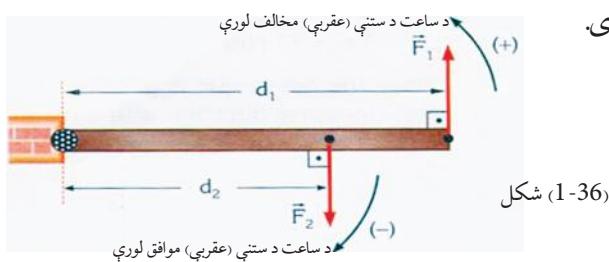
$$M = (9N)(0.2m) = 1.8Nm$$



د محصلې تورک (مومنت) او د دوران لوري

که چېږي یوشمېر قوي پریو جسم عمل وکړي، د هغو مومنتونو د جمعې حاصل چې د عین دوراني
نقطې په نسبت د دوى د هري یوې قوي تر اغېزې لاندې منځ ته راحي، د ټولومومنتونو مجموعه یا د

جمعې حاصل دي.



په 1-36) شکل کې د F_1 او F_2 دوي قوي وينو چې پریو دروازې يې عمل کړي او په مخالف
لوري يې دوران سبب کړي. که چېږي د ساعت د ستنې د حرکت مخالف لوري مثبت او د ساعت د
ستنې د حرکت لوري منفي و منو، هغه مومنت چې دروازه قوي يې منځ ته راوري. پر دروازې له محصله
مومنت خخه عبارت دي چې داسي حسابيږي.

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

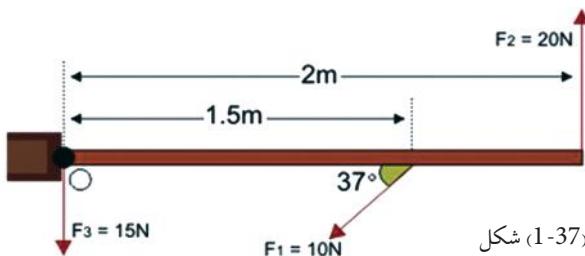
$$M = M_1 + M_2 = F_1 d_1 + (-F_2 d_2)$$

اوسم يو ساكن جسم په نظر کې نيسو:

که چېرى د محصلېي مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پيل کوي او که چېرى پر جسم د محصلېي مومنت منفي وي، جسم د منفي په لور په دوران پيل کوي، په خانګري حالت کې که چېرى مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، يعني د محصلېي مومنت د ساعت د ستني د گرخيدو په لور کې مساوي د ساعت د ستني له مخالف مومنت سره (د مقدار له نظره) وي، په هغه حالت کې جسم په دوران پيل نه کوي.

مثال:

د مقابل (1-37) شکل سره سم درې قوي پريوي دروازې عمل کوي:



شکل (1-37)

الف: د محصلېي مومنت چې پر دروازې عمل کوي، پيداکړي.

ب: د خلورمي قوي اصغری قيمت محاسبه کړئ چې وکولای شي، د دروازې له دوران خخه مخنيوي وکړي، لوري او د اغيزي نقطه یې مشخصه کړي.

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

حل:

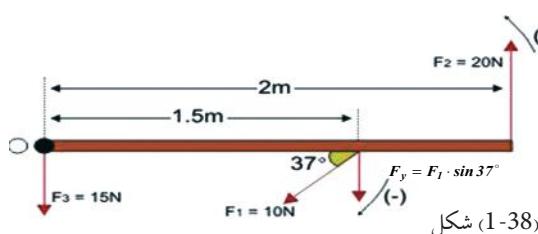
الف: د F_1 قوي عمودي مرکبه د ساعت د ستني يو موافق دوران (-) او د F_2 قوه د ساعت د ستني يو مخالف دوران (+) منځ ته راوري. د F_3 قوه هیڅ دوران منځ ته نه راوري، خکه چې قوه د دوران په نقطه کې عمل کوي، نو له دې سره سم ليکلائي شو:

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

$$M_1 = -(10N)(1.5m)0.6$$

$$M_1 = -9Nm$$

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



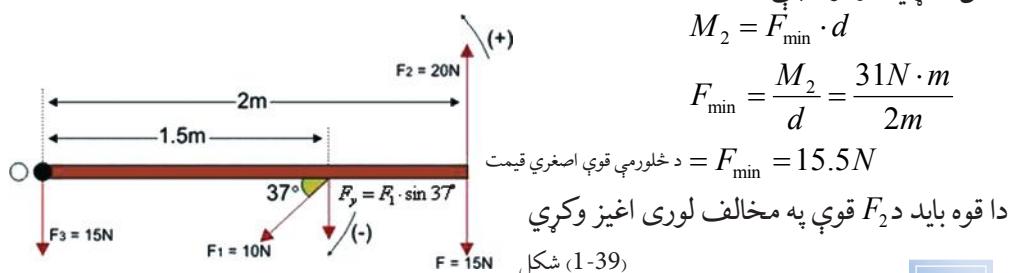
شکل (1-38)

نو د محصلی مومنت د O نقطی پر شا و خوا عبارت دی له:

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

خرنگه چې په دې خای کې، د محصلی مومنت، مثبت په لاس راغلی، نوله دې کبله دروازه د ساعت د ستني مخالف لوري ته خرنخی چې قيمت يې 31Nm دی.

ب: خرنگه چې د محصلی مومنت د ساعت د ستني مخالف دی او کچه يې 31Nm ده، دا وينا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي، باید د ساعت د ستني له لوري سره موافق يو مومنت د 31Nm په کميت پر هغې اغېز وکړي. هغه اصغری قوه چې دا مومنت تولیدولای شي، د دوران له محور خڅه په لري نقطه یعنې د دوو مترو په واټن د اغېز له نقطې خڅه: لري په عمودي توګه عمل وکړي، نولرو چې:

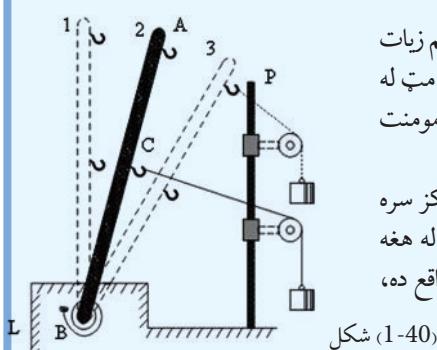


تجربه:

د AB یوه فلزي ميله داسې په نظر کې نيسو چې يو لوري يې د L د محور D په نقطه کې د یو ماريچ فنر په مرسته تړل شوي دی. په دې ميله کې د تار په مرسته وصل شوي چنګکونه چمتو شوي دی او د اتار د یو ثابت خرڅ له محې تير یوري چې د P پر پاپې تړل شوي دی. د تار په بل انجام کې کولای شو، قوي (وزنونه) و خړوو. په مقابل شکل کې چې ميله په 1 حالت کې ده، هیڅ یوې قوي پرې اغېز نه دې کړي او دوران هم منځ ته ندي راغلی. په 2 حالت کې، قوه په منځني چنګک کې پر ميلې اغېز کوي، په دې حالت کې ميله په شکل کې يو دوران بشي. له ميلې سره د قوي د انصال نقطه (D نقطه) او د دوران تر مرکز (D B نقطې) ترمنځ واټن، د قوي له متې خڅه عبارت دی.

په 3 حالت کې، هم قوه اوهم د قوه مېت زيات شوي دی، دوران هم زيات شوي دی. دا تجربه همدا راز ثابتوي چې د قوي مومنت د قوي د مېت له طول او د قوي له مقدار سره مستقیماً متناسب دی. نو د قوي د مومنت لپاره لاندې تعريف وړاندې کولي شو:

که چيرې قوه پر هغه خط چې د هغې د اغېز نقطه د دوران له مرکز سره وصلوي، په عمودي چول عمل وکړي، د قوي د ضرب حاصل له هغه واټن سره چې د قوي د اغېز د نقطې او د دوران د مرکز ترمنځ واقع ده، د قوي د مومنت په نامه یاديږي.



تجربه:



اوسم داسې حالت په نظرکې نیسو لکله په (1-41) شکل کې چې بنوبل شوي دي. په دې شکل کې وينو چې قوه په مایله توګه پر یوه خط اغېز کوي چې هغه خط، د اغېز نقطه A د دوران له نقطې D سره وصلوي، په دې حالت کې قوه، نشي کولاي چې خپل بشپړ اغېز خرگند کړي، خکه چې د قوي د اغېز نقطه پر یوه د ایروي خط د دوران د نقطې پرشاوه خوا حرکت کوي، نو په دې حالت کې، یوازې د F_t د مماس مرکب (تانجانټي) قوه، دوراني اغېز لري، او د F_t شعاعي مرکب په محور د رابنکلو د یوې قوي اغېز لري او د قوي مومنت عبارت دي له: $F_t \times r$ عمود واقع که چيرې قوه ته د هېږي اغېزې خط په لور د A' تر نقطې پوري د موقعیت بدلون ورکړو چې پر DA' عمود واقع شي، نو په دې صورت کې پې د قوي مومنت د لاندې رابطې په واسطه افاده کيدلای شي:

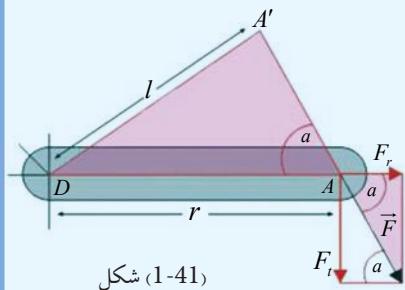
$M = F \cdot L$

په وروستۍ افاده کې (I) له هغه عمودي طول څخه عبارت دي چې د دوران له نقطې څخه د قوي د اغېز پر خط راکښل کېږي. خرنګه چې دواړه مونتنونه یوله بل سره مساوی دي او هم د دوو نښه شوو مثالشونوله ورته والي څخه په لاس راخې چې:

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

که چيرې د دوران د مې پرڅای، د l عمود وکاروو، بیاهم هغه تعريف چې د قوي د مومنت لپاره شوي و، په دې حالت کې هم په لاس راړوړو.

د قوي مې (دوران مې)، د هغه عمودي خط له اوږدوالي څخه عبارت دي چې د دوران له مرکز څخه د قوي د اغېز پر خط راکښل کېږي. دا تعريف په ټولو حالتونوکې صدق کوي.



د مومنت واحد

که چيرې قوه په نيوټن (N) او واتن په متر (m) اندازه کړو، د قوي مومنت د اندازه کولو واحد له نيوټن متر څخه عبارت دي چې داسې بنوبل کېږي:

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

که چيرې قوه په داین (dyne) او واتن په سانتي متر (cm) اندازه کړو، د قوي د مومنت د اندازه کولو واحد له $dyne \cdot cm$ څخه عبارت دي.

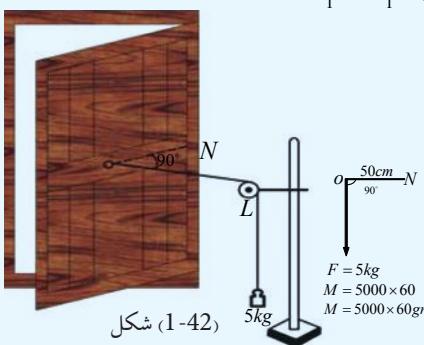


د دلپاره چې د قوې مومنت اغیزه مشاهده او هم د ثابته کړو چې د قوې مومنت، د قوې او هغې فاصلې (دوران مت) د حاصل ضرب سره مساوی دی چې د قوې د اغیزې نقطه ېې د دوران له مرکز خڅه لري. لاندې ساده تجربه په دلو (ګروپونو) کې عملی کوو چې د دروازې له یوې پلې سره ترسه کېږي. د دروازې یوڅه درنه پله چې له یوه چوکات سره ټینګه شوی ده او له چوکات سره په تار وصل دي، دا تار د یو ثابت خرڅ پولې برخ منځ تېږښې، داسې چې د تار یو سر د تلې له یوې پلې سره اړیکه لري. د خرڅ مومنت داسې تاکو چې تار د دروازې پر پلې باندې عمود واقع شي. که چېږي خرڅ D په نقطه کې وي او تار د اتصال نقطه د دروازې له منځني چوکات سره په O او دهنه خط د تقاطع نقطه چې د O نقطه د دروازې د جانبي چوکات (لخک) سره وصلوي، په N وشنودل شي، $D = 90^\circ - LON$ وي. او س د تلې په پله کې تر هغه وخته پورې وزن زیاتوو چې دروازه په حرکت پیل وکړي. کله چې دروازه په حرکت راخي، په دې معنا دی چې وزن (قوه) د یو مومنت د تولید سبب شوی دي. تر دې وروسته وزن د تلې له پلې شخه را اخلو او د وزن کچه او د ON د واټن او بردواولي نوبت او لیکو. په دې حال کې که چېږي قوې ته F_1 او د ON فاصلې ته d_1

ووایو، د قويِ مومنت په لاندې توګه افاده کړو: ۱

دروازه بېرته خېل لومرنى حالت تە ورولو. دا ئىلى چنگىك

له خپل لومپونی خای خخھے را ویاسو او دروازی پر یو یو بلی نقطی چی له چوکاټ او چیراس سره نژدی ده، نصبوو.



کل

په دې حالت کې یاهم خرخ په داسې موقیعت کې بدو چ

تار پر دروازی عمود واقع شی۔ وروستہ بیا دتلپی په پلہ کپی وزن زیاتو، تر هغہ پوری چی دروازہ په حرکت پیل وکپی۔

بیا وزن د تلې له پلې خخه را اخلو. د F_2 وزن کچه د ON

د اکار د دريم خل لپاره په همدي شرایطو تکراروو او د O د نقطې موقعیت د دروازې له چېر اس سره ډېر نژدې تاکو او تجربې ته په هغه پخوانی طریقه دوام ورکوو. بیاهم د F_3 وزن (قوې) او d_3 واتن له اندازه کولو خڅه پایله لاس ته راخې جي په دريم خل د دروازې په حرکت راوستولو کې، د دویم خل په پر تله زباتي قوي ته اړتیا وه:

د وروستي پايللي لپاره، که چيرې د قوي او واين د ضرب حاصل چې په هر خلپي لاس ته راغلي دي، يو له بله سره پرتهل کرو، ليدل کېږي چې مساوی قيمتونه لري، يعني:

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

$$M_1 = M_2 = M_3$$

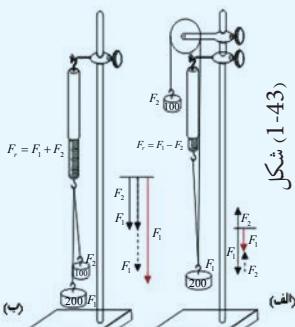
بنایی چې د خپل ډله یېزکار پاپیلی د لا زیات بحث لپاره خپلو ټولگیو الوته وړاندې کړئ.

1-5: موازی قوی

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

په دې لوست کې به مطالعه کړو چې دوي موازی قوی پر یوه جسم خه ډول اغېزکوي او خنګه کولای شو چې محصله پې پیداکړو، د دې موخي لپاره لاندې فعالیتونه تر سره کوو.

د الف فعالیت:



د F_1 او F_2 دوي موازی په مطالعه او یو د بل خلاف لوري، د قوی سنجونونکي پريو چنګک د (1-43) شکل په خپر خروو. د قوی سنجونونکي او بردوالي د مجموعي قوی تر اغېزې لاندې اور دېږي او بنېي چې: $F_r = F_1 - F_2$

د ب فعالیت:

د تجربې دستگاه ته د شکل په خپر (ب، 1-43) بدلون ورکوو، داسې چې د F_1 او F_2 قوی یوله بله سره په مطالعه او یو یوري لوري (واقع شی). په دې حالت کې قوه سنجونونکي، د F_r محصله قوه په لاندې چول بنېي:

$$F_r = F_1 + F_2$$

د ج فعالیت:

دوه جسمونه چې د W_1 ، W_2 معلومو وزنونو لرونکي دي، د (1-44) شکل په خپر یو د بل له پاسه ردو او دواړه ديو چنګک په مرسته په قوه سنجونونکي لوري خپرو په قوه سنجونونکي کې د وزنونو د تعادل پر مهال، ليدل کېږي چې قوه سنجونونکي د دواړو جسمونو مجموعي وزن رابنيي يعني:

$$F_r = W_1 + W_2$$

(1-44) شکل

د پورتنيو تجربو مشاهداتو له کټلو سره کیدای شي، دې پایله ته ورسیېرو چې کله چې موازی قوی د یوه جسم پر یوې نقطې عمل وکړي، که چیرې دا قوی یولوري (هم جهت) وي، محصله پې د نوموړو قوو د جمعې له حاصل خڅه عبارت دی. که چیرې قوی مخالف لوري ولري، محصله قوه پې د هغو د تفریق له حاصل خڅه عبارت ده.

له پورتنيو جملو خڅه کیدای شي داسې پایله ترلاسه کړو چې دوي قوې یې هغه مهال د تعادل په حالت کې را تلای شي چې محصله پې مساوی له صفر یعنې $\sum F = 0$ سره شي، دا هغه مهال شونې د چې د دواړو قوو کچه سره مساوی خو لوري یې سره مخالفې وي.

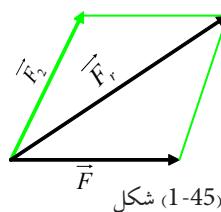
نومورکولای شو د یوی قوي د اغېزې نقطه په کيفي ډول د نومورپي قوي د اغېزې پر خط ولېردو او دا
قاعده د هغو ټولو موازي قوو لپاره چې په یوې نقطې يا په عين خط اغېزه کوي پلې کېږي، نوکولاي
شو ادعا وکړو چې:

کله چې دوې قوي په همدي یوه نقطه يا په همدي یوه خط کې اغېز وکړي، هغه مهال د تعادل په حال
کې راتلای شي چې کچې یې سره مساوي او لوري یې سره مخالفې وي.

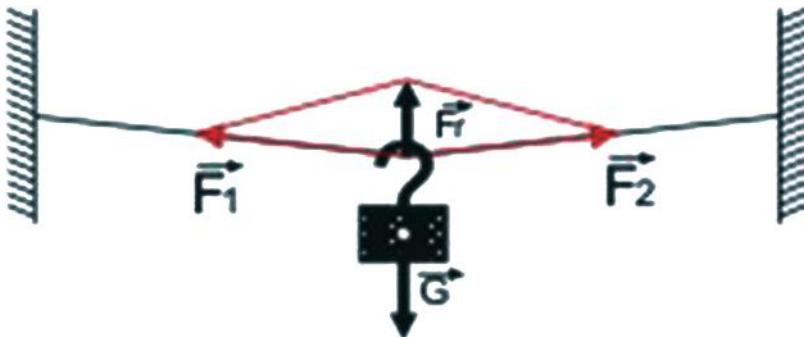
د یوی قوي تجزيه

لكه چې وړاندې مو ولوستل، مور له داسې حالتونو سره مخامنځ کېرو چې خو قوي پر یوه جسم
اغېزکوي او مور اړتیا لرو، تر خود قوو محصله یا نتيجه وپېژنو او هم د هغو کچه پیداکړای شو. له بل
پلوه ولی شو چې هغه قوه چې مور ورسره سر او کار لرو، کيدای شي په خپله یوه محصله قوه وي
چې د دوو یا له هغو خخه د زیاتو قوو له ترکیب خخه لاسته راغلي وي.

په فزيکي او تتخنيکي پېښوکې ډېرڅله له داسې مسایلو سره مخامنځ کېرو چې اړيو، تر خود محاسبو د
تر سره کولو لپاره د یوې قوي اجزاءو وپېژنو. يعني همسې چې د قوو د محصلې د پیداکولو موضوع
با اهميته ده، د یوې قوي د اجزاءو پیداکول یا په بل عبارت، د قوي مرکبې چې د قوي د ترکیب سبب
شوي، هم په همغه کچه ارزښت لري. په دې حالتونوکې معمولاً د جز(مرکبو) قوو لوري ورکول کېږي
او کچه (لویوالی) یې پیداکېږي. په هندسي طریقه د مرکبو د پیداکولو لپاره په دې ډول عمل کېږي:
د محصله قوي له انجام خخه هغو خطونو ته موازي ګانې کښل کېږي چې د مرکبه قوو لوري بنېي، په
پایله کې یوه متوازي الاصلاع منځ ته راخې چې ضلعې یې مرکبې قوي را بنېي، (1-45) شکل.



د قوو تجزيئه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي د (1-46) شکل د قوي د تجزيې يو بل مثال په يوه پري د يوه جسم خپيدل رابنيي او په يو واتې کې د بربننا زينتي ګروونه کولاي شي د دي ډول يوه غوره بيلګه وي.

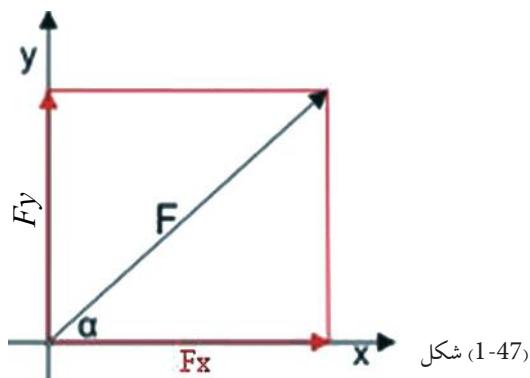


1-46) شکل

ديوي قوي تجزيئه د يو جسم په خپيدلی
حالت کې

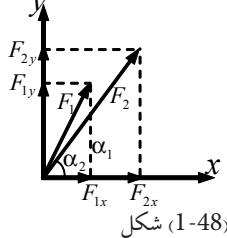
د خو قوو د محصلې الجبری محاسبه

په محاسبوي طریقه د خو قوو د محصلې د لاس ته راولو لپاره ، لوړۍ ټولې قوي د قایم مختصاتو په يو سیستم کې د (x, y) په مرکبو تجزيئه کوو، د بيلګې په ډول: د (1-47) شکل قوه را بنېي چې د $F_y = F \sin \alpha$ او $F_x = F \cos \alpha$ په مرکبو تجزيئه شوي دي.



1-47) شکل

د پورتني قاعدي پرنسپت د F_1 او F_2 په نظر کې نيسو، مرکبې يې دا رنگه ليکلای شو:



په قایمو مرکبو د F_1 او F_2 قوو تجزیه

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

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

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

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

$$\overline{F_{rx} = F_1x + F_2x + \dots}$$

$$\overline{F_{ry} = F_1y + F_2y + \dots}$$

$$F_{rx} = \sum F_x$$

$$F_{ry} = \sum F_y$$

د قوو له مرکبو خخه په ګټې اخيستلو سره کولای شو، محصله قوه او هغه زاویه چې د X له محور سره

$$جوروي، حساب کړو: F_r = \sqrt{F_{rx}^2 + F_{ry}^2}, \tan \hat{\alpha}_r = F_{ry} / F_{rx}$$

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

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

باید پام وکړو چې د قوو د تجزیې اړوند د یوې مسئلي د حسابي حل لپاره، هغه لاري چې تر ګټې اخيستلو لاندې نیول کېږي چې د ورکړل شوو کمیتونو پر بنسته تویرلري.

دېر خله کولای شو مطلوبې قوې د مثلاً تولو له قاعده خخه په ګټې اخيستلو د قوو د مضلع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې کولای شو د قوو د مضلع تشابه له یو معلوم مثبت سره او یا د قایم الزاویه شکلونو پر مهال د فيثاغورث له قانون خخه ګډه واخلو.

مثال:

1. د یوه سرک په ګولایي کې چې یو برېښنایي موټر پرې حرکت کوي، درې هوایي کېبلونه د برېښنایي ګادي د پاسنۍ کېبل سره د نېبلولو لپاره د یو عمارت D په یوه نقطه کې پول شوي دي. درابنکلولو (کشش) د قوو کچه او لوري په شکل کې بنوبل شوي دي. د مجموعي قوې لوري او کچه محاسبه کړئ.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$F_{rx} = 2276 N$$

$$F_{ry} = 1603 N$$

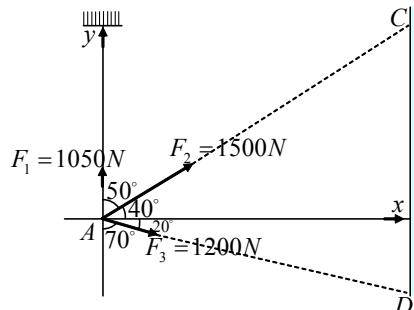
$$Fr = \sqrt{F_{rx}^2 + F_{ry}^2} = \sqrt{2276^2 + 1604^2} N$$

$$Fr = 2786 N$$

: او:

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

(1-49) شکل



دویم مثال:

د او سپنیزو پسنو یوه زینه دیوپ میلان لرونکی سطحی پر مخ اینبی ۵۰. دیوتن د وزن قوه 700 N چې د زینه پر یو پورتنی نقطې ولاړه ۵۰، په خه ډول د زینه پر دوو پسنو وپشل کېږي؟

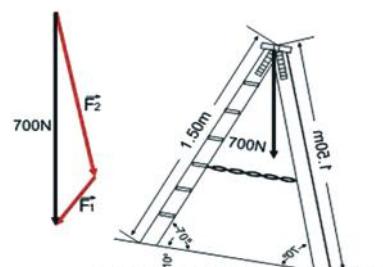
حل:

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

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

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

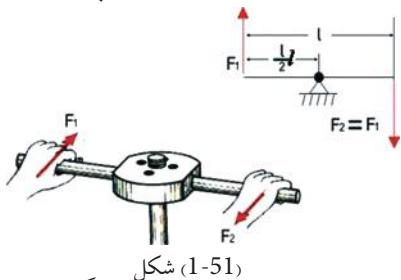
$$F_2 = \frac{00N \times \sin 30^\circ}{\sin 140^\circ} = \frac{700 \times 0.5}{0.6428} = \frac{350}{0.6428} = 544.492 \approx 544 N$$



(1-50) شکل

۱-۱: د قوی زوج

هره قوه چې پر یوه جسم اغبز وکړي او جسم د دوران ورتیا ومومي، دا قوه د راکنبلو یا د فشار د قوې په توګه د جسم د دوران پر محور عمل کوي. له همدي امله ده چې دا قوه په هغونقطو کې چې د دوران محور پر هغونکیه لري، د عکس العمل قوه را منځ ته کوي، په پایله کې دا قوه په عمومي توګه د دوران یو مومنت تولیدوي. که چیرې د محور موقعیت ته بدلون ورکړاي شي، په عمومي ډول د قوې مت او د دوران مومنت چې قوه یې منځ ته راوري هم بدليري. بر عکس کله چې دوي موازي او مساوی قوې چې متقابل لوري ولري، په عمودي توګه په یوه محور او د یوه جسم پر دوو بیلا بلونقطو اغبزه وکړي دوي ته د قوې زوج وابي. د قوې په یوه زوج کې دواړه قوې یو د بل اغبزه پر محور له منځه وري، د قوې د یوه زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې خخه چې د دوران محور په کوم موقعیت کې دي، تل همدا یو قیمت لري.



جوره قوې په یوه چوری کښي دستګاه کې (1-51)

د قوې په یوه زوج کې د دوران مومنت د قوو لپاره د هغونه اغبزه د خطونو ترمنځ د (L) له متقابل واټن سره د لاندې قیمتونو لرونکي دي.

$$M = F \cdot l$$

د شکل له مخي ويلاي شو چې که د دوران محور د اغبز دوو خطونو له یوه خط خخه تېر شي، خو چې د دوران نقطه له هغونه خخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وړاندې کېدای شي:

$$M = F_1(l + S_1) - F_2S_2 = F \cdot l$$

که چیرې د دوران محور د F_1 او F_2 ترمنځ لکه خنګه چې د D_2 په موقعیت کې واقع وي، مومنت دا پې ليکو:

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

خرنګه چې ($F_1 = F_2 = F$) دی نود شکل له مخي کله چې د دوران نقطه D_1 وې:

$$M = F_1(L + S_1) - F_2S_1 \quad \text{د علامه خکه منفي ده چې } D_1 \text{ د } F_1 \text{ خواه او هم } D_2 \text{ مخالف ده}$$

$$M = F_1L + F_1S_1 - F_2S_1$$

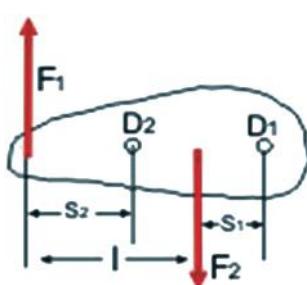
$$M = FL + (F - F)S_1 = FL + 0 = F \cdot L$$

او کله چې د دوران نقطه D_2 وې لرو چې:

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

$$= F_1S_2 + F_2L - F_2S_2$$

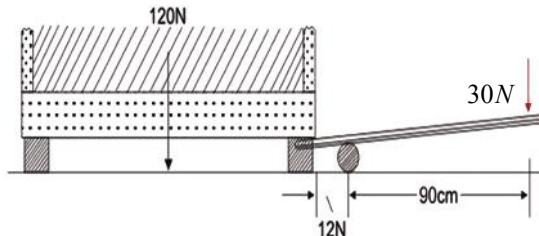
$$M = FS_2 + FL - FS_2 = F \cdot L$$



(1-52)

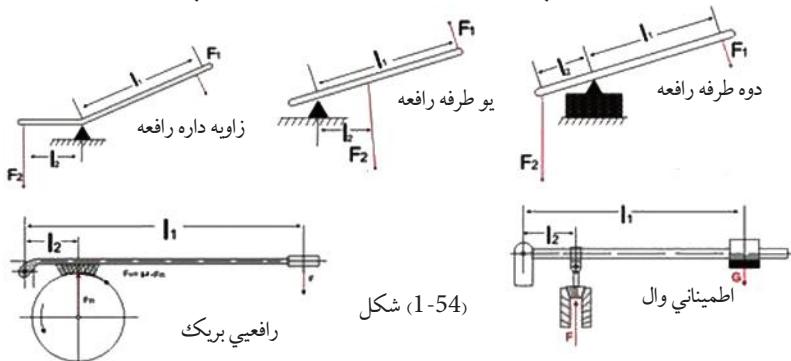
د یوی جوره قوې د دوران مومنت، د دوران مرکز له موقعیت سره اړیکه نه لري

د پورتنيو خرگندونو په مرسته، کولای شو مومنت داسې بیان کړو:
د قوي یو زوج پرته له دې چې د دوران د مرکز موقعیت (د دوران نقطه) یې په نظر کې ونیسو، تل د یو
شان دوران مومنت لرونکی دی.
په تخنیک کې رافعې د قوى د زوج پر بنسټ کارکوي او معمولاً یې د یوې مستقیمي میلې یا یوې زاویه
لرونکی میلې په توګه جو پوی.



1-53) شکل

هغه رافعه چې د میلې په شکل ده، که چیرې دوران مرکزې د میلې په یو سرکې واقع وي، دې میلې
ته یواړخیزه رافعه وايې او که چیرې دوران مرکز په انجامونو کې واقع نه وي، دا رافعه د دوه اړخیزې
رافعې په نامه یادېږي او همدارنګه هغه رافعه چې د یوې زاوې شکل لري، هغه د زاویه لرونکې رافعې
په نامه یادوي. په (1-54) شکلونو کې تا سو د رافعو مختلف ډولوته کتلې شي.



1-54) شکل

د رافعې قانون موږ ته دا آسانتیا راکوي چې د رافعې په یوه اړخ یا لوري کې د لبې کچې قوي په
کارولو سره چې پر یو او بد مت اغښکوي، د رافعې په بل اړخ کې له یولنډ مت سره په لویه کچې یوه قوه
لاس ته راورو. له همدي کبله دی چې رافعې په ورځني ژوندانه او تخنیک کې د کارولو ګن او ډېر
څایونه لري. یعنې د رافعې په یو اړخ کې د کمې کچې قوه کاروو او په هغه بل اړخ کې د ډېرې کچې
قوه لاس ته راورو، یعنې په قوه کې ګټه کوو. په همدي چول د رافعې په استعمال سره، کولی شو په واتېن
کې هم ګټه وکړو چې که چیرې د رافعې په یوه اړخ کې یوه قوه د لنډ مت سره عمل وکړي، د رافعې په
هغه بل اړخ کې چې کومه قوه عمل کوي، د یو او بد مت لرونکې ده. د انسان لاس او د ټایپ ماشین د
دې بحث نور اړوند مثالونه کېدای شي.

۱-۷: د تعادل عمومي شرطونه

که چيرې خو قوي ديوه جسم په مختلفو نقطو عمل وکري او جسم د تعادل په حالت کې وي، دا معنا ورکوي چې پر جسم د تولو اغېز کوونکو قوو محصله له صفر سره مساوي ده، برعكس که چيرې دا شرط تتحقق ونه مومني، محصله قوه په جسم کې د تعجیل سبب گرخې او د تعجیل، جسم په يو انتقالی حرکت راولي، هغه جسم چې د تعادل په حالت کې وي، دوران باید ونلري او د دغه مطلب د تتحقق لپاره لازمه ده چې ديوې کيفي نقطې پر شاوخوا د مومنتونو مجوعه هم له صفر سره مساوي شي، که چېرې دا شرط پلي نشي، د محصلې مومنت، جسم يو دوراني حرکت ته اړیاسي پورتني دواړه شرطونه يې د تعادل د عمومي شرطونو په نامه منلي دي، نوکله چې خو قوي ديوه جسم په مختلفو اوکيفي نقطو عمل وکري، دا جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې راتلای شي چې لاندې دوه شرطونه ولري.

لومړۍ شرط: د عمل کوونکو قوو محصله يې له صفر سره مساوي وي.

دوييم شرط: د دوران د تولو مومنتونو مجوعه په يوه جسم کې د دوران ديوې کيفي نقطې پر شاوخوا مساوي له صفر سره وي. په ډېرو مسایلو او حلالوکې چې مخي ته راخېي، قوي په يوې مستوي کې وي، پرته له دې کولاي شو مسئلي په داسې ګنو اجزاو ووبشو چې تولې شته قوي په يوه مستوي کې واقع شي. د دې لپاره چې د تعادل شرایط په ریاضيکي فورمولونو بیان کړاي شو، په همغه مستوي کې چې قوي واقع دي، د وضعیه کمیاتو يو سیستم برقراره وو، واردې شوې قوي د F_1, F_2, F_3 په علامو په نښه کوو، د قوو مرکبې په F_1x او F_2x او همدا رنګه په F_1y او F_2y او نښو او.... د دوران د يوې کيفي نقطې په نسبت د قوي متې په L_1 او L_2 او... علامو په نښه کوو. په پايله کې لاندې معادلي لاس ته راخېي:

1 - هغه قوي چې افقي عمل کوي، مججموعه يې له صفر سره مساوي ده يعني:

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

2 - هغه قوي چې په عمودي ډول عمل کوي مججموعه يې له صفر سره مساوي ده يعني:

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

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

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

هغه خه موچې د تعادل د شرایطو په اړه وویل، دا دې په پیل کې د تعادل د لومړې شرط په توګه بیانوو او مسایل او تمرينونه يې حللوو:

د تعادل لومنې شرط

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

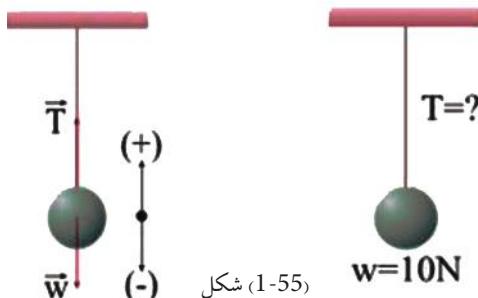
$$\sum F = 0 \quad \text{يا} \quad \vec{R} = 0$$

يعني: که چيرې د n په شمېر قوې پر جسم عمل وکړي، لرو چې:

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

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

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



مثال:

د برېښنا یو گروپ د $10N$ په وزن د یوسیم په مرسته د خونې له چت خخه څرول شوي او د سکون په حالت کې دی، د سیم د راکبليو قوه (\vec{T}) محاسبه کړئ.

حل:

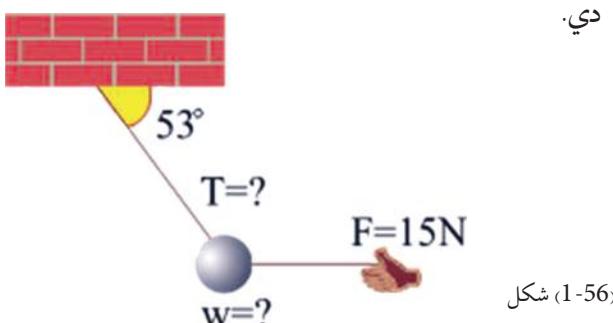
خرنګه چې جسم د سکون په حال کې دی، نو عاملې قوې پرې د تعادل په حال کې دی يعني:

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

مثال:

يو جسم چې د تار په مرسته څرول شوي دی د $15N$ یوې قوې په واسطه چې په افقی توګه یې عمل کړئ او د شکل په خېږيې جسم په تعادل کې ساتلي، راکبلي کېږي د راکبليو قوه چې پر تار عمل کوي محاسبه اوهم د جسم وزن په لاس راوړئ په داسې حال کې چې:

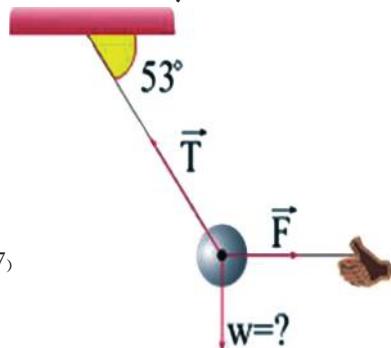
$$\sin 53^\circ = 0.8 \quad \cos 53^\circ = 0.6$$



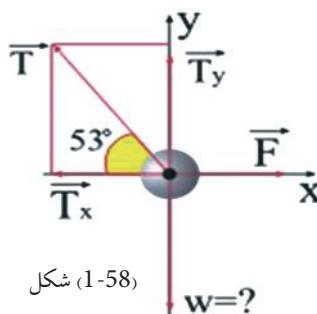
حل:

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

- ١- د جسم د وزن قوه W ، ٢- وارده قوه F چې پرجسم اغېزکوي ٣- د راکټبلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړۍ دا درې قوې د قایمو مختصاتو سیستم 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:



(1-57) شکل



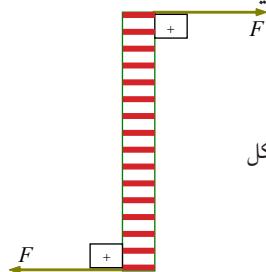
(1-58) شکل

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

$$\begin{aligned} \sum F_r &= 0 \\ T_r - W &= 0 \Rightarrow T_r = W \\ W &= T \cdot \sin 53^\circ = 25N \times 0.8 \\ W &= 20N \end{aligned}$$

د تعادل دویم شرط:

يو جسم سره له دې چې د تعادل لومړۍ شرط یې بشپړ کړي دي، له دې سره سره بیا هم کېدای شي، د تعادل په حالت کې نه وي. (1-59) شکل ته نظر وکړئ. پرجسم محصله قوه مساوی له صفر سره ده، خو جسم د سکون په حالت کې نشي پاتې کیدای. له دې ظایه ویلاي شو: د هجه جسم لپاره چې د تعادل په حالت کې واقع وي، یوبل شرط ته هم اړتیا ده.



(1-59) شکل

نو دویم شرط د دی لپاره چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې باید د مومنتوونو محصله

(دورکونو مجموعه) چې پر جسم اغېز کوي، مساوي له صفر سره وي. یعنې:

که چېري د (N) په شمېر، قوي پر جسم مومنت تولید کړي، نو:

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

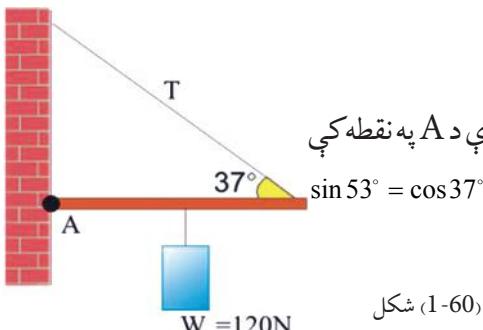
که چېري $\sum M = 0$ خو وي. په دې خای کې جسم د انتقالی تعادل په حالت کې دي، په

دې حال کې جسم تعجیل نه اخلي، بلکې په دوران پیل کوي. که $\sum M = 0$ خو $\sum F \neq 0$ وي.

جسم د دوراني تعادل په حالت کې دي، یعنې دا چې جسم په دوران پیل نه کوي، خو تعجیل لري.

مثال:

ديو لرګي د دېر سېك لاستي چې فرض کوو هیڅ وزن نلري، یو سر د A په نقطه او بل سرېي د یوې رسی په مرسته له یوه دیوال سره تړل شوي دي. یو جسم د شکل په خبر د $120N$ په وزن د لاستي له منځني نقطې خڅه څرول شوي دي.



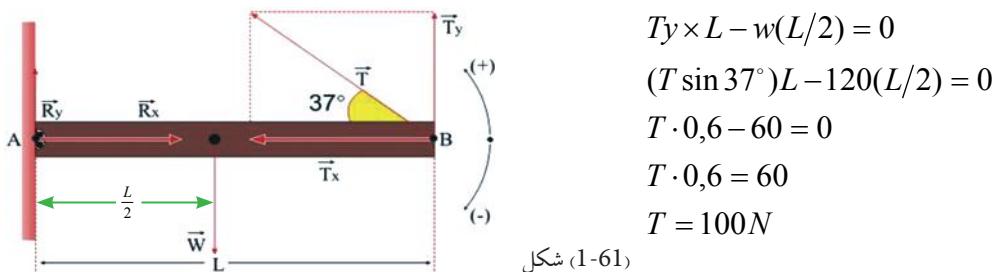
1. د T د راکښلو قوه په رسی کې پیداکړئ.

2. د عکس العمل قوه چې دیوال یې په لاستي باندي د A په نقطه کې عمل کوي، خومره ده؟ په داسې حال کې چې $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$ او $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$ وي.

حل:

هغه قوي چې پر جسم عمل کوي، په شکل کې بنوبل شوي دي. Ry او Rx د هغو قوو مرکبې دي چې دیوال یې د لرګي په لاستي واردوي. هغه مومنتوونه (دورکونه) چې Ry او Rx یې منځ ته راوري، له صفر سره مساوي دي، خکه دا دوي قوي د دوران په نقطه کې په لاستي عمل کوي. په لاستي باندي د (A) نقطې لپاره د تعادل د دویم شرط له تطبیق سره لرو چې:

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



د تعادل له لومړي شرط څخه لروچې

$$\sum F_x = 0$$

$$R_x - T_x = 0$$

$$R_x - 100 \cdot \cos 37^\circ = 0 \Rightarrow R_x = 100 \times \cos 37^\circ = 100 \times 0.8$$

$$R_x = 80N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_y + T_y - w = 0$$

د عکس العمل قوه د فیثاغورث له قاعدي څخه په دي چول محسابه کېږي:

$$R_y + 100 \sin 37^\circ - 120 = 0$$

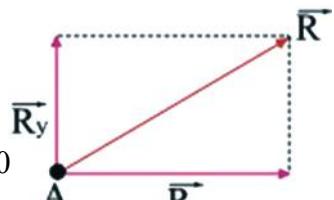
$$R_y = 120 - 100 \times 0.6$$

$$R_y = 120 - 60 = 60N \quad R^2 = R_x^2 + R_y^2$$

$$R^2 = 80^2 + 60^2 = 6400 + 3600$$

$$R = \sqrt{10000} \Rightarrow R = 100N$$

$$R = 100N$$



1-62) شکل

د مومنت له فارمول څخه بل تعبير (خرګندونه)

$$\text{موجو له رو چې} \quad M = F \cdot d \sin\theta$$

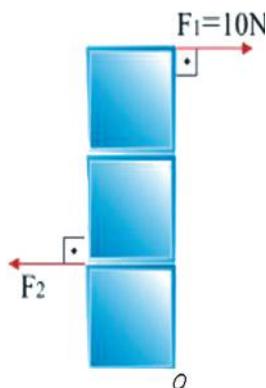
$$\text{پورتنی افاده دا رنګه هم ليکلای شو} \quad M = F(d \cdot \sin\theta)$$

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

مثال:

يو بکس چې فرض کوو بي وزنه دی، د O نقطې پر شاوخوا په آزاده توګه دوران کوي، په نظر کې ونيسي که چيرې $F_1 = 10N$ وي او د مربع هره ضلعه 1 متر وي، د F_2 قوي کچه چې صندوق په تعادل کې راولي محسابه کړئ.

حل: د تعادل د حالت لپاره ليکلای شو چې:



1-63) شکل

$$\sum M = 0$$

$$F_2 d_2 - F_1 d_1 = 0$$

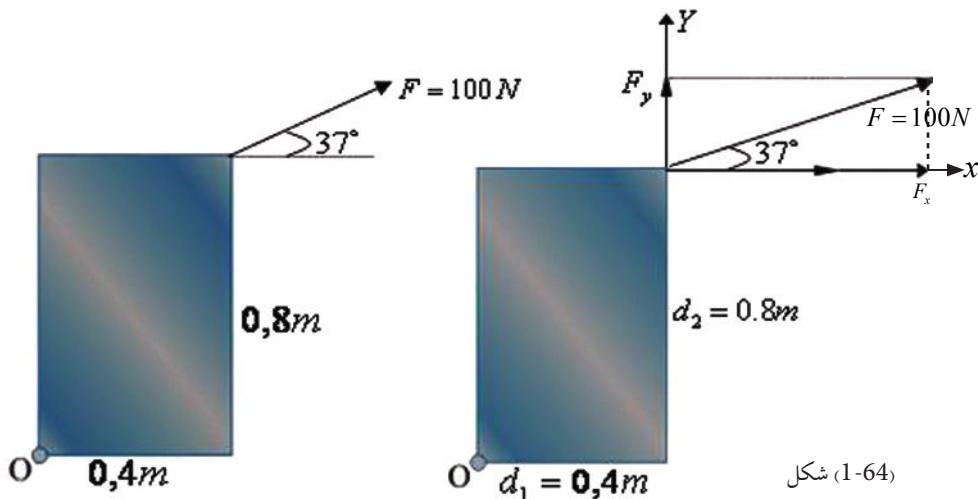
$$F_2(1m) - (10N)(3m) = 0$$

$$F_2 = 30N$$

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

که چیرې د دوران له محور خخه فاصله په عمودي قوه کې ضرب شي یا د قوي د دوران محور خخه د عمودي فاصلې د ضرب حاصل د مومنت خخه عبارت دی. په اکثرو عمومي حالتو نوکې هم د قوي له مرکبې خخه او هم د واقن له مرکبې خخه یعنې د دواپرو مرکبو خخه چې سره جمع کېږي، د مومنت د مرکبې د پیداکولو لپاره گته اخښتل کېږي.

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



شکل 1-64

حل: د تعادل د حالت لپاره ليکلای شو:

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

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

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

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

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

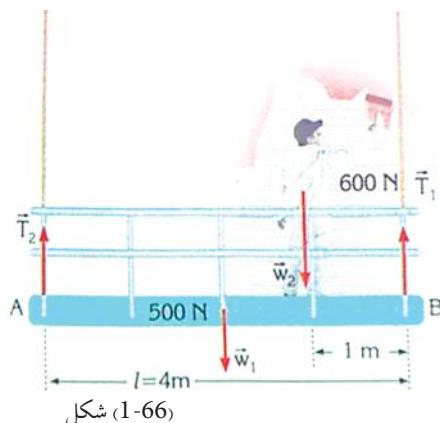
$$M = -40 N \cdot m$$

د دوران د نقطي د موقعيت تاکل

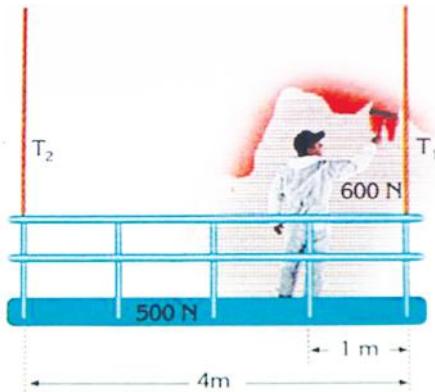
کله چې يو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموري جسم مجموعي مومنت، پرته له دي چې د دوران نقطه چيرته موقعيت لري، له صفر سره مساوي دی، نو د دوران نقطي موقعيت، په هر خاي کې چې د پرابلم (اوستونزو) د حل لپاره مناسب وي، تاکل کېدای شي.

مثال:

يو رنگمال چې 600 نيوتنه وزن لري شکل سره سم په يوه تاکلي موقعيت کې د لرگي د خوازې له پاسه چې وزن يې 500 نيوتنه دی او د یوې رسې په مرسته خړول شوی ولاپ دی او د یوال رنګوی. د راکبلولد قوو کچه T_1 او T_2 چې په رسې عمل کوي، لاسته راوري (په سیستم کې له نورو وزنونو خخه صرف نظر کېږي).



شكل 1-66)



شكل 1-65)

حل:

لومړۍ د هغه قوو سکيچ چې په سیستم کې عمل کوي رسموو.

خرنګه چې سیستم د تعادل په حالت کې دی، نوکولاي شو چې د مومنتونو د تعادل اصل وکاروو د او T_2 قوو د محاسبې لپاره لومړۍ د A نقطه يعني د T_2 قوي د اغېزې نقطه او بیا وروسته د T_1 قوي د اغېزې نقطه يعني B تاکو.

$$\sum M_A = 0$$

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

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

اويا

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

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

اویا

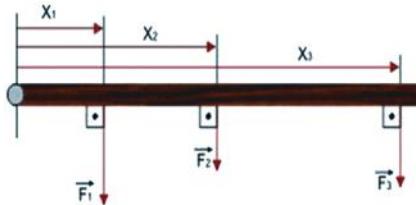
$$\sum M_B = 0 \quad \text{همدارنگه}$$

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

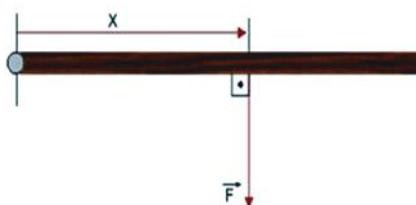
$$4T_2 = 600 \times 1 + 500 \times 2$$

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

$$\Rightarrow T_2 = \frac{1600}{4} = 400 N \quad \text{نو}$$



باید پام وکرو چې د $\sum F_y = 0$ قوو تعادل، T_1 او T_2 د محسابې لپاره وکاروو. د دې چول پر ابلمونو د حل لپاره د مومنتونو د تعادل شرط عموماً د نا معلومو قيمتونو لپاره کارول کېږي.



مثال: تصور وکړئ چې په یوه یې وزنه سیم په بیلا بیلو نقطو کې درې موازي قوي عمل کوي.
1-67، شکل

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

حل: خرنګه چې محصله قوي ثابتې باقی پاتې کېږي. نو لرو چې:

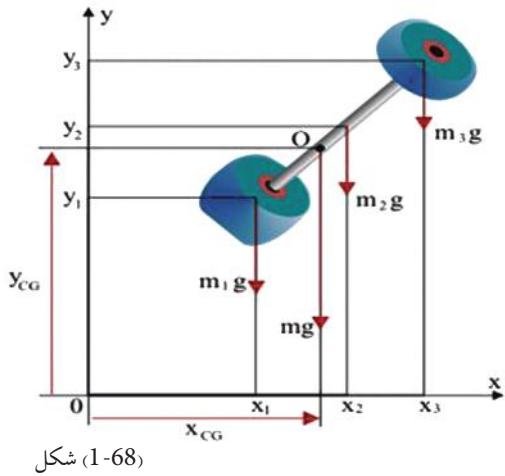
اوس د دوران د مرکز واتېن د مومنت د تعادل له اصله، دا رنګه په لاس راپرو:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

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

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

خرنګه چې د ثقل د قوي أغېز د جسم په ټولو برخو دي او لوري یې تل د ځمکې د کُرې د مرکز په لوردي، نولکه خنګه چې په شکل کې لیدل کېږي،
ټولې قوي په یوه لوري او په موازي ډول عمل کوي.



شكل (1-68)

د دې قوو محصله د جسم وزن تشكيلوي او د دې قوو د اغېز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه يادوي او په CG يې بشي. د وزن یوه ميله په دواړو سرونو کې له دوو مختلفو وزنونو سره، د قايمو مختصاتو په سیستم کې داسې په نظرکې نيسو چې ګواکې له درې برخو، یعنې په دوو انجامونو کې له دوو وزنونو او بويې ميلې خخه جور شوی وي. د دې هرې یوې برخې وزن عبارت دی له:
 m_1g او m_2g او m_3g د ميلې مجموعي وزن
 $mg = m_1g + m_2g + m_3g$: عبارت دی له:
 د نقطه د mg قوې د اغېز نقطه ده.
 د مومنت معادله په دې ډول لیکلای شو:

$$(m_1g + m_2g + m_3g) X_{CG} = m_1 \cdot g \cdot x_1 + m_2 \cdot g \cdot x_2 + m_3 \cdot g \cdot x_3$$

خونگه چې $m_1 + m_2 + m_3$ د جسم له مجموعي کتلي خخه عبارت دی، نو پورتني معادله داسې

$$X_{CG} = (m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3) g / (m_1 + m_2 + m_3) g \quad \text{تریبولای شو:}$$

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

له ساده کولو و روشته لرو چې:

د y محور لپاره لرو چې :

$$Y_{CG} = (m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3) g / (m_1 + m_2 + m_3) g$$

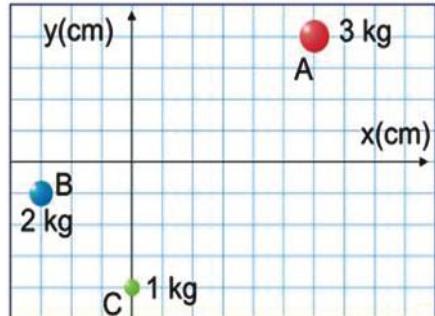
$$Y_{CG} = \frac{\sum (my)}{\sum m}$$

هغه نقطه چې فرض کېږي د جسم ټوله کتله هله متمرکزه شوې ده، د نوموري جسم د کتلو مرکز دی.
 او X_{cm} د جسم د مختصاتو له کتلوي مرکز خخه عبارت دی، په یوه محیط کې چې د ثقل ساحه
 متجانسه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا یوه نقطه وي او په هغه محیط کې چې ثقل يا (جادبه)
 نه وي، په هغه ئای کې وزن نشته او یوازې کتله شتون لري.

مثال:

د A او B او C جسمونه لکه خنگه چې په شکل کې لیدل کېږي، د مختصاتو د سیستم پرمخ موقعیت لري، د ډې جسمونو کتله په ترتیب سره $2kg, 3kg, 1kg$ او $3kg, 2kg, 1kg$ دی، د هغه سیستم د کتلوي مرکز مختصات چې دی دریو جسمونو جوړ کړي دی، پیداکړي.

1-69) شکل

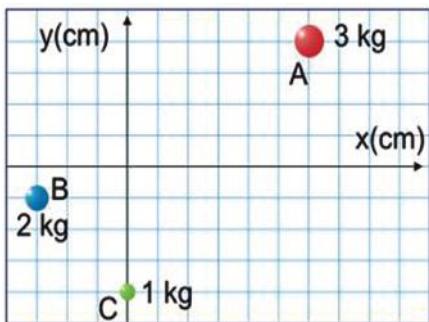


حل: د کتلوي مختصات او د جسمونو موقعیتونه عبارت دی له:

$$d \text{ کتلوي مختصات } A(6cm, 4cm)$$

$$d \text{ کتلوي مختصات } B(-3cm, -1cm)$$

$$d \text{ کتلوي مختصات } C(0cm, -4cm)$$



1-70) شکل

د کتلوي مرکز مختصاتو مرکز عبارت دی له:

$$\begin{aligned} X_{CM} &= \sum(m \cdot X) / \sum m = (m_A \cdot X_A + m_B \cdot X_B + m_C \cdot X_C) / (m_A + m_B + m_C) \\ &= (3kg)(6cm) + (2kg)(-3cm) + (1kg)(0cm) / (3kg + 2kg + 1kg) \\ &= \frac{18kg \cdot cm - 6kg \cdot cm}{6kg} = \frac{12kg \cdot cm}{6kg} = 2cm \quad \text{له ساده کولو وروسته لروچې:} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{CM} &= \sum(m \cdot y) / \sum m = (m_A Y_A + m_B Y_B + m_C Y_C) / (m_A + m_B + m_C) \\ &= (3kg)(4cm) + (2kg)(-1cm) + (1kg)(-4cm) / (3kg + 2kg + 1kg) \end{aligned}$$

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



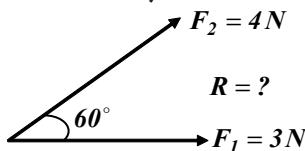
د لومري خپرکي لنديز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې د شکل او يا حالت د بدلون سبب گرخې او په نړوال SI سيسیتم کې پې بشتیز واحدونه داین اونیون دی.
- کله چې خو متلاقي قوي پر یوه جسم عمل وکړي، یوه محصله قوه منځ ته راوري چې د دې قوي کچه او لوري په هندسي توګه د وکتورونوله قاعدي خخه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قاعدو په ګټې اخیستلو سره په لاس راخي.
- نقطه یې کتله د یو ایدیال یا خیالې جسم له کتلې خخه عبارت ده چې تول هغه مواد چې د نوموري جسم د جورښت لپاره کاريدللي، په یوه نقطه کې متمرکز شوي وي.
- دوي چې هغه مهال په تعادل کې واقع کيدای شي چې محصله یې له صفر سره یعنې $\sum F = 0$ شي او دا په داسې حالت کې شونې ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوی او لوري یې سره مخالف وي.
- د محاسبې په طريقة د خو قوو د محصلې د پیداکولو لپاره لومړي ټولې قوي د قایيمو مختصاتو په سيسیتم کې د X او Y په مرکبو تجزیه کوو، بيا وروسته د قورو له مرکبو خخه په ګټې اخیستلو، محصله قوي او هغه زاوې چې د X او Y له محورونو سره یې جورووي، حسابيداي شي. کله چې د محصله قوي د هرې یوې مرکبې مجموعه له صفر سره مساوی کړو، په دې صورت کې تعادل منځ ته راخي او د خو قوو محصله په لاس راخي.
- کله چې دوي مساوی او موازي قوي چې د متقابلو لورو لرونکي وي، عموماً پر یوه محور او د جسم په دوو بیلایلو نقطو اغېز وکړي، دوي ته جوړه قوي (د قوو زوج) واي.
- د قوي یو زوج د دوران موقعیت(د دوران نقطې)، تل د دوران د همدي یوه مومنت لرونکي وي.
- یو جسم د سکون په حالت کې دی او يا دا چې د سکون په حالت کې پاتې کېږي، ويل کېږي چې د ستاتيك تعادل په حالت کې دی، خو هغه جسم چې په یوه ثابت سرعت د حرکت او يا د دوران په حال کې وي، واي چې دا جسم د دیناميک تعادل په حالت کې دی.
- د دې لپاره چې یو جسم د تعادل په حال کې وي، دوه لاندیني شرطونه بايد ولري.
- 1 - پرجسم د تولو عمل کونکو قوو محصله (وکتوری جمع) بايد له صفر سره مساوی وي، یعنې: $\sum F = 0$
- 2 - د محصله مومنت (د مومنتونوجمع چې پرجسم اغېز لري) بايد له صفر سره مساوی وي یعنې: $\sum M = 0$
- د قوي دوراني اغېزې ته مومنت (ترک) واي چې موبدي په M بنیو او د یونانی تورو په (τ) هم بشودل شوي دی چې: $M = F \cdot d \sin \theta$
- مومنت د ساعت د ستنې په لوري اويا دههې په مخالف لوري عمل کولای شي.
- یو جسم سره له دې چې د تعادل لومړي شرطې په بشپړ کړي دی، له دې سره بیاهم کولای شي د تعادل په حالت کې نه وي، یعنې کيدای شي پر جسم د محصله قوي مقدار صفروي، خو جسم د سکون په حالت کې نه دی.
- د یوه جسم د ثقل مرکز مختصات د وضعیه کمیتونه په قایم سيسیتم کې له لاندې معادلو خخه لاسته راخي:

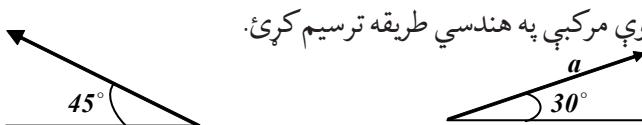
$$X_{CG} = \sum(mx) / \sum m \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum(my) / \sum m$$

د لوړۍ خپرکي پونستني

- 1 - قوه تعريف کړئ او په نېړوال (SI) سیستم کې یې بنستیز (اساسی) واحدونه بیان کړئ.
- 2 - ولې قوه یو وکتوری مقدار ده؟
- 3 - دوې غیر موازي کيفي قوي انتخاب کړئ او محصله یې د قوو د متوازي الاصلع د قاعدي په طريقة رسم کړئ.
- 4 - لاندې شکل په نظر کې ونسیئ د قوو محصله یې په الجيري طريقة محاسبه کړئ



- 5 - نقطه یې کتله تعريف کړئ او د نقطه یې کتلې درې بیلګې بیان کړئ.
- 6 - د عمل قوه تل د له قوي سره مساوی، خود متقابل لرونکې وي
- 7 - هغه جسمونه چې د هغو د هغو د اتكا له خخه پورته واقع وي د په حالت کې قرار لري.
- 8 - هغه مومنت چې یوه قوه یې د دوران په پیښه کې تولیدوي، له کومو دریو پارامترونو سره اړیکې لري، بیان یې ولیکې.
9. هغه مومنت چې د $25N$ قوي په واسط پر هغه ميلې چې اوږدالۍ یې $0,5m$ دی، تولیدکېږي، محاسبه کړئ.
- 10 - د لاندې هرې محصله قوي مرکبې په هندسي طريقة ترسیم کړئ.



