

فیزیک

یوولسم ټولگی



Ketabton.com

د چاپ کال: ۱۳۹۹ ه. ش.



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 مو دی رهبر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



د پوهنې وزارت

فزيك

P h y s i c s
يولسم ټولکي

د چاپ کال: ۱۳۹۹ ه. ش.

د کتاب خانګړ تیاوې

مضمون: فزيک

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

اډييټ کوونکي: د پښتو زبې د اډييټ ديپارتمنت غږي

ټولګي: یوولسم

د متن زبه: پښتو

انکشاف ورکوونکي: د تعلیمي نصاب د پراختيا او درسي كتابونو 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 كتابونو د چاپ، وېش او پلورلو حق د افغانستان اسلامي جمهوریت د

پوهنې وزارت سره محفوظ دي. په بازار کې یې پلورل او پېرودل منع دي. له

سرغروونکو سره قانوني چلنديکيري.

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 دول 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، غونښته لرم، خوله هر فرصت خخه ګته 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 پاي 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، منه کوم، او د لوی خدای ﷺ له دریار خخه دوى ته په دې سېیخلۍ او انسان جوړونکې هڅي کې بریا غواړم. د معاري 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 کوونکي 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 موځې (پوهه، مهارت او ذهنیت) د مؤلفينو د پاملرنې وړگرځیدلي 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 شوې لیکنې پر بنسته، د افغانستان د ثانوي دورې درسي کتابونه تنظيم 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 هيله 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 رغنده وړاندېزونو، چې د کتاب د کيفيت 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 ارزښتمونو نظریاتو او وړاندېزونو ته به د کتاب د نیمیګرپیاوو او تیروتنو د مخنيوی په موځه 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 زيار ايستلى 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

مxonه

لپ ليک



۱	لومري خپرگي: ميخانيكي تعادل
۳	قوه
۲	قوه د وكتور په توګه
۶	متلاقي (غير موازي قوي)
۱۴	د نقطه يي کتلي تعادل
۲۱	د قوي مومنت (تورك)
۲۹	موازي قوي
۳۴	د قوي زوج
۳۶	د تعادل عمومي شرطونه
۵۱	دويم خپرگي: يو بعدي حرکت
۵۲	حرکت د مستقيم خط په امتداد
۵۲	د موقعیت او مکان بدلون
۵۴	منحنی (متوسط) سرعت
۵۸	د موقعیت - زمان گراف
۶۰	تعجیل
۶۳	يو نواخت يا يو ډوله (متشابه) حرکت
۶۶	ازاد سقوط
۷۴	دریم خپرگي: دوه بعدي حرکتونه
۷۵	د مکان بدلون او منحنی سرعت
۷۸	منحنی تعجیل او لحظه يي تعجیل
۸۱	غورخونکي (پرتابي) حرکتونه
۸۳	مايل غورخول (وشتل)
۸۷	دایروي حرکت
۸۹	دایروي يو ډوله حرکت
۹۳	تعجیل په دایروي يو ډوله (متشابه) حرکت کې

فهرست



مخونه

١٠٠.....	خلورم خپرکي: د نيوتن د حرکت قوانين
١٧١.....	د نيوتن لومرې قانون
١٠٢.....	د نيوتن دويم قانون
١٠٣.....	د نيوتن دريم قانون
١٠٧.....	د نيوتن د قوانينو پلي کول
١١٢.....	د اصطکاک قوه
١١٦.....	د نيوتن د جاذبي قانون
١٢٢.....	لفت
١٢٤.....	د مصنوعي سپورمکيو د حرکت دايروي مدارونه
١٣٠.....	پنځم خپرکي: کار، میخانیکي انرژي او طاقت
١٣٤.....	کار او حرکي انرژي
١٣٨.....	هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي
١٤٠.....	تحفظي او غير تحفظي قوي
١٤١.....	د میخانیکي انرژي ساننه (تحفظ)
١٤٣.....	تون (طاقت)
١٤٨.....	شپرم خپرکي: خطي مومنتم او امپولس
١٤٩.....	مستقيم الخط حرکت او امپولس
١٥١.....	مومنتم
١٥٦.....	قوه او مومنتم
١٥٩.....	ضربه او د خطي مومنتم تحفظ
١٦٢.....	ارتجاعي تصادم
١٦٤.....	غير ارجاعي تصادم
١٦٤.....	د ثقل مرکز

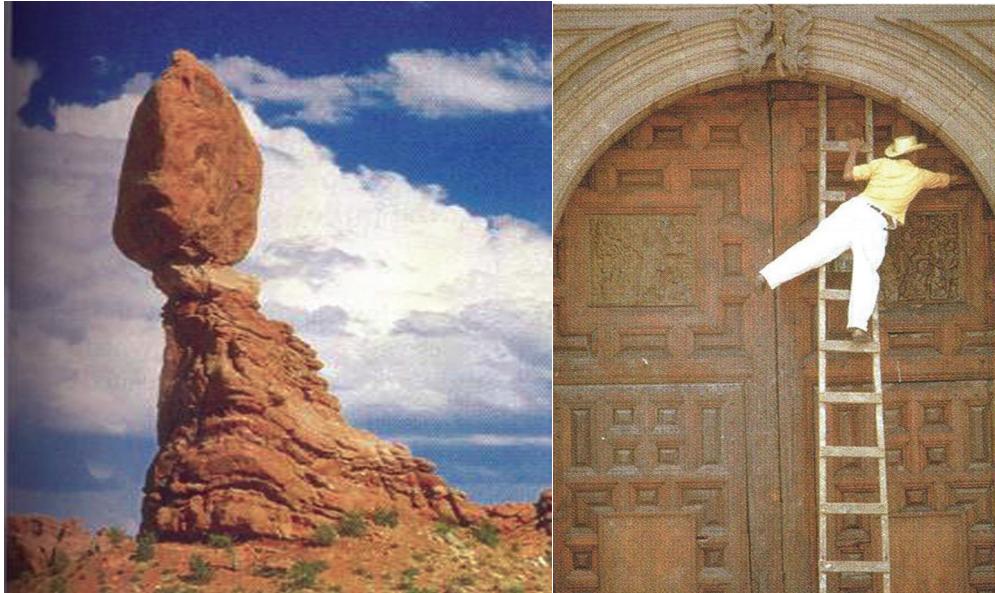
فهرست



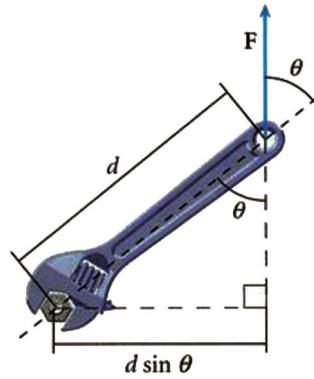
مخونه

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	د ارشمیدس قانون
۱۹۲	اټم څرکی: متحرک
۱۹۲	خيالي (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 بیالابیلو ډګرونوکې د اپتیا ورپامشین الاتو او تکنالوژی په پراختیا کې چې زموږ د ټولنې په ورځني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالېږي یو مهم بنسټ جوروی. 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 قواعدو بنا شوي چې میخانیک فزیک او له هغې جملې خخه د میخانیکي تعادل پر بنسټ تیوري ګانې تر مطالعې لاندې نیسي. میخانیکي تعادل د انسانو 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 کبدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانو له حرکت خخه نیولې د بېړيو او سیارو تر الوتل او د ځمکې او بحرفونو په ژوروکې نفوذ دا پول د علم او تکنالوژي لاسته راپرې دی چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې بنکاره او غوره دی. ددې 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 شمېرنوو بحثونو لکه قوي یا متقابلې اغیزې (عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلوبنست 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 کبدو پوهه، د قوي د مومنت او یا د دوران مومنت او د زوج قوي په خېر د یو شمېرنوو 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 مندرجو بحثونو د بنې پوهې لپاره کوښښ شوی چې موضوعاتې د مثالونو او تمرينونو په راولو سره 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:

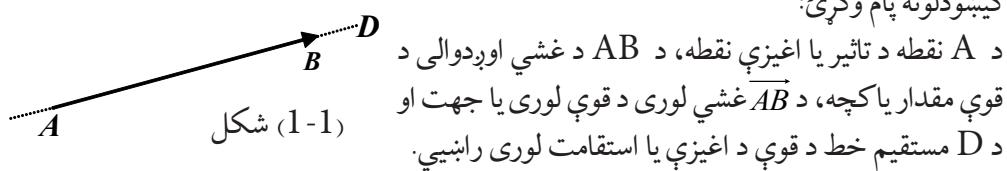
ولې قوه وکتور ده؟ خه شې د یوه جسم د حرکت د ګندي کډو يا تعجیل سبب ګرئي؟ کله چې د یوه خټک (چکش) په مرسته پريو میخ قوه وارده شي، آيا میخ هم په خپل وار بېته پر خټک قوه واردوي؟
خنګه او ولې؟، د یوه محور پرشاوهخوا د یوه جسم د دوران پېښه خه شې تمیلوي؟
او ددې په خپرنورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه څواب ورکړئ.

1-1: قوه

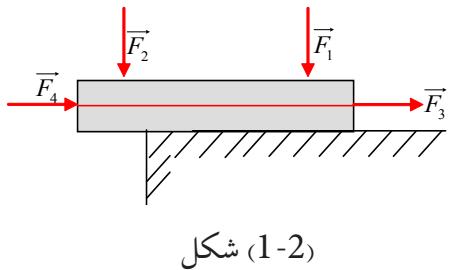
هغه قوه چې ټول پې پیژنو، د ځمکې د جاذې قوه يا د جسم وزن دی. په ورخني ژوندانه او هم تخنيک کې له ګن شمېر قوو سره بلديا لرو. همد ارنګه تاسو په تېرو ګلونو کې په دې پوه شوئ چې قوې د هغه د اغیزو له معې کولای شو پیژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي. د یوه جسم د سرعت د زیاتیدو یا کمېدو سبب شي او یا 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 ځانګړتیاوې دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتیاوو خخه په ګټې اخيستې 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 اوسبني په يوه ميله کې په بنه توګه کتل کيدا شي، یعنې کله چې ميله د يوې قوي تر اغيز لاندي واقع شي، کېږي. له پورتنيو خرگندونو خخه دې پایلي ته رسيرو چې قوه يوه وکتوری کمي دی او د هغې د توضیح او بيانولو لپاره یې دکچې (اندازې) او لوري پيشنسلو ته اړتیا ده. قوه د يوه وکتور په توګه د يو تیر په مرسته بنېي. د ۱-۱) په شکل کې لاندې نوم کينسولوته پام وکړئ:



پريوه جسم د يوې قوي اغيزه، په عمومي توګه پره منه جسم باندې د قوي د اغيزي نقطې په موقعیت پورې اړه لري. په (1-2) شکل کې ليدل کېږي چې په جسم باندې دوي قوي F_1 و F_2 چې يوله به 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 کېروي.



برعکس د F_4 او F_3 مساوی قوي چې د دوي د اغيزي کېږي په لور پرجسم عمل کوي، مساوی اغيزي پر جسم باندې وارده وي چې په پایله کې ويلاي شو: که چيرې د يوې قوي د اغيز د نقطې موقعیت 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 ځای 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.

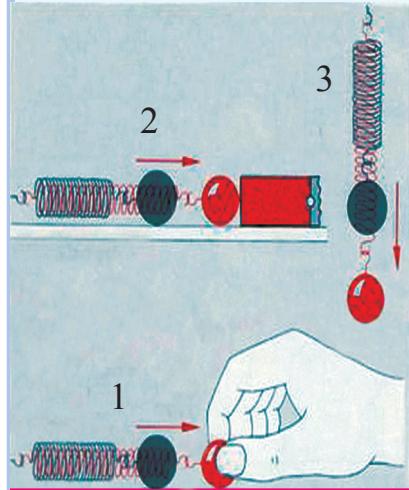
د اصطکاک قوه یوبل چول قوه ده، کله چې دو ه جسمونه سره په تماس کې شي او د متقابل حرکت په حالت کې راشي، د دوى تر منځ د اصطکاک قوه منځته را ئېي. موږ په کور، بنوونځي، بازار، د سپورت په ډګرونو او نورو ډپروځایونو کې په خپل ورخني ژوند کې پر جسمونو باندي د چول چول قوه لکه د مقنatisis قوي، برښتايي قوي او نورو اغizi په نورو اغizi وينو. د دې لپاره چې د قوي اغizi په بنه او خرگند چول 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 وراندي کړئ. دا خل فنر په عمودي چول له غونداري (ګلوبې) سره یوځای د (3حالت) د شکل په خبر و خروئ، خه بدلون به وګورئ؟ آیا 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 چول 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 دی چې د دوى له ډلې خخه د والیبال او باسکتبال لوپې دی 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 دی، يې دروي او یا يې د حرکت لوري ته بدلون ورکوي. آیا هغه خه چې ووبل شول، د مقنatisis د قوي په هکله هم صدق کوي؟ آیا 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:

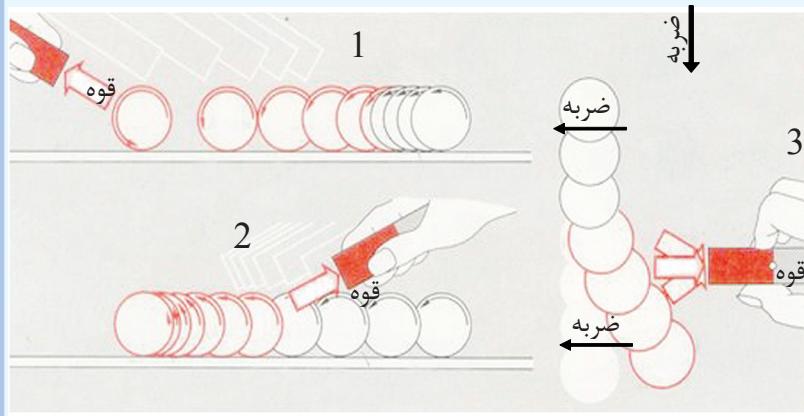
فعالیت



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 رغپي. په عادي حالت کې ګلولي په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطيسی ميله د مخې لخوا ګلولي ته ورنزدې شي، خه پينه به ولidel شي؟ د ګلولي د حرکت په سرعت کې خه بدلون ليدل کېږي؟



(1-4) 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 درغېدو په بنې خوشې کوو، خو دا خل هغوي د (2) حالت) که

وينې يې د مقناطيسی ميلې په مرسته تعقيبويو 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 دله 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 خانګړې بیان کړي؟

b- ايا پرته له وکتوری کمیت خخه، بل کوم کمیت هم پېژنۍ؟ که خواب هو وي، هغه کمیت کوم کمیت دي؟ هغه کمیت او خانګړې 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 پښیرې؟
د یوه شکل په واسطه بې وښېئ. له دې عمل خخه خه پایله ترلاسه کړئ؟
- f- پر 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 دلای شئ؟

پښتنې

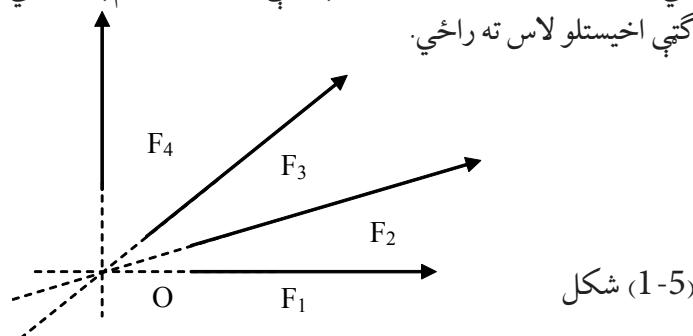


د قوې د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تېرو کلونو کې لوستي دي، لاندې پښتوه په خواب ورکولو خپل پخوانې
معلوماتات په لنډ ډول تکرار کړئ:

1. د (SI) په نړيوال سیستم کې بنسټیز (اساسي) واحدونه کوم دي؟ بیان او تعريف بې کړئ.
2. د (SI) په نړيوال سیستم کې د قوې واحد خڅه شې دي؟ تعريف بې کړئ.
3. د (SI) په نړيوال سیستم کې د قوې واحد یو بنسټیز واحد کړي که یو فرعی واحد او ولې؟

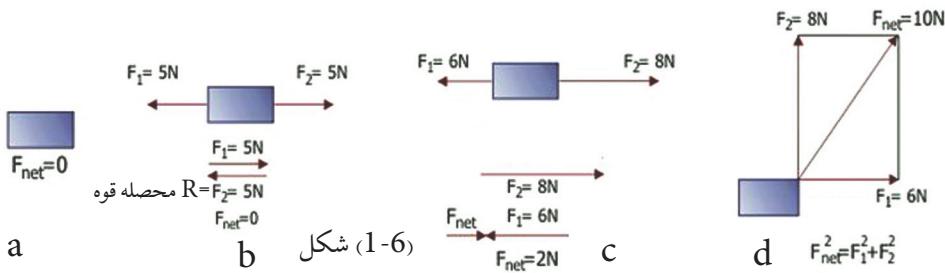
1-2: متلاقي (غیر موازي) قوې

کله چې پر یوه جسم دوې یا تر دوو زیاتې قوې اغیز وکړي، داسې چې د اغیزو خطونه بې سره موازي
نه وي او په یوه نقطه کې یو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو 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 قوو د اغیز خطونه د O په نقطه
کې یو بل قطع کوي، نو D نقطه ددې قوو د اغیزو مشترکه نقطه ده، F_1 , F_2 , F_3 او F_4 قوې متلاقي قوې
بلل کېږي. کله چه خو متلاقي قوې پر یوه جسم باندې عمل وکړي، یوه محصله قوه را منځ ته کوي چې
ددې قوې اندازه او لوري په هندسي توګه د وکتورونو له قواعدو خڅه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي
توګه له الجبری قواعدو خڅه په ګټې اخیستلو لاس ته راځي.



د قوو محصله

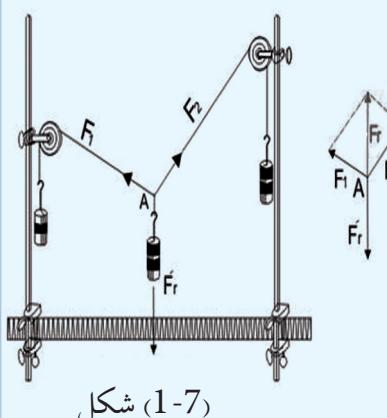
كله چې په يوه وخت کې پريوه جسم له يوې خخه زیاتې قوي واردي شي، په دې حالت کې د قوو يو سيستم پر جسم عمل کوي چې د جسم د حرکت پر حالت اغیزه اچوي او پريوه جسم د اغیز کوونکو پولو قوو وکتوری مجموعه د محصله قوي په نامه ياد بيري او هعهه په R بنبي. پوهيرو چې قوي د وکتورونو دقوانينو پر بنسته جمع کېږي (لاندې شکلونه دې وکتل شي) بايد په ياد ولرو چې محصله قوه تل پر جسم د عمل کوونکو قوو له مجموعي 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 کارشنونی دې چې قوي سره موازي وي.



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

په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پيداکول:
د متلاقي قوو د محصلې د پيداکولو لپاره لاندې فعالیت تر سره کوو:

فعاليت



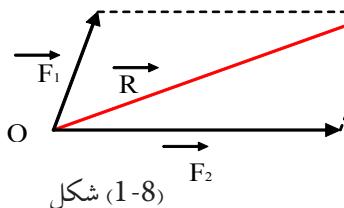
شكل 1-7

په يوه تعجیره کې له مخامنځ شکل سره سم د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 دوي چې 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 هغه وزنونو په مرسته چې ځرول شوي دي، ټاکل شوي دي. که چيرې 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 بايد:
 \vec{F}_1 او \vec{F}_2 د محصله ده. د \vec{F}_r له قوي سره مساوي، خو مخالف لوری به ولري. که چيرې په رسم کې \vec{F}_r وکتور ته په مخالف لوري کې د هغه له خپل او بدواли سره مساوي دوام ورکړو، \vec{F}_r په لاس راکوي. له دې خایه 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 متواري الاصلاع 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 هېږي متواري الاصلاع د وتر له مقدار او لوري خخه په لاس راخې چې د دي دوو قوو په مرسته رسمايري. که چيرې موره هېږي 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:

قاعده: د محصله قوې مقدار نه یوازي د دوو قوو په مقدار پوري، بلکې د هېږي زاويې په پراخوالې پوري هم اړه لري، کومه چې د دي دوو قوو داغېز د خطونو ترمنځ شتون لري. د محصله قوې د کچې اړیکه د هېږي زاويې له پراخوالې سره چې د دوو قوو ترمنځ شتون لري، په لاندي فعالیت کې تshireح او کتلى شو.

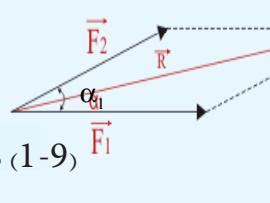


شکل 1-8

فعالیت

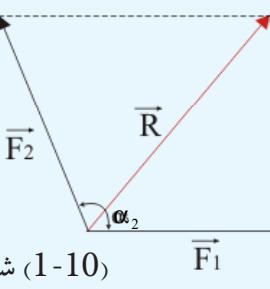


پراندي ووبل شول چې پريوه جسم باندي د اغېز کونونکو دوو قوو د محصلې قوې کچې، نه یوازي د دوو قوو په مقدار پوري اړونده ده، بلکې د هېږي زاويې په پراخوالې پوري هم اړه لري چې د دوو قوو ترمنځ واقع ده. دا یوه قاعده ده چې مورې په دي فعالیت کې په رسمايمي چول ثبوت او مشاهده کوو.



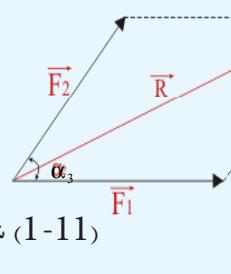
شکل 1-9

په (9)، (10) او (1-11) شکلونوکې د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 دوې قوې، په دريو حالتونو کې α_1 ، α_2 او α_3 تر زاویو لاندي پريوه جسم باندي عمل کوي. د پورتنيو حالتونو د هر یوه حالت پاره، په داسې حال کې چې قوې په مساوی اندازه دي او د منځ زاويې پراخوالې يې سره توپیر کوي، یوه محصله قوه د متواري الاصلاع د بشپړولو په طریقه په لاس راپرو. د دي متواري الاصلاع وتر چې د محصلې قوې کچې په لاس راکوي، اندازه کوو چې دا وتر د \vec{F}_1 او \vec{F}_2 د قوي له وکتور سره شريکه مبدا لري او لوري يې له مبدا خخه د انجام په لور دي. په شکلونوکې ګوري چې د \vec{R} د محصلې قوې کچې نظر هېږي زاويې ته چې قوې يې په خپلوکې، توپیر لري. لکه خنګه چې وينو، هر خومره چې د دوو قوو د وکتورونو ترمنځ زاویه کوچنۍ وي، محصله يې لویه او خومره چې د دوو قوو ترمنځ زاویه لویه وي، محصله يې کوچنۍ وي. دا فعالیت دي هره ډله په جلا چول ترسه کړي او د خپل کار پایلې دی خپل توګیوالوته وړاندې کړي.



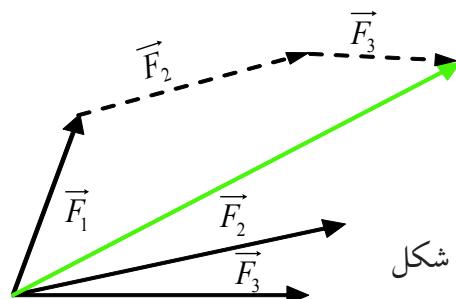
شکل 1-10

په شکلونوکې ګوري چې د \vec{R} د محصلې قوې کچې نظر هېږي زاويې ته چې قوې يې په خپلوکې، توپیر لري. لکه خنګه چې وینو، هر خومره چې د دوو قوو د وکتورونو ترمنځ زاویه کوچنۍ وي، محصله يې لویه او خومره چې د دوو قوو ترمنځ زاویه لویه وي، محصله يې کوچنۍ وي. دا فعالیت دي هره ډله په جلا چول ترسه کړي او د خپل کار پایلې دی خپل توګیوالوته وړاندې کړي.