11. په یوه جوړه قوه کې د دوران د مومنت د رياضي رابطه د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره، د هغو د اغېز د خطونو د L له متقابل واتېن سره ولیکې
12. که چېړې د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له یوه خخه تېر شوی وي، خول له هغو خخه خارج واقع وي، په دې صورت کې د مومنت دوران خنګه ارياه کېږي؟ رياضي رابطه یې ولیکې.
13. د هغه تورک کچه چې د $3N$ قوي د اغېز له امله پر یوې دروازي به $0.25m$ عمومي واتېن د دوران له محور خخه په $(0.25m)$ عمودي فاصله تولیدوي، محاسبه کړئ.
14. یوه ساده رقاشه له $3Kg$ نقطه یې کتلې سره د یوه نري تار په سرکې چې اوږدوالۍ یې $2m$ دی، خړول شوې، د محور له یوې نقطې سره وصل شوې ده.

a- د محور ددې نقطې په شاوخواکې د ئىمكى د جاذبې قوي په مرسته توليد شوي تۈرك حساب كرپئ، په داسې حال كې چې 5° زاویه په عمودى چول له محور سره جورە كرپي.

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

15. ديو موئير پر ويل د پيچ د خلاصولو لپاره لازم تورك Nm 40 دى، هغه چېرە كمه قوه چې بايد يو ميغانىك يې د $3cm$ ربىچ پر سر باندى د پيچ د خلاصولو لپاره واردوي، خومره ده؟

16. كە ديوې خزانى د پىداكولو لپاره په يوه نقشه كې د لورو تعقىبولو لپاره، يو لاروى لومرى $45m$ د شمال په لورخى، بيا راگرخى او $7.5m$ د خيتىخ په لور قدم وهى، خزانى تە د لاروى د رسپۇل لپاره، بايد نومورى خومره واتېن په مستقيم چول ووهى؟ د خزانى موقعىت د وضعىيە كميياتو په سىستەم كې وىنىي.

17. يوه لارى پر يوې غونلۇي چې 15° خۇرپوالى لري، حرڪت كوي، كە چىرپى لارى $\frac{m}{s} 22$ ثابت سرعت ولرى، د لارى د سرعت عمودى اافقىي مركبى پىداكىرى.

18. ديوې پيشو په واسطە د وەل شوي واتېن عمودى او افقىي مركبى چې $5m$ په عمودى چول ونى تە ختلىپى ده، پىداكىرى.

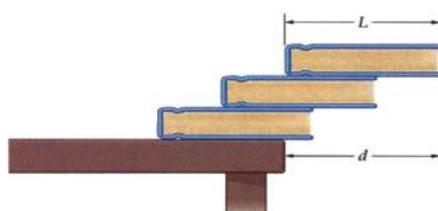
19. يوه التكە د ئىمكى له سطحى سره موازى، لومرى $75Km$ واتېن له 30° زاوې سره دشمال لويدىخ په لور او دويم واتېن $155Km$ له 60° زاوې سره د شمال خيتىخ په لور الوتنه كوي. دالوتكى په واسطە قول وھل شوي واتېن خومره دى؟

20. د منتجە سرعت دوكتور كچە او لوري په لاندى سرعتونو كې چې په خپلوكې عمودىي پىداكىرى.

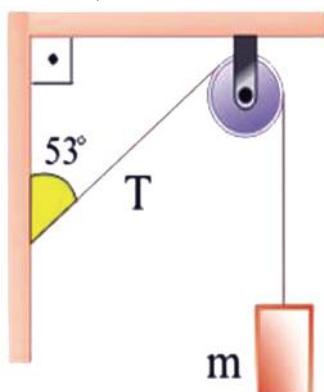
a- يوکب نسبت اوپو تە ديوه سيند په استقامت چې په $5m/s$ سرعت حرڪت كوي، د $3m/s$ په سرعت لامبو وهى.

b- يوه ساحلى چە نسبت اوپو تە ديوې بلى چې په لور چې په $6m/s$ سرعت حرڪت كوي، مخ په ورلاندى خى.

21. درې ھم شكلە او ھم وزنه كتابونە د L په اوبردوالى د شكل په خبر يو دبل پرمخ اىسندول شوي دى. د مخ تە راوتلى اعظمى واتېن چې كتابونە پكى په تعادل كې وي او سقوط ونه كرپي، پىداكىرى.



22. یوه متجانسه ميله د $4.25m$ په اوردوالي او $47Kg$ كتلې سره چې له یوه محور سره يې یو سر پرديوال اينسي دی، په افقني توګه د یوه سيم په مرسته له بل سر سره تړل شوي ده. سيم له افق سره 30° زاویه جورو وي او سيده د مليې پر محور نصب شوي دی. که چيرې سيم وکولاي شي دراكنبلو N 1400 قوي په وراندي مخکې له دې چې وشليري، مقاومت وکړي. له د یوال خخه په خومره واتن یوتن له $68Kg$ كتلې سره پر ميله باندي کيناستلاي شي، ترڅو سيم وشكپري؟



23. په یوې رسي کې د T راکښلو قوه $30N$ ده، لکه چې په شکل کې وښې جسم د تعادل په حالت کې دی.

د كتلې کچه په Kg حساب کړي په داسې حال کې چې:

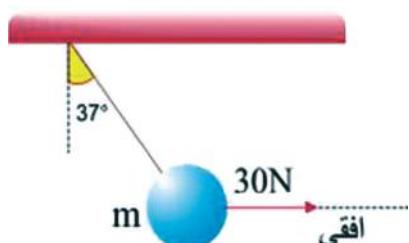
$$\sin 53^\circ = 0,8 \quad \cos 53^\circ = 0,6$$

$$g = 10N/kg$$

24. یو جسم د m له كتلې سره د $30N$ افقني قوي په مرسته له شکل سره سم د تعادل په حالت کې دی، د جسم د كتلې کچه په Kg محاسبه کړي. داسې چې:

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

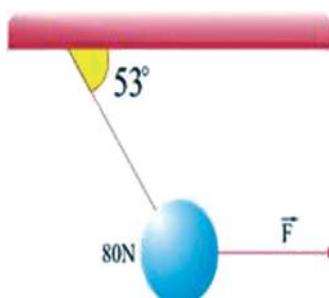
$$g = 10N/kg$$



25. لکه خنګه چې په شکل کې وښې، یو جسم له $80N$ وزن سره د یوې رسي په مرسته خروول شوي او د یوې افقني قوي F په واسطه راکښل کېږي.

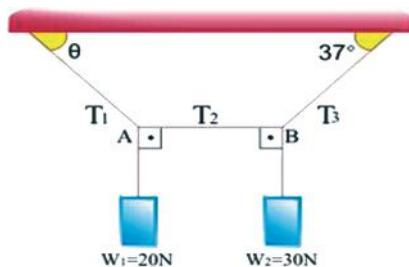
- په رسي کې د راکښلو قوه پیداکړي.

- د F قوه محاسبه کړي.



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

26. هغه سیستم چې تاسویې په شکل کې گورئ، دوه جسمونه پکې د $W_1 = 20N$ او $W_2 = 30N$ وزنونو سره د رسی په مرسته له چت خخه خپول شوي او د تعادل په حالت کې دي. که چیرې د AB رسی افقی وي، د T_3, T_2, T_1 د راکبلو قوي محاسبه کړئ او همدارنګه د θ زاوې پیمائې.



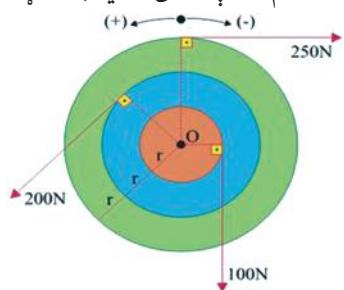
$$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6 \quad \sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$$

27. يو ډريور د F یوه قوه، لکه چې په شکل کې يې وينې، د خپلو لاسونو په مرسته د ګاډي په شترنګ واردوی، که چیرې د اشترنګ خرخ د d شعاع ولري، پیداکړئ:
-a محصلله قوه
-b د محصلې مومنت چې د شترنګ پر خرخ عمل کوي.

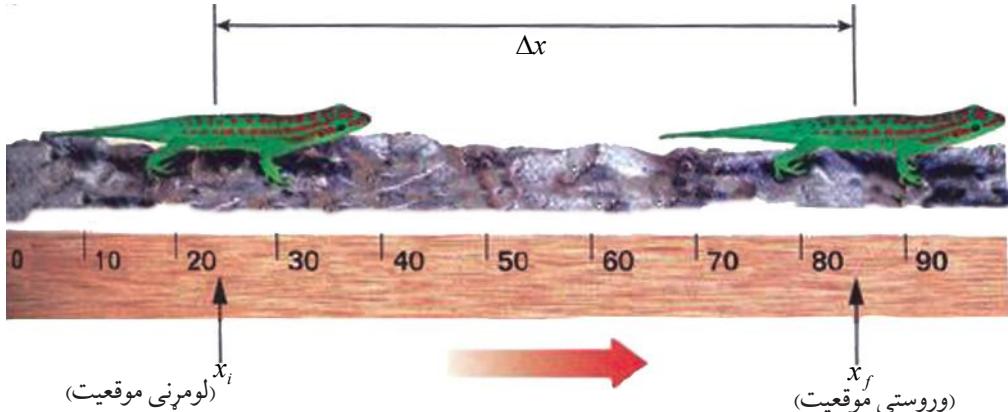


28. درې ټيکلې (ډسکونه)، لوړنۍ د r په شعاع، دويم د $2r$ په شعاع او دريم يې د $3r$ په شعاع یو له بله سره دا پې تړل شوي دي چې ټول يې د O نقطې په شاوخوا د $200N, 100N$ او $250N$ قوو په اغېز کولو سره دوران کوي.

که چیرې شعاع $m = 0.1m$ وي، د هغې محصلې مومنت چې په دي سیستم باندې عمل کوي، پیداکړئ.



يو بعدي حرکت



لكه خنګه چې پوهېرو، نړۍ او هر خه چې پکې دي، حتی هغه جسمونه چې په ظاهره کې ساکن بشکاري، لکه سرک، ونې او ياد ونو د پابو غورڅبدل ټول په حرکت کې دي. کله چې د بنوونځي په لاره کې خپل شاوخته وګوري، د حرکتونو ډولونه ګوري؟ د دې حرکتونو د څېړلو لپاره له کوم علم خخه باید ګهه واخلو؟ لکه خنګه چې پوهېږي، دیناميك چې د میخانیک یوه برخه جوروی، د اجسامو حرکت او د حرکت اړیکې له یو شمېر فریکي مفاهيمو لکه قوه او کتله ترمطالي لاندې نیسي.

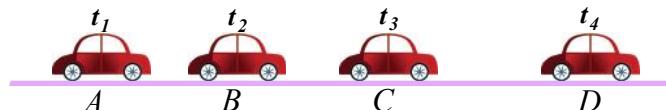
مونږ په دې څېرکي کې د اجسامو حرکت د موقعیت (مکان) او زمان د مفاهيمو خخه په ګټې اخیستلو، پرته له دې چې پر اجسامو وارده قوي په نظر کې ونيول شي، مطالعه کوو چې د میخانیک فریک دا برخه د سینماتیک په نامه يادوي.

تاسو به د دې څېرکي په پای کې د حرکتونو ډولونو په هکله ډېر خه زده کړئ، آیا د دې ډول حرکتونو بشپړ تصویر به په خپلو ذهنونو کې تر سیم کولای شي؟ دې ډول پوښتنو ته چې د ټوہر مستقيم خط په امتداد حرکت خه شي دي؟ د یو متحرک جسم موقعیت او بدلون مکان خه شي دي؟ او د دې په څېړنورو پوښتنو ته به څوابونه ووايast.

همدا رنګه د دې څېرکي په پای کې به د سینماتیک منځنی سرعت او په یو بعدي حرکت کې دهغه اړیکې، د موقعیت د موقعیت بدلون او د حرکت معادلو اصطلاحګانو تشریح او د ($V - t$) او ($X - t$) ګرافونو تحلیل، د لحظه یې سرعت تعريف او تشریح، منځنی تعجیل او لحظه یې تعجیل او د هغود معادلو په لاس راول، له ثابت تعجیل سره د یو بعدي حرکت تشریح، د حرکت د معادلو لاس ته راول او د جسمونو د آزاد سقوط تحلیل او خپنې د ثابت تعجیل حرکت د یوې بیلګې په توګه او ځینو نورو مفاهيمو سره بلديا لاسته راول.

1-2: د مستقیم خط په امتداد حرکت

د مستقیم خط په امتداد حرکت ته يو بعدی حرکت هم وايي چې په هغه کې د حرکت مسیر، مستقیم خط دی. لاندې مثال د دي ډول حرکت د مفهوم د پېژندلو لپاره خورا بشه بېلګه ده: د یوموتري په خېریو متھرک جسم په نظر کې ونيسي چې په يو مستقیم مسیر په حرکت کې دی. (2-1) شکل د دي موټر موقعیتونو ته t_1, t_2, t_3, t_4 او t_4 په زمانی لحظو کې په ترتیب سره د A, B, C او D په نقطو کې د یوه مستقیم مسیر پرمخ بنې.



(2-1) شکل،
د مستقیم خط په امتداد حرکت

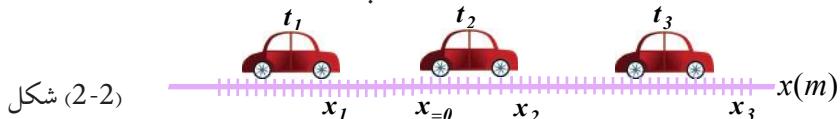
د یومستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چیرې مبدأ د مسیر پرمخ اختيار کړو، د موقعیت او مکان بدلون وکتورونه هم لوري دي، دا د دي لامل گرځی چې محاسبه د دي وکتورونو پرمخ په آسانی سره ترسره شي.



بحث وکړئ:

د یوګرندی (تېز رفتار) په خېریو متھرک په نظر کې ونيسي چې په يو مستقیم سرک په حرکت کې دي.
د دي موټر د حرکت ډول په تولګي کې له اړوندو دلو سره تر بحث لاندې ونيسي او پایله یې په تولګي کې وړاندې کړئ.

که چیرې د وضعیه کمیتونو د مختصاتو یو محور (OY او OX) د حرکت د مسیر په توګه په پام کې ونيسي، کولای شي د متھرک جسم موقعیت په هره لحظه کې د هغه د مختصی په مرسته (مثلا د X مختصه) چې کیدای شي مثبت او یا منفي عدد وي، تشخیص کړي. (2-2) په شکل کې د حرکت مسیر او د متھرک موقعیت t_1, t_2, t_3 او t_4 په لحظو کې بنودل شویدی.



لكه خنګه چې په شکل کې ليدل کېږي، t_1, t_2, t_3 او t_4 په لحظو کې د متھرک جسم موقعیتونه په ترتیب سره $x_3 = +9m, x_2 = +3m, x_1 = -3m$ او $x_0 = 0$ دی.

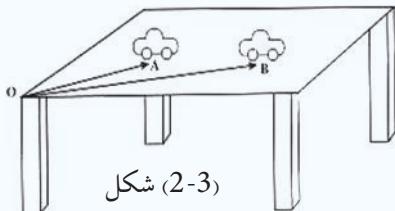
2-2: موقعیت (مکان) او د موقعیت بدلون

د اجسامو موقعیت او د مکان بدلون خنګه خېرلی شو؟ د یوه جسم د حرکت د وضعیت او خېرلو لپاره خه باید وکړو؟ د دي لپاره چې موقعیت او د مکان بدلون تعریف کړا، لاندې فعالیت ترسره کړئ:



اپین مواد: د لوبو یا لابراتواری موټر، خط کش، مېز
کېنلاره:

- 1 - موټر د مېز پرمخ په یو تاکلي موقعيت کې کيږدئ او فاصله یې د مېز له یوې خندي (مبدأ) خخه د خط کش په مرسته اندازه کړئ او OA په وکتورې وښي.
- 2 - د شکل په خېر موټر کې له لوړنۍ موقعيت خخه بې خایه او په یو بل موقعيت کې یې کيږدئ او بیا وروسته د مېز له همه خندي خخه چې په لوړنۍ مرحله کې مو اندازه کړي ده (لوړنۍ مبدأ)، د موټر دویم موقعيت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او OB په وکتورې وښي.



2-3) شکل

اوسم لاندې پونشنونه خواب ووایه:

1. آیا د موټر موقعيتونه په دواړو مرحلوکې یوشی وو؟

2. موټر په کومه اندازه د موقعيت بدلون کړي؟

3. د دواړو حالتونو ترمنځ خه شی په مشترکه توګه وينې؟ توضیح یې کړئ.

په یقین سره هغه موټر چې د مېز پرمخ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کې د A په موقعيت کې او د t_2 په لحظه کې د B په موقعيت کې دی.
نو د موټر موقعيت په دواړو مرحلوکې یوشی نه دی.

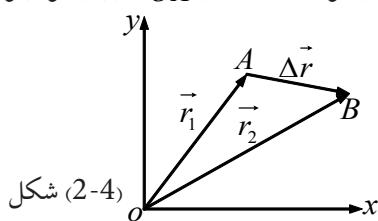
په پورتنی فعالیت کې هغه مشترک عنصر چې د موټر A او B دوو موقعيتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مبدأ خخه دي. د \overrightarrow{OA} او \overrightarrow{OB} وکتورونو ته په ترتیب د t_1 او t_2 وکتورونه وايو. له پورتنی فعالیت خخه کېدای شي لاندې پایلولته ورسیرو:

1 - د موقعيت وکتور، هغه وکتور دی چې په هره لحظه کې د جسم موقعيت تاکي چې د دې وکتور پیل، د وضعیه کمیتونو مبدأ او انجام یې د جسم موقعيت دی او په معمول دوبل یې د \vec{r} په توری بنسي.

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

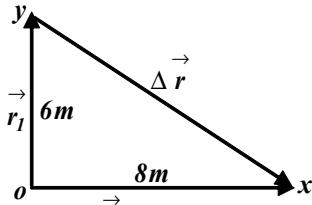
له پخوا خخه پوهېړو چې په لاندې شکل کې د \vec{AB} وکتور، د \overrightarrow{OA} او \overrightarrow{OB} دوو وکتورونو له تفاضل

$$\text{خخه عبارت دی یعنې: } \vec{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$



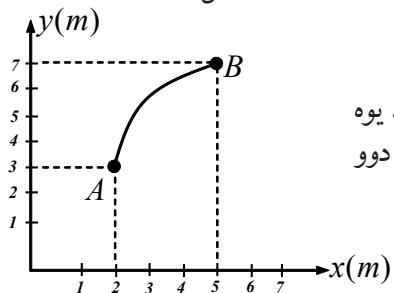
2-4) شکل

مثال: د يوه متحرک موقعیت t_1 او t_2 په دوو لحظو کې په ترتیب سره r_1 او r_2 دی. که چیرې د هر وکتور اندازه په ترتیب سره $6m$ او $8m$ او د هغۇ ترمنخ زاویه 90° وي، د مکان بدلۇن اندازه د دې دوولحظو ترمنخ خومرە د؟



شکل 2-5

حل: د شکل په پام کې نیولو سره د موقعیت د بدلۇن وکتور $\vec{(\Delta r)}$ د قایم الزاویه مثلث لە وتر خخە عبارت دى، چې ضلعىي يې 6m او 8m دى، لە دې كبلە د مکان د موقعیت بدلۇن برابر دى $\vec{\Delta r} = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{36 + 64} = \sqrt{100m^2} = 10m$ لە.

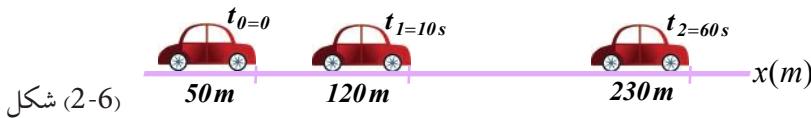


تمرين: په لاندې شکل کې د يوه متحرک مسیر د AB د يوه منحنى پر مخ بىندول شوي دى. د مکان بدلۇن وکتور د A او B دوو نقطو ترمنخ رسم كړئ اوقيمت يې لاس ته راوري.

3-2: منحنى (متوسط) سرعت

لکه خنگە چې د نهم تۈلگىي په فرىكى کې موولوستل، يو متحرک جسم د مختلفو عواملو له كبلە نشي كولاي مساوي وائپونە په مساوي وختۇنوكىي ووهى. پە دې حالت کې په مستقىم مسیر باندې د جسم حرکت د خانگىرىتىا و د بىانلۇلۇ لپارە، د منحنى سرعت لە اصطلاح خخە گتە اخلو. د منحنى سرعت د اصطلاح د بىه درك لپارە لاندې مثال تە پام وکړئ:

مثال: د (2-6) شکل د يو موپىر موقعیت چې د حرکت پە حال کې دى، پە بىلاپىلو وختۇنوكىي رابنىي.



شکل 2-6

الف). د $t_0 - t_1$ او $t_1 - t_2$ پە زمانى شېپو کې د موقعیت د بدلۇن كچە پيدا كړئ.

ب). پە هەرە زمانى شېپە کې موپىر پە منحنى توگە پە هەرە ثانىيە کې د موقعیت خومرە بدلۇن كړى دى؟

حل: الف). د موقعیت بدلۇن پە $\Delta t = t_1 - t_0 = 10s$ زمانى انتروال کې مساوى دى لە: سره او د موقعیت بدلۇن پە $\Delta x = x_1 - x_0 = 120 - 50 = 70m$ زمانى انتروال کې مساوى دى لە $\Delta x = x_2 - x_1 = 230 - 120 = 110m$ سره.

ب). په هر تاکلی وخت باندی د هغود اړوندي وهل شوې فاصلې په وېشلو سره، معلومېږي چې متحرك په هره ثانیه کې خومره د موقعیت بدلون کړي دی.

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

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

په دې توګه په یو زمانی انتروال کې د مکان د بدلون په معلومولوسره کولای شو، په انتروال کې د هرې ثانیې د مکان د بدلون اوسط پیدا کړو چې هغه ته په زمانی انتروال کې منځنۍ سرعت وايي. منځنۍ سرعت د \bar{V} په علامې بنیو او لرو چې:

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

چې د SI په سیستم کې د منځنۍ سرعت د اندازه کولو واحد m/s دی. منځنۍ سرعت وکتوری کمیت دی چې د مکان د بدلون له وکتور سره هم لوری دی.

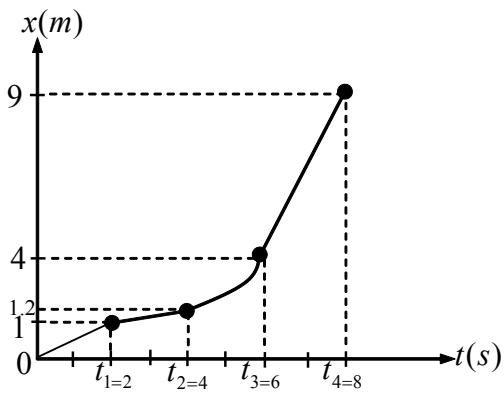
فعالیت:



اړین مواد: فیته یې متر، زمان سنج (ستاپ واج)

کړنګاره: له خپل یوه ټولګیوال خخه وغواړئ چې په ټولګي کې په یو مستقیم 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 پایله کې دهغه حرکت منځنۍ سرعت حساب کړئ.

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



a- په یوه جدول کې هر زمانی انتروال یعنې له صفر خخه تر $2s, 2s, 2s, 4s, 4s$ خخه تر $6s, 6s, 6s, 6s, 8s$ او د هر انتروال د مکان بدلون وښی.

b- په هر یو زمانی انتروال کې د متحرك منځنۍ سرعت خومره دي؟

(2-7) شکل

٥ جز حل: د Δx او Δt قیمتوونه په لاندې جدول کې محاسبه شوي دي.

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

٦ جزء حل:

$$\overline{V}_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{1}{2} m/s$$

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

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

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

تمرين: 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 زمانې انتروالونو کې،

a) له 1 څخه تر 2 ثانیو،

b) له 1 څخه تر 1.1 ثانی،

c) له 1 څخه تر 1.01 ثانی او

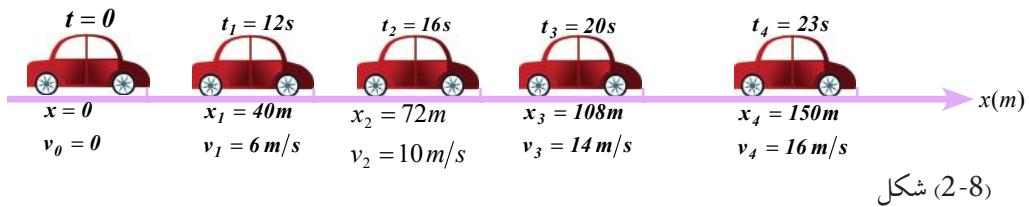
d) له 1 څخه تر 1.001 ثانیو پیداکړئ.

لحظوي سرعت

لحظوي سرعت خه شي دی؟ د منځني او لحظه یې سرعت ترمنځ کوم توپير شتون لري؟
کله چې یو موټر د حرکت په حال کې وي، که سرعت سنج ته یې وګورو، و به لپل شي چې د سرعت سنج ستن په هره لحظه کې یوه ټاکلې اندازه را بنېي. کله چې د موټر سرعت زيات شي، ستن ډپره اندازه را بنېي.

د منځني سرعت او لحظه یې سرعت ترمنځ اړیکه خه شي ده؟ دې پونښنې ته د څواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:

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



(2-8) شکل

الف) په یوه جدول کې $t_1 - t_4$ ، $t_1 - t_2$ او $t_1 - t_3$ زمانی انټروالونه، د موقعیتونو بدلون او منځني سرعنونه ولیکي.

ب) په کوم زمانی انټروال کې، منځني سرعت د هغه سرعت له کچې سره نزدې دی چې د موټر سرعت سنج یې د t_1 په لحظه کې بنېي.
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 ليدل کېږي $t_1 - t_2$ په زمانی انټروال کې منځنی سرعت، د $t_3 - t_1$ او $t_4 - t_1$ له انټروالونو خخه لړدی.

د (الف) برخې د خوابونو له پرتله کولو خخه کیدای شي دا پایله تر لاسه کړو چې: هر خومره چې زمانی انټروالونه کوچني وي، منځنی سرعت به له هغه سرعت سره نزدې وي چې د موږ سرعت سنجې بشي. منځنی سرعت په هغه حدکې چې د وخت انټروال ډېر کېږي، د لحظه يې سرعت په نامه یادېږي، په ډېره دقیقه توګه ويلاي شو: کله چې t_1 , t_2 ته نزدې کېږي يعني د Δt قيمت صفر ته تقرب کوي، د $\overline{V_x} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ نسبت، د جسم لحظه يې سرعت د t_1 په زمان کې راسني، لیکلای شو چې لحظه يې سرعت د منځنی سرعت له ليمت خخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي يعني:

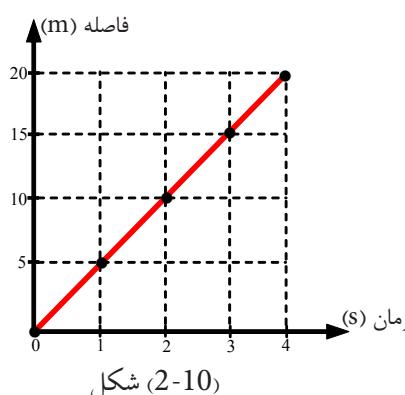
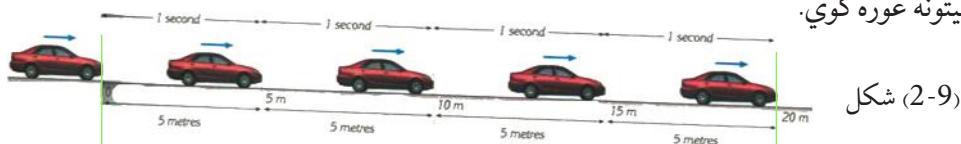
$$V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2-2)$$

څېړنه وکړئ:

په دي هکله چې خنګه کولای شود ($x-t$) له ګراف خخه په ګټې اخیستلو سره، د یوه متھرك لحظه يې سرعت په لاس راپرو، د جلا او خانګرو ډلو په توګه پلېته وکړئ او پایلې چې وړاندې کړئ.

د موقعیت - زمان ګراف ($x-t$)

هغه موږ په نظرکې ونسیع چې په ترتیب سره د $t_1 = 1s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$ په زمانی $x_4 = 20m, x_2 = 10m, x_1 = 5m, x_3 = 15m$ او موقعیتونه غوره کوي.



د دي متھرك (موږ) د حرکت د موقعیت خرگندولو لپاره له کوم ډول ګراف خخه باید ګډه واخلو، تر خو وکولای شي په مختلفو وختونو کې د جسم موقعیت په بنه توګه بشي؟ د موقعیت - زمان ($x-t$) له ګراف خخه کار اخیستل به د دي پوښتنې خواب وي. په ډېر و مواردو کې د ګراف د رسم د حرکت دڅېرلو لپاره مناسب دی. د دي ګراف د رسماولو لپاره معمولاً وخت (t) د افقی محور پرمخ او موقعیت (x) د قایم محور پرمخ ټاکو. په پایله کې د نوموري موږ لپاره به د ($x-t$) ګراف په لاندې توګه وي:

لکه خنگه چې په ګراف کې لیدل کېږي، متحرک (موټر) په هره ثانیه کې مساوی واتېونه وهی. له دې ګراف خنخه په ګتنې اخېستلو سره په آسانې موندلی شو چې متحرک په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان بدلون یې د دواړو لحظو ترمنځ خومره دی.

د مثال په توګه: په ګراف کې لیدل کېږي چې متحرک $d = 2s$ په لحظه کې د مبدأ په لس متري کې دی یا $\Delta t = 1s$ په انټروال کې یې د مکان بدلون $5m = \Delta x$ دی. ددي ډول ګراف د بنې پېژندنې لپاره لاندې فعالیت په ډله یېزه توګه په خپل تولگي کې عملی کړئ.

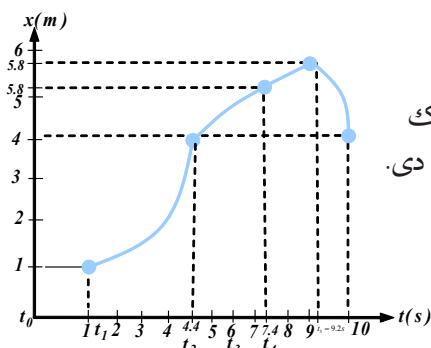
فعالیت:



لاندې جدول د یوه متحرک جسم واتېن تر مبدأ پورې په ورکړل شوو لحظو کې بنې د متحرک $(x-t)$ ګراف

رسم کړئ

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



تمرين: د لاندې شکل د $(x-t)$ په ګراف کې یو متحرک چې د مستقيم خط پر منځ په حرکت کې دی، بنوبل شوی دی.

الف: د $t_0 - t_1$ ، $t_1 - t_2$ او $t_5 - t_4$ په زمانی انټروالونو کې د متحرک د موقعیت بدلون خومره دی؟

ب: له مبدأ خنخه د متحرک تر تولو لویه فاصله (اعظمي واتېن) خومره دی او متحرک به د وخت په کومه لحظه کې اوسي؟

ج: د t_4 خنخه تر t_5 زمانی لحظه کې د موقعیت بدلون خومره او په کوم لور دی؟

5-2: تعجیل یا شتاب

تعجیل خه شی دی؟ د منئنی تعجیل او لحظه یی یا وقفه یی تعجیل ترمنخ خه توپیر دی؟
لکه خنگه چې تاسو پخوا د نهم ټولگی په فزیک کې لوستی دی، کله چې یو متحرک مساوی واتنوونه
په مساوی وختونوکې ونه وهی، دې ډول حرکت ته، تعجیلې حرکت وایي.
کله چې یو موږ د سکون له حالت خخه په حرکت پیل کوي، د موږ سرعت سنج بنیې چې سرعت یې
ورو ورو زیاتیرې او بر عکس د برك نیولو پرمهال، سرعت یې په تدریج سره کمیرې، دا چې په پورتنيو
دوارو حالتونوکې د متحرک سرعت بدلون مومي، نو د متحرک حرکت یو تعجیلې حرکت دی، نه
یو ډوله (یونواخت). منئنی تعجیل د وخت په یوه واحد کې د سرعت له بدلون خخه عبارت دی، که
چېړې د سرعت بدلون د Δt په زمانی انټروال کې له Δv سره مساوی وي، نو:

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

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

مثال: د یوه متحرک سرعت د $t_1 = 20s$ په لحظه کې له $10 \frac{m}{s}$ سره مساوی دی او د $t_2 = 45s$
په لحظه کې له $20 \frac{m}{s}$ سره مساوی دی. منئنی تعجیل یې د $t_2 - t_1$ دوو لحظو ترمنخ خومره دی؟

حل:

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

لحضوي تعجیل (شتاب)

په تعجیلې حرکت کې هم ویلای شوچې متحرک په هره لحظه کې یو لحظوي تعجیل په
نامه یې نوموو. لکه خنگه موچې په لحظه یې سرعت کې ولیدل، په دې خای کې هم که د $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ په
رابطه کې، Δt دېر کوچنې شي، منئنی تعجیل له لحظه یې تعجیل سره ډېر نژدې کمیرې، اوس کولای
شو لحظه یې تعجیل د لحظه یې سرعت په څېر په ډېر دقیق ډول تعریف کړو:

لحظه یې تعجیل د منئنی تعجیل له لیمت خخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي.
که چېړې لحظه یې تعجیل په a_x وښيو، د پورتنيو تعریفونو پر بنسته لیکلای شو:

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

د سرعت- زمان گراف ($v-t$)

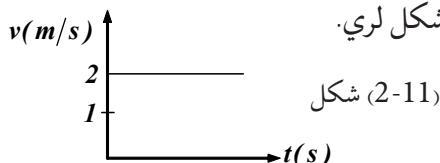
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړ، د مکان - زمان گراف ($x-t$)، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله لکه سرعت یا د متحرک مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب معلومات ترلاسه کړو، په همدي ډول د سرعت - زمان ($v-t$) له گراف خڅه هم کولای شو د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت- زمان ($v-t$) گراف د ترسیم لپاره د وضعیه کمیتونو د مختصاتو په سیستم کې د y قایم محور د سرعت او د X افقی محور د زمان یا وخت لپاره وټاکو او په همغه ترتیب چې مود زمان موقعیت ($x-t$) گراف په هکله کړنہ ترسره کړي وه، دا گراف هم هماګسې رسموو.

مثال: یو متحرک له ثابت سرعت سره د یوم مستقیم مسیر پرمخ حرکت کوي. د $t_1 = 2s$ په لحظه کې په 5 متري واپن کې او د $t_2 = 12s$ په لحظه کې له مبدأ خڅه په 25 متري واپن کې موقعیت لري، د ($v-t$) گراف یې رسم کړي.

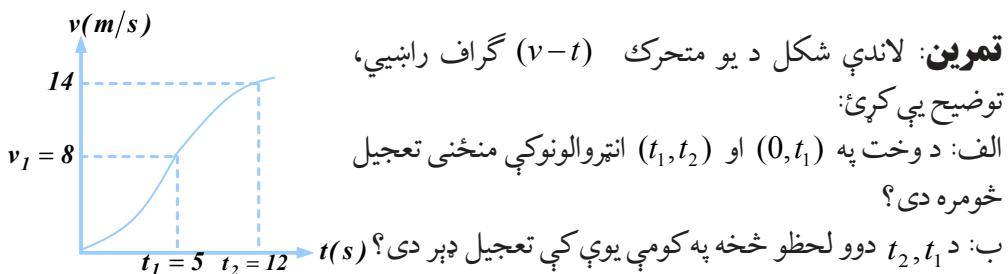
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25 - 5}{12 - 2} = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}$$

حل: د ثابت سرعت په حرکت کې کولای شو وليکو: د زمان گراف $v-t$ خرنګه چې په یو ډوله (یوه نواخت) حرکت کې سرعت ثابت وي، نو د سرعت - زمان گراف د زمان یا وخت له محور سره موازي د یوم مستقیم خط شکل لري.

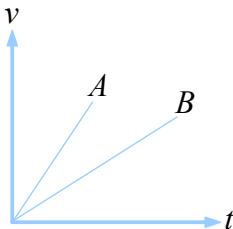


تمرين: په لاندې جدول کې د هغه متحرک سرعت چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، په څو زمانی لحظو کې مشخص شوي دي. د ($v-t$) گراف یې رسم کړي.

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



تمرين: د A , B دوو متحرکو د $(v-t)$ گراف په لاندې شکل کې ورکړل شوي دي. د دې دوو متحرکو تعجیل سره پر تله کړئ،



فعالیت:

دارتیاوار وسایل:



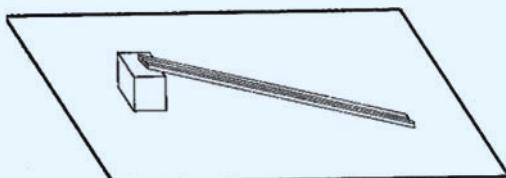
1. سچیداره تخته د پردې لرګيو له میلوسره چې دوه متراه اوږدوالي ولري

2. د لرګيو مکعبونه چې 4cm پنډوالي ولري

3. بنيښنه يې ګلولي یافلزي ساچمې

4. زمان سنج (کرونومتر)

5. فیته يې مترا



(2-12) شکل

ګرفنده:

له (2-12) شکل سره سم د پردې لرګي د ميلې يوسر د لرګيو پريوه مکعب کېږدي. یوه بنيښنه يې ګلوله د ميلې د هغه بل سر چې پرمکعب مو اينسي، له نيم متري خخه یې خوشی کړئ او په دې لحظه کې کرونومنټ به کار واچوئ. ګولای شې هغه لحظه چې ګلوله پرمکعب (د مسیر پرياي) لرګيري، کرونومنټ ودرؤ؛ آزمایښت د $1.5m, 1m$ او $2m$ فاصلولپاره تکرار کړئ. پایله په لاندې جدول کې وليکي او د $(t-x)$ له مخې گراف رسم کړئ ازمايل شوې پایله تجزیه او تحلیل کړئ.

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

6-2: یو ډوله (متشابه) حرکت

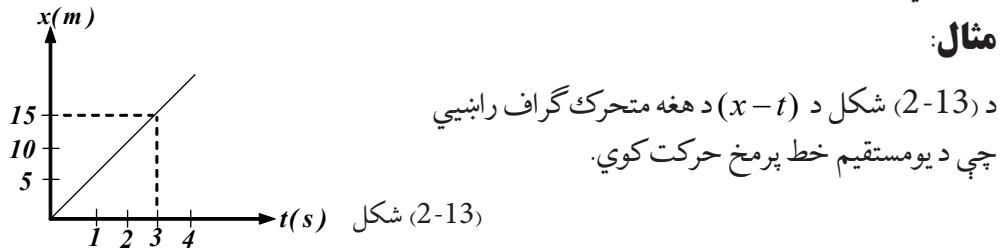
که چیرې د یوه متحرک جسم لحظه یې سرعت چې پرمستقیم مسیر حرکت کوي، په ټولو لحظوکې یو شان وي، حرکت یې یو نواخته نومیرې، په دې ډول حرکت کې د (موقعیت- زمان) گراف، یومستقیم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځنۍ سرعت په پایله کې له لحظه یې سرعت سره مساوی کېږي، له دې امله کولای شو ولیکو چې:

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

که چیرې د متحرک جسم واتېن ترمبدأپوري $t = 0$ په لحظه کې له x_0 او واتېن یې ترمبدأپوري t په لحظه کې له x سره برابر وي، په هغه صورت کې $x - x_0 = v(t - 0)$ او یا (2-5) پورتنې معادله د یونواخت حرکت له معادلې خڅه عبارت دی چې په هغې کې x ترمبدأپوري واتېن د متر پر بنسټي دی، v لحظه یې سرعت دی د متر ثانیې پر بنسټ، $\frac{m}{s}$ ، وخت د ثانیې پر بنسټ او x_0 د صفر په لحظه کې ترمبدأپوري واتېن د متر پر بنسټ دی.

هغه خه ته په پاملنې چې مخکې ووبل شو، بنایي د جسم موقعیت مثبت او یا منفي وي. سرعت هم که چیرې د y یا x له محور سره هم لوري وي مثبت او له هغه پرته منفي دي. په یونواخت حرکت کې د موقعیت- زمان گراف ($x - t$) یومستقیم خط او یه پایله کې د دوو لحظو ترمنځ منځنۍ سرعت، له لحظه یې سرعت سره مساوی کېږي.

مثال:



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

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

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

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

تمرين: یو جسم د V له سرعت سره پر یو مستقیم مسیر په حرکت کې دی، که چیرې $s = 5t$ په لحظه کې په لحظه کې د $6m$ او د $20s$ په لحظه کې په لحظه کې د $24m$ وي، سرعت او واتن یې تر مبدأ پوري د $t = 0$ په لحظه کې خومره دی؟ د $x - t$ معادله په لاس راوري او د متحرک جسم د $x - t$ گراف رسم کړئ.

له ثابت تعجیل سره مستقیم الخط حرکت

که چیرې په یو حرکت کې تعجیل په مختلفو لحظو کې یو شان وي، دې ته د ثابت تعجیل حرکت وايي، په دې ډول حرکت کې د $(v - t)$ گراف یو مستقیم خط دی. په دې ډول حرکت کې منځنی تعجیل د دوو اختياری نقطو تر منځ د متحرک د هرې لحظې له تعجیل سره برابر دی یعنې:

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

که چیرې په پورتنی رابطه کې $t_1 = 0$ او t_2 وي، په دې حالت کې د v_1 سرعت په v_0 او د v_2 سرعت په (V) بنو دل کېږي او کولاۍ شو ولیکو:

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

له ثابت تعجیل سره په یو حرکت کې د دوو لحظو تر منځ منځنی سرعت، د همغو دوو لحظو د سرعتونو

د مجموعې نیمایي تعريف شوي دي. یعنې:
 $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$

څېړنه وکړئ:



په بیلایيلو ډلو کې لاندې پوښتني ته خواب ورکړئ او پایله یې ټولګي ته واوروئ. ولې په مستقیم الحظ حرکت کې له ثابت تعجیل سره، د $(v - t)$ گراف له یوه مستقیم خط خخه عبارت دی؟

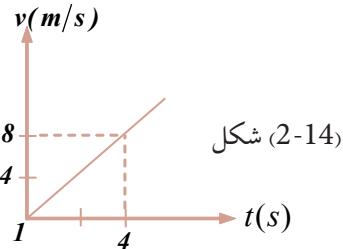
مثال: یو متحرک د سکون له حالت خخه په $\frac{2m}{s^2}$ ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي. سرعت یې د $t_1 = 4s$ او $t_2 = 12s$ په لحظو کې پیدا کړئ، د $(v - t)$ گراف یې رسم کړئ.

حل: خرنګه چې متحرک د سکون له حالت خخه په حرکت پیل کوي، نو:

$$v_0 = 0$$

$$v = v_0 + at \Rightarrow v_1 = 0 + 2 \times 4 = \frac{8m}{s} \quad \wedge \quad v_2 = 0 + 2 \times 12 = \frac{24m}{s}$$

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



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

تمرين: 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 $t_0 = 0$ 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

$$d \bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad \text{او} \quad \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

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

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

په دې رابطه کې Δx د موقعیت بدلون د Δt په زمانی 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 د متحرک موقعیت په دې لحظو کې x_0 او x وي، په دې صورت کې:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = t - 0 = t$$

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

خونگه چې:

$$v = at + v_0 \quad \text{د } v \text{ قیمت په وضع کولو سره لرو: } t$$

$$x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0 \dots \dots \dots (2-8) \quad \text{په پایله کې:}$$

$v = at + v_0$ له رابطې خخه وخت په لاس راورو او د حرکت په (2-8) معادله کې بې کېردو، په پایله کې بې د موقعیت او سرعت ترمنځ رابطه په لاس راورو چې له وخت او زمان خخه مستقله ده یعنې:

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

ساده کولو سره لرو: $v^2 - v_0^2 = 2ax$ (2-9)

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

$$\left. \begin{array}{l} a = \frac{1}{2} \frac{m}{s^2} \\ v_0 = 0, x_0 = 0 \\ t = 25\text{s} \\ a) \Delta x = x - x_0 = x = ? \\ b) v = ? \end{array} \right\}$$

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

$$x = \frac{a}{2} t^2 + v_0 t + x_0 \quad (\text{a})$$

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

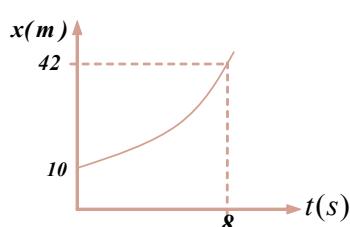
$$x = \frac{1/2}{2} (25)^2 = \frac{1}{4} \times 625$$

$$x = 156.25\text{m} \quad (\text{b})$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ax \Rightarrow v^2 = 2ax$$

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

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



تمرين: لاندې شکل د هغه متحرک $(x-t)$ گراف دی چې په ثابت تعجیل سره د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.

فرض کړئ چې $v_0 = 2 \frac{m}{s}$ دی، د $(x-t)$ گراف رسم کړئ.

7-2: آزاد سقوط د جاذبې ساحې مفهوم

آيا تر او سه مو له کومې ونې منې ټولې کړي دي؟ ولې کله چې منه ستاسوله لاسه خوشې شي، مخ په کښته (حُمکې ته) لوږدي؟ ستاسو په نظر د حُمکې پر سطحې د منې د لويدلو لامل خه شي دي؟ د اجسامو د آزاد سقوط بنکارنده (پدیده) د ریاضي په ژبه خنګه بیانولی شو؟ دا ټولې هغه پوبنتې دی چې تاسو به ورته ددې لوست په پاکې خواب ورکړئ.

د دې لپاره چې د اجسامو د آزاد سقوط بنکارنده په بشه ډول درک کړئ، لاندې فعالیت تر سره کړئ.

فعالیت:



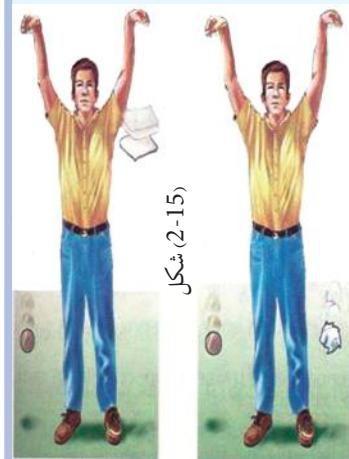
د کاغذ یوه پانه چې کلکه شوي نه وي (خلاصه پانه) او یوه دانه سکه راواخلي او په یوه وخت کې پي له تاکلي ارتفاع خخه خوشې کري، په دويمه مرحله کې د کاغذ هماغه پانه کلکه (کلوله) کري او له سکې سره پي بوخای له همغې ارتفاع خخه خوشې کري او په دريمه پلا دوي سکې له همغې ارتفاع خخه خوشې کري او د خمکې سطحې ته يې درسپدو پر خرنګوالی د خپلې دلي له غړو سره بحث وکړي او پايله پي په ټولګي کې وراندي کري.

په پاى کې لاندې پوبشنونه خوابونه ووایع:

۱. آيا د کاغذ پانه او سکه په یوه وخت خمکې ته ورسپدل؟

۲. آيا د کاغذ دواړه ټولې په یوه وخت خمکې ته ورسپدل؟

۳. کوم لامل د دی سبب شو چې د کاغذ پانه او سکه د خمکې په لور لوږي؟



آزاد سقوط، له ثابت تعجیل سره د حرکت یوه طبیعی ییلګه ده. په دې ډول حرکت کې د حرکت مسیر مستقیم دی او د سقوط پرمهال پرجسم یوازنې وارده قوه همغه د جسم وزن دی. که چېږي یوه سکه یوه پانه په یوه وخت له یوې ارتفاع خخه د خمکې په لور خوشې کړو، په یوه وخت خمکې ته رسیبری، خو که چېږي همدا تجربه په خلا کې تر سره کړو، سکه او پانه په یوه وخت خمکې ته رسیبری. د ییلګې په توګه: په خلا کې د یو جسم سقوط او یا د یوې وړې فلزی گلولې سقوط په هواکې (په یوه مناسب تقریب یا نژدې والي سره کولای شو سقوط فرض کړو).

(2-16) شکل د یوې ساچمي حرکت د آزاد سقوط پر مهال رابنيي چې متواли زمانو (وقفو) $\Delta t = 1/30\text{ s}$ کې ورخخه تصویرونه اخیستل شوي دي. نو که چېږي د هوا له مقاومت خخه ورتپرشو، ټول جسمونه د خمکې سطحې ته په نزدیوالی کې له ثابت تعجیل سره سقوط کوي. چې دا همغه د خمکې د جاذبې تعجیل دی چې $D = g$ په توري بنودل کېږي.

د g له تعجیل سره حرکت ته آزاد سقوط وايي چې د دې تعجیل لوری تل مخ په کښته (د خمکې مرکز) په لور دي.

د جغرافیايوی عرض البلد له مخې $D = g$ د تعجیل کچه، یو خه بدلون کوي او د خمکې له سطحې خخه د ارتفاع په زیاتیدو، کمېږي. د دې تعجیل کچه د خمکې د سطحې په نژدې کې 9.8 m/s^2 دی، نوکله ناکله د محاسبې د آسانټیا لپاره، $g = 10\text{ m/s}^2$ فرض کېږي.



2-16) شکل

په آزاد سقوط کي د حرکت او سرعت معادلي، همغه له ثابت تعجیل سره د حرکت معادلي دي. په آزاد سقوط کي، د مکان بدلون د قايم په اوبردوکي دي، د متحرک موقعیت معمولاً په y يا h بنوبل کيربي او د حرکت مبدا هجه نقطه ده چې سقوط ورخخه پيل کيربي.

که چيرې مثبت لوري مخ په کښته وتاکو، د حرکت او سرعت معادله به په لاندي چول وي:

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

$$v = gt + v_0 \quad \dots \dots \dots \quad (2-11)$$

خرنگه چې په آزاد سقوط کي تل لوپنۍ سرعت v_0 مساوي له صفر سره وي، نو د (10-2) او (2-11) رابطي په لاندي توګه ليکل کيربي:

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

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

د ځمکي په یوه تاکلې نقطه کي g قيمت د ټولو جسمونو لپاره یوشی ده، خو دا قيمت د ځمکي د سطحي په مختلفو نقطو کي توپيرلري.

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

$$v = g\left(\sqrt{\frac{2y}{g}}\right) = \sqrt{g^2} \times \left(\frac{\sqrt{2y}}{\sqrt{g}}\right) \quad \dots \dots \dots \quad (2-13)$$

$$v = \sqrt{2gy} \quad \dots \dots \dots \quad (2-15)$$

له اخري رابطي خنه کولاي شود سقوط کونکي جسم سرعت له دي وروسته چې د y فاصله ووهي، پيدا کرو.

مثال: یوه کوچني تيره د ځمکي له 4.9 متري ارتفاع خنه را خوشې کيربي.

a) $t = ?$ الف: پس له خو ثانيو خنه ځمکي ته رسپري؟

b) $v = ?$ ب: ځمکي ته د رسپدو په وخت کي يې سرعت خو مره دي؟

$$g = 9.8 \frac{m}{s^2} \quad \text{فرض شي} \quad g = 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$v_0 = 0$$

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

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

تيره پس له یوې ثانې خنه ځمکي ته رسپري.

$$v = g \cdot t \Rightarrow v = 9.8 \times 1 = 9.8 \frac{m}{s} \quad \text{د تيرې سرعت 9.8 ده.}$$

تمرين:

د A او B دوه جسمونه په ترتیب سره له 20 متری او 45 متری ارتفاع خخه د ځمکې پر مخ پر ته له لومړنی سرعت خخه په آزاده توګه رالوېږي. د هريو د سقوط وخت خومره دی؟ او د B د جسم خو ثانې د A له جسم خخه مخکې یا وروسته ځمکې ته رسېږي، د هريو سرعت ځمکې ته د رسېلدو په لحظه کې خومره دی؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ فرض شي)

د دویم څپرکې لنډیز



- د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعیت په هره لحظه کې مشخص کوي. د دې وکتور پیل، د وضعیه کمیتونو مبدأ او پای (انجام) یې د جسم موقعیت دی او د \vec{r} په توري بشودل کیري.
- د یو متحرک د موقعیت بدلون t_1 او t_2 دوو شپيو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور خخه عبارت دی چې پیل پې t_1 په لحظه کې د متحرک موقعیت او انجام یې t_2 په لحظه کې د متحرک موقعیت رابني.

- د موقعیت او د موقعیت د بدلون د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له (m) خخه دی.
 - منځنۍ سرعت (V_{av}) په یوه وخت کې د موقعیت له بدلون خخه عبارت دی یا $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
 - د $(x-t)$ په ګراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنۍ سرعت د میل له دوو نقطو خخه عبارت دی چې د یوه قطعه خط په مرسته یو له بل سره نښلول شوې وي.
 - د سرعت د اندازه کولو واحد په SI سیستم کې له m/s خخه عبارت دی.
 - لحظه یې سرعت د منځنۍ سرعت له لیمت خخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر خوانه نژدي شي، يعني: $V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$ لحظه یې سرعت کیدای شي مثبت، منفي او یا صفرولي.
 - د $(x-t)$ په ګراف کې لحظه یې سرعت \dot{x} په زمان کې د قطعه خط له میل (تائجانت) خخه عبارت دی.
 - منځنۍ تعجیل (شتاب) د وخت په یوه واحد کې د سرعت له بدلون خخه عبارت دی. که چېري د سرعت بدلون د Δt په زمانی انټروال کې له Δv سره برابر وي، لرو چې:
- $$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

- منخنی تعجیل په هغه صورت کې مثبت دی چې $v_1 < v_2$ خخه او کېدای شي منفي وي که چيرې $v_2 < v_1$ خخه وي او صفر هغه وخت وي کله چې $v_1 = v_2$ سره وي.

- لحظه يې تعجیل د منخنی تعجیل له ليمت خخه عبارت دی، کله چې Δt صفرته تقرب وکړي

يعني:

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

- لحظوي سرعت کيدای شي مثبت، منفي او یا صفر قيمتونه هم اختيار کړي.

- کله چې تعجیل ثابت وي، په هغه صورت کې به لحظوي تعجیل له منخنی تعجیل سره مساوي وي.

- د $(v - t)$ په ګراف کې، لحظوي تعجیل د t په وخت کې د قطعه خط له ميل (تانجانټ) خخه عبارت دی.

- د تعجیل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړيوال سیستم کې له متر پر ثانیه مریع (m/s^2) خخه عبارت دی.

- د حرکت مختلفې معادلي شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجیل سره پري خپړلی شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپیرونو لرونکې وي. لکه: سرعت د وخت د تابع په عنوان د

$$v = v_0 + at \quad \text{دي}$$

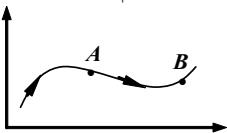
$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

- موقعیت، د t وخت او د (a) تعجیل د تابع په عنوان

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

د دویم خپرگی پونستې

- 1 - د موقعیت (مکان) وکتور تعريف کړئ
- 2 - t_1 د دوو لحظو ترمنځ د مکان د بدلون وکتور تعريف کړئ
- 3 - په لاندې شکل کې د یوه جسم د حرکت مسیر مشاهده کړئ متحرک د t_1 په لحظه کې د A په مکان او د t_2 په لحظه کې د B په مکان کې قرار لري.
- 4 - او t_2 په لحظو کې د جسم د موقعیت وکتورونه رسم کړئ او د جسم د موقعیت د بدلون وکتور مشخص کړئ.



a : یو موټر په یو دایروي مسیر کې د 100 مترو په شعاع حرکت کوي. هغه واتن چې موټر نیمه دوره وهی، خو متنه دی؟ د موټر د مسیر شکل رسم کړئ او د موقعیت د بدلون وکتور د شکل پر منځ کړئ او اندازه یې په لاس راوړئ.

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

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

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

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

7 - $x-t$ د مکان- زمان ګراف خه شی دي؟

8 - د منځني سرعت او لحظوي سرعت ترمنځ تپیږ خه شی دي او په کوم حالت کې دواړه سرعتونه سره مساوی دي؟

9 - یو ډریور د دوو بنارونو ترمنځ واتن په لاندې توګه وهی:

په پیل کې دیو ساعت لپاره له 15 m/s منځني سرعت سره یې ډریوری کړې او ترهې روسته د 10 دقیقو لپاره ډریوری. بیا له 20 m/s منځني سرعت سره د 30 دقیقو لپاره ډریوری ته دوام ورکوي او پاتې واتن د ساعت په خلورمه برخه کې په منځني سرعت 12 m/s ډریوری کوي.

a - د دوو بنارونو ترمنځ واتن خو کيلو متنه دي؟

b - منځني سرعت یې په ټول مسیر کې خو کيلو متنه پر ساعت دي؟

c - منځني سرعت یې د ډریوری د ټولې مودې په اوږدو کې خومره دي؟

10 - د يوه موتيه سرعت د 20 ثانيو په موده کې د يوه مستقيم مسیر پر مخ له 10 m/s خخه تر 18 m/s پوري رسپري.

a- د موتيه منځني تعجيل په دې موده کې خومره دی؟

b- که چيرې د موتيه سرعت له همدي تعجيل سره بدلون وکړي، وروسته له خومره مودې به يې سرعت 18 m/s ته ورسپري؟

11 - د يوي فضائي بېړي سرعت له 30 ثانې په حرکت خخه وروسته 1200 km/h ته رسپري. منځني تعجيل يې خومره دی؟ دا تعجيل $D = 9.8 \text{ m/s}^2$ خو برابره دی؟

12 - يوه موتيه په يوه مستقيم مسیر کې له ثابت تعجيل سره په حرکت پيل کوي او پس له 20 ثانيو خخه يې سرعت 36 hm/h ته رسپري. بيا له همدي سرعت سره د 10 ثانيو لپاره خپل حرکت ته دواه ورکوي. له هغې وروسته دربور برک نيسې او پس له 5 ثانيو خخه درېږي. که چيرې د برک کولو پر مهال تعجيل ثابت وي:

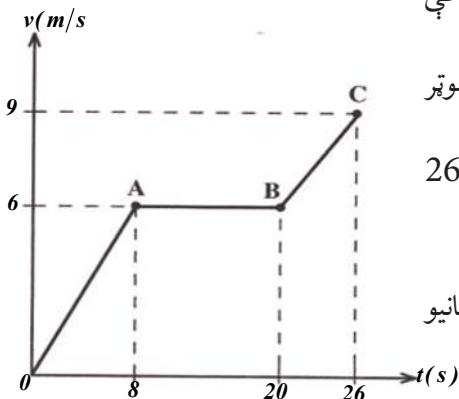
a- د سرعت لوري او د حرکت تعجيل په هر پراو کې معلوم کړئ.

b- د (x-t) ګراف د حرکت پيل له لحظې خخه د موتيه د درېدو تر لحظې پوري رسپري.

13 - لاندې شکل د يومتحرك د (v-t) ګراف په 26 ثانېو کې نسي.

a- د AB , OA , BC هر پراو تعجيل خومره دی؟

b- په زمانې انټروال کې يې له صفر خخه تر 26 ثانيو منځني تعجيل خومره دی؟



14 - يوه دبره په عمودي ډول مخ پورته خواته غورڅول شوي او 10 ثانې په خخت ته اړتیا د چې بېرته خمکې ته را وګرځي. دا دبره په خومره ارتفاع پورته خي؟

15 - د $x-t$ له ګراف خخه په ګټې اخیستلو سره منځني سرعت خنګه ټاکي، د شکل په رسما لوسره يې بيان کړئ.

16 - لحظوي سرعتتعريف او د SI په سیستم کې يې د اندازه کولو واحد ذکر کړئ.

17 - د يوه مستقيم خط پر مخ يو ډوله (مشابه) حرکت تعريف او د دې حرکت معادله پیدا کړئ

18 - يوه جسم چې پر مستقيم خط حرکت کوي، د حرکت معادله يې د SI په سیستم کې $x = 2t + 3$ د:

- a له مبدأ خخه د متحرڪ واتهن د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ په لحظو کې پیدا کړي.
- b د جسم د موقعیت بدلون د دوو لحظو ترمنځ $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ محاسبه کړي.
- c د متحرڪ سرعت خومتره پر ثانیې دی؟
- 19 - یو جسم د V په ثابت سرعت د یوه مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، که چېري د $t_1 = 2s$ په لحظه کې یې واتهن ترمبدأ پوري 11 متړ او $t_2 = 7s$ په لحظه کې یې واتهن ترمبدأ پوري 38.5 متړه وي:
- a د متحرڪ سرعت او تر مبدأ پوري یې واتهن د صفر ثانیې په لحظه کې خومره دی؟
- b د $(x-t)$ رابطه یا د حرکت معادله ولیکي.
- 20 - د $(v-t)$ گراف خنګه رسمیږي؟
- 21 - منځنی تعجیل تعريف او رابطه یې ولیکي او د اندازه کولو واحد یې په SI سیستم کې ذکر کړي.
- 22 - یو متحرڪ چې یوه مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي. سرعت یې د $t_1 = 7s$ په لحظه کې او د $t_2 = 10s$ په لحظه کې $32m/s$ سره مساوی دي، د متحرڪ منځنی تعجیل د او دوو لحظو ترمنځ حساب کړي.
- 23 - لحظه یې تعجیل په خه دوو $v-t$ گراف په مرسته ټاکي؟ د شکل له مخې یې توضیح کړي.
- 24 - یو جسم د څمکې د سطحې له 520 متري ارتفاع خخه په لوړنې $2m/s$ سرعت په عمودي چول د څمکې پر مخ په بنکته لور غور خوں کېږي.
- a د څمکې سطحې ته د جسم د رسپدو وخت حساب کړي.
- b د جسم سرعت څمکې ته د رسپدو په وخت کې حساب کړي.
- 25 - د A او B دوو جسمونه په ترتیب سره له 500 متري او 320 متري ارتفاع خخه د څمکې د سطحې په لور پرته له لوړنې سرعت خخه په یوه وخت کې خوشې کېږي.
- a د A جسم خو ثانیې وروسته د B له جسم خخه د څمکې سطحې ته رسپروي؟
- b د هر یوه سرعت د څمکې سطحې ته د رسپدو په وخت کې محاسبه کړي.
- 26 - یوه کوچنۍ ګلوله له لورې و دانۍ خخه خوشې کېږي، کله چې د څمکې پر مخ 40 متري ارتفاع ته رسپروي، سرعت یې $10m/s$ کېږي.
- a د جسم سرعت څمکې ته د رسپدو په لحظه کې حساب کړي.
- b د ودانۍ لوړوالۍ (ارتفاع) پیدا کړي.
- c د ګلولې د منځنی سرعت سقوط (په موده کې) (د $40m$ لوړوالې خخه تر څمکې پوري) وټاکي.
- d د $(x-t)$ گراف یې رسم کړي.

دوه بعدی حرکتونه

په مخکیني خپرگي کې مو تريوپي اندازې يوه بعدي حرکت مطالعه کړ او د موقعیت، د موقعیت بدلون، منځني سرعت او... کمیتونو سره بلد شوو او یو نواخت او له ثابت تعجیل سره حرکتونه مو د یوه مستقیم خط پر مخ و خپرل، خو په دې باید پوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر خه دېر له هغو حرکتونو سره مخامنځ یو چې په دوو یا دریو بعلونو کې تر سره کېږي او د هغو خپرل موره دېر اهمیت لري.

دلمر پر شاوخوا د یوپي سیاري حرکت او یا د موټر حرکت د یوپي جادي په ګولایي کې او د یو توب د ګلولې حرکت چې کله ويشتل کېږي او ... د دوه بعدي حرکت مثالونه دي. په دوو بعلونو کې حرکت خه شی دي؟ خنګه کولاي شو دوه بعدي حرکتونه تحلیل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه خنګه د ریاضي په ژبه بیانولی شو؟ له دوه بعدي حرکتونو خخه په ورځني ژوندانه کې خه ګټه اخښتلاي شو؟ دا هغه پوشتنې دي چې له تاسو خخه یې د خپرگي په پای کې د خوابونو توقع کېږاي شي. مخکي مو ولیدل چې د جسم موقعیت په یوه سطحه کې $\vec{r} = f(t)$ په وکتور بنوبل کېږي. دا وکتور کولاي شو په لاندې ډول ولیکو:

$$\vec{r} = \vec{x} + \vec{y}$$

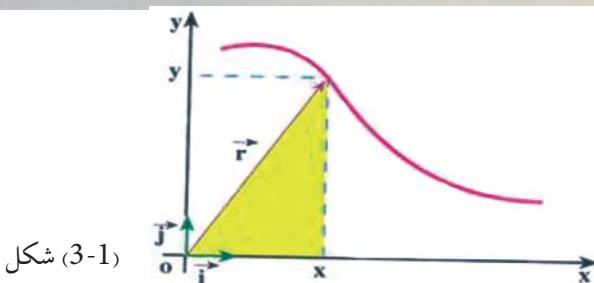
چې په دې کې \vec{i} او \vec{j} په ترتیب سره \vec{X} او \vec{Y} په لورو د واحد وکتورونو خخه عبارت دي.

خرنګه چې د جسم د حرکت پرمهاں، د مکان وکتور بدلون کوي، د حرکت پر مهال د جسم د مکان $D(t) = X$ او تشخیصولو لپاره کافې د چې د \vec{X} او \vec{Y} مرکبې د زمان د تابع ګانو په خپرولرو:

(2) $\vec{r} = f(t)$ د چې د یوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعلونو کې بنیي او خرگنده

د 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 ويلاي شو چې په یوه مستوی (صفحه) کې حرکت د یو بعدي دوو حرکتونو ترکیب $D(t) = X$ او \vec{Y} په اوپردا کې د چې د اړوندو معادلو په لرلو سره یې مکان (موقعیت) د جسم په ټولو لحظوکې معلوم او په پایله کې د جسم د حرکت مسیر مشخص کېږي. لکه د (1) شکل.



(3-1) شکل

خپرنه وکړئ:



فرض کړئ چې په یوه لنډه موده کې، د کېشپ (سنگ پشت) د حرکت معادلې د SI په سیستم کې د $x = 10t$ او $y = -5t^2$ په توګه دی. د دې کېشپ د حرکت مسیر په بېلاړلو ډلوکې د نقطې پیداکولو له لارې د ۰ څخه تر ۵ ثانیو زمانی انتروال کې رسم کړئ.

د مکان بدلون او منځنۍ سرعت

په دوه بعدی حرکتونو کې د مکان بدلون او منځنۍ سرعت خنګه خپرلې شو؟ کوم توپروونه د مکان د بدلون او منځنۍ سرعت تر منځ په یو بعدی او دوه بعدی حالتونو کې شتون لري؟
په دوه بعدی حرکتونو کې د مکان د بدلون او منځنۍ سرعت د خپرلولپاره، فرض کړئ چې متحرک له شکل سره سم د t_1 په لحظه کې د r_1 مکان د A په نقطه کې او د t_2 په لحظه کې د r_2 مکان د B په نقطه کې دي. لکه خنګه چې په دويم خپرکي کې مو ولوستل، هغه وکتور چې د A له نقطې څخه B ته رسميږي، د جسم د مکان بدلون په $\Delta t = t_2 - t_1$ زمانی انتروال کې رابني.
دا وکتور چې د (3-3) په شکل کې هم رسم شوي دي، له لاندې رابطو څخه لاسته راخي.

$$\text{خرنګه چې: } \vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

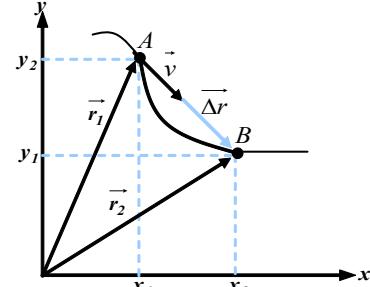
$$\vec{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \dots (3-4)$$

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

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

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

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



(3-2) شکل،

د منځنۍ سرعت او د مکان بدلون وکتورونه هم لوړي دي.

د جسم منځنۍ سرعت په یو تاکلې زمانی انتروال کې د یو بعدی حالت په خپر په لاندې چول تعريف کېږي:

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

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

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

که چیرې $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ په V_x وښيو، په پایله کې د (3-7) رابطه په لاندې چول لیکلای شو:

$$\vec{v} = (V_x)\hat{i} + (V_y)\hat{j} \dots (3-8)$$

فعالیت:



د (3-2) شکل په بیلا بیلو ډلوكې تحلیل کړئ او ووایې چې د منځنې سرعت وکتور او د مکان د بدلون وکتور هم لوري دي؟ او بیا وروسته دې د هرې ډلي استازی په تولګي کې په جلا توګه خرگندونې وکړي.

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

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

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

-b- منځنې سرعت پې د 1 او 2 ثانیې ترمنځ په زمانی انټروال کې وتاکئ او اندازه یې حساب کړئ.

$$\vec{r}_1 = 2\vec{i} + 3\vec{j} \quad t_1 = 1s \quad \text{حل (a) په}$$

$$x_1 = 2m \quad \text{او} \quad y_1 = 3m \quad t_2 = 2s \quad \text{په همدي} \quad \text{ترتیب په}$$

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

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

د 1 او 2 ثانیې ترمنځ په زمانی انټروال کې:

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

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

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

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

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

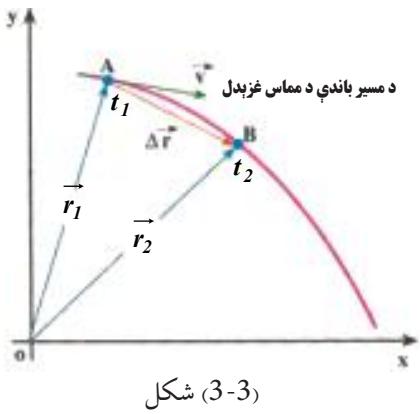
$$\vec{V} = \bar{V}_x + \bar{V}_y = 2\vec{i} + \vec{j}$$

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

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

لحظوي سرعت

په دوه بعدي حرکتونوکي لحظوي سرعت خرنگه تحليل او ارزولي شو؟ لحظوي سرعت په دوه بعدي او يو بعدي حرکت کې کوم توپرونه لري؟
په دوو بعدونوکي د لحظوي سرعت د خپرلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کې ونيسي. دا شکل د جسم حرکت د کې لیکي (منحنۍ) په مسیر راسبي.



د جسم موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې مشخص شوي دي. مخکې مو یادونه کړي وه چې د منحنۍ سرعت وکتور په يوه تاکالۍ زمانی انټروال کې د هغې د اړوند موقعیت له بدلون سره، هم لوړي دي.

لكه خرنګه چې په مخکينې خپرکي کې د یو بعدي حرکت په هکله هم وویل شول، که چېري Δt زمانی انټروال کوچنۍ او تر تولو کوچنۍ شي، منحنۍ سرعت له لحظوي سرعت سره نزدي او ډېر نزدي کېږي. یعنې د رياضي په ژيه، د لحظوي سرعت وکتور د منحنۍ سرعت له ليمت خخه عبارت دي، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي. یعنې:

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

په بل عبارت ويلاي شوچې (لحظوي سرعت)، د زمان له نظره د جسم د مکان وکتور له مشتق خخه عبارت دي) یعنې:

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

نو له دي امله کله چې په یو ليمت کې Δt د صفر خواهه تقرب وکړي، د (3-5) له رابطې خخه په ګټې اخپستلو سره کولای شود جسم لحظوي سرعت د هغه د مرکبوب پر بنسټ د X او Y په دوو امتدادونوکې لاسته راورو، یعنې:

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \left(\frac{dx}{dt} \right) \vec{i} + \left(\frac{dy}{dt} \right) \vec{j} \\ \vec{v} &= (v_x) \vec{i} + (v_y) \vec{j} \quad \dots \dots \dots \quad (3-11) \end{aligned}$$

نو له دي امله ګورو چې د منحنۍ سرعت وکتور سره هم لوړي دي، نو په یو ليمت کې چې Δt د صفر لوری ته تقرب کوي، د لحظوي سرعت وکتور به د حرکت پر مسیر د A په نقطه کې مماس شي. په پايله کې کله چې یو جسم د کې لیکي (منحنۍ) په مسیر کې حرکت کوي دي سرعت د وکتور لوری پې چې تل د حرکت پر مسیر مماس دي، په هره لحظه کې بدلون کوي. تر دي وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وايو.

مثال: یو مویر چی د $y = 4t^2$ په افقی صفحه کې حرکت کوي، د حرکت معادلې پې د SI په سیستم کې په لاندې دول دي: $x = 6t + 5$ او $t = 1s$ کې لاس ته راوري:

حل: د (4-3) له رابطی خنخه په گتې اخيستلو سره د سرعت مرکبې په لاس راخي:

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

لکه چی لیدل کیری د سرعت افقی مرکبہ د زمان تابع نده او ثابتہ کچھ لري، خود سرعت قایمه مرکبہ، د زمان تابع ده او کچھ یې په $t = 1s$ کې برابره ده له: $V_y = 8 \text{ m/s}$ ، نو د سرعت کچھ په $t = 1s$ کې برابره ده له: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ m/s}$ سره.

3-2: منحنی تعجیل او لحظوی تعجیل

مځکې موولوستل کله چې د جسم سرعت بدلون وکړي، حرکت تعجیلی دي. د سرعت بدلون کېدای شي د سرعت په کچه کې د بدلون په معنا يا د سرعت په لوري کې بدلون اويا دواړه وي. وموليدل کله چې د جسم حرکت د منحنۍ مسیر پرمخ دي، په داسې حال کې چې د جسم سرعت بدلون نه کوي، خود سرعت لوري یې هرومرو بدلون کوي، نوله دې امله که چېږي د سرعت قيمت اندازه هم بدلون ونکړي، کیدای شي حرکت تعجیلی وي. لکه، د منحنۍ مسیر پرمخ حرکت چې په هغه کې یوازې د حرکت لوري بدلون کوي چې یو تعجیلی حرکت دي.



خپرنه و گری:

د تعجیلی حرکتونو د دوو مثالونو په هکله خپرنه وکړئ چې په هغۇركى دسرعت کچه بدلون ونه کړئ.

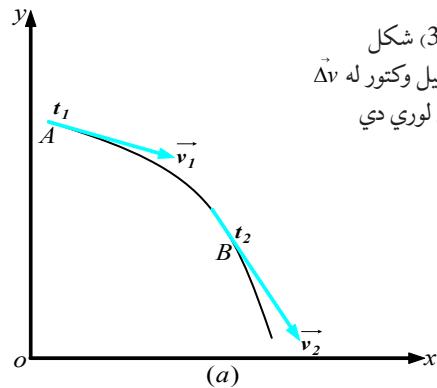
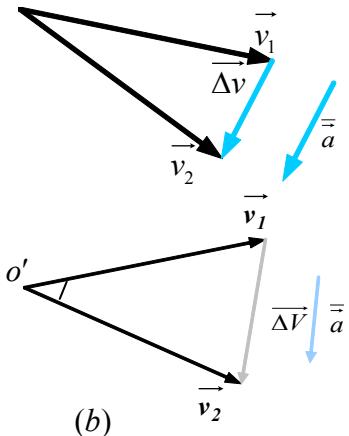
(3-4-a) په شکل کې د سرعت وکتورونه \vec{t}_1 او \vec{t}_2 په دوو لحظوکې د مسیر پرمخ بنودل شوي دي. د سرعت د بدلون د محاسبې لپاره $\Delta t = t_2 - t_1$ په زمانی انټروال کې په (3-4) شکل کې د $0'$ له نقطې خخه له v_1 او v_2 سره مساوی وکتورونه رسموو او $\Delta \vec{v}$ په لاس راپرو. د یو بعدی حرکت په خبر، د منځني تعجیل وکتور د Δt په زمانی انټروال کې په لاندې توګه تعریفوو:

د (3-11) له رابطي خخه په گتې اخېستلو سره لرو چې:

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

اویا:
د منځنی شتاب (3-13)

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



د 3-4 شکل
د منځنی تعجیل وکتور له سره هم لوري دي

بحث وکړي:

د تولګي په بېلاپلودلو کې په دی هکله چې ولې د منځنی تعجیل وکتور له $\overrightarrow{\Delta V}$ سره هم لوري دي، بحث وکړي او پایله یې په تولګي کې وراندي کړئ.

لکه خنګه چې پوهېرو لحظوي تعجیل \vec{a}_1 په لحظه کې کولای شو د منځنی تعجیل د لیمت په شکل چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، لیکو. یعنې:

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

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

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

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

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

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

چې په دې کې او $\frac{dv_y}{dt} = a_y$ د لحظوي تعجيل له مرکبو خخه عبارت دي.
او په پایله کې:

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

د (3-12) رابطه دا بنسي چې \vec{a} او $\vec{\Delta v}$ هم لوري دي، خولکه خنگه چې د (3-4-b) په شکل کې
بنوبل شوي دي، د منحنۍ مسیر پرمخ حرکت کې هيچ کله د منحنۍ تعجيل وکتور (\vec{a}')، د سرعت له
وکتورونو (v_1 یا v_2) سره هم لوري نه دي، کله چې Δt د صفر لورته تقرب کوي او v_2 وکتور د v_1
له وکتور سره ډېر نزدي کېږي، بيا هم تعجيل له لحظوي سرعت سره هم لوري نه دي.

فعاليت:



د تولګي په مختلفو دلوكې، د ګراف پرمخ وښي چې د منحنۍ مسیر پرمخ د ثابت سرعت د حرکت پر مهال، کله چې Δt
صفر لوري ته تقرب وکړي، $\vec{\Delta v}$ پر عمود دي.

مثال: د یوه جسم د دوه بعدي حرکت معادله په SI سیستم کې په لاندې ډول ده:

د سرعت او تعجيل وکتورونه یې په $t = 1s$ کې پیداکړي. آیا دا دواړه وکتورونه هم لوري دي؟

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

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

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

په پایله کې د لحظوي سرعت وکتور به په $t = 1s$ کې په دې ډول وي:

د تعجيل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجيل مرکبې يعني، a_y او a_x دارنګه پیداکړو:

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

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

لکه خنگه چې وینو، $a_y = -30 m/s^2$ د زمان تابع دی او په $t = 1s$ کې برابر دی له:
په پایله کې د تعجیل وکتور به په $t = 1s$ کې په دې دول وي: $\vec{a} = 40 \vec{i} - 30 \vec{j}$
د \vec{a} او \vec{v} وکتورونو له مقایسې خخه د $t = 1s$ په زمان کې کولای شو دا پایله ترلاسه کړو چې دا دوه
وکتورونه سره موازي نه دي.

3-3: غورخونکي (پرتابي) حرکتونه

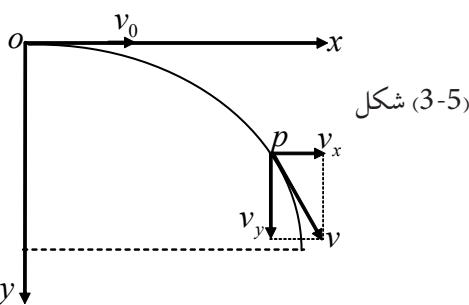
غورخونکي (پرتابي) حرکتونه خه ډول حرکتونه دي؟ غورخونکي حرکتونه په فضا کې خه ډول
مسير وهی؟ یو غورڅول شوي (وارشوي) جسم او هغه مسیر چې په هوا (فضا) کې يې وهی، د حرکت د
مخالفو ډلونو یو بیلګه د چې هر انسان د ماشو متوب له پیل خخه په عمل کې ورسره سر او کار لري.
د غورخونکي حرکت د دوه بعدی حرکت یو ډول دي. د دوه بعدی حرکتونو د مطالعې او تحلیل لپاره
په لوړې پراوکې باید لاندینې درې فرضیې په پام کې ونيسو:

1. جاذبه یې تعجیل (g)، د جسم د حرکت په سيمه (محدوده) کې ثابت او لوري يې مخ په بنکته
دي.
2. د هوا د مقاومت له اغېزې خخه کولای شو صرف نظر وکړو.
3. د ځمکې خرڅېدل په دې حرکت اغیزه نه لري.

یوه له اصطلاحاتو خخه چې په غورخونکو حرکتونوکې ورسره ډېر مخامنځ کېږو عبارت له غورڅول
شوي جسم خخه دي، غورڅول شوي جسم هغه جسم دي چې په پیل کې په لوړنې سرعت سره
غورڅول کېږي او یا د یوې ضربې له امله په یو لوري کې حرکت پیل کري او یا وروسته د جاذبې د قوي
تر اغېز لاندې تعجیلي حرکت (کم له کمه د وضعیه کمیتونو د یو محور په اوږدوکې) ولري. هغه مرمى
چې له ټوپیک خخه راوځۍ، یوه تیړه چې په یوه زاویه غورڅول کېږي، د اویو بهیدل چې له یوه سوری
خخه فواره یا داره جوړوي، دا ټول د غورخونکي (پرتابي) حرکت بیلګې دې چې په فضا کې پارابول
شكله مسیر وهی. وروسته به وګورو چې د دې مسئلي ثابتول چې د غورڅول شوو حرکتو مسیر، پارابول
دي د رياضي له لاري آسانه دي.

افقی غورخول (ویشتل)

خه فکر کوئ که چیرې يو جسم د يو برج له سره په افقی امتداد کي v_0 په لومني سرعت سره وغورخوو، خه پېښه به رامنځ ته شي؟ هغه مسیر چې غورخول شوي جسم يې وهی، خرنګه مسیر به وي؟ يو جسم د قایم مختصاتو (x, y) له مبدأ خخه d_0 له لومني سرعت سره D_X له محور سره په موازي چول د لاندي شکل په خپر غورخوو. ليدل کيرې چې غورخول شوي جسم خپل حرکت ته په افقی توګه دوام نه ورکوي، بلکې ورو ورو په بشکته لور راکښل کيرې. یعنې غورخول شوي جسم شبې په شبې د ځمکي



د جاذبې لخوا مخ په بشکته راکښل کيرې چې په پاي کې له ځمکي سره تصادم کوي. په دي ډول حرکت کې د غورخول شوي جسم سرعت D_X او v_y د وو وکتورونو له ترکیب خخه ترمطالي لاندي ونيسو. لکه خرنګه چې غورخول شوي جسم منظم مستقيمه الخط حرکت D_X محور په اوږدوکي v_0 په لومني سرعت تر سره کوي او د D_Y د محور په اوږدوکي ځمکي د جاذبې قوي تر اغېز لاندي وي، نوله دې امله د غورخول شوي جسم معادلي D_X او D_Y د محورونو په لوروکي عبارت دي له :

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

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

که چيرې t د قيمت د (3-19) رابطي خخه پیداکړو او د (3-20) په رابطه کې يې وضع کړو، وې وينو چې:

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

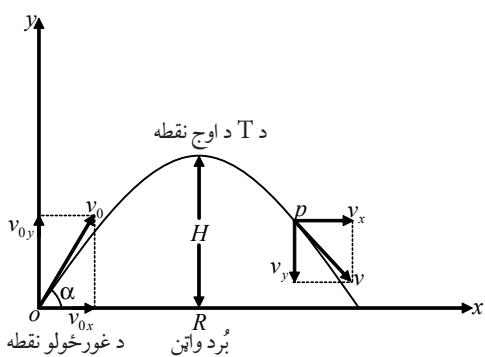
خرنګه چې $\frac{g}{2v_0^2}$ يو ثابت کمي دی، هغه په C بنيو، د (3-21) رابطه لاندي شکل نيسېي:

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

د (3-22) له معادلي پايله ترلاسه کيرې چې په افقی توګه غورخول شوي جسم د حرکت مسیر عبارت له يو پا رابول خخه دي. د (3-20) له رابطي خخه خرنګنديېري چې په افقی وشتلوكې هغه وخت چې غورخول شوي جسم يې مخ په بشکته د D_Y د واتېن په وهلوکې ترسره کوي، برابر دي له هغه وخت سره چې نو موري جسم په آزاده توګه سقوط وکري او همغه د D_Y واتېن په عمودي توګه ووهی.

3-4: مایل غورخوں (ویشتل)

مايل غورخولو (پرتاب) خه چول غورخول دي؟ د افقي غورخونې او مايل غورخولو ترمنځ کوم توپير شته؟ د (3-3) په برخه کې غورخول د افق په امتداد کې تربخت لاندې ونيول شول. د افقي غورخولو په حالت کې هغه زاویه چې د لوړمنې سرعت وکتورې د X محور له مثبت لوړۍ سره وي یعنې، $\alpha = 0$ ووه، خود مايل غورخولو پر مهال د غورخولو زاویه د صفر خلاف وي. $\alpha \neq 0$



شکل (3-6)

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

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

سیستم د (3-7) شکل په خبر په نظر کې نیسو چې
مبدأ یې د غورخولو لوړنې محل، د X محور یې په
افقی لوري او د Y محور یې په قایم لوري او مخ په
پورته وي. د محورونو په دې تاکلو کې لکه خنګه 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

ولیکوچی:

غورخول شوی جسم د $t = 0$ د زمان په مبدأ کې د مختصاتوله مبدأ (پيل) خخه د v_0 په لومړني سرعت نسبت افق ته په α زاوې غورخول کېږي. په دې حالت کې د لومړني سرعت د X او Y مؤلفې عبارت دی له: $v_{0v} = v_0 \sin \alpha$ (3-25)

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

$a_x = 0$ دی، یعنی د X افقی لوری کې د $v_0 \cos\alpha$ له ثابت سرعت سره تر سره کيږي، نو له دې امله د غورڅول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلي به د X د محور په لوری په لاندې ډول وي:

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

$$v_x = v_0 \cos\alpha = \text{const} \tan t \dots \dots \dots \quad (3-28)$$

او لکه خنگه چې وویل شول د y په قایم لوری کې حرکت، د (g) - له ثابت تعجیل سره دي.
د اجسامو د ازاد سقوط له رابطو خخه په \vec{g} -کې اخیستلو سره د غورخول شوي جسم د حرکت معادلې
به د y په لوری هم په لاندې ډول وي.

له (3-27) خخه تر (3-30) پوري خلور معادلي، د t په هره شبېه کې د X او Y محورونو په استقامت د غورخول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلي دي.
که چيرې د حرکت په معادلو کې د X او Y لپاره په دوه بعدي حرکتونوکې زمان حذف شي، د حرکت مسیر معادله لاس ته راخېي. له دې لاري خخه په گنې اخېستلو سره د XOY د صفحې پرمخ د غورخونې د حرکت د مسیر معادله دا دول په لاس راخېي:
د t قيمت د (3-27) له رابطې خخه اخلو او په (3-29) رابطه کې يې وضع کوو.

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

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

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

د (3-31) معادله رابطي چې د غورخونې د حرکت مسیر، له پارabol خخه عبارت دي. (ولې؟) هغه افقی واړن چې غورخول شوي جسم يې وهېي، تر خوبتره د غورخونې لوړنۍ ارتفاع $y = 0$ او یا خمکې ته وګرڅي، د غورخول کېدونکي جسم د (Range) په نامه یادوي او هغه د R په توري بنېي.

لوړنۍ ارتفاع ته د بېرته ګرڅدو د نقطې مختصې شکل ته په پام کولو سره، د $\begin{cases} X = R \\ Y = 0 \end{cases}$ په توګه دی.

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

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

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

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

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

ځکه چې:

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

نو:

بحث وکړئ:

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

فعالیت:

د اړتیا وړ مواد: نقاله، خط کش یا متر، د ماشومانو د لوبوتونمانچه، پلاستیکې ګلولې او مېز.
کړنلاره: زده کونونکي دې په درې دلو ووپشل شي. لوړۍ دله دې د (0) له نقطې خخه د 25° زاوې لاندې، دویمه دله دې د (0) له نقطې خخه د 45° زاوې لاندې، دریمه دله دې د (0) له نقطې خخه د 65° زاوې لاندې، فیر وکړي، کله چې مرمى پرڅمکه ولګډه. د (0) د وشنټلو نقطې او د لګډو نقطې (x_{\max}) ترمنځ واتن د خط کش یا متر په مرسته اندازه او نوبت کړئ. هره دله دې د خپل کار پایلې یوله بله سره پرتله کړي او عمومي پایله دې د بنیوونکي په مخ کې تولګي ته وړاندی کړي.

بحث وکړئ:

ویشتل کپدونکي جسم، ترڅو درجو زاوې لاندې وغورڅول شي، ترڅو اعظمي رنج (افقی واتن) ووهي؟ د اوج (ترټولو لوره) نقطه (اعظمي ارتفاع) دغورڅولو به حرکت کې، ترټولو لوره نقطه ده چې غورڅول شوي جسم ورته رسيري. د 3-6 په شکل کې د اوج د نقطې ارتفاع په H بشودل شوي، د y په لور د اوج په نقطه کې سرعت صفر دی، ولې؟ د (3-30) رابطې خخه لرو چې:

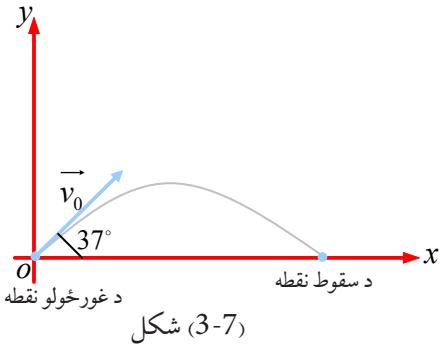
$$0 = -gt + v_0 \sin \alpha \quad (3-30)$$

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

له دې فورمول خخه په کار اخيستلو سره کولای شو ترټولو لوره (اوج) نقطې ته د غورڅول شوي جسم د رسپدو وخت لاس ته راپرو. په 3-29 معادله کې د نوموري وخت t په اینښو دلو سره د اوج د نقطې ارتفاع په لاس راخي.

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

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



مثال: د فوتیال یو لویغاری، یوه توپ نسبت افقی ته تر 37° زاویې لاندې په 10 m/s لومړنی سرعت شوې 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 رسپدو زمان په لاس راوري.

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

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

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

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

ب: بېرته ځمکې ته راڳرخېدل $y = 0$ دی، یعنې:

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

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

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

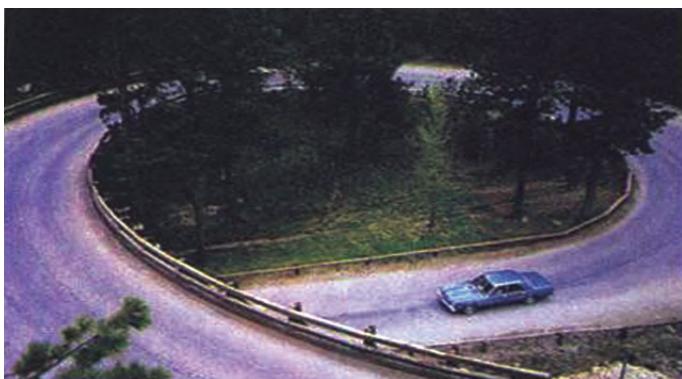
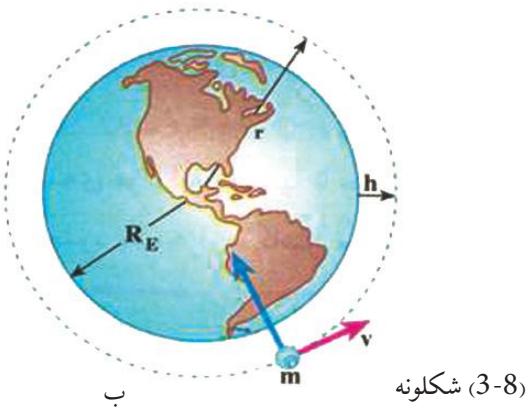
چې په دې کې $t_1 = 0$ د توپ د غورخولو د وخت اړوند او $t = 1.2s$ پر ځمکې د پنډوسکي د لګډو د وخت اړوند (د ټول حرکت زمان) دی.

تمرين: د غورخولو (ویشتلو) په حرکت کې

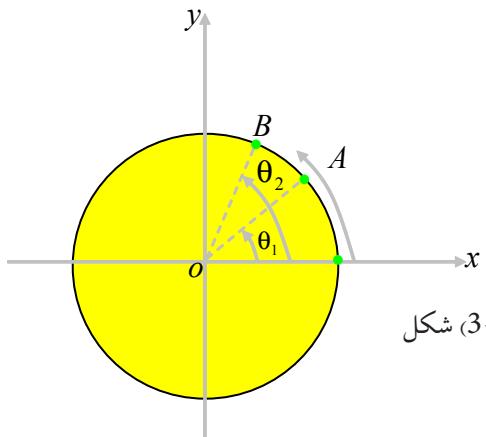
1. د غورخول شوي جسم تر ټولو لري واتېن د _____ له رابطي خخه لاس ته راخي.
2. د اوج نقطې ته د غورخول شوي جسم د رسپدو زمان د _____ له رابطي خخه لاس ته راخي.

5-3: دايروي حرڪت

دايروي حرڪت خه شى دى؟ دايروي حرڪتونه په ورخني ژوندانه کې د کارولو كومې بىلگې لري؟ كله تاسو د ماشومانو د لويو ټالونه او مچنوغزه ليدلي دي چې خه ډول حرڪتونه تر سره کوي؟ په دايروي مسیر کې د یوه جسم حرڪت، په دوو بعدونو (مخونو) کې د حرڪت یوه بله بىلگه ده. د دې حرڪت ډېرې بىلگې هره ورڅه ګورو. د ځمکې پر شاوخوا د سپورمي د حرڪت مسیر، د هستې پر شاوخوا د الكترون حرڪت او د څينو مصنوعي سپورمي حرڪت د ځمکې پر شاوخوا د دايروي حرڪت نسبي ډولونه دي. د کور په څېښو وسايلو، لکه: د جامو مينځلو په ماشين کې، له مېوو خڅه د اوپو ويستلو ماشين او جسمونه د هغه په منځ کې په دايروي مسیر حرڪت کوي. په لاندې تصویرونو کې په دايروي مسیر کې د اجسامو د حرڪت بىلگې گوري.



زاویوی سرعت



(3-9) شکل

یوه ذره په نظرکې ونیسی چې په یو دایروي مسیرکې د ساعت د ستني په خلاف لوري کې د لاندې شکل په خېر حرکت کوي. په دې ځای کې له ذري څخه موخه یو وروکۍ جسم دی چې ابعادې د دایرې د شعاع په پرتله ډېر کم دي.

د ذري موقعیت د دایرې پرمخ هره ګړی کولای شو، د θ له زاویوی سره د OX د محور په نسبت وښیو.

کله چې ذره د A په نقطه کې وي، موقعیت د θ_1 له زاویوی سره او کله چې د B په نقطه کې وي، موقعیت د θ_2 په زاویوی سره بنسیو او $\Delta\theta = \hat{\theta}_2 - \hat{\theta}_1$ د ذري د زاویه یې موقعیت بدلون (وهل شوی واپن) بولو. طبیعی ده چې په اړوند وخت باندې د زاویوی موقعیت بدلون د غورڅولو څخه په دایروي حرکت کې د ذري زاویوی منځنی سرعت لاسته راخېي، یعنې:

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

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

څېرنه وکړئ



دلمر پرشاوخوا د څمکې د حرکت په هکله په بیلا بیلو ډلوكې څېرنه وکړئ او د دلمر پرشاوخوا د څمکې منځنی زاویه یې سرعت محاسبه کړئ.

پوښته

- a- له دایروي حرکت خخه په ورخني ژوندانه کې خه گهه اخيستل کېږي؟
 b- د خو وسیلو چې منځنی برخې بې (د منځ اجزاءو) د دایروي حرکت لرونکي وي، نومونه بې واخلۍ.

لحظوي زاویوي سرعت

زاویه يې لحظوي سرعت په هغه ډول چې د لحظوي سرعت په هکله مو په (3-2) لوست کې ولوست، تعریفوو:

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

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

او یا:

تمرین

ديوپ ذري زاویه يې موقعیت چې د دایروي مسیر پرمخ حرکت کوي د $\theta = 2t^2 + 6t$ رابطې سره ورکړل شوي. (t د ثانیې له مخې او θ د راديان له مخې)

الف: د متحرک زاویه يې منځنی سرعت د $s_1 = 1s$ او $t_1 = 2s$ د لحظو ترمنځ حساب کړئ.
 ب: د متحرک لحظوي سرعت د $s_2 = 3s$ په لحظه کې حساب کړئ.

بحث وکړي

د منځنی سرعت او لحظوي سرعت درابطي د بنه درک لپاره خو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو تولګیوالو سره بحث او خبرې پرې وکړئ او پایله د خپل بنوونکي ترمنځ په تولګي کې بيان کړئ.

3-3: دایروي یو ډوله (متشابه) حرکت

کله چې پر دایروي مسیر د حرکت کوونکي ذري زاویوي سرعت ثابت باقي پاتې شي، وايوچې ذره یو ډول دایروي حرکت لري. په دې ډول حرکت کې منځنی زاویوي سرعت په هره زمانې وقfe کې د ذري د زاویوي لحظوي سرعت سره برابر دي.

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

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

او یا:

د یو چول دایروی حرکت د خپرلو لپاره په لومړي پراوکې باید لاندې کمیتونه تعريف کرو:

پريود: هغه زمانی موده چې ذره د یو دایروي مسیر پر منځ یوه بشپړه دوره وهی، د پريود په نامه يادېږي.
پريود د T په توري بنېي او د اندازه کولو واحد یې ثانیه ده.

فریکونسی: په یوه ثانیه کې د ذري د دورانونو شمېر ته فریکونسی وايي. فریکونسی د نيو (7) په لاتین توري بنېي، د فریکونسی د اندازه کولو واحد $\frac{1}{s}$ او یا هرتز Hz دی.

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

خرنګه چې ذره په هره دوره کې 2π راديان زاویه طي کوي، نوله دې امله زاویه یې سرعت ېې برابر دی له:

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

فالالت:



په خپلو ډلوكې پريود او فریکونسی سره پر تله کړئ او لاندې جدول بشپړکړئ.

فریکونسی	پريود	متحرك
$10^{17} Hz$ دوره په یوه ثانیه کې	10^{-17} ثانیه	د هايدروجن د اتون الکترون
$3.03 Hz$	0.33 ثانیه	د بریښنا د تولید لپاره د ایوبوتورین
$1.157 \times 10^{-5} Hz$ دوره په یوه ثانیه کې	86400s	څمکه د هېپی د محور په شاوخوا
$3.897 \times 10^{-7} Hz$	$29.7 = 2566080s$ درج	سپورمی د څمکې پرشاوخوا
$3.17 \times 10^{-8} Hz$ دوره په یوه ورڅ کې	31536000s	څمکه د لمړ په شاوخوا

په دایروي حرکت کې خطې سرعت

مخکې مو ولیدل چې د مکان وکتور کولای شي، د متحرك موقعیت په سطحه کې وټاکۍ، (3-2) شکل. که چېړې د یوې ذري د مکان وکتور \vec{r}_1 په وخت کې t_1 او \vec{r}_2 په شپېه کې t_2 وي، د ذري موقعیت به د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زمانی شپېه کې برابر له $\vec{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ سره وي. ذره د Δt په وخت کې د Δs قوس وهی. که چېړې دا زمانی شپېه ډېره کوچني وي، د Δs قوس کوچني کېږي او کولای شو د Δs قوس او بدواли د هغه د مقابل وتر یعنې ($\vec{\Delta r}$) له او بدوالي سره تقریباً برابر ونسو.

همدارنگه مخکی مو و لیدل چې د متحرک منځني سرعت کولای شو له (3-32) رابطې خخه لاسته راورو او د لحظوي سرعت کچه هم د لاندې رابطې په مرستهتعريفېري:

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

او له هغه ئایاه چې د ليمت په حالت کې $\left| \vec{\Delta r} \right| = \Delta s$ تاکل کيدای شي، نو لروچې:

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

په رياضي کې مو لوستي دي چې د θ زاویه د راديان له مخې برابر ده، د هغې زاوې د مقابل قوس د طول له نسبت سره پر شاع د دايرې باندې، یعنې:

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

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

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} r \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \Rightarrow = \frac{d(r\Delta\theta)}{dt} \\ \vec{v} &= r \frac{d\theta}{dt} \\ \vec{v} &= r \cdot \omega \quad \dots \dots \dots \quad (3-41) \end{aligned}$$



څېړنه وکړئ:

په دايروي حرکت کې له خطې سرعت خخه ګه اخښونکي کوم خلک دی؟ او له هغه خخه په کومو برخو کې ګه اخلي؟ په دې هکله په خپلو ډلوكې بحث وکړئ او خپلو تولګيوالوته راپور ورکړئ.

مثال: د ماشومانو د لوبيو یوخرخ خلک په یوه افقي سطحه او دايروي مسیرکې ګرځوي، داسې چې هر فرد دايروي یو ډوله حرکت لري. که چيرې دوران کوونکي په هرو 10 ثانيو کې یو دور ووهي او د هر کس لپاره د خرڅدو شاع 5 متره وي، د هر شخص زاویه یي او خطې سرعت په دې دوره کې حساب کړئ.

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

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

$$r = 5m$$

$$\omega = ?$$

$$v = ?$$

او خطې سرعت به یې برابروي له:

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

پونتني:



- 1 - د يوه ديوالي گري د ساعت، دقیقو او ثانيو د عقربو او بدواли په ترتیب 12cm ، 8cm ، 10cm او 11cm د هري عقربو د خوکي خطوي سرعت محاسبه کړئ.
- 2 - يو متحرک پر دايروي شکله مسیر د 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهی. د متحرک زاویه یې سرعت پريو د فريكونسي حساب کړئ.

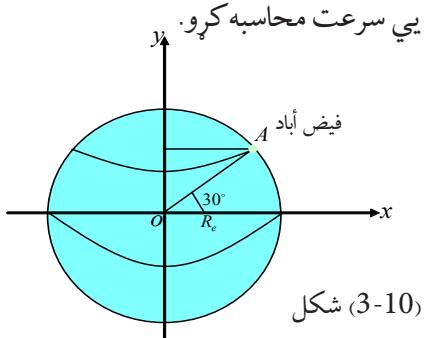
فکروګرۍ:



د څمکې د وضعې حرکت زاویه یې سرعت، د څمکې په ټولو نقطو کې یوشان دی که نه؟ (ولي؟)

مثال: د فيض آباد بنار په 30° شمالي جغرافيايي مدارکې واقع دي. د هغه تن زاويوي او خطوي سرعتونه چې په دې بنار کې اوسييري پيداکړئ. د څمکې شاع $m = 6.4 \cdot 10^6$ په نظرکې ونسی.

حل: دې ته په پام کولو سره چې د څمکې په شاوخوا په خپله د څمکې د خرڅېلو یوه بشپړه دوره 24 ساعته ده، کولای شو، د څمکې د مخ د هري نقطې زاویه یې سرعت محاسبه کړو.



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

$$T = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400 \text{ s}$$

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

د فيض آباد واتېن د څمکې د خرڅېلو له محور خخه (3-10) شکل ته په پام کولو سره برابردي له:

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

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

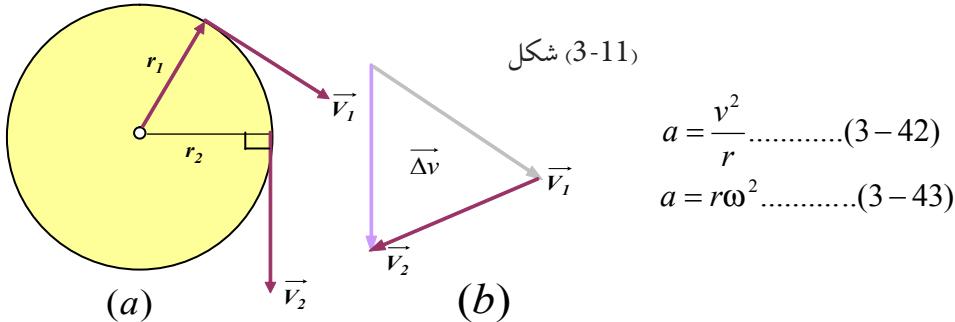
او د فيض آباد په بنارکې خطوي سرعت برابر دي له:

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

3-7: په دایروي يو ډوله حرکت کې تعجیل

يو ذره په نظر کې ونسیئ چې دایروي يو ډوله حرکت لري (3-11-a). شکل منځ کې مو ولیدل چې د سرعت وکتور په هره لحظه کې پرمسيیر مماس دي. که چېږي د ذري مکان \vec{r}_1 په لحظه کې، او د سرعت وکتور \vec{v}_1 په لحظه کې \vec{r}_2 وي، د متھرك د سرعت وکتورونه په دې نقطوکې په ترتیب پر \vec{v}_2 او \vec{r}_2 عمود دی. د $\Delta v = v_2 - v_1$ وکتور (3-11-b) په شکل کې رسم شوي دي او کتل کېږي. سره له دې چې د سرعت د وکتور کچه ثابته ده، خو د سرعت د وکتور د لوري د بدلون له امله $0 \neq \Delta v$ دي.

په دې حالت کې د حرکت د تعجیل کچه کولاي شوله $a = \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$ رابطې خخه په لاس راورو. کله چې صفر لوري ته تقرب کوي، د حرکت تعجیل له لاندې رابطې خخه په لاس راخي.



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

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

چې دې تعجیل ته مرکز د جذب تعجیل (Centripetal Acceleration) واي چې د دې تعجیل لوري د شعاع په برید د مرکز په لورو.

مثال: سپوردمي تقریباً 29.7 ورخو په موده کې يو خل په دایروي مسیر کې په يو ډوله (يونواخت) حرکت د ځمکي په شاوخواګرخی. د سپوردمي مرکز ته د جذب تعجیل په لاس راوري. په داسې حال کې چې د ځمکي د مرکز او سپوردمي ترمنځ واهن $r = 3.84 \times 10^8 m$ وي.

حل: د $\omega = \frac{2\pi}{T}$ له رابطې خخه په ګټې اخیستلو سره د سپوردمي زاویه یې سرعت عبارت دي له:

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

په دې ډول د سپوردمي مرکز ته د جذب چټکتیا مساوی ده له:

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

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

فعاليت:



د خپلې دلي له غړو سره یوه تیزه په یوه کلک تار سره وټرئ او په یوه قايمه سطحه کې د خپل لاس پرشاوخوايې وخرخوئ او خمکې ته پې د نه لويدو په هکله بحث وکړئ او پایله پې په خپل ټولګي کې وړاندې کړئ. کله چې د m یوه کتله له ثابت سرعت سره د یوې دايرې په مخ حرکت کوي، تعجیل پیداکوي چې لوري پې د دايرې مرکز نه متوجه وي.

پونتنۍ:



- په پورتني فعالیت کې که چېږي د وزن له دروندولي او د هواله مقاومت خخه ورتېرشو خه پېښېري؟
- د فعالیت د تر سره کولو پر مهال، که چېږي تار یو ناخابې وشلېري، کومه پېښه به رامنځ ته شي؟
- د خمکې کړه په هرو 24 ستاعتونوکې یو خپل محور پرشاوخوا راخرخي. خطي سرعت او مرکزته جلنېدونکې شعاع د خمکې د سطحې په کومو نقطوکې ډپره کچه لري؟ که چېږي د خمکې د کړي شعاع 6400km په پام کې ونيسو، د کړي خطي سرعت او مرکز ته د جذب تعجیل حساب کړئ.

د یو ډوله دايروي حرکت ديناميک

په مخکپنۍ برخه کې موولیدل چې په یو ډوله دايروي حرکت کې د جسم تعجیل د دايرې د شعاع په لوري کې او لوري پې د مرکز خواته دي. د نيوتن د دويم قانون له مخې قوه او تعجیل هم لوري دي، له دې امله په یو نواخت دايروي حرکت کې، پرجسم د واردېدونکو قوه محصله د شعاع په استقامته او د مرکز په لوردي چې په دايروي حرکت کې پرجسم دغې واردې شوې قوي ته مرکزته جذب قوه دايروي حرکت کې د خطي سرعت پرنسپت لاندې بهه نيسی.

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

او د زاویه يې سرعت پرنسپت $F = mr\omega^2$ (3-45)
په دې رابطه کې پرجسم د وارد شوو قوه کچه د دايرې د شعاع په لوري ده.

فعاليت:

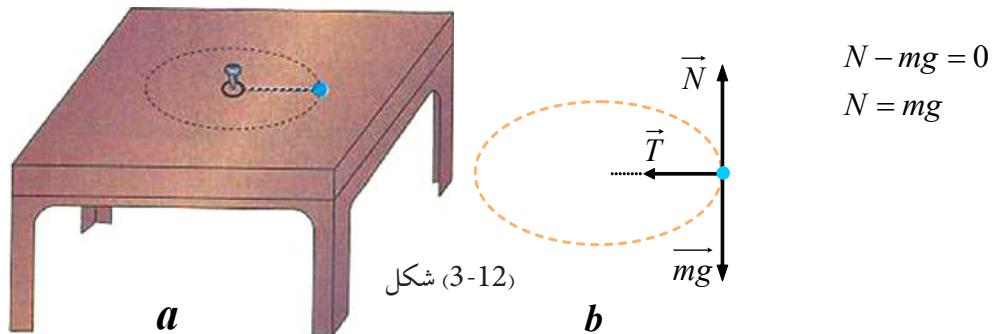


مچنوغره په خپل لاس کې ونيسي او په کاسه کې پې یوه وړه تیزه د 4 نه تر 8 گرامه په کتلې کېږدئ او د خپل لاس په شاوخوا (دبnoonخې په انګړکې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پرمehal د مچنوغزې یوسر خوشې کړئ او د خپلې دلي. له غړو سره ددې تیزې د تیښې د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله پې د بنوونکي ترڅخ بیان کړئ.

مثال: یوه مری^a له 20g کتلي سره په یوه تار تپو او د تار له بل سر سره یوه کوچنی کړي تپو. بيا کړي د 3-12-a) شکل په خپر له یوه لندې مېخ سره د یوه مېز د منځ په برخه کې نصبوو. له مېز سره د مهرې د اصطکاک له قويه تپر شوي یو). د مهرې واپن له مېخ خخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پر مری یې وارد دوو، هغه د دایروي مسیر پرمخ په حرکت راولو. پر مری وارد شوې قويه د یوه شکل په رسماولو سره مشخص کړي.

که چېږي مری په هره ثانیه کې یوه دوره ووهې، د تار د رابنکلو (کشش) قوه حساب کړي.

حل: د 3-12-b) په شکل کې د وزن قوه او پراتکا باندې عمودي قوه په قايم لوري کې پرجسم اغېزه کوي چې د دې دوو قوهو محصله صفر ده یعنې:



یوازې د تار د رابنکلو قوه پاتې کېږي چې په دې خای کې همunge مرکزته د جذب قوه یعنې:
 $F = T = \frac{mv^2}{r}$
 $m = 20gr = 20 \times 10^{-3} kg$

$r = 25cm = 0.25m$ $\omega = 2\pi\nu = 2\pi rad/s$ زاویه یې سرعت برابر دی له:

$\nu = \frac{1rev}{s} = 1Hz$ $\nu = r\omega = 0.25 \cdot 2\pi = \frac{\pi}{2} = 1.57 m/s$ او خطې سرعت هم برابر دی له:

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

پوښتني:

1. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې خرخې.
2. د هستې پرشاوخوا د الکترون د ګرځېدو په صورت کې.
3. د لم پرشاوخوا د سیارو په ګرځېدو په صورت کې.

د دريم خپرکي لنديز



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

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

- د جسم منځنۍ سرعت په دوه بعدی حرکت کې په لاندې ډول وي: $\vec{v} = (\bar{v}_x) \vec{i} + (\bar{v}_y) \vec{j}$

- لحظوي سرعت د منځنۍ سرعت له لیمت خخه عبارت دي، کله چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، یا په بل عبارت، لحظه یې سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\vec{v}) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \rightarrow \text{ او با} \Rightarrow \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

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

- د منځنۍ تعجیل وکتور د Δt په زمانی انټروال کې په لاندې ډول تعریفوو:

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

- د \bar{a} د منځنۍ تعجیل وکتور له Δv سره هم لوري دي.

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

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

- لحظه یې تعجیل د مشتق له مفهوم خخه په ګټې اخیستلو سره هم لیکلای شو:

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

- د غورڅولو په حرکتونکې د غورڅبدونکې جسم د حرکت مسیر په فضا کې عبارت له یو پارabol خخه دي.

$$x = v_0 t \quad \text{او} \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

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

- د x معادلي د زمان t د تابع په نامه د غورڅولو په حرکتونکې عبارت دي له:

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

- هغه افقی و آپن چې غورخول شوی جسم ېې د بېرته یا د دويم خل لپاره د غورخولو لو مرني ارتفاع ته د گرځېدو لپاره وهي، عبارت د غورخول شوی جسم له $Range$ خخه دی او د ارنګه افاده کيرې:

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

- د غورخونې په حرکت کې لوره یا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، ترپولو هغه لوره نقطه د چې غورخول

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

- د اوج نقطې په حرکت کې لوره یا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، ترپولو هغه لوره نقطه د چې غورخول

- په دايره يې حرکت کې د ذري زاویه يې منځني سرعت د زاویه يې موقعیت د بدلون د نسبت په توګه

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

د هغې پر زمان تعريفيري.

- زاویوي لحظوي سرعت کولای شو د ليمت او مشتق له مفهوم خخه په ګټې اخیستلو سره په لاندي

ډول ولیکو:

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

- په دايره يې يو نواخته حرکت کې د یوې ذري زاویه يې سرعت چې پريو دايره يې مسیر حرکت کوي، ثابت پاتې کيرې.

- پريود عبارت له هغه وخت خخه دی چې يوه ذره د دايره يې مسیر پر مخ يوه بشپړه دوره وهي او د په توري بشودل کيرې.

- فريکونسي عبارت دی د ذري د دورانونو له شمېر خخه چې په يوه ثانيه کې سرته رسپرې د نيو (V)

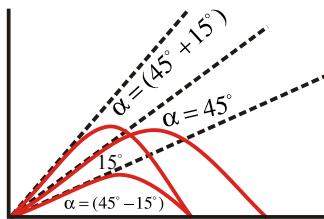
په لاتين توري بشودل کيرې او د اندازه کولو واحدې $\frac{1}{s}$ او يا HZ (هرتز) دی.

- د پريود رابطه T او د (V) فريکونسي په لاندي ډول دي: $T = \frac{1}{V}$

د دریم خپرکي پونتنې

- 1 - د یوه جسم د حرکت معادله د $SI = t^3 - 3t^2$ په سیستم کې د $x = t^3 - 3t^2$ په بنه دي، مطلوب دي:
- a - له 1 خخه تر 2 ثانيو زمانی انټروال کې د جسم د منځني سرعت کچه.
 - b - $t = 4s$ په لحظه کې د متحرک د سرعت کچه.
 - c - د 2 خخه تر 5 ثانيو زمانی انټروال کې د متحرک د منځني تعجیل کچه.
 - d - $t = 4s$ په لحظه کې د متحرک د تعجیل کچه.
- 2 - یو موټر د سره خراغ په وړاندې ولاردي، د خراغ په شنه کېدو، موټرله $2m/s^2$ تعجیل سره په حرکت پیل کوي. په همدي (شبې) کې یوه لاري له $36km/h$ ثابت سرعت سره د هغه له خنګ خخه تېربېري.
- a - د $(x-t)$ او $(v-t)$ ګرافونه د موټر او لاري لپاره رسم کړئ.
 - b - وروسته له خومره موډي خخه به موټر لاري ته ورسیږي؟
- 3 - د یو متحرک د موقعیت (مکان) وکتورونه د $t_1 = 5s$ او $t_2 = 25s$ په لحظوکې په ترتیب سره $\vec{r}_1 = 2\vec{i} + 14\vec{j}$ او $\vec{r}_2 = 8\vec{i} + 6\vec{j}$ دی. د ذري د منځني سرعت کچه د t_1 او t_2 په دوولحظوکې پیداکړي او د ګراف په رسولو، د v لوري وښي.
- 4 - د یوه جسم د حرکت معادله د دوو لاندېنيو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوي ده.
- $$y = 2t^2 + 1 \quad \text{او} \quad x = 6t$$
- a - د سرعت معادله يې وليکي او د سرعت کچه يې په $t = 2s$ کې لاس ته راوري.
 - b - د حرکت د مسیر معادله يې لاس ته راوري.

5 - گالیله په خپل یو کتاب کې لیکي «که د 45° درجو زاوې خخه په مساوی کچه زیاتو او یا کمو زاویو سره جسمونه په مایل چول وغورخول شي، رنجونه یا فاصلې یې سره مساوی دي...» په لاندې شکل کې د دې وينا سموالي ليدل کېږي؟



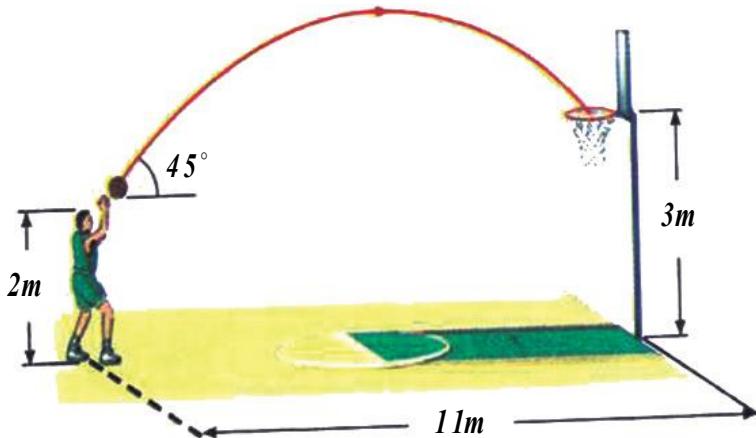
6 - پريوه روډ د یو پل له پاسه له 20 متري ارتفاع خخه د اویو پر سطحې یو جسم په افقی چول په سرعه غورخوو $30m/s$.

a - خومره موډه وروسته به جسم د اویو پرمخ ولګېږي؟

b - له اویو سره د لګېډو د نقطې افقی واتېن، د غورخولو تر نقطې پوري خومره دی؟

c - له اویو سره د لګېډو د سرعه کچه خومره ده؟

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



د نيوتن د حرکت قوانين



په دويم خپرکي کې له ئىنوكميتو奴 لکه موقعیت، د موقعیت بدلون، سرعت، تعجیل او ... سره آشنا شو او دې کميتو奴 په تعريفولو سره مو حرکت توصيف کړ. مو لوستل چې شونې د چې حرکت له ثابت سرعت سره تر سره شي، ياشونې د چې د جسم حرکت تعجيلى وي او په پايله کې سرعت بدلون وکړي؟ خو د پونشنو طرحه کولو او هغونه د خواب ورکولو خخه مو ګډه وکړه لکه: په کوم حالت کې بوجسم ساکن پاتې کېږي؟ خنګه کولاي شو یو ساکن جسم په حرکت راولو؟ کوم لامل د جسم د سرعت د بدلون سبب ګرخي؟ کوم عامل د حرکت د بدلون او په توله کې کوم لامل د جسم د وضعیت د بدلون سبب ګرخي؟ او ... په دې خپرکي کې يادې شوي پونشنې خپرو، د همدې موختې لپاره د نيوتن د حرکت قوانين تر مطالعې لاندې نيسو، وروسته بيا په ورځني ژوندانه کې د دي قوانينو د پلي کيدو ساحې تر خېربې لاندې نيسو. هيله کېږي چې تاسو به دې خپرکي په پاي کې د لاندې موضوعگانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نيوتن دري ګونې قوانين،
- د اصطکاک د قوي ډولونه او په ورځني ژوندانه کې پې کارونه،
- د نيوتن د جاذبي قانون،
- د لفت د حرکت خر نګوالۍ،
- د مصنوعي سپورميو د حرکت دائريوی مدار،

٤-١: د نیوتن لومندی قانون

عطالت (انرشیا):

له پخوا خخه پوهیرو کله چې په یو ساکن موټر کې ناست یئ او موټر یو ناخاپه په حرکت پیل کوي، د شا په لور دیکه کېږي، که چیرې په یو روان موټر کې ناست اوسي، په یو ناخاپي دریدو سره به د مخ لورته دیکه شي. آيا تراوسه موله خانه پونستلي چې دې پیښې د رامنځ ته کيدو لامل خه دي؟

تاسو هغه مهال کولای شئ دې پونستني ته خواب ورکړئ چې قبوله کړئ چې هر جسم د عطالت (انرشیا) لرونکي دي. عطالت له هغه مقاومت خخه عبارت دي چې یو جسم دې ده حرکت په وراندي د سکون د حالت په ګلدون له خانه بنېي او یا په بل عبارت، هیڅ یو جسم دې ته مایل نه دې چې خپل د سکون او یا حرکت حالت ته بدلون ورکړي. که چیرې پريوه جسم هیڅ بهرنې قوه اغیز ونه کړي، نوموري جسم خپل حالت ساتي، یعنې که جسم د حرکت په حالت کې وي خپل مستقيم 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 پوهیدللو سره، د هغې پونستني څېړلولو ته مخه کوو چې دې لوسټ په پیل کې وشهو. کله چې یو شخص په داسې یو موټر کې چې د حرکت په حال کې نه دي، ولاړ وي او موټر یو ناخاپه په حرکت پیل وکړي، نوموري شخص د شا په خوا لوبړي، ځکه چې د نوموري شخص پښې له موټر سره په حرکت پیل کوي، خوبدن ې په موټر تکيه نلري، د عطالت د خاصیت له مخې غواړي، خپل د سکون حالت ساتي. د تعادل د حالت تر رامنځ ته کيدو وروسته یعنې هغه مهال چې موټر یو پوله مستقيم الخط حرکت خان ته غوره کړي، نور نو شخص په موټر کې د حرکت احساس نه کوي، ځکه چې مایل نه دي، یا نه غواړي چې خپل حرکت ودروي. که چیرې موټر یو ناخاپه برک ونیسي، وې لیدل شي چې شخص د مخ په لور غورخېږي او لامل ې دا دي چې د شخص پښې د موټر په تابیعت ساکن او بدن ې د عطالت له خاصیت سره سم غواړي خپل حرکت ته دوام ورکړي.