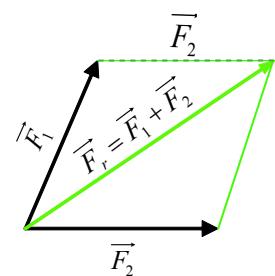
شکل 1-11

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 مەحصلە چې په متلاقي چۈل يې په يوه جسم عمل كېرى دى، د وکتور قوو د انتقال له طریقې خخه په کار 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 كەوو 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 له انجام سره وصل كېرو، كوم قطعه خط چې پە لاس رايى، د \vec{F}_1 او \vec{F}_3 قوو مەحصلە دە، د (1-13) شکل. باید پە ياد ولرۇچى د متوازى الاصلان قاعده او د وکتورونو د جمعىي قاعده د مەحصلە قوې د پىدا كولو لپاره عين نتىجه لرى.



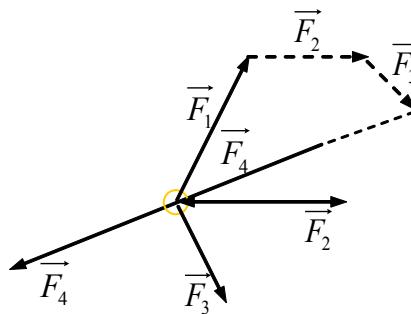
1-13) شکل

1-12) شکل



كە چىري يو جسم د تعادل پە حال كې وي، د قوو مەحصلە يې لە صفر سره مساوي دە او د قوو د مضلع پایله يې يوه تېلېي مضلع دە، د (1-14) شکل پە تېلېي مضلع كې د اخري قوې انجام د هېنى قوې د

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



1-14) شکل

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

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

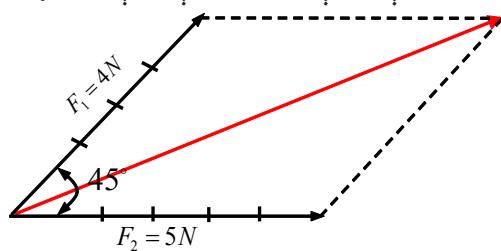
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2}$$

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

$$R = F_1 + F_2$$

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 لو رو چې:

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

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

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

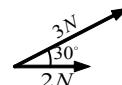
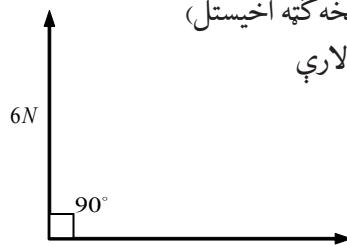
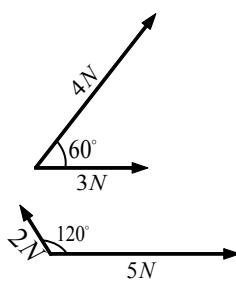
$$R = \sqrt{41 + 20 \times 1.414} = \sqrt{41 + 28.28} = \sqrt{69.28} = 8.32N$$

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:

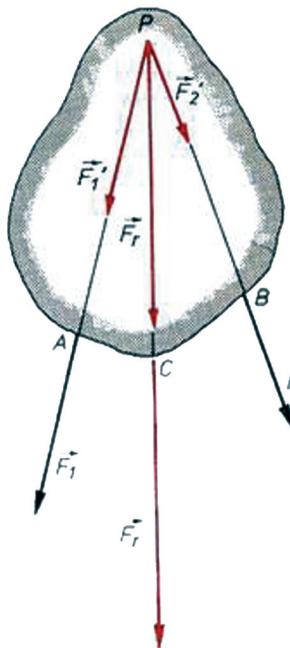
1. محاسبوي طریقه (له فورمول خخه ګټه اخيستل)

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 کړ.



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:

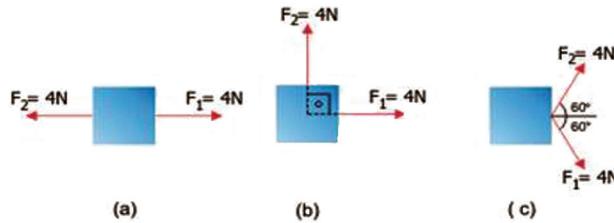
کولای شويوپي قوي ته د هېڅي د اغېزې پر خط د ظای بدلون ورکړو، داسې چې په مقدار او لوري کې ېې هيڅ دوول بدلون رامنځ ته نشي. د همدي قاعدي په مرسته، د دواړو قوو د اغېزو خطونوته D په نقطې پورې امتداد ورکړو، ترڅو چې یو او بل قطع کړي. D له نقطې خخه د هېڅي قوي د اغېز پر خطونو، له هغه سره مساوی قوي جلاکوو

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 دوول د هېڅي د اغېز پر خط دېلکې په دوول د C په نقطه کې وتاکو. لکه خنګه چې په شکل کې \vec{F}_r د محصله بنې.

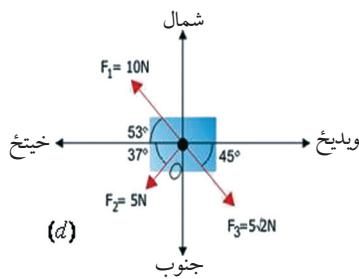
له دې عملې خخه دا پایله هم لاس ته راخي چې د محصلې قوي اندازه او لوري به همدومره واي که چيرې پريوه جسم د قوي اجزاوو (مرکبو) په عین نقطه کې اغېزه کې واي.

تمرينونه:

1. د قوو محصله خه شی ده؟ د يوې محصلى قوي د تشكيل لپاره لېترلړه د خو قوو شتون اړين دي؟ او د رياضي له نظره یې محصله خنګه په نښه کړي ده؟
2. د هغه شمېر قوو لوپول او لوري چې پريوه جسم عمل کوي د (a، b، c) په شکلونو کې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پيدا کړي.



3. 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 یې کتلي تعادل

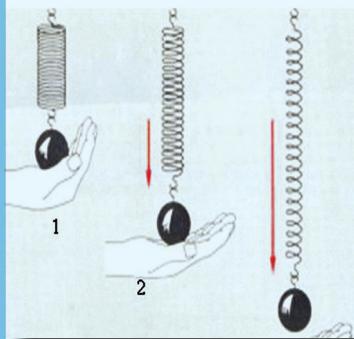
مخکې له دې چې د تعادل په اړه وغېږو، اړینه ده چې د نقطه یې کتلي په هکله لنډې خرګندونې وکړو. موږله تېرو لوستونو خخه، د يووه جسم کتله پیژنو او پوهېږو چې کتله د هغو موادو له اندازې خخه عبارت ده چې په جسم کې خای شوي وي او د اندازه کولو واحدې کيلوګرام دی چې په عملی ډول یې يوکيلوګرام کتله د يوليټر خالصو او بولو 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 آسانتیا راوستلو لپاره، د فزيک د علم د برا بلمنو او مسایلو په حل کې ورڅه گته اخيستل 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 معلوميي چې نقطوي کتله واقعي شتون نه لري او يوازي د محاسبا تو د ترسره کولو او مسایلود حل لپاره په فرضي توګه منل شوي ده، او س نو دا پوښته را پيدا کړي چې عملاً خنګه کولاي شو، يوه نقطوي کتله مجسمه کړو او د نقطوي کتلې رول د فزيکي مسایلو (پرابلم) په حل کې خه دی؟ هر حقيقي جسم چې جسامت (لوياولي) او شکل بي، ديوې ميخانىکي مسئلي د مطالعې پر مهال رول و نه لري او له نظره د غورخيدو وړ وي، کيدا شې د يوه جسم یا نقطوي کتلې په توګه ومنل شي.
لاندې بيلګې موضوع ته لاروبانتيا بخني:

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 (پنابوسکي)، ديوې 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 يوې قوي د اغيزي په وړاندې د يوه 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 يوه جسم اغيز وکړي، کولاي شي، د يوه جسم د حرکت په حالت کې بدلون راولي او یا د جسم د شکل د بدلون لامل شي. مور پر يوه 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 يوه قوه پر يو جسم عمل وکړي، آيا جسم د نوموري قوي د اغيز په وړاندې خه ډول غږگون بنېي؟ او یا کله چې يو جسم د سکون په حالت کې وي، دا معنا لري چې هیڅ قوي پري اغيزه نه ده کړي؟ تاسي پوهېږي چې هر جسم وزن لري چې هغه یې د ثقل د قوي په نامه نومولې، بله پوښته داده چې آيا کولاي شو د يوه جسم د وزن د قوي اغيز پر نوموري جسم له منځه یو سو؟ د دې پوښتنې د څوابولو لپاره لاندې فعاليتونه ترسره کوو:

فعالیت:



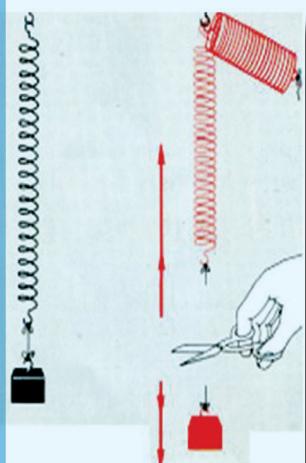
1-19) شکل

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

فعالیت:



- یو جسم (کم وزنه) د تار په مرسته له یوه فنر خخه خپوو. لیدل کېږي چې جسم د وزن له کبله کش او اوږدېږي او بیا په یوه ټاکلي موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسیرو. کله چې جسم د سکون حالت ته راخی، سمدستی تار د قیچۍ په مرسته د شکل په خېر قطع کوو. خه پېښېږي؟ د قوې دوې اغیزې لیدل کېږي.
1. کوچنی وزن پر خمکه لوېږي
 2. فنر په چټکې سره پورته خواته راټولېږي او لومړني حالت ته ورگرځې له دې وضعیت خخه کولای شو، پایله تر لاسه کړو چې دوې قوې بايد په کارکې ورګلې 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 ورکوو.



1-20) شکل

اوسم پورتنې پوشتنې ته چې ولې فنر د مخکینې فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغیز له امله ، نور اوږد نه شو، خواب ورکولی شو او دې پایلې ته رسیرو چې خومړه چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدولالی زیاتېږي، هومړه، فنر د بېرته ګرڅیدو 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 اوږدېږي 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:

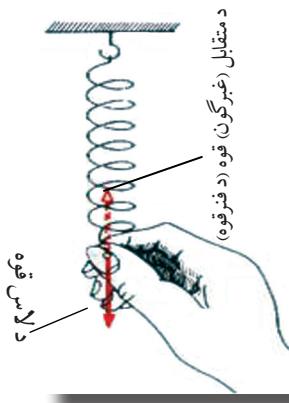
د وزن قوه = متقابله قوه

متقابله قوی

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

که چيرې يو جسم د هغې قوی د اغیز په لور حرکت ونه کړي چې په هغه یې عمل کړي، په دې حالت کې قوه یوازې په جسم کې د شکل د بدلون سبب ګرځی. وروسته له دې چې په جسم کې د شکل بدلون رامنځ ته شو، جسم بېرته که خه هم دقوی اغیز دوام ولري، لوړنې یعنې د آرامتیا حالت ته راګرځی او هغه قوی چې له بهر خخه یې 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 قوی اغیز ختنې کوي، یعنې هغه په تعادل کې راولي.

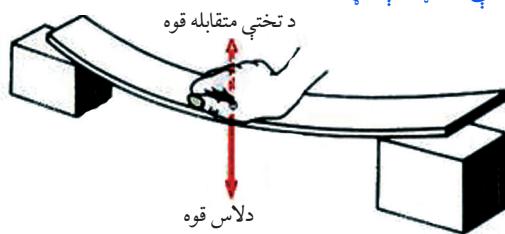
هغه قوه چې پر جسم د اغیز کوونکې قوی اغیزه ختنې او د جسم د تعادل يا توازن سبب ګرځی، د متقابلې قوی په نامه یادېږي. په شکل کې ليدل کېږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلي د فنرله متقابلې قوې سره ختنې کېږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمايش او په راتلونکې تجربې کې کولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس کړو.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



1-21) شکل

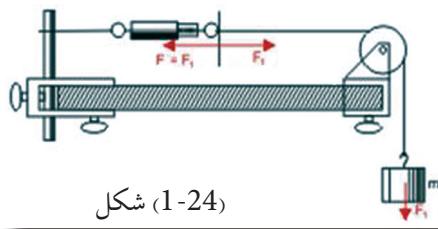
بحث وکړي

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

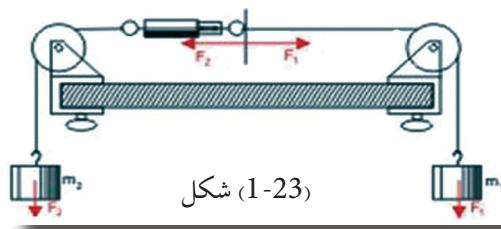


1-22) شکل

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 کېږي. په دې معنا چې ديوې قوي اغیز، د عکس العمل دقوې له پیداکړدو 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 د راښکلوقوه د ټېټې پرېللو وزن پرمت

لوړۍ حالت

پر تار د راښکلوقوه د ټېټې پرېللو وزن پرمت

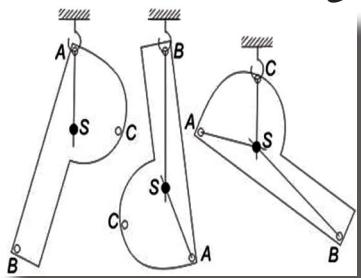
په لوړنې حالت کې هم د عمل قوه او هم د عکس العمل قوه F_1 او F_2 دواړه د ټېټې پرېللو وزنونو په مرسته، منځ ته راخې. په دويم حالت کې، هغه قوه چې له ميلې سره د اتصال له امله منځ ته راخې، د عکس العمل د هغې قوي له امله چې د F_2 ټېټې پرېللو وزن په واسطه رامنځ ته شوې ده، وزن یې په تعادل کې راوستي دی. د پورتنيو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

کله چې يوه قوه پرېووه جسم چې په يوه نقطه کې کلکت تړل شوی وي، اغیزوکړي، دا جسم یوازې د همداې 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 دي کبله هیڅ ډول حرکت منځ ته نه راخې او یوازې د متقابل عکس العمل قوي په منځ ته را تلو سره په جسم کې بدلون منځته راخې. که چېري عامله او متقابله قوه چې هغوي ته د عمل او عکس العمل قوه هم یا چې د مساوي کچې لرونکې او لوري یې مخالف وي، دو اړه قوي کولای شي د جسم د شکل د بدلون په حالت کې پاتې شي، په بل عبارت سره داسې یا یو: قوي په تعادل کې دي. همدا ډول قانونمندې د دوو یاله د ټېټې د عمل کولو پرمهال هم صدق کوي. په دې معنا، کله چې دو یا له دوو خخه زیاتې قوي پرېووه 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 چاپیر یال کې دي، تقریباً ټول د سکون په حالت کې دي. د سکون په حالت کې د هغو شتون، له دې کبله ندی چې ګواکې هیڅ ډول قوه پرې اغیز نه کوي، بلکې د سکون دلیل یې دادې چې ټولې قوي یو دبل اغیز له منځه وړي او احجام یې د تعادل په حالت کې راوستي دي.

په جسمونو کي د تعادل حالتونه او پاينت (ثبات)

مخکي له دې چې د تعادل او پاينت 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، او س د تعادل او د هېڅي د ډولونو د مفهوم د بهه درک، او همدا رنګه د اجسامو د پاينت د حالاتونو دېژنلندي لپاره، ارينه ده چې په لنایه توګه د ثقل مرکز په هکله دويم خلې يادونه وکړو. که چيرې د (1-25) شکل په خبريو جسم له مختلفو نقطو (A، B، C) خخه و خروو، و به گورئ چې جسم له یونوساني لنډه حرکت خخه وروسته یو تاکلي حالت غوره کړي. پام وکړي چې د جسم پر مخ یوه ثابتنه (د نقطه) 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 یوازې یوه نقطه په دې خاصیت شتون لري چې که جسم په هر موقعیت کې د ثقل د قوو د هر مومنت، په یو عمودي موقعیت کې د هغې قوې د اغښې تر نقطې لاندې قرار نیسي چې ترې خپریدلې دئ.



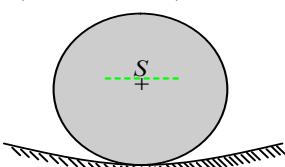
د یو جسم د ثقل د مرکز پاكل
1-25(شکل)

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

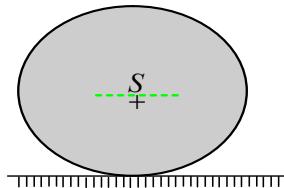
د تعادل حالتونه:

د ثقل د مرکز پیژنډل له مور سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په آسانه توګه تر مطالعې لاندې ونيسو. یو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دې چې پري د قوو د اغښو له شتون سره سره بیاهم د سکون په حالت کې واقع وي. خرنګه چې په هر جسم کې د ثقل قوه یاد 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 کیدا شي چې د ثقل مرکز ونشي کولای مخ په بشکته حرکت وکړي. که چيرې یو جسم په یوې نقطې پوري نه وي تړل شوی، بلکې په خپله بشکتنې سطحه فرار ولري، دې جسم د ممکنه حرکتونو لپاره، لاندې درې حالتونه مطالعه او یوله بله یې توپیر کولای شو.

لومړۍ حالت: کله چې یو 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 قيد خخه آزاد کړل شي، وکولای شي بېرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. یو مخروط چې پر خپلې قاعدي د ځمکې او یاد مېز پر مخ ایښو دل شوی دی، یا یو کړوي جسم چې د یو مقعر لوښي په منځ کې ایښو دل شوی وي، دې حالت بیلګي رابنيسي، دې ډول تعادل ته پايدار بايثاته (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 کېښو دل شي.



1-26(شکل)
پاينت لرونکي تعادل

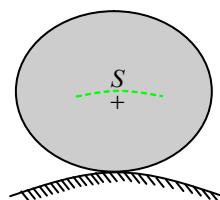


(1-27) شکل
بی توپیره تعادل

دویم حالت: په تولو هغو حرکتونو کې چې د جسم د ثقل 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 (لکه یو پنډوسکی او یا مخروط چې په خپل یوه ارخ پر مېز کینډول شي)، دغه ډول تعادل ته بی توپیر يا (indifferent) تعادل وايي. د تعادل له دې 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:

دریم حالت: که چېږي په جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې خایه شي او ونشی کولای چې بېرته خپل لوړنې حالت ته راوګرځي، دې تعادل ته بې ثباته تعادل وايي. د بیلګې په ډول: که چېږي یوه کوچنی کره د یوه جسم په ډېر له لوره نقطه او یا د محدبې سطحې په پورتنۍ برخه کې کینډول شي او یا یو مخروط چې د رأس لخوا پر خمکه تکیه شوي وي.

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

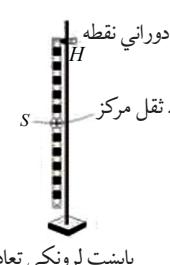
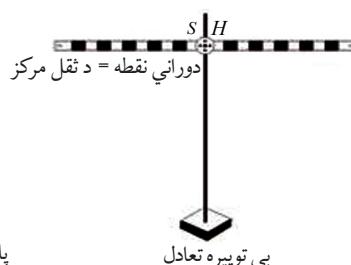
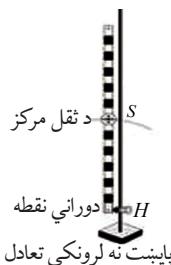


(1-28) شکل
پایښت نه لرونکی تعادل

پوښته:



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

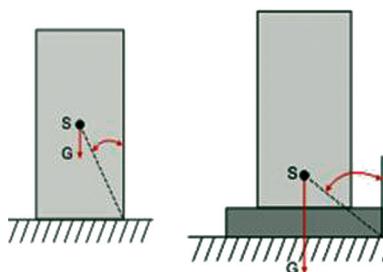


ثابتولی (پایینست)

هغه جسمونه چې د ثقل مرکزې د هغو د اتكاله لاندیني سطحی خخه پورته واقع وي او د ثقل له مرکز خخه يې عمودي خط د هغو 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 د ډېرولو 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.

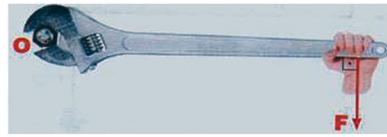


1-29) شکل

1-4: د قوي مومنت (تورک)

مور پوهېږو چې قوي، په مختلفو بنوکولاي 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 وپوهیدو. 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، کولاي 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.

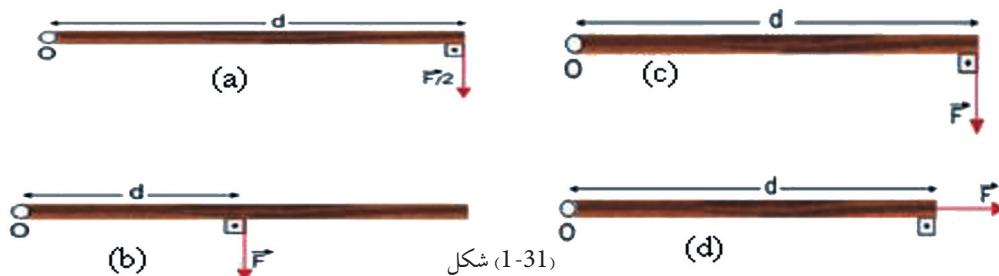
د لاندې بیلګې په وړاندې کولو سره د قوي د مومنت مفهوم په هکله نوره رنډ اچوو:



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 رښچ په مرسته په آسانۍ سره کلک کړو. د دې لامل دادی چې رښچ 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 رښچ، پیچ په دوران راولي. یوه قوه کولاي شي مختلف مومنتونه چې دقوې د اغیز نقطې په موقعیت اولوري پورې 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 حالتونوکې 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 پایلې په توګه وبلې شو چې هغه اغیز یا مومنت چې قوه یې د دوران په پینبه کې تولیدوي، په درو پارامترونو پورې اړه لري:

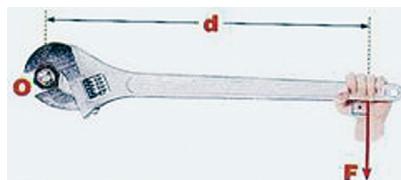
1. د قوي کچه

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

$$M = F \cdot d \quad (\text{for } F \perp d)$$



(1-32) شکل، مومنت صفر دي، څکه

چې د قوي د اغېز کړښه د دوران له تکې
څخه تيرپوري.

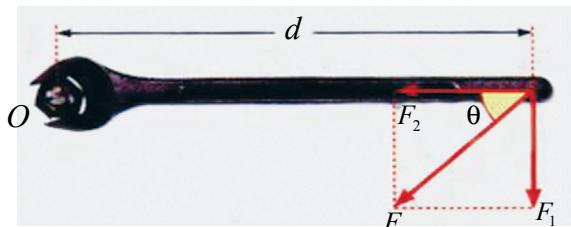
که چيرې قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوي د اغېز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، یعنې ($F \parallel d$) وي، په دې صورت کې هغه مومنت چې دا قوه يې تولیدوي، مساوي له صفر سره ده، یعنې:



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

(1-34) شکل

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



لكه خرنګه چې په (1-34) 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 اغېز 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 یې تولیدوي، پیداکړي. $\cos 37^\circ = 0.8$ $\sin 37^\circ = 0.6$ (cos37° = 0.6)

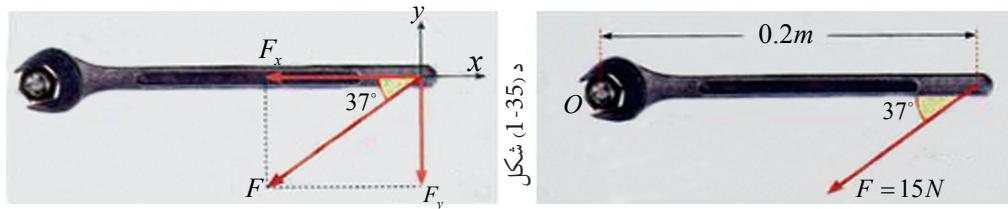
حل:

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:

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

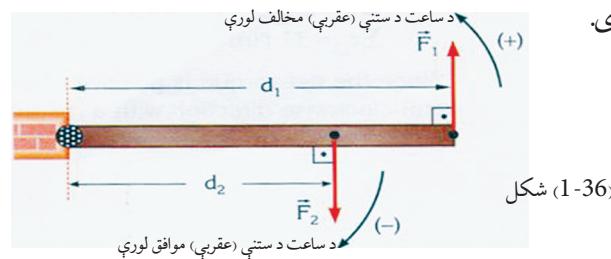
$$M = F_y \cdot d$$

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

**د محصلې تورک (مومنت) او د دوران لوري**

که چېرې یوشمېر قوي پر يوه 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 راخي، د ټولومومنتونو مجموعه يا د

جمعې حاصل دي.