فعالیت:



اړین توکۍ: کاغذ (مقوا)، سکه، بنېښه یې لوښي یا ګیلاس

کېټنلاړه: کاغذ پر بنېښه یې لوښي کېږدئ او د کاغذ پر منځ سکه کېږدئ، تردې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کړئ:

1. کاغذ د هغه له مستوی سره موازي په دې سرعت را وکارئ.

2. کاغذ د هغه له مستوی سره موازي په لې سرعت را وکارئ.

په دواړو پړاوونو کې هغه خه چې پیښ شوی دي، هغه نوبت کړئ او د ټولګي په بیلا بیلو ډلوكې پې بحث وکړئ او پایله ې په څلوا ټولګیوالو ته وراندي کړئ.

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

نیوتن، انگلیسي پوه او عالم د خپلو پخوانیو پوهايو له نظرنو خخه په ګټې اخيستلو سره په دې بریالي شو چې د حرکت قوانین چې نن په خپله د هغه په نوم (د حرکت په هکله د نیوتن قوانین) یا دېري، په خپل کتاب کې بيان کړي. هغه لومړي قانون داسې بيان کړي دي: «یوجسم خپل د سکون حالت او یا د مستقيم خط پرمنځ خپل یو ډوله (يونواخت) حرکت ساتي، خو دا چې د ډیوپی قوې تر اغیز لاندې د خپل حالت بدلون ته اړکړای شي». له لومړي قانون خخه پایله ترلاسه کېږي چې که پر یوه جسم قوه وارده نه شي، که چېږي ساکن وي، ساکن پاتې کېږي او که چېږي په حرکت کې وي، خپل حرکت ته په ثابت سرعت سره دوام ورکوي. د هغه خه په پام کې نیولو سره چې تراوشه ووبل شول، د نیوتن لومړي قانون ته د عطالت (انرشیا) قانون هم وايې. خپلو شاوخوا جسمونو ته وګورئ، آیا کولای شئ داسې یو جسم پیداکړئ چې قوه پرې وارده نشي؟ ترڅو و کولای شي، د نیوتن له لومړي قانون په بشپړه توګه پالی کړو. لکه خرنګه چې په ټولو جسمونو د وزن قوه وارديږي، په پایله کې نشوکولای داسې یو جسم پیداکړو چې قوه پرې وارده نشي. نن پوها د نیوتن له لومړي قانون خخه د ځمکې بهر ته د سپورډمکيو او فضابي بېپو د لیړلوا پاره ګټه اخلي: کله چې بېړۍ په پوره اندازه له ځمکې خخه لیرې، په ارام (ګل) ماشين او په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته دوام ورکوي. (ولې؟)

4-2: د نیوتن دویم قانون

دنیوتن په لومړي قانون کې مو ولوستل چې جسم خپل د سکون حالت ساتي، په هغه صورت کې چې کومه قوه پرې عمل ونه کېږي او یا برعکس، که چېږي جسم په حرکت کې وي او قوه پرې عمل ونه کېږي، جسم خپل د ثابت حرکت حالت د مستقيم خط پرمنځ ساتي.

خو پر جسم د وارده قوې، کتلې او د حرکت د تعجیل ترمنځ کومه رابطه شتون لري؟ مور په ورځني ژوندانه کې ګوروچې د یوه غټه جسم د حرکت لپاره نسبت یو وروکي جسم ته، دېړې قوې ته اړتیا ده. همدارنګه پوهېړو چې په همدي عین قوې کولای شو وروکي جسم ته د لوی جسم په پرتله دېړ چتک حرکت ورکړو. له دې خاچي خخه پایله ترلاسه کېږي چې د جسمونو د تعجیل، کتلې او هغه قوې ترمنځ چې پر جسمونو تطبیق کېږي، اړکه شته. پر جسم باندې د وارده قوې، کتلې او د جسم د حرکت د تعجیل ترمنځ اړیکه، د نیوتن د دویم قانون موضوع ده. د نیوتن دویم قانون دا بیانوی چې «که پر یو جسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجیل اخلي چې پر جسم د واردو شوو قوو له محصلې سره مستقيم نسبت لري، له هغې سره هم لوري دي او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري».

که چېږي د جسم کتله m او پرې وارده قوه \vec{F} وي، د نیوتن دویم قانون د لاندې رابطې له مخې بیانېږي:

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

د قوي د اندازه کولو واحد، نيوتن (N) دی، چې د پورته رابطې له مخې تعریفېږي. که چيرې په دې رابطه کې، کتله د کيلوگرام Kg پرنسپت او تعجیل د متر پر ثانیه مربع (m/s^2) پرنسپت وي، قوه د s^2 پرنسپت حساباېږي چې دا د نيوتن (N) په نامه يادوو. له دې امله «يونيوتن، د هغې قوي کچه ده چې که پريوه جسم چې 1kg کتله لري وارده شي، هغې ته د یو متر في ثانې مربع برابر تعجیل ورکوي».

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

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

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

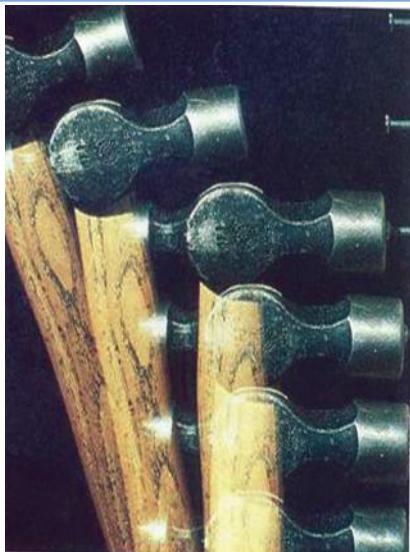
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

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

پونسنه:



خومره قوه په کارده ترڅو یو موټر د $1500 km/h$ کتلې په لرلو سره چې له $100 km/h$ سرعت سره په حرکت کې دی، د $55 m$ واپن له وهلو خخه وروسته ودروي؟



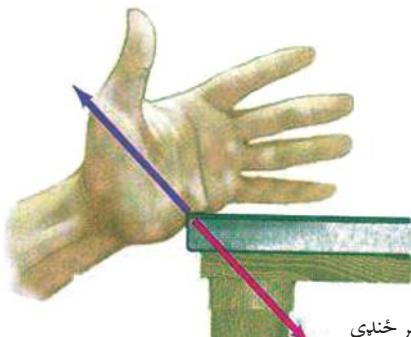
4-3: د نيوتن دريم قانون

دنيوتن لوړي قانون د جسم وضعیت د قوي د نه شتون پر مهال او د نيوتن دویم قانون، د جسم وضعیت هغه مهال چې د قوي تراغیز لاندې وي، بیانوي، خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پرجسم وارده قوه له کومه خایه پرهغې وارديږي؟ د نيوتن دريم قانون همدا مسئله خپري چې پرجسم وارده شوي قوه له کوم خایه وارديږي. که چيرې خپلو ورځنيو کړنو ته خير شو. و به ليدل شي چې یو جسم تل پر بل جسم قوه واردوی.

(4-1) شکل، خټک یوه قوه پرمیخ واردوی او میخ هم د خټک د قوي په خلاف لوري، پرخټک قوه واردوی.

د فوتبال لویغاری په خپله پنه توپ وهی. یعنې د پښې په مرسته پر توپ قوه واردوی. کله چې یو شخص یو جسم د ځمکې پرمخ راکابري، پر هغه قوه واردوی او یا هغه څټک چې پرمېخ وهل کيرې، پر مېخ قوه واردوی، د نيوتن دريم قانون په بيانولو سره دا خرګندوي چې قوه پريوه جسم تل د بل جسم لخوا وارديېري او پردي سرپره دا خرګندوي چې د قوي واردول یو اړخیز عمل نه، بلکې دا په خپله یو دوه اړخیزه (دوه لوري) عمل دي.

د نيوتن دريم قانون بيانوي چې «کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واردوی، دويم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري واردوی) که چيرې هغه قوه چې لومړني جسم یې پر دويم جسم واردوی، د (عمل) قوه ويولو، د دويم جسم قوه چې پر لومړي جسم وارديېري د (عکس العمل) قوه ده.



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

په (4-3) شکل کې د $\vec{F}_{1.2}$ (هغه قوه چې لومړني جسم یې پر دويم جسم واردوی) د عمل قوه او د $\vec{F}_{2.1}$ (هغه قوه چې دويم جسم یې پر لومړني جسم واردوی) د هغې د عکس العمل قوه

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

(5):



(4-3) شکل

د عمل او عکس العمل قوو د پېژندلو لپاره پام وکړئ: دا قوي تل یو له بل سره په یوه کچه او اندازه یو د بل په مخالف لوري وي.

نور هم و پوهېږي:



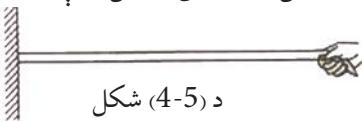
(4-4) شکل

د نیوپن له دريم قانون خخه په عمل کې د کار اخېستلو یومهم خای د ځمکې له سطحې خخه فضا ته د هوایي بېړيو (سفینو) توګول یا ويشتله دي. فضایي بېړي د هغه ګاز په مرسته چې له ماشین خخه یې خارجېږي، په عمودي توګه د ځمکې پرسطحه قوه واردوي او د نیوپن د دريم قانون له مخې، د بېړي له ماشین خخه خارج شوی ګاز هم په همغه کچه قوه، خو په مخالف لوري (په پورته لوري) په فضایي بېړي واردوي

بحث و کړئ:

د ټولګي په بیلا بیلا ډلوكې په دې هکله چې آکوم دليل د دی لامل ګرځي چې موږ د منځ لورته حرکت وکړي» بحث وکړئ او د څېلوبه ځنونو پایله څېلوبه ټولګووالو ته وړاندې کړئ.

مثال: د (4-5) شکل په خېر د یوه طناب یو سر په دیوال کې کلک کړئ او بل سرې په د خپل خان خوا ته را کارې که چېرې طناب له دیوال خخه جلا نه شي، د عمل او عکس العمل قوې (دلاس او طناب) او (دیوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړئ.



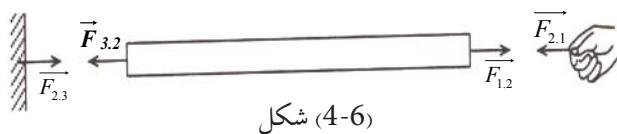
د (4-5) شکل

حل:

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

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

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

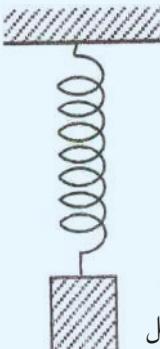


د (4-6) شکل

فالیت:



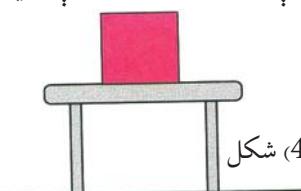
بو جسم د فنر په یوه سرنېسلوئ او فنله بل سر خخه و خروئ، که چېږي سیستم (جسم - فنر) د سکون په حال کې وي:
ا- پر جسم واردي شوې قوي مشخصي کړئ.
ب- د دې قوو غېرګون (عكس العمل) مشخص کړئ او خرګنده کړئ چې هره یوه په کوم جسم وارديږي؟



(4-7) شکل

د اټکاء عمودي قوه

يو جسم په نظر کې ونيسي چې د (4-8) شکل په څېر د مېز پر افقی سطحې د سکون په حالت کې وي، په دې وضعیت کې کومې قوي پر جسم وارديږي؟
که چېږي د جسم کتله له m سره برابره وي. د جسم د وزن قوه $w = mg$ د خمکې له خوا پر جسم وارديږي او هغه مخښکته را کابري، نو ولې مخښکته حرکت نه کوي؟ (4-8) شکل

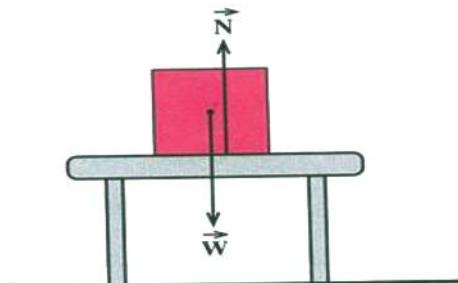


لكه خنګه چې جسم ساکن دي، د حرکت تعجیل یې صفردي يعني ($a = 0$). د نيوتن له دويم قانون خخه پایله ترلاسه کېږي چې پر جسم د وارد شوو قوو محصله صفر ده ($F = ma = 0$) په پایله کې بايد د جسم له وزن سره مساوی یوه قوه، خو په مخالف لوري پې عمل وکړي، تر خود وزن د قوي په خنې کولو سره د جسم له تعجیل اخیستلو خخه مخنيوي وکړي. په (4-9) شکل کې پر جسم واردي شوې قوي بشودل شوي دي. د قوه چې د مېز لخوا پر جسم وارديږي د «اټکاء عمودي قوه» بولو.

$$F = ma = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$



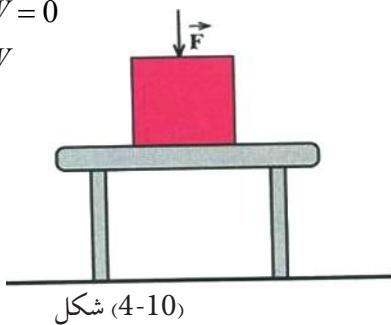
(4-9) شکل

اوسم فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څېر یوه قوه F په کچه په عمودي ډول او مخ په بشکته پر جسم واردوو. آیا مېز د اټکاء عمودي قوه چې پر جسم واردو، بدلون کوي؟

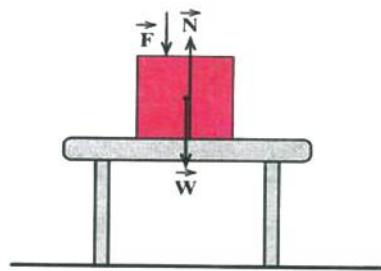
پر جسم واردې شوي قوي مو په (4-11) شکل کې بنو دلي ده، لکه خنگه چې د جسم تعجیل صفر دی ($a = 0$)، په پايله کې د نيوتن د دويم قانون پر بنسټ کولاي شو ولیکو:

$$N - F - W = 0$$

$$N = F + W$$



(4-10) شکل



(4-11) شکل

نو له دي امله د اتكاء عمودي قوه، د (F) په کچه زيانه شوي ده.

فالات:

د یوې فنري تلې پرمخ ودربرئ او هغه عدد چې تله يې په لاندي حالتونوکې رابنيي ولولى

a- د تلې پرمخ ساكن ولاپې؟

b- په داسې حال کې چې د تلې پرمخ ولاپې، په خپل لاس باندي پر هغه مېز چې ستاسو تر خنگ دی تکيه وکړئ.

4-4: د نيوتن د قوانينو پلي (تطبيقات) کول



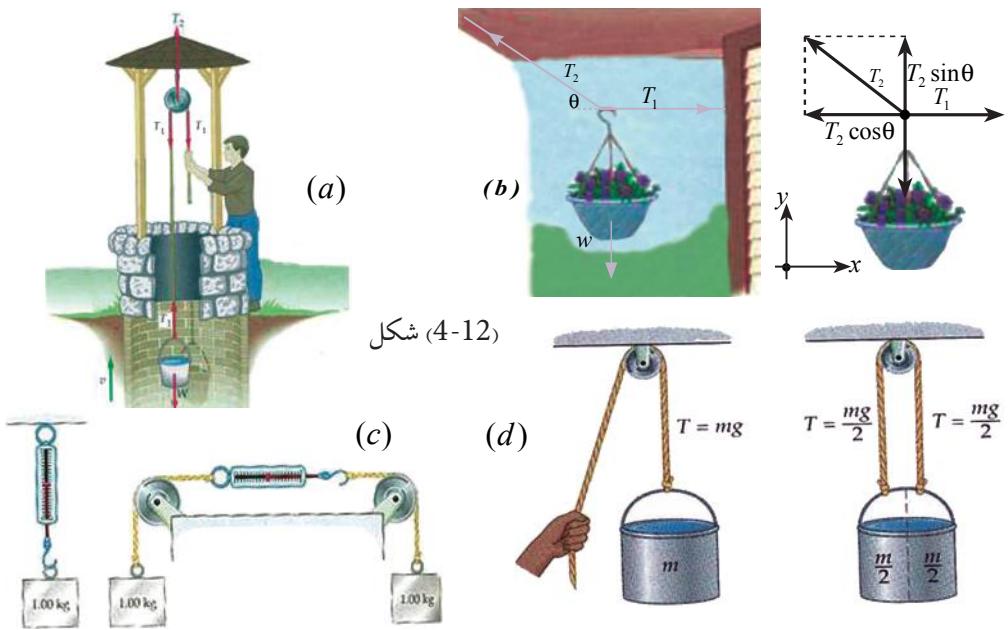
په تصویر کې یوتن چې به رسی کې خربدلی دی. بنائي هېڅکله د نيوتن د قوانينو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموري قوانين پرې په هره ګړي کې چې هغه د خپل خان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخیل او اغیز کوي. هغه پر هغه قوو چې په رسی باندي د هغه د وزن په وراندي د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدارنګه پرهغه قوو چې د خرخونو له امله مطلوبه لوروته موجه شوي دي، باوري دي هغه کولاي شي خپل ذهن ته د اصطکاک د ذاتي قوي چې د هغه د لاسونو او رسی ترمنځ عمل کوي، پراختیا (انکشاف) ورکړي.

مورد له تولو پیښو سره په ورخنی ژوندانه کې، که چیرې پوهېرو يا نه پوهېرو د نیوپن د قوانینو تابع يو. تاسو نشي کولای چې ددې قوانینو له اصولو خخه په سرغرونې د خپل بدن غړوته حرکت ورکړئ، يو موږ وچلوئ او یا یو توب پورته واچوئ او.... لنډه دا چې ټول قوانین زموږ د هستي لپاره د همدي درې بنستيزو بیانونو چې د نیوپن د درې قوانینو څرګندونکي او د مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. د نیوپن قوانین په حیرانونکي دول په کهکشانونو، سیارو او ان له یوې ونې خخه د یوې منې په لويدلو چې په ظاهره کې یوه ډېره ساده او طبیعي پیښه ګنل کېږي، په داسې حال کې چې دا قوانین زموږ د ورخنی ژوندانه په تولو پیښوکي د تطبیق وړ او د حرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستي د عالم پېر مغلق اسرار مورد ته راپېژني.

نن ورځ مورد تراوشه د نیوپن قوانین د فزيک په تولو برخوکې، بنستيز او اريښن ګټه. غوره ده چې ووايو دا قوانین کولای شي د حرکت دعلم د تحليل او توضیح لپاره د سمبنت ډېر غوره مهر ولګوی، خونه ډېر بشپر. که خه هم د شلمې پېړي په لوړپوکې فزيک پوهانو کشف کړه چې د نیوپن قوانین یوازې دهغۇ جسمونو لپاره چې سرعت یې د نور له سرعت خخه لې او یا د نور سرعت ته نزدې وي او همدارنګه د هغۇ جسمونو لپاره چې کتله یې د اندازې له مخې لوې او یا له اتونونو سره برابرې وي، د تطبیق وړ دی، خود انسانو په ورخنیو تجربوکې تراوشه هم د نیوپن قوانین د تطبیق ډېره ستړه او پراخه ونډه لري. د نیوپن د حرکت قوانین پر ډېرو او بیلا بیلو سیستمونو لکه چې په پخوانیو بحثونکې مومطالعه کړل، تطبیق کیدای شي، په دې بحث کې به د نوو قوو دولونه په نوو سیستمونوکې چې د نیوپن قوانین کولای شي، په مختلفو مسیرونو د حرکت په حال کې په جسمونو باندې د تطبیق وړ وي، مطالعه کړئ. هغه خه چې وویل شول، په نړۍ کې د نیوپن د قوانینو د تطبیق د بې شمېره مواردو ډېري محدودې بیلګې وي.

د جسمونو په انتقالی تعادل کې د نیوپن د قانون تطبیق

کله چې وايو چې يو جسم په انتقالی تعادل کې دي، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم د وارده قوو محصله صفر ده، یعنې $\sum \vec{F} = 0$. د نیوپن د دويم قانون له مخې پورتنی بیان له دې سره معادل دي چې ووايو د جسم تعجیل صفر دي. په دوه بعدی سیستمونوکې انتقالی تعادل په دوو بعدونوکې په مستقل دول تطبیق کېږي. یعنې $\sum F_y = 0$ او $\sum F_x = 0$ لکه خنګه چې پوهېږي، هغه اجسام چې دوه ډوله حرکتونه (خطي او دوراني) لري، په هغۇ کې دوراني تعادل په همغه کچه مهم دي چې انتقالی تعادل پکې د اهمیت وړګنل کېږي. اوس کله چې له تعادل خخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالی تعادل دي. لاندې شکلونه د انتقالی تعادل مختلفې بیلګې را سېي.

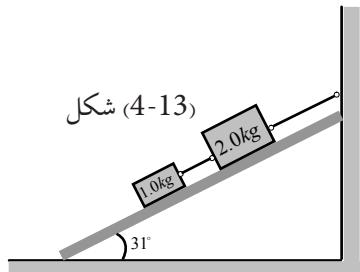


په (4-13) شکل کې د نيوتن د قانون تطبيق د انتقالی تعادل بحث د يوې مایلې سطحې پر مخ د يوې عمومي بيلګې په توګه مطالعه کوو. په دې شکل کې ليدل کېږي چې دوه بلوكه د يو تار په مرسته سره وصل شوي او د تاريوا سره تړل شوي دي.

اوسم په دې شکل کې د نيوتن له دويم قانون خخه په گټې اخسيستلو او د انتقالی تعادل د شرط له مخې، که چيرې د لاندېنې بلوك کتله 1.0 Kg او د پورتني بلوك کتله 2.0 Kg او د مليان سطحې ورکړل شوي زاویه 31° وي، د تار د رابنكلو قوه په لاندې وضعیتونونو کې پیداکړئ.

a- د هغه تار رابنكلو چې له دواړو بلوكونو سره وصل دي.

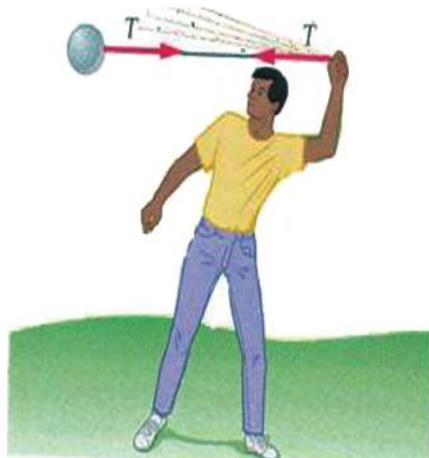
b- د هغه تار رابنكلو چې له ديوال سره تړلې دي.



په دايره یې حرکت کې د نيوتن د دويم قانون پلي کول

د نيوتن د دويم قانون پر بنستې، گه چيرې پريوه متحرک جسم کومه قوه عمل ونه کړي، جسم په ثابت سرعت او لوري خپل حرکت ته دواړ ورکوي، یعنې د يو جسم د سرعت او حرکت د لوري د بدلونن لپاره یوې قوي ته اړتیا ده. د بيلګې په توګه: که چيرې یو موټر د یو دايروي مسیر پر مخ له ثابت سرعت سره چلوئ، د موټر د حرکت لوري په دومداره توګه په هره ګړي کې بدلونن کوي. دې لوري د بدلونن لپاره یوې قوه باید پر موټر عمل وکړي، مور غواړو هغه دوه شيان د هېڅي قوي په هکله چې د دايروي حرکت لامل کېږي، مطالعه کړو.

يود دې قوي لوري او بل يې مقدار. لومندی راخي چې د دې قوي لوري مطالعه کړو.
فرض کوو یو توب چې د (4-14) شکل په خبر له یوه تار سره تړل شوی دی زموږ د سرله پاسه په دایره
يې حرکت خرخیرې. کله چې تاسو توب ته دوره ورکوئ، د رابنکلو یوه قوه په تار کې محسوسوئ
چې ستاسو لاس بهر لوري ته راکابري. په خرگند ډول د تار په بل سرکې چې له توب سره وصل دی،
د رابنکلو دا قوه مخالف لوري یعنې د دایري د مرکز په لور عمل کوي چې په لنډه توګه داسې ويلاي
شو:

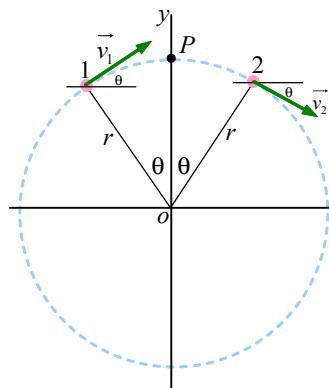


4-14) شکل

(د دې لپاره چې یو جسم وکولای شي، په ثابت سرعت
د یوې دایري پرمخ حرکت وکړي، یوه قوه چې لوري یې
د دایري د مرکز په لور وي، باید پرې عمل وکړي، تر خو
نوډورې جسم د دایري د مرکز په لور راکابري).

لكه خنګه چې توب د دایري مرکز لوري ته راکښل کېږي، په
لومندیوکې دا نا آشنا او غیر عادي معلومېږي. چې خرنګه یو
توب چې په ثابت سرعت حرکت کوي، د تعجیل لرونکي
دی. خواب دا چې تعجیل هغه مهال منځ ته راخي چې
سرعت او یاد حرکت لوري بدلون ومومي.

په دایري حرکت کې د حرکت لوري هره ګړي بدلون موسي. د مرکز په لور د تعجیل پایله د تعجیل
الي المركز (د مرکز لور متمایل تعجیل) (Centripetal acceleration) په نامه یادوي چې له
دې وروسته هغه په a_{cp} بنسو. راخي چې د \vec{a}_{cp} کچه د هغه جسم لپاره چې د V په ثابت سرعت د یوې
دایري پرمخ د \ddot{r} په شاع راخرخې، محاسبه کړو.



4-15) شکل

یوه ذره د یوې دایري پرمخ چې مرکزې (O) دی، په حرکت کې دی.
ذره ثابته ده، خو سرعت یې په ثابت ډول د بدلون په حال کې دی.

د (4-15) شکل يو دايره يي مسیر دايري له 0 مرکز سره د وضعیه کمیتونو په مبدأ کې بنیي. پر دايري
باندې د P په نقطه کې د تعجیل د حسابولو لپاره لومړۍ منځنی تعجیل \vec{a}_{av} د 1 نقطې خخه تر 2

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

لحظه يي تعجیل د P په نقطه کې د $\frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$ له ليخت خخه عبارت دي، کله چې 1 او 2 نقطې يو له بل سره ډيرې نزدي شي. يو خل بيا پورتني شکل ته وګوري، ليدل کېږي چې v_1 د θ زاوې د افقی خط له پاسه او v_2 د همدې θ د همدي چې v_1 او v_2 د هغه کچې لرونکي دي چې په لاندې توګه دواړه وکتورونه کولای شو ولیکو:

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

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

د پورتنيو اړیکو د پایلې له تفریق خخه \vec{a}_{av} دا ډول لاس ته راړو:

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

په ياد ولري چې د a_{av} لوري د P په نقطه کې د دايري د مرکز په لوري دي. د محاسبې د بشپړولو لپاره Δt (هغه زمان چې جسم د 1 نقطې خخه 2 نقطې ته خي) ته اړتیا لرو.

لكه خنگه چې د جسم سرعت، v او $d = r = d = (r\theta)$ ده، وهل شوې فاصله د 1 له نقطې خخه تر 2 نقطې پورې دي. په نوموري رابطه کې θ په راديان اندازه کېږي، په پورتني رابطه کې د d په وضع کولو سره د Δt قيمت دا رنګه په لاس راړو:

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{2r\hat{\theta}}{v}$$

د Δt او \vec{a}_{av} قيمتونو د پرته کولو خخه چې پورته حاصل شوي، 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 پیدا کولو لپاره رائحه چې 1 او 2 نقطې د P نقطې ته تردې حده نزدي کړو چې صفر ته تقرب وکړي. (تاسو پوهېږئ کله چې θ زاویه صفر ته تقرب وکړي، نو په هغه صورت کې $\lim_{\hat{\theta} \rightarrow 0} \frac{\sin \hat{\theta}}{\hat{\theta}}$ نسبت د 1 په لور تقرب کوي) یعنې:

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

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

لکه خنگه چې وویل شول، د تعجیل لوری د دایرې د مرکز په لوری دی او لیدل کیری چې مقدار یې

$$\frac{V^2}{r} = a_{cp}$$
 دی. اوس پورتنی پایلې داسې خلاصه کوو:

كله چې یو جسم د (v) په سرعت په دایره یې مسیر د (r) په شعاع حرکت کوي، الی المركز تعجیل بې عبارت له $\frac{V^2}{r}$ څخه دی. یوه قوه باید پر جسم عمل وکړي، تر خونوموري جسم ته دایره یې حرکت ورکړي. د M په کتلې د یوه جسم لپاره د محصله عاملي قوي کچه د لاندې رابطې له مخې تاکل کیري:

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

د ډې قوي لوری د دایرې د مرکز په لور مواجه دی. باید پوه شو چې الی المركز قوه F_{cp} کولای شي، په یو شمېر ډیرو لارو منځ ته راشي. د بیلګې په توګه: F_{cp} شونې ده چې په پورته توګه د یوه تار راښکل وي، بنایي د اصطکاک له امله د سرک او موږ د تایرونونو ترمنځ رامنځ ته شي (لکه چې موږ په یوه سرک کې دوره وهی) F_{cp} کیدای شي د جاذبې داسې قوه وي چې د مصنوعي سپورمي د خرڅدو او یا د خمکې په شاوځوا د سپورمي د دوران لامل وي، نو F_{cp} له هغې قوي څخه عبارت دی چې باید شتون ولري تر خود دایره یې حرکت سبب وګرځي.

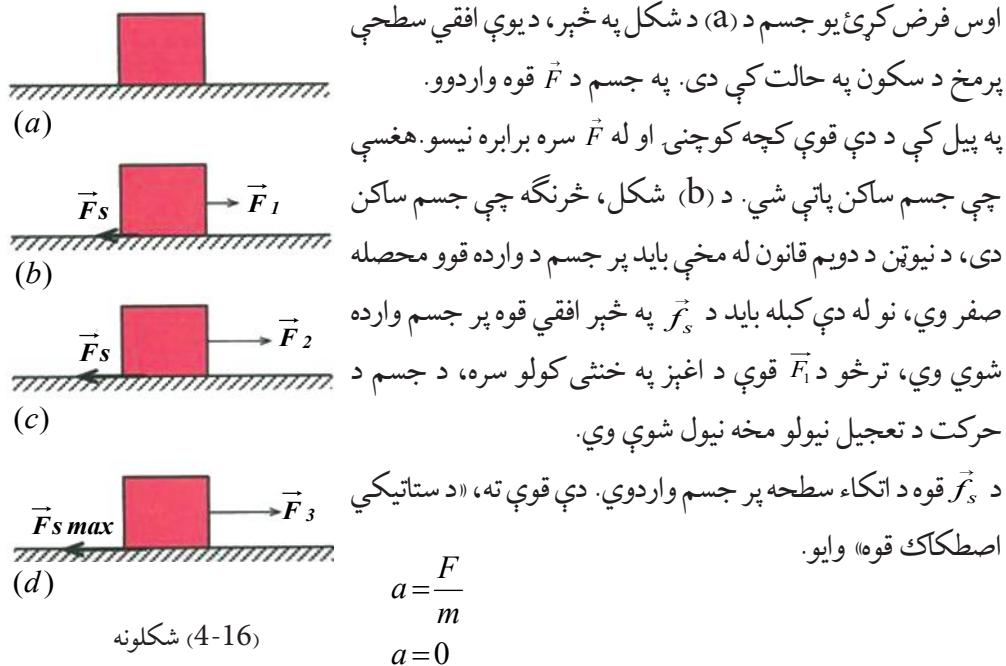
4.5: د اصطکاک قوه

په پخوانيو تولګيو کې د اصطکاک سره په لنډ چول آشنا شوئ. ورځني تجربې بنېي چې که چيرې یوه ګلوله د افقې سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموري ګلوله د یوه خه واتین له وھلو څخه وروسته ودرېږي، په داسې حال کې چې د نیوتن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلوله باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي او که چيرې یوه رقاصله په اهتزاز راوستل شي، کتل کیري چې د زمان په تېرېلدو د رقاصله واتین له عمودي خط څخه ورو وروکمېږي او په پایله کې رقاصله درېږي، خو د میخانیکي انژې د تحفظ د قانون له مخې، د پتانسیل انژې د بدېلې دلیل په حرکي انژې باندې او د هغې برعکس، باید د نوموري رقاصلې اهتزاز له عمودي خط څخه په عین واتین په متناویه توګه د تل لپاره تکرار شي او کموالی په ډې واتین کې هېڅکله ونه کتل شي. په افقې سطحې باندې د ګلولې له ساکن کيدو او له عمودي خط څخه د رقاصلې د واتین د کمېدو څخه پایله تر لاسه کیري چې حتما د هفو د حرکت د لوری په خلاف یوې قوي عمل کړي دی چې ډې قوي ته د اصطکاک قوه وايې. د اصطکاک قوه هغه مهال منځ ته راخي چې یو جامد جسم پر بل جامد جسم د مایع او یا ګاز په منځ کې حرکت وکړي. د اصطکاک قوه په دوو حالتونوکې خبرو.

1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې اینې دی، راښکل کیري، خو ساکن پاتې کیري، په ډې حالت کې د اصطکاک قوه د ستاتيکي (سکون) اصطکاک قوي په نامه يادوي.

2. جسم نسبت هنجه سطحی ته چې ورباندې دی، په حرکت کې وي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه دینامیکي (حرکي) اصطکاک، قوه نوموي. په لاندې ډول هر یو تر مطالعې لاندې نيسو:

1 - د سکون (ستاتيکي) اصطکاک قوه: د جامداتو ترمنځ اصطکاک چې یوله بل سره په تماس کې دی، د دې له امله منځ ته راخېي چې د اجسامو د تماس سطحه هېڅکله هواره او مسطحه نه وي. له دې امله کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ رابنکل کېږي، په دې حالت کې د نومورو اجسامو سطحې یو د بل له پاسه اصطکاک تولیدوي.



که په هملي ترتیب سره د \vec{F}_1 قوي کچه ور زیاته شي او د \vec{F}_2 کچې ته یې ورسوو. په دې حالت کې، که چېږي جسم همدارنګه ساکن پاتې شي، د پورتنې ورته استدلال له مخې دې پایلې ته رسیرو چې د اصطکاک ستاتيکي قوه هم زیاته شوي او له \vec{F}_2 سره برابره شوي ده، له دې امله د \vec{F} د قوي په زیاتولو سره د ستاتيکي اصطکاک قوه هم زیاتېږي.

که چیرې په هملي ترتیب د \vec{F}_2 قوي کچه ورزیاته کرو او په \vec{F}_3 يې وبنیو، جسم د حرکت په بهيرکي واقع کيري. دا په دي معنا ده چې که چيرې د \vec{F}_3 کچه د \vec{F}_s د قوي له کچې خخه لېخه زياته شي، جسم ساکن نه پاتې کيري او په حرکت پيل کوي. په دي حالت کې د اصطکاک قوي ته «د حرکت په حال د اصطکاک قوه» ويل کيري او په $f_{s \max}$ سبودل کيري. د نيوتن له دويم قانون خخه پایله ترلاسه کېري چې په وروستي حالت کې $f_{s \max} = F_3$ دی او همدارنگه د اصطکاک کچه د حرکت پرمھال کولای شوله لاندي رابطي خخه لاس ته راپرو: (a).
 $f_{s \max} = \mu_s \cdot N \dots (a)$
په دي رابطه کې N د اتكاء عمودي قوه ده، μ_s د ستاتيکي اصطکاک ضريب نوميرې چې د هغوضطحو چې يو له بله سره په تماس کې دي، د هغو د نوعيت او طبيعت تابع دي. μ_s پته له واحده يو فزيکي کميت دي. ولې؟

يادونه: د رابطه يوازې په هغه حالت کې سمه ده چې جسم د حرکت په حال کې وي. له دي کبله د ستاتيکي اصطکاک قوه تل « $\mu_s N$ » له کچې خخه کوچني او زيات حد (Maximum) يې د N مبارابر دي، يعني: $f_s \leq \mu_s N$.

مثال: يو جسم له 10kg ڪتلې سره د افقی سطحې پرمخ د $0.4 = \mu_s$ ستاتيکي اصطکاک له ضريب سره په 25 نيوتن قوي سره راکابو، خو په خوئولو يې قادر نه يو. د اصطکاک قوه به د نيوتن په حساب خومره وي؟

$$\left. \begin{array}{l} m=10\text{kg} \\ \mu_s=0.4 \\ F=25\text{N} \\ V=0 \\ f_s=? \end{array} \right\} \quad \begin{array}{c} \text{---} \\ f \quad \boxed{\text{---}} \quad F \\ \text{---} \end{array} \quad 4-17)$$

حل: خرنګه چې د F قوي په واردولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاتې کيري، په دي معنا چې د جسم د ستاتيکي اصطکاک قوي مقدار ددي وارده قوي له مقدار خخه زيات دي. يعني:

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



پوبستنه:

په شکل کې يو جسم له 2kg ڪتلې سره د افقی سطحې پرمخ شتون لري او د F_1 او د F_2 قوي چې د هري يو کچه 5 نيوتن ده، پرجسم عمل کوي، جسم د يو ډوله (يونوخت) حرکت په حال کې دي. د جسم او افقی سطحې ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک ضريب پيداکړي.

$$F = w = (10 \times 2)\text{N}$$

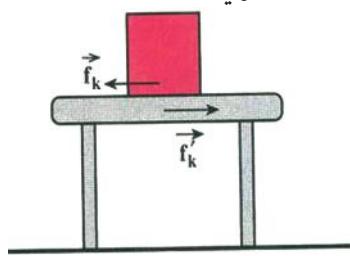


4-18) شکل

2- د حرکي (ديناميكي) اصطکاک قوه: فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقی سطحې پر مخ راکابړي. که چیرې صندوق نور نه راکابړي، ګورئ به چې سرعت ېې ورو، ورو کمپېري او خوشېږي دروسته درېږي. که چیرې موټر چې د افقی سطحې پر مخ د حرکت په حال کې دی، برک نیسي، له لېږي موډې دروسته موټر درېږي. دې ته په پام کولو سره چې قوه، د سرعت د بدلونن لامل دی، باید یوه قوه د جسم د حرکت په خلاف لوري، په جسم وارده شوې وي. دا قوه د اصطکاک له حرکې (ديناميکي) قوي خخه عبارت ده. کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پر مخ حرکت وکړي، د هر جسم د تماس له سطحې سره موازي یوه قوه، د یوه جسم خخه پرېل جسم وارديږي چې د اصطکاک ديناميکي (حرکي) قوه نومېږي. په دې خخې کې هم د پورته رابطي په خېر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot N$$

مل د ديناميکي (حرکي) اصطکاک له ضریب خخه عبارت دی.



(4-19) شکل



بحث وکړي:

د ټولګې په بیلا بیلو ډلوکې «د ستاتيکي اصطکاک او حرکي اصطکاک د قوو ترمنځ توپیر» په هکله په خپلوکې بحث وکړي او یايله بې ټولګېو الوته واوروی.

مثال: یو جسم په 12kg کتلي سره د یوه تناب په مرسته چې ورسره وصل شوي دي، د افقی سطحې پر مخ راکابرو، که چیرې د تناب لوري افقی او د دواړو جسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکي اصطکاک ضریب مساوی له 0.25 سره وي. په جسم وارده شوې د حرکي اصطکاک قوه خو نیوتنه ده؟ ($\text{g} = 10\text{m/s}^2$) سره فرض کړي.

حل: په جسم واردي شوې قوي په لاندې شکل کې بنوبل شوي دي. خرنګه چې جسم د افقی سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوتنن له دویم قانون خخه پايله ترلاسه کېږي چې په جسم د وارده قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دي:

$$N - W = 0$$

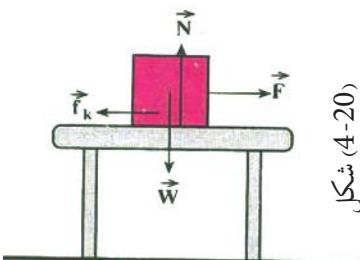
$$N = W = mg$$

$$N = 120(\text{N})$$

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

$$f_k = 0.25 \times 120$$

$$f_k = 30(\text{N})$$



4-20
لکا

مثال: په مخکیني مثال کې، که چيرې تتاب په $F = 36 N$ قوي سره کش کرو، د حرکت تعجیل به خومره وي؟

حل: د تعجیل د محاسبې لپاره د نيوتن له دويم قانون خخه ګهه 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 مخامنځ شکل کې، جسم له $4 m/s^2$ تعجیل سره د حرکت په حال کې دی. که چيرې د جسم کتله 20kg وي، د حرکي اصطکاک ضریب یې پیداکړئ.

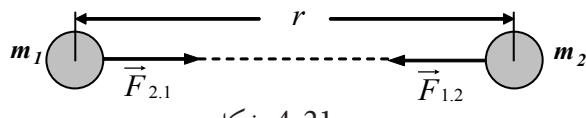


4-6: د نيوتن د جاذبي قانون

آيا ترا اوسيه موله خپله خانه پونستلي چې ولې کله چې يو جسم پورته خوانه غورخوو، پس له یوی مودې خخه بېرته بنکته لوېږي؟ او يا ولې اوېه په ویالو کې مخ بنکته حرکت کوي؟ له پخوا زمانو خخه بشر پوهیده چې څمکه، خپل نژدي جسمونه د خان په لور راکابري، دي قوي ته د جاذبي قوه وايي. نيوتن انګلیسي پوه (عالم) د جاذبي د قانون په یانولو سره وښودله چې قوه د دواړو جسمونو ترمنځ شتون لري. د نيوتن د جاذبي د قانون له مخې دواړه کتلي، په یوه وخت یوبل جذبوی. نيوتن د جاذبي قانون په لاندې توګه بیان کړ: «د دوو کتلو ترمنځ د جاذبي قوه د دواړو کتلو د ضرب له حاصل سره مستقيم نسبت او د هغو ترمنځ د واتېن له مربع سره معکوس نسبت لري» که چيرې د m_1 او m_2 دوو کتلو ترمنځ واتېن له لاندې تماس سره سم له r سره برابروي، د جاذبي قوي (F) کچه د دوو کتلو ترمنځ له لاندې رابطې خخه په لاس راخي.

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1} \Rightarrow F_{1,2} = F_{2,1} = F$$

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



(4-21) شکل

په دې رابطه کې G د جاذبی نړیوال ثابت نومېږي، په SI سیستم کې د کتلي د اندازه کولو واحد، کیلوګرام (Kg)، د قوې د اندازه کولو واحد، نیوتین (N). د واتن د اندازه کولو واحد، متر (m) دی،

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

مثال: دوه جسمونه له $5kg$ او $12kg$ کتلوا سره په یو متري واتن کې يوله بله واقع دي، د هغنو ترمنځ د جاذبی قوه محاسبه کړئ.

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \Rightarrow F = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{5 \times 12}{1^2} \Rightarrow F = 4 \times 10^{-9} N$$

لکه خنګه چې پورتنۍ مثال راښېي، د جاذبی قوه د دووجسمونو ترمنځ له وروکتلوا سره د صرف نظر ور ۵۰.



پوښته:

د څمکې کتله تقریباً $6.4 \times 10^{24} kg$ او د څمکې شعاع تقریباً m دی، د څمکې د جاذبی قوه چې پر تاسو وارديږي، خو نیوتنه ده؟ (د دې قوې د محاسبې لپاره د څمکې کتله د څمکې پرمراکزه فرض کړئ.

د وزن قوه - د جاذبی تعجیل

په دويم خپرکي کې د اجسامو د آزاد سقوط په بحث کې پوه شوئ چې د آزاد سقوط په حرکت کې تعجیل، د ټولو جسمونو لپاره یو شان او له g سره برابر دي، هغه قوه چې د دې تعجیل د منځ ته را تلو لامل کېږي، د نیوتین له دويم قانون څخه یې په دې توګه محاسبه کوو.

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

له بلې خوا پوهېرو چې د وزن قوه د جسم د سقوط سبب گرخي. که چېږي د وزن قوه په W وبنيو، (2) رابطي ته په پام کولو به ولرو: (3)

د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوي څخه د چې څمکه یې پرجسم واردوي. که چېږي د څمکې کتله او شعاع په ترتیب سره په R_e او M_e وبنيو، (1) رابطي څخه په ګټې اخپستلو کولای شود جسم وزن، یعنې پرجسم د څمکې د جاذبی قوه دا چول حساب کړو.

$$W = F \Rightarrow W = G \frac{m \cdot M_e}{R_e^2} \dots (4)$$

د (3) او (4) رو باطوله پر تله کولو دا پایله لاس ته راخېي:

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

نوټ: خو مره چې د ځمکې له سطحې خخه لیرې شو، د g کچه کمپري. که چيرې د ځمکې له سطحې خخه د h په کيفي ارتفاع کې، g او' g' سره برابر فرض کرو، نو و به لرو:

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

څېړنه وکړئ:

څېړنه وکړئ چې د جاذبې نیپوال ضرب G د لوړې ځل لپاره د چالخوا محسابه شو؟ د هغه د کار طبقې په لنډه توګه ټولګي ته زیورت ورکړي.

پوښته:

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 $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ دی. د ځمکې کتله محسابه کړئ.



(4-22) شکل

پراشوت

د پراشوت حرکت د مطالعه کولو لپاره پکار دي چې د یوه جسم آزاد سقوط چې د سقوط پر مهال یې تعجیل د ځمکې په فضائی د ټولګي په ځل لپاره د چالخوا محسابه شو؟ د هغه د کار طبقې په لنډه توګه ټولګي یو هوا باز له پراشوت خخه په دې موخه ګټه اخلي چې د هوا د مقاومت یوه ستره قوه یې ګټلې وي، ترڅو وکولای شي د خپل وزن له قوي سره موازنې منځ ته راوړي اووه ګټه پورته خوانه راوکاري. (د رابنکلود دې قوي کچه حتی که پراشوت خلاص هم نه وي، د صرف نظر ورنه ده، په دې دول حالت کې به هوا باز له دې سرعت سره سقوط وکړي). پورته خوانه د مقاومت د رابنکلود قوه چې پر یوه جسم د سقوط په حال کې په هوا کې واردېږي (له دې وروسته به دا قوه په F_d و بشیو)، د جسم د سرعت له زیاتیدو سره په اتوماتیک ډول زیاتیری اوکچه یې د جسم د سرعت له مرتع سره متناسبه ده یعنې:

$$F_d = bV^2$$

د b قيمت ثابت دي، د جسم د اندازې او شکل سره اړه لري او د مقاومت د قوي لوري د حرکت د لوري مخالف وي. خرنګه چې د سرعت له زیاتیدو سره د مقاومت قوه زیاتیري، نوکله چې د رابنکلود د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دې حالت کې به خامخا سقوط کونکي جسم د تعادل په وضعیت کې واقع شي. هغه سرعت چې د مقاومت د قوي کچه په کې د جسم له وزن سره مساوي کېږي، د جسم د حدي سرعت په نامه یاديږي. کله چې د جسم سرعت حدي سرعت ته نژدې کېږي، تعجیل کوچنۍ او ترقولو کمپري. کله چې جسم حدي سرعت ته رسیږي، تعجیل یې صفر کېږي.

که حدي سرعت په V_t وبنيو، لکه خنگه چې د مقاومت د قوي کچه په دې سرعت کې د جسم له وزن سره مساوي ده، نوله دې کبله کولای شو ولیکو:

$$F_d = mg = bV_t^2 \Rightarrow b = mg/V_t^2$$

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

نوله دې امله د د هر اختياري سرعت لپاره ليکلائي شو:
د جسم حدي سرعت د هغه د کټلي سره اوه لري. لاندي جدول د خوجسمونو حدي سرعتونه د بيلکې په ډول بنسي.

حدي سرعت (m/s)	جسم
0.5	د چرګ بنکه
1	د واوري دانه
7	د باران خاخکي
5 – 9	هوا باز (له واپ پراشوت سره)
50 – 60	التونکي عقاب
80	هوا باز (له التونکي پراشوت سره)
100	مرمى

مثال: دوه هوا بازان چې یو ډول پراشوتونه لري او کتلې پې (د پراشوتونو په ګلون) 62.0Kg او 82.0Kg دې. کوم هوا باز حدي زيات سرعت لري او د حدي سرعتونو نسبت پې خودي؟

د مثال حل لپاره لارښوونې:

خرنگه چې پراشوتونه یو ډول دې، نوهيله دا ده چې په یوه تاکلي سرعت باید د مقاومت رابنکوونکي قوي کچه پر دواړو پراشوتونو یو ډول عمل وکړي.
هغه هوا باز چې وزنې زيات دې، دې لپاره چې د مقاومت قوه پې 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 تاکلو لپاره په پیل کې بیامومو چې خرنگه حدي سرعتونه د کتلې مربوط کېږي، 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:

$$mg = F_d = bV_t^2$$

خرنگه چې پراشوتونه يو ډول دي، ګورو به چې د b ثابت قيمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله $V_2 \propto \sqrt{m}$ ، نو دروند هواباز حدي ډېر سرعت لري او هغه دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوري، باید چټک حرکت وکړي، نو د حدي سرعتونو نسبت به يې په

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

د $82,0\text{Kg}$ وزن لرونکي هواباز حدي سرعت د کم وزنه هواباز له $1,15$ چنده حدي سرعت سره برابردي يعني 15% يې چټک حرکت کړيد.

مباحثه: د $82,0\text{Kg}$ هواباز 32% دروند دي، حکمه: $\frac{82,0\text{Kg}}{62,0\text{Kg}} = 1,32$ خو حدي سرعت فقط 15% ډېردي او لامل يې دا دی چې د مقاومت قوه د سرعت له مریع سره مستقیماً متناسبه ده يعني همدا 15% ډېر سرعت د مقاومت قوه 32% زیاتوي، يعني: $(1 \cdot 15)^2 = 1 \cdot 32$

تمرين

يو پیلوټ خپل خان له پراشوت سره د ځمکې د سطحې له يوه لوړوالي خخه له خپلې الوتکې غورخوی. که چیرې د پیلوټ مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چې پیلوټ حدي سرعت ته رسېږي، خومره ده؟

مثال- د باسکټبال يو توب له یولوړ تعمیر خخه را خوشې کېږي.

a- د توب لومړني تعجیل د سقوط په موده کې خومره دي؟

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

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

د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د y مثبت محور انتخابوو، تر خو د معمول په شان يې نقطې په پورته لور پرمخ په نښه کړو. خرنگه چې توب د سکون له حالت خخه غورخوں کېږي، نو له دې امله هغه یوازینې قوه چې د غورخوں په لومړۍ شبې کې پري عمل کوي، د ځمکې د جاذبې قوه ده په دې شبې کې چې سرعت صفر دي، د هوا د مقاومت قوه هم صفر ده. کله چې توب په حرکت کې دي، د مقاومت قوه پر جسم په وارده منتجه قوه کې ونایه لري.

حل:

a. خرنگه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړني تعجیل د آزاد سقوط له تعجیل سره مساوي دي، يعني: $\vec{a} = g$

b. کله چې توب خپل حدي سرعت ته رسېږي، د مقاومت د قوي کچه مساوي د توب له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کې عمل کوي او خرنگه چې په دې حالت کې پر توب منتجه قوه صفر ده. نو تعجیل په حدي سرعت کې صفر وي، يعني: $a = 0$

C. کله چې توب په نیم حدي سرعت کې د غورخېدو په حال وي، د مقاومت قوه مهمه ده ، خو دا قوه د توب له وزن خخه کمه ده. محصله قوه په بشکته لور او د دي له مخې تعجیل هم (خومره چې په کمه کچه) مخ په بشکته عمل کوي. پوهېرو چې د مقاومت قوه په هر سرعت کې د لاندې رابطې په مرسته ټاکل کېږي.

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

او همدارنګه پوهېرو چې دا قوه د وزن د لوري خلاف په پورته لوري عمل کوي، نو منتجه عمودي قوه په دي ډول ليکو:

$$\sum F_y = F_d mg = mg \frac{V^2}{V_t^2} - mg = mg \left(\frac{V^2}{V_t^2} - 1 \right)$$

$$\sum F_y = ma_y$$

دنیوین د دویم قانون په تطبیقولو سره لرو:

ترلاسه شوی تعجیل د قیمت د لاسته راولو لپاره کولای شو چې ولیکو:

$$ma_y = mg \left(\frac{V^2}{V_t^2} - 1 \right) \Rightarrow a_y = g \left(\frac{V^2}{V_t^2} - 1 \right)$$

په هغه وخت کې چې سرعت له نیم حدي سرعت سره مساوی دی، یعنی:

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

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

نو د توب تعجیل $\rightarrow a = -3/4 g$ او د $\rightarrow a$ او $\rightarrow g$ دواړه لوري مخ په بشکته دی.

مباحثه: خنګه کولای شو پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دي؟ که چیرې مورد د جسم په حدي سرعت په اټکلې ډول پوه شو په هغه وخت کې به پوه شو چې خومره د جسم سرعت د هغه د حدي سرعت په پرتله لې وي، په همغه کچه د هوا مقاومت تر ډېره د صرف نظر وړ وي.

فعالیت:

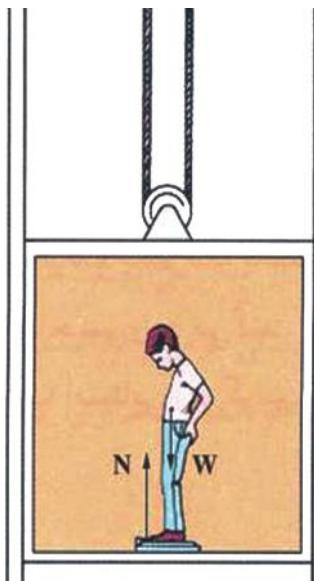


يو لوړ یا ټو اوجت محل ته وخېږي، او یا پېړ یوې زېږې پورته شي او له هغه خایه یو توکړۍ شکله کاغذ لکه د کېک کاغذې جامګکي او یوه پنځه افغانیګي سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سکې په وړاندې د صرف نظر وړ دي، خو دا چې له ډېرې لوري ارتفاع خخه خوشې شي. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذې توکړۍ په وړاندې ډېر د پام وردې او توکړۍ تقریباً یو ناخایه خچل حدي سرعت ته رسپېري. خو کاغذې توکړۍ (له دونه ترڅورو دانو) سره یو خای کړئ او هغوي له لوړنې توکړۍ سره یو خای خوشې کړئ. خه به وګورئ؟ آیا د کاغذې توکړيو حدي سرعت زیات دي؟ ولې؟



اوس يوه توکپی کاغذ کلوله کپی او بیا هنگه په يو وخت له سکپی سره خوشی کپی. وبه گورئ په داسپی حال کپی چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملنې وړ دي. ولپي؟

په دي هکله په دلوکې بحث وکړي او لاندې شکل ته چې يو ستروبو سکوبيک تصویر دی او د دوو جسمونو سقوط په هوکې له دېږي تپیري حلې سرعنوسره بشي، وګورئ او په مرسته پې د هنگه فعالیت په هکله چې ترسره کړي مو دي، په ډلوکې بحث او مناقشه وکړي (تصوironه په زمانی وقفو $s = 1,15$ کې عکاسي شوي دي) شکل (4-23)



لټپ خه شي دي؟ آيا تراوشه موله خانه پوبنتنه کپي د چې لفت د فريک له نظره خنګه کارکوي؟ کله چې د لفت د نهه یاست او لفت $D = 7$ په ثابت سرعت پورته او یا بشکته حرکت کوي، خه پینسيبري؟ او که چيرې لفت $D = 7$ په ثابت تعجیل په حرکت پيل وکړي، خه پینسيبري؟ او..... دا ټولې هنگه پوبنتې دی چې تاسو به د دي لوست په پاي کې هغونه د څواب ورکولو وړتیا ترلاسه کپي.

پورتنيو پوبنتونه د څواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړي:
فرض کپي چې يوتن $D = 7$ m له کتلي سره د لفت د نهه پر یوه فري تله ولاپ دي. پروفري تلي د واردې قوي کچه په لاندې دريو حالتونو کې تر مطالعې لاندې نيسو:

شکل (4-24)

1 - که چيرې لفت ساکن وي: په دي حالت کې خرنګه چې لفت ساکن دي، په پايله کې د حرکت تعجیل به صفر وي. پر شخص واردې قوي په (4-24) شکل کې بنودل شوي دي، نو د نيوتن د دويم قانونون له مخې ليکلائي شو:

$$a = 0$$

$$F = N - W = 0$$

$$N = W = mg \dots \dots \dots (1)$$

په دي حالت کې داسپی پايله ترلاسه کولای شوچې: کله چې يوتن د لفت د نهه دي او د لفت تعجیل صفر دي، فري تله یوازې د جسم د وزن قوه یعنې $W = mg$ رابني.

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 نيوتن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو ولیکو چې:

$$F = ma$$

$$N - W = ma$$

$$N - mg = ma$$

$$N = ma + mg$$

$$N = m(a + g) \dots (2)$$

3 - لفت د a ثابت تعجیل په لرلو بنکته لوري په حرکت پیل کوي: په دې حالت کې هم د حرکت تعجیل د a په کچه مخ په بنکته دی (د حرکت مخ بنکته لوري مثبت په نظر کې نيسو) او د نيوتن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو ولیکو چې:

$$F = ma$$

$$W - N = ma$$

$$mg - N = ma$$

$$N = mg - ma$$

$$N = m(g - a) \dots (3)$$

نوټ: پورتنيو دريو حالتونو ته په پام کولو سره کولای شو پايله ترلاسه کرو: «کله چې لفت ساکن دی او يا له ثابت سرعت سره حرکت کوي، هغه عدد چې فري تله يې بشي، د شخص له رينستني وزن سره برابردي، يعني: $N = W$ ». کله چې لفت له ثابت تعجیل سره مخ پورته حرکت کوي، هغه عدد چې فري تله يې بشي، د شخص له واقعي وزن خخه ډېر دي، يعني $(N < W)$ کله چې لفت د مثبت تعجیل په لرلو سره مخ په بنکته حرکت کوي، هغه عدد چې فري تله يې بشي د شخص له رينستني وزن خخه کم دی، يعني: $(N > W)$

مثال: یوتن له 70 kg کتلي سره د لفت دنه ولاړ دي، هغه عمودي قوه چې د لفت قاعده يې پرشخص واردوي په لاندې حالاتو کې يې محاسبه کړئ.

- لفت ساکن دی a

b - لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.

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

حل: a) خرنګه چې لفت ساکن دی د حرکت تعجیل صفر دي او په پايله کړ:

$$F = N - W = mg$$

$$N = W = mg$$

$$N = 70 \times 10 = 700\text{ N}$$

b) په دې حالت کې چې لفت له ثابت سرعت سره مخ پورته خواته په حرکت کې دی، په پایله کې د حرکت تعجیل صفر دی او د a د محاسبې په ځېر پایله تر لاسه کېږي چې $N = 700$ دی.

c) په دې حالت کې د حرکت تعجیل $12m/s^2$ او مخ په پورته خواته دی او د نيوتن دویم قانونون ته

په پام کولو سره لرو چې:

$$F = m \cdot a$$

$$N - W = ma$$

$$N - 700 = 70 \times 2$$

$$N = 840 \text{ N}$$



پوښته:

يو تن په لفت کې د یوې فري تلي د پاشه ولار دی. د نوموري شخص کتله $kg 50$ ده، په لاندې حالتونوکې فري تله کوم عدد بنېي؟

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

b- لفت له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ بنتکته خواته حرکت کوي.

c- لفت په ثابت سرعت حرکت کوي.

د مصنوعي سپورميو د حرکت دايروي مدارونه

لکه خنګه چې پوهېرو، مصنوعي سپورمۍ د ځمکې په شاوخواکې تقريباً د یوه دايره يې مسیر پرمخ حرکت کوي. اوس فرض کړئ چې یو سپړي د مصنوعي سپورمۍ په منځ کې دی ستاسوله نظره نوموري سپړي خپل حرکت نسبت ځمکې ته خنګه ونې؟ کومې قوې په مصنوعي سپورمۍ عمل کوي؟



هغه سپړي چې په مصنوعي سپورمۍ کې دی، گوري چې مصنوعي سپورمۍ تل له ځمکې خخه همدا یو واټن لري (د دايروي مسیر له امله يې). یا په بل عبارت، د غه سپړي گوري چې مصنوعي سپورمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه ده.

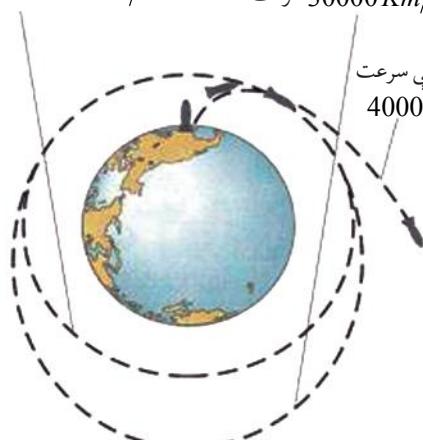
(4-25) شکل

نوله دی امله نومورپی سرپی دی پایلې ته رسپرپی چې هېڅ یوه قوه پر مصنوعی سپورمی عمل نه کوي، خو هغه خه ته په پاملنې چې د دایروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولای شو ووايو چې پر مصنوعی سپورمی دوې قوي عمل کوي. یوه د جاذبې قوه mg او بله له مرکز خخه د تېښتې قوه $mR\omega^2$ چې دواره قوي یوه له بلې خخه په مخالفو لوروکې دی. خرنګه چې مصنوعی سپورمی د هغه سرپی له نظره چې په مصنوعی سپورمی کې دی، ساکنه ده، نوله دی امله ويلای شو چې دوې پورتنی قوي یوه له بلې سره د توازن په حال کې دی او یا په بل عبارت، دا دوې قوي یوه له بلې سره مساوی دی. یعنې:

$$m \cdot g = mR\omega^2 \dots \dots \dots (1)$$

$$g = R\omega^2$$

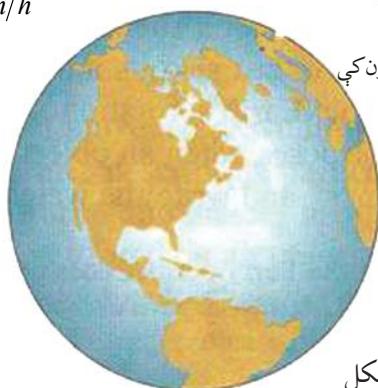
دایروي حرکت په
سرعت 27000 Km/h



شکل 4-26

بیضوی حرکت په
سرعت 30000 Km/h

له ځمکې خخه د تېښتې سرعت
 40000 Km/h



برته له جاذبې

د جاذبې په شتون کې

شکل 4-27

$$\text{خرنګه چې } \omega = \frac{V}{R} \text{ دی او } V = \text{د مصنوعی سپورمی خطی سرعت دی، نو د دې قيمت په وضع کولو سره لرو چې:} \\ g = \frac{V^2}{R} \dots \dots \dots (2)$$

له دې خخه پابله ترلاسه کېږي چې هغه سرپی او نور شيان د مصنوعی سپورمی په منځ کې د حرکت پرمهال بې وزنه کېږي، ځکه د (1) معادلې په اساس د مصنوعی سپورمی وزن مساوی دی، له مرکز خخه تېښتې قوي سره او د هغه محصله صفر ده.



د خلورم خپرکي لندېز

- د نيوتن د حرکت قوانين، په کلاسيك فزيک کې د حرکت پيزندي پير مهم قوانين دي.
- د نيوتن لومړي قانون (دعطالب يا انرشيا قانون) بیا نوي چې: يو جسم د سکون او يا د مستقيم خط پرمخ خپل يو ډوله (يونواخت) حرکت ساتي، خوکله چې د یوې قوي تراخيزې لاندې د خپل حالت بدلون ته اړکړاي شي.
- مصنوعي سپورمي چې د بشر لخواهوا ته توغل کېږي، د هغوي د حرکتونو د محاسبې لپاره د نيوتن له دريم قانون خخه ګټه اخپستل کېږي.

- د نيوتن دويم قانون بیانوي چې: که چيرې پريوه جسم قوي واردې شي، جسم داسي تعجیل اخلي چې پر جسم د وارده قوو له محصلې سره مستقيم نسبت او ورسره عین لوري لري او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري چې په لاندې ډول بیانېږي.

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

- د نيوتن دريم قانون بیانوي چې: هر کله چې يو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دويم جسم هم په لومړي جسم برابره قوه په مخالف لوري واردوی چې په لاندې توګه ليکل کېږي.

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \quad \text{له وکتوری پلوه} \dots$$

$$F_{1.2} = F_{2.1} \quad \text{له سکالري پلوه} \dots$$

- د اتكاء عمودي قوه، يو له هغو قوو خخه ده چې ځانګړي قانون ورته نشته، یعنې داسي رابطه نه شته چې په مرسته ېې وکولای شو، د دې قوو کچه محاسبه کړو، لکه ځنګه چې مو ولوستل، د دې قوو کچه د نيوتن د دويم قانون په مرسته محاسبه کړو.

- د ستائيکي اصطکاك قوه: جسم نسبت هغې سطحې ته چې پري ايښي، راکښل کېږي، خو ساکن باقي پاتې کېږي، په دې حالت کې د اصطکاك قوي ته د ستائيکي اصطکاك قوه وايي. د ستائيکي اصطکاك قوه د لاندې رابطي له مخې لاس ته راخي:

$$F_{s \max} = \mu_s \cdot N$$

- کله چې جسم پر یوې سطحې قرار لري حرکت کوي، په دې حالت کې د اصطکاك قوي ته د حرکي (ديناميکي) اصطکاك قوه وايي چې په لاندې ډول ليکل کېږي:

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

m او M_K په ترتیب سره د ستاتیکي او دینامیکي اصطکاک له ضربونو خخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

که چیرې دوي کتلي m_1 او m_2 وي او د دوي تر منځ واتن r وي. د دوو کتلو ترمنځ د جاذبوی قوي کچه له لاندې رابطې خخه په لاس راخې: $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ پورتنۍ رابطه د نيوتن د جاذبې له قانون خخه عبارت ده چې د m_2 او m_1 دوو کتلو له حاصل ضرب سره مستقيمه رابطه او د دي دوو کتلو ترمنځ د واتن له مریع سره معکوسه رابطه لري:

- د وزن قوه عبارت له جاذبوی قوي خخه ده چې Ҳمکه یې پرجسم واردوی.
- د Ҳمکې د جاذبې د قوي کچه چې پرجسم وارديږي، له لاندې رابطې خخه لاس ته راخې:

$$W = G \frac{m \cdot M_e}{R_e^2}$$

- د Ҳمکې د جاذبې د تعجیل (g) مقدار د $g = G \frac{M_e}{R_e^2}$ له پورتنۍ رابطې خخه لاسته راخې.
- که چیرې جسم د Ҳمکې له سطحې خخه د h په ارتفاع کې وي، په پایله کې پورتنۍ رابطه په لاندې شکل لیکل کېږي:

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

- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، $W = N$ که چیرې لفت له ثابت تعجیل سره مخ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال $W < N$ خخه او که چیرې لفت له ثابت تعجیل سره مخ په بشکته حرکت وکړي، په پایله کې $W < N$ خخه وي.
- پر مصنوعي سپورتمیو دوي قوي عمل کوي، یوه یې د جاذبې قوه (مرکزته د جذب قوه) او دویمه یې له مرکز خخه د تیښتې قوه.

د خلورم خپرکي پونستني

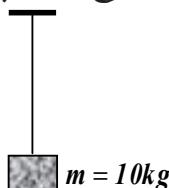
1. د نيوتن د حرکت قوانين کوم شيان بيا نوي؟
2. د نيوتن لومړي قانون تعريف کړئ او له دي قانون خخه خه پايله تر لاسه کولای شو؟
3. عطالت يا انرشيا تعريف کړئ.
4. د نيوتن دوم قانون بیان کړئ او د کميتونو اړیکه یې د اندازه کولو له واحدونو سره ذکر کړئ
5. د نيوتن دريم قانون تعريف کړئ.
6. يو موټر ولې په يو افقي سرک چې سطحه یې کنګل ده، نشي کولای د سرک له ګولایي خخه تابعیت وکړئ او د مستقيم خط په امتداد له سرک خخه منحرف کېږي؟
7. د نيوتن له لومړي قانون خخه درې مثالونه بیان کړئ.
8. پريوه جسم چې 2Kg کتله لري، 30 نيوتنه قوه واردېږي:

 - a د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.
 - b که چېږي قوه، 30 نيوتنه شي، د حرکت په تعجیل کې خه ډول بدلون رامنځ ته کېږي؟

9. دوھ جسمونه له m_1 او m_2 کتلو سره چې پريوې افقي سطحې د سکون په حالت کې دي، د ډول قوو تر اغیز لاندې په حرکت پیل کوي. که چېږي د t زمان له تېریدو خخه وروسته یې سرعت په ترتیب سره V_1 او V_2 شي، د $\frac{V_2}{V_1}$ نسبت محاسبه کړئ.
10. يو جسم د سقوط په حال کې دي (د هوا له مقاومت خخه تېرشي) کومې قوي پري واردېږي؟ د ډې قوو غبرګون (عکس العمل) مشخص کړئ.
11. د نيوتن د جاذبي قانون بیان کړئ او رابطه پېوليکي.
12. دوھ جسمونه له 2Kg او 5Kg کتلو سره یو له بل خخه په $\sqrt{6.67}$ متري واتن کې شتون لري، د هغو ترمنځ جاذبوی قوه حساب کړئ.
13. په لاندې شکلونوکې د اتكاء عمودي قوه حساب کړئ ($g = 10 \text{m/s}^2$ دې فرض شي)



14. له شکل سره سم يو جسم له تناب سره تړلې او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلي دي.
- a که چېږي د ستګاه له 2m/s^2 تعجیل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو(کشش) قوه معلومه کړئ.
- b که چېږي د ستګاه له 2m/s^2 تعجیل سره مخ په لاندې حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو قوه به خو نيوتنه وي؟



c- که چیرې د ستگاه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تاب د رابنکلو قوه به خومره وي؟

15. د اصطکاک قوي د دولونو نومونه واخلي او خرګنده کړئ چې دا قوي خه وخت خرګندېږي؟

16. يو جسم له 20Kg کتله سره د یوې افقي سطحې پرمخ چې ستاتيکي ضریب یې $\mu_s = 0.5$ دی اینسي او هغه د (F) قوي سره راکارو، خو په سور ولوې قادر نه يو. د F قوه به د نيوټن پر حساب خومره وي؟

17. يو جسم د یوه فنر له خوکي سره په يو لفت کې خروول شوي دي، 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 بشکته په حرکت پیل کوي.

c- لفت له ثابت سرعت سره حرکت کوي.

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

a- جسم د افقي سطحې پرمخ پورته له اصطکاک خخه حرکت کوي.

b- جسم پرافقي سطحه له 0.1 هرکې اصطکاک ضریب سره، په حرکت کې دي.

c- جسم په قایم مسیرکې مخ پورته حرکت کوي.

d- جسم په قایم مسیرکې مخ بشکته حرکت کوي.

19. د m_1 او m_2 دوو جسمونه د یوې هواري اوصفا افقي سطحې پرمخ شتون لري، د m_1 کتله کچه 10Kg او د m_2 کتله کچه 5Kg ده، د F افقي قوه چې کچه یې 30N ده، د شکل په خپر، په m_1 واردېږي، هغه په حرکت راولي، پيداکړئ چې د m_2 کتله لخوا خومره قوه په m_1 کتله باندې واردېږي؟ د دواړو کتله مشترک شتاب حساب کړئ.

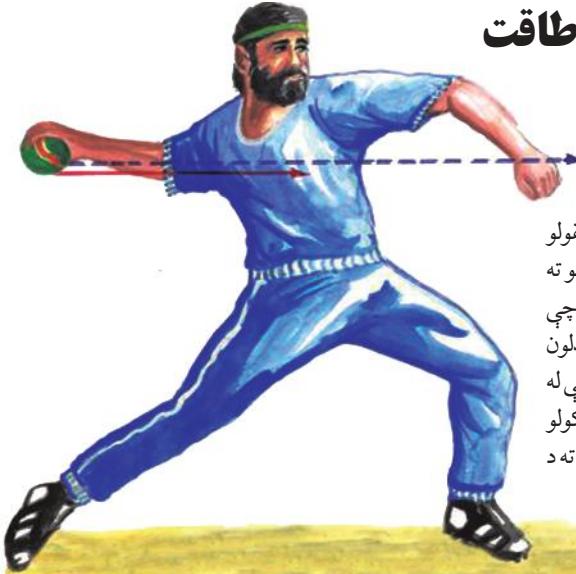
$$F = 30\text{N} \quad \xrightarrow{\hspace{1cm}} m_1 \quad m_2$$

20. د ځمکې د کړي کتله 10^{24}kg او د سپورمۍ د کړي کتله تقریباً 10^{22}kg او د ځمکې د کړي د مرکز واتن د سپورمۍ د کړي له مرکز خخه تقریباً $4 \times 10^5 \text{ km}$ ده.

a- د جاذبې قوه چې ځمکه یې پرسپورمۍ واردوی محاسبه کړئ او ووایئ چې دا قوه سپورمۍ ته خومره تعجیل ورکوي؟

b- د سپورمۍ د جاذبې قوه پر ځمکې خومره ده؟ دا قوه ځمکې ته په کومه کچه تعجیل ورکوي؟

کار، میخانیکی انرژی او طاقت



ورژش کونونکی دبیس بال په توب دیوی قوی په تطبیقولو سره، په یو لور او چتک سرعت سره تعجیل اخپستلو ته چمتوکوی. هغه دیوی داسپی قوی په تطبیقولو سره چې پرمت به بی بنایی توب ته په مترونو د موقعیت بدلون ورکرپی، یو داسپی کار به ترسره کپی چې مجموعه به بی له ($\frac{1}{2} mV^2$) حرکي انرژي سره چې د توب د سرعت ورکولو لپاره اپنه ده، مساوي وي. هملې لاسته راغلې پالیله ته د (کار- انرژي) قانون وایي.

تر او سه پوري مور د یوه جسم انتقالی حرکت د نیوتن د دریو قوانینوله نظره مطالعه کړ، د پورتینو قوانینو پر بنسټ، قوی د حرکت پاکونونکی کمیت په توګه مرکزی روں لویاوه. په دې خپرکي او تردې وروستي خپرکي کپی به مور له مختلفو تحلیلونو سره د انرژي او مومنتم کمیتونو له نظره د اجسمو د انتقالی حرکت په هکله بحث وکړو.

د انرژي او مومنتم بنسټپر اهمیت د هغو د تحفظ په ځانګړیا کپی دی. یعنې هغوی په عمومي حالتونو کپی ثابت پاتې کېږي. د تحفظی مقادیر و شتون نه یوازې دا چې مور ته د نړۍ په طبیعت کپی د ژور لیدلو قدرت راکوی، بلکې د عملې مسایلو حل ته درسیدو بله لارابنې. د انرژي او مومنتم د تحفظ قوانین په ځانګړې ډول د اجسمو له مختلفو سیستمونو سره چې له بېلاښلو قوو سره سراوکار لري او د هغو اړوندو مسایلو حل چې دېر ګران او یا ناشونی بشکاري، دېر د اهمیت ور دی. دا قوانین په پراخ طیف کې، پدیدې او پیښې د اتون او هستوی ڈرو د نړۍ د پدیدو په ګډون چې نور پکې د نیوتن قوانین عملی ندي، د تطبیق ور دی. په دې خپرکي کپی به تاسود دوو ډېر ومهمو مفاهیم یعنې کار او انرژي د بېلاښلو ډولونو په هکله چې له میخانیک سره تراو لري معلومات ترلاسه کړئ. دغه دوو کمیتونه سکالري دي او خرنګه چې د جهت لرونکي نه دي، مطالعه پې نسبت وکتوری مقدارونو ته آسانه ده. حرکي انرژي چې له حرکت سره اړیکې لري او ذخیره وي انرژي چې د یوه جسم له موقعیت سره تراو لري، د انرژي دوو ډولونه دي چې په دې خپرکي کپی به یې مطالعه کړئ. کار، انرژي او طاقت یو له بل سره اړیکې لري. د ماشینونو ډولونه چې په ورځني ژوندانه کې ورسره سراوکار لرو، معمولًا د هغې کاري کچې له مخې چې د هغو په مرسته ترسره کیدای شي او هغه طاقت چې تولیدوي یې تشريح کیدای شي چې ددې خپرکي په پای کې به د نومورو مفاهیم په هکله اپن معلومات او بلدیتا ترلاسه کړئ.

هغه کار چې د ثابتې قوي په مت ترسره کېږي

د کار مفهوم خه شي دي؟ هغه کار چې د یوې ثابتې قوي پرمېت ترسره کېږي، خه ډول دي؟ خنګه کولای شوکار د فزيک له مخې وڅړو؟ د اووم ټولګي په فزيک کې تريوې اندازې د کار له مفهوم سره بلد شوئ، د هغو موضوعاتو د یادولو لپاره چې د اووم ټولګي په فزيک کې مو مطالعه کړل، لاندي فعالیت ترسره کړئ.

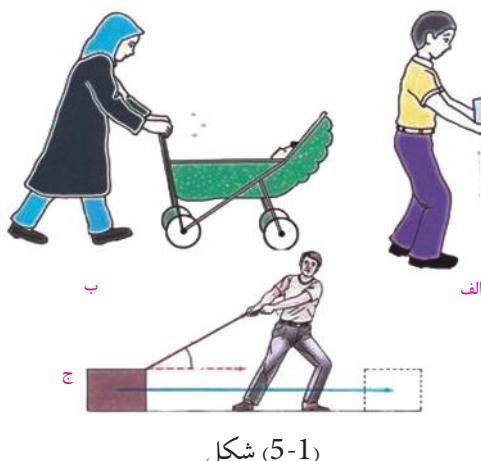


فعاليت:

هغه شمېر کارونه چې په خپل چاپرال کې بې وينې او یا له هغو سره مخامنځ کېږي وې ليکۍ او خپل ټولګي ته بې وړاندې کړئ.
ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې خانګړې او ګډه عناصر شته؟ دا پوښته په پېلابېلو ډلوکې تربحث لاندې ونسی او یېلې ټولګي ته وړاندې کړئ.

پورتنې دکر شوي فعالیت ته په پام کولو سره په کارونو کې چې ترسره کېږي، دوه ګډه عنصرونه شتون لري.

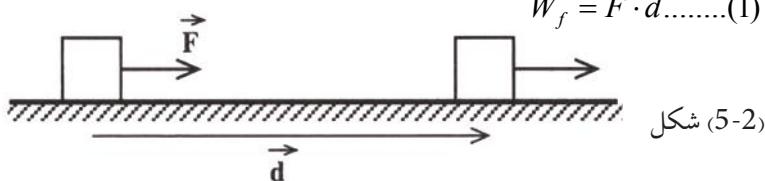
1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوي د اعمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له بدلون سره مخامنځ کېږي.



لکه خنګه چې په (5-1) شکل کې بې وینې. یو سړی پر جسم قوه واردېږي او په پایله کې د جسم د مکان د بدلون سبب گرځي. هغه خه ته په پاملرنې چې وویل شول. کولای شو ووایو چې د جسم د مکان د بدلون په لور د قوي مرکېږي او د جسم په واسطه د وهل شوي فاصلې د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملې قوي له کار خخه عبارت دی.

عنيې که چېږي د (5-2) شکل په خېږ، پر جسم د \vec{F} په کچه قوه واردې شي، هغه د d په اندازه له خایه بې خایه کړي، د تعريف له مخې د F ثابتې قوي کار عبارت دی له: (1)

$$W_f = F \cdot d \dots\dots\dots (1)$$



د کار د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له $N \cdot m$ خخه دی چې ژول نومېږي او د J په نښې بنوبل کېږي، یعنې
 $1N \cdot m = 1J \dots\dots\dots(2)$

د CGS په سیستم کې د کار د اندازه کولو واحد له ارگ (erg) خخه عبارت دی چې په لاندې توګه وړاندې کېږي:
 $1erg = 1\text{dyne} \cdot 1\text{cm} \dots\dots\dots(3)$

په انگلیسی سیستم کې کار په فوت پونډ (foot - pound) سره اندازه کېږي چې په دې ډول وړاندې کېږي: $1J = 10^7 erg = 0.7376 Lb \cdot ft \dots\dots\dots(4)$



پوښته: د ټولګي به مختلو ډلو کې (4) رابطه د ډلو د غړو په مرسته ثابته کړئ.

کار له یو سکالري کمیت خخه عبارت دی. مثلاً که چېږي په (2-5) شکل کې کار د څای او موقعیت له خو پرله پسې (متواли) بدلون سره ترسره کړو، ټول کار کولاۍ شو د ترسره شوو کارونو له جبری جمعې خخه د څایونو په هر بدلون کې لاس ته راپرو.

مثال: یو تن $70N$ افقی قوه پر یو جسم وارد وي او هغه د $10m$ په اندازه بې څایه کوي، هغه تن خومره کار کېږي دی؟

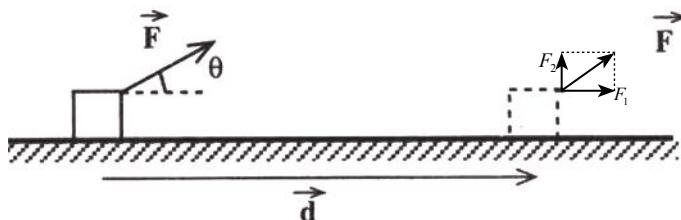
حل: له (1) رابطې خخه لرو چې:
 $w = F \cdot d$
 $w = (70N)(10m) = 700J$



پوښته: که چېږي یو تن له $30N$ سره برابره قوه پر یو جسم وارد کړي او هغه د $0.5m$ په اندازه

بورته بوځي، نوموري تن خومره کار ترسره کېږي دی؟

شکل ته په پام کولو سره که چېږي د F د وارد قوې او د d څای د بدلون ترمنځ د θ زاویه شتون ولري. کار خرنګه تعريفولای شو؟ د دې موځې لپاره په لاندې ډول عمل کړو: فرض کړئ چې پر جسم وارد قوې د (5-3) شکل په خبر د څای د بدلون له وکتور سره د θ زاویه جوړوي. په دې حالت کې د F ثابتې قوې کار په لاندې ډول وړاندې کېږي:
 $w_f = F \cdot d \cos\theta \dots\dots\dots(5)$ او یا $w_f = F_i \times d = F \cos\theta \cdot d$



(5-3) شکل

نوت: که چېرې په (5) رابطه کې، $0 = \hat{\theta}$ شي، په پایله کې به (1) رابطه په لاس راشي.

مثال: 10N قوه په يوه جسم د 60° زاوې لاندې واردوو د (F) قوي کار د خای په شپرو متري بدلون کې حساب کړئ:

$$W_f = F \cdot d \cos \hat{\theta} \quad \text{حل: د (5) رابطې له مخې لرو چې:}$$

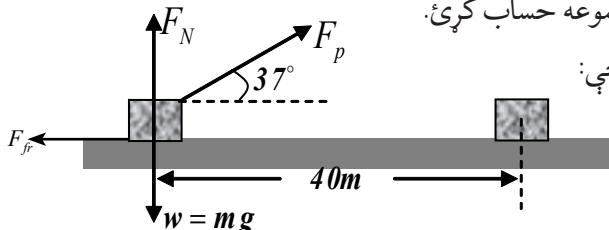
$$W_f = (10N)(6m) \cos 60^\circ = 10 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2} = \frac{60}{2} = 30 J$$

قوه کولای شي چې بریو هجوم عمل وکړي، خو هېڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسود بنوونځي خپل بکس په لاس کې ونیسي او ودرېږي، په دي حالت کې کار نه ترسره کوئه ولې؟

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

a. د هري قوي کار چې پر جسم عمل کوي، لاس ته راوري.

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



شکل 5-4

(a) د W او F_N قوه په واسطه ترسره شوي کار له صفر سره مساوي دي، څکه چې:

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

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

هغه کار چې د F_p قوي په مرسته ترسره کېږي، مساوي دي له:

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

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

هغه کار چې د اصطکاک له قوي سره ترسره کېږي:

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

(b) د ترسره شوي کار مجموعه (W_{net}) عبارت ده له:

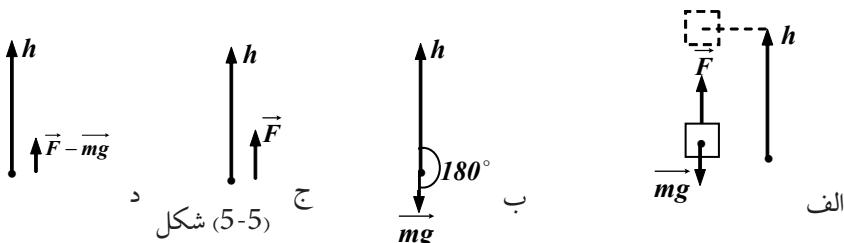
$$W_{net} = 0 + 0 + 3200 J - 2000 J = 1200 J$$

مثال: يو جسم د m له کتلي سره د (5-5) شکل سره سم د h په اندازه پورته ورو، د وزن د قوي کار خومره دي؟

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

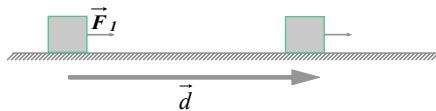
$$W_{mg} = m \cdot g \cdot h \cdot \cos 180^\circ = mgh \quad (-1)$$

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



تمرين: په شکل کې د F ثابته قوه په (افقي امتداد کې) په يوه جسم د M په کتله واردېږي او هغه د يوې سطحې پرمخ له μ_k حرکي اصطکاک له ضریب سره بې خایه کوي مطلوب دي.

- (a) د F کار
- (b) د اصطکاک قوي کار
- (c) د عکس العمل قوي کار
- (d) د وزن قوي کار
- (e) د قوو د محصلې کار



2-5: کار او حرکي انرژي

د پخوانيو معلوماتو له مخي پوهېړو چې د يوه جسم حرکي انرژي د m کتلي او V سرعت سره له $\frac{1}{2}mv^2$ رابطي سره بنوول کېږي.

کله چې يو توب لوړۍ په عمودي ډول هوا ته غورخوو، د توب سرعت په تدریجي توګه کمېږي. په دې معنا دی چې د توب حرکي انرژي د پورته تللو پر مهال کمېږي، ددې پر خلاف که چېږي توب د سکون له حالت خخه له يو لور خایه را خوشی کړو، په پایله کې د توب حرکي انرژي د بنکته راتلو پر مهال زیاتېږي.

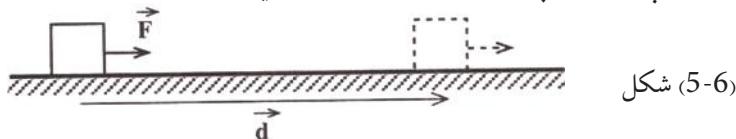
مور په ورخني ژوندانه کې په خپل چاپېږیال او شاوخواکې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان يو، يو موږ چې برک شویدی حرکي انرژي بې کمېږي او....

فعالیت:



نوري بېلګې چې د حرکي انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپېږیال کې وښي، ويې ليکئ او تولګي ته بې وړاندې کړئ.

د کار او حرکي انرژي د رابطي د بنې خېرنې لپاره يو جسم د m په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کې ونيسي چې د واردہ قوو محصله پري ثابتنه او له \vec{F} سره برابره ده او جسم ددي قوي ترا غېز لاندي د d په اندازې پريوه افقې سطحه د مکان بدلون کوي.



(5-6) شکل

لکه شنگه چې پوهېرو د F د قوي کار له لاندي رابطي سره حسابېږي. $W = F \cdot d$ له بلې خوا د نيوتن له دويم قانون خخه په ګټې اخښتو کولای شو وليکو چې $F = m \cdot a$ د قوي د اعمال له امله، د جسم سرعت د v_1 له کچې خخه په (1) نقطه کې د v_2 په کچې په (2) نقطه کې بدلون کوي او دا چې له پخوا خخه پوهېرو:

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

د $w = F \cdot d$ په رابطه کې ددي رابطي په ايسنډولو سره لرو چې:

$$\begin{aligned} W &= F \cdot d = m \cdot a \cdot d = m \left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \right) d = m \left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \right) \\ \Rightarrow W &= \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \quad \dots \dots \quad (2) \end{aligned}$$

ددې رابطي د بنې اړخ لوړۍ حد، د جسم حرکي انرژي په (2) نقطه کې او دويم حد یې د جسم حرکي انرژي په (1) نقطه کې دي.

په پايله کې که چېړې دوې حرکي انرژي په ترتیب سره په K_2 او K_1 وبنیو لاندې رابطه په لاس راخي:

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

(3) رابطه د کار او انرژي قضې په نامه یادېږي، ددي قضې له «د مکان په يوه بدلون کې بریوه جسم د واردو شوو د محصلې کار په همغه د مکان بدلون کې د حرکي انرژي د بدلون سره برابر دی. ددي قضې پر بنست که چېړې د محصله ثابت تو قوو کار وي، $k_2 - k_1$ دی او حرکي انرژي کمېږي او همدارنګه که چېړې د محصلو قوو کار صفر وي، $k_1 - k_2 = 0$ دی او د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي.



مفهومی پوښته: د اجسامو په حرکي انرژي کې

- a. که چېړي د جسم کتله دوه برابره شي، حرکي انرژي به په خومره کچه بدلون وکړي؟
 b. که چېړي د جسم سرعت دوه برابره شي، د جسم حرکي انرژي به په خومره کچه بدلون وکړي؟ (په تولګي کې پري بحث وکړي)

مثال: يو جسم له 1Kg 1کتلي سره له 10m لوپوالي خخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضيې خخه په ګټې اخېستلو، وټاکې، کله چې جسم ځمکې ته رسپېري، حرکي انرژي یې خومره ده؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

حل: په دې مثال کې پر جسم یوازنې وارده قوه، د وزن قوه ده او د دې قوو کار برابر دي له:

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

دا چې د جسم لومړني حرکي انرژي صفر ده، نوکولای شو ولیکو:

$$W = k_2 - k_1$$

$$100 = k_2 - 0 \Rightarrow k_2 = 100 J$$

مثال: يو موټر په 1500kg 1کتلي او h/Km 72 سرعت په حرکت کې دي، که چېړي ډربور برک ونيسي، موټر له یو خه واتن خخه وروسته درېږي. د اصطکاک د قوي اووا په موټر باندې د برک قوي کاريده کړي.

حل: د موټر سرعت له برک کولو خخه تر مخه برابر دي له:

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

او حرکي انرژي یې مخکې له برک کولو خخه مساوی دي له:

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

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

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

خود اتكا د عمودي قوي کار او د وزن قوه له صفر سره برابر ده (ولې؟) په پایله کې:

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

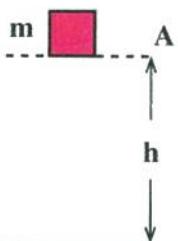
تمرین: يو موټر چې له یو ټن کتلي او له $36Km/h$ سرعت سره په حرکت کې دي. د موټر ډربور ناخاپه برک کوي. که چېړي د سړک او د موټر د پایرونو ترمنځ د اصطکاک ضریب 0.5 وي، موټر به د خومره واتن له وهلو وروسته درېږي؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

تمرین: يو جسم د h له لوپوالي خخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضيې خخه په ګټې اخېستلو سره یې سرعت د لوپوالي په $3/4h$ برخه کې پيداکړي. (د هوا له مقاومت خخه تېر شي).

تمرین: خومره کار په کار دي، تر خو يو موټر له 1000Kg 1کتلي سره د $20m/s$ سرعت په لرلو سره $30m/s$ ته رسپېري؟

کار او د پوتنشیل انرژی

په پخوانی 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 پوښتني خېرنې ته مخه کوو چې د کار او پوتنشیل انرژي ترمنځ رابطه خنګه ده؟ لکه خنګه چې پوهېږو د پوتنشیل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې یو جسم ېې د Ҳمکې له سطحې خخه د خپل لوړوالي له امله لري. یعنې که چېږي یو جسم د 5-7 شکل په خېر د Ҳمکې له سطحې خخه د h په لوړوالي کې واقع وي، د پوتنشیل جاذبوي انرژي لرونکي ده. د Ҳمکې له سطحې خخه د جسم د پورته کولو لپاره باید کار ترسه کړو، نو ددې کار د ترسه کیدو له امله جسم د پوتنشیل جاذبوي انرژي لاس ته راوړې ده، نو ویلاي شو چې د پوتنشیل د انرژي په توګه ترسه شوی کار په جسم کې ذخیره کېږي.



5-7) شکل

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

(5-7) شکل ته په پام کولو سره هغه کار چې د F قوي په مرسته ترسه کېږي، ترڅو د m کتلې د h تر لوړوالي پورته شي، عبارت دي له:

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

په پایله کې کولای شو ولیکو چې:

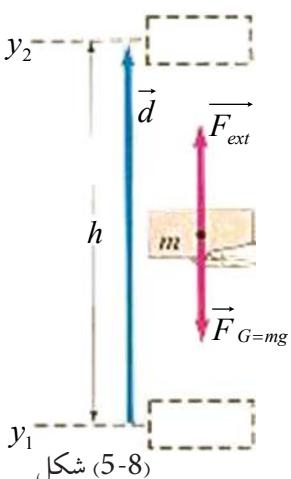
یعنې هغه کار چې د F قوي لخوا د m د کتلې د پورته کولو لپاره د h_1 له لوړوالي خخه د h_2 ارتفاع ته مصروفېږي، په هغې کې د پوتنشیل د

انرژي له تفاضل خخه عبارت دي، یعنې:

$$u = W_p = \Delta p$$

پورتنيو تکو ته په کتو کولای شو، د پوتنشیل جاذبوي انرژي په لاندي توګه تعريف کړو:

د یو جسم د پوتنشیل جاذبوي انرژي د Ҳمکې په نسبت په یو نقطه کې له هغه کار سره برابره د چې مورې پې ترسه کوو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د Ҳمکې له سطحې خخه تریادې شوې نقطې پوري ولېږدو.



5-8) شکل



د ټولګي په بېلابلو ډلوکې (5-8) شکل ته په پام کولو، د جاذبې قوه لاس ته راوړئ. په ډلوکې بحث و کړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

فعالیت:

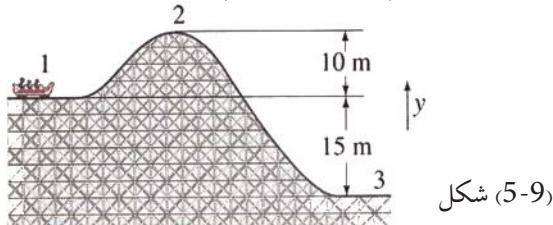


د ټولگی په بېلابېلو دلو کې لاندې جدول دیادو شوو لوړوالو لپاره، بشپړ کړئ. او پایله يې ټولگی ته وړاندې کړئ.

ارتفاع	حركي انرژي	د پوتاشيل انرژي	د حركي او پوتاشيل انرژي مجموع
h			
$\frac{1}{2} \times h$			
$\frac{1}{4} \times h$			
0			

نوټ: د یادولو وړ ده چېږي که چېږي له ثابت سرعت سره شرط د پوتاشيل د انرژي په تعريف کې نه وای دکر شوی، د بېلگې په توګه: د جسم سرعت زیاتیده او د کار یوه کچه د جسم د حركي انرژي د زیاتیدو لپاره مصرفیده.

مثال: (5-9) شکل نبی چې یو متتحرك له 1000 kg 1000 kg کتلې سره له 1 نقطې خخه په حرکت پیل کوي او د 2، 3 له نقطو خخه تېربېږي.



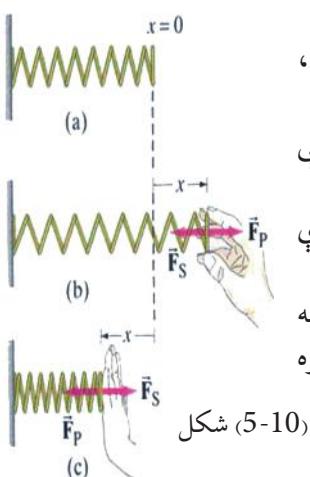
(5-9) شکل

- a. د پوتاشيل جاذبوی انرژي په 1 او 2 نقطو کې لاس ته راوړي.
b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتاشيل د انرژي توپیر حساب کړئ

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

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

ددې موضوع د خپړلوبه لپاره یو فنر د لاندې شکل په خېږ په نظر کې ونيسي:



(5-10) شکل

که چېږي فنر د عضلو د قوې په مرسته d_x په اندازه راکابو، په دې حالت کې د عضلو قوې د ($dw = F \cdot d_x$) کار ترسره کړي دي. که چېږي د خپل لاس په مرسته په فنر د F قوه وارده کړو او فنر د X په اندازه راکابو او یا پې کښې کابو، ددې قوې کچه د فنر د X له واتېن سره مستقيمه رابطه لري، نو له دي امله:

$$F_p \propto X \Rightarrow F_p = KX \dots\dots\dots(1)$$

په دې رابطه کې k د فنر ثابت ضرب دی، رابنکل شوی او کښېکاپل شوی فنر هم يوه قوه د F_p قوي
پر مخالف لوري په لاس واردوی. ولې؟ (بيان يې کړئ)

نوکولای شو ولیکو چې: $F_s = -KX \dots \dots \dots \quad (2)$ (د فنر ارتجاعي قوه)

په دې رابطه کې د منفي نښه بنېي چې $F_s = -KX$ د لوري په خلاف عمل کوي او د F_p او د F_s دوي قوي،
يو دبل پر خلاف لوري کې دي. لکه خنګه چې پوهېږو (2) رابطه د هوک قانون خرګندوي او په پایله
کې لیکلای شو: $F_p = -F_s \dots \dots \dots \quad (3)$

هغه کار چې د $F_p = KX$ د قوي پرمې ترسره کېږي، عبارت دی له: $dw = -F_p \cdot d_x$

$$\Rightarrow dw = kx \cdot dx$$

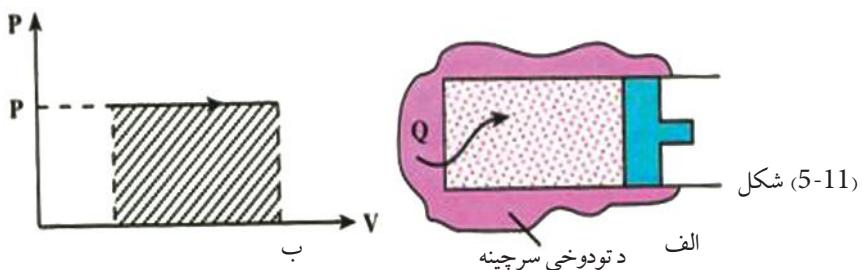
خرنګه چې $F_p = 0$ د $X_1 = 0$ له موقعیت خخه تر هر وروستې X موقعیت پوري خطی تحول لري، نو
ځکه متوسطه قوه (\bar{F}) عبارت له $(\bar{F} = \frac{1}{2}(0 + KX) = \frac{1}{2}KX)$ خخه او مجموعي سره رسیدلي
کار ($W = \bar{F}X = \frac{1}{2}KX \times X = \frac{1}{2}KX^2$) وي چې دا کار د فنر د پوتاشنیلي انرژي په نوم هم يادېږي.

مثال: د یو فنر ثابت ضرب $405 N/m$ دی، خومره کچه کار په کار دی، ترڅو فنر 3cm اورد
شي؟

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

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 يې یو ګاز د (الف، 5-11) شکل په خېږ
د یو پستون په منځ کې چې د تودو خې له سرچیني سره په تماس کې دي، په نظر کې ونيسي. ګاز په پیل
کې د P په فشار او V حجم کې د تعادل په حالت کې دي. (فرض کړئ چې د پستون او استوانې ترمنځ
اصطکاک د صرف نظر وړوي) په دې صورت کې د ګاز فشار د چاپېږیال له فشار سره برابر دي، ولې؟
د سرچینې او سیستم ترمنځ د تودو خې د توپیر له کبله د تودو خې کمه کچه ګاز ته لېږدول کېږي چې په
پایله کې ګاز لبر منبسط کېږي او پستون یو خه بنې لور یا د شا پلو ته لېږدوی.



که چېري په همدي ترتیب د گاز تودخې ورکولو ته ورو، ورو دوام ورکرو. گاز په خنډ سره منبسط کېري او پستون دېر ورو بني لورته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل دېر کوچنۍ وي. په پایله کې هغه قوه چې گاز يې پر پستون واردوی، باید له هغه قوي سره چې چاپيریال يې په پستون واردوی برابره وي، نوله دې امله ويلی شو چې د تودخې ورکولو په بهير کې د گاز فشار د محیط له فشار سره یو شان دي، یعنې ددي عمل پر مهال د گاز فشار ثابت پاته کېري. د حجم او فشار گراف (p-v) په دې عملیه کې د (b, 11-5) په شکل کې بنوبل شوي دي.

په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېري، لومړي کار محاسبه کوو. که چېري د گاز فشار P وي، گاز د عملیه پر مهال d = $F = P \cdot A$ قوه په پستون واردوی چې په هغې کې A د پستون سر له مساحت خخه عبارت دي. که چېري د پستون د خای بدلون له d سره برابر وي. W کار چې سیستم يې د چاپيریال پرمخ ترسره کوي، له لاندې رابطې خخه لاس ته راځۍ: $d = (P \cdot A) \cdot d = W = F \cdot d$ د استوانې له حجم خخه عبارت دي چې برابر دي له: $W = P \Delta V = V_2 - V_1$ د حجمونو توپیر په پایله کې: (4)

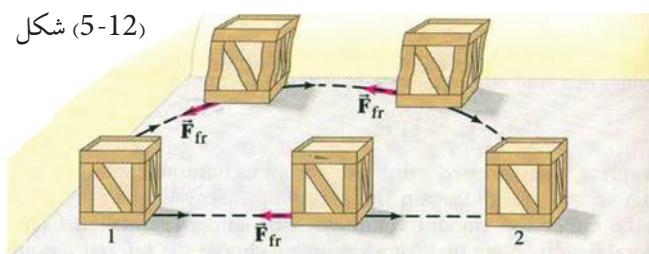
(4) رابطه له هغه کار خخه عبارت دي چې پستون يې د چاپيریال پرمخ ترسره کوي.

4-5: تحفظي او غير تحفظي قوي

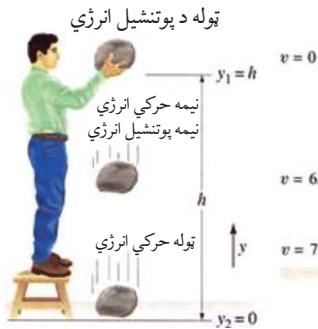
تحفظي او غير تحفظي قوي خنګه قوي دي؟ ددي دوو قوو ترمنځ کوم توپير شتون لري؟ لکه خنګه چې پوهېرو که یو جسم د h_1 له ارتفاع خخه د h_2 ارتفاع ته پورته کرو. باید انرژي مصرف کړ او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوي کار د لاري له مسیر سره تراونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تراو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوي وايې. د ظمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه بنه بلګه ده. په هغه صورت کې چې د F قوي پرمې ترسره شوي کار د لاري له مسیر سره تراو لري. په دې صورت کې دې ډول قوو ته، غير تحفظي قوي وايې. ددي ډول قوو یوه بلګه له اصطکاک قوي خخه عبارت ده. په همغه ډول چې په (5-12) شکل کې وينې، کله چې یو جسم ته له یوې نقطې خخه بلې نقطې ته حرکت ورکول کېري، هغه کار چې ترسره شو، د جسم پرمې له وهل شوي مسیر سره تراو لري. لکه چې په شکل کې لیدل کېري چې جسم له 1 موقعیت خخه تر 2 موقعیت پوري د دوو مسیرونو له لاري حرکت کولای شي.

1 مستقیم مسیر 2 منحنی مسیر، که چیرې جسم له 1 موقعیت خخه تر 2 موقعیت پوري له منحنی مسیر خخه حرکت وکړي، د اصطکاک د قوي کار د هغه د اصطکاک قوي له کار خخه زیات دي چې همغه جسم له مستقیم مسیر خخه حرکت کوي.

(5-12) شکل



5-5: د میخانیکي انرژي ساتنه (تحفظ)

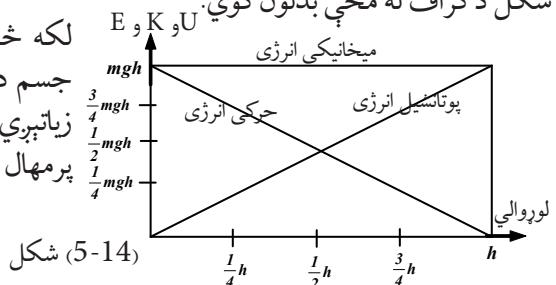


(5-13) شکل

د میخانیکي انرژي تحفظ خه شى دى؟ كله چې؟
يو جسم د m له کتلي سره د h له ارتفاع خخه
خوشې كوو، د جسم د پوتانسیل انرژي او حرکي
انرژي به بدلون وکړي؟ ولې؟ د حرکي او پوتانسیل
انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟
په هغه صورت کې چې یوازې تحفظي قوي پر
جسم عمل وکړي، موږ یوې آسانې او بنکلې
پایلې ته رسپړو.

ددې پایلې د توضیح او پورتنيو پوبنستونه د څواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د m کتله لري، په نظر
کې ونسی چې د ډمکې له سطحې خخه د y له لوړوالۍ خخه خوشې شوي دی.
په مخامنځ شکل کې لیدل کېږي چې د سقوط پر پایله کې د جسم حرکي او پوتانسیل انرژي د لاندې
شکل د ګراف له مخې بدلون کوي.

لکه خنګه چې لیدل کېږي، د سقوط پر مهال، د
جسم د پوتانسیل انرژي کمپري او حرکي انرژي يې
زیاتېږي، خود دې دوو انرژي ګانو مجموعه د حرکت
پرمهال په هره لحظه کې ثابته پاتې کېږي.



(5-14) شکل

د پورتنيو مفاهيمو په پوهېدو سره اوس یو نوې کميت چې میخانیکي انرژي (E) نومېږي، خېړو چې د
حرکي او پوتانسیل انرژي له مجموعې خخه عبارت ده او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو وليلد.
د دې کميت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاتې کېږي، یعنې د پوتانسیل انرژي له زیاتیدو
سره د حرکي انرژي کچه کمپري او برعکس، یعنې: $K_E + P_E = const = M_E$ که خه هم په پورته
مثال کې د میخانیکي انرژي تحفظ بشودل شوي دی، خوکولاي شو وښيو چې له یو شمېر قوو که د فنر
راښکلو برېښنایي قوي او سره هم میخانیکي انرژي ثابته پاتې کېږي. له پورتني معادلي خخه پایله
ترلاسه کېږي چې په یوه سیستم کې چې بهرنې قوي پرې عمل ونه کړي، د پوتانسیل او حرکي انرژي
مجموعه ثابته وي چې دا قانون د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون په نامه یادېږي.

مثال: یو جسم له 0.5Kg کتلي سره د 2m له ارتفاع خخه د 10m/s له سرعت سره مخ پورته
غورخوو. دا جسم تر ډېره حده تر کومې ارتفاع پوري پورته خي؟

فرض کېږي او د هوا له مقاومت خخه دې صرف نظر وشي.
 $g = 10\text{m/s}^2$

حل: د جسم حركي انرژي د غورخولو په نقطه کې برابره د له: $K_1 = \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{1}{2} (0.5) (10)^2 = 25J$

او د پوتانسیل انرژي يې په همدي نقطه کې برابره د له: $P_{E_1} = u_1 = mgh_1 = 0.5 \times 10 \times 2 = 10J$

همدارنگه د جسم حركي انرژي تر ټولو په لوره نقطه کې $K_2 = 0$ او د پوتانسیل جاذبوی انرژي يې په دی نقطه کې برابره د له: $P_{E_2} = u_2 = mgh_2 = 0.5 \times 10 \times h_2 = 5h_2$

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

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

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

د میخانیکي انرژي د تحفظ پر بنسټ لیکلای شو چې:

د غیر تحفظي قوو پرمت ترسره شوي کار

په تېرو لوستونو کې له تحفظي او غیر تحفظي قوو سره آشنا شوي او همدارنگه د تحفظي قوو پرمت له ترسره شوي کار سره هم بلد شوئ، خو تر اوسه مو له خپله خان خخه پونتنه کړي ده چې د غیر تحفظي قوو کار خنګه دی؟

آيا هغه کار چې د تحفظي او غیر تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي، يو شان دی؟ ولې؟

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

حل: د غیر تحفظي قوو پرمت ترسره شوي کار د لاري له مسیر سره تراو لري، ددې ډول قوو به پېلګه د اصطکاک له قوي خخه عبارت ده. مثلا که چېږي تاسو د یوه جسم چې د څمکې پرمخ ایښي دی، خای بدل کړئ، (په منحنۍ ډول، په مستقیم، په منکسر یا زیگزاکي ډول) په دې ډول هر یوه د خای بدلون کې کار د اصطکاک د قوو پرمت ترسره شوي او یوه له بله توپير لري.



بحث وکړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلوکې په دې هکله چې ولې د پوتانسیل انرژي د تحفظي قوو لپاره تعريف کیدا شی بحث وکړئ او پایله پې ټولګي ته وراندې کړئ.

اوسم د کار او انرژي له قضيې خخه په ګټه اخېستلو ($\Delta k = W_{net}$) د غیر تحفظي قوو پرمت د ترسره شوي کار به اړه دقېې خېږني پيل کوو چې د پوتانسیل انرژي هم رانغاري.

فرض کړئ چې په یوه جسم خو قوي عمل کوي او جسم ددې قوو تر اغېزې لاندې د مکان بدلون کوي او فرض کړئ چې ددې قوو یو شمېر تحفظي او نورې یې غیر تحفظي قوي دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمت ټول ترسره شوي کار کولاي شو داسې وليکو:

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

هغه کار دی چې د تحفظي او W_{Nc} هغه کار دی چې د غیر تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي. اوسم د کار او انرژي له قضيې خخه په ګټه اخېستلو داسې لیکلای شو:

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

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

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

هغه کار چې د تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسیل د انرژۍ په بنه یې ولیکو، لکه خنګه چې له پخوانیو لوستونو خخه مو زده کړي: (3)

$$W_c = -\Delta u \dots\dots\dots(3)$$

اوسله (3) رابطې خخه (2) رابطې ته W_c په تعویضولو سره لیکلای شو چې:

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

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

(4) رابطه د غیر تحفظي قوو پرمت د ترسره شوي کار لپاره یوه کلې رابطه ده.

5-5: طاقت (توان)

توان خه شي دی؟ توان، کار او زمان یو له بله سره خه چول رابطه لري؟

د اووم ټولګي به فزيک کې مود توان په هکله معلومات لاس ته راول، همدارنګه به پخوانیو لوستونو کې مود ترسره شوي کار په هکله بحث وکړ، خود 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 شوي کاري چول دی، خو په لوړې حالت کې کار ډېر چټک ترسره شوي دی. د کار د ترسره کولو د وخت په نظر کې نیولو لپاره، یو مناسب کمیت د توان په نامه تعريفوو. په همغه چول چې د اووم ټولګي په فزيک کې مو هم ولوستنل، د W کار چې د t په زمانه کې ترسره کېږي، د P د توان پرمت ترسره شوي کار د زمان په واحد کې تعريفېږي. یعنې: (18-5)

$$P = \frac{W}{t}$$

په SI سیستم کې د توان د اندازه کولو واحد ژول پر ثانیه (J/s) دی. چې د جیمز وات د علمي کارونو په واپ په وات (W) نومول کېږي او همدارنګه د قوې او سرعت له جنسه توان (P) له لاندې رابطې خخه هم لاسته راخې:

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



فعالیت:

د ټولګي په ٻلاپلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمنځ د اړیکو په اړه مخامنځ 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 (کوهنوردي) له kg 60 کتلې سره د 4 ثانیو په موده کې $4.5m$ ارتفاع وهی. د غر مزلی توان لاس ته راپړئ، (m/s^2) $g = 9.8 m/s^2$ فرض کړشي.

حل: لو مرپی د غر مزلي لخوا ترسره شوي کار لاس ته را ورو:

$$w = m \cdot g \cdot h = (60 \text{ kg}) (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (4.5 \text{ m}) = 2646 \text{ J}$$

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

د موټر، بريښنائي جارو، لفت او نورو په خبر هره وسیله چې کار ترسره کوي، انرژي مصروفوي. له دې وسیلهو خخه د گټې اخېستلو لپاره باید هغونه انرژي ورکړو، دې انرژي ته ورودي يا مصروفي انرژي وايي. خرنګه چې د دې انرژي یوه برخه د اصطکاک له امله او يا د وسیله د اجزاءو د حرکت ورکولو لپاره مصروفېږي، نو له دې امله د وسیله کار یا ګټوره خروجي انرژي د هغې له ورودي انرژي سره برابره نه ده. په پایله کې د ورودي انرژي یوازې یو خه کچه د گټې اخېستلو ور ده. دغه کچه معمولاً د فيضدي په ډول بيانېږي او د بېرته ورکړې یا اغېزمنتيا (موثرت) په نامه یادېږي.

$$\frac{\text{خروجي کار}}{\text{وروودي کار}} \times 100 = \text{اغېزمنتيا (موثرت)}$$



د پنځم څپکي لنډیز

- د جسم د مکان بدلون په لور د قوي مرکې او د جسم په واسطه د وهل شوي وائين د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملې قوي له کار خخه عبارت دی. یعنې:

$$W = F \cdot d$$

- که چېږي یوه قوه د (θ) تريوپې ټاکلې زاوې لاندې پر جسم وارد شي او جسم دل په اندازه بې ځایه کړي، د F د قوي پرمېت ترسره شوي کار به عبارت وي له: $w = (F \cos\theta) d = Fd \cos\theta$

- د قوي پرمېت ترسره شوي کار به منفي وي، په هغه صورت کې چې: $\theta > 90^\circ$ وي.

- په هغه وخت کې چې پر جسم له یوې خخه زباتې قوي عمل وکړي، مجموعې کار د ټولو هغونه کارونو د جمعې له حاصل خخه عبارت دی چې د هرې قوي په واسطه به جلا، جلاتوګه ترسره کېږي، یعنې:

$$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

او یا مجموعې کار کولای شو په لاندې توګه ولیکو:

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

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

- هغه کار چې د بیلا لیلو قوو په واسطه ترسره کېږي د X محور پرمخ د قوي او بدلون مکان د منحنۍ ترمنځ مساحت دی.

- د یو فتر پرمېت ترسره شوي کار چې د X په اندازه کښې کارېل شوي او یا رابنکل شوي عبارت دی له:

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

- که چیرې د F قوي پرمېت ترسره شوي کار د لاري پر مسیر پوري تراوونه لري، بلکې يوازي د پيل او پاي له نقطې سره اپيکې ولري، دي دول قوو ته تحفظي قوي وايي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تراو ولري، دي دول قوو ته غيرتحفظي قوي وايي.

- د 1 او 2 موقعيونو يا دوو نقطو ترمنځ مجموعي کار د حرکي انژي له تفاصل خخه عبارت دی، يعني:

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

نوت: حرکي انژي تل يا مثبت وي او يا صفر.

- د انژي د تحفظ قانون بیانوي چې: انژي کولای شي، له یوه حالت خخه بل حالت ته واورېي (بدله شي)، خو مجموعي انژي تل ثابته پاتې کېږي. $K + U = \cos \tan t = E$.

- هغه کار چې د ګاز پرمېت پر پستون ترسره کېږي عبارت دی له:

- طاقت عبارت دی له ترسره شوي کار خخه، 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 شوي کار د طاقت خخه عبارت دی.

$$p = \frac{w}{t}$$

يعني:

$$P = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot V$$

او همدارنګه کولای شو طاقت داسې وليکو:

- په SI سیستم کې د طاقت د اندازه کولو واحد له وابت (W) خخه عبارت دی.

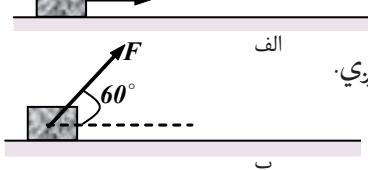
$$1 W = 1 J/s$$

$$736 W = 1 hp$$

د پنځم خپرکي پونستني

1) کار تعريف کړئ، د اندازه کولو واحد یې د SI په سیستم کې ووایع او ددې کمیت (وکتوری یا سکالری) ډول مشخص کړئ.

2) پريوه جسم د $F=100\text{ N}$ قوه واردېږي او هغې ته په افقې لوري د 20 m په اندازه د مکان بدلون ورکوي. ددې قوو په مرسته ترسره شوي کار په لاندې حالتونو کې لاس ته راوري.



a. قوه په افقې توګه پر جسم واردېږي.

b. قوه د افق په نسبت تر $=60^\circ$ زاوې لاندې پر جسم واردېږي.

3) پريوه جسم له $m = 3\text{ kg}$ کتلي سره، د F قوه د لاندې شکل په خپر واردېږي او هغه په قايم (عمودي) لوري پورته ورې، د هواله مقاومت خخه په صرف نظر کولو:

a. د جسم د حرکت تعجیل لاس ته راوري.

$$F = 40\text{ N}$$

b. د قوي کار د جسم په 10 m اوچتلولو په صورت کې حساب کړئ.

c. د W وزن د قوي کار د جسم په پورته کولو کې وتاکئ.

d. د محصله قوي کار مشخص کړئ.

4) یو جسم د m له کتلي سره د ځمکي له سطحي خخه مخ پورته په قايمه توګه غورخول کېږي او dh ته ارتفاع پورې پورته هېي. د وزن د قوي کار په دې ارتفاع (عمودي واتېن) کې پيداکړئ.

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

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

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

6) له شکل سره سم پر یوه جسم له $m = 10\text{ kg}$ کتلي سره د $F = 200\text{ N}$ افقې قوه واردېږي او جسم ته د 20 m په اندازه په افقې لوري د موقعیت بدلون ورکوي. د حرکي اصطکاک قوه 20 N

(د)



a. په یوه رسم کې پر جسم باندې ټولې وارده قوي وښي.

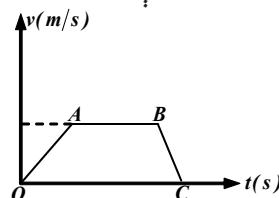
b. د هري قوي کار په جلا ډول حساب کړئ.

c. د ټولو کارونو الجبری جمع لاس ته راوري.

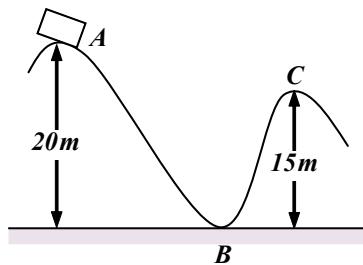
7) د یوې قوي پرمیت د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بېلا بلو زاویو کې وڅېږي.

8) حرکي ارزې تعريف او رابطه یې ثبوت کړئ.

- 9) د کار او انرژي قضيه بیان او رابطه یې ولیکي.
- 10) د کار او انرژي قضيې ته په پاملنې بیان کړي.
- a. کله د جسم حرکي انرژي زیاتېږي؟
- b. کله د جسم حرکي انرژي کمېږي؟
- c. کله د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي؟
- 11) یو جسم له 20Kg گتلي سره د ځمکې له سطحې خخه له 45m لوروالی خوشې کوو، د هوا له مقاومت خخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضيې خخه په ګټې اخېستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت یې ځمکې ته د رسیدو په لحظه کې حساب کړي.
- 12) په مخامنځ 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 کړي.