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

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

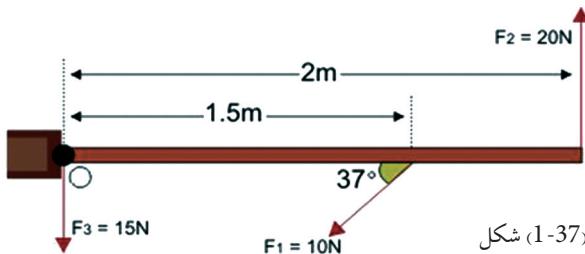
$$M = M_1 + M_2 = F_1 d_1 + (-F_2 d_2)$$

اوسم يو ساکن جسم په نظر کې نيسو:

که چېری د محصلې مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پیل کوي او که چېرې پر جسم د محصلې مومنت منفي وي، جسم د منفي په لور په دوران پیل کوي، په خانګري حالت کې که چېرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، يعني د محصلې مومنت د ساعت د ستني د گرځيدو په لور کې مساوی د ساعت د ستني له مخالف مومنت سره (د مقدار له نظره) وي، په هغه حالت کې جسم په دوران پیل نه کوي.

مثال:

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



شکل (1-37)

الف: د محصلې مومنت چې پر دروازې عمل کوي، پیداکړي.

ب: د خلورې 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:

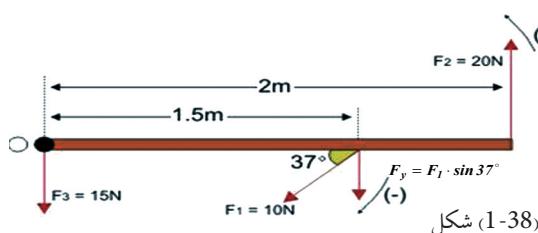
الف: د F_1 قوي عمودي مرکبه د ساعت د ستني یو موافق دوران (-) او د F_2 قوه د ساعت د ستني یو مخالف دوران (+) منځ ته راوري. د F_3 قوه هیڅ دوران منځ ته نه راوري، خکه چې قوه د دوران په نقطه کې عمل کوي، نو له دې سره سم ليکلائي شو:

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

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

$$M_1 = -9Nm$$

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



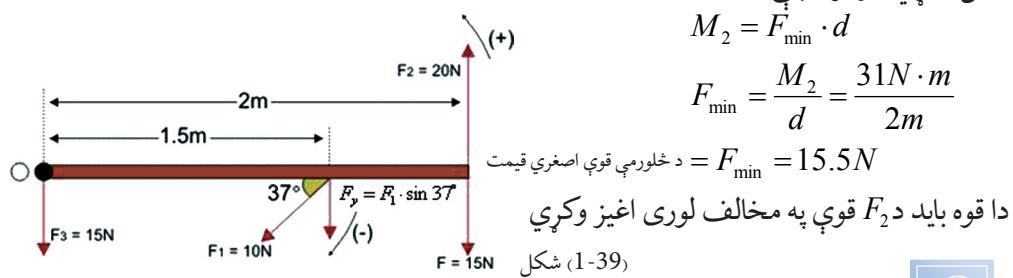
شکل (1-38)

نو د محصلی مومنت د O نقطی پر شاوخوا عبارت دی له:

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

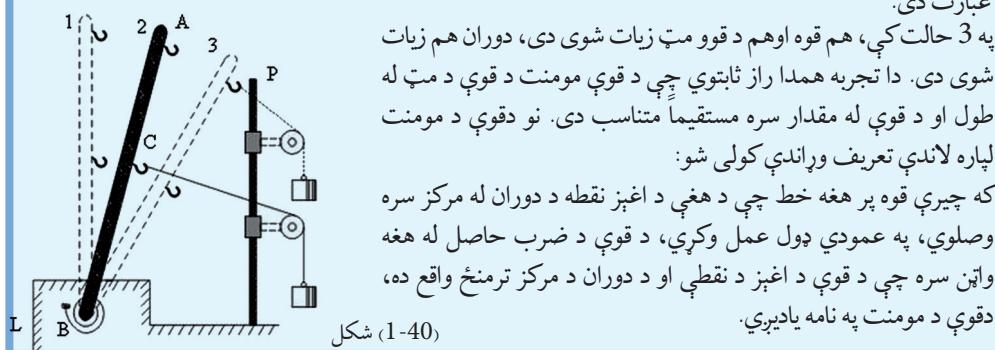
خرنگه چې په دې خای کې، د محصلی مومنت، مثبت په لاس راغلی، نوله دې کبله دروازه د ساعت د ستني مخالف لوري ته خرنخی چې قيمت يې 31Nm دی.

ب: خرنگه چې د محصلی مومنت د ساعت د ستني مخالف دی اوکچه 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 یوو 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 دي. په دې ميله کې د تار په مرسته وصل شوي چنګکونه چمتو شوي دي او د اتار د یو ثابت خرڅ له محې تير یوري چې د P پر پاپې تړل شوي دي. 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 دي.





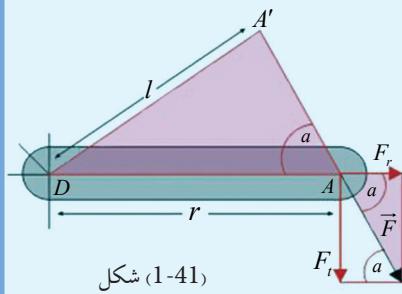
تجربه:

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 یروي خط د دوران د نقطې پرشاوه خوا حرکت کوي، نو په دې حالت کې، یوازي د F_t د مماس مرکبه (تانجانتي) قوه، دوراني اغېز لري، او د F_t شعاعي مرکبه پر محور د رابنکلو د یوې قوي اغېز لري او د قوي مومنت عبارت دي له: $F_t \times r$ عمود واقع که چيرې قوي ته د هېږي اغېزې خط په لور د A' تر نقطې پوري د موقعیت بلدون ورکړو چې پر DA' عمود واقع شي، نو په دې صورت کې بې 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 مثالثونوله 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 د قوي مې (د دوران مې)، د هغه عمودي خط له اوږدوالي څخه عبارت دی چې د دوران له مرکز څخه د قوي د اغېز پر خط راکښل کېږي. دا تعريف په ټولو حالتونوکې صدق کوي.



(1-41) شکل

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 دی چې داسې بنوبل کېږي:

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

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

فعالیت:



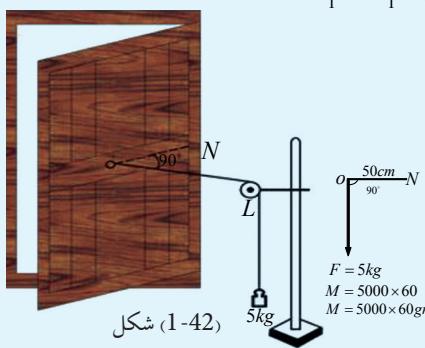
ددي لپاره چې د قوي مومنت اغیزه مشاهده او هم داثبته کړو چې د قوي مومنت، د قوي او هغې فاصلې (دوران مت) د حاصل ضرب سره مساوي دي چې د قوي د اغیزې نقطه يې د دوران له مرکز خخه لري. لاندې ساده تجربه په ډلو (گروپونو) کې عملی کوو چې د دروازې له يوې پلې سره ترسره کېږي. د دروازې يوځه درنه پله چې له يوه چوکات سره ټینګه شوي ده او له چوکات سره په تار وصل دي، د تار د یو ثابت خرڅ پولې برمخت تېږدي، داسې چې د تار يو سر د تابي له يوې پلې سره اړیکه لري. د خرڅ مومنت داسې تاکو چې تار د دروازې پر پلې باندې عمود واقع شي. که چېږي خرڅ D L په نقطه کې وي او تار د اتصال نقطه د دروازې له منځني چوکات سره په O او ده ګه خط د تقاطع نقطه چې د O نقطه د دروازې د جانبي چوکات (لخک) سره وصلوي، په N وشنودل شي، د $90^\circ = \hat{ON}$. او سه د تابي په پله کې تر هغه وخته پوري وزن زیاتوو چې دروازه په حرکت پیل وکړي. کله چې دروازه په حرکت راخې، په دې معنا دي چې وزن (قوه) د یو مومنت د تولید سبب شوي دي. تر دې وروسته وزن د تابي له پلې خخه را اخلو او د وزن کچه او د ON د واتن اوږدوالي نوبت او ليکو. په دې حال کې که چېږي قوي ته F_1 او د ON فاصلې ته d_1 ووایو، د قوي مومنت په لاندې توګه افاده کوو:

$$M_1 = F_1 \times d_1$$

دروازه بېرته خپل لوړنې حالت ته ورولو. دا خلې چنګګه

له خپل لوړنې خای خخه را وباسو او د دروازې پر يوې بلې نقطې چې له چوکات او چیراس سره نژدي ده، نصبوو.

په دې حالت کې بیاهم خرڅ په داسې موقعت کې یوډو چې تار پر دروازې عمود واقع شي. وروسته بیا د تابي په پله کې وزن زیاتوو، تر هغه پوري چې دروازه په حرکت پیل وکړي. بیا وزن د تابي له پلې خخه را اخلو. د F_2 وزن کچه د ON له طول سره چې دا خلې په d_2 بشنودل کېږي، اندازه کوو.



شکل 1-42)

لیدل کېږي چې دا خلې د دروازې په حرکت راوستلو کې (د قوي د مومنت تولید) له لوړۍ خل خخه زیات وزن کارېدلی دی، یعنې:

$$M_2 = F_2 \times d_2$$

دا کار دريم خل لپاره په همدي شرایطو تکرارو او د d نقطې موقعت د دروازې له چېر اس سره ډېر نژدي تاکو او تجربې ته په هغه پخوانې طریقه دوام ورکوو. بیاهم د F_3 وزن (قوه) او d_3 واتن له اندازه کولو خخه پايله لاس ته راخې چې په دريم خل د دروازې په حرکت راوستلو کې، د دويم خل په پرتله زیاتي قوي ته اړیا وه:

$$M_3 = F_3 \times d_3$$

د وروستي پايلې لپاره، که چېږي د قوي او واتن د ضرب حاصل چې په هر خلې لاس ته راغلې دی، یو له بله سره پرتله کړو، لیدل کېږي چې مساوي قيمتونه لري، یعنې:

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

$$M_1 = M_2 = M_3$$

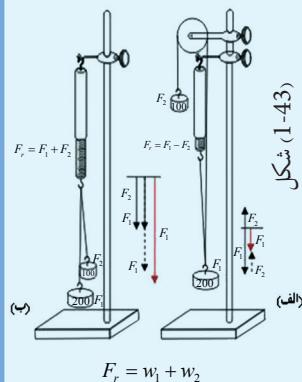
بنياني چې د خپل ډله يېزکار پايلې د لا زيات بحث لپاره خپل توګلکیوالو ته ورلاندې کړئ.

۱-۵: 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 یې 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 یې 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 سنجونکي پري چنګک د (1-43) شکل په خبر څروو. د قوی سنجونکي او بردوالي د مجموعي قوی تر اغېزې لاندې اور دېږي او بنېي چې: $F_r = F_1 - F_2$

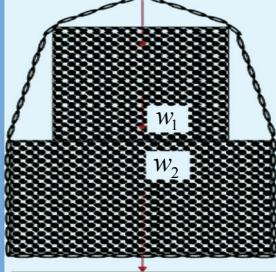
د ب فعالیت:
د تجربې دستگاه ته د شکل په خبر (ب، 1-43) بدلون ورکوو، داسې چې د F_1 او F_2 قوی یوله بله سره په موازی او یو یوري لوري (واقع شی). په دې حالت کې قوه سنجونکي، د F_r محصله قوه په لاندې چول بنېي:

$$F_r = F_1 - F_2$$

د ج فعالیت:

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

$$F_r = W_1 + W_2$$



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 یې د نومورو قوو د جمعې له حاصل خڅه عبارت دی. که چیرې قوی مخالف لوري ولري، محصله قوه یې د هغو د تفریق له حاصل خڅه عبارت ده.

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

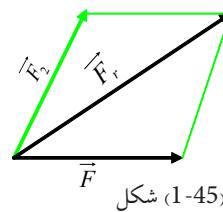
نومورکولای شو د یوی قوي د اغېزې نقطه په کيفي ډول د نومورپي قوي د اغېزې پر خط ولېردو او دا
قاعده د هغه ټولو موازي قوو لپاره چې په یوې نقطې يا په عين خط اغېزه کوي پلې کېږي، نوکولاي
شو ادعا وکړو چې:

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.

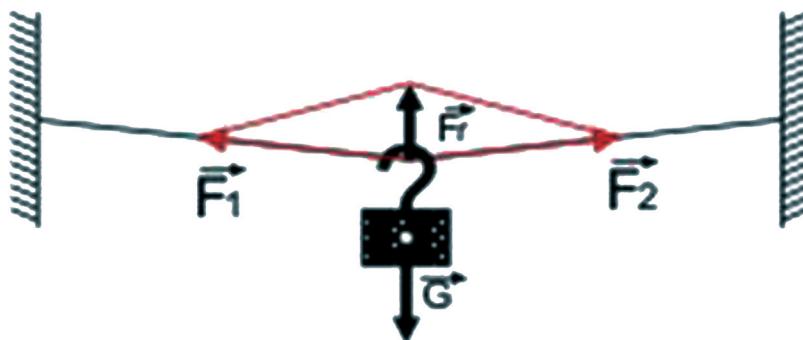
د یوی قوي تجزيه

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 هغه 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 هغه 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 همغسي چې د قوو د محصلې د پیداکولو موضوع
با اهميته ده، د یوې قوي د اجزاءو پیداکول یا په بل عبارت، د یوې 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 هغه خطونو ته موازي گانې 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 تجزيه 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 يوه واتې کې د بربننا زينتي ګرويونه کولاي شي د دي ډول يوه غوره بيلګه وي.

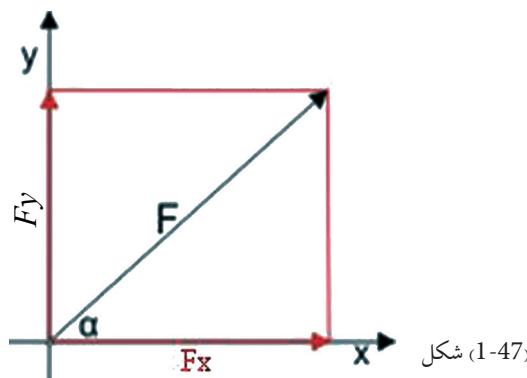


1-46) شکل

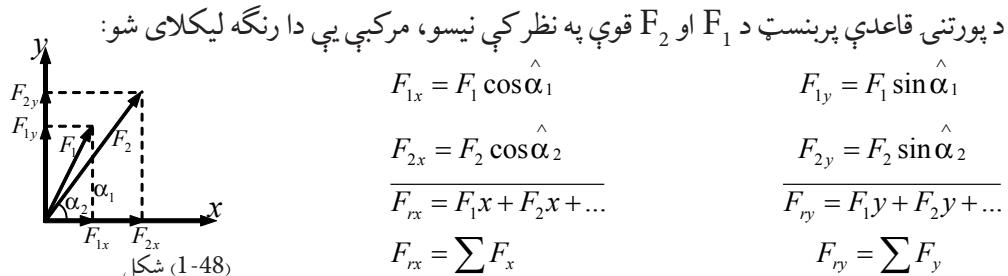
د يوه قوي تجزيه د يوه جسم په خپيدلی
حالت کې

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 يوسیستم کې د (x, y) په مرکبو تجزيه 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 تجزيه شوي دي.



1-47) شکل



په قایمو مرکبو د F_1 او F_2 قوو تجزیه

د قوو له مرکبو خخه په گټې 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 گټې اخيستلو لاندې نیول کېږي چې د ورکړل شوو کمیتونو پر بنست تویرلري.

دېر خله کولای شو مطلوبې قوې د مثالثتو له قاعدو خخه په گټې اخيستلو د قوو د مضلع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې کولای شو د قوو د مضلع تشابه له یو معلوم مثالث 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 پاسني 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$F_{rx} = 2276 N$$

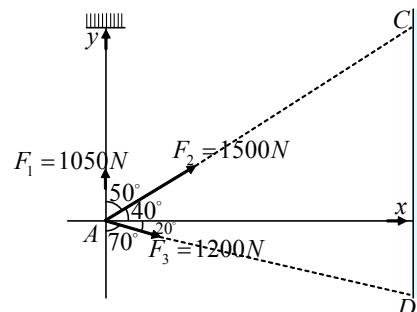
$$F_{ry} = 1603 N$$

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

$$Fr = 2786 N \quad \text{او:}$$

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

(1-49) شکل



دویم مثال:

د اوپسینزو پنسنیو 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 پنسو وپشل کېږي؟

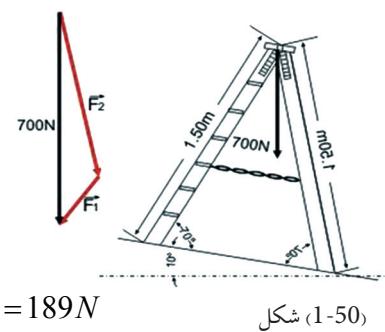
حل:

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:

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

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

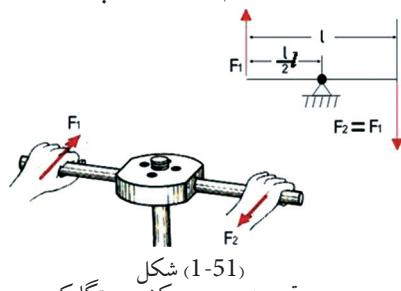
$$F_2 = \frac{00N \times \sin 30^\circ}{\sin 140^\circ} = \frac{700 \times 0.5}{0.6428} = \frac{350}{0.6428} = 544.492 \approx 544 N$$



(1-50) شکل

۱-۱: د قوی زوج

هره قوه چې پر یوه جسم اغېز 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 بدلېږي. برعکس کله چې دوي موازي او مساوی قوې چې متقابل لوري ولري، په عمودي توګه په یوه محور او د یوه جسم پر دوو بپلا بپلو نقطو اغېزه وکړي دوي ته د قوې زوج وابي. د قوې په یوه زوج کې دواړه قوې یو د بل اغېز پر محور له منځه وري، د قوې د یوه زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې خڅه چې د دوران محور په کوم موقعیت کې دي، تل همدا یو قیمت لري.



جوره قوې په یوه چورې کښې دستګاه کې

د شکل له مخي ويلاي شو چې که د دوران محور د اغېز دوو خطونو له یوه خط خڅه تېر شي، خو چې د دوران نقطه له هغونه خڅه 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 داسې 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:

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

$$M = F_1L + F_1S_1 - F_2S_1$$

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

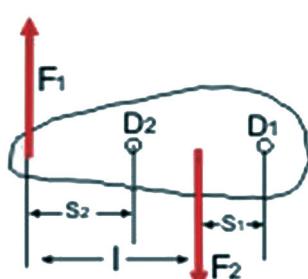
او کله چې د دوران نقطه D_2 وې لرو چې:

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

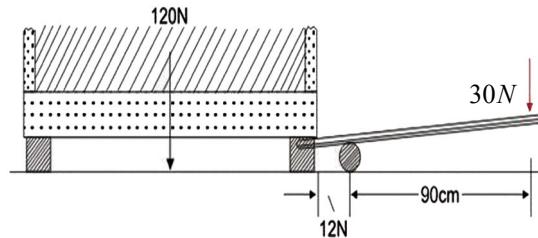
$$= F_1S_2 + F_2L - F_2S_2$$

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

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

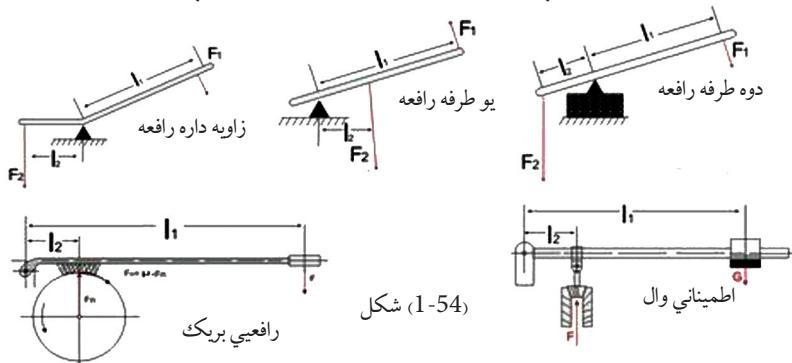


د پورتنيو خرگندونو په مرسته، کولای شو مومنت داسې بیان کړو:
د قوي یو زوج پرته له دې چې د دوران د مرکز موقعیت (د دوران نقطه) یې په نظر کې ونیسو، تل د یو
شان دوران مومنت لرونکی دی.
په تخنیک کې رافعې د قوى د زوج پر بنسټ کارکوي او معمولاً یې د یوې مستقيمي ميلې یا یوې زاویه
لرونکي ميلې په توګه جو پوي.



1-53) شکل

هغه رافعه چې د ميلې په شکل ده، که چيرې دوران مرکزې د ميلې په یو سرکې واقع وي، دې ميلې
ته یواړخیزه رافعه وايې او که چيرې د 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 جولوته 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 کچه 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 چيرې 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 توپې 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:

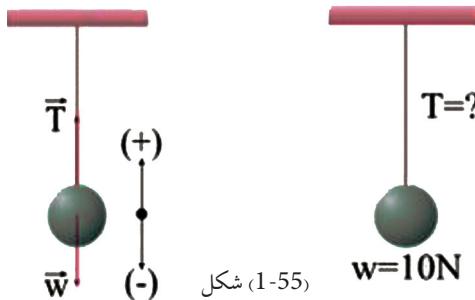
$$\sum F = 0 \quad \text{يا} \quad \vec{R} = 0$$

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

حل:

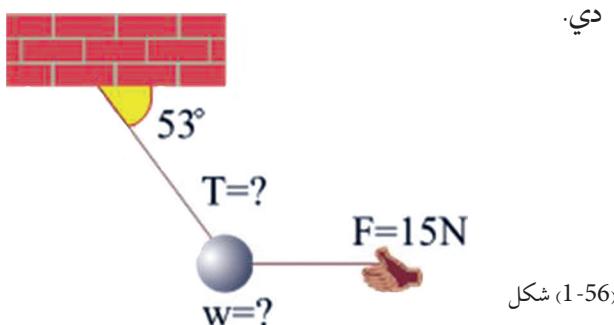
خرنګه چې جسم د سکون په حال کې دی، نو عاملې قوې پرې د تعادل په حال کې دی يعني:

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

مثال:

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

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

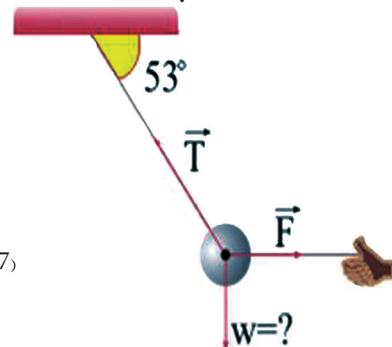


(1-56) شکل

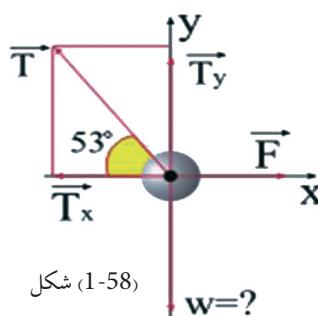
حل:

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

- ۱- د جسم د وزن قوه W ، ۲- وارده قوه F چې پرجسم اغېزکوي ۳- د راکټبلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړي 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



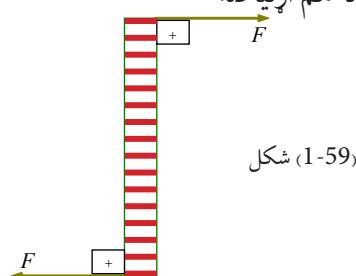
1-58) شکل

- اوس د تعادل لومړي 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 لومړي 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:

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

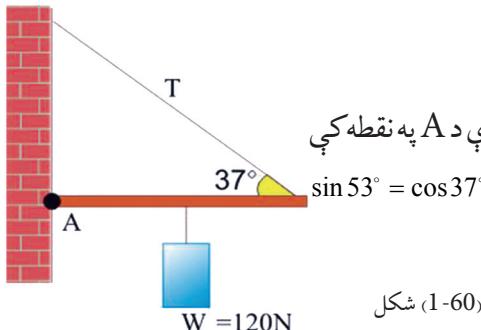
که چېري $\sum M = 0$ خو وي. په دې خای کې جسم د انتقالی تعادل په حالت کې دي، په

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.