- 13) د پوتنشيل انرژيتعريف او د درې چولو نومونه یې واخلى.
- 14) د پوتنشيل جاذبوي انرژيتعريف او رابطه یې ولیکي.
- 15) د فنر د پوتنشيل انرژي له کومې لاري رامنځ ته شوې او پکې ذخیره شوې ده؟
- 16) د میخانیکي انرژي د تحفظ قانونون بیان کړي.
- 17) یو جسم د (A) له نقطې خخه له لومړني سرعت پرته د یوې سطحې پرمخ چې اصطکاک نلري خوشې کېږي، د میخانیکي انرژي د تحفظ له قانون خخه په ګټې اخېستلو سره د B او C په نقطو کې د جسم سرعت پيداکړي.



- 18) یو جسم له 2Kg گتلي او ثابت سرعت سره 1m په واين د 0.2 ثانې په موده کې پورته ورو، داکار په خومره طاقت ترسره کېږي؟
- 19) ورودي یا مصرفې انرژي خه شي دي؟ بیان یې کړي.
- 20) اغېزمنتيا (مؤثریت) تعريف او رابطه یې ولیکي.

خطي مومنتم او امپولس



په دې خپرگي کې د میخانیک علم د لاباختیا لپاره، د ضربې (Impulse) او مومنتم (Momentum) په نومونو د دوو نوو کمیتونو په پیژنللو سره به خپل بحث ته دوام ورکړو. کله چې یوه قوه پر یوه جسم په یوه تاکلي وخت کې عمل کوي، نومورې قوه په جسم کې د سرعت یو بدلون رامنځ ته کوي. د دې قوي امپولس (د ثابتې قوي لپاره) د قوي او هغه زمان چې قوه په کې عمل کوي د ضرب حاصل خخه عبارت دی او یا په بل عبارت کولای شو ووایو چې د (قوي - زمان)، (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منحنی لاندې مساحت له امپولس خخه دی. همدا چول د جسم په سرعت کې بدلون هم د هغه قوي د امپولس په توګه تعريف شوی دی چې پر جسم عمل کوي. او همدارنګه د جسم د کتلي او سرعت حاصل ضرب یې د مومنتم په نامه چې یو مهم فزيکي کمييت دی او د M په توري بنوول کېږي، یادېږي.

امپولس او مومنتم دواړه فزيکي وکتوری کيمتونه دي، په دې خپرگي کې به مور دوه مهم اصلونه مطالعه کړو. یو د امپولس - مومنتم اصل او دویم د خطې مومنتم د تحفظ اصل. ددې خپرگي د محتوياتو په ارياه کولو کې ارينه د پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصلونه (چې کله ناکله د قوانينو او یا بنسټېزو قواعدو په نامه یاد شوي)، په حقیقت کې د نیوین د قوانینو د بحث دوام دی چې په تپر خپرگي کې مو مطالعه کړل. په دې معنا چې دا دوه اساسی قاعدي د نیوین د قوانینو پراختیا ده چې په واقعیت کې د امپولس او مومنتم فزيکي مقدارونو په پیژنللو سره بشپړې شوې دي.

په دې خپرگي کې به لاندې مطلوبنه ددې مبحث په باب مطالعه کړو:

- د یوه جسم موقعیت او سرعت کیدای شي د یوې قوي په تطبیق بدلون ومومي.

- د هغې قوي چې د جسم پر تاکلي کتلي عمل کوي او د نومورې جسم د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بیانول (د نیوین دویم قانون).

- د یوې قوي د امپولس او مومنتم تعريفوول.

- د مومنتم د تحفظ شرحد د دوو جسمو په تصادم کې چې د یوه مستقيم خط پر منځ حرکت کوي.

- د خطې مومنتم د تحفظ طبیعت د مثالونو بیانول.

- د ارجاعي او غیر ارجاعي تکرونو (تصادمونو) د مفاهيمو تعريف او توضیح کول.

مستقیم الخط حرکت او امپولس (ضربه) (6-1) امپولس (ضربه)

آیاتر او سه موله خان خخه پونستنه کړې د چې ضربه خه شی دی؟ کله چې پریوه جسم ضربه ورکوی، خه پینښېږي؟ د تعریف له مخې ضربه یا امپولس د F قوي او t زمان د ضرب له حاصل خخه عبارت ده، یعنې:

$$I = F \cdot t$$

لکه خنګه چې له پورتنی رابطې خخه لیدل کېږي. امپولس د I په توري بنېي چې له قوي او زمان سره مستقیمي اړیکې لري. امپولس او مومنتم د اندازه کولو د یو ډول واحد لرونکې دی. ولې؟ په ډېرو حالتونو کې په یو نقطه یې جسم د قوي د اغېز زمان هومره لنډ وي چې موره اړ کېږو، د مشتق او انتیگرال له مفاهيمو خخه ګټه پورته کړو چې تاسو به یې د دولسم ټولګي په رياضي کې زده کړئ. اوس فرضوو چې د F قوه د Δt په زمانه کې پریوه جسم عمل کوي. په دې صورت کې د F قوي ضربه د $\Delta I = F \cdot \Delta t$ په زمان کې په داسې بنیو:

په ورځني ژوندانه کې ګورو چې موره د یوه جسم د موقعیت او یا سرعت د بدلولو لپاره باید پر نوموري جسم قوه وارده کړو. په پخوانیو بحثونو کې د نیوین د حرکت د قوانینو په پیل کې د قوي او د هغې د اغېزو او همدارنګه د قوي د واحدونو (داین او نیوین) د تعریف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل. په (6-1) شکل کې جسم د m له کتلي سره د X_1 په موقعیت او V_1 په سرعت په t_1 زمانه کې د محور پر مخ د F ثابتی قوي پرمېت په حرکت کې دی. موره دا ډول حرکت پخوالوستي و، خو د پخوانیو معلوماتو د تکرار او پراختیا لپاره بیاله هغې خخه یادونه کوو. د کار د آسانیا 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 سرعت لرونکې دی، نوکولای شو ولیکو:

$$\Delta x = (x_2 - x_1) \text{ m}$$

$$\Delta v = (V_2 - V_1) \text{ m/s}$$

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

د حرکت تعجیل د Δt په زمانی واتېن کې د a له ثابت تعجیل سره په دې ډول افاده کېږي.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ m/s}^2$$

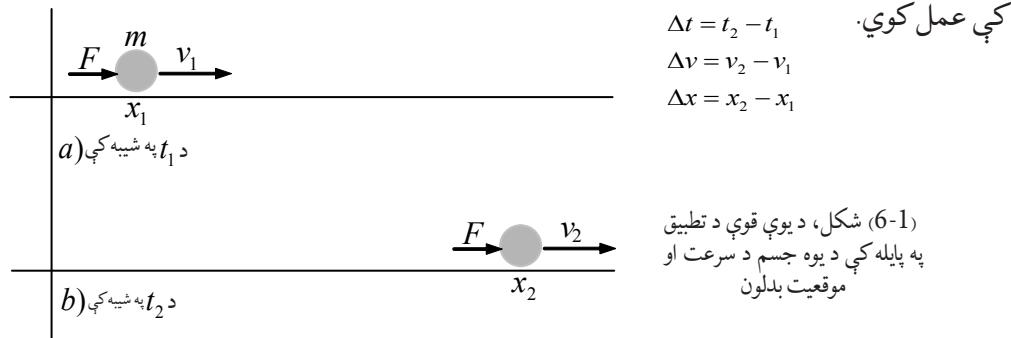
د نیوین په دویم قانون کې تعجیل همغه د قوي او کتلي نسبت تعریف شوي دی چې عبارت دی له: $a = \frac{F}{m}$ په پورتنی رابطه کې د د تعجیل له قیمتونو خخه کولای شو لاندې تناسب ولیکو:

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

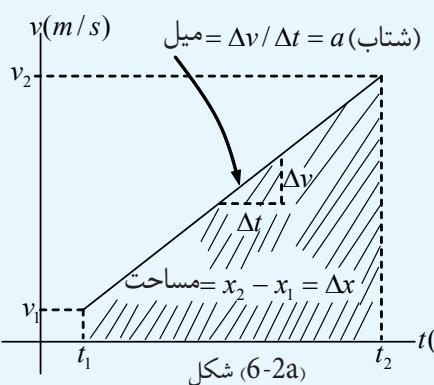
$$F \Delta t = m \Delta v$$

او یا

وروستي افاده په دې خپرکي کې زمور د بحث کلې بنسټ جوړوي او لکه خنګه چې د دې خپرکي په مقدمه کې دکر شول، اوس کولای شو، امپولس په لاندې ډول تعریف کرو:
د ډيوې ثابتې قوې امپولس د نوموري قوې او زمانی واتن له حاصل ضرب خخه عبارت دي چې قوه په کې عمل کوي.



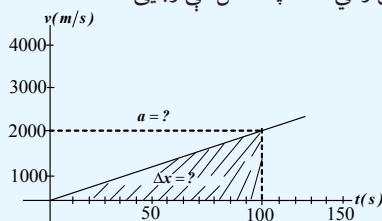
(6-1) شکل، د ډيوې قوې د تطبيق
په پایله کې د یوه جسم د سرعت او
موقعیت بدلون



فعالیت:

د (سرعت- زمان) گراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې بنوبل شوي دي. باید پام وکړو چې د (سرعت- زمان) منحنی میل عبارت له ثابت تعجیل او ددې منحنی او د زمان محور ترمنځ مساحت د بدلون مکان خخه عبارت دي. په دې فعالیت کې زده کوونکي به خپلوا اپنداو ډلوکې د بنوونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصیلاتو او خصوصیاتو بحث وکړئ او یا لیې یې خپلوا تولګیوالته واوروئ.

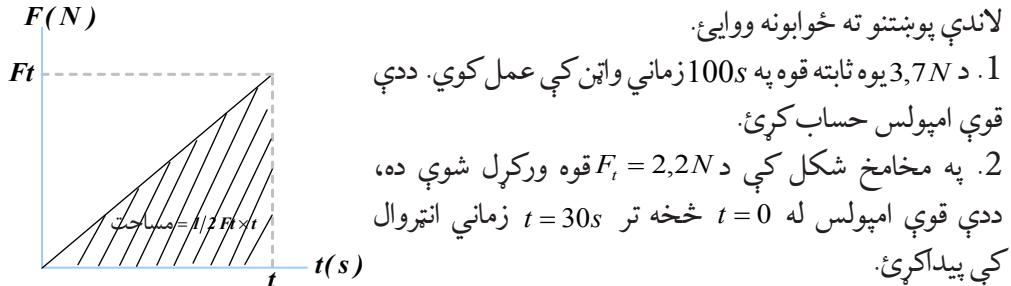
- زده کوونکي دې په بېلا بېلا ډلوکې د (سرعت- زمان) د گراف په مرسته چې د ډيوې فضایی بېړۍ (سفینې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې بنوبل شوي دي. لاندې پوښتو ته دې څوتاب برابر کړي او د تولګي په وراندې دې بیان کړي:
 1. بېړۍ په لوړ پو 100 ثانیو تعجیلی حرکت کې خومره واتن وهی؟ هغه په شکل کې پوښی.
 2. د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې خومره دي؟
 3. د بېړۍ تعجیل حساب کړئ.



(6-2b) شکل،
د فضایی بېړۍ د (سرعت- زمان) گراف

تمرينونه:

لاندي پوبنتنو ته خوابونه ووایئ.



1. د 3,7N 3يوه ثابته قوه په 100s زمانی واين کې عمل کوي. ددي قوي امپولس حساب کړئ.

2. په مخامنځ شکل کې د $F_t = 2,2N$ قوه ورکړل شوي د، ددي قوي امپولس له $t = 0$ خخه تر $t = 30s$ زمانی انټروال کې پیداکړئ.

3. په ورکړل شوي پورته شکل کې $t_1 = 10s$ ، $F_0 = 55 \text{ dyne}$ دی، ددي قوي امپولس وتاکړئ.

4. د $F_1 = 5N$ ثابته قوه د ($t = 1s$) خخه تر $t = 3s$) زمانی انټروال کې او د $F_2 = 2N$ دويمه ثابته قوه د ($t = 5s$) خخه تر $t = 10s$) زمانی انټروال کې عمل کوي. ددي دوو قوه امپولسونه حساب او سره پرتله کړئ.

2-6: مومنتم

مومنتم خه شي دی؟ د يوې لاري موږ او يو ګرندي ورکوتۍ موږ ترمنځ د حرکت په حال کې د مومنتم له نظره خه توپير شتون لري؟

د نيوتن د حرکت دويم قانون د مومنتم له نقطې نظره خنګه کولاي شوتعريف کړو؟ او یا په ساده توګه، د مومنتم او د نيوتن د حرکت دويم قانون ترمنځ کومې اړیکې شته؟



دوو توبونو ته چې دواړه یوشان کنلي لري، یو له بله سره تصادم ورکړئ، خه به پښ شې. په غور سره ددي مستلې په هکله د تولګي په بېلاړلو دلوکې بحث وکړئ او پایله پې تولګي ته وړاندې کړئ.

په پخوانۍ بحث کې مو د نيوتن د قانون په مرسته پیداکړل چې: $F\Delta t = m\Delta v$ او د معادلې د کین اړخ مقدار مو د امپولس په نامه یاد کړ. او س خپل پام د معادلې بنې اړخ ته راګرخوو. پوهېړو چې $\Delta v = v_2 - v_1$ لکه خنګه چې v_1 د جسم لومړني سرعت د t_1 په زمانه او v_2 دويم سرعت د t_2 په زمان کې دی، نو کولاي شو ولیکو:

$$m\Delta v = mv_2 - mv_1$$

د معادلې د بنې اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کنلي او سرعت حاصل ضرب افадه کوي. دغه حاصل ضرب د فزيکي مهمو کميتوونو خخه دی چې د مومنتم په نامه یاد شوي دی.

د تعريف پرينست د m يوه كتله چي د V په سرعت په حرکت کي د، د P مومنتم لرونکي دی چي د $\vec{P} = m\vec{V}$ له مخي افاده کېري. د مومنتم واحدونه په CGS او SI د سيستمونو کي عبارت دي له $Kg \cdot m/s$ او $gr \cdot cm/s$ او بعدي (ديامشن) معادله يې له $\left[\frac{M \cdot L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1} \right]$ خخه عبارت دي.

همدارنگه بايد ووایو چي د امپولس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواره يو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (6-3) شکل کي ورکړل شوي دي. په دې شکل کي هري يوله مومنتمونو حساب شوي چي په خرګنده توګه ليدل کېري. ددي لپاره چي د مومنتم په مفهوم بهه پوه شئ، کوبنښ وکړئ په خير سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولګيوالو سره بحث وکړئ.

$$V = 3 \times 10^5 \text{ m/s} \quad P = 5.0 \times 10^{-22} \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(a) پروتون}$$

$$V = 1 \times 10^3 \text{ m/s} \quad P = 1 \text{ kg m/s} \quad \text{(b) مرمي}$$

$$V = 20 \text{ m/s} \quad P = 2 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(c) لاري}$$

$$V = 3 \times 10^2 \text{ m/s} \quad P = 9 \times 10^7 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(d) بوونګ}$$

$$V = 1 \times 10^4 \text{ m/s} \quad P = 5 \times 10^7 \text{ kg m/s} \quad \text{(e) فضائي بېړي (سفينه) ابولو}$$

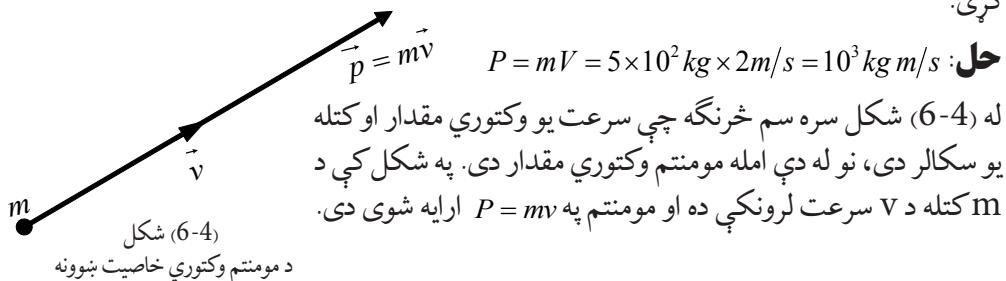
$$m = 5 \times 10^3 \text{ kg} \quad V = 3 \times 10^4 \text{ m/s} \quad P = 18 \times 10^{28} = 1.8 \times 10^{29} = 2 \times 10^{29} \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(f) حمکم}$$

$$m = 6 \times 10^{24} \text{ kg} \quad V = 1 \times 10^4 \text{ m/s} \quad P = 3 \times 10^{34} \text{ kg m/s} \quad \text{(g) ستوري}$$

$$m = 3 \times 10^{30} \text{ kg}$$

مثالونه

1 - د يوه اوين کتله د هغه له بار سره 500Kg ده او په 2m/s حرکت کوي، مومنتم يې حساب کړئ.



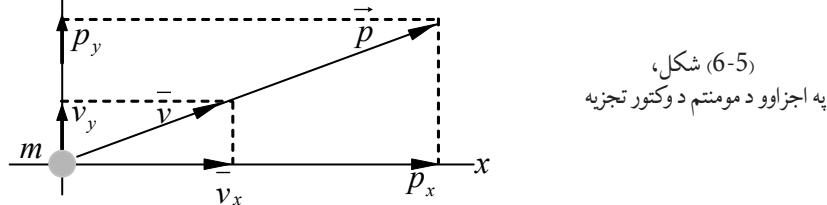
لکه خنګه چې د وضعیه کمیتونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، يو وکتور د وضعیه کمیتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزاوو تجزیه کېدای شي، ددې له مخې د P مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزیه کیدای شي چې په (6-5) شکل کې بنودل شوي دي. باید په ياد ولرو که چېږي مومنتم د X محور د مثبت لوري په نسبت د θ زاویه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

$$P = P_x = P \cos \hat{\theta} \quad \text{د مومنتم } P \text{ د مرکبه}$$

$$P = P_y = P \sin \hat{\theta} \quad \text{د مومنتم } P \text{ د مرکبه}$$

او د فيثاغورث له قضېي خخه:

$$P^2 = P_x^2 + P_y^2$$



په خپلو منځونو کې بحث وکړئ او د تمرین په حلولو پیل وکړئ

a. يوه لاري له 3000Kg کتلې سره په 30° زاویه د شمال ختيئ په لوري په 72 Km/h سرعت په حرکت کې ده، يو واګون چې د 1000Kg کتلې لرونکې دي، له خانه سره راکابري د X محور د ختيئ په لوري او د Y محور د شمال په لوري په نظر کې ونيسي. د لاري مومنتم د X او Y مرکبې پيداکړئ.

b. د آريانا مسافر وروزکې يوه الوتکه په ټولیزه توګه د 50000Kg کتلې لرونکې ده او په 900Km/h سرعت الوته کوي. که چېږي د الوتلو مسیر يې 135° د شمال لوپديئ په لوري، د مومنتم د X او Y مرکبې يې وتاکړ.

حل a: لرو چې:

$$P = m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72 km/h$$

$$= 4000kg \times \frac{72000m}{3600s} = 4000kg \times 20 \frac{m}{s}$$

$$P = 80000kg m/s = 8 \times 10^4 kg \cdot m/s$$

$$P_x = P \cos \hat{\theta} = 8 \times 10^4 kg m/s \times \cos 30^\circ$$

$$= 8 \times 10^4 \times 0.866kg m/s$$

$$P_x = 6.928 \times 10^4 kg m/s$$

$$Py = P \sin \hat{\theta} = 8 \times 10^4 \times 0.5kg m/s$$

$$Py = 4 \times 10^4 kg m/s$$

$$\hat{\theta} = 135^\circ = (d \text{ جنوب شرق په لوري})^\circ$$

حل b: لرو چې: $P = 50000kg \times 900 km/h$

$$= 5 \times 10^4 kg \times \frac{900 \times 10^3 m}{3600s}$$

$$= 5 \times 10^4 \times 2.5 \times 10^2 kg m/s = 1.2 \times 10^5 \times 10^2 kg m/s$$

$$P = 1.25 \times 10^7 kg m/s$$

$$Px = P \cos \hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \cos 45^\circ kg m/s$$

$$= -1.25 \times 10^7 \times 0.707kg m/s$$

$$Px = -8.84 \times 10^6 kg m/s$$

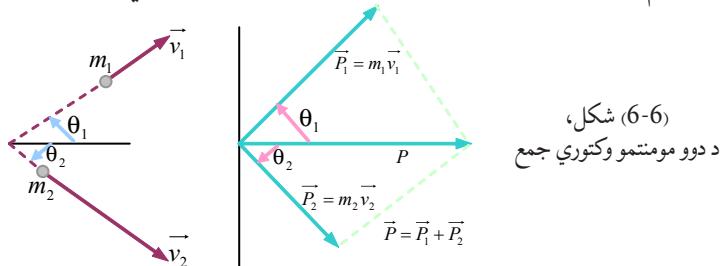
$$Py = P \sin \hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \sin 45^\circ kg m/s$$

$$= 1.25 \times 10^7 \times 0.707kg m/s$$

$$Py = 8.84 \times 10^6 kg m/s$$

د پونتنې له حل خخه پایله ترلاسه کېږي چې مومنت په دقیقه توګه یو وکتوری کمیت دی. ددي لپاره چې د یوه جسم مومنتم په بشپړه توګه مشخص کړو، مورباید د کتلي او سرعت حاصل ضرب او همدا راز د هغې د حرکت لوري و پېژنو. په تېرو خپرکو کې مود مکان د بدلون وکتورونه، د سرعت وکتورونه د تعجیل او قوي وکتورونه و پېژندل او پوه شو چې خنګه کولای شو، دوه یا خو یو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه یې وښیو؟

په همدي توگه موږ کولاي شو د مومنتم دوه یا خو وکتروونه د ساده محصلې ديو وکتور لاسته راورلو 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 مومنت لرونکې او همدارنګه د m_2 کتلې مومنتم $P_1 = m_1 V_1$ او د دواړو کنلو د سیستم د مومنت محصله له $P = P_1 + P_2$ خخه عبارت دي.



د محصلې مومنت د پیداکولو لپاره کولای شو د متوازي الاصلان او یاد مرکبود جمع کولو به دوو طریقو له یوی خخه ګټه واخلو. په یاد ولري چې:

$$P_1 \text{ د مومنتم د } X \text{ مرکبه} = m_1 V_1 \cos \hat{\theta}_1$$

$$P_1 \text{ د مومنتم د } Y \text{ مرکبه} = m_1 V_1 \sin \hat{\theta}_1$$

$$P_2 \text{ د مومنتم د } X \text{ مرکبه} = m_2 V_2 \cos \hat{\theta}_2$$

$$P_2 \text{ د مومنتم د } Y \text{ مرکبه} = m_2 V_2 \sin \hat{\theta}_2$$

خرنګه چې د محصلې وکتور د X او Y مرکبې په ترتیب سره د جمع شوو وکتروونو د X او Y مرکبو له مجموعې سره مساوی دي ، نو ددې له مخې:

$$P \text{ د مومنت د } X \text{ مرکبه} = P_x = m_1 V_1 \cos \hat{\theta}_1 + m_2 V_2 \cos \hat{\theta}_2$$

$$P \text{ د مومنت د } Y \text{ مرکبه} = P_y = m_1 V_1 \sin \hat{\theta}_1 + m_2 V_2 \sin \hat{\theta}_2 \quad \text{او:}$$

اوسل له هغه معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولاي شو په لاندې درې ګونو ادعګانو باور ولرو:

1. د یوه جسم مومنتم د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب خخه عبارت دي.
2. مومنتم یو وکتوری مقدار دي.

3. د جسمونو د یوه سیستم د مومنتم مجموعه د هر مومنت له وکتوری جمعې خخه عبارت ده.



بحث و کری:

د تولگی په بېلابلو دلوکې په دې هکله چې ولې کله چې يوه لارى او يوگوندی موئر په يو چول سرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې د لارى موئر چې کتلې بې دېره ده، د زیات مومنتم لرونکې وي؟ پایله بې تولگی ته واورووئ.

توضیح کړي: د A او B دو ه جسمونه په نظر کې ونیسی. که چیرې ($m_A = 3m_B$) وي، په دې حالت کې د A او B دو ه جسمونه کولاي شي، د یو چول مومنتم لرونکي وي. یعنې: $P_A = P_B$ ولې؟

اوسم د مومنتم د مفهوم په پوهيلو سره ددي پوبنتې په خپرلوبيل کوو چې د (F) د قوي او (P) مومنتم ترمنځ کوم چول اريکه شته؟ آيا قوه کولاي شي د یوه جسم مومنتم ته بدلون ورکړي؟ ددي موضوع د پوهيلو لپاره لاندې فعالیت ترسره کړي.

فعالیت:

هغه خه ته په پاملرنې چې په مخکینې فعالیت کې مو ترسره کړل. کوشښن وکړي چې همغه دوو توپونوته له دېږي قوي سره يو له بله تصادم ورکړي. خه به پیښ شي؟ توضیح ېږي کړي. د پورتني فعالیت په ترسره کولو به دې پایلې ته ورسيږي چې قوه کولاي شي چې د یوه جسم مومنتم کم او یا زیات کړي او یا د مومنتم په لوري کې بدلون منځ ته راوري.

6-3: قوه او مومنتم

ددي خپرکېي په پيل کې مو د نيوتن قانون د $F\Delta t = m\Delta V$ په بنه افاده کړ چې په بنسټېز چول د نيوتن د دويم قانون ($F = ma$) خخه استخراج شوي و. نيوتن د حرکت په باب د خپلوا دري ګونو قوانينو په بنسټيزه ويناکې، قوه د کتلې او تعجیل له جنسه نه، بلکې د مومنتم د زمانې بدلونونو د درجې له جنسه افاده کړي ده. په ياد ولرئ چې: $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta P$ دا رابطه بشي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د بدلونونو حاصل ضرب مساوی دي د جسم په مومنتم کې له بدلونونو سره د $m\Delta V$ د قيمت په تعويضولو سره په لومړي رابطه کې پایله ترلاسه کېږي چې $\Delta P = F\Delta t$ په Δt باندې د معادلي د دواړو خواوو له تقسيمولو خخه $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ لاس ته راخي. په ياد ولرئ چې ΔP په مومنتم کې بدلون له $Kg\ m/s$ واحد سره او د زمان انټروال دي. کله چې د F د قوه عمل کوي او د ΔP د تولید سبب ګرځي. نو د مومنتم بدلون او د زمان انټروال نسبت د مومنتم بدلونونو د زمانې منځني درجې خخه عبارت دي ور خخه پایله تر لاسه کوو چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د یوه جسم د مومنتم د بدلونونو له زمانې درجې سره مساوی ده.

وروستنى ادعا تقریباً همغه د نیوتن د دویم قانون اصلی بیان دی چې په خپله د هغه لخوا ارایه شوي دی. (د نیوتن د حرکت د قوانینو اصلی بیان په لاتیني ژیه کې ارایه شوي دی). همدارنگه په اسانی سره کولای شو، د نیوتن دویم قانون ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$) له وروستى رابطې خخه په ګټې اخېستلو هم د ثابتې کنلي ($m = \text{Cons tan } t$) په نظر کې نیولو سره په دې توګه لاس ته راړو.

فرض کړئ چې \vec{V}_1 د جسم لوړنې سرعت \vec{V}_2 د جسم نهایي سرعت د Δt په زمانی انټروال کې وي،

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= \frac{\vec{p}}{\Delta t} = \frac{m\vec{V}_2 - m\vec{V}_1}{\Delta t} = \frac{m(\vec{V}_2 - \vec{V}_1)}{\Delta t} \\ &= m \frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t} = m \cdot a \dots \dots \dots (3)\end{aligned}$$

له هغه خایه چې $\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$ عبارت دي د جسم له تعجیل (\vec{a}) خخه نو په (3) رابطه کې د قيمت په وضع کولو سره کولای شو وليکو: ($m = \text{Constant } t$) او ياكولای شو داسي وليکو: وروستى لاس ته راغلې رابطه، د نیوتن له دویم قانون خخه عبارت ده.

د امپولس - مومنتم قانون

موږ په پخوانیو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعريف کړل. اوس نبیو چې هغوي خه ډول په آسانی د نیوتن له دویم قانون سره تړلي دي. موږ پورته وښو ده چې قوه د مومنتم د بدلونونو له زمانی درجې سره مساوی ده، يعني: $F\Delta t = \Delta P$ او ياكولای شو داسي وليکو:

$I = F\Delta t$ د امپولس I د زمانی انټروال کې قوه د او $= \Delta P$ د قوي پرمت د تولید شوي مومنتم بدلون، نو کولای شو چې وليکو:

وروستى رابطه بیانوی چې: د یوې قوي امپولس چې پريوه جسم عمل کوي برابره ده، د نوموري جسم په مومنتم کې له منتجه بدلونونو خخه چې بیان شوي جمله د (امپولس - مومنتم) د قانون په نامه يادېږي. د (6-7) شکل دا قانون د لوړنې صفر مومنتم لپاره نبیي.



(6-7) شکل،
د لوړنې صفر مومنتم لپاره د (امپولس - مومنتم) د قانون بشونه

د M کتله په پیل کې د سکون په حالت کې وه او د I امپولس د MV په وروستني مومنتم کې چې په عددی چول مساوي له I سره دي، په کې اعمالېري. د (6-8) په شکل کې د M يوه کتله د $P_1 = mV_1$ د $P_2 = mV_2$ د $I = P_2 - P_1 = mV_2 - mV_1$ وروستني مومنتم په پایله کې بر لومړنۍ مومنتم لرونکې ده. په همدي چول د I یو امپولس د $I = P_2 - P_1 = mV_2 - mV_1$ وروستني مومنتم په پایله کې بر کتلې اعمالېري، نو ددي له مخې کولای شو ولیکو: د امپولس - مومنتم قانون د نیوپن د دویم قانون به تفصیل او توسعه ده، لاندې شکل لومړنۍ د خوبنې مومنتم د (امپولس - مومنتم) د قانون پرینسيپ بشي.

$$a) \quad \text{---} \rightarrow \quad \vec{P}_1 = m_1 \vec{V}_1$$

$$b) \quad \xrightarrow{\vec{s}} \quad \text{---} \rightarrow \quad \vec{V}_1 \rightarrow \quad \text{---} \rightarrow \quad \vec{P}_2 = m_2 \vec{V}_2$$

$$c) \quad I = m_2 V_2 - m_1 V_1 \quad \text{---} \rightarrow \quad \vec{V}_2 \rightarrow$$

(6-8) شکل

مثال:

د بې په فضایي بېرى (سفینې) کتیرولونکي انجونه چې 15000Kg کتله لري، د مخې په لور د خپلې بدنه د غورڅولو لپاره $N \times 10^5 \times 3$ قوه تولید وي. د سفینې د مومنتم بدلونونه په هغه حالت کې چې انجونه يې د 10s لپاره اور واخلي حساب کړئ. په سرعت کې به منتجه بدلونونه خومره وي؟ او د خومره مودې لپاره بايد ماشینونه فعالیت وکړي، ترڅو په سفینه کې $4 \times 10^4 \text{m/s}$ د سرعت بدلون رامنځ ته شي.

حل:

$$\Delta P = I = F \Delta t = 3 \times 10^5 \text{N} \times 10\text{s}$$

$$= 3 \times 10^6 \text{Kg m/s}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{3 \times 10^6 \text{Kg m/s}}{1,5 \times 10^4 \text{Kg}} = 200 \text{m/s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta P}{F} = \frac{m \Delta V}{F} = \frac{1,5 \times 10^4 \times 4 \times 10^4}{3 \times 10^5} = 2 \times 10^3 \text{s}$$

$$= 2000\text{s}$$

نو په دي مثال کې کله چې انجن د 10 ثانيو لپاره اور واخلي (فعال شي) په مومنتم کې منتجه بدلونونه $3 \times 10^6 \text{Kg}$ او په سرعت کې منتجه بدلونونه 200m/s ده. انجونه بايد د 2000s لپاره (تقریباً 33 دقیقې) فعالیت وکړي، ترڅو $40,000\text{m/s}$ د سرعت بدلون تولید کړي. په یاد ولري چې پورتنې سرعت

$$(4 \times 10^4 \text{m/s}) = \frac{4 \times 10^4 \times 10^{-3} \text{km}}{\frac{1}{3600} \text{h}} = 40 \times \frac{3600}{1} \frac{\text{km}}{\text{h}} = 144 \times 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 144.000 \text{Km/hr})$$

يو خورا ډېر لور سرعت ده. پورتنې مثال مورته د امپولس - مومنتم د قانون د ګټې اخښتني یو مورد را په ګوته کړ.

٤-٦: ضربه او د خطی مومنتم ساچل (تحفظ)

په پخوانی خپرکي کې مو د نيوتن دريم قانون په اړه چې د هر عمل لپاره هغه ته يو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصيل سره مطالعه کړ. د نيوتن دريم قانون په حقیقت کې په طبیعت کې د قوو د بنسټيزي څانګړتیا پایله ده چې تل ېپه خپلو کې په جوړه یې ډول (عمل او عکس العمل) واقع کېږي. کله چې يو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دویم جسم یوه مساوي او مخالف الجهته قوه پر لوړۍ جسم واردوي. اوس ددې حقیقت يو څای کول د نيوتن له دویم قانون سره د مومنتم پر بنستي، موږ ته د مومنتم د تحفظ قانون لارښونه کوي. که چېږي 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 اجزاءو ترمنځ ثابت دی. پورتني جمله د مومنتم د تحفظ قانون په بشپړه توګه بیانوی. له پورتني تعريف څخه د نيوتن دویم قانون دارنګه ليکو:

$$\Delta P = F \Delta t \quad \text{او یا} \quad F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

په وروستي رابطه کې F پر جسم (یا د اجسامو په سیستم) باندې عامله محصله قوه، Δt هغه زمانی انټروال دی چې د قوه په کې عمل کوي او ΔP د مومنتم منتجه بدلون دی. په خرګنده توګه که چېږي F صفر وي، یعنې که چېږي 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 چېږي د یوه کمیت بدلون د Δt په زمانی انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموري کمیت د Δt په زمان کې ثابت وي.

د مومنتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کwoo دوه جسمونه سره تصادم کوي، رائئ چې په لنډ ډول د هغه تصادم بیان کړو.

کله چې دوه جسمونه د تصادم د پیل په لحظه کې په خپلو کې سره لګېږي، هر یو پریل باندې یوه قوه واردوي چې ددې قوو کچه سره مساوي او لوري ېپه مخالفې وي. لکه خنګه چې دغه اعدا د تصادم په کوچني شبهه کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوې - زمان) منحنۍ د هرې قوي لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه دې پایلې ته رسپړو چې د هرې قوي امپولس د مقدار له اړخه یو له سره مساوي دي، نو د هر جسم د مومنتم بدلونونه مساوي او لوري ېپه مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سیستم کې د مومنتم ټولیز بدلونونه د متقابلو اغېزو (د تصادم عمل) په پایله کې له صفر سره مساوي دي. په دې معنا چې د دوو جسمونو په مومنتم کې د بدلونو مجموعه له ټکر څخه تر مخه او له ټکر څخه وروسته په دقیقه توګه له صفر سره مساوي دي. دا بیان خرګندوی چې مومنتم د یوه تصادم په متقابلو اغېزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاتې کېږي.

خانگري حالت: په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم خانگري ډول بنودل شوي دي.

$$m \xrightarrow{\vec{V}_0} M$$

a - له تصادم خخه تر مخه

د مومنتم تحفظ د دوو ګتلوا
په خطي تصادم کې

$$m \xrightarrow{\vec{V}} M$$

b - له تصادم خخه وروسته

لومړني جسم د m په کتلي او v_0 سرعت له دویم جسم سره چې د M کتلي لرونکي دي ټکرکوي او په پايله کې دواړه کتلي یو له بله سره یو خای کېږي او د v په سرعت خپل حرکت ته دوام ورکوي. اوس له تعريف سره سم کولاۍ شو وليکو:

$$P_0 = mV_0 = \text{له تصادم خخه تر مخه مومنتم}$$

$$P = (m + M)V = \text{له تصادم خخه وروسته مومنتم}$$

$$P_0 = P = \text{د مومنتم د تحفظ له قانون خخه}$$

$$mV_0 = (m + M)V = \text{او یا:}$$

ددې له مخې له تصادم خخه وروسته سرعت لپاره کولاۍ شو وليکو:
باید یادونه وکړو چې د m ، M او v_0 د قيمتونویه لړو سره له تصادم خخه وروسته د دواړو یو خای شوو ګتلوا V حاصل شوي سرعت محاسبه کړو.

د (6-10) شکل د m یوه ګتله د v_0 له سرعت سره د M له دویمې ساکنې کتلي سره تصادم (ټکرکړي او له تصادم خخه وروسته، m د v په سرعت او M د V په سرعت یو دبل په مخالف لوري کې په حرکت رائخي. خرنګه چې په دې ټکرکې مومنتم محفوظ دی، نو له مخې یې:

$$mV_0 = MV + (-mv) = MV - mv$$

$$m \xrightarrow{\vec{V}_0} M$$

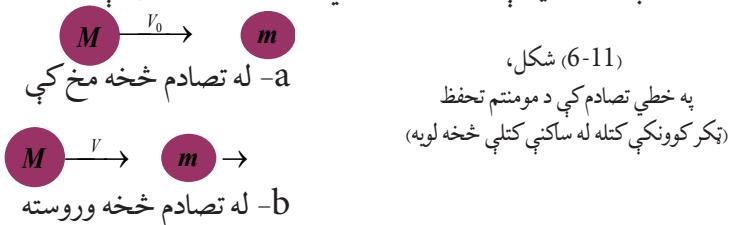
-a مخکې له ټکر خخه

$$\xleftarrow{v} m \quad M \xrightarrow{V}$$

-b - له ټکر خخه وروسته

(6-10) شکل،
په خطي ټکرکې د مومنتم تحفظ
(ټکرکوونکي ګتله له ساکنې کتلي خخه کوچنی)

پورتى رابطه په خرگند ډول بیانوی چې له تصادم خخه د مخه مومنتم مساوي دی له تصادم خخه وروسته مومنتم سره، که چیرې تصادم کوونکې کتله د مستقيم خط پرمخ په یو تصادم کې له ساکنې کتلې خخه لویه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم خخه وروسته یو له بله خخه ليري کېږي او په همدي یوه لوري کې په حرکت راخي. په (6-11) شکل کې بنوبل شوي دي.



(6-11) شکل،

په خطې تصادم کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې خخه لویه)

د دې ځانګړي حالت لپاره د مومنتم د تحفظ قانون لاندې شکل اختياروي:

$$MV_0 = MV + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقيم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقيم خط پرمخ بنوبل شوي دي.

په دې حالت کې:

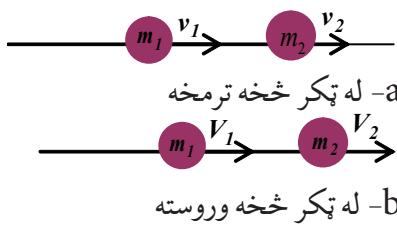
$$\begin{aligned} P_{before} &= P_b = m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ P_{after} &= P_a = m_1 V_1 + m_2 V_2 \end{aligned}$$

د مومنتم د تحفظ له قانون خخه: $P_b = P_a$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 V_1 + m_2 V_2$$

نو ددې له مخې:

د m_1 او m_2 ورکړ شوو کتلو او v_1 او v_2 تاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستني سرعتونه به له تصادم خخه وروسته v_1 او v_2 وي. د لمړنې قيمت د ورکړ شوو تاکلو قيمتونو لپاره m_1 ، m_2 ، v_1 او v_2 دنهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځ ته کیداړ شي، خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قيمتونو لپاره د پورتنې معادلي صحت او د مومنتم د تحفظ د قانون د صحت په پایله کې په هغه کې تحقق مومي.



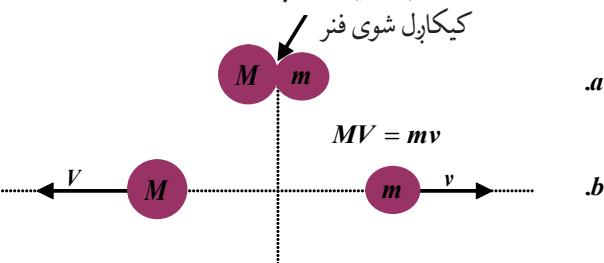
(6-12) شکل،
د مستقيم خط پرمخ ټکر د مومنتم
د تحفظ عمومي حالت

د مومنتم د تحفظ يوبل په زره پوري مثال په (6-13) شکل کې بنوبل شوي دي. د m او M له کتلو سره دوه جسمونه د يوه فنر په دواپو خواوو کې تر فشار لاندي نيوں شوي، يو له بل سره کلک نيوں شوي دي. په هغه گړي کې چې جسمونه خوشې شي، د فنر قوه يې په دوو اړخونو ضربه واردوی. په هر يو جسم باندي د واردې شوي قوي اندازه په هره شبيه کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول يو له بل سره مساوي او پرکتلود دوارد شوو قوو لوري يو د بل په خلاف دي. ددي له مخي د هغې قوي اړپولس چې په M عمل کوي، په کچه کې مساوي، خود هغه قوي له اړپولس سره په مخالف لوري کې دي چې د m پرکتلې عمل کوي. هره کتله د شوبت کيدلو په پايله کې عين مقدار مومنتم لاس ته راوري او ددي مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه يې صفر ده. يعني خرنګه چې مومنتم له خوشې کيدو تر مخه صفر وو، اوس هم مومنتم په هماګه ډول له خوشې کيدو وروسته صفر دي. له پورتنيو بحثونو خخه که چېږي د مومنتم سکالاري اندازو ته پام وکړو، ويه مومو چې هغوي باید يو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دويم خلی پاملرني سره کولای شو ولیکو: $mv = MV$

کیکارل شوي فنر

(6-13) شکل،

د هغه کتلود مومنتم تحفظ چې د فنر
په واسطه دواپو خواوته شوبت شوي دي.



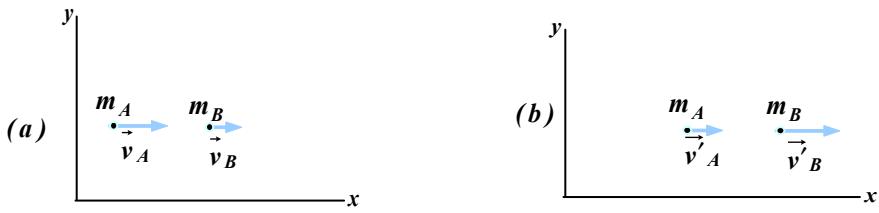
دا پايله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقيم تطبيق (پرته له پورتنيو خرگندونو) خخه کيداي شي لاس ته راشي چې له مخي بې لوړنې مومنتم باید له نهایي مومنتم سره مساوي وي او په دې مثال کې د دواپو مومنتمونو برخې په بشپړه توګه صفر دي.

5-5: ارجاعي تکر (تصادم)

ارجاعي تصادم خه شي دي؟ او د فزيک له اړخه خنګه خېړل کېږي؟

ارجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم خخه دي چې په کې د مومنتم او میخانیکي انرژۍ د تحفظ قوانین دواړه صدق وکړي. ددي ډول تکر د بهنه 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.

اوسم دا دواړه جسمونه له تکر خخه تر مخه او له هغه خخه وروسته تر مطالعې لاندي نيسو: فرض کوو چې له (6-14) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له تکر خخه د مخه په ترتیب سره د V_A او V_B سرعتونه او له تصادم خخه وروسته د V'_A او V'_B سرعتونه لري.



شکل (6-14)

کله چې $o < V$ وي، جسم د X پر محور بني لوري ته او کله چې $o < V$ وي، جسم د X پر محور کين لوري ته حرکت کوي.

د مومنتم د تحفظ له قانون سره سم، په دې ډول ټکر کې د سیستم مجموعی مومنتم له ټکر خخه مخکي او وروسته ثابت پاتې کېږي، نوکولاي شوليکو چې:

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V'_A + m_B V'_B \quad \dots \dots \dots (1)$$

په همدي ډول د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د ټکر کونکو جسمونو د حرکي انرژي مجموعه له ټکر خخه ترمخه او له ټکر خخه وروسته مساوي ده، یعنې:

$$\frac{1}{2} m_A V_A^2 + \frac{1}{2} m_B V_B^2 = \frac{1}{2} m_A V'_A^2 + \frac{1}{2} m_B V'_B^2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

په هغه صورت کې د دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم خخه د مخه معلوم دي، د (1) رابطي خخه په ګټې اخېستلو کولاي شو، د A او B دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم خخه وروسته داسې په لاس راواړو:

$$m_A (V_A - V'_A) = m_B (V'_B - V_B) \quad \dots \dots \dots (3)$$

په همدي ترتیب له (2) رابطي خخه په ګټې اخېستلو سره د حرکي انرژي لپاره ليکو چې:

$$m_A (V_A^2 - V'_A^2) = m_B (V'_B^2 - V_B^2) \quad \dots \dots \dots (4)$$

له الجبری (4)، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول ليکلای شو:

$$m_A (V_A - V'_A) (V_A + V'_A) = m_B (V'_B - V_B) (V'_B + V_B) \quad \dots \dots \dots (5)$$

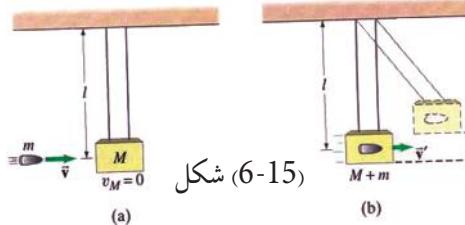
او س په (3) رابطي باندې د (5) رابطي په وېشلو او د $V'_B \neq V'_A$ او $V'_B \neq V_B$ په فرضولو سره لرو چې:

$$\begin{aligned} V_A + V'_A &= V'_B + V_B \\ V_A - V_B &= V'_B - V'_A \quad \text{اويا} \\ V_A - V_B &= -(V'_A - V'_B) \quad \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

(6) وروستی رابطه یوه چېره مهمه او په زړه پوري رابطه ده، د تصادم دا رابطه ددي یانوونکې ده چې په یوه ارتجاعي تصادم کې د دوو ټکر کونکو جسمونو د سرعتونو تفاضل له ټکر خخه د مخه او وروسته يوله بله سره برابر، خويو له بل خخه په خلاف لوري دي.

6-6: غیر ارجاعي ټکر

غیر ارجاعي تصادم یا ټکر خه شى دی؟ د ارجاعي او غیر ارجاعي تصادم ترمنځ خه ډول توپير شته؟ غیر ارجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم خخه دی چې په هغه کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي. خود میخانیکي ائرژي د تحفظ قانون صدق ونه کړي. په دې ډول تصادم کې د میخانیکي ائرژي د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دليل دی چې د سیستم د حرکي او پوتانسیل ائرژي مجموعه ثابتنه نه پاتې کېږي. یعنی په دې ډول تصادم کې شونې ده چې میخانیکي ائرژي په حرارتی ائرژي، صوتی ائرژي او یا کار ته د شکل بدلون ورکړي.



(6-15) شکل

نو ددې له مخې د غیر ارجاعي تصادمونو لپاره، یوازې کیدای شي د مومنتم د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونيسو. په غیر ارجاعي تصادمونو کې معمولاً تصادم کونکي جسمونه له تصادم خخه وروسته يوله بله سره نسبتي او په عين سرعت حرکت کوي.

د غیر ارجاعي تصادم د پېژندلو لپاره یو بنه مثال له بالستيکي رقصي (Ballistic Pendulum) خخه عبارت ده چې په مرسته یې کولای شو د مرمى سرعت اندازه کړو.

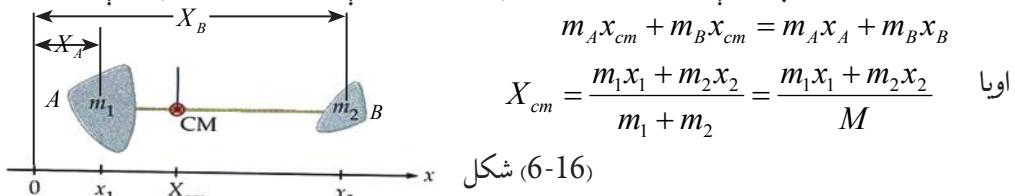


د تولګي په مختلفو ډلو کې د مرمى د سرعت د پیداکولو طریقہ د بالستيک رقصي پرمت و خپرئ او پايله یې تولګي ته ورائندې کړي.

6-7: د ثقل مرکز

په پخوانیو تولګي کې د ثقل مرکز له مفهوم او دا چې خنګه کولای شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مرکز پیداکړو، بلديتا ترلاسه کړه، خو آيا تراوسه موله خانه پوبنتنه کړي ده چې خرنګه کولای شو د اجسامو د یو سیستم او يا د هغه ذرو د ثقل مرکز چې د یو مستقیم خط پر مخ قرار لري. لاس ته راپرو؟ او يا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سیستم او يا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو؟ د پورتنيو پوبنتنه د خوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونيسي، په دې شکل کې دوھ جسمونه د m_B او m_A په کتلو شتون لري چې د هر يو واټن د X د محور له مرکز (د دوران محور) خخه له x_A او x_B د خخه عبارت دي.

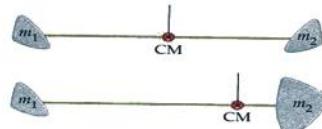
ددي سيستم د نقل د مرکز د لاس ته را پرلو لپاره چي له دوو جسمونو (له دوو ذرو خخه نمایندگي کوي) جور شوي دي له لاندي رابطي خخه گته ترلاسه کېري، نو له دوراني تعادل خخه پوهيره چي:



په دې رابطي کې X_{cm} د سيستم د نقل مرکز فاصله د X محور له مرکز خخه دي. د رابطي د ساده کولو

$$M = m_A + m_B \quad \text{او} \quad m_B \quad \text{په نښه نښيو، یعنې:}$$

لپاره د m_A او m_B دكتلو مجموعه د M د قيمت په وضع کولو (1) رابطي لاندي شکل خانته نيسی:



(6-17) شکل

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

اووس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندي نيسو:

1 - په هغه صورت کې چې يوه کتلله له بلي خخه لویه مثلا $m_1 > m_2$ وي، په دې حالت کې ددي دوه جسمي (دوه ذره يې) سيستم د نقل مرکز هغه جسم ته نژدي دي چې د لوېي کتلي لرونکي وي.

2 - که چيرې د سيستم ټوله کتلله په يوه نقطه مثلا m_2 يا (B) په نقطه کې وي، په دې صورت کې به $m_1 = 0$ وي او کولاي 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 چيرې سيستم له دوو جسمونو (ذرو) زيات تر n ذرو پوري وي، په داسي حالت کې د (1) رابطي پر بنست کولاي شو ولیکو چې:

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots$$

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{M}$$

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i X_i}{M}$$

وروستني رابطي د اجسامو يا د ذرو سيستم د نقل مرکز د لاسته را پرلو لپاره يوه کلي رابطي ده. همدارنگه د \bar{y} محور لپاره په آسانۍ کولاي شو، په اثبات ورسوو چې:

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i Y_i}{M}$$



د شپړم خپرکي لنډيز

- د خطې مومنتم او امپولس په مبحث کې دوه اصله (امپولس - مومنتم) او (د خطې مومنتم تحفظ) د بنسټېزو قوانینو او قاعدهو په نامه ياد شوي دي.

- امپولس يا ضربه یو وکتوری کمیت دی چې د قوې او وخت له حاصل ضرب خخه عبارت دي.

$$\vec{I} = \vec{F}_{av} \cdot \Delta t$$

- امپولس د نیوتن د دویم قانون په نظر کې نیولو سره په حقیقت کې له ΔP خخه عبارت دي، یعنې:

$$\vec{I} = \vec{F}_{av} \cdot \Delta t = \vec{\Delta P}$$

- د یوه جسم خطې مومنتم د m له کتله او v سرعت سره له $\vec{P} = m\vec{V}$ خخه عبارت دي.

- مومنتم یو وکتوری کمیت او \vec{v} له وکتور سره هم لوری دي.

- د خو جسمونو خخه په جور په شوی سیستم کې د ټول سیستم خطې مومنتم په جلا توګه د هر یوه جسم د مومنتونو له مجموعې خخه عبارت دي، یعنې:

$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots = \sum_{i=1}^n P_i$$

- مومنتم د نیوتن د دویم قانون په نظر کې نیولو سره له: $\sum \frac{\vec{F}}{\Delta t}$ خخه عبارت دي، یعنې پريوه جسم د واردو شوو قوو مجموعه د زمان له نظره د مومنتم له بدلون سره مساوی دي.

- د یوه جسم لپاره د مومنتم تحفظ هغه مهال بر قراره کیدای شي چې په جسم د واردو شوو قوو مجموعه له صفر سره مساوی وي.

- د جسمونو په سیستم کې هغه وخت د مومنتم د تحفظ قانون برقرار کیدای شي چې په سیستم کې د بهرينو قوو مجموعه له صفر سره مساوی وي.

- ارتجاعي تصادم له هغه تصادم خخه عبارت دي چې په هغه کې د مومنتم او میخانیکي انرژي د تحفظ قوانین دواړه صدق کوي.

- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کوونکو دواړو جسمونو د سرعتونو تفاضل له تصادم خخه مخکې او له تصادم خخه وروسته یوه اندازه، خو یو دبل په خلاف لوري دي.

- غير ارتجاعي تصادم له هغه تصادم خخه عبارت دي چې په هغه کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د میخانیکي انرژي د تحفظ قانون په کې صدق نه کوي.

- د اجسامو یا ذرو سیستم د ثقل مرکز د لاس ته راولو لپاره له لاندې رابطو خخه گته اخپستل کېږي.

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i Y_i}{M} \Rightarrow \text{محور په نسبت } y \Rightarrow X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i X_i}{M}$$

د شپرم خپرکي پونتنی

1. د يوه جسم مومنتم عبارت دي د جسم د او له حاصل ضرب خخه.
2. د نيوتين د دويم قانون له مخچي پر يوه جسم د وارده قوو مجموعه د پر له نسبت خخه عبارت دي.
3. امپولس په بدلونونو خخه عبارت دي.
4. په ارجاعي تصادمونو کې د دوو تصادم کوونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم خخه مخکې او وروسته يو له بله سره خو ديوانل په لوري دي.
5. له لاندي خوابونو خخه کوم يو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.

(الف) $N \cdot s$ **(ب) N/s** **(ج) $N \cdot m$**

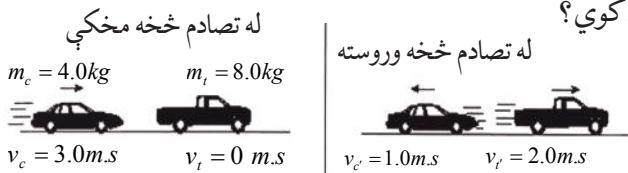
6. له لاندي خوابونو خخه کوم يو پر جسم د عمل کوونکې قوي له مجموعي سره مساوي دي.

(الف) ΔE **(ب) $m \cdot \Delta v$** **(ج) $\frac{\Delta P}{\Delta t}$**

7. که چيرې د دوو جسمونو مومنتم يوشان وي، په پايله کې حرکي انرژي له کتلي سره له لاندېنيو رابطو خخه کومه يوه لري؟

(الف) مستقيم **(ب) معکوس** **(ج) هیڅ اړیکه نه لري** **(د) يو له بل سره متناسب**

8. لاندي تصوير د دوو لابراتواري موټير ګيو تصادم بنې چې په ترتیب سره د 4Kg او 8Kg کتلي لري. له تصادم خخه وروسته د A موټر له $1m/s$ سرعت سره دشاپه لور او د B موټر له $2m/s$ سرعت سره د مخچي په لور حرکت کوي. ددي معلوماتو پرښت له لاندي خوابونو خخه کوم يو د مومنتم او حرکي انرژي په هکله صدق کوي؟



مومنتم	حرکي انرژي
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت نه دې موندلی	تحفظ صورت نه دې موندلی
تحفظ صورت نه دې موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت نه دې موندلی	تحفظ صورت نه دې موندلی

الف:

ب:

ج:

د:

9. په لاندې شکل کې که چیرې د اصطکاک قوه د هر کيلو گرام په وړاندې 0.25 نيوتن وي او جسم د سکون له حالت خخه په حرکت کې راشي، له خو ثانيو وروسته به یې مومنتم 5Kg m/s ته ورسپېري؟

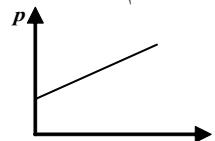
(d) 3.2 ثانې

(ج) 1.6 ثانې

$$F = 4 \text{N}$$

(الف) 1.25 ثانې

10. د ډیوی فضایی بېړۍ لپاره د لاندې ګراف د y عمودي محور د P مومنتم او د X افقی محور د t زمان رابنې. له لاندې څوابونو خخه کوم یو د خط له میل خخه عبارت دي؟



(الف) د سفینې کتله

(ب) د سفینې سرعت

(د) د سفینې پرمخ عمل کوي.

11. یو جسم د 5N ثابتې قوې لاندې د سکون له حاله په 1.5m/s^2 تعجيل سره په حرکت رাখي، له 6 ثانيو خخه وروسته د جسم مومنتم خو Kg m/s کېږي؟

(الف) 20 (ب) 22.5 (ج) 30 (د) 45

12. خه شی باید په یوه جسم تطبیق شي، تر خو د هغه سرعت او یا حالت ته بدلون ورکړي؟

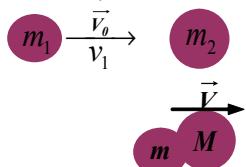
13. د قوې امپولس تعریف کړئ.

14. د m د کتلې لرونکې جسم مومنتم چې د v په سرعت په حرکت کې دي، تعریف کړئ.

15. د خطې مومنتم د تحفظ قانون بیان کړئ.

16. خه ډول د (امپولس - مومنتم) او (د مومنتم تحفظ) قوانین د نيوتن قوانین تعقیبوی؟ بیان یې کړئ.

17. په شکل کې $v_1 = 25 \text{m/s}$ او $V = 2 \text{cm/s}$ ، $m_1 = 5 \text{gr}$ ، $m_2 = 10 \text{gr}$ دی، د M کتله او د دویمې لومړنی سرعت v_2 حساب کړئ.



18. په لنډ ډول د دوو جسمونو په تصادم کې د مومنتم تحفظ چې نوموري جسمونه د مستقيم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړئ.

19. د $s \cdot 300 \text{N}$ یو امپولس پر یو جسم چې کتله یې 2Kg ده واردېږي، ددې کتلې په سرعت کې بدلون وړتاكې.

20. یو جسم چې 10gr کتله لري، د 10m/s سرعت لرونکې دی. که چیرې $1000 \text{dyne} \cdot \text{s}$ امپولس پر ډې کتلې وارد شي، د کتلې وروستني سرعت حساب کړئ.

21. يو ماشوم له 21Kg سره پرييو وروکي بایسکل چې 5.9Kg کتله لري، سپور او په 4.5m/s سرعت د شمال ختیج په لور په حرکت کې دي.

a. د ماشوم او بایسکل مجموعي مومنتم خومره دي؟

b. د ماشوم مومنتم خومره دي؟

c. د بایسکل مومنتم حساب کړئ.

22. د فوټ بال یو توب له 0.5Kg کتله او 15m/s سرعت سره د شمال په لور شوټ کېږي، یوساکن شخص په 0.02s زمان کې هغه نيسې او دروي ېې. کومه قوه د نیونکي لخوا په توب وارده شوې ده؟

23. د کرکت د هر توب کتله 0.5Kg ده، که چېري شين رنګه توب په 12m/s سرعت له آبې رنګه توب سره چې ساکن دې، تصادم وکړي. (فرض کوو چې د لوپې دوخت په اوږدوکې، توونه له اصطکاک پرته پريوې سطحې حرکت کوي).

د آبې رنګه توب نهایي سرعت په لاندې حالتونو کې پیداکړي.

a. شين رنګه توب له آبې توب سره له تکر خڅه وروسته درېږي.

b. شين توب له تصادم خڅه وروسته خپل حرکت ته له $v'_1 = \frac{m}{s}$ سرعت سره په عین لوري کې دوام ورکوي.

24. د لاندې تمرينونو لپاره مناسب شکلونه رسم او هغه حل کړئ.

a- فرض کړئ چې د m کتله د (a) په شکل کې یو واګون ده 600Kg

کتله سره او د M بل واګون له 900Kg کتله سره ده. د واګونونو سرعت له تصادم خڅه وروسته چې په خپلو کې سره یو خای کېږي. محاسبه کړئ.