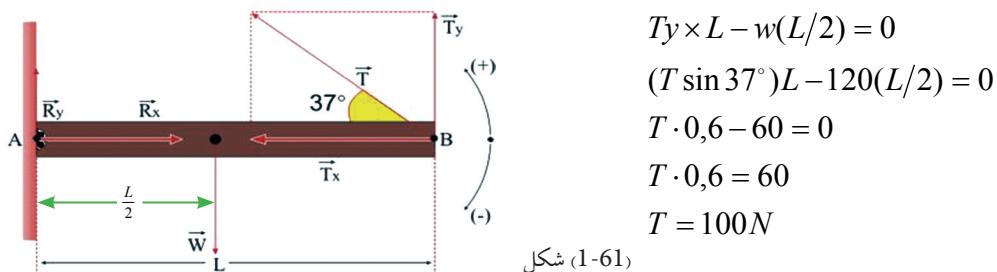
1. د T د راکښلو قوه په رسی کې پیداکړئ.

2. د عکس العمل قوه چې دیوال یو 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 مومنتونه (دورکونه) چې Ry او Rx په منځ ته راوري، له صفر سره مساوي دي، خکه دا دوي چوې 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:

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



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 محاسبه کېږي:

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

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

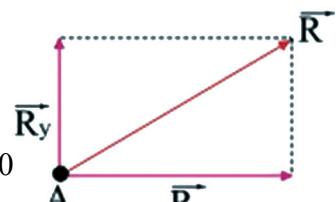
$$R_y = 120 - 60 = 60N$$

$$R^2 = R_x^2 + R_y^2$$

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

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

$$R = 100N$$



1-62) شکل

د مومنت له فارمول څخه بل تعبير (خرګندونه)

$$موجہ لرو چې \quad M = F \cdot d \sin\theta$$

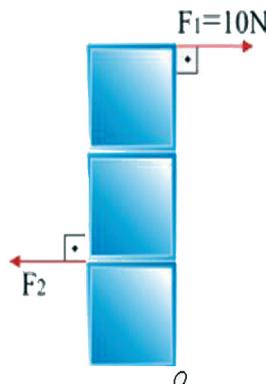
$$پورتنی افاده دا رنګه هم ليکلای شو \quad M = F (d \cdot \sin\theta)$$

پورتنی افاده کې (d.sinθ)، د دوران د نقطې او د قوي ډاگېزد خټه تر منځ عمودي واتن دی.

مثال:

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

حل: د تعادل د حالت لپاره ليکلای شو چې:



1-63) شکل

$$\sum M = 0$$

$$F_2 d_2 - F_1 d_1 = 0$$

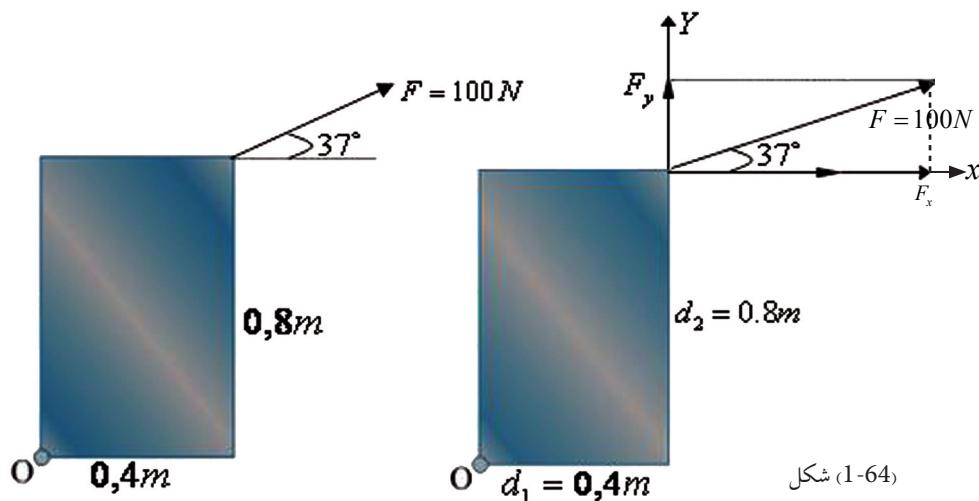
$$F_2 (1m) - (10N) (3m) = 0$$

$$F_2 = 30N$$

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 اکثر عمومي حالتونو کې 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.



1-64) شکل

حل: د تعادل د حالت لپاره ليکلای شو:

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

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

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

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

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

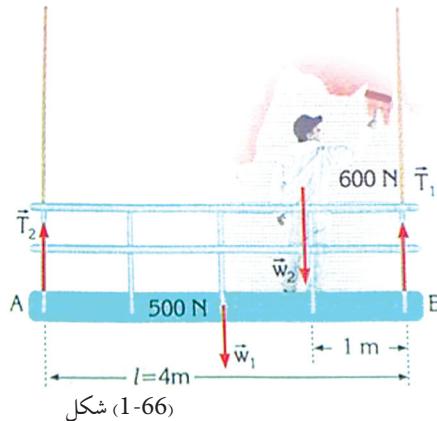
$$M = -40N \cdot m$$

د دوران د نقطي د موقعیت تاکل

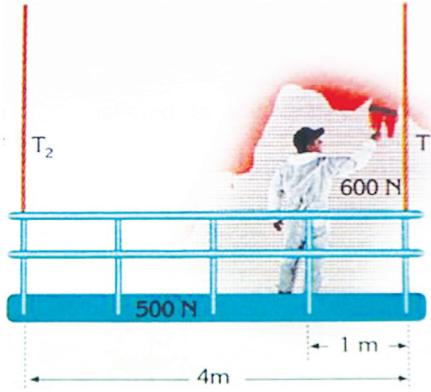
کله چې يو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموري جسم مجموعي مومنت، پرته له دي چې د دوران نقطه چيرته موقعیت لري، له صفر سره مساوى دی، نو د دوران نقطي موقعیت، په هر خای کې چې د پرابلم (اوستونزو) د حل لپاره مناسب وي، تاکل کېدای شي.

مثال:

يو رنگمال چې 600 نيوتنه وزن لري شکل سره سم په يوه تاکلي موقعیت کې د لرگي د خوازې له پاسه چې وزن يې 500 نيوتنه دی او د یوې رسې په مرسته خړول شوي ولاپ دی او د یوال رنګوی. د راکبلود 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 سکیج چې په سیستم کې عمل کوي رسموو.

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

$$\sum M_A = 0$$

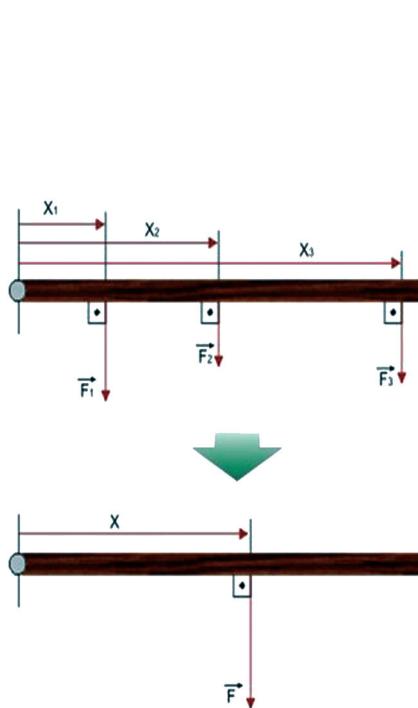
$$T_2 \times 4 + T_1 \times 4 - 500 \times 2 - 600 \times 3 = 0$$

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

اویا

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

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



$$\sum M_B = 0$$

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

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

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

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

همدارنگه او یا

باید پام وکرو چې د $\sum F_Y = 0$ قوو تعادل، T_1 او T_2 د محسابې لپاره وکاروو. د ډې ډول 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. نول رو چې:

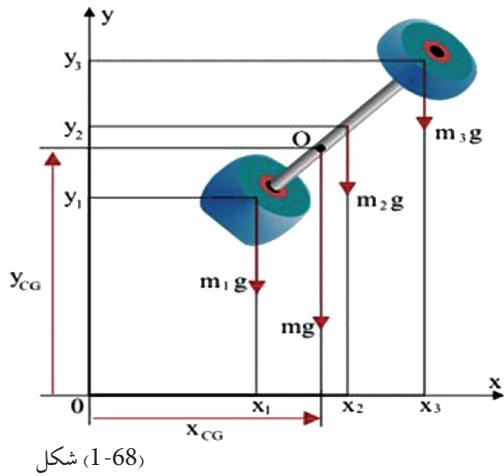
اوس د دوران د مرکز واتېن د مومنت د تعادل له اصله، دا رنګه په لاس راپرو:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

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

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

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



د دې قوو محصله د جسم وزن تشكيلوي او د دي قوو د اغپز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه يادوي او په CG يې بشي. د وزن يوه ميله په دواوو سرنو کې له دوو مختلفو وزنونو سره، د قaimو مختصاتو په سистем کې داسې په نظرکې نيسو چې گواکې له درې برخو، یعنې په دوو انجامونو کې له دوو وزنونو او بوي ميلې خخه جوړ شوی وي. د دې هري يوې برخې وزن عبارت دی له: د دې قوو د اغپز نقطه د mg د ميلې مجموعي وزن $mg = m_1g + m_2g + m_3g$ د ميلې مجموعي وزن عبارت دی له: د مومنت معادله په دې ډول لیکلای شو:

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

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

$$X_{CG} = (m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3)g / (m_1 + m_2 + m_3)g \quad \text{له ساده کولو وروسته لرو چې:}$$

د y محور لپاره لرو چې:

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

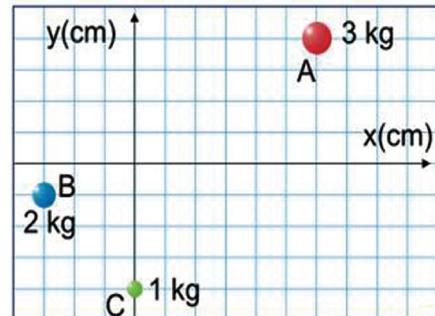
$$Y_{CG} = \sum_{\text{sum}} (my) / \sum m$$

هغه نقطه چې فرض کېږي د جسم نوله کتله هلته متمرکزه شوي ده، د نوموري جسم د کتلو مرکز دی. X_{cm} او Y_{cm} د جسم د مختصاتو له کتلوي مرکز خخه عبارت دی، په يوه محیط کې چې د ثقل ساحه متجانسه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا يوه نقطه وي او په هغه محیط کې چې ثقل يا (جاذبه) نه وي، په هغه څای کې وزن نشه او يوازي کتله شتون لري.

مثال:

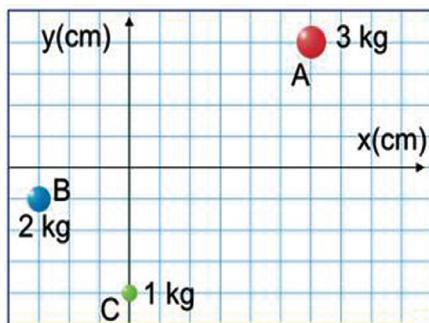
د A او B ، A جسمونه لکه خنگه چې په شکل کې لیدل کېږي، د مختصاتو د سیستم پرمخ موقعیت لري، د دې جسمونو کتلې په ترتیب سره $2kg, 3kg$ او $1kg$ دی، د هغه سیستم د کتلوي مرکز مختصات چې دی دریو جسمونو جوړ کړي دی، پیداکړي.

1-69، شکل



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

- (د) کتلې مختصات $A(6cm, 4cm)$
- (د) کتلې مختصات $B(-3cm, -1cm)$
- (د) کتلې مختصات $C(0cm, -4cm)$



1-70، شکل

د کتلوي مرکز مختصاتو مرکز عبارت دی له:

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

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

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

د لومري خپرکي لنديز

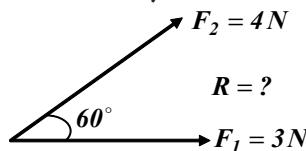


- قوه هغه عامل دى چې په جسم کې د شکل او يا حالت د بدلون سبب گرخې او په نړوال SI سیستم کې پې بشتیز واحدونه داین اونیون دی.
 - کله چې خو متلاقي قوي پر یوه جسم عمل وکړي، یوه محصله قوه منځ ته راوري چې د دې قوي کچه او لوري په هندسي توګه د ټکنورونوله قاعدي خخه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قاعدو 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 کیدای 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 قایمو مختصاتو په سیستم کې د X او Y په مرکبو تجزیه کړو، بیا وروسته د قوو له مرکبو خخه په ګټې اخیستلو، محصله قوي او هغه زاوې چې د X او Y له محورونو سره یې جورووي، حسابیدای 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 (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 باید ولري.
- 1 - پرجسم د تولو عمل کونکو قوو محصله (وکتوری جمع) باید له صفر سره مساوی وي، یعنې:
- $$\sum F = 0$$
- 2 - د محصله مومنت (د مومنتونوجمع چې پرجسم اغېز لري) باید 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 کیدای 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 سیستم کې له لاندې معادلو خخه لاسته راخي:

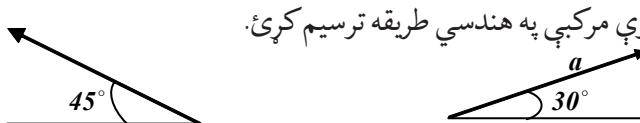
$$X_{CG} = \sum(mx) / \sum m \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum(my) / \sum m$$

د لوړۍ خپرکي پوښتني

- 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 الجبری 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 میلي چې اوږدالی 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 واتن 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 واتن 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 اوږدوالی 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 كرپى، په داسې حال كې چې 5° زاویه په عمودى چول له محور سره جورە كرپى.

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

15. ديو موئير پر ويل د پيچ د خلاصولو لپاره لازم تورك Nm 40 دى، هغه چېرە كمه قوه چې بايد يو ميخانىك يې د $3cm$ ربىنچ 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 مستقىم چول ووهى؟ د خزانى موقعىت د وضعىيە كميياتو په سىستەم كې وىنىيە.

17. يوه لارى پر يوې غونلىق چې 15° خۇرپالى لرى، حرڪت كوي، كە چىري لارى $\frac{m}{s} 22$ ثابت

سرعت ولرى، د لارى د سرعت عمودى اافقىي مرکبى پىداكىرى.

18. ديوې پيشو په واسطە د وەل شوي واتېن عمودى او افقىي مرکبى چې m په عمودى چول ونى تە ختلىق 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 دشمال خيتىخ په لور الوتنه كوي. دالوتكى په واسطە قول وھل شوي واتېن خومره دى؟

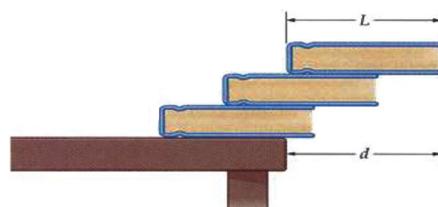
20. د منتجە سرعت دوكتور كچە او لورى په لاندى سرعتونو كې چې په خپلو كې عمودىي پىداكىرى.

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

b- يوه ساحلى خەنە نسبت او بىو تە ديوې بلى خېپى په لور چې په $6m/s$ سرعت حرڪت كوي، مخ په ورلاندى خەنە.

21. درې ھم شكلە او ھم وزنه كتابونه د L په اوبردوالى د شكل په خېرى يو دبل پرمخ اىسندول شوي دى.

d- مخ تە راوتلى اعظمى واتېن چې كتابونه پكى په تعادل كې وي او سقوط ونه كرپى، پىداكىرى.



22. يوه متجانسه ميله د $4.25m$ د $47Kg$ كتلي سره چي له يوه محور سره يې يو سر پرديوال ايښي د، په افقی توګه د يوه سيم په مرسته له بل سر سره تړل شوي ده. سيم له افق سره 30° زاویه جورو وي او سيده د مليپي پر محور نصب شوي د. که چيرې سيم وکولاي شي دراکبلو N 1400 قوي په وراندي مخکې له دې چې وشليري، مقاومت وکړي. له ديوال خڅه په خومره واتن يوتن له $68Kg$ كتلي سره پر

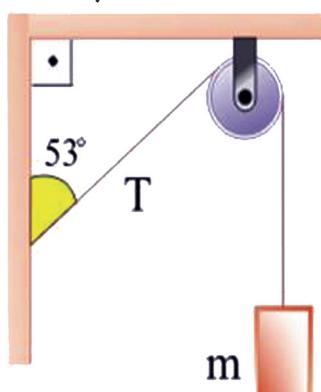
ميله باندي کيناستلاي شي، ترڅو سيم وشكپري؟

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

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

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

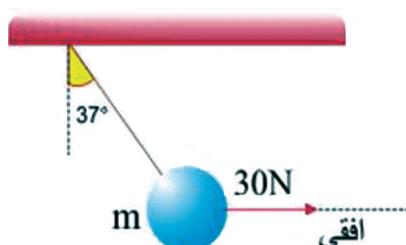
$$g = 10N/kg$$



24. يو جسم د m له كتلي سره د $30N$ افقی قوي په مرسته له شکل سره سم د تعادل په حالت کې د، د جسم د كتلي کچه په Kg محاسبه کړي. داسې چې:

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

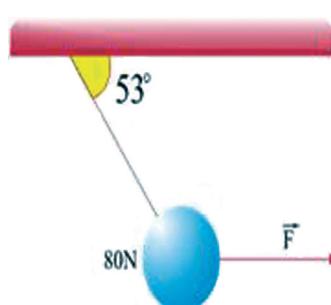
$$g = 10N/kg$$



25. لکه خنګه چې په شکل کې وښې، يو جسم له $80N$ وزن سره د يوې رسي په مرسته خروول شوي او د يوې افقی قوي F په واسطه راکبل کېږي.

- په رسي کې د راکبلو قوه پیداکړي.

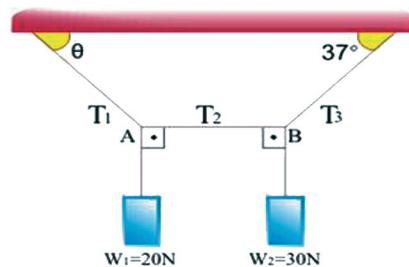
- د F قوه محاسبه کړي.



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

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 قوې محاسبه کړئ او همدارنګه د θ زاوې پیداکړئ.



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

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:

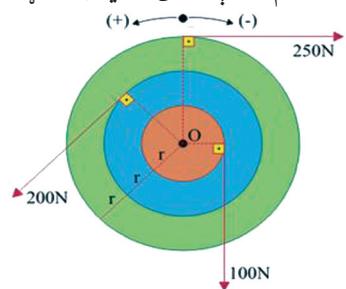
-a محصلله قوه

-b د محصلې مومنت چې د شترنګ پر خرخ عمل کوي.

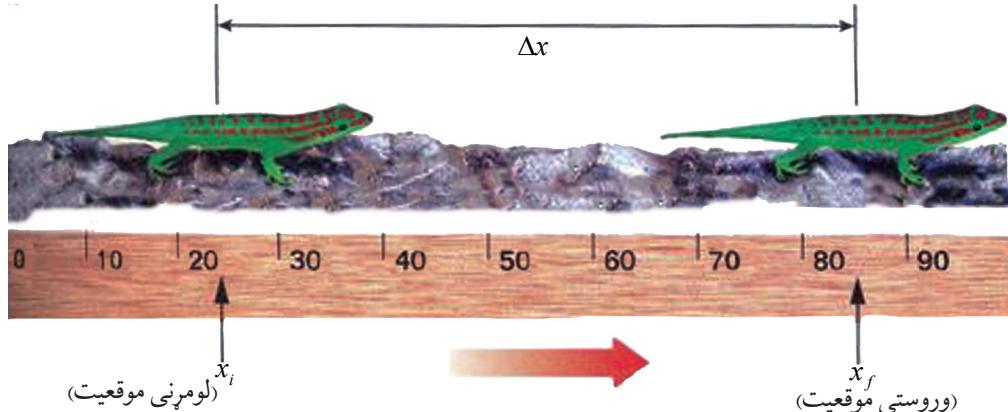


28. درې تېکلې (ډسکونه)، لوړنۍ د r په شعاع، دويم د $2r$ په شعاع او دريم يې د $3r$ په شعاع یو له بله سره دا پې تړل شوي دي چې ټول يې د O نقطې په شاوخوا د $200N, 100N$ او $250N$ قوو په اغېز کولو سره دوران کوي.

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



يو بعدی حرکت



لکه خنګه چې پوهېرو، نړۍ او هر شه چې پکې دي، حتی هغه جسمونه چې په ظاهره کې ساکن بنکاري، 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 یوشمېر فریکي مفاهیمو لکه قوه او کتله ترمطالي لاندې نیسي.

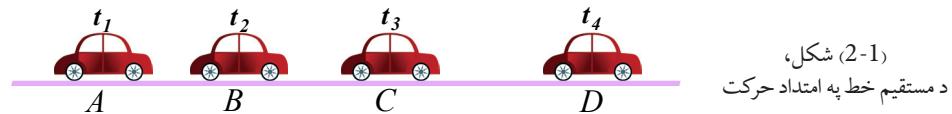
مونږ په دې خپرکي کې د اجسامو حرکت د موقعیت (مکان) او زمان د مفاهیمو خخه په ګټې اخیستلو، پرته له دې چې پر اجسامو وارده قوي په نظر کې ونيول شي، مطالعه کوو چې د میخانیک فریک دا برخه د سینماتیک په نامه يادوي.

تاسو به د دې خپرکي 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 مستقیم خط په امتداد حرکت خه شي دي؟ د یو متحرک جسم موقعیت او بدلون مکان خه شي دي؟ او د دې په خبر نورو پوښتنو ته به خوابونه ووايast.

همدا رنګه د دې خپرکي په پای کې به د سینماتیک منځنی سرعت او په یو بعدی 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 بعدی حرکت تشریح، د حرکت د معادلو لاس ته راول د جسمونو د آزاد سقوط تحلیل او خپنې د ثابت تعجیل حرکت د یوې بیلګې په توګه او ځینو نورو مفاهیمو سره بلدتیا 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

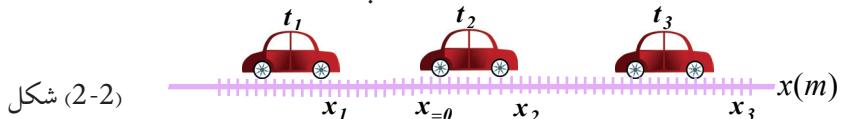
د یومستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چیرې مبدأ د مسیر پرمخ اختيار کړو، د موقعیت او مکان بدلون وکتورونه هم لوري دي، دا د دي لامل گرځی چې محاسبه د دي وکتورونو پرمخ په آسانی سره ترسره شي.



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.



لکه خنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، t_1, t_2, t_3 او t_4 په لحظو کې د متھرک جسم موقعیتونه په ترتیب سره $x_3 = +3m, x_2 = -3m, x_1 = -9m$ 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:

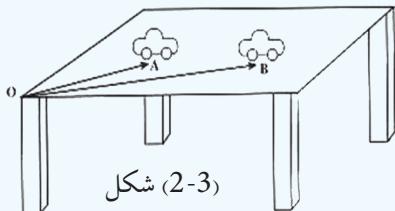
فعالیت:



کپنلاره:

اپین مواد: د لوبو يا لاباتواري موټر، خط کش، مېز

- 1 - موټر د مېز پرمخ په يو تاکلي موقعيت کې کېږدئ او فاصله يې د مېز له يوې خندي (مبدأ) خخه د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OA په وکتورې وښی.
- 2 - د شکل په خېر موټر کې له لوړنۍ موقعيت خخه بې خایه او په يو بل موقعيت کې يې کېږدئ او بیا وروسته د مېز له همه خندي خخه چې په لوړنۍ مرحله کې مو اندازه کړي ده (لوړنۍ مبدأ)، د موټر دويم موقعيت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OB په وکتورې وښی.



2-3) شکل

اوسم لاندې پونشنونه خواب ووایه:

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

2. موټر په کومه اندازه د موقعيت بدلون کړي؟

3. د دواړو حالتونو ترمنځ خه شی په مشترکه توګه وينې؟ توضیح يې 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 يوشی نه دی.

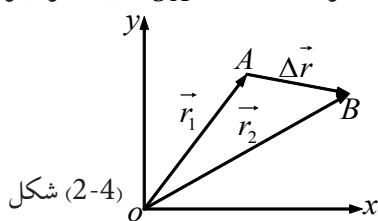
په پورتنی فعالیت کې هغه مشترک عنصر چې د موټر A او B دوو موقعيتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مبدأ خخه دي. د \overrightarrow{OA} او \overrightarrow{OB} وکتورونو ته په ترتیب د t_1 او t_2 وکتورونه وايو. له پورتنی فعالیت خخه کېدای شي لاندې پایلولته ورسیرو:

- 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 يې د جسم موقعيت دی او په معمول دوبل يې د r په توری بنیي.

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

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

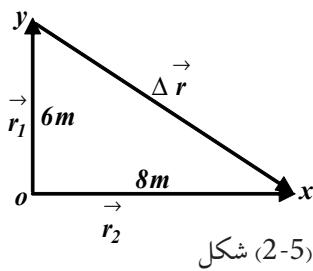
$$\text{خخه عبارت دی یعنې: } \vec{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$



2-4) شکل

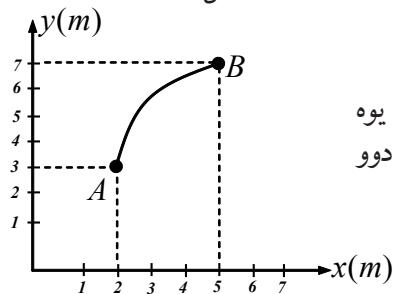
مثال: د یوه متحرک موقعیت t_1 او t_2 په لحظو کې په ترتیب سره r_1 او r_2 دی. که چیرې د هر وکتور اندازه په ترتیب سره $6m$ او $8m$ او د هغۇ ترمنخ زاویه 90° وي، د مکان بدلۇن اندازه د دې دوولە حظو ترمنخ خومرە د؟

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 ضلعى يې $\vec{\Delta r} = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{36 + 64} = \sqrt{100m^2} = 10m$ دى، لە دې کبلە د مکان د موقعیت بدلۇن برابر دى



شکل 2-5

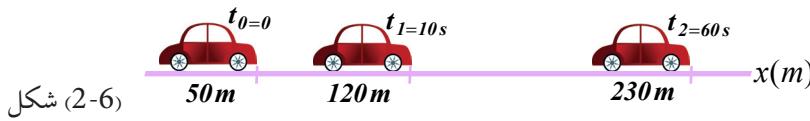
تمرین: پە لاندی شکل کې د یوه متحرک مسیر د AB د یوه منحنى پە مخ بىندۇل شوي دى. د مکان بدلۇن وکتور د A او B دوو نقطو ترمنخ رسم كړئ اوقيمت يې لاس تە راوري.



3-2: منحنى (متوسط) سرعت

لە خنگە چې د نەم ټولگىي پە فريڭى کې مو ولۇستىل، يو متحرک جسم د مختلفو عواملو لە كبلە نشي كولاي مساوي وائپونە پە مساوي وختۇنوكىي ووهىي. پە دې حالت کې پە مستقىم مسیر باندې د جسم حرکت د خانگىرىتىا و د بىانلۇل پارە، د منحنى سرعت لە اصطلاح خخە گتە اخلو. د منحنى سرعت د اصطلاح د بىنە درك لپارە لاندې مثال تە پام وکړئ:

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



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 مساوي دى لە: سره او د موقعیت بدلۇن پە $\Delta x = x_1 - x_0 = 120 - 50 = 70m$ زمانى انتروال کې مساوي دى لە سره $\Delta x = x_2 - x_1 = 230 - 120 = 110m$

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:

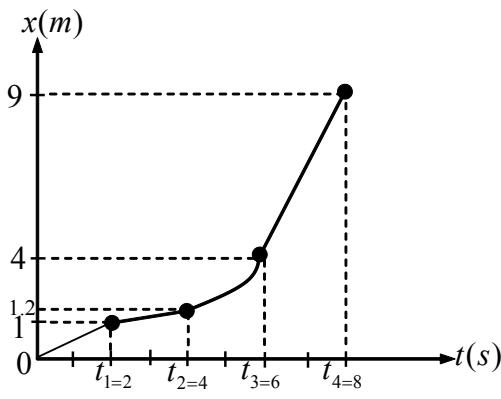


اړین مواد: فیته یې متر، زمان سنج (ستاپ واچ)

کړنقاره: 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 د هغه 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 $2s, 2s$, $4s, 4s$ خخه تر $6s, 6s$ خخه تر $8s$ او د هر انتروال د مکان بدلون وبنیئ.

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

(2-7) شکل

٥ جز حل: د Δx او Δt قيمتونه په لاندي 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 يوه جسم د حرکت معادله د SI په سیستم کې د $x = 2t^2 + 1$ له رابطې سره ورکړښوې ده. منځنۍ سرعت يې په لاندې زمانې انتروالونو کې،

a) له 1 خخه تر 2 ثانيو،

b) له 1 خخه تر 1.1 ثاني،

c) له 1 خخه تر 1.01 ثاني او

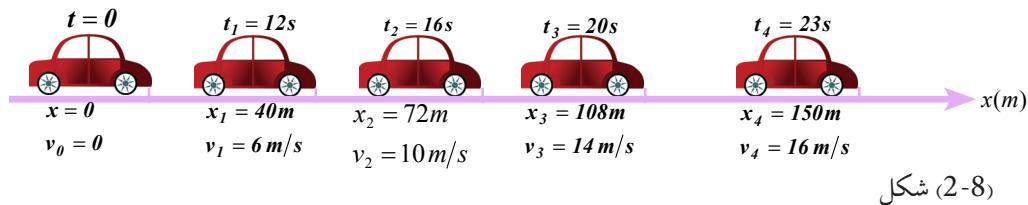
d) له 1 خخه تر 1.001 ثانيو پيداکړئ.

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.



الف) په یوه جدول کې $t_1 - t_4$ ، $t_2 - t_1$ او $t_3 - t_1$ زمانی انټروالونه، د موقعیتونو بدلون او منځني سرعتونه 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 لیدل کېږي $t_1 - t_2$ په زمانی انټروال کې منځنی سرعت، د $t_3 - t_1$ او $t_4 - t_1$ له انټروالونو خخه لړ دي.

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 حදکې 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 دي، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي يعني:

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

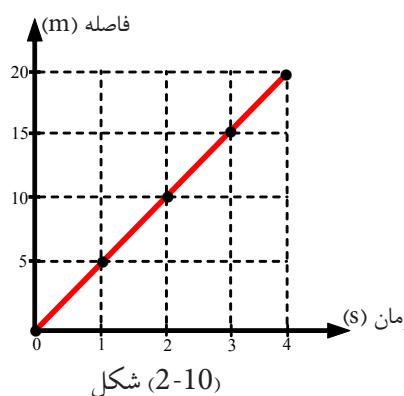
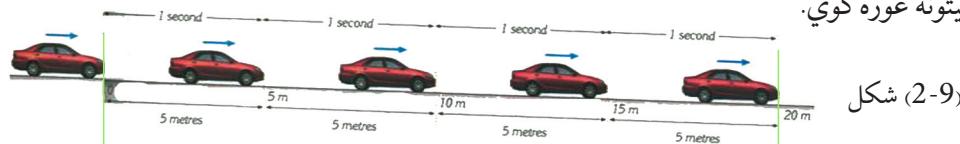
څېړنه وکړئ:



په دي هکله چې خنګه کولای شود ($x-t$) له ګراف خخه په ګټې اخیستلو سره، د یوه متھرک 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 متھرک (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 ډېرسنټې خواب وي. په ډېرسنټې د حرکت د خرگندولو لپاره مناسب دي. د ډېرسنټې د رسمولو 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 اخښتو سره په آسانۍ 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.

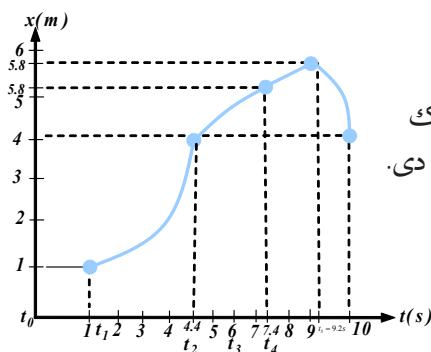
فعاليت:



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 شوي دي.

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 موپر د سکون له حالت خخه په حرکت پیل کوي، د موپر سرعت سنج بنیي چې سرعت یې
ورو ورو زیاتیری او بر عکس د برك نیولو پرمهال، سرعت یې په تدریج سره کمیری، 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
چیرې د سرعت بدلون Δv په زمانی انټروال کې له Δt 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 $d = 20s$ په لحظه کې له $10 m/s$ سره مساوی دی او $d = t_2 = 45s$
په لحظه کې له $20 m/s$ سره مساوی دی. منئنی تعجیل یې د t_1, t_2 دوو لحظو ترمنخ خومره دی؟

حل:

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

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 کوچنی شي، منئنی تعجیل له لحظه یې تعجیل سره ډېر نژدې کمیری، 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 چیرې 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 ($v-t$)

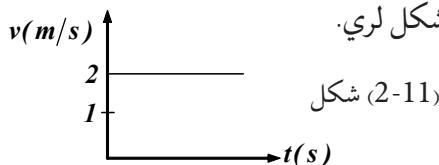
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړو، د مکان - زمان گراف ($x-t$)، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله لکه سرعت یا د متحرک مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب معلومات ترلاسه کړو، په همدي ډول د سرعت - زمان ($v-t$) له گراف خڅه هم کولای شو د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

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 کې نه ترسره کړي وه، دا گراف هم هماغسې 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 کړئ.

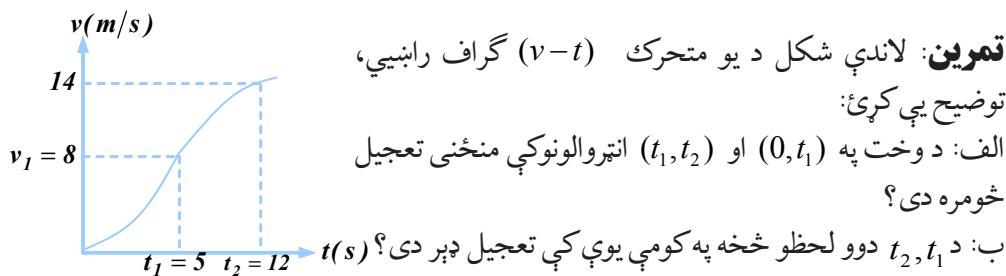
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25 - 5}{12 - 2} = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}$$

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 $v-t$ د زمان یا وخت له محور سره موازي د یوم مستقیم خط شکل لري.

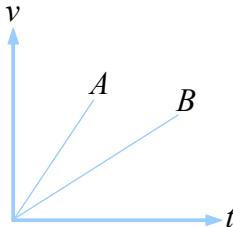


تمرين: په لاندې جدول کې د هغه متحرک سرعت چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، په څو زمانی لحظو کې مشخص شوي دي. د ($v-t$) گراف یې رسم کړئ.

$t(s)$	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:



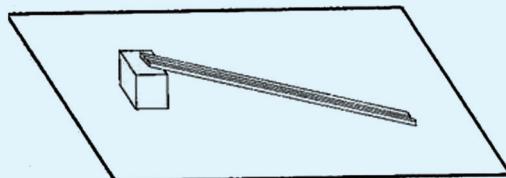
1. سچیداره تخته د پردې لرګيو له میلوسره چې دوه متراه اوږدوالي ولري

2. د لرګيو مکعبونه چې 4cm پنډوالی ولري

3. بنیښنه یې ګلولې یافلزی ساچمې

4. زمان سنج (کرونومتر)

5. فیته یې مترا



(2-12) شکل

ګرفنده:

له (2-12) شکل سره سم د پردې لرګي د میلې یو سر د لرګيو پريوه مکعب کېږدي. یوه بنیښنه یې ګلوله د میلې د هغه بل سر چې پر مکعب مو اينسي، له نيم متري خخه یې خوشی کړئ او په دې لحظه کې کرونومنټ به کار واچوئ. ګولای شیء هغه لحظه چې ګلوله پر مکعب (د مسیر پريای) لرګيږي، کرونومنټ ودرؤئ. آزمایښت د $1.5m, 1m$ او $2m$ فاصلولپاره تکرار کړئ. پایله په لاندې جدول کې وليکي او د $(x-t)$ له مخې گراف رسم کړئ ازمايل شوې پایله تجزیه او تحلیل کړئ.

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

6-2: یو ډوله (متشابه) حرکت

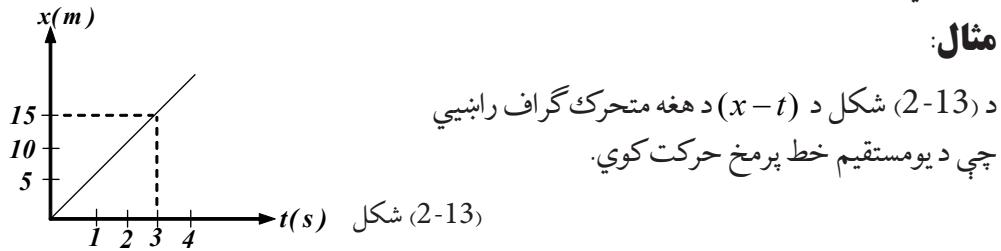
که چیرې د ډیوه متحرک جسم لحظه یې سرعت چې پرمستقیم مسیر حرکت کوي، په ټولو لحظوکې یو شان وي، حرکت یې یو نواخته نومیرې، په دې ډول حرکت کې د (موقعیت- زمان) گراف، یومستقیم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځنۍ سرعت په پایله کې له لحظه یې سرعت سره مساوی کېږي، له دې امله کولای شو ولیکو چې:

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

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 یو نواخت 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 x یا y له محور سره هم لوري وي مثبت او له هغه پرته منفي دي. په یو نواخت 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 ڈه؟

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 یو نواخت 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، $x_1 = 5 \times 2 = 10m$
 $x_2 = 5 \times 5 = 25m$ د $\Delta x = x_2 - x_1 = 25m - 10m = 15m$

تمرين: یو جسم د V له سرعت سره پر یو مستقیم مسیر په حرکت کې دی، که چیرې $s = 5t$ په لحظه کې پې له مبدأ خخه $6m$ او د $20s$ په لحظه کې پې له مبدأ خخه فاصله $24m$ وي، سرعت او واتن یې تر مبدأ پورې 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 بیلا یلو ډلو کې لاندې پوښتني ته خواب ورکړئ او پایله یې ټولکې ته واوروئ. ولې په مستقیم الحظ حرکت کې له ثابت تعجیل سره، د $(v - t)$ گراف له یوه مستقیم خط خخه عبارت دی؟

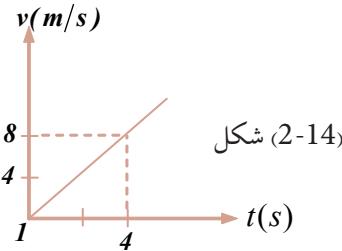
مثال: یو متحرک د سکون له حالت خخه په $\frac{2m}{s^2}$ ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي. سرعت پې د $t_1 = 4s$ او $t_2 = 12s$ په لحظو کې پیدا کړئ، د $(v - t)$ گراف پې رسم کړئ.

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 د $t_0 = 0$ په لحظه کې پیداکړئ او د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

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

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

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

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

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:

$$v = at + v_0$$

$$d \bar{v} = \frac{at + v_0 + v_0}{2} t$$

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

$v = at + v_0$ 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.

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

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

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

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

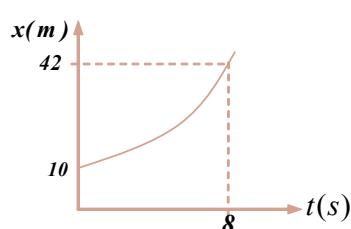
$$x = \frac{1/2}{2} (25)^2 = \frac{1}{4} \times 625$$

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

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

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

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



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:



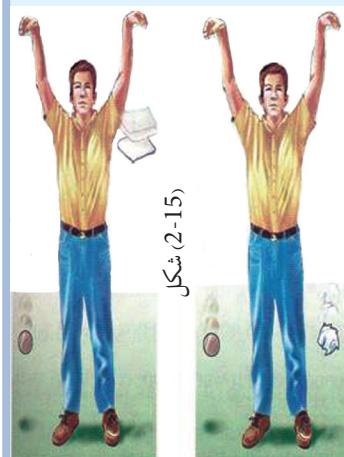
د کاغذ یوه پانه چې کلکه شوی نه وي (خلاصه پانه) او یوه دانه سکه راواخلي او په یوه وخت کې بې له تاکلې ارتفاع خخه خوشې کري، په دويمه مرحله کې د کاغذ هماغه پانه کلکه (کلوله) کري او له سکې سره پې بوځای له همغې ارتفاع خخه خوشې کري او په دريمه پلا دوي سکې له همغې ارتفاع خخه خوشې کري او د څمکې سطحې ته يې درسېلو پر خونګوالی د خچې پې له غړو سره بحث وکړئ او پاپله پې په ټولګي کې وراندي کري.

په پا کې لاندې پوبشنوته خوابونه ووایع:

۱. آیا د کاغذ پانه او سکه په یوه وخت څمکې ته ورسېدل؟

۲. آیا د کاغذ دواړه ټولګي په یوه وخت څمکې ته ورسېدل؟

۳. کوم لامل د دی سبب شو چې د کاغذ پانه او سکه د څمکې 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 پرمھال پرجسم یوازنې وارده قوه همغه د جسم وزن دی. که چېږي یوه سکه یوه پانه په یوه وخت له یوې ارتفاع خخه د څمکې په لور خوشې کړو، په یوه وخت څمکې ته رسېږي، خو که چېږي همدا تجربه په خلا کې تر سره کړو، سکه او پانه په یوه وخت څمکې ته رسېږي. د ییلګې په توګه: په خلا کې د یوجسم 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 څمکې سطحې ته په نزدیوالی کې له ثابت تعجیل سره سقوط کوي. چې دا همغه د څمکې د جاذبې تعجیل دی چې د 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 څمکې مرکز) په لور دي.

د جغرافیايوی عرض البلد له مخې د g د تعجیل کچه، یو خه بدلون کوي او د څمکې له سطحې خخه د ارتفاع په زیاتیدو، کمېږي. د دې تعجیل کچه د څمکې د سطحې په نژدې کې 9.8 m/s^2 دی، نوکله ناکله د محاسبې د آسانټيا 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 لوړنۍ 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 ټاکلې نقطه کي g قيمت د ټولو جسمونو لپاره یوشی ده، خو دا قيمت د ځمکي د سطحي په مختلفو نقطو کي توپيرلري.

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

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

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

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 رسېږي؟

b) $v = ?$ ب: ځمکي ته د رسېدو په وخت کې یې سرعت خو مره دي؟

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

حل: الف)

$$v_0 = 0$$

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

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

تيره پس له یوې ثانې خنه ځمکي ته رسېږي.

$$\text{ب) } v = g \cdot t \Rightarrow v = 9.8 \times 1 = 9.8 \frac{m}{s}$$

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 څپرکي 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 شپیو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور خخه عبارت دی چې پیل پې د t_1 په لحظه کې د متحرک موقعیت او انجام یې د t_2 په لحظه کې د متحرک موقعیت رابسي.

- 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

- د $(x - t)$ په ګراف کې، د دوو نقطو تر منځ 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 د \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 مساوی وي.

- $D(v-t)$ 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 پرې خپړلی شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپیرونو لرونکې وي. لکه: سرعت د وخت د تابع په عنوان د

$$v = v_0 + at \quad \text{دي}$$

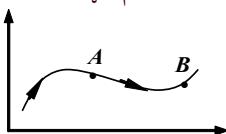
$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

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

7- د $x-t$ د مکان- زمان ګراف 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 کړئ 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 ثانيې حركت 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 مسیرکې له ثابت تعجيل سره په حركت 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 حركت 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:

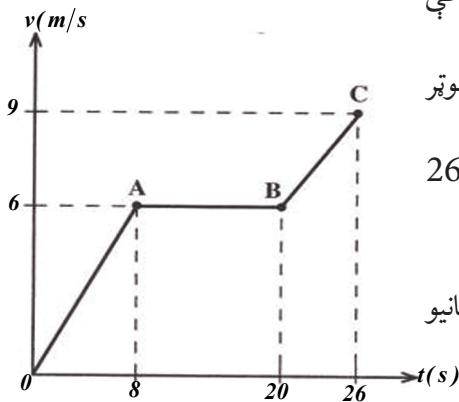
a- د سرعت لوري او د حركت تعجيل په هر پراو کې معلوم کړئ.

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

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

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

b- په زمانی 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 ثانيې وخت ته اړتیا ده 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) حركت تعريف او د دې حركت معادله پیدا کړئ

18 - يوه جسم چې پر مستقيم خط حركت کوي، د حركت 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 حرڪت 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 حرڪت معادله ولیکړي.
- 20 - د $(v-t)$ ګراف خنګه رسمیږي؟
- 21 - منځنی تعجیل تعريف او رابطه یې ولیکړي او د اندازه کولو واحد یې په SI سیستم کې ذکر کړي.
- 22 - یو متحرڪ چې یوه مستقیم مسیر پر مخ حرڪت 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 $v-t$ ګراف 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 لوري و داني 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 $(x-t)$ ګراف یې رسم کړي.