(څواب: 0.8m/s ده).

b- فرض کړئ د (b) په شکل کې m د تينس توب له 20gr کتله سره او M دالیال توب له 500gr کتله سره ده. که چېري د تينس د توب لمړنۍ سرعت/s 20 او نهایي سرعت ېې له تصادم خڅه/s 10 په هغه لوري کې چې په شکل کې ليدل کېږي، وي. د والیال د توب سرعت پیداکړئ.

(څواب: 120cm/s ده).

c- د (b) په پورتني شکل کې فرض کړئ چې M یوه 10 گرامي سکه او یوه 5 گرامي سکه وي. په هغه صورت کې چې $s = 2 m/s$ او $V_1 = 1 m/s$ د $V_2 = 0.5 m/s$ ده. (څواب: $\frac{cm}{s}$ 50 ده).

25. يوه تسله له 0.015kg کتله سره بني لورته له 22.5cm/s سرعت سره له اصطکاک خڅه پرته پريوې سطحې رغپري، له یوې بلې تسلې سره چې له 0.015kg کتله او 18cm/s سرعت سره کین لورته حرکت کوي، يو ارتجاعي تصادم کوي. له تکر خڅه وروسته لمړنۍ تسله له 18cm/s سرعت سره په حرکت راځي. د دویمي تسلې سرعت له تصادم خڅه وروسته پیداکړئ.

26. يو موټر له 500Kg کتله سره په 15m/s سرعت د جنوب په لور له یوې 4500Kg 4 لاري سره چې د تراfibekي اشارې لپاره درېدلې ده، تکر کوي. موټر او لاري یو له بله سره نښتي او له تکر خڅه وروسته یو له بل سره یو خاي په حرکت راځي د موټرونونو د مجموعي کتلونهایي سرعت پیداکړئ.



ولې د اويود بندونو قاعدي د هغه په مصونيت کې خه اهميت لري؟ دا جور وي؟

په یو موټر کې د مایع برک د هغه په مصونيت کې خه اهميت لري؟ دا خپرکي به له تاسو سره مرسته وکړي، ترڅو سیالونه د سکون په حال او هغه قوي چې د هغه پرمت منځته راخي، زده کړي. همدارنګه د فشار صعودي قوو او نور مفاهيم به د تجربو او هغه فعالیتونو په ترسره کولو چې کولای شي د سیالونو د خواصو په هکله تاسو ته علمي مهارتونه او گټوره پوهه چمتو کړي، زده کړي او په پایله کې به تاسو وکولای شي مطرح شوو او نورو پوبنتنو ته خواب ورکړي او د مباحثې يا خبرو اترو پېښت به په دې خپرکي کې پردي بریالي شي، چې:

- سیال تعريف کړای شي.

- د سیالونو پرمت واردہ فشار بیان کړای شي.

- په یوه نقطه کې د مایع فشار د هغې کثافت، دیوې مایع نقطې ژوروالي او د جاذبې تعجیل ترمنځ رابطه پیداکړاي شي.

- تحلیل کړای شي چې په خه ډول د اتموسfer فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.

- د پاسکال قانون بیان کړای شي.

- دا وښودلای شي چې په خه ډول له مونو متر خخه په تړلو محفظو کې د سیالونو د فشار د اندازه کولو لپاره ګټه اخپستل کېږي.

- د سیالونو د فشار او صعودې قوي ترمنځ رابطه بیان کړاي شي.

- دریاضي مسئلي، د فشار، پاسکال او ارشميدس له قوانینو خخه په ګټې اخپستلو حل کړاي شي.

- په سیالونو کې د یو جسم د ډویډو یا لامبووهلو په هکله وراندوينه وکړاي شي.

7-1: سیالونه

په مایع حالت کې د اجسامو مالیکولونه د اتصاق (نبنتلو) له کمزورو قوو سره يو له بله سره ترل شوي دي. هغوي ثابتو موقعیتونو ته مقید نه دي، بلکې يو د بل پرمخ په بنویدلو په آزاده توګه له يو موقعیت خخه بل موقعیت ته د مکان بدلون کوي. بناءً مایعات ټاکلی حجم لري او کولاي شي روان اوسي او په هغه لوسي کې چې اجول کېږي، د هغه شکل خانته اختياروي.

همدا راز د مایعاتو مالیکولونه يو له بله سره نژدي دي او د فشار ورکونکو قوو په وړاندې مقاوم دی. لکه خنگه چې مایعات عملاً د تراکم ورنه دي. د ګاز په حالت کې ذري يو له بله خخه ډېره فاصله لري او اتصاق یا نبنتلو او لګیدلو قوې يې ترمنځ هومره کوچنۍ دي چې د صرف نظر وردې.

له دي امله هغوي د مایعاتو مالیکولونو په پرتله ډېر په آزاده توګه يو له بل خخه په ليرې واتېن کې حرکت کولاي شي او ټاکلی شکل نلري، هرې خواته خپرېږي او په آسانې سره متراکم کېږي. خرنګه چې هم مایعات او هم غازات له خپل لړ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل بدلون کوي او د سیالیتا ورتیا لري، له همدي امله دي چې هغوي د سیالونو¹ په نامه یادوي.

د سیالونو فشار

لکه خنگه چې تاسو پوهېږئ فشار په ظرف کې د سیال په هره نقطه کې د سطحې پر واحد باندې د عمودي وارده قوې له مقدار خخه عبارت دي چې کيدای شي داسې ولیکل شي: $\frac{\text{قوه}}{\text{سطح}} = \text{فشار}$

$$\text{او یا د سمیول په لیکلو: } P = \frac{F}{A} \text{ دی.}$$

د SI د اندازه کولو په سیستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) خخه دي او مساوي دي له:
نیوتن $\frac{N}{m^2}$ یا مترمربع
مثال:

د یوه کتاب لخوا واردہ فشار چې $0.16m^2$ مساحت او $8N$ وزن لري، خومره دي؟ حساب بې کړئ.

حل:

لومړۍ مرحله: لاندې معلومات ورکړل شوي دي:
 $A = 0.16m^2$
 $F = 8N$

د دویمه مرحله: د فشار معادله ولیکي.
 $P = \frac{F}{A}$

1 د سیال کلمه د بهیلولو یا جریان پیداکولو د ورتیا مفهوم رسوي او له همدي امله دا کلمه په یوه وخت کې د مایعاتو او غازاتو لپاره کاربندلي ده.

دوبیمه مرحله: د مساحت او قوی د ورکپل شوو قیمتونو په وضع کولو سره د P فشار حساب کړئ

(مرسته: وزن د جاذبې قوی له اندازې خخه عبارت دي).

$$P = \frac{8}{0.16} = 50 \frac{N}{m^2} = 50 Pa$$

پوښتنی:



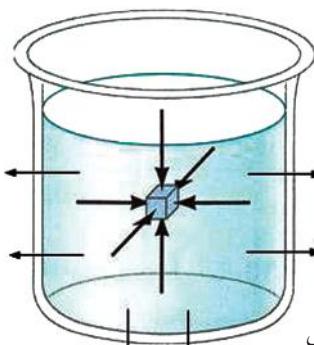
1. د یو کاتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې $6000 N$ او د قاعدي مساحت یې $3 m^2$ دی، خومره دي؟ پيداې پکړي.

2. د یو پېږینې تختې وزن پیداکړي چې مساحت $12 m^2$ دی او $25 Pa$ فشار پر خمکې واردوی؟

د 7-2: د مایع فشار اندازه کول

کله چې د لامبلو په یوه چنډا کې تراویو لاندې لامبې، د اویو فشار د خپلو غورونو په پردو کې حس کولای شي. خه شی ددې فشار سبب کېږي؟ په آسانۍ سره ویلاي شو چې ددې فشار لامل، د اویو وزن ستاسو پر بدن دی چې تاسو مقابل لوري ته ډیکه کوي.

7-1) شکل



د (7-1) شکل د اویو په یو، ډک لوښې کې یو غوته شوي جسم بنېسي.

مایع په جسم او د لوښې پر جدارونو قوی واردوی، قوی د جسم د سطحې او د لوښې جدارونو پر هره نقطه کې په عمودي ډول واردېږي.

فعالیت:



اویه خرنګه پر اجسامو فشار واردوی؟

اړین توګو: بلاستیکي کڅوره، سنجاق او اویه

کېفلاړه:

1- کڅوره له اویو خخه ډکه کړئ.

2- کڅورې ته په سختې فشار ورکړئ او په چټکې سره یې په خو نقطو کې په سنجاق سوری کړئ.

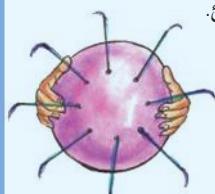
3- خپل مشاهدات ولیکي.

4- له خپلې ډې سره پر لیکل شوو مشاهداتو بحث وکړئ.

5- ستاسو پایله ترلاسه کول له دې فعالیت خخه شه شي دي؟

ستاسو ولidel چې اویو د کڅورې د سطحې له سوریو خخه په ټولو لوروکې

په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار به ټولو لوروکې د سطحې په هره نقطه کې عمود دی.



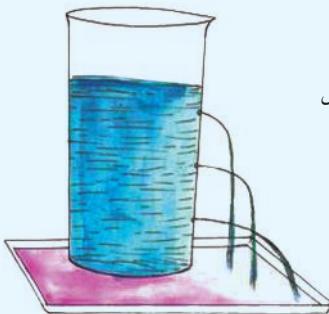
7-2) شکل

په خه ډول د اویو د فشار کچه د اویو د ژوروالي په نسبت توپیر کوي؟
ددې پوبنتې څواب د لاندې فعالیت په ترسره کولو لاس ته راواړلای شئ.



فعالیت: فشار او ژوروالي

اړین توکي: اوږده حلبي قطعی، موم، یا خمیره سوری کونکی او اویه
کړنلاره:



(7-3) شکل

1- د قطعی یوه خوا درې خایه په مساوی ډول سوری کړئ.

2- سوری په موم یا خمیرې بند کړئ.

3- حلبي قطعی له اویو خخه ډکه کړئ.

4- سوری پرانیزئ.

5- خپل مشاهدات نوبت کړئ.

لاندې پوشتنو ته له خپلې ډلي سره څواب ووای.

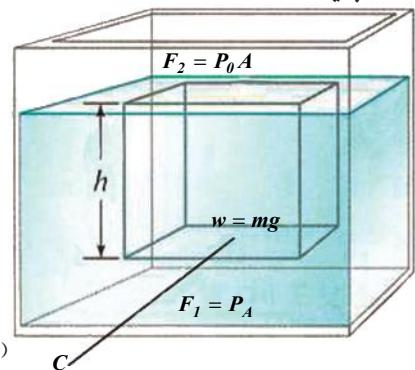
• له کوم سوری خخه اویه په تېزی او ډېر شدت فواره کوي؟

• په کوم سوری کې فشار ډېر دي؟

له لاندې فعالیت خخه کولای شو پایله ترلاسه کرو چې د اویو فشار د ژوروالي په زیاتېدو سره ډېرېږي.

د مایع په یوه تاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي ترمنځ رابطه

د (پ) 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 چېږي چې د مایع ارتفاع یا ژوروالي h دی، لاس ته راواړو.



(7-4) شکل

له مایع خخه ډک لوښي په نظر کې ونیسې چې د A په ارتفاع او د h په قاعدي یو مکعب په کې غوتې وهی. ددې بېلګه یېز مکعب لوروالی برابره ده، د C نقطې له ژوروالي خخه د اویو تر سطحې (h) پورې. رائخې چې ددې فرضي مکعب پورتنيو او لاندېنیو سطحو باندې عاملي قوي مطالعه کرو. دغه قوي درې ډوله دي:

$$w = mg = \rho Vg = \rho g h A$$

$$F_1 = PA$$

د (F_2) قوه چې د اتموسفیر د فشار له امله د مکعب پر پورتنی سطحه له پاسه عمل کوي. پردي بېلګه ييز معکب د نيوتن د دويم قانون په تطبيقولو سره (مایع ساکن او د تعادل په حالت کې دي):

$$\sum F = 0 \quad PA - (P_0 A + \rho g h A) = 0 \quad \text{نو ددي له مخې:}$$

$$P = p_0 + \rho g h \quad \text{نو:}$$

$$p - p_0 = \rho g h = p_G \quad \text{اويا}$$

P مطلقه فشار دی، P_G نظر ژوروالي ته د سیال د داخلی فشار په نامه یادېږي. د P مطلقه فشار د په ژوروالي کې د مایع د سرخلاصي لوښي په سکتني سطحه کې د اتموسفیر له فشار خخه چېر دی او کچه يې ($\rho g h$) ده. له هغه خه مو چې په رابطه کې مطالعه کړل، لاندې پايلې لاسته راولای شو:
1 - د مایع د دنه په هره نقطه کې فشار، په خطی توګه عمل کوي او د مایع له عمق او کثافت سره متناسب دی.

2 - فشار د مایع د عین ژوروالي په ټولو نقطو کې یو ډول وي.

3 - د لوښي شکل پر فشار اغېزه نه لري.

مثال

يو لامبووهونکي په $400m$ ژوروالي په سمندر کې په افقي توګه لامبووهي. که چيرې د بحر د اوپو کثافت $\frac{kg}{m^3}$ او $P_0 = 1.01 \times 10^5 Pa$ او $g = 9.8 \frac{m}{sec^2}$ وي، حساب کړئ.

1 - د P_G داخلی فشار په دې ژوروالي کې.

2 - منځني فشار په دې ژوروالي کې.

3 - پر لامبووهونکي جسم د اوپو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبووهونکي جسم مساحت $0.8m^2$ وي.

$$P_G = \rho g h \quad \text{حل:}$$

$$P_G = 1.025 \times 10^3 \times 9.8 \times 400 \quad - 1$$

$$P_G = 4.018 \times 10^6 Pa$$

- 2

$$P = P_0 + P_G$$

$$P = 1.01 \times 10^5 Pa + 4.018 \times 10^6 Pa$$

$$P = 4.119 \times 10^6 Pa$$

- 3

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \times A$$

$$F = 4.119 \times 10^6 \times 0.8$$

$$F = 3.2952 \times 10^6 N$$

7-3: د اتموسفیر فشار

خمکه د نایتروجن، اکسیجن او نورو غازاتو ديو قشر په واسطه احاطه شوي ده چې د اتموسفیر په نامه يادپري. د اتموسفیر د قشر پنډوالى له خمکي خخه د هغه تر پورتنې برخې پوري تقریباً 150km رسبري. د اتموسفیر شاوخوا 80% غازونه د خمکي د سطحي په 10 کيلومتری ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفیر په پورتنې برخه کې صفر ته نزديکي کې. لکه چې پوهېرو فشار د اتموسفیر په هره نقطه کې د هوا د هغه ستون له وزن سره مساوی دي چې اوبردالىي کې له همغه نقطې خخه د اتموسفیر تر پورتنې برخې پوري وي او د سطحي په واحد باندي په همغه نقطه کې واردپري، نوله دې امله فشار له خمکي خخه د ارتفاع په زياتېدو سره تناقص پيداکوي. اوسم گورو چې خنګه کولاي شو، د اتموسفیر فشار اندازه کرو؟

په دې غرض موږ د توریچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) خخه چې په 1643 زېردیز کال اختراع شوي دی گته اخلو.

په (7-5) شکل کې سبېنه يې اوبرد تیوب تقریباً ديو متر په اوبردالىي او د 1cm² قاعدي مساحت سره وينه چې يو سريې بند دي. کله چې هغه له سیمابو (Hg) خخه دک کړو او بیاپي په معکوس دول له سیمابو خخه په ډک لوښي کې کېردو، په دې صورت کې $P_a = P_b$ دی (ولې)؟

$$\text{څکه نو: } P_0 = \rho_{Hg} gh$$

د بحر په سطح او تر معياري شرياطو لاندې د خمکي د جاذبي تعجیل او د سلسیوس صفر درجې تودوځې په صورت کې، د سیمابو ستون ارتفاع 76cm دی او د سیمابو په دې ستون باندې د اتموسفیر فشار یو اتموسفیر (P_{atm}) دی.

(7-5) شکل

د سیمابو د ستون ارتفاع په ρ g او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري، نوله دې کبله د ρ کثافت د تودوځې او د خمکي د جاذبي تعجیل (g) له بدلونونو سره د بحر له سطحي خخه د ارتفاع له بدلوناتو سره بدلون مومي. تول دقیق فشار سنجوونکي یا بارومیترون (Barometers) له ترمومیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارتونو سره یو ځای جورپېري.

اضافی معلومات:



هئینې موضوعات چې باید پړی پوه شو:
هرخومره چې غواص (لامبووهونکي) د بحر د اویو په
ژورو کې بشکته خي، فشارې پر بدنه زیاتېږي، تنفس ورته
گرانېږي، نوله همدي امله لامبووهونکي ددې ستونزې د
رفع کولو لپاره له فشار تنظيمونکو خخه ګډه اخلي.
د 7-6 شکل د غواصانو ځانګړي لباسونه د اویو لخوا
خارجې فشار تر $610m$ ژوروالي پوري په تعادل کې
ساتي او د تنفس عمل آسانه کوي.



7-6) شکل

آيا د سیال د جاري کیدو لوري ټاکلی شئ؟
ددې پوبنتنې د څوابولو لپاره لاندې فعالیت په عملی توګه تجربه کړئ.

فعالیت:



د فشارونو تويير او د سیالونو بهپدل.

اړین توګي: قطره خخونکي، پیاله او اویه
کړنلاره:



7-7) شکل

- 1 - هرو دوو زده کوونکو ته یوه دانه پلاستيکي قطره خخونکي او د اویو یوه کوچنی پیاله ورکړئ.
- 2 - له هغو خخه وغواړئ چې د قطره خخونکي د کار د خرنګوالي په هکله یو پاراګراف ولیکي.
- 3 - توضیح کړئ چې ولې اویه په قطره خخونکي کې پورته خي؟ او ولې کولای شو اویه په فشار له قطره خخونکي خخه بهر کړو؟ دواړه پوبنتنې ددې حقیقت پرنسپت چې سیالونه د جګ فشار له ساحې خخه د تیټه فشار لوري ته بهېږي، تشرح شي.

ستاسو پر جسم باندي د فشار بدلون

ستاسو به جسم خه پيښېري کله چې د اتموسفير په فشار کې بدلون رامنځ ته شي؟
کله چې په يوه سفر لوړو او یا تېټو نقطو ته ولاپ شی، باید خان د اتموسفير له فشار سره عيارکړئ، ترڅو د بدن د داخلې او بهرنې فشار تعادل رامنځ ته شي. بنایي تجربه کړي مو وي چې لوړو او تېټو منطقو ته د سفر پر مهال مو غوبونه آواز کوي او سبب یې دا دی چې ستاسو د غبرونو د شاخو خوا هوا په فضائي کڅورو کې د فشار بدلونونه رامنځ ته کېږي او د غور پرده مو اغېز منه کوي.

مثال:

a- د اتموسفير فشار د سلسیوس په صفر درجه او د څمکې د جاذبې په معیاري تعجیل کې د بحر په سطحه کې حساب کړئ. په هغه صورت کې چې:

$$\left. \begin{array}{l} \rho_{Hg} = 13595 \frac{kg}{m^3} \\ g = 9.80666 \frac{m}{s^2} \\ h = 76cm = 0.76m \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} P_0 = \rho \cdot g \cdot h \\ P_0 = 13595 \times 9.8066 \times 0.76 \\ P_0 = 101324.372 \frac{kg \cdot m \cdot m}{m^3 \cdot s^2} \\ P_0 = 1.013 \times 10^5 P_a \\ \rho_0 = 1 atm \end{array}$$

حل:

b- د بحر په سطح کې پر $2m^2$ مساحت وارده قوه حساب کړئ.
20 پنه وزن $\approx F = \frac{P_0}{A} = \frac{1.013 \times 10^5}{2} = 2.026 \times 10^5 N$ ولیدل شوه چې دا قوه يوه ستره قوه ده.



پوښتني:

1. ولې تاسو دومره ستر او خپونکۍ فشار نشي حس کولای؟
2. ولې د الوتکو کایښونه باید د تنظیم شوي هوا فشار ولري؟
3. خه پيښېري کله چې په یوې نیچې د مېوو او یه خښې؟ تشریح پې کړئ.
4. ولې فشار د یو ژور ډنډ په قاعده کې د یو لوی او کم ژور جهیل د قاعدي له فشار خخه زیات دي؟

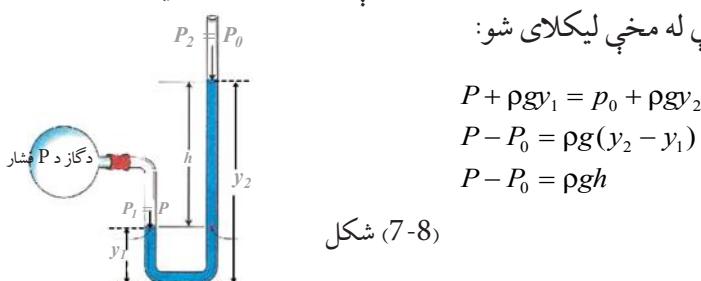
7-4: په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول

په محصور شوو مایعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له یوې آکي خخه چې د فشار سنج په نامه یادېږي کار و اخلو. دوه ډوله فشار سنج شتون لري. یو د U ډوله سرخلاصى نل چې هغه ته U شکله مونومتر (U shape monometer) او دويم ډول یې د بورجن مونومتر (Bourdon-type) په نامه یادېږي.

1 - خوله خلاصى مونومتر

دا ډول مونومتر له U ډوله بنېښه یې نل خخه جوړ شوي دی چې په منځ کې یې مایع وي. یو سرې په خلاص او بل سرې په یوه سیستم (تانک) سره چې د (P) فشارې په اندازه کوو وصل شوي دی. د کینې اړخ د ستون په قاعده کې د مایع فشار مساوی دی له $P_1 + \rho gy_1$ سره، په داسې حال کې چې د بنې اړخ په قاعده کې د مایع فشار $P_0 + \rho gy_2$ دی.

په مونومتر د مایع له کثافت خخه عبارت دی. له هغه خایه چې دواړه تعريف شوي فشارونه له همځه نقطې سره اړیکه لري، نو ددې له مخې لیکلای شو:



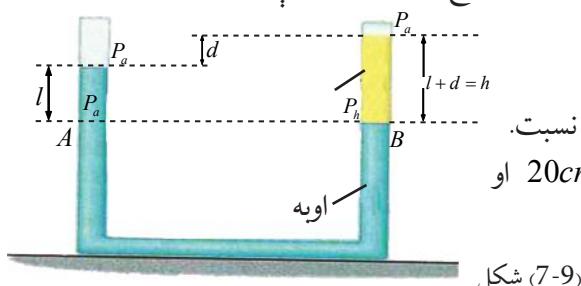
لکه خنګه چې پوهېږي چې ($P - P_0$) نظر ژوروالي ته، د فشار د توپیر په نامه دي او دا فشار د مایع د ستونونو د ارتفاع له توپیر سره متناسب دي.

مثال:

یو U ډولی بنېښه یې نل له اوږو خخه یو خخه ډک شوي دی، یوه بله مایع چې له اوږو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په یو انجام کې اچول شوي ده، ترڅو دا مایع د d په فاصله کې د اوږو په پورتني سطحه په بل ستون کې وسائل شي، د (7-9) شکل.

پیداکړي:

- 1 - د مایع د کثافت او اوږو د کثافت تر منځ نسبت.
- 2 - که چېږي د مایع د ستون ارتفاع 20cm او $d = 8\text{cm}$ وي، د مایع کثافت پیداکړي.



حل:

د چې په عین افقی سطحه کې واقع دي. نو: $P_a = P_h - 1$
رابطه کې ρ_L د مایع کثافت او ρ_w د اویو کثافت رابطه، د پورتنی رابطه له ساده کولو وروسته ل

$$\frac{\rho_L g(d+L)}{\rho_w g(d+L)} = \frac{P_0 + \rho_w g L}{P_0 + \rho_w g(d+L)} \Rightarrow \frac{\rho_L}{\rho_w} = \frac{l}{l+d}$$

$$\frac{\rho_L}{1000} = \frac{12}{20} \Rightarrow \rho_L = 600 \frac{kg}{m^3}$$

مثال:

يو خوله خلاصي مونومتر د گاز له یوه تانک سره ترل شوي دي.

د بنې اړخ په ستون کې د سیمابو سطحه د (7-10) شکل په خبر، $0.39m$ نسبت د مونومتر د کین اړخ

سطحې ته لوره واقع ده. که چېري یو مونومتر د سیمابو د ستون ارتفاع $0.75m \cdot Hg$ وښي.

a- د گاز مطلقه فشار خومره دي؟ خوابونه په نیوتن پر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) او اتموسفیر (atm) وړاندې کړئ.

b- د ژوروالي په نسبت د گاز داخلی فشار (P_G) محاسبه کړئ.

حل:

a- د گاز مطلقه فشار (P_{gas}) عبارت له هغه فشار خخنه دي چې د سیمابو د کین اړخ ستون پر

پورتنی سطحې واردېږي او دا فشار مساوی دي د سیمابو د بنې اړخ ستون په عین افقی ارتفاع کې له
وارده فشار سره، نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + P_{Hg} = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$

$$1atm = 0.76mHg \Rightarrow m - Hg = \frac{1atm}{0.76}$$

$$P_{gas} = \frac{1.14}{0.76} = 1.5atm$$

$$P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

b- د گاز داخلی فشار (P_G) داسي په لاس راخي:

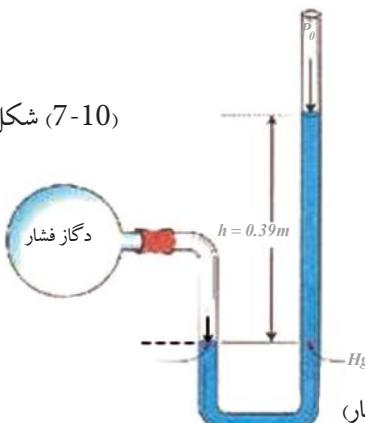
$$P = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

$$P_G = \frac{0.39}{0.76} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

$$P_G = \frac{P_{Hg}}{P_{atm}} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

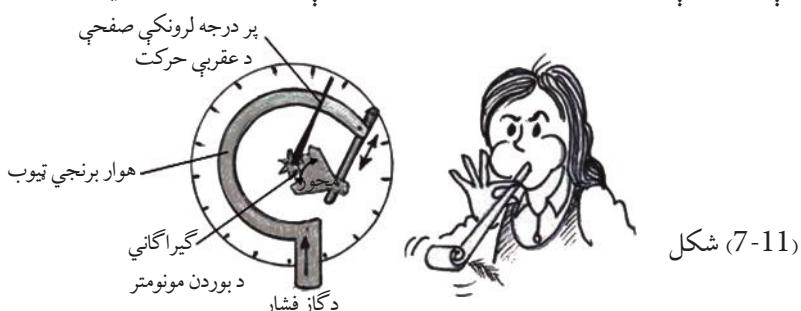
$$P_G = 0.513 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 0.519669 \times 10^5 Pa = 5.2 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$$

(7-10) شکل



2) د بوردن ڊوله فشار سنج اله

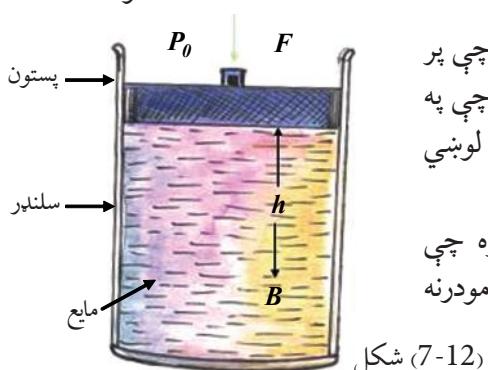
له دې آلکی خخه د مایع مونومتر (U چوله مونو متر) په نسبت د گنيو مقاصدو لپاره په آسانی او آرامي ڊبر کار اخپستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجي هوار تیوب خخه جوړ شوي دی چې یوسريې تړل شوي او په دائره یې ډول کوړد شوي دي. تړل شوي سربې له یوې ګيرا او کوچني غابن لرونکي خرڅ چې د یوې مندرجې صفحې پرمخ حرکت کوي له یوې عقرې سره وصل شوي دي. (7-11) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د تیوب خلاص انعام له هېټي آلکي سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوي دي. کله چې فشار د هوار تیوب په سر راولپ کېږي، تیوب ورو وروڅان سیخوی او د نل د خلاص انعام (چې له عقرې سره وصل دي) د حرکت په پایله کې عقرې هرکت کوي.



7-11) شکل

7-5: په سیالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (7-12) شکل یو سیال په یو سلندر کې بنیې چې له مایع خخه ډک شوي دي او یو پستون لري. ددي پستون په مرسته کولای شو د سلندر داخلی فشار ته بدلون ورکړو. فشار د مایع دنه په هره نقطه کې د مثال په ډول د (B) په نقطه کې د $P = P_0 + \rho gh$ معادلې په مرسته حسابیدا شي. راخئ چې داخلی فشار د ΔP_0 په اندازه زیات کړو. په دې حالت کې د P قیمت هم د پورتنی رابطې پر بنسټ زیاتېږي. دا پایله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه:



چې د پاسکال د قاعدي په نامه یادېږي. هغه فشار چې پر یوې محصور شوي مایع تطبیق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې یې کمولی راشی د مایع ټولو برخو او د لوښي جدارونو ته انتقالېږي.

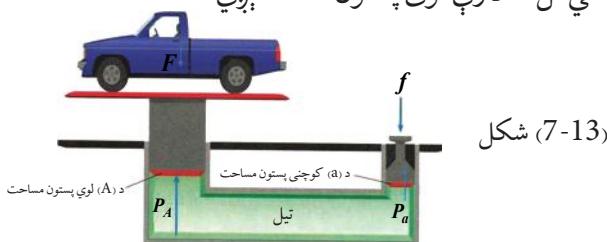
پاسکال د قوي مضاعف کوونکې آله اختراع کړه چې د پاسکال د آبی شکنجي په نامه یاده شوي او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبیق مهم ځایونه لري.

د اوپو شکنجه (Hydraulic press)

په بنسټېزه توګه د اوپو شکنجه له دوو سلنډرونو خخه جوره شوي ده چې له غليظې مایع خخه ڈکه شوي
ده او د متحرکو پستونو په مرسته پې پورتني سطحې بندي شوي چې په (7-13) شکل کي بنودل
شوي دي. لوی پستون د (A) او کوچنۍ پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

د اوپو شکنجه خنگه کارکوي؟

1 - کله چې تاسو د (f) یوه کوچنۍ قوه په یوه واپه پستون وارده کړئ. د مایع (تېل) پر سطحې وارد شوي
فشار $P = \frac{f}{A}$ ، د ارتباطي نل له لاري لوی پستون ته انتقالپوري.



2 - خرنگه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوی دي، نو:
وروستي رابطه رابنېي چې د اوپو شکنجه، د قوي مضاعف کوونکي آله ده چې میخانیکي خیالي ګټه
ې په $\frac{A}{a}$ سره مساوی ده. د سلماني خوکۍ، د غابنونو د ډاکټر خوکۍ، د موټرو جوکونه او هایدرولیکي
برکونه دا ټول هغه وسایل دي چې د پاسکال له قاعدي خخه په ګټې اخپستلو جور شوي دي.
تاسو کولای شئ د پاسکال د قاعدي په تطبیقولو سره لاندې حیرانونکي فعالیت ترسره کړئ.



فعاليت: د یو آب بازک (کوچنۍ بوتل) حیرانونکي حرکت د اوپو په لوښي کړي.

اړین توګي: استوانه يې ورکړې بوتل له 8 تر 10 سانتې متنه اوږد، نښنه يې اوږد مرتبان او د رې ارجاعي پرده
(دقېچې شوي پوکانې یوه برخه)، اویه او یوه دانه تسله.

ګډنځلاره:

1 - مرتبان له اوپو بنه ڈک کړئ.

2 - په ورکړېي بوتل کې ترهغې بوري اویه واچوئ، ترڅو د اوپو په سطحه کې پاتې شي او په مرتبان کې په غوټه
کیدو سره لامبو ووهي.

3 - تسله په رېږي پرده د شکل په خير وترې، او پرده د مرتبان له پاستي خندي په سره کلکه کړي.

4 - پرده له تسلې سره ونیسي او فشار ورکړئ او دویم خلې په پورته راکابوئ،
خپلې مشاهدې نوبت کړئ او هغه تshireج کړئ.



7-14) شکل

د مرتبان په پورتنی سطحه کې د هوا د فشار ډېرولى د مایع له لارې انتقالیري او ددې لامل گرخې. چې د اویو یوه ډېرله اندازه د آب بازک په منځ کې ورننه وختي. صعودي قوه پکې کمپېري او ددې لامل گرخې چې د آب بازک بوتل پکې لمبا وکړي. د فشار په دویم خلې کمپېدو سره بوتل خپله صعودي قوه بیامومي او پورتنی سطحې ته پورته خې.

مثال

په یوه اویو شکنجه کې که چیرې کوچنی پستون 5cm قطر او لوی پستون 40cm قطر ولري، په کوچنی پستون باید کومه وزنه کېردو، ترڅو هغه موټير چې $N = 2 \times 10^4$ وزن لري، د لوی پستون له پاسه په توازن کې وساتي؟

$$d = 5\text{cm} \Rightarrow r = \frac{d}{2} = 2.5\text{cm} = 0.025\text{m}$$

$$D = 40\text{cm} \Rightarrow R = 20\text{cm} = 0.2\text{m} \quad a = \pi r^2 = \pi \times (0.025)^2 = 0.000625\pi$$

$$F = 2 \times 10^4 \text{N}$$

$$A = \pi R^2 = \pi \times (0.2)^2 = 0.04\pi$$

$$f = ?$$

$$F = 2 \times 10^4 \text{N}$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow f = F \times \frac{a}{A}$$

$$f = 2 \times 10^4 \times \frac{0.025 \times 0.025}{0.2 \times 0.2} \Rightarrow f = 312.5\text{N}$$

آیا کولای شی یوه د اویو شکنجه دیزابن کړئ؟



اضافي فعالیت: هایدرولیکی ماشین

اپین توکی: وروکۍ سرنج، لوی سرنج، نری سرنج، نری دېرې نل او یوه مایع (اویه، تبل یا.....)

کېنلاوه:

1 - د دیاګرام د شکل په خېر دواړه سرنجونه یو له بله سره وصل کړئ.

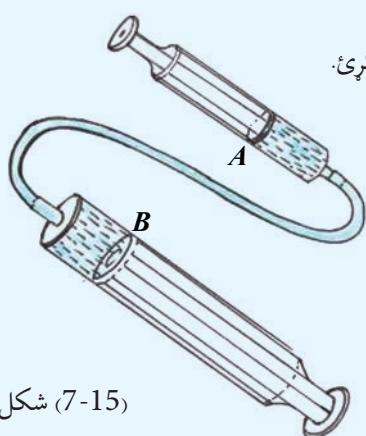
2 - سرنجونه له مایع خخه ډک کړئ.

3 - د A کوچنی پستون ته فشار ورکړئ.

4 - خپل مشاهدات ثبت او تشریح کړئ.

یادونه: د B پستون یو خه شاته رابنکل کېږي

ولې قوه د B په پستون ډېره شوې ده.



(7-15) شکل

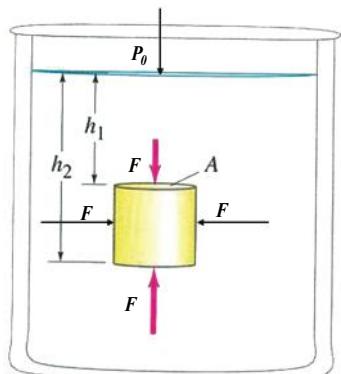
$$\frac{\text{د پستون قوه}}{\text{د مساحت A}} = \frac{\text{د پستون قوه}}{\text{د مساحت B}}$$

$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

او یا

۷-۶: د ارشمیدس قانون (Archimedes Law)

ولې اجسام په اویو کې سپک او کم وزنه کېري؟ تاسو مخکې ولوستل چې سیالونه پر اجسامو یوه صعودي قوه واردوی چې په پایله کې اجسام یو خه اویا په بشپړ ډول په سیال کې ډوبېري. دغه قوه د لامبلو (buoyancy) قوي په نامه نومول شوې ده. د لامبلو صعودي قوه د جسم د وزن (د ځمکې د جاذبې قوه) په وړاندې عمل کوي او خرنګه چې د جسم وزن له صعودي قوي خخه ډېر دی، جسم په اویو کې بشکته خي. په دې حالت جسم سپک بنکاري او د هغه وزن د ظاهري وزن په نامه یادېږي، (په یاد ولري چې صعودي قوه ددې سب ګرځي چې اجسام په مایعاتو کې ډوب شي او یالمبا وکړي). فکر وکړئ چې یو مکعب شکله جسم په یوه سیال کې بشپړ ډوب شوي دی، په ۷-۱۶) شکل کې بنودل شوې دی. سیال د جسم پر ټولو سطحو عمودي قوه واردوی. هغه قوه چې د مکعب د قاعدي پر سطحې واردېږي عبارت ده له: $F_{up} = (P_0 + \rho_f gh_2)A$ = صعودي قوه چې په هغې کې ρ_f د سیال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتني سطحې واردېږي عبارت ده له:



۷-۱۶) شکل

$$\text{نزوولي قوه} = F_{down} = (P_0 + \rho_f gh_1)A$$

خرنګه چې $h_2 > h_1$ دی، نو $F_{up} > F_{down}$ او منتجه صعودي قوه به له $F_{up} - F_{down}$ سره برابره وي.

$$F_B = \rho_f g(h_2 - h_1)A \quad \text{بنیو لیکو:}$$

خرنګه چې $(h_2 - h_1)$ د جسم ارتفاع ده، نوله محې یې:

$$d \text{ جسم حجم} = V = A(h_2 - h_1)$$

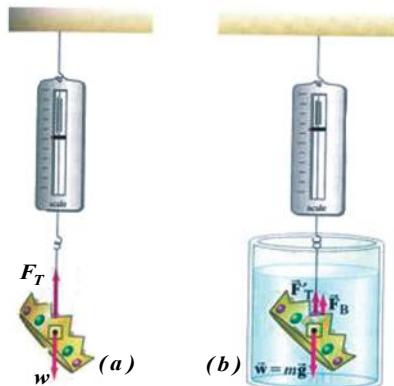
نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي: $F_B = \rho_f \times V \times g$

په وروستي 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 دې خایه شوي سیال له وزن سره، دا حقیقت په فزیک کې یو له پخوانیو کشفياتو خخه دی چې شاوخوا 250 کاله مخکې له میلاده د ارشمیدس (Archimedes) یونانی فیلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشمیدس قانون په لاندې توګه تشریح کیدای شي:

هر جسم چې یو خه 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 دې بایللي وزن کچه په جسم کې مساوی ده.

7-17) شکل



د نوموري جسم لخوا د بي خايه شوو او بوله وزن سره، يعني: د بي خايه شوي سيال وزن مساوي دى له سره. د جسم د واقعي وزن (W) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول ديوي فوري تلي له انجام خخه څروو او د فنر د مقابلې درجه لرونکې صفحې له مخې يې رښتنې وزن لولو. که چيري همدا څېيللى جسم ټول په مایع (سيال) کې ډوب کړو، ليدل کېږي چې د ارشميدس د صعودي قوي له امله يې وزن کمپېري، په دې حالت کې:

$$T = W - F_B$$

د جسم ظاهري وزن (W') عبارت دي له:

$$\text{نوه: } W' = W - F_B = \text{د بي خايه شوي سيال وزن}$$

دياګرام بنېي چې: واقعي وزن $= T = W$ = د فنر د رابنکلو قوه

$$\text{ظاهري وزن} = T' = W - F_B$$

کله یو جسم لامبو وهی او یا ډوبېري؟

ددې پونستنې د څوابولو لپاره راخئ درې لاندېنيي حالتونه تر مباحثې لاندې ونيسو:

1 - کله چې د ارشميدس صعودي قوه د جسم له رښتنېي وزن خخه کمه وي: $F_B < W$ د منتجه قوي لوري مخ په بنکته، نو جسم په سيال کې بنکته څي او په بشپړ ډول دوېږي»، يعني:

$$\rho_f \times v \times g < \rho \times v \times g$$

(د سيال کثافت د جسم له کثافت خخه کم دی). $\rho_f < \rho$

2 - که چيري د ارشميدس قوه مساوي د جسم له رښتنېي وزن سره وي:

$$F_B = W$$

«منتجه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دي، يعني نه بشکته ئي او نه صعودوکوي». $\rho_f \times v \times g = \rho \times v \times g$ او يا $\rho_f > \rho$ د سیال کثافت مساوي دي، د جسم له کثافت سره د جسم د ظاهري وزن کچه په دي حالت کې خومره ده؟)

3 - که چېري صعودي قوه د جسم له ربنتني وزن خخه ډېره وي او ټول جسم تر سیال لاندې شي:
 $F_g > W$ (د منتجه قوي لوري مخ پورته وي او جسم پورته خوا ته تېله کوي)، او په پایله کې جسم په تدریجي توګه د اويو سطحې ته پورته ئي او لمباکوي، تر خوپوري چې د تعادل خاي (یوه برخه يې تر اويو لاندې وي) ونيسي او په دي حالت کې د بې خایه شوي سیال وزن مساوي دي د جسم له وزن سره.
 $\rho_f > \rho$ او يا $\rho_f \times v \times g > \rho \times v \times g$

دلته د سیال کثافت د جسم له کثافت خخه زيات دي، خوکله چې جسم د مایع په سطحه کې لمباکوي، یوه برخه يې ترمایع لاندې وي او د سکون حالت لري، يعني په تعادل کې دي، نوله دي امله:

$$F_{B'} > W$$

$$V'_f \rho_f g = V \rho_0 g \quad \text{او:}$$

$$\frac{V_f}{V} = \frac{\rho_0}{\rho_f} \quad (\text{مساوي دي د جسم د ډوبې شوي برخې له حجم سره په مایع کې}).$$

نو د کثافتونو نسبت مساوي دي، د جسم د ډوب شوي حجم له کسر سره.

مثال: د يخ کثافت 920 Kg/m^3 ده، په داسې حال کې چې د بحر د اويو کثافت 1025 Kg/m^3 ده. د لامبوهونکي يخ ټوچي کوم کسر:
 a: په اويو کې بشکته ئي؟
 b: له اويو خخه بهر پانه کېږي؟

$$\text{حل: a} - \frac{V_f}{V} = \frac{\rho_0}{\rho_f} = \frac{920}{1025}$$

$$= 0.89 = 89\%$$

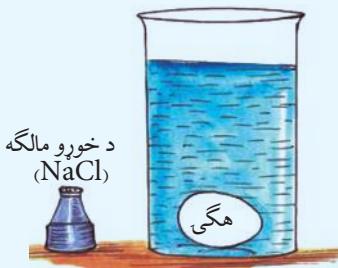
$$\text{b} - 100\% - 89\% = 11\% \quad \text{له اويو خخه د بهر حجم کسر}$$

دارشمیدس د صعودي قوي پر کچې باندې د مایع د کثافت د اغېزې مشاهده کولو لپاره لاندې فعالیت ترسره کولای شي.



فعالیت: دیوی هگی لامبو

اپین توکی: (تازه هگی، یو سپسنه یی لوښی، اویه، د خورومالګه ($NaCl$) کاچوغه او لړونکی سیخ).
کړنلاره:



7-18) شکل

- 1 - د لوښی دوہ ثله ($\frac{2}{3}$) له اویو خخه ډک کړئ.
- 2 - هگی ورو د اویو په منځ کې بشکته کړئ، و به ګورئ، چې هگی په اویو کې دویږدي، بیان کړئ چې ولې؟

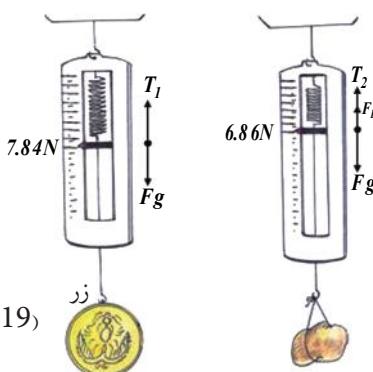
- 3 - یوه ډکه چای خوري کاچوغه مالګه په اویو کې واچوئ او وې لرئ او هگی مشاهده کړئ.
- 4 - مالګه دېروئ، ترڅو هگی د اویو سرته راشی او یو خه په اویو کې لامبو وکړي.
- 5 - د سعودي قوې په کچه په هر پراو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

پې له شکه پایلې ته به ورسپېرئ چې د مالګې په زیاتولو سره په تدریج د مالګینو اویو کثافت زیاتېری او سعودي قوه هم په تدریج سره زیاتېری، یعنې کولای شو ووایو: سعودي قوه د مایع له کثافت سره مستقیماً متناسبه ده.

مثال

یو سری د سروزرو یو سیپ له یوه مارکیټ خخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کور ته راخې سره زر تلي $7.84N$ کېږي. په دویم پراو کې د همدلي سروزرو وزن په اویو کې پیداکوي، تله دا خلي $6.86N$ بشني. آیا سره زر چې اخپستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جو په یاګډ؟ تشریح یې کړئ.

حل:



7-19) شکل

- 1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.
 $F_g = 7.84N$ = د زرو وزن
 $F_B = 6.86N$ = ظاهري وزن
 $\rho_w = 1.00 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$ = د اویو کثافت
 $\rho_g = ?$ = د سروزرو کثافت

$$\therefore F_B = 7.84 - 6.86 = 0.98 \text{ N}$$

$$W = mg = 7.84 \text{ N} \quad - 2$$

$$F_B = V_0 \rho g$$

$$\text{ظاهری وزن} = F_g - F_B$$

$$0.98 = V_0 \times 1.0 \times 10^3 \times 9.8$$

$$V_0 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\therefore F_g = w = m_0 g = V_0 \rho_0 g \Rightarrow \rho_0 = \frac{w}{V_0 \cdot g}$$

$$\rho_0 = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

خود سروزرو کثافت $19.3 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$ دی. نو اخیستل شوی سره زر سوچه یا خالص نه دی.



پوښتني:

1 - د سیالونو فشار تل موجه پرکوم لوري وي:

a: پورته b: اړخونو ته c: بنکته d: ټولو خواوته

2 - کومه یوه له لاندې معادلو خخه د منتجه قوي (F_{net}) سمه معادله د چې په ډوب شوی جسم عمل کوي؟

$$F_{net} = 0 \quad : a$$

$$F_{net} = (\rho_{\text{جسم}} - \rho) g V_{\text{جسم}} \quad : b$$

$$F_{net} = \rho_f g A (h_2 - h_1) \quad : c$$

$$F_{net} = (\rho_f + \rho) g V_0 \quad : d$$

3 - په خه ډول لامبووهونکي جسم د صعودي قوي لخوا اغېزمن کېږي؟ بیان یې کړئ.

4 - په اویو کې د هر ډوب شوی جسم لپاره د ارشمیدس صعودي قوه مساوی له خه شي سره ده؟

5 - فولاد د اویو په پرتله ډېر کثافت لري، نو خرنګه فولادي کښتی د اویو پر منځ لامبووهي؟

6 - له لاندې جسمونو خخه کوم یې له سیمابو خخه په یو ډک ټیوب کې لامبووهي؟

کثافت به Kg/m^3	مواد
0.917×10^3	یخ
7.86×10^3	اوسيپنه
19.3×10^3	سره زر
13.6×10^3	سیماب

a - د سروزرو یوه جامده گوته

b - د يخ یو مکعب

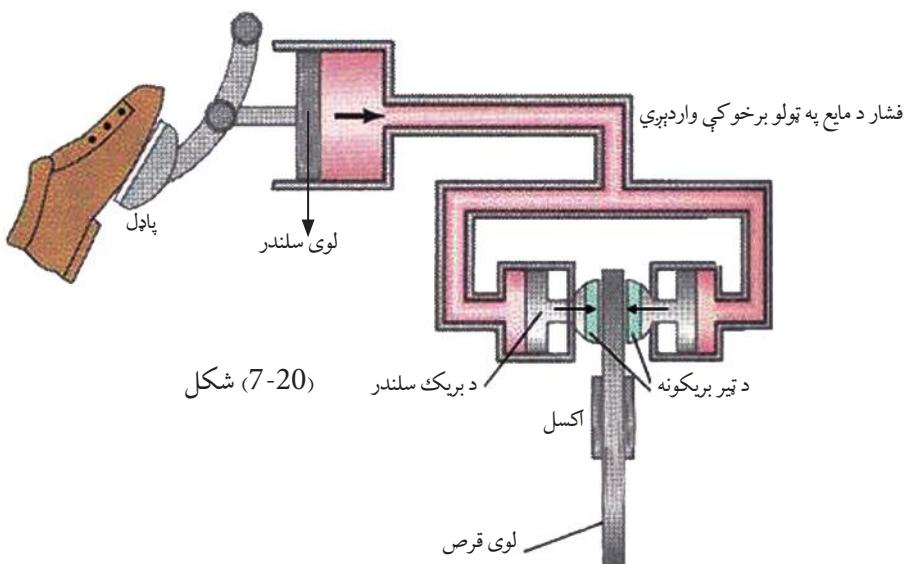
c - د اوسيپنه یو پیچ

d - د اویه $5ml$

دایروی هایدرولیک بریکونه

د یوه موټر پر خلورو تایرونونو د قوو د مساوي تطبيق او پر بریک باندي د قوي د کچې د زیاتولو لپاره د پاسکال له قانون خخه گهه اخپستل شوي ده. داکار خنګه ترسره کېږي؟

- 1 - د ډریور پینه پستون ته فشار ورکوي، ترڅو د بریک پر مایع فشار راشي.
- 2 - فشار د مایع له لاري په پستونونو کې د دایروي لویو قرصونو یا صفحو دواړو خواونه چې د موټر له اکسل سره کلک شوي انتقال کوي.
- 3 - دا فشار، پستونونه له قرصونو سره لکجوي، ترڅو د موټر حرکت وروشی. فشار د مایع په ټولو برخو کې واردېږي.





داووم خپرکي لنديز

- 1 - سیال د هغۇ موادۇ خخە عبارت دى چې جريان كولاي شي (بھېرىي)، لە دې املە تاڭلى شكل نە لرى. غازات او مایعات دواړه سیالونه دی.
- 2 - د سطحې پر واحد د وارده قوي کچە له فشار خخە عبارت ده.
- 3 - فشار د ژوروالي له زیاتېدو سره زیاتېرى.
- 4 - د اتموسفیر وزن د فشار د منخته راتلو سبب گرخى چې د اتموسفیر فشار په نامه يادېرى.
- 5 - سیالونه د لور فشار له سيمې خخە د تىپ فشار سيمې ته بھېرىي.
- 6 - پر يو محصور شوي سیال تطبيق شوي فشار د سیال په هرە نقطە او د لوښي په جدارونو کې په مساوي توګه انتقال کوي، (د پاسکال قاعده).
- 7 - صعودي قوه د هغې قوي خخە عبارت ده چې د سیال لخوا مخ په پورته لور پر يو جسم چې يو خە او يا په بشپړ ډول ډوب شوي وي، عمل کوي.
- 8 - صعودي قوه په مایع کې د فشار د اختلاف له املە منخته رائىي.
- 9 - د ارشمیدس قاعده بیانوي چې ((پر يو جسم صعودي قوه مساوي ده، د نوموري جسم په واسطه د بې ځایه شوي سیال له وزن سره)).
- 10 - په يو لامبووهونكىي جسم د صعودي قوي کچە مساوي ده د جسم له وزن سره (سيستم په تعادل کې دى) او يا په بل عبارت: د سیال يو سيسىتم د تعادل په صورت کې په يو لامبووهونكىي جسم د صعودي قوي مقدار د جسم له وزن سره مساوي دى.

داووم خپرکي پونتني

1 - لاندي مفاهيم او کلمې په خيله ژبه تعريف کړئ:
سيال، د اتموسفير فشار، د ارشميدس صعودي قوه.

2 - له لاندي بيانيو خخه کومه يوه یې د سيالونو په هکله سمه ده؟

a. دير کم سيالونه (په ندرت سره) د هغو لوښو شکل خانته نيسسي چې په کې وي.

b. سيالونه مایعات او غازات رانغارې.

c. سيالونه له تیټ فشار خخه د لور فشار په لوري جريان پيداکوي.

d. سيالونه ډېر فشار په بنکته لوري واردوی.

3 - ولې تاسو د اتموسفير د فشار له امله نه شکنجه کېږي؟

مسايل:

4 - د لمبلو د يو ډنډ د قاعدي فشار چې $3m$ ژور دي، خومره دي؟

$$= \text{د اتموسفير فشار} = 1.013 \times 10^5 P_a$$

5 - د يوې ټوټې فلن وزن په هوا کې $50N$ ، په اويو کې $36N$ او په ناخرګنده مایع کې $41N$ دي. د فلن او ناخرګندې مایع کثافتونه پيداکړئ؟

6 - ډېري کښتی له پلاستينک او نورو تركيبي موادو خخه جورې شوي دي چې کثافت یې د اويو له کثافت خخه زيات دي، خرنګه دا کښتی کولاي شي په اويو کې لامبوروهي؟

7 - يو رېري تشن بالون د $(0.012 Kg)$ کتلي لرونکي دي. دا بالون د $0^\circ C$ ، په $1atm$ فشار او $(0.179 Kg/m^3)$ کثافت د هيلىوم له ګاز خخه ډک شوي دي. بالون کروي شکل لري او د $0.5m$ شعاع لرونکي دي.

a. پر بالون د صعودي عاملې قوي کچه خومره ده؟

b. پر بالون منتجه عامله قوه حساب کړئ.

$$\text{په ياد ولري چې: } \rho_{air} = 1.29 \text{ } Kg/m^3 \text{ او } g = 9.8 m/s^2 \text{ ده.}$$

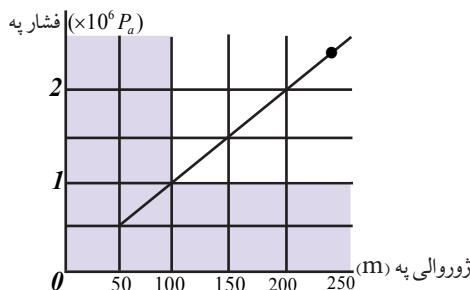
8 - 250m لوروالۍ ته د اويو د پمپ کولو لپاره د تعمير په ډېره لوره نقطه کې کوم داخلي فشار (P_G) ته اړتیا ده، ترڅو اویه د تعمير له قاعدي خخه نوموري ارتفاع ته ورسوي؟ د اويو کثافت $10^3 kg/m^2$ او $g = 9.8 m/s^2$ ده.

9 - يو ساده يو (U) ډوله بنېښه يي ټیوب د سیمابو لرونکی دی، د ټیوب بني ارخ ستون ته يو خه اویه واچوئ، ترڅو د ستون ارتفاع $0,68m$ ته ورسپري، سیماب به په کينه خوا ستون کې له خپلې اصلی سطحې خخه تر کومې ارتفاع پورې پورته لارې؟

$$\rho_{Hg} = 13600 \text{ Kg/m}^3 \text{ او } \rho_W = 1 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

10 - تاسو به لیدلي وي چې د بندونو قاعدي د هغه د پورتنيو برخو په نسبت ضخيمې جوړوي. ولې؟ تshireج يې کړئ.

11 - لاندې ګراف د اویو فشار چې د يو ساینس پوه لخوا د بحر په بیلايلو ژوروالو کې اندازه شوی دی بنېي. له دې ګراف خخه په ګټې اخېستلو، لاندې پوښتنو ته څوابونه ووایي.



1. فشار پريوه جسم کله چې د اویو په $100m$ ژوروالي کې وي، خومره دی؟

$$1.5 \times 10^6 P_a \quad (b) \quad 1.0 \times 10^6 P_a \quad (a)$$

$$1.1 \times 10^6 P_a \quad (d) \quad 2.0 \times 10^6 P_a \quad (c)$$

2. په ګراف کې د ثبت شوو ارقامو پرینست له لاندې فشارونو خخه به کوم يو تر بحر لاندې د اویو په $250m$ ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر بنه تخمين وي؟

$$2.6 \times 10^6 P_a \quad (b) \quad 1.7 \times 10^6 P_a \quad (a)$$

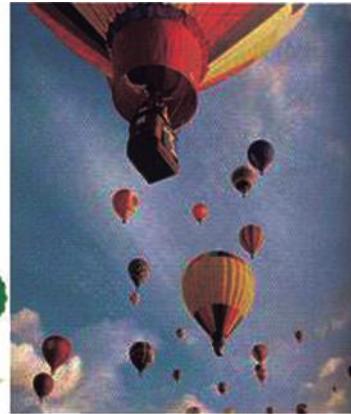
$$5.0 \times 10^6 P_a \quad (d) \quad 2.2 \times 10^6 P_a \quad (c)$$

12 - دووه استوانه يي لوښي په نظر کې ونیسی چې دواړه د A په مساحت د همدې یوې قاعدي لرونکي وي او په يوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د (P) په کثافت د یوې مایع لرونکي دی، خو په يوه سلنډر کې د مایع ارتفاع (h_1) او په دویم سلنډر کې (h_2) ده. د جاذبې قوي لخوا خومره کارترسره شي، ترڅو د دواړو سلنډرونو سطحې په تعادل کې راولې، یعنې د عین ارتفاع لرونکي شي؟ (البته هغه وخت چې دواړه سلنډرونه سره وصل شي).

متحرک یا خوئنده سیالونه

8-1: خیالی (ایدیال) سیالونه

په خوئنده مایعاتو او گازاتو کې د تشابه او یا توپیرونو اړخونه او ځانګړتیاوې:

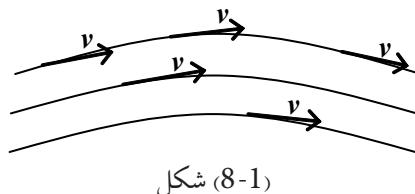


پوهیرئ چې سیال د موادو هغه حالت ته وایي چې د مایع او گاز په حالت کې وي، سیال د مایعاتو او گازاتو شریک نوم دي. د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتیاوې او هم د ځانګړتیا توپیرونه شته دي. مایعات که د سکون په حالت کې وي او یا د حرکت په حال کې متراکم کېږي نه، یعنې د مایع جسم د فشار له امله بدلون نه کوي. بر عکس د یوی کچې گازو جسم چې په یوه تړلې محفظه کې خای پر خای شوي او د سکون په حالت کې وي، د فشار له امله بدلون کوي، خوکله چې گاز د جريان په حالت کې وي، هغه کولای شو غیر متراکم ومنو.

کله چې د گاز د حرکت سرعت، د صوت له سرعت خخه لږ وي، د متحرکو گازاتو پر جسم د فشار د بدلونو نو اغېزه تر هغه حله کمه ده چې کولای شو تری صرف نظر وکړو. هغه قوانین چې د متحرکو گازاتو لپاره تطبیق کېږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبیق وړتیا لري، خو بیا هم که چېږي د سیال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت خخه زیات شي، مثلاً د انفجار په خېر حالتونو کې او یا په هغو حالتونو کې چې د گاز غلظت په دېره تېټه سطحه کې واقع وي. د مثال په توګه: که چېږي له (0.7mbar) ملي بار خخه په کم فشار په هغو نلونو کې چې قطرې له (7mm) ملي متر خخه زیاد وي. د مایعاتو او گازاتو مطالعه ترکېو او یو شان قواعدو لاندې شونې نه ده.

يو سیال (مایع، گاز) ته هغه مهال خیالي (ایدیال) ویلاي شو چې پرته له اصطکاکه وي او د تراکم وړتیا ونه لري.

د سرعت وکتور د وخت د تابع (t) په توګه تاکل شوي دي، د (V) د وکتورونو مجموعه چې د نومورپه ټولو فضایي نقطو رانغارهونکي ده، د سرعت د وکتور ساحه تشکيلوي.



8-1) شکل

په متحرکو مایعاتو کې خطونه داسې تېربېري چې د (V) سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس وي او دا خطونه د جریان د خطونو په نامه يادوي.

تجربه

تجربه: ذری له یوې متحرکي مایع سره چې له یوه نل خخه تیرپېري، مخلوط کوو، داسې چې ددې ذرو کثافت په خپلو کې دېر کم توپير ولري. اوس د مایع د جريان حالت د مایع په منځ کې د ذرو له حرکت خخه په ګټې اخپستلو، د عکاسي د یوې دستگاه پرمې چې وکولای شي د دېرو لنډو وختونو لپاره عکاسي وکړي، تر مطالعې لاندې نيسو، په عکسونو کې مخلوط شوي ذرات هر یو د خپل سرعت له کچې سره سم یو اوږد یا لنډ خط بنېي، چې په حقیقت کې همغه د جريانونو خطونه دي. همدارنګه په عکسونو کې ليدل کېږي چې خومره چې ديوې مایع د جريان مسیر کوچنۍ کېږي، ینې د هغه نل قطر چې مایع تري تیرپېري، کوچنۍ کېږي، په همغه تناسب د جريان خطونه یو له بله سره نژدې واقع کېږي او که چېږي قطر لوی شي، د خطونو ترمنځ واتېن زباتپېري.