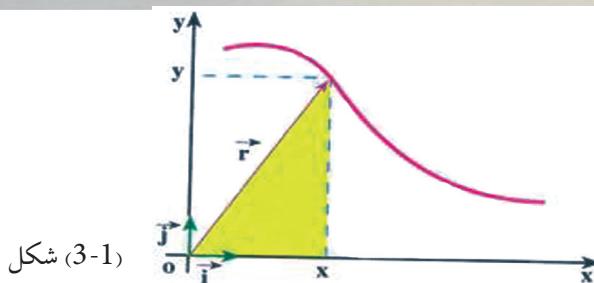
دوه بعدی حرکتونه

په مخکیني خپرگي کې مو تريوپي اندازې يوه بعدي حرکت مطالعه کړ او د موقعیت، د موقعیت بدلون، منځنې 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 ورځنې ژوندانه کې تر هر خه دېر له هغه حرکتونو سره مخامنځ یو چې په دوو یا دریو بعلونو کې تر سره کېږي او د هغه خپرل موره ته 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 کولاۍ شو دوه بعدي حرکتونه تحلیل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه خنګه د ریاضي په ژبه بیانولی شو؟ له دوه بعدي حرکتونو خخه په ورځنې 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. مخکې مو ولیدل چې د جسم موقعیت په یوه سطحه کې $\vec{r} = f(t)$ په وکتور بنوبل کېږي. دا وکتور کولاۍ شو په لاندې ډول ولیکو:

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

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 $\vec{r} = f(t)$ او تشخیصولو لپاره کافې د چې د \vec{X} او \vec{Y} مرکبې د زمان د تابع ګانو په خپرولرو: (3-2) $\vec{r} = f(t)$ د چې د یوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعلونو کې بنیي او خرګنده ده چې په هر دوه بعدي حرکت کې د مکان وکتور هم د زمان یوه تابع ده یعنې: $\vec{r} = f(t) \vec{i} + g(t) \vec{j}$ په حقیقت کې ويلاۍ شو چې په یوه مستوی (صفحه) کې حرکت د یو بعدی دوو حرکتونو ترکیب د \vec{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 (3-1) شکل.



(3-1) شکل



خپرنه وکړي:

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 0 څخه تر 5 ثانیو زمانی انتروال کې رسم کړي.

3-1: 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 خپرلول پاره، 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 خپرکې 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.
 د وکتور چې د (3-3) په شکل کې هم رسم شوي دي، له لاندې رابطو څخه لاسته راخي.

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

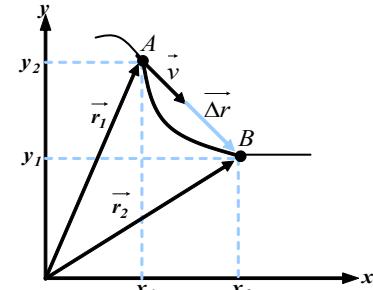
$$\vec{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \dots (3-4)$$

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

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

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

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



(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:

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

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

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

فعالیت:



د (3-2) شکل په بیلا بیلو ډلوكې تحلیل کړئ او ووایې چې د منځنۍ 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 پیدا کړي.

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

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

$$\vec{r}_2 = 4\vec{i} + 4\vec{j} \quad t_2 = 2s \quad \text{په همدي ترتیب په}$$

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

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

د 1 او 2 ثانیې ترمنځ په زمانی انټروال کې:

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

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

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

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

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

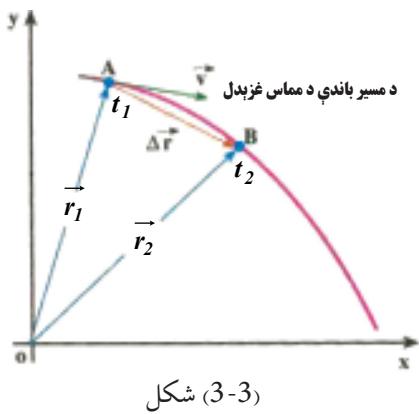
$$\vec{V} = \bar{V}_x + \bar{V}_y = 2\vec{i} + \vec{j}$$

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

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 منځنۍ سرعت د 0 څخه تر 2 ثانیې زمانی انټروال کې پیدا کړئ.

لحظوي سرعت

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



د جسم موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظوکي مشخص شوي دي. مخکي مو يادونه 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 مخکيني خپرکي کې د یو بعدي حرکت په هکله هم وویل شول، که چېږي 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:

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

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 يو ليمت کې Δt د صفر خواهه تقرب وکړي، د (3-5) له رابطه خخه په ګټې اخپستلو سره کولای شود جسم لحظوي سرعت د هغه د مرکبوب پر بنسټ د X او Y په دوو امتدادونوکي لاسته راورو، یعنې:

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

نو له دي امله ګورو چې د منحنۍ سرعت وکتور سره هم لوړي دي، نو په يو ليمت کې چې Δt د صفر لورې 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 لورې 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: يو موئير چې د $y = 6t^2 + 5$ او $x = 6t + 1$ د سرعت کچه په سیستم کې په لاندې ډول دي:

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

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

لکه چې ليدل کېږي د سرعت افقې مرکبه د زمان تابع نده او ثابته کچه لري، خود سرعت قایمه مرکبه، د زمان تابع ده او کچه يې په $t = 1\text{s}$ کې برابره ده له: $V_y = 8\text{ m/s}$ ، نو د سرعت کچه په $t = 1\text{s}$ کې برابره ده له: $\sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ m/s}$. سره.

3-2: منځني تعجیل او لحظوي تعجیل

مخکې مو ولوستل کله چې د جسم سرعت بدلون وکړي، حركت تعجیلي دي. د سرعت بدلون کېداي شي د سرعت په کچه کې د بدلون په معنا يا د سرعت په لوري کې بدلون اويا دواړه وي. ومويلدل کله چې د جسم حركت د منځني مسیر پرمخ دي، په داسي حال کې چې د جسم سرعت بدلون نه کوي، خود سرعت لوري يې هر وړو بدلون کوي، نو له دې امله که چېږي د سرعت قيمت اندازه هم بدلون ونکړي، کیداۍ شي حركت تعجیلي وي. لکه، د منځني مسیر پرمخ حركت چې په هغه کې یوازې د حركت لوري بدلون کوي چې يو تعجیلي حركت دي.

څېړنه وکړئ:

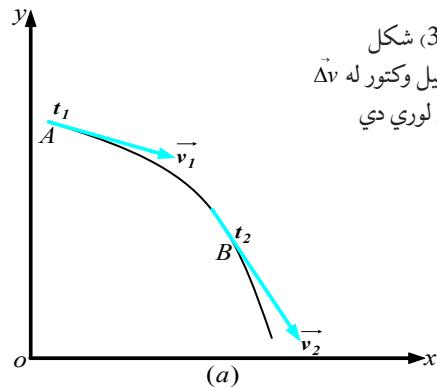
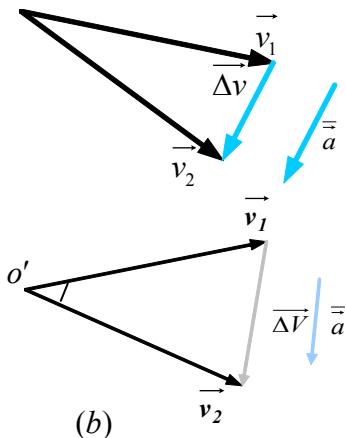
د تعجیلي حركتونو د دوو مثالونو په هکله څېړنه وکړئ چې په هغوكې د سرعت کچه بدلون ونه کړئ.

د (3-4-a) په شکل کې د سرعت وکتورونه د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې د مسیر پرمخ بنودل شوي دي. د سرعت د بدلون د محاسبې لپاره د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زمانې انټروال کې په (3-4) شکل کې د a' له نقطې خخه له v_1 او v_2 سره مساوی وکتورونه رسمي او Δv په لاس راړو. د یو بعدی حركت په څېړ، د منځني تعجیل وکتور د Δt په زمانې انټروال کې په لاندې توګه تعریفوو:

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

$$d(3-11) \text{ له رابطي خخه په گتې اخېستلو سره لرو چې: } \vec{a} = \left(\frac{\Delta v_x}{\Delta t} \right) \vec{i} + \left(\frac{\Delta v_y}{\Delta t} \right) \vec{j}$$

$$d(3-13) \text{ او یا: منځنۍ شتاب} \quad \vec{a} = (\bar{a}_x) \vec{i} + (\bar{a}_y) \vec{j}$$



d(3-4) شکل
د منځنۍ تعجیل وکتور له سره هم لوري دي

بحث وکړي:

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

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

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

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

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

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

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

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

چې په دې کې او $\frac{dv_y}{dt} = a_y$ د لحظوي تعجيل له مرکبو خخه عبارت دي.
او په پایله کې:
 $\vec{a} = (a_x) \vec{i} + (a_y) \vec{j}$ (3-18)

د (3-12) رابطه دا بنسي چې $\vec{a} = \vec{\Delta v}/\Delta t$ او 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{v} پر $\vec{\Delta v}$ 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_x او a_y 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 موازی نه دي.

3-3: غورخونکي (پرتابي) حرکتونه

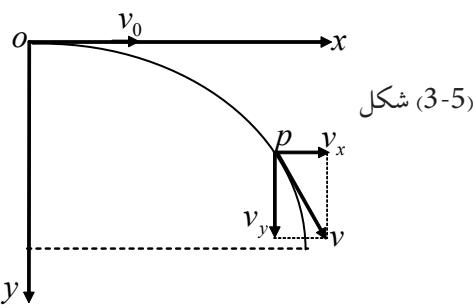
غورخونکي (پرتابي) حرکتونه خه ډول حرکتونه دي؟ غورخونکي حرکتونه په فضا کې خه ډول
مسير وهی؟ یو غورڅول شوي (وارشوي) جسم او هغه مسیر چې په هوا (فضا) کې يې وهی، د حرکت د
مخالفو ډولونو یو بیلګه ده چې هر انسان د ماشو متوب له پیل خخه په عمل کې ورسره سر او کار لري.
د غورخونکي حرکت د دوه بعدی حرکت یو ډول دي. د 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 جاذبي 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 دی 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 ریاضي 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 قايم 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 بشكته لور راکښل کيرې. ینې غورخول شوي جسم شبې په شبې د ځمکي



د جاذبي لخوا مخ په بشكته راکښل کيرې چې په پاي کې له ځمکي سره تصادم کوي. په دي ډول حرکت کې د غورخول شوي جسم سرعت $d v_x$ او $d v_y$ دوو وکتورونو له ترکیب خخه ترمطالي لاندي ونيسو. لکه خرنګه چې غورخول شوي جسم منظم مستقيمه الخط حرکت $d X$ محور په اوږدوکي $d v_0$ په لومني سرعت تر سره کوي او $d Y$ د محور په اوږدوکي ځمکي د جاذبي قوي تر اغېز لاندي وي، نوله دي 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 $d t$ قيمت د (3-19) رابطي خخه پيداکړو او د (3-20) په رابطه کې يې وضع کړو، ويه وينو چې:

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

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

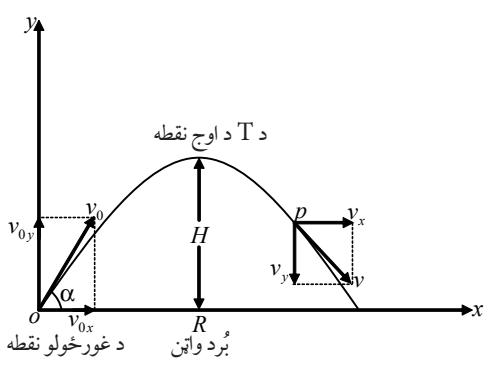
$$y = cx^2 \dots \dots \dots (3-22)$$

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 بشكته $d Y$ د واتېن په وهلوکې ترسره کوي، برابر دي له هغه وخت سره چې نو موري جسم په آزاده توګه سقوط وکري او همغه $d Y$ واتېن په عمودي توګه ووهی.

3-3: مایل غورخول (ویشتل)

مایل غورخول (پرتتاب) خه ډول غورخول دی؟ د افقی غورخونې او مایل غورخولو ترمنځ کوم توپیږ شتە؟ د (3-3) په برخه کې غورخول د افق په امتداد کې تربخت لاندې ونیول شول. د افقی غورخولو په حالت کې هغه زاویه چې د لومړنې سرعت وکټور په X محور له مثبت لوړي سره وي یعنې، $\alpha = 0$ وه، خود مایل غورخولو پر مهال د غورخولو زاویه د صفر خلاف وي. $\alpha \neq 0$

په مایل غورخولو کې v_0 وکتور د X او y د دوو محورونو پر منځ په دوو مرکبو تجزیه کوو. د دې حرکت د دقیقې مطالعې لپاره د وضعیه کمیتونو د مختصاتو سیستم د (3-7) شکل په خبر په نظر کې نیسو چې مبدأ یې د غورخولو لومړنې محل، د X محور یې په افقی لوړي او د y محور یې په قایم لوړي او منځ په پورته وي. د محورونو په دې ټاکلوکې لکه خنګه چې تعجیل د y د محور په لوړي کې له $(-g)$ سره او د X د محور په لوړي کې صفر دی، نوکولای شو ولیکوچې:



$$a_y = -g \dots \dots \dots \quad (3-23)$$

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

غورخول شوي جسم د $t = 0$ د زمان په مبدأ کې د مختصاتو له مبدأ (پيل) خخه د v_0 په لومړنې سرعت نسبت افق ته په α زاویې غورخول کېږي. په دې حالت کې د لومړنې سرعت د X او y مؤلفې عبارت دي له:

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

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

$a_x = 0$ دی، یعنې د X افقی لوړي کې د $v_0 \cos \alpha$ له ثابت سرعت سره تر سره کېږي، نو له دې امله د غورخول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلې به د X د محور په لوړي په لاندې ډول وي:

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

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

او لکه خنګه چې ووبل شول د y په قایم لوړي کې حرکت، د $(-g)$ له ثابت تعجیل سره دی. د اجسامو د آزاد سقوط له رابطو خخه په گټې اخیستلو سره د غورخول شوي جسم د حرکت معادلې به د y په لوړي هم په لاندې ډول وي.

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

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

له (3-27) خخه تر (30-3) 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 وګرځېي، د غورخول کېدونکي جسم د Range (په نامه يادوي او هغه د R په توري بنېي.

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

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

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

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

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

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

څکه 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 لوبوتونو تومانچه، پلاستیکې ګلولې او مېز.
کړنلاره: زده کونونکي دې په درې دلو ووپشل شي. لوړۍ دله دې د (o) له نقطې خخه د 25° زاوې لاندې، دویمه دله دې د (o) له نقطې خخه د 45° زاوې لاندې، درېمه دله دې د (o) له نقطې خخه د 65° زاوې لاندې، فير وکړي، کله چې مرمي پرڅمکه ولګډه. د (o) 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 بنیونکي په مخ کې تولګي ته وړاندی کړي.



بحث وکړئ:

وشتل کپدونکي جسم، ترڅو درجو زاوې لاندې وغورڅول شي، ترڅو اعظمي رنج (افقی واتن) ووهی؟ 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:

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

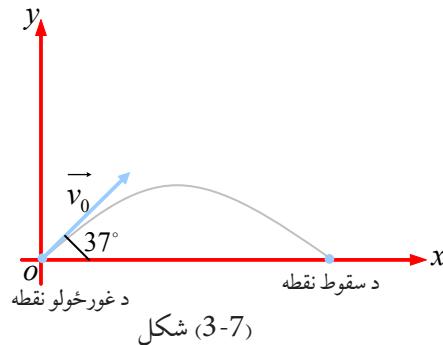
$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (3-33)$$

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.

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

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

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



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:

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

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

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

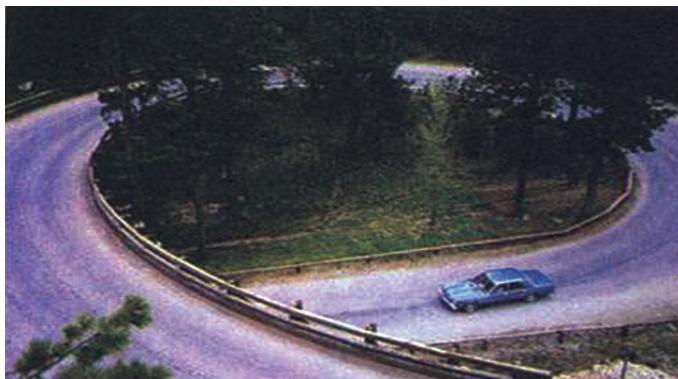
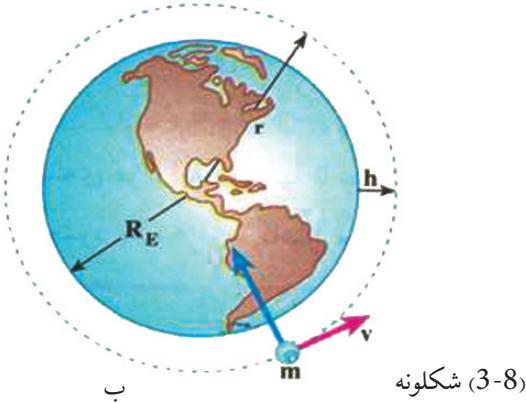
چې په دې کې $t_1 = 0$ د توپ د غورخولو د وخت اړوند او $t = 1.2s$ پر ځمکې د پنډوسکي د لګډو د وخت اړوند (د ټول حرکت زمان) دی.

تمرين: د غورخولو (ویشتلو) په حرکت کې

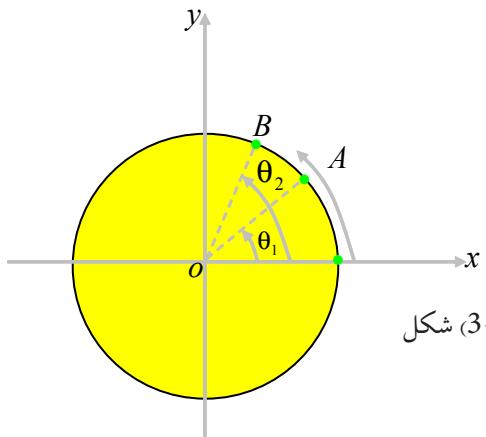
1. د غورخول شوي جسم تر ټولو لري واتېن د _____ له رابطي خخه لاس ته راخي.
2. د اوج نقطې ته د غورخول شوي جسم د رسپدو زمان د _____ له رابطي خخه لاس ته راخي.

3-5: 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 يوه جسم حرڪت، په دوو بعدونو(مخونو) کې د حرڪت يوه 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 الکترون حرڪت او د څينو مصنوعي سپورمي حرڪت د ځمکې پر شاوخوا د دايروي حرڪت نسبی ډولونه دي. د کور په څېښو وسايلو، لکه: د جامو مينځلو په ماشين کې، له مېوو څخه 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 خبر حرکت کوي. په دې ځای کې له ذري څخه موخه یو وروکۍ جسم دی چې ابعادې د دایري د شعاع په پرتله ډېر کم دي.

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

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 راخي، 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 لمر پرشاوخوا د څمکې منځنی زاویه یې سرعت محاسبه کړئ.



پوښته

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

لحظوي زاویوي سرعت

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

تعريفوو:

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

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

او یا:

تمرين

ديوپ ذري زاویه یې موقعیت چې د دایروی 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 یې منځنی سرعت د $s_1 = 1s$ او $t_1 = 2s$ د لحظو ترمنځ حساب کړئ.

ب: د متحرک لحظوي سرعت د $s_3 = 3s$ په لحظه کې حساب کړئ.

بحث وکړي

د منځنی سرعت او لحظوي سرعت درابطي د بنه درک لپاره خو مثالونه طرحه کړئ او له خپل توګيوالو سره

بحث او خبرې پري وکړي او پايله د خپل بنوونکي ترمنځ په توګي 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 مخ 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 (v) په لاتین توري بنېي، د فریکونسی د اندازه کولو واحد $\frac{1}{s}$ او یا هرتز Hz ده.

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

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

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

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 اوبوتورین
$1.157 \times 10^{-5} Hz$ دوره په یوه ثانیه کې	86400s	څمکه د هېپی د محور په شاوخوا
$3.897 \times 10^{-7} Hz$	$29.7 = 2566080s$ درج	سپورمۍ د څمکې پرشاوخوا
$3.17 \times 10^{-8} Hz$ دوره په یوه ورځ 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 چيرې د یوې ذري د مکان وکتور \vec{r}_1 په وخت کې t_1 او t_2 په شپېه کې \vec{r}_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 چيرې 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 مرسته تعريفېږي:

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

او له هغه ئایه چې د ليمت په حالت کې 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 شعاع د دايرې باندې، ینې:

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

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 تولګو والوته 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 شعاع 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 یوه دیوالی گری د ساعت، دقیقو او ثانیو د عقربو او بدواوی په ترتیب 12cm ، 8cm ، 10cm او 11cm د هرې عقربو د خوکې خطې سرعت محاسبه کړئ.
- 2 - یو متحرک پر دایروي شکله مسیر د 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهی. د متحرک زاویه یې سرعت پریوو او فریکونسی حساب کړئ.

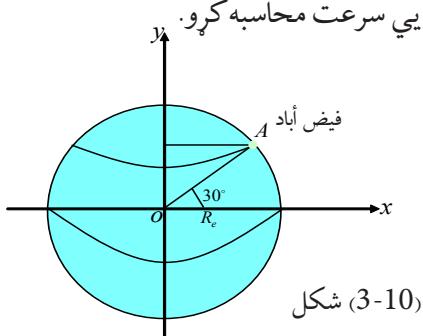
فکروګرۍ:



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

مثال: د فیض آباد بنار په 30° شمالي جغرافیايو مدارکې واقع دی. د هغه تن زاویوي او خطې سرعتونه چې په دې بنار کې او سيرې پیداکړئ. د څمکې شاع $m = 6.4 \cdot 10^6 \text{ kg}$ 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 هرې نقطې زاویه یې سرعت محاسبه کړو.



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

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

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

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

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

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

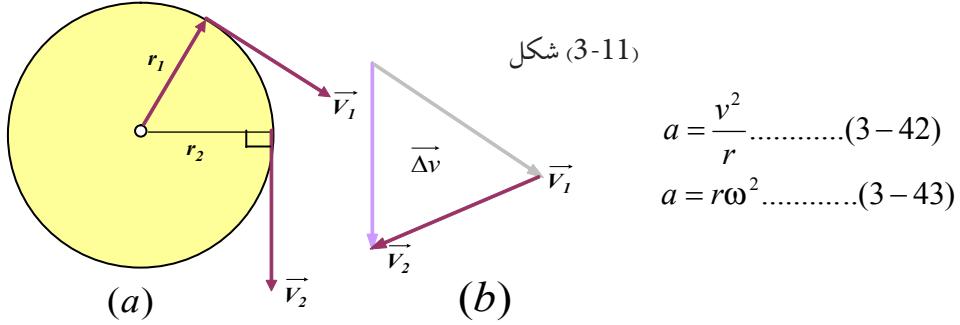
او د فیض آباد په بنارکې خطې سرعت برابر دی له:

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

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 د \vec{r}_1 په لحظه کې، او د \vec{r}_2 په لحظه کې \vec{r}_2 وي، د متحرک د سرعت وکتورونه په دې نقطوکې په ترتیب پر \vec{v}_1 او \vec{v}_2 عمود دی. د $\Delta v = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ وکتور د (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 څمکي په شاوخواګرخی. د سپوردمي مرکز ته د جذب تعجیل په لاس راوري. په داسې حال کې چې د څمکي 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:

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

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

فعالیت:



د خپلې دلي له غړو سره یوه تیزه په یوه کلک تار سره وټرئ او په یوه قايمه سطحه کې د خپل لاس پرشاوخوا بې وخرخوئ او خمکې ته بې دنه لويدو په هکله بحث وکړئ او پایله بې 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 بې د دايرې مرکز نه متوجه وي.

پوښتنې:



- 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 راځرخي. خطې 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 خطې سرعت او مرکز ته د جذب تعجیل حساب کړئ.

د یو ډوله دايروي حرکت دیناميک

په مخکپنۍ برخه کې موولیدل چې په یو ډوله دايروي حرکت کې د جسم تعجیل د دايرې د شعاع په لوري کې او لوري بې 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 استقامت او د مرکز په لوردي چې په دايروي حرکت کې پرجسم دغې واردې شوې قوي ته مرکزته د جذب قوه دايروي حرکت کې د خطې سرعت پرنسپت لاندې بهه نيسی.

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

او د زاویه بې 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.

فعالیت:

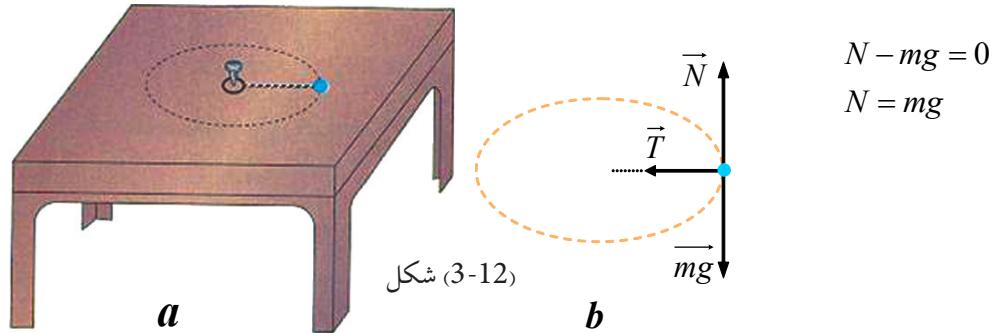


مچنوغره په خپل لاس کې ونيسي او په کاسه کې بې یوه ورډه تیزه د 4 نه تر 8 ګرامه په کتلې کېږدئ او د خپل لاس په شاوخوا (دبنوونځي په انګړکې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پرمehal د مچنوغزې یوسر خوشې کړئ او د خپلې دلي. له غړو سره ددې تیزې د تیښې د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله بې د بنوونکي ترڅخ بیان کړئ.

مثال: یوه مری^۱ 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 خېر 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 شوي قويه د یوه شکل په رسما لو سره مشخص کړي.

که چيرې مری په هره ثانیه کې یوه دوره ووهې، د تار د رابنكلو (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 اغږه کوي چې د دې دوو قوهو محصله صفر ده یعنې:



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

$r = 25cm = 0.25m$ $\omega = 2\pi\nu = 2\pi rad/s$ 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 رابنكلو قوه برابره د له:

پوښتني:



- په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړي.
1. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشين کې خرخې.
2. د هستې پرشاوخوا د الکترون د ګرځېدو په صورت کې.
3. د لمړ 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:

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

له رابطې خخه بنکاري چې د موقعیت وکتور د t د زمان یوه تابع ده.

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

د جسم منځنۍ سرعت په دوه بعدی حرکت کې په لاندې ډول وي:

- 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.

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

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

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

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

$$- \bar{a} \rightarrow \Delta v \text{ سره هم لوري دي.}$$

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

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

کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي یعنې:

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

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

$$x = v_0 t \quad \text{او} \\ y = \frac{1}{2} g t^2$$

- په افقی غورڅولوکې د حرکت معادلي عبارت دي له:

$$a_x = 0 \quad a_y = -g \quad \text{او}$$

- د x او y 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 این چې غورخول شوی جسم ېې د بېرته يا د دويم خل لپاره د غورخولو لو مرپنی ارتفاع ته د گرځېدو لپاره وهی، عبارت د غورخول شوی جسم له $Range$ خخه دی او د ارنګه افاده کېږي:

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

- 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 ته د غورخول شوی جسم د رسید و زمان عبارت دی له:

- په دایره یې حرکت کې د ذري زاویه یې منځني سرعت د زاویه یې موقعیت د بدلون د نسبت په توګه

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

د هغې پر زمان تعريفېږي.

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

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

- په دایره یې یو نواخته حرکت کې د یوې ذري زاویه یې سرعت چې پریو دایره یې مسیر حرکت کوي، ثابت پاتې کېږي.

- پریود عبارت له هغه وخت خخه دی چې یوه ذره د دایره یې مسیر پر مخ یوه بشپړه دوره وهی او د په توري ښو دل کېږي.

- فریکونسی عبارت دی د ذري د دورانونو له شمېر خخه چې په یوه ثانیه کې سرته رسیبری د نیو (V)

په لاتین توري ښو دل کېږي او د اندازه کولو واحدې $\frac{1}{s}$ او یا HZ (هرتز) دی.

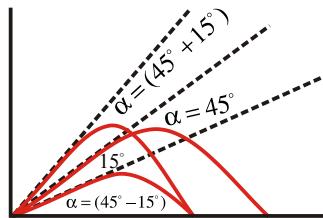
- د پریود رابطه T او د (V) فریکونسی په لاندې ډول دی:

$$T = \frac{1}{V}$$

د دریم خپرکي پونستني

- 1 - د يوه جسم د حرکت معادله د $SI = t^3 - 3t^2$ په سیستم کې د $x = t^3 - 3t^2$ په بهه 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 - يو 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 يوه 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 يو 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 پیداکړئ او د ګراف په رسمولو، د v لوري وښیء.
- 4 - د يوه 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 يو کتاب کې ليکي «که د 45° درجو زاوې خخه په مساوی کچه زیاتو او ياكمو زاويو سره جسمونه په مایل چول وغورخول شي، رنجونه يا فاصلې يې سره مساوی دي...» په لاندې شکل کې د دې وينا سموالي ليدل کېږي؟



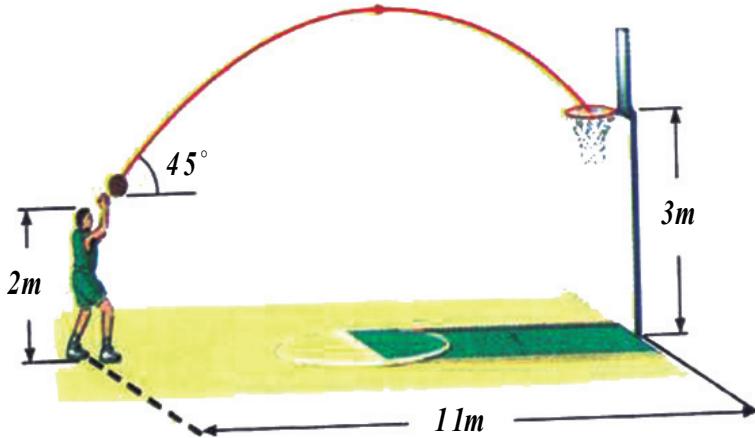
6 - پريوه رود د يو پل له پاسه له 20 متري ارتفاع خخه د اوبيو پر سطحي يو جسم په افقي چول په سرعه $30m/s$ غورخوو.

a - خومره موده وروسته به جسم د اوبيو پرمخ ولګېږي؟

b - له اوبيو سره د لګېدو د نقطې افقي واتېن، د غورخولو تر نقطې پوري خومره دی؟

c - له اوبيو سره د لګېدو د سرعه کچه خومره ده؟

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



خالو رم خپرکي

د نيوتن د حرکت قوانين



په دويم خپرکي کې له ئىنوكىتىونو لکه موقعىت، د موقعىت بدلۇن، سرعت، تعجىل او ... سره آشنا شو او دې كىتىتونو پە تعرىفولو سره مو حرکت توصىف كې. مو لوستل چې شونې د چې حرکت له ثابت سرعت سره تر سره شي، ياشونې د چې د جسم حرکت تعجىلى وي او پە پايىله کې سرعت بدلۇن وکرى؟ خو د پوبىنتنۇ طرحە كولو او هغۇته د خواب ورکولو خەخە مو دە وکە لکە: پە كوم حالت کې بوجسم ساكن پاتې كىرىي؟ خىنگە كولاي شوي ساكن جسم پە حرکت راولو؟ كوم لامل د جسم د سرعت د بدلۇن سبب گرخى؟ كوم عامل د حرکت د بدلۇن او پە تولە كې كوم لامل د جسم د وضعىت د بدلۇن سبب گرخى؟ او ... پە دې خپرکي کې يادې شوي پوبىنتې خېپو، د هەمدې موخى لپارە د نيوتن د حرکت قوانين تر مطالعىي لاندى نىسو، وروسته بىا پە ورخنى ژوندانە كې د دې قوانينو د پلى كىدو ساھى تر خېپىي لاندى نىسو. ھيلە كىرىي چې تاسو به دې خپرکي پە پاي کې د لاندى موضوعگانو پە اړه معلومات پە لاس راوړئ.

- د نيوتن دري گونىي قوانين،
- د اصطكاك د قوي ډولونه او پە ورخنى ژوندانە كې پې كارونه،
- د نيوتن د جاذبې قانون،
- د لفت د حرکت خرنگوالي،
- د مصنوعي سپورميو د حرکت دايروي 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 ناخاپه دریدو سره به د مخ لورته دیکه شي. آیا تراوسه موله ځانه پوښتلې چې دې پیښې د رامنځ ته کیدو لامل خه دی؟
 تاسو هغه مهال کولای شئ دې پوښتنې ته څواب ورکړئ چې قبوله کړئ چې هر جسم د عطالت (انرشیا) لرونکي دی. عطالت له هغه مقاومت خخه عبارت دی چې یو جسم دې ده حرکت په وراندي د سکون د حالت په ګلدون له ځانه سبی او یا په بل عبارت، هیڅ یو جسم دې ته مایل نه دی چې خپل د سکون او یا حرکت حالت ته بدلون ورکړي. که چیرې پر یوه جسم هیڅ بهرنی قوه اغیز ونه کړي، 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 پوهيدللوسره، د هغې پوښتنې 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 دی، 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 تکیه نلري، د عطالت د خاصیت له مخې غواړي، خپل د سکون حالت ساتي. د تعادل د حالت تر رامنځ ته کیدو وروسته یعنې هغه مهال چې موټر یو پوله مستقيم الخط حرکت ځان ته غوره کړي، نور نو شخص په موټر کې د حرکت احساس نه کوي، ځکه چې مایل نه دی، یا نه غواړي چې خپل حرکت ودروي. که چیرې موټر یو ناخاپه برک ونیسي، وې لیدل شي چې شخص د مخ په لور غورخېږي او لامل ې دا دی 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، بنیښه یې لوښی یا ګیلاس

کړنلاره: کاغذ پر بنیښه یې لوښی کېږدئ او د کاغذ پر منځ سکه کېږدئ، تردې وروسته لاندې پراونه تر سره کړئ:

1. کاغذ د هغه له مستوی سره موازي په دې سرعت را وکاړئ.

2. کاغذ د هغه له مستوی سره موازي په لې سرعت را وکاړئ.

په دواړو پراونوکې هغه خه چې پیښ شوی دی، هغه نوبت کړئ او د ټولګي په بیلاپیلو ډلوكې پرې بحث وکړئ او پایله ې په څلپو 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 شي 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 فضائي بېپو د لیړلول پاره ګټه اخلي: کله چې بېړۍ په پوره اندازه له ځمکې خخه ليرې، 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 وروکې جسم ته، دېړې قوي ته اړتیا ده. همدارنګه پوهېړو چې په همدي عین قوې کولای شو وروکې 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 حسابېږي 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.

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

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

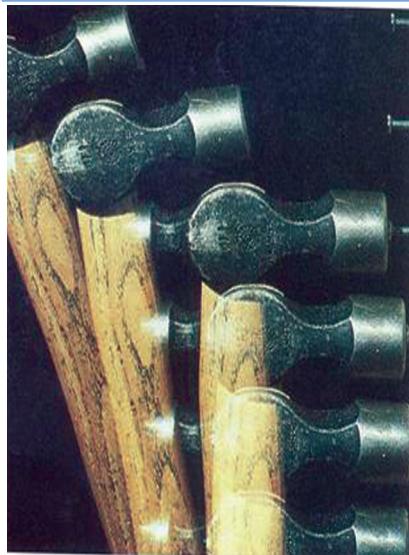
پونسنه:



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

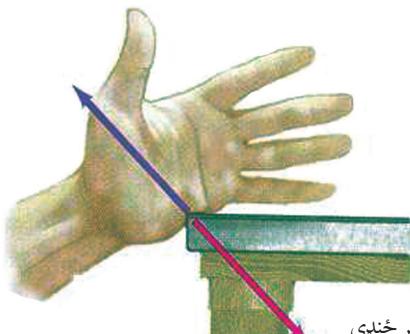
دنيوتن لوړې قانون د جسم وضعیت د قوي د نه شتون پر مهال او د نيوتن دريم قانون، د جسم وضعیت هغه مهال چې د قوي تراغيز لاندې وي، بیانوي، خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پرجسم وارده قوه له کومه خایه پرهېږي وارديږي؟ د نيوتن دريم قانون همدا مسئله خبرې چې پرجسم وارده شوې قوه له کوم خایه وارديږي. که چيرې خپلو ورځنيوکرنو ته خیر شو. و به ليدل شي چې یو جسم تل پر بل جسم قوه واردوی.



(4-1) شکل، خټک یوه قوه پرمیخ واردوی اومیخ هم د خټک د قوي په خلاف لوري، پرخټک قوه واردوی.

د فوتیال لویغاری په خپله پنه توب و هي. یعنې د پښې په مرسته پر توب قوه واردوی. کله چې یو شخص یو جسم د حمکې پرمخ راکابري، پر هغه قوه واردوی او یا هغه خټک 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.

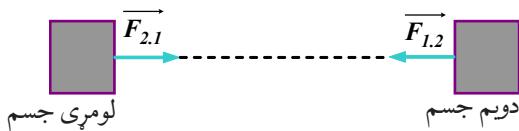
د نيوتن دريم قانون بيانوي چې «کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واردوی، دويم جسم هم پر لوړنۍ جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري واردوی) که چيرې هغه قوه چې لوړنۍ جسم یې پر دويم جسم واردوی، د (عمل) قوه ويولو، د دويم جسم قوه چې پر لوړري جسم وارديېري د (عکس العمل) قوه ده.



(4-2) شکل، که چيرې ستاسو لاس د مېز پر خندې قوه 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 لوړنۍ جسم یې پر دويم جسم واردوی) د عمل قوه او د $\vec{F}_{2,1}$ (هغه قوه چې دويم جسم یې پر لوړنۍ جسم واردوی) د هغې د عکس العمل قوه

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1} \Rightarrow F_{1,2} = F_{2,1}$$



(4-3) شکل

د عمل او عکس العمل قوو د پېژندلو لپاره پام وکړئ: دا قوي تل یو له بل سره په یوه کچه او اندازه یو د بل په مخالف لوري وي.



4-4) شکل

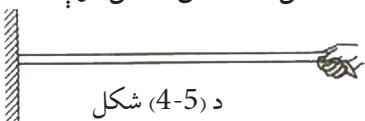
نور هم و پوهېږي:

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 پرسطه 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 وکړي:

د ټولګي په بیلا بیلا ډلوکې په دې هکله چې آکوم دليل د دی لامل ګرځي چې موږ د منځ لورته حرکت وکړي» بحث وکړي او د څلپو بحثونو پایله څلپو ټولګو والو ته وړاندې کړي.

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 راکاري، که چېږي طناب له دیوال خخه جلا نه شي، د عمل او عکس العمل قوې (دلاس او طناب) او (دیوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړي.



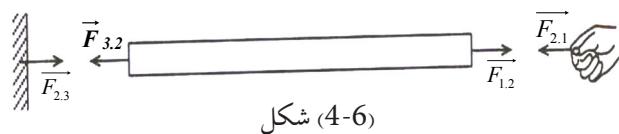
4-5) شکل

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:

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

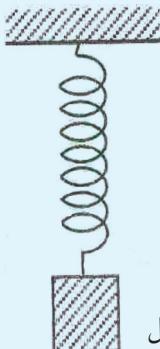
$$\vec{F}_{2.3} = -\vec{F}_{3.2} \Rightarrow \text{عمل و عکس العمل} \quad F_{2.3} = F_{3.2}$$



4-6) شکل

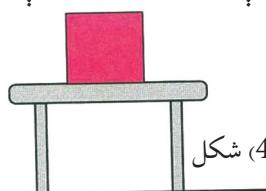


فالیت:



4-7) شکل

يو جسم د فنر په يوه سرنېسلوئ او فنله بل سر خخه و خروئ، که چېري سیستم (جسم - فنر) د سکون په حال کې وي:
ا- پر جسم واردي شوې قوي مشخصي کړئ.
ب- د دې قوو غږګون (عكس العمل) مشخص کړئ او خرګنده کړئ چې هره يوه په کوم جسم وارديري؟



4-8) شکل

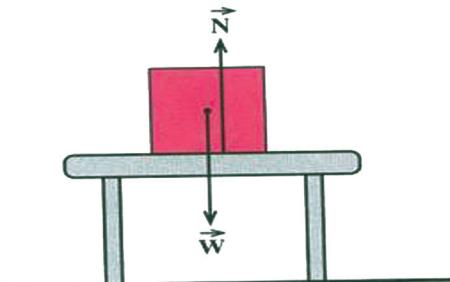
يو جسم په نظر کې ونيسي چې د 4-8) شکل په خېر د مېز پر افقی سطحې د سکون په حالت کې وي، په دې وضعیت کې کومېي قوي پر جسم وارديري؟
که چېري د جسم کتله له m سره برابره وي. د جسم د وزن قوه $w = mg$ د خمکېي له خوا پر جسم وارديري او هغه مخښکته را کابري، نولې مخښکته حرکت نه کوي؟

لکه خنګه چې جسم ساکن دي، د حرکت تعجیل یې صفردي يعني ($a = 0$). د نيوتن له دويم قانون خخه پایله ترلاسه کېري چې پر جسم د وارد شوو قوو محصله صفر ده ($F = ma = 0$) په پایله کې بايد د جسم له وزن سره مساوی يوه قوه، خو په مخالف لوري پري 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 وارديري د «اتکاء عمودي قوه» بولو.

$$F = ma = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$



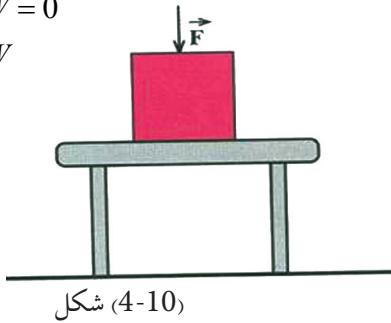
4-9) شکل

اوسم فرض کړئ چې د 4-10) شکل په خېر يوه قوه F په کچه په عمودي دوبل او مخ په بشکته پر جسم واردوو. آیا مېز د اتكاء عمودي قوه چې پر جسم واردو، بدلون کوي؟

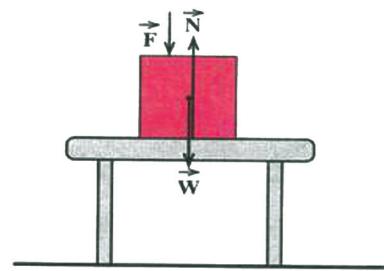
پر جسم واردې شوي قوي مو په (4-11) شکل کې بنو دلي ده، لکه خنگه چې د جسم تعجیل صفر دی ($a = 0$)، په پايله کې د نيوتن د دويم قانون پر بنسټ کولاي شو ولیکو:

$$N - F - W = 0$$

$$N = F + W$$



(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 ولاپي؟

b- په داسې حال کې چې د تلې پرمخ ولاپي، په خپل لاس باندي پر هغه مېز چې ستاسو تر خنگ دی تکيه وکړي.

4-4: د نيوتن د قوانينو پلي (تطبيقات) کول



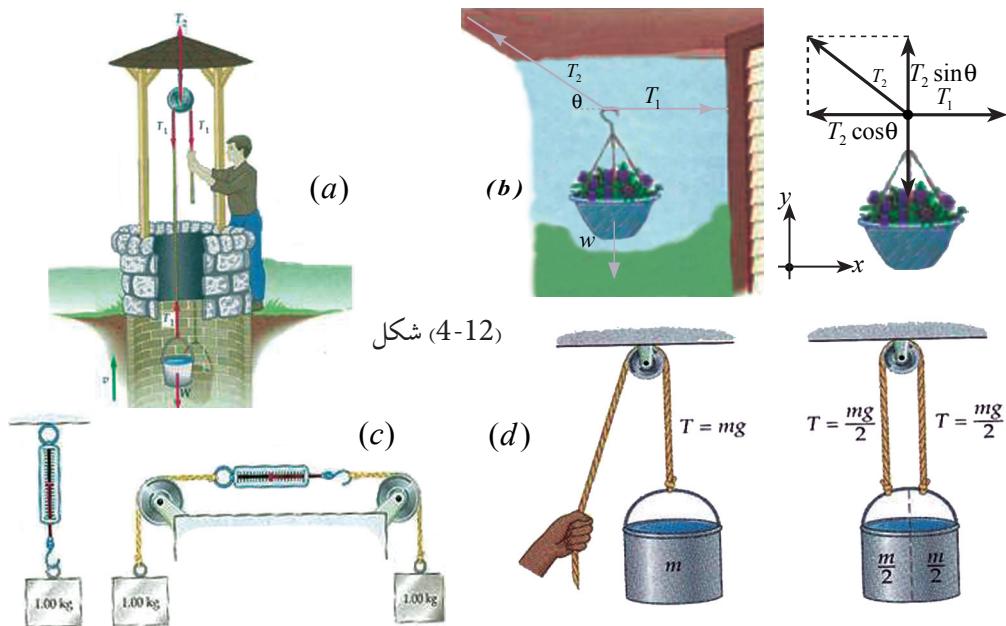
په تصویر کې یوتن چې به رسی کې خربدلې دی. بنائي هېڅکله د نيوتن د قوانينو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموري قوانين پرې په هره ګږي کې چې هغه د خپل خان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخیل او اغیزکوي. هغه پر هغه قوو چې په رسی باندي د هغه د وزن په وراندي د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدارنګه پرهغه قوو چې 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.

مور له تولو پیښو سره په ورخنی ژوندانه کې، که چیرې پوهېرو يا نه پوهېرو د نیوپن د قوانینو تابع يو. تاسو نشئ 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 هستی لپاره د همدي درې بنستیزو 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 طبیعی پیښه ګنل کېږي، په داسې حال کې چې دا قوانین زموږ د ورخنی ژوندانه په تولو پیښوکي د تطبیق ور او د حرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستی د عالم پېر مغلق اسرار مور له راپېژني.

نن ورځ مور تراوسه د نیوپن قوانین د فزیک په تولو برخوکې، بنستیز او اړین ګنو. غوره ده چې ووايو دا قوانین کولای شي د حرکت دعلم د تحلیل او توضیح لپاره د سمبنت ډېر غوره مهر ولګوی، خونه ډېر بشپر. که خه هم د شلمې پېړي په لوړپوکې فزیک پوهانو کشف کړه چې د نیوپن قوانین یوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت یې د نور له سرعت خخه لبر او یا د نور سرعت ته نزدې وي او همدارنګه د هغه جسمونو لپاره چې کتابې یې د اندازې له مخې لوې او یا له اتونونو سره برابري وي، د تطبیق ور دی، خود انسانو په ورخنیو تجربوکې تراوسه 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 ور 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 یو 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 هغه 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.



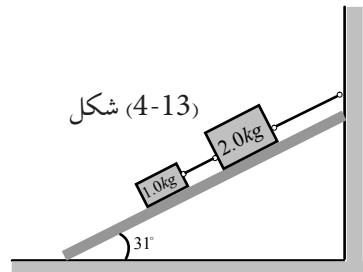
شکل (4-12)

په (4-13) شکل کې د نيوتن د قانون تطبيق د انتقالی تعادل بحث د يوې مایلې سطحې پر مخ د يوې عمومي بىلگې 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 ګټې اخسيستلو او د انتقالی تعادل د شرط له مخې، که چيرې د لاندېنې بلوك کتله 1.0Kg او د پورتني بلوك کتله 2.0Kg او د ميلان 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.

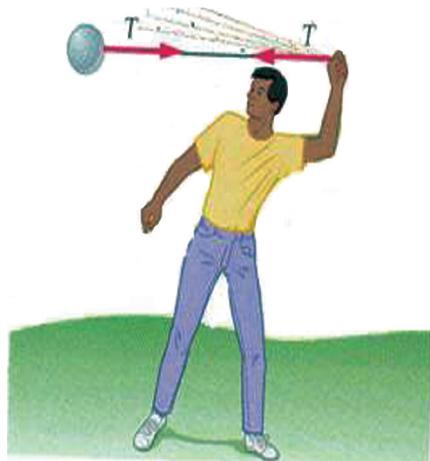


شکل (4-13)

په دايره یې حرکت کې د نيوتن د دويم قانون پلي کول

د نيوتن د دويم قانون پر بنسټ، ګه 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 بىلگې 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.