په ډېرو جريانونو کې د جريان د خطونو تصویر په مختلفو وختونو کې یو شان پاتې کېږي. داسې چې د مایع هره ذره، د فضا یوه مطلوبه نقطه په عین سرعت سره عبور کوي. په دې جريانونو کې د ذرو د سرعت کمیت او لوري چې له مایع خخه تیرپېري، مساوي دي او هغه شخص چې لیدونکې دي، تل له جريان خخه عین تصویر په خپلو ستړګو ګوري چې دې ډول جريان ته مستقر جريان وايي.

په دې ډول جريانونو کې د مایعاتو د جريان هیڅ یو کمیت لکه (فشار، سرعت، اصطکاک، د عبوری مایع کچه) د وخت تابع نه دي. که چېږي دا کمیتونه د مایع په یو جريان کې د وخت په تیرېدو سره بدلون ومومي، دې مایع ته غير مستقره مایع وايي. د مایع هغه برخه چې د جريان د خطونو لخوا محدودپېري، د جريان د لولي په نامه يادپېري. د مایع سرعت وکتور (V) چې په هره نقطه کې د جريان پر خط مماس دي، د جريان د لولو پر سطحې هم مماس وي او دا ددې لامل کېږي چې د مایع ذرې د خپل حرکت پر مهال د جريان د لولي ديوالونه قطع نه کړي.

8-2: د متمادیت معادله

که چېړې یو مایع چې د تراکم وړ نه ده، کثافت او حجم ېې ثابت دی. له یو نله خخه چې (A_2, A_1 او....) د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، تبر شې د جريان سرعت (V_1, V_2 او....) بدلون کوي لکه خنګه چې د ($A \cdot V$) کمیت حاصل ضرب د جريان په هره مقطع کې ثابته پاتې کېږي یعنې:

$$A \cdot V = \text{Cost} \quad \text{او} \quad A_1 V_1 = A_2 V_2 \dots$$

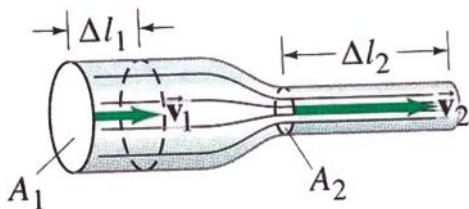
له وروستی رابطې خخه دا پایله ترلاسه کېږي چې د (A) د نل مقطع غتوالی د مایع د (V) جريان له سرعت سره معکوس نسبت لري که چېړې وروستني رابطې ته بدلون ورکړو

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

پورتنی رابطه د متمادیت یا پیوستګی (تسلسل) معادله په نامه یادوي، چې د ایطالوی عالم برنولی ثابته کړل چې:

په یو داسې نل کې چې د بلابېلو مقطعو لرونکی دي، د مایع د جريان سرعت معکوساً د نل له مقطع سره تناسب دي.

يعني په لوبه مقطع کې د جريان سرعت کم او په کوچنۍ مقطع کې د جريان سرعت پېړ دي.
د متمادیت قضیه د واقعی مایعاتو په جريان کې او حتی په گازونو کې په هغه حالتونو کې د تطبیق ور ده چې د تراکم له قابلیتو خخه ېې تیر شو.



8-2) شکل

3-8: د برنولي معادله

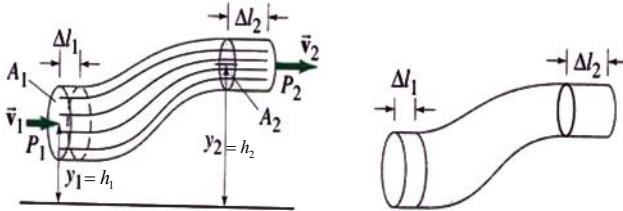
د يوي مایع جريان د سرعت اړیکې موله فشار او مقطع سره د تسلسل (پیوستګي) او متماديت په قضيه کې ولیدلې، اوس د رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

په يو سیال کې چې له اصطکاک خخه په کې صرف نظر شوي وي، د انرژي د تحفظ له قانون خخه په ګټې اخپستلو سره کولاۍ شو د هغونه کمیتونو ترمنځ چې د سیال جريان مشخص کوي، بنسټېزه رابطه لاس ته راپرو. ددې مطلب د لا توپسيع کولو لپاره يوه خيالي مایع په نظر کې نيسو. چې په ثابت او يو ډول په يو نل کې جريان لري. په دې مایع کې ديو جريان يوه لوله چې کوچنی مقطع لري، له يوي خوا د جريان د لوړې د د 8-4) شکل ته پام وکړي. هغه حجمونه چې مایع په کې جريان لري، له يوي خوا د جريان د لوړې د دیوالونو او له بلې خوا د A_1 او A_2 مقطوعو لخوا چې د جريان په خطونو عمود دی، محلاو د شوې دی. ددې نل په تولو برخو کې چې مایع ېې له منځ خخه تېږدې، فشار شتون لري. د بېلګې په توګه: د A_1 د 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 جريان له کبله چې له شاخه راخې د A_1 مقطع د A_1 مقطع ته يو وړل شي، هغه کار چې ددې موختې لپاره اړین دی په لاندې ډول افاده کېږي:

$$W = F_1 \cdot l_1$$

$$W = P_1 A_1 l_1 = P_1 A_1 v_1 t$$

د مایع حجم
خرنګه چې $V = A_1 v_1 t$ دی، نو کولاۍ شو ولیکو:



8-4) شکل (a)

(b)

که چېږي د يوي مایع کچه چې د A_1 او A_2 په مقطوعو کې جريان لري، په پام کې ونيسو، د (W) کار د نسبې یا جزيي کارونو د رامنځ ته کيدو سبب ګرځي داسې چې:
 1 - د A_2' مقطع د P_2 د فشار له کبله د A_2' موقعیت ته داسې رغول کېږي چې هغه حجم چې د A_2' او A_2'' مقطوعو ترمنځ شتون لري، عین همغه V قيمت لري چې د A_1 او A_1' د مقطوعو ترمنځ ېې درلود او د اړتیا وړ کار عبارت له W_1 خخه دی:

$$W_1 = F_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = P_2 \cdot A_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot V \dots\dots (2)$$

2 - د V په حجم يوه اندازه مایع د h_1 له ارتفاع خخه داسې موقعيت ته راول کېږي چې د h_2 ارتفاع لري. هغه کار چې ددي موخي لپاره اپن دی، عبارت له W_2 خخه دی:

$$W_2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$

$$W_2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1) \dots\dots(3)$$

3 - هغه اندازه مایع چې په لاندیني سطحه کې ده، د v سرعت لري او حرکي انژي بې عبارت دی له:

$$E_{K1} = mv_1^2 / 2$$

خرنګه چې دا اندازه مایع په لاندیني سطحه کې زېښل (فسرده) کېږي، هغې ته مساوی اندازه مایع په پورتنۍ حجم کې د v له سرعت او $E_{K2} = mv_2^2 / 2$ حرکي انژي سره نفوذ کوي. د حرکي انژي د کچې د زیاتولو لپاره د اړیا وړ کار عبارت دی له: (4)

$$W_3 = \frac{1}{2} mv_2^2 + \frac{1}{2} mv_1^2 \dots\dots(4)$$

که چېږي د انژي له هغې کچې خخه چې د نل د جدار او مایع د ذروت منځ د اصطکاک دې اغېزې کولو لپاره د نل په اوردو کې اړينه د صرف نظر وشي، د برنولي قانون $W = W_1 + W_2 + W_3 = W_1 + W_2 + \frac{1}{2} mv_2^2 + \frac{1}{2} mv_1^2$ له رابطې خخه په دې ډول په لاس راخي:

که چېږي د $P_1V = V\rho$ پرخای تعویض شي او توله معادله په v سره اختصار شي لرو چې:

$$P_1 = P_2 + \rho g h_2 - \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 - \frac{1}{2} \rho V_1^2$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او آسانه کړو، د برنولي قانون د جريان په هکله په دې ډول لاسته راورو:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یوې نل په منځ کې جريان لري صدق کوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په آزاده توګه او یا هم د یوې مایع د ذرو په هکله چې د ریښو په بنه د نلولونو ترمنځ یو دبل ترڅنګ پرته له دې چې یو له بل سره مخلوط شي جريان ولري، د طبیق ورتیا لري.

که چېږي په یو جريان کې د h_1 او h_2 ارتفاع سره مساوی او یا یو له بله خخه دېر کم توپیر ولري، د ρgh_1 او ρgh_2 اجزاء په معادله کې یو اوبل افنا کوي او له اغېزو خخه بې کولای شو صرف نظر وکړو.

باید وویل شي چې له وروستني ساده افادې خخه ترپولو دمخه په ګازاتو کې گټه اخپستل کېږي، هکه چې د ګازاتو کثافت کوچنی دی. د برنولي د قانون په ساده رابطه کې دا شکل خانته نیسي:

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

پورتني افاده دا بيانوي چي فشار په هغه نقطوکي کم دی چبرته چي سرعت ډپروي. A_1 او A_2 مقطع گانپه کيفي ډول انتخاب شوي دي او ويلاي شو، د لولي په هره مقطع کي د $(\rho v^2/2 + \rho gh + p)$ د جريان افاده د عين قيمت لرونکي ده.

ددي لپاره چي په پورته معادله کي ډپر دقت رامنځ ته شي، د A عرضاني مقطع صفر ته تقرب ورکوو چي په دي صورت کي د جريان لوله د جريان يو خط ته تقرب کوي او د P او V او h کميتوهه چي د معادلي دواړو خواوو ته شتون لري، کيداړي شي داسې تلقي شي چي د جريان همدا عين خط له دوو کيفي نقطو سره تعلق لري، په پايله کي بنسي چي د جريان دهر خط په اوږدو کي په يوه خيالي مایع کي دغه شرط صدق کوي. $\rho v^2/2 + \rho gh + p = ct$

مور دغه معادله د يوې خيالي مایع لپاره لاس ته راوړه چي د حقيقې مایعاتو لپاره چي داخلې اصطکاک ې په زيات نه دي هم د تطبيق قابلیت لري.

فشار د اوږو د بندلهه قاعده کي

يو بل حالت چي مور د سیال جريان د سرعت اړيکي له فشار او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوو، د اوږو بند دي.

فرض کوو چي د يوې مایع په وړاندې چي په افقې ډول جريان لري، يو بند جوړ شي. په هغه صورت کي طبیعي ده چي د هغه زيات فشار له کبله چي د بند په کاسه کي منځ ته راخېي. مایع د سکون حالت ته ورګرځي. دغه د ډپر فشار تولیديل د بند د فشار په نامه یادېږي او په P بنوول کېږي چي عبارت دي له: $p_2 - p_1 = p_s$ دا فشار هغه مهال کولاي شو محاسبه کړو چي د بربولي په معادله کي $v_2 = 0$ سره تعویض شي. په هغه صورت کي به ولرو چي: $p_s = p_2 - p_1 = 1/2 \rho v_1^2$

د $(1/2 \rho v^2)$ د بند د فشار قيمت ورکوي چي کولاي شو هغه په يوه نقطه کي چي د V سرعت لري، د جريان په ودرولو سره لاس ته راوړو. دا فشار د بند په ټولو نورو نقطوکي د بند د فشار مشخص کونکي ده، نو ددي له مخې به په افقې جريان کي کولاي شو د بربولي قانون داسې بیان کړو:

د یو افقې جريان په ټول بهير کي د P د فشار مجموعه او د $(1/2 \rho v^2)$ بند فشار ثابت دي.

د بند د فشار د مفهوم په درک کولو سره، او س کولاي شو چي په عددې توګه حساب کړو چي په متحرکو ګازونو کي د فشار توپironه ترکومه حده پورته خي.

مثال

د هواکثافت له $\rho = 0,125 \text{ kg/m}^3$ او په لوړو سرعتونو کي

$$Ps = 1/2 \rho v^2 = 1/2 \cdot 0,125 \text{ kg/m}^3 \cdot 1600 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 100 \text{ kgm/s}^2 / \text{m}^2 = 100 \text{ N/m}^2$$

$$= 100 P_a = 0.001 \text{ bar}$$

په هغه صورت کې چې د جريان سرعت په دې توګه يو لور قيمت ولري. فشار د هوا د نورمال فشار يوازي 1% دی. د حجم توپير هم په همدي تناسب کوچنۍ وي. له همدي کبله متحرک گازونه د تراكم کيدو ورنه گفړ کېږي.

مثال: يو رېپي پېپ چې په باځجه کې تري ګنه اخپستل کېږي، د $d_1 = 12,7\text{mm}$ قطر لرونکي دی. دې پېپ په اخره برخه کې يوه بله وصلیه توپه شتون لري چې دنه قطرې د نل (آخری سوری) ترڅولې پوري $d_2 = 5\text{mm}$ ورو ورو تنګېږي. کله چې اویه دې وصل شوي ټوبې ته ورسېږي. فشار يې د شاوخوا چاپېر په وراندې $1,8\text{bar}$ دی. د اویو د وتلو سرعت محاسبه کړئ، (په هغه صورت کې چې له اصطکاک خخه صرف نظر وشي).

اویه د x په کومه فاصله کې څمکې ته رسېږي؟ په هغه صورت کې چې د پېپ خوله له افقی محور سره د $1m = y$ په ارتفاع د څمکې له سطحې خخه واقع شي، (د اویو کثافت 1000kg/m^3 په نظر کې ونيسي).

حل: د برنولي او متماديت قانون پرینست چې د پېپ د

$$v_1 = \frac{v_2 A_2}{A_1} = v_2 \left(\frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} \right) \quad \Rightarrow p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$v_1 = v_2 \left[\frac{d_2/2}{d_1/2} \right]^2 = v_2 \left(\frac{d_2}{2} \cdot \frac{2}{d_1} \right)^2 \quad \text{له بله پلوه د متماديت له معادله خخه لرو:}$$

$$v_1 = v_2 \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \quad V_1^2 = V_2^2 (d_2/d_1)^4 \quad \text{د دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې:} \\ \text{که چېږي } d_1^2 \text{ قيمت چې پورته مو په لاس راوې دی، په وروستي معادله کې په پرڅای وضع کړو،} \\ \text{لرو چې:}$$

$$V_2^2 \left[1 - (d_2/d_1)^4 \right] = 2/\rho (p_1 - p_2)$$

$$d_2/d_1 = 5\text{mm}/12,7\text{mm} = 0,394 \quad , \quad 2/\rho = 2\text{m}^3/1000\text{kg} = 0,002\text{m}^3/\text{kg}$$

$$p_1 - p_2 = 1,8\text{bar} = 1,8 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$$

په پورتنيو معادلو کې دې قيمتنونو له خای پرڅای کولو خخه د v_2 قيمت لاس ته راوړو:

$$v_2^2 = (0,002\text{m}^3/\text{kg} \cdot 1,8 \cdot 10^5 \text{N/m}^2) / (1 - 0,394^4) = (360\text{m}^2/\text{s}^2) / 0,976 = 368,852 \text{m}^2/\text{s}^2$$

$$v_2 = 19,205 \text{m/s}$$

له افقی غورځونې خخه پوهېږو چې:

$$X = v_2 \cdot t \quad y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 = -1\text{m} \Rightarrow t^2 = 2/s \Rightarrow t = \sqrt{2/g}$$

$$t = \sqrt{2m/9,81m/s^2} = 0,45s \Rightarrow x = 19,205m/s \times 0,45s = 8,64m$$

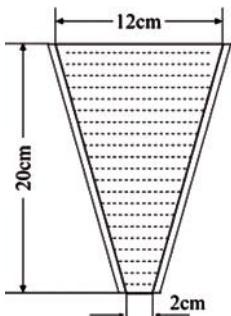


1. د فشار توپير پيداکړي، په هغه صورت کې چې د یو نل د دوو سرۇنۇ ترمنځ د نل د مقطع مساحت له 15cm^2 خخه 5cm ته تقىصى كړاي شي او په هره ثانیه کې $1,8\text{liter}$ بىزىن له $0,7\text{kg}/\text{dm}^3$ كثافت سره تېرې تېرې شي.

2. د یو قيف چولې لوشى قطر له 20cm ارتفاع سره، له پورتني $d_1 = 12\text{cm}$ قيمت خخه كېنىي قيمت $d_2 = 2\text{cm}$ ته كمېږي، په کومه کچه د فشار توپير د پورتنيو او بىنكىتنيو مقطوعو ترمنځ رامنځ ته كېږي؟ که چېرې:

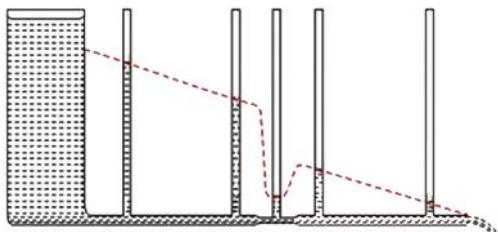
a. لوښي په بشپړ ډول له ساکنو او بوا خخه ډک وي.

b. په هره ثانیه کې 0.3 لیتره او بوا له لوښي خخه تېرې شي.



4-8: د برنولي د قانون تطبيقات

په اوسيني لوست کې د برنولي د قانون د کارونې خومورده مطالعه کوو چې لوړنۍ بې د خېښېلوا (چوشش) د اغېز منځ ته راتلل دي.



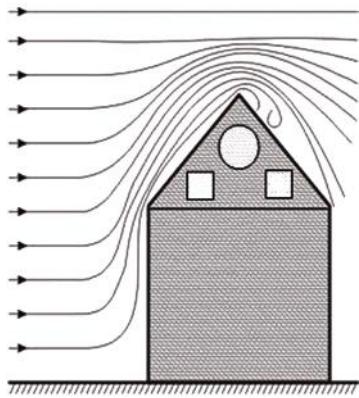
(8-5) شکل

له وروستي افادې خخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شوه، داسې پایله ترلاسه شوې د چې په هغه ټولو حالاتو کې چې لور فشار لري، د جريان سرعت د تېټه قيمت لرونکى دي او برعکس د تېټه فشار په شتون سره د جريان سرعت لور قيمت لري. د متماديت د قانون پرینست د جريان سرعت په تنګو موقعیتونو کې ډېر دي.

په دې موقعیتونو کې برعکس، هغه خه چې تېروتنې بې منل شوي دي، د فشار يو تناقص موجود دي. دغه ويناکولاي شو په (8-5) شکل کې د ليدلو وړو ګرڅو. که چيرې له یو نل سره چې د تېټگ محل يا معبئ لرونکى وي، خو نري نور نلونه د مایعاتو د فشار سنج په توګه برابر کړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مایع په هر نل کې پورته تللى، د هغه فشار د کچې بسodonکې ده چې په نومورو نلونو کې شتون لري. لکه چې ليدل کېږي، په هغه موقعیتونو کې چې نلونه نري دي، د مایع سطحه په نل کې تېټه ده او په پایله کې ویلای شو چې په نومورو موقعیتونو کې فشار تېټ ده. دا واقعیت هغه سوال ته چې ولې په خېښېلوا کې د خېښېلوا (چوشش)، اغېزه شتون لري؟ خواب ورکوي.

دی موضوع ته له یوه بل مثال سره دوام ورکوو:

د باد یو طوفان پر یو تعمیر الوخی، لکه چې په (8-6) شکل کې په خرگنده توګه لیدل کېږي، کله چې د هواکتلي د تعمیر په هغو برخوکې چې ځمکې ته نزدي دی لګېږي، برک کېږي یا دا چې سرعت یې کمېږي. یعنې د A د موقعیت په ساحوکې د سرعت قیمت کم دی، خود فشار قیمت لوړ دی. له دې امله د هواکتلي اړمندې (مجورې) دی چې پورته خواته حرکت وکړي او د تعمیر له بام خخه تېږږي. د B د موقعیت په ساحوکې د هوا د بهير په مسیرکې د هوا د بهير د مقطع یو تنقیص او د بهير د سرعت تزايد منځته راخي ... له همدي امله دی چې د ځواکمنو طوفانونو د الولو پرمهاں نه یوازي د تعمیرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته غورڅول کېږي.

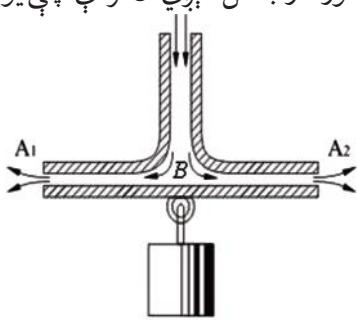


8-6) شکل

مثال

د خیښلوا(چوشش) اغېز د یو بل اثر په اريه کولو چې د «هایدرودینامیک پارادوکس» بنکارندې په نامه یادېږي، تر بحث لاندې نیسو چې د خیښلوا یا روډلو اغېز په سیالونوکې په خرگنده توګه د لیدلو وړ ګرځوي.

له یو ډېر نري نل (جت) خخه د هوا بهير تېږږي او له یوې تنګي فضا خخه چې د دوو پلیټونو چې یو د بل پرمخ اینسي دي، تېږږي. لکه خنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، خرنګه چې د $A_1 A_2$ ساحه کې د پلیټونو ترمنځ د هوا فشار شتون لري، له همدي کبله د چې فشار په ډېره تنګه ساحه کې د هغه سورې په شاوخواکې چې هوا ترې B ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې بهير لري، د هوا د فشار په پرتله کم دي. لکه چې لیدل کېږي، بنکتنې پلیټ لکه خنګه چې هيله کېږي، د هوا د بهير له امله نه یوازي دا چې نه ټپله کېږي، بلکې له یوې قوي سره د پورتنې پلیټ لورته رابنکل کېږي ان تردي چې یو وزن چې له هغه سره خپدلى دی، له ځانه سره راکابري.



8-7) شکل

٨-٥: وینتوري ټیوب - د جريان د سرعت اندازه کول

د برنولي قانون دا آسانتيارامنځ ته کوي چې کولای شو د مایعاتو او متحرکو ګازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. د دې مقصود لپاره د مایعاتو د بهير پر مهال له نلونو خخه په عمومي ډول له وینتوري ټیوب خخه ګټه اخښتل کېږي.

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، دغه ټیوب له نري نل (جت) خخه جور شوي دي. چې په هغه کې د ډېرو پراخو او ډېرو تنگو (نریو) برخو ترمنځ د فشار توپیر، د یو فشار سنج (د مایع مانومتر) پرمتی اندازه کیدای شي. د برنولي د قانون پرنسپ په وینتوري ټیوب کې دغه رابطه صدق کوي.

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$v_2 = v_1 \cdot A_1 / A_2$ همدازنګه د معادله له مخې لرو چې: که چېږي (A_1 / A_2) سطحونسبت په q وبنیو، لرو چې: او د برنولي په معادله کې د دې افادې په تعویضولو سره لاندې معادله لاس ته راخي:

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ (v_1 A_1 / A_2)^2 - v_1^2 \right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ (v_1^2 q^2) - v_1^2 \right\}$$

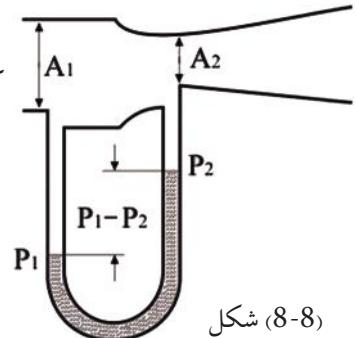
$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ v_1^2 (q^2 - 1) \right\}$$

$$= \frac{\rho v_1^2}{2} (q^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}}$$

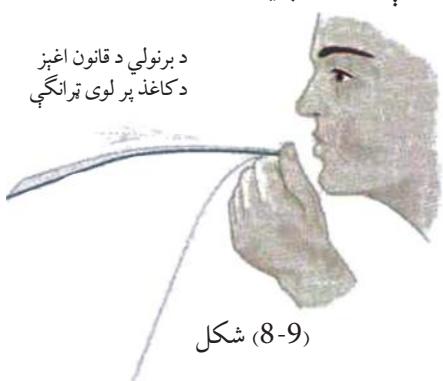
د v_1 له دې قيمت سره همدا راز کولای شو د جريان حجم (V) او یا په یوه ثانیه کې تېره شوې مایع په لاندې توګه محاسبه کړو: $V = A_1 \cdot v_1$ (بې یوه ثانیه کې د هغې مایع حجم چې د A_1 له مقطع خخه v_1 په سرعت تېږږي).



شکل ٨-٨

اتومایزر (عطرشیندونکی)

په تپرو 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 طبیعی شرایط او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړیکو د بنودلو آسانه لار له پورته خوا خخه د کاغذ پر یوې ترانګې (ریښې) باندې پوکول دي. که چیرې تاسو کاغذ د (8-9) شکل په خېر کلک ونیسی او بیاپې په پورتنی سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لوړنې خپیدلی حالت خخه مخ په پورته کېږي چې دلیل پې د هوا د سرعت له توپیر خخه عبارت دی. د کاغذ د ترانګې د پورتنیو او سبکتنيو برخو ترمنځ په پایله کې همدا محصله پورته کوونکې قوه د لفت په خېر عمل کوي او د کاغذ ترانګه تقریباً افق تر سطحې پورته کېږي.



(8-9) شکل

دې ته ورته اغېزې په یو اتمایزر (عطرشیندونکی) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شیندی تر سترګو کېږي. کله چې د مخزن پوکانۍ د (8-10) شکل په خېر د هوا یو تېز باد شوټ کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نري سوری خخه چې د هوا د سرعت د زیاتېدو سبب گرځي تېرېږي.

په پایله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته تیله کېږي. په بل عبارت خرنګه چې د هوا فشار چې په دې سرعت د عطرو د اتمایزر د عمودي تیوب په پورته لوري لګیدلی دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې د لوښې د داخلي مایع په سطحې عمل کوي، لوردي، نو د اتموسفير فشار د تیوب پورتنی برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دي عطر تیله کوي. د یو اتمایزر د کار کړنلاره د برلنولي د معادلې خخه په ګټې اخېستلو هم توضیح کیدای شي. د هوایي ستون لور سرعت چې د پوکانۍ په فشار ورکولو سره منځ ته رائحي، د عمودي تیوب په پورتنی برخه کې یو تېټ فشار منځ ته راوړي. دا کار ددې لامل گرځي چې مایع له تیوب خخه د باندې ډیکه یا وغورڅول شي او د هوا له بهير سره د یوه نري شاور په شان بھر ته شيندل کېږي.

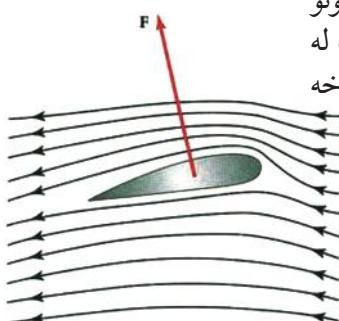


(8-10) شکل

۸-۶: د الوتکي وزرونو او محركه او چتونونکي قوه (Dynamic Lift)

د الوتکي په وزرونو کې يوه او چتونونکي قوه عمل کوي چې ددي سبب گرځي چې هغه په هوا کې او چتني وساتي او دا هغه مهال واقع کېږي چې الوتکه د هوا په پرتله په کافي توګه په لور سرعت حرکت وکړي، لکه شنګه چې په (8-11) شکل کې د هوا د بهير يو قوي بهير بندول شوي چې د الوتکي له وزره سره لګېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکي سپرلي په عطالتي نظام کې وي او ددي په خبر دي لکه د الوتکي په وزرونو چې ناستې وي). پورته خواته وزره ته میلان ورکول همغه د پورتنۍ سطحې ګولوالۍ دی چې ددي سبب گرځي، تر خود الوتکي تر وزره لاندې د هواد بهير جريان د یوې قوي په مرسته پورته خواته فشرده شي او د وزره د پورتنۍ برخې هوا متراکمه شي او د فشار تېټه ساحه منځ ته راشي.

د سیلان د دوو خطونو د هوا جريان مساحت په هره برخه کې د خطونو یو بل ته په نژدي کيدو سره کمېږي، نو ددي له مخې د متتمادي له (8-11) معادلې خڅه د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې چې هله د سیلان خطونه یو بل ته نژدي کېږي، زیتابېږي.



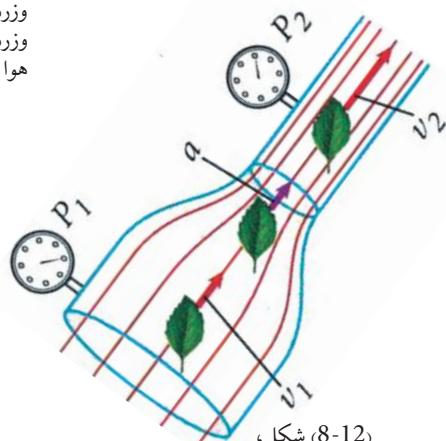
(8-11) شکل، د الوتکي د وزره د پورته تلو پر مهال مور د وزره په عطالتي نظام کې يو او د هوا جريان په کې نظاره ګوو.

همدارنګه له پخوا خڅه په ياد لري چې سیلان د خطونو خڅه د تراکم له امله د پېپ په نري مقطع کې د هوا سرعت په فشرده شوي برخه کې ډپروي، په (8-12) شکل کې په خرګنده توګه لیدل کېږي.

له دې امله چې د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې د هغه له لاندېني برخې خڅه ډېر دي، نو ددي له مخې فشاریه پورتنۍ لوره برخه کې د هغې تر بنسکتني برخې لې دی (د بربولې قانون).

د پورته دلیل پرنسپت يوه محصله قوه په پورته لوري د الوتکي پر وزرونو عمل کوي چې د او چتونونکي (Dynamic Lift) محصله قوي په نامه يادېږي.

تجربې بشي د وزره د پورتنۍ برخې د هوا سرعت حتى د وزره د لاندېني برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کیدای شي. (د هوا او وزرونو ترمنځ اصطکاک، شاته د رابنکلو قوه تولید وي چې د الوتکي د انجنونو قوه باید پرې غالبه شي).



(8-12) شکل،
د سیلان به هغه نل کې چې
متفاوت قطرونه لري

يو هوار وزر او يا يو وزر له متناظري مقطع سره تر هغې پوري چې مخکنى برخه يې پورته لورته انحنا لري، (دانحنا صعدي زاوي لرونکي د). د پورته کيدو خپل عمل ته دوا ورکوي. د 11-8 شکل حتى هغه مهال چې د صعدي انحنا زاویه له صفر سره مساوي هم وي وزر ياهم د پورته کيدو په حالت کې بنبي، خکه چې گول شوي پورتني برخه، هوا پورته خوا ته تیله کوي مسیر ته يې انحنا ورکوي او د سيلان خطونيو له بل سره د تراكم سبب گرخې. که چيرې د انحنا صعدي زاويه کافي حد ته ورسىبرى چې و کولاي شي د سيلان خطونه په پورته لورو راکابري يا تر فشار لاندې ونسىسي، ترخويو بل ته بنه نژدي شي، په هغه صورت کې الوتكه سر کوندي (خرخي) وهى (په وزرو را خرخي). که چيرې د انحنا صعدي زاويه د 15 درجو په شاخواکې وي، د خرخپدو تopian (Turbulence) واقع کېږي. لکه خنګه چې په 11-8 شکل کې دې راسنکل دشا په لور او د وزره لې صعود رامنځته شوي، ددي سبب کېږي چې وزر له حرکت خخه ولوپري او الوتكه سقوط وکړي. په بل تحليل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقى توګه د وزره په وراندې په حرکت کې ده په بنکته لور او د هوا د هغو ماليکولونو په مومنتم کې د بدلون لامل گرخې چې دشا په لوري خرخېږي او په وزره کې د صعدي قوي د تولید سبب کېږي، (دانیون دريم قانون).

7-8: لزوجيت

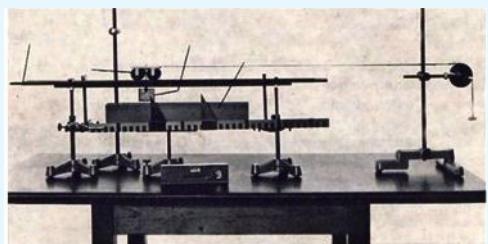
د لزوجيت مفهوم د داخلی اصطکاک قوي (پیدایست او محاسبه):

مورد په تېرو درسونو کې وویل چې خيالي (ایډیال) مایع هغې مایع ته وايي چې د تراكم ورتیا او اصطکاک ونه لري. همدارنګه زيانه موکړه چې خيالي مایع په حقیقت کې شتون نه لري، خکه چې تول سیالونه د گازاتو اويا مایعاتو په ګلدون چې ریښتینی شتون لري، د اصطکاک لرونکي د او هم تریوه حده د تراكم ورتیا لري، یعنې په حقیقت کې خيالي مایع یوه مجرده افاده ده. کله چې په مایعاتو کې له اصطکاک خخه غږېرو، موخه مو د هغو خخه داخلی اصطکاک دي. دغه داخلی اصطکاک په یو بل نوم هم یادوي چې په مایع او یا گاز کې عبارت له لزوجيت (ښتل) خخه دي. هره حقيقي مایع او گاز یو خه داخلی لزوجيت لري او دا هغه مهال خرګندېږي چې په مایع او گاز کې حرکت رامنځ ته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کيدو خخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شي، ورو ورو قطع کېږي. داخلی اصطکاک نه یوازي دا چې له نلونو او دېريل او نورو په څېر لوښو سره د مایع د سطحود تماس اويا په مایع کې د شیانو د حرکت پر مهال د هغو د تماس له امله رامنځ ته کېږي، بلکې په خپله د مایع په منځ کې هم کله چې د مایع قشرونه چې د جربان بیلا بیل سرعتونه ولري او یو دېل پرمخ بهېږي، هم منځته راخې. له همدې امله دي چې بر عکس جامد اجسام چې خارجي اصطکاک لري، دې اصطکاک ته داخلی اصطکاک وايي. د داخلی اصطکاک شتون په مایعاتو کې حتی په خپلوا لاسونو هغه مهال حس کوو چې کله یو جسم د مایع په منځ کې په خپل لاس سره په حرکت راولو. مورد په دې حالت کې یو مقاومت حس کوو چې په مایع کې د داخلی اصطکاک له امله رامنځ ته کېږي.

تجربه:



له دې تجربې سره د داخلی اصطکاک اړیکې له مایع سره د جسم د تماس د سطحې له لویوالی، د هغې مایع له خانګنو سره چې جریان لري او د مایع د حرکت له سرعت سره کیدای شي تر مطالعې لاندې ونیول شي.



8-13) شکل

په شکل کې لیدل کېږي چې یوه تجربوي عراده گې چې یو پليت ورسه تړل شوي دي، په نظر کې نيسو. دغه عراده گې د یو وزن پرمت د اوسبې پر یو خط رابنکل کېږي. د اوسبې دې خط لاندې یو کم عرضه لوښي (ټپ) چې له تېلو سره کړ شوي اینډول شوي دي. دغه پر تېلو ککر لوښي تر یوه حده پورته خواته رابنکل کېږي چې پليت یو خه او یا په بشپړ دول په کې دوېږي.

د ټپ جوړښت داسې دې چې یوه نيمائي یې (12mm) سور او بله نيمه برخه پې 6mm سور لري. په یو نواخت حرکت کې د رابنکلو هغه قوه چې د خروول شوي وزن له امله منځ ته راخې، د اصطکاک قوي د عين قيمت لرونکې د چې د پليت لخوا منځ ته راغلې. که چيرې وزنه دېره شي، سرعت زباتېږي او کله چې پليت په مایع کې ژور بشکته خې، سرعت کمېږي او هم هله سرعت کمېږي چې پليت د ټپ له سور ورې برخې خخه د ټپ نري برخې ته رسېږي.

بورتني تجربه هغه تیوري تاییدوي چې له امله یې د داخلی اصطکاک د قوي اړیکې له لاندې کمیتونو سره خرګندېږي.

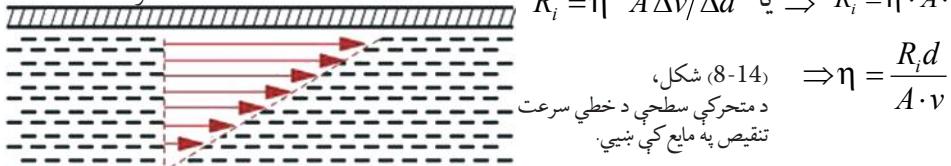
1 - د مایع د لزووجیت ضریب (η)

2 - له مایع سره د جسم د تماس سطحې لویوالی.

3 - د $\Delta v / \Delta d$ نسبت چې دغه نسبت د Δv سرعت د تناقص او Δd د ضخامت د کچې خخه لاس ته راخې. Δd د هغې سطحې ضخامت دې چې په یوه وخت حرکت کوي او د مایع د یو ګاونډې قشر سره اړه لري چې د هغې په تعقیب د سرعت کمیدل منځ ته راخې.

د مایع هغه شمېر ذري چې په مستقیمه توګه د سطحې په ګاونډ کې دي، د ديفوژن (د جسمونو د ذرو آزاد خپرېدل) له امله له سطحې سره نښلي او خپل سرعت اخلي او له وروستي قشر خخه یو خه شاته پاتې کېږي. د تماس په هغه سطحو کې چې هواري دي، د مایع د ذراتو سرعت د d د تاکلي ضخامت په اندازه v له بشپړ قيمت خخه په منظم ډول د صفر تر قيمت پوري کمېږي چې په پايله کې د v/d نسبت د $\Delta v / \Delta d$ له کسر سره تعویض کېږي او له دې خایه خخه کولای شود داخلی اصطکاک قوي فارمول په لاندې ډول ولیکو:

$$\text{متحرک سطحه} \quad R_i = \eta \cdot A \cdot v / d \Rightarrow R_i = \eta \cdot A \cdot v / d$$



$$8-14) \text{ شکل} \Rightarrow \eta = \frac{R_i d}{A \cdot v}$$

په پورتني فارمول کې ۶ چې د لزوجيت د ضرب په نامه يادپري، د هري مادي لپاره تاکل شوي دي او یو مهم ثابت دي. دغه ثابت په هغو ماياعتو کې چې په آسانې سره جريان کوي لکه: (ایتر، بنزين او هم په اویوکې) د کم قيمت لرونکي او په هغو ماياعتو کې چې اسان (سهول) جريان نه لري، لکه: (گليسيرين، گریس او قير) لور قيمت لري. دغه ضرب په عين وخت کې د اندازه کولو یو مقیاس دي. د هجه کوهیزن د اندازه کولو لپاره چې د ماياعتو د هر ماليکول په منځ کې موجو دي.
لزوجيت د تودوخي د درجې له لوپيدو سره په شدت کمېري او د اندازه کولو واحدېي د واحدونو په نړيواله کچه عبارت دي له:

$$[h] = [R_i d / Av] = Nm/m^2 \cdot m/s = Ns/m^2 = kg \cdot m/s^2 \cdot s/m^2 = kg/ms$$

لاندي جدول د خينو جسمونو د لزوجيت ضرب د واحدونو د SI په سيستم د $\frac{kg}{m \cdot s}$ په واحد رابني:

R_i	گریس د تودوخي په $20^\circ C$ کې	0.000017	هواد تودوخي په $20^\circ C$ کې	0.00179	اویه د تودوخي په $0^\circ C$ کې
0.25...0.02	گریس د تودوخي په $80^\circ C$ کې	0.000018	هواد تودوخي په $0^\circ C$ کې	0.00101	اویه د تودوخي په $20^\circ C$ کې
100	قير د تودوخي په $20^\circ C$ کې	0.0018	الکول د تودوخي په $0^\circ C$ کې	0.00055	اویه د تودوخي په $50^\circ C$ کې
		0.0012	الکول د تودوخي په $0^\circ C$ کې	0.00029	اویه د تودوخي په $100^\circ C$ کې
		1.50	گليسيرين د تودوخي په $20^\circ C$ کې	0.00024	ایتر د تودوخي په $20^\circ C$ کې

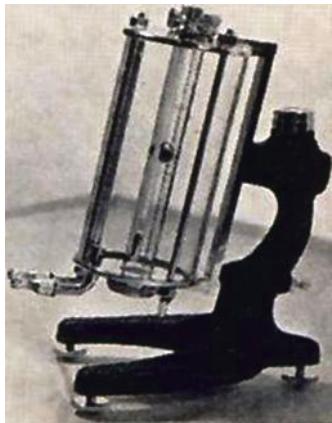
هغه فارمولونه چې د داخلی اصطکاک او بهرنی اصطکاک د محاسبې لپاره ترې گته اخپستل کېږي، په لاندي توګه یو له بل سره توپیر لري.

$$R_i = \eta \cdot A \cdot v/d = \text{داخلی اصطکاک او } R_o = \mu \cdot F_N = \text{خارجی اصطکاک}$$

بهرنی اصطکاک د نورمالې قوي په زياتيدو سره زياتېري چې پر داخلی اصطکاک هیڅ اغپه نه لري. ددې پر عکس داخلی اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوپيدو زياتېري، په داسې حال کې چې بهرنی اصطکاک له دي دوو سره هیڅ ډول اړیکې نه لري.

د لزوچیت د ضریب اندازه کولو

د یوپی مایع د لزوچیت د ضریب د اندازه کولو لپاره اکثر آله یوپی آلپی خخه چې د هوپیل ویسکو زیمتر (Hoepppl – Viskosimeter) په نامه یادپری او په شکل کې بنودل شوی، کار اخلي، خکه چې له دې آلپی او ددې په خبر نوروآلو سره کار کول چې د عین پرنسيپ پرنسپت کار کوي، په اندازه کولو کې ساده توب او لازم دقت تأمینوي.



شکل (8-15)

لکه چې په شکل کې لیدل کېپری، په یوه نل کې چې یو کمزوری کورزوالي لري، یوه کره مخ بنکته سقوط کوي. د تودو خې د درجه د ثابت ساتلو لپاره دغه دستگاه له او یو خخه په یوه ډک لوښي کې څای پرڅای شوې ده چې د تودو خې درجه یې د یو ترمومترات په مرسته په یو ثابت قیمت کنټرول کېپری.

د کړي د سقوط زمان له محاسبه کولو خخه کولای شو لزوچیت لاسته راورو. له هغه کرو خخه په ګټې اخپستلو سره چې مختلف قطرونه لري، له همدي آلپی سره د ګازونو او هغه مواد د لزوچیت په لاس راپوري چې د دېر لور لزوچیت لرونکي وي.

مثال

د ګریسو د لزوچیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې کثافت یې ($\rho_1 = 0.9 \text{ g/cm}^3$) او یوه المونیمي کره (ګلوله) له ($\rho_2 = 2.8 \text{ g/cm}^3$) کثافت او 2mm قطر سره، له ارتفاع خخه د 18 ثانيو په مودې کې یې په منځ کې سقوط وکړي.

حل:

یوه کره د ګریسو په منځ کې د یوپی لنډې فاصلې تر وهلو وروسته، یونواخت حرکت کوي، پوهېبرو چې داخلي مقاومت عبارت دي د وزن (W) او صعودي قوي (bouncy) د ګچې له حاصل تفريق خخه،

$$W = mg = \rho_1 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g, \quad F_b = \rho_2 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g, \quad R_i = 6 \cdot \pi \cdot r \eta v = 6 \cdot \pi \cdot r \eta h / t$$

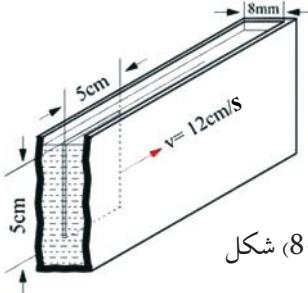
$$\text{همدارنګه لرو چې: } E_i = W - F_b$$

$$\eta = \frac{R_i \cdot t}{6\pi r \cdot h} = \frac{(W - F_b) \cdot t}{6\pi \cdot d / 2 \cdot h} = \frac{(\rho_1 \cdot \pi \cdot d / 2 \cdot h \cdot g - \rho_2 \cdot \pi \cdot d / 2 \cdot h \cdot g) \cdot t}{6\pi \cdot d / 2 \cdot h}$$

د قیمتونو له وضع کولو خخه وروسته: $\eta = 7 \text{ g/cm s}$



پوښتني:



8-16) شکل

1 - په یو تېب کې چې له تېلو خخه ډک شوي، یو نری پليت چې 8 ملي متره سور او 55 سانتي متره مریع مساحت لري، له 0.1 نيوتن قوي سره د طول په لوري کې رابشكل کېږي. د لزوخيت کچه بې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې چې کوم سرعت رامنځ ته کېږي، $s = 12 \text{ cm/s}$. قيمت ولري.

2 - د یوه موټر په بریک کې له 20 cm^3 گلیسرینو خخه کار اخیستل شوېدی او د لزوخيت ضربې بې $\eta = 1.5 \text{ Kg/ms}$ د، د یو نل په واسطه چې 12.5 cm طول او 2.5 mm قطر لري تر 18.10^6 bar یو منځنۍ توپيری فشار لاندې پرس کېکاردل کېږي. هغه زمانې موده چې ددي عملې لپاره په کار ده، محاسبه کړئ.

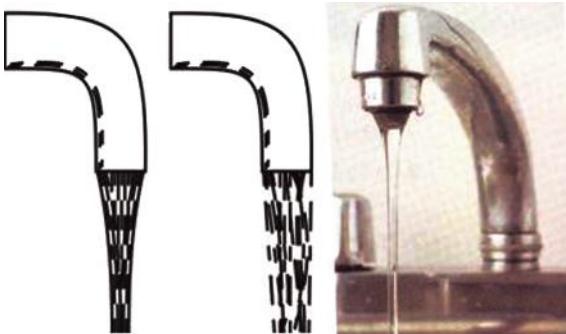
8-8: د طوفاني جريان سکارنده (پدیده)

په مختلفو سرعتونو کې د یوه جريان د واقع کېدو څرنګوالی:

داخلي اصطکاک هغه مهال منځ ته راخي چې د مایع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، یو دبل له څنګ خخه تېږدي.

دا پېښه، تر تولو د مخه د مایعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحدو قشرونو کې څرګندېږي. پر دې داخلي اصطکاک د غلبې لپاره یاپې د اغېزو د ليري کولو لپاره، د انرژي یوه برخه چې د مایع په جريان کې شتون لري، مصروفېږي.

په کوچنيو سرعتونو کې داخلي اصطکاک هم کوچني دي. نو له دي امله د فشار بدلون او د انرژي ضياع چې د سرعت له کموالي خخه را پیدا شوي، هم تر هغه حده کوچني دي چې د مایع هغه قشرونه چې یو دبل له څنګ خخه تېږدي، نه خيرې خيرې کېږي، بلکې یو دبل له اړخه په صاف ډول تېږدي او جريان ته لامينار (Laminar) وايي.



8-17) شکل، له چخکوري (شيردهن) خخه د لامينار او توريلنت بهيرونه

خو د ډپرو سرعتونو په حالت کې چې اصطکاک ډپر قوي دي، د جريان تصوير به د پام ور ډول خانته بدلون ورکوي چې په دي حالت کې د اويو خرڅيدل (گرداب) منځته راخي.

رامنځته شوي جريان د توربوليست (Turbulent) په نامه يادپري.

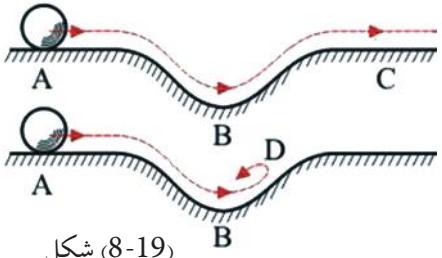
که چيرې د اويو شيردان لړ خلاص کړو، اویه په کراره او نرمي له شيردان خخه خارجېږي او که چيرې شيردان نور هم خلاص کړو، د اويو بهيريو ټاکلي سرعت ته ترسپدو وروسته په ناکرارۍ پيل کوي او د اويو خرڅيدل تولید وي. په (8-18) شکل کې هم دا بنکارنده په ډپر بنه ډول په هغه آله کې چې د «جريان د لارو رګونو آکي» په نامه يادپري، ليدلاي شي. ددي آکي د کار طریقه داسې د چې بې رنګه شفافي اویه او سور زنګې اویه له دوو لو بشو خخه په یوه فضاکې چې د دوو بنېښه یې پليټونو ترمنځ وي، له پورته لوري خخه له یو شمېر نرييو سوريو خخه چې تيار شوي دي، بهير پيداکوي. د اويو جريان له سوريو خخه په دي ډول دي چې صفا او رنې اویه له لومړي او دريم سورې او سري رنګه اویه له دويم او خلورم سورې خخه تېږي.

د دواړو مایعاتو د بهير خروجي سرعت له هغه قيد سره چې په پیپونو کې پکار ورل شویدی، کولای شو تنظيم کړو. که چيرې په لوښي کې مانع نه وي، د جريان رسپني د سور زنګه موازې خطونو په خېر تر ستړګو کېږي. او که چيرې کومه مانع هم وي. د دوو رنګو اختلالټ بیاهم نه تر ستړګو کېږي. هغه خه چې ليدل کېږي د جريان د متজانسو رشتوله یو عبور خخه عبارت دي چې په دواړه خواو کې بې صورت موندلې دي. که چيرې قيد خلاص کړو، یعنې د مایع د بهير سرعت لور کړو، ليدل کېږي چې یو ټاکلي قيمت ته د سرعت په رسیدو سره ناخاپه د اويو خرڅيدل (گرداب) بنکاره کېږي او دواړه رنګونه په بشپړه توګه له یوه بل سره مخلوط کېږي.



(8-18) شکل

د گرداونو پیداکيدل

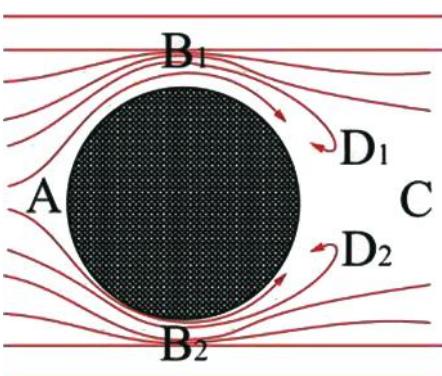


(8-19) شکل

د گرداونو پیداينست کولاي شو په آسانې له يوې ميختانيکي عملې سره په پرتله کولو د پوهېدو وړ وګرخو. که چېږې يوه کره د یوبولو په منځ کې د جريان په مسیر کې راشي، دغه کره درغېدو پر مهال خپله پوتانسيلي انژزي له لاسه ورکوي او ورسره يو خاۍ يې په سرعت کې زياتوالی منځنه راخي، شکل ته پام وکړئ.

کله چې کره منحنۍ مخ په پورته وهې، له سرعت خخه يې کمېږي. ددې سرعت قيمت که له اصطکاك خخه تېر شود C په نقطه کې عين همغه قيمت لري چې په پيل کې يې د A په نقطه کې درلود. که چېږې د اصطکاك قيمت کم هم وي، کره يو خه پورته خې، خود سرعت قيمت D په نقطه کې د A نقطې د سرعت په نسبت کم دي.

که چېږې انژزي د اصطکاك له امله ډېره ضایع شي، هغه حرکي انژزي چې باید د B په نقطه کې وي، ترڅو کره پورته يوسي او هغه C نقطې ته ورسوي، کفایت نه کوي او کره تر D نقطې رسېري او سرعت يې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بېرته ګرخې. عين مناسبونه په هغه حالت کې شته، کله چې بوه مایع له يوې مانع سره مخ شي، مثلاً که چېږې يوه مایع له يوې استوانې سره ولګېږي او له بهرنې سطحې خخه يې تېر شي، (8-20) شکل.



(8-20) شکل

ليدل کېږي چې د B_1 او B_2 ساحې محدودې او تنګې دي، نو د متماديت د معادلې له نظره د سرعت قيمت زياتبرې او د فشار قيمت کمېږي.

که چېږې اصطکاك شتون ونه لري، د سرعتونو او فشار قيمت D په نقطه کې يو خل بيا په همغه اندازه وي چې د A په نقطه کې وو.

په لړو اصطکاكونو کې لومړي غير مهم بدلونونه منځ ته راخي، خوکله چې د سرعت قيمت ډېروي،

داخلي اصطڪاك پورته ئي او په پاي کې داسې حالت منځ ته راخي چې د مایع ذري D_1 او B_1 په ساحوکې نور هغه حرکي کافي انرژي نه لري، تر خود لور فشار په وړاندې C په ساحه کې حرکت ته دوام ورکري، خو سرعت يې کمپري او په پاي کې D_2 او D_1 په خېر ساحوکې صفر ته تقرب کوي او په پايله کې د مایع ذري بيرته راگرخې او شاته جريان پيداکري. د بېرته راگرخېدو پر مهال په دوران پيل کوي او گرداداب تشکيلوي. يعني هغه مایع چې مخکې يوه لامينار مایع وه، دادې په يوه توربولينت مایع تبدیله شوي ده. هغه گردادابونه چې له دواړو خواو خخه په پرله پسې توګه منځ ته راخي او د مانع شاته اصطلاحاً يوه گردادابي لاره جوړوي.

د اتم خپرکي لنډيز



- کله چې د گاز د حرکت سرعت د صوت له سرعت خخه کم وي، د متحرکو گازونو پر حجم د فشار د تغییرونو اغېزه هومره کمه ده چې کولای شي ترې تېر شو.
- یو سیال (مایع یا گاز) ته هغه مهال خیالی (ایلیال) ویلی شوچې د تراکم ورتیا او اصطکاک ونلري.
- د متمادیت معادله بیانوی چې په یو نل کې چې د متغیرو مقطوعو لرونکی وي، د مایع د بهير سرعت د نل له مقطع سره معکوساً متناسب دي. یعنې په لویه مقطع کې د بهير سرعت کم او په کوچنی مقطع کې د بهير سرعت زیات وي.
- د $P_2 + P_1 = (\rho v_1^2/2) + (\rho v_2^2/2)$ مساوات عبارت دي د برنوی له ساده رابطې خخه او بیانوی چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډپروی څو دي.
- د $P = \rho v^2/2 + \rho gh + ct$ هم د برنوی د معادلې بل شکل دي چې د یوې خیالی مایع لپاره لاس ته راغلي او د حقيقی مایعاتو لپاره چې داخلی اصطکاک یې ډپر نه دي، هم د تطبیق ورتیا لري.
- په افقی جریانونو کې کولای شو، د برنوی قانون په دې ډول بیان کړو چې د افقی بهير په ټول بهير کې د P فشار او د بند فشار $(\frac{1}{2} \rho V^2)$ مجموعه ثابتنه ده.
- وینتوري ټیوب له یونری نل (جیت) خخه جور شوی دي چې په هغه کې د فشار توپیر په ډپرو یلنونو برخوا او ډپرو تنګو (کم سوره) برخو کې په یوه فشار سنجوونکي د مایع (مانومتر) پرمې اندازه کیدای شي، او د برنوی د قانون پرنسپ د $p_1 + 1/2 \rho V_1^2 = p_2 + 1/2 \rho V_2^2$ رابطه په وینتوري ټیوب کې صدق کوي.
- د الوتكې په وزرونو کې یوه او چتوونکې قوه عمل کوي او هغه ددي لامل ګرځئي (کله چې په کافې توګه د هوا په پرتله په ډپر لور سرعت حرکت وکړي) چې الوتكه په هوا کې اوچته وساتي.
- د مایعاتو لزوجیت یا چسپیدل (نبنتل) د هغو له داخلی اصطکاک خخه عبارت دي، او لزوجیت هغه مهال تبارز کوي چې په مایع یا گاز کې داخلی حرکت منحثه راشي، او د هغو اغېزو له قطع کيدو خخه وروسته چې د حرکت لامل ګرځیدلي ورو ورو قطع کېږي.
- د داخلی اصطکاک فورمول $R_i = \eta \cdot A \cdot v/d$ دی. η د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي چې یو مهم ثابت دي او د هرې مادې لپاره مشخص دي.

- د هوپیل وسکو زیمتر له الی خخه د یوپی مایع د لزوجیت ضریب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.
- که چېږي یوه کره د یوبلول په منځ کې د جريان په مسیر کې واقع شي، دغه کره درغېيدو پرمهال خله د پونسیل انژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې يې ډپروالي راخي. د سرعت په زیاتیدو سره داخلی اصطکاک لورئي او بالاخره داسي حالت رامنځته کېږي، چې د مایع ذري، کافي حرکي انژي له لاسه ورکړي او نور د لور فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولی او سرعت يې صفر ته تقرب کوي. په پایله کې ذري پېښته راګرئي او شاته جاري کېږي او د بېښته راګرڅيلو په مهال په خرڅيلو یا دوران پيل کوي او ګرداب جورپوي چې وايي نوره نومورپي مایع په یو توربوليست مایع بدله شوي ده.

د اتم خپرکي پونتنې

- 1 - يو سیال (مایع - گاز) تعريف کړئ.
 - 2 - د متمادیت یا پیوستوالی معادله خه شی بیانوي؟
 - 3 - د $A_1 V_1 = A_2 V_2$ رابطه د او هرې جوره مقاطعو مقطع لپاره د تطبيق وړد.
 - 4 - که چیرې مایعات او ګازات د صوت له سرعت خخه په کم سرعت حرکت وکړي ورته ویل کېږي.
 - 5 - د یوې خیالي مایع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت له خخه د.
 - 6 - د $P_s = P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho V^2$ فشار د فشار په نامه یادېږي.
 - 7 - د قانون پرنیست په وینتوري ټیوب کې رابطه صدق کوي.
 - 8 - د لزوجیت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړیوال سیستم کې د $[R_i d / A_V] = [\eta]$ له رابطې خخه ترلاسه کړي.
 - 9 - ایا په ډېره کچه فشار تل د ډېري فوې پرمې منځته راخي؟ خپل څواب توضیح کړئ.
 - 10 - کله چې د یوې نیچې له لاري او به خښې د هوا په تخليه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموئ او مایع په حرکت راخي او ستاسو خولي ته ورننځي. ایا کولای شي ددې موختې لپاره په سپورمۍ کې هم له نیچې خخه د اویو د خبندلو لپاره کار واحلى؟ ولې، توضیح یې کړئ.
 - 11 - له لاندې معادلو خخه کومه یوه د اویو سرعت د A په نقطه کې (V_A) او د اویو سرعت د B په نقطه کې (V_B) ترمنځ اړیکه توضیح کوي؟
- الف) $\frac{1}{2} d_A V_A^2 = \frac{1}{2} d_B V_B^2$ (۱) $d_A d_B = V_A V_B$ (ج) $d_A^2 V_A = d_B^2 V_B$ (ب) $d_A V_A = d_B V_B$
- 12 - که چیرې د نل د مقطع مساحت د A په نقطه کې $2,5 \text{ cm}^2$ او د B په نقطه کې د مقطع مساحت 5 cm^2 وي، د اویو جريان د A په نقطه کې خو خلی د B له نقطې خخه تيز (ګرندی) دی؟
 - 13 - په یوه افقی نل کې اویه په $\frac{m}{s}$ سرعت بهېږي. که چیرې ددې نل شعاع د هغه د $(\frac{1}{4})$ برخې په اندازه کوچنۍ شي، د نل پدې نری برخه کې د اویو سرعت لاسته راوړي.
 - 14 - د یو نل د شیردان د سوری قطر 2 cm دی او په هره ثانیه کې په $2,5 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ کچه اویه ترې خارجېږي، اویه په کوم سرعت له نل خخه خارجېږي، پیداکړي.

مأخذونه

1. PHYSICS (PRINCIPLES WITH APPLICATIONS), by Douglas C. Gain
coli, Published by Pearson Education Inc, 2005.
2. PHYSICS by James S. Walker, Pearson Education Inc. USA, New Jersey, 2004.
3. PHYSICS by R.A. Serwey and J.S. Faughn, 2006 by Holt, Rinehart and Winston.
4. PHYSICS, A Text book, published by Surat Publishing Company, printed in TURKEY, 1996.
5. Fundamentals of Physics, published by University of the Philippines,
College of Education, Manila, 1976.
6. الفيزياء (للمراحل الثانوية / الفرع العلمي)، و وزارة التربية و التعليم، ادارة المناهج والكتب المدرسية، الكتاب في مدارس المملكة الاردنية الهاشمية، ٢٠٠٥ م.
7. د «فزيك (2) و ازمایشگاه»، د بنوونې او روزنې وزارت د خیرنې او ازموننې د پلان جورپولو سازمان، د ایران د درسي کتابونو د چاپ او خپريدو شرکت، 1385 هـ . ش.