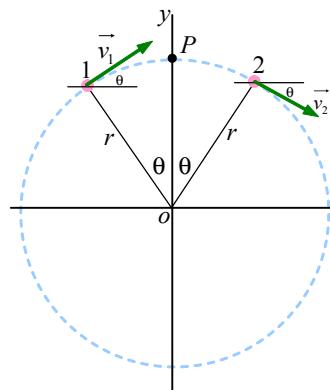
يود دې قوي لوري او بل يې مقدار. لومندی راخی چې د دې قوي لوري مطالعه کړو.
فرض کوو یو توب چې د (4-14) شکل په خبر له یوه تار سره ترپ شوی دی زموږ د سرله پاسه په دایره
يې حرکت خرخیرې. کله چې تاسو توب ته دوره ورکوئ، د رابنکلو یوه قوه په تار کې محسوسوئ
چې ستاسو لاس بهر لوري ته راکابري. په خرگند ډول د تار په 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:



شکل 4-14

(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
نومندې جسم د دایري د مرکز په لور راکابري).
لكه خنګه چې توب د دایري مرکز لوري ته راکښل کېږي، په
لومندې یوکې 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 راخی چې
سرعت او یاد حركت لوري بدلون ومومي.

په دایري حركت کې د حركت 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. راخی چې د \vec{a}_{cp} کچه د هغه جسم لپاره چې د V په ثابت سرعت د یوې
دایري پرمخ د a په شاع راخنخي، محاسبه کړو.



شکل 4-15
یوه ذره د یوې دایري پرمخ چې مرکزې (O) دی، په حركت 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 همدي θ د همدي 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 پاڼې 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 $d = r(\theta) = r(2\theta)$ 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 پوهېږي 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 پورتني 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 $\frac{V^2}{r}$ خخه 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 کیرې:

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

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 خخه عبارت دی چې باید شتون ولري تر خود دایره یې حرکت سبب وګړئي.

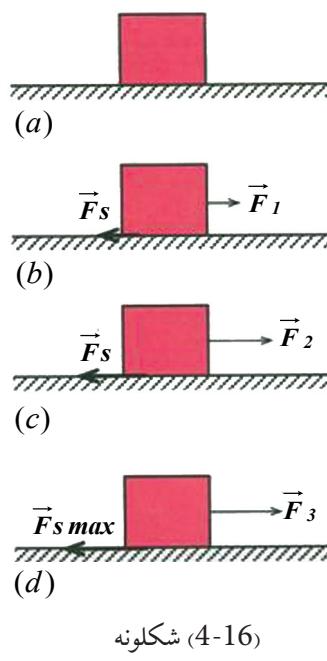
4.5: د اصطکاک قوه

په پخوانيو تولګيو کې د اصطکاک سره په لنډ چول آشنا شوئ. ورځني تجربې بشي چې که چيرې یوه ګلوله د افقې سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموري ګلوله د یوه خه واتین له و هللو خخه وروسته ودرېږي، په داسې حال کې چې د نیوتن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلوله باید خپل مستقيم 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 خخه 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 رقاصله اهتزاز له عمودي خط خخه 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 خخه د رقاصله د واتین د کمېدو خخه پایله ترلاسه 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 ایښي دی، راښکل کیري، خو ساکن پاتې کیرې، 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.



اوس فرض کړئ یو جسم د (a) د شکل په خېر، دیوې افقی سطحې پرمخ د سکون په حالت کې دی. په جسم د \vec{F} قوه واردوو. په پیل کې د دې قوې کچه کوچنۍ او له \vec{F} سره برابره نيسو. هغسې چې جسم ساکن پاتې شي. د (b) شکل، خرنګه چې جسم ساکن دی، د نيوټن د دویم قانونون له مخې باید پر جسم د وارده قوو محصله صفر وي، نو له دې کبله باید د \vec{f}_s په خېر افقی قوه پر جسم وارده شوي وي، ترڅو د \vec{F} قوې د اغېز په ختنۍ کولو سره، د جسم د حرکت د تعجیل نیولو مخه نیول شوې وي.

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

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

$$a = 0$$

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

که په هملي ترتیب سره د \vec{F}_1 قوې کچه ور زیاته شي او د \vec{F}_2 کچې ته یې ورسوو. په دې حالت کې، که چېږي جسم همدارنګه ساکن پاتې شي، د پورتنې ورته استدلال له مخې دې پایلې ته رسیرو چې د اصطکاک ستاتيکي قوه هم زیاته شوې او له \vec{F}_2 سره برابره شوې ده، له دې امله د \vec{F} د قوې په زیاتولو سره د 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 کپري چې په وروستي حالت کې $f_{s \max} = F_3$ دی او همدارنگه د اصطکاک کچه د حرکت پرمھال کولاي شو له 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 هغو سطحو چې يو له بله سره په تماس کې دی، د هغو د نوعيت او طبيعت تابع دي. μ_s پرته 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؟

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

(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:

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

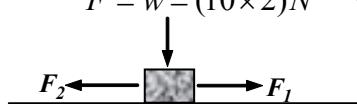


پوښته:

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 ډوله (يونوخت) حرکت په حال کې دي. د جسم او افقی سطحې ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک ضريب پيداکړي.

$$F = w = (10 \times 2)\text{N}$$

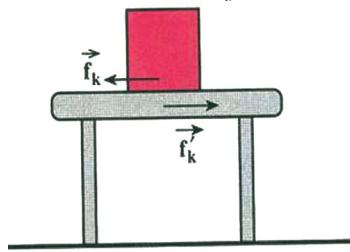
(4-18)



2- د حرکي (ديناميكي) اصطكاك قوه: فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقې سطحې پر مخ راکابړي. که چېړي صندوق نور نه راکابړي، ګورئ به چې سرعت ېې ورو، ورو کمپېږي او خو شېږي وروسته درېږي. که چېړي موټر چې د افقې سطحې پر مخ د حرکت په حال کې دی، برک نیسي، له لېږي موډې وروسته 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 اصطكاك 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 پريل جسم وارديږي چې د اصطكاك (ديناميکي) (حرکي) قوه نومېږي. په دې خاکې کې هم د پورته رابطي په خېر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot N$$

مل د ديناميکي (حرکي) اصطكاك له ضریب خخه عبارت دی.



(4-19) شکل



بحث وکړي:

د ټولګې په بیلا بیلو ډلوکې «د ستاتيکي اصطكاك او حرکي اصطكاك د قوو ترمنځ توپیر» په هکله په خپلوکې بحث وکړي او یاليله بې ټولګېو الوته واوروی.

مثال: یو جسم په 12kg گتلې سره د یوه تناب په مرسته چې ورسره وصل شوي دي، د افقې سطحې پر مخ راکابرو، که چېړي د تناب لوري افقې او د دواړو جسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکي اصطكاك ضریب مساوی له 0.25 سره وي. پرجسم وارده شوې د حرکي اصطكاك قوه خو نیوتنه ده؟ ($\text{g} = 10\text{m/s}^2$) سره فرض کړي.

حل: پر جسم واردي شوې قوي په لاندې شکل کې بنوبل شوي دي. خرنګه چې جسم د افقې سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوتنن له دویم قانون خخه پايله ترلاسه کېږي چې پر جسم د وارده قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دي:

$$N - W = 0$$

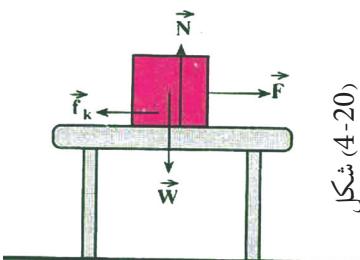
$$N = W = mg$$

$$N = 120(N)$$

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

$$f_k = 0.25 \times 120$$

$$f_k = 30(N)$$



4-20
شکل

مثال: په 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 ګئه اخلو. پرجسم د واردو شوو قوو محصله برابره ده له:

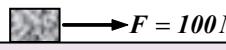
$$F - F_k = m \cdot a$$

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

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

تمرين:

په مخامنځ شکل کې، جسم له $4m/s^2$ تعجیل سره د حرکت په حال کې دی. که چيرې د جسم کتله 20kg وي، د حرکي اصطکاک ضریب یې پیداکړئ.

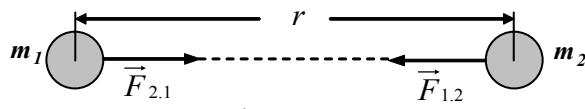


4-6: د نيوتن د جاذبي قانون

آيا ترا اوسيه مو له 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.

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

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



(4-21) شکل

په دې رابطه کې G د جاذبې 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 هغه ترمنځ د جاذبې قوه محاسبه کړئ.

$$\text{حل: } F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \Rightarrow F = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{5 \times 12}{1^2} \Rightarrow F = 4 \times 10^{-9} N$$

لکه خنګه چې پورتنۍ مثال راښېي، د جاذبې قوه د دوو جسمونو ترمنځ له وروکتلوا سره د صرف نظر ور ۵۰.



پوښته:

د څمکې کتله تقریباً $6.4 \times 10^6 m$ او د څمکې شعاع تقریباً $10^{24} kg$ دی، د څمکې د جاذبې قوه چې پر تاسو وارديږي، خو نیوتنه ده؟ (د دې قوې د محاسبې لپاره د څمکې کتله د څمکې پرمراكزه فرض کړئ.

د وزن قوه - د جاذبې تعجیل

په دویم خپرکې 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 دویم قانون څخه یې په دې توګه محاسبه کوو.
 $F = ma, a = g \Rightarrow F = mg \dots (2)$

له بلې خوا پوهیرو 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: $(3) \dots F = W \Rightarrow w = mg$.

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 جاذبې 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 خل 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.

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 هوا مقاومت د شتون له امله په بدلون کې دي، مطالعه کړو. یو هوا باز له پراشوت خخه په دې موخه ګټه اخلي چې د هوا د مقاومت یوه ستره قوه یې ګتلې وي، ترڅو وکولای شي د خپل وزن له قوي سره موازنې منځ ته راوړې اووهه پورته خواته 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 خواته 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 زیاتیرې اوکچه یې د جسم د سرعت له مرع سره متناسبه ده یعنې:

$$F_d = bV^2$$


(4-22) شکل

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 زیاتيدو سره د مقاومت قوه زیاتیرې، 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 کونکې 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 یادېږي. کله چې د جسم سرعت حدي سرعت ته نژدې کېږي، تعجیل کوچنۍ او ترقولو کمپري. کله چې جسم حدي سرعت ته رسېږي، 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 یو 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 یې په

$$\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{82,0\text{Kg}}{62,0\text{Kg}}} = 1,15$$

د $82,0\text{Kg}$ وزن لرونکي هواباز حدي سرعت د کم وزنه هواباز له $1,15$ چنده حدي سرعت سره برابردي يعني 15% یې 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 یې دا دې چې د مقاومت قوه د سرعت له مرع سره مستقيماً متناسبه ده يعني همدا 15% ډېر سرعت د مقاومت قوه 32% زباتوي، يعني: $(1 \cdot 15)^2 = 1 \cdot 32$

تمرين

يو پيلوت خپل خان له پراشوت سره د ځمکې د سطحي له یوه لوړوالي خخه له خپلي الونکي غورخوي. که چيرې د پيلوت مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چې پيلوت حدي سرعت ته رسيري، خومره ده؟

مثال- د باسکټبال یو توب له یولوړ تعمير 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 رسيري حساب کړئ.

c- د توب تعجیل په هغه وخت کې چې سرعت یې د حدي سرعت نيمائي ته رسيري پيداکړئ.

د مثال د حل لپاره لارښونه:

د y مثبت محور انتخابوو، تر خو د معمول په شان یې نقطې په پورته لور پرمخ په نښه کړو. خرنگه چې توب د سکون له حالت خخه غورخول کېږي، نو له دې امله هغه یوازینې قوه چې د غورخولو 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 رسيري، 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 غورڅېدو 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

$$\sum F_y = F_d mg = mg \frac{V^2}{V_t^2} - mg = mg \left(\frac{V^2}{V_t^2} - 1 \right)$$

$$\sum F_y = ma_y = mg \left(\frac{V^2}{V_t^2} - 1 \right)$$

ترلاسه شوی تعجیل د قیمت د لاسته راولو لپاره کولای شو چې وليکو:

$$ma_y = mg \left(\frac{V^2}{V_t^2} - 1 \right) \Rightarrow a_y = g \left(\frac{V^2}{V_t^2} - 1 \right)$$

$$V = \frac{1}{2} V_t \Rightarrow \frac{V^2}{V_t^2} = \frac{1}{4} \quad \text{په هغه وخت کې چې سرعت له نیم حدي سرعت سره مساوي دی، يعني:}$$

$$a_y = g \left(\frac{1}{4} - 1 \right) = -\frac{3}{4}g$$

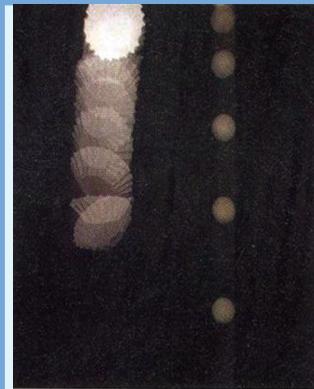
$$\text{نو د توب تعجیل. } a = -\frac{3}{4}g \quad \text{او د } a \rightarrow \text{ او د } g \rightarrow \text{ دواړه لوري مخ په بشکته دی.}$$

مباحثه: خنګه کولای شو پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دي؟ که چيرې مورد د جسم په حدي سرعت په اټکلې چول 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:

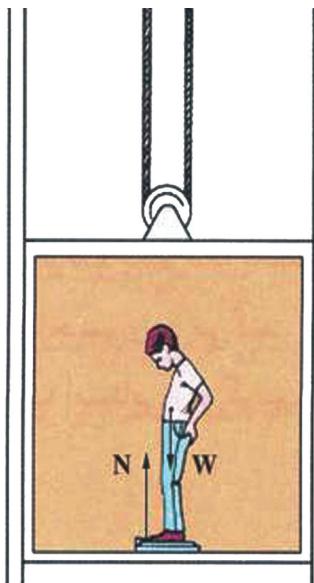


يو لوړ یا ټو اوجت محل ته وخېږي، او یا پېړ یوې زېږې پورته شي او له هغه خایه یو توکړۍ شکله کاغذ لکه د کېک کاغذې جامګکي او یوه پنځه افغانیګکي سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سکې په وړاندې د صرف نظر وړ دي، خو دا چې له ډېرې لوري ارتفاع خخه خوشې شي. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذې توکړۍ په وړاندې ډېر د پام وردې او توکړۍ تقریباً یو ناخایه خچل حدي سرعت ته رسپېري. خو کاغذې توکړۍ (له دونه ترڅلورو 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 هغه په بيو وخت له سکپی سره خوشی کپی. وبه گورئ په داسپی حال کپی چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرني وړ دي. ولپي؟

په دي هکله په ډلوکې بحث وکړئ او لاندې شکل ته چې یو سترورو سکوکیک تصویر دی او د دوو جسمونو سقوط په هوکې له ډېر تپیري حلې سرعنوسره بشی، وګورئ او په مرسته په د هغه فعالیت په هکله چې ترسره کړي مو دي، په ډلوکې بحث او مناقشه وکړئ (تصوironونه په زمانی وقفو $1,15 \text{ s}$ کې عکاسي شوي دي) (4-23) شکل



لفتې خه شي دي؟ آيا تراوسه موله خانه پونښته کړي د چې لفت د فريک که نظره خنګه کارکوي؟ کله چې د لفت د ننه ياست او لفت د 7 V په ثابت سرعت پورته او یا بشکته حرکت کوي، خه پينسېري؟ او که چېري لفت د a په ثابت تعجیل په حرکت پیل وکړي، خه پينسېري؟ او..... دا ټولې هغه پونښته دی چې تاسو به د دي لوست په پاي کې هغونه د خواب ورکولو وړتیا ترلاسه کړئ.

پورتنيو پونښتونه د خواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ: فرض کړئ چې یوتن $D \text{ m}$ له کتلي سره د لفت د ننه پر یوه فري تله ولاړ دي. پرفري تلي د واردې قوي کچه په لاندې دریو حالتونو کې تر مطالعې لاندې نيسو:

(4-24) شکل

1 - که چېري لفت ساکن وي: په دي حالت کې خرنګه چې لفت ساکن دي، په پایله کې د حرکت تعجیل به صفر وي. پر شخص واردې قوي په (4-24) شکل کې بنودل شوي دي، نو د نيوتن د دويم قانون له مخي ليکلائي شو:

$$a = 0$$

$$F = N - W = 0$$

$$N = W = mg \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

په دي حالت کې داسپی پایله ترلاسه کولای شوچې: کله چې یوتن د لفت د ننه 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.

a - لفت ساکن دی

b - لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.

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

حل: a) خرنګه چې لفت ساکن دی د حرکت تعجیل صفر دي او په پايله کې:

$$F = N - W = mg$$

$$N = W = mg$$

$$N = 70 \times 10 = 700\text{ N}$$

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 دويم 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 پاسه ولار دی. د نوموري شخص کتله $kg 50$ ده، په لاندې حالتونوکې فنري 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 سپري د مصنوعي سپورمۍ په منځ کې دی ستاسوله نظره نوموري سپري خپل حرکت نسبت ځمکې ته خنګه ونې؟ کومې قوي په مصنوعي سپورمۍ عمل کوي؟



هغه سپري 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 سپري گوري چې مصنوعي سپورمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه ده.

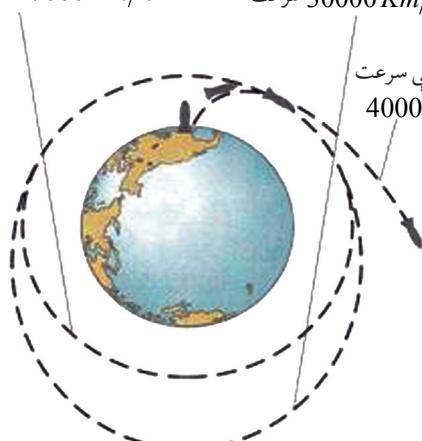
(4-25) شکل

نوله دی امله نومورپی سرپی دی پایلپی ته رسپرپی چې هېڅ یوه قوه پر مصنوعی سپورمی عمل نه کوي، خو هغه خه ته په پاملنپی 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:

$$m \cdot g = mR\omega^2 \dots \dots \dots (1)$$

$$g = R\omega^2$$

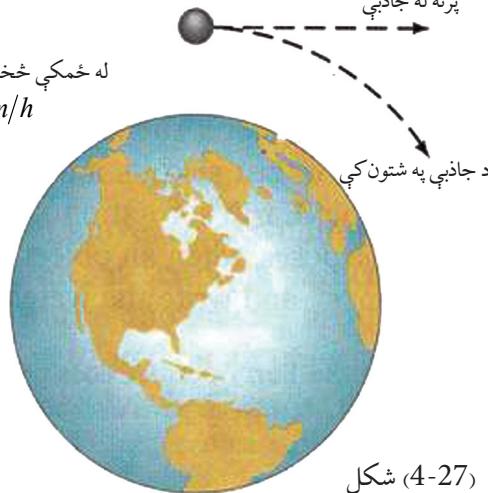
دایروي حرکت په
27000 Km/h سرعت



شکل 4-26

بیضوی حرکت په
30000 Km/h سرعت

له څمکې خخه د تېښتې سرعت
40000 Km/h



شکل 4-27

$$\text{خرنګه چې } \omega = \frac{V}{R} \text{ دی او } V \text{ د مصنوعی سپورمی خطی سرعت دی، نو د دې قیمت په وضع کولوسره لرو چې: } g = \frac{V^2}{R} \dots \dots \dots (2)$$

له دې خخه پایله ترلاسه کېږي چې هغه سرپی او نور شیان 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 نیوتن د حرکت قوانین، په کلاسیک فربک کې د حرکت پیژنډې ډیر مهم قوانین دي.
- د نیوتن لومړی قانون (دعطالب یا انرشیا قانون) بیانوي چې: یو جسم د سکون او یا د مستقیم خط پرمخ خپل یو ډوله (یونواخت) حرکت ساتي، خوکله چې د یوې قوې تراغیزې لاندې د خپل حالت بدلون ته اړکړای شي.
- مصنوعي سپورمي چې د بشر لخواهوا ته توغول کېږي، د هغوی د حرکتونو د محاسبې لپاره د نیوتن له دريم قانون خخه ګټه اخپستل کېږي.
- د نیوتن دویم قانون بیانوي چې: که چیرې پريوه جسم قوې 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.

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

- د نیوتن دريم قانون بیانوي چې: هر کله چې یو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دویم جسم هم په لومړي جسم برابره قوه په مخالف لوري واردوی چې په لاندې توګه لیکل کېږي.

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \dots \quad \text{له وکتوری پلوه} \dots$$

$$F_{1.2} = F_{2.1} \dots \quad \text{له سکالري پلوه} \dots$$

- د اتكاء عمودي قوه، یو له هغو قوو خخه ده چې ځانګړي قانون ورته نشته، یعنې داسي رابطه نه شته چې په مرسته یې وکولای شو، د دې قوو کچه محاسبه کړو، لکه ځنګه چې مو ولوستل، د دې قوو کچه د نیوتن د دویم 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 قوې 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 قوې ته د حرکي (ديناميکي) اصطکاك قوه وايي چې په لاندې ډول لیکل کېږي:

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

m_s 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:

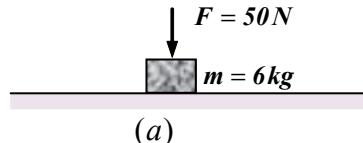
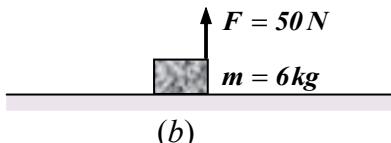
$$g' = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

- 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.

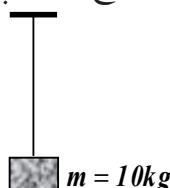
د خلورم خپرکي پونستني

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، 20 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. دوه 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 تېرسی) کومې قوي پري واردېږي؟ د دې قوو غبرګون (عکس العمل) مشخص کړئ.
 - 11. د نيوتن د جاذبي قانون بیان کړئ او رابطه پېوليکي.
 - 12. دوه جسمونه له 2Kg او 5Kg کتلو سره یو له بل خخه په $\sqrt{6.67}$ متري واتن کې شتون لري، د هغه تر منځ 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 بنکته 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 مسیر کې مخ پورته حرکت کوي.

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

19. د m_1 او m_2 دوہ 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.

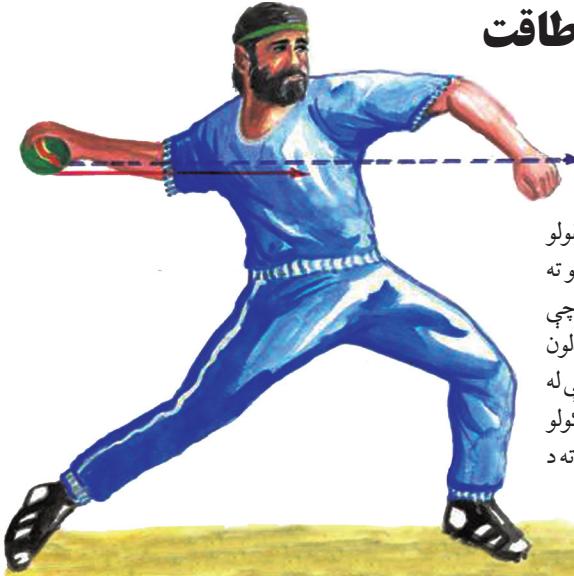
$$F = 30\text{N} \quad \xrightarrow{\hspace{1cm}} m_1 \quad m_2$$

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 واردوي 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 کونوونکی دبیس بال په توب دیوی قوی په تطبیقولو سره، په یولو 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 ورکړي، یو داسپی کار به ترسره کړي 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 پالې ته د (کار- انرژي) قانون وایي.

تر او سه پوري مور د یوه جسم انتقالی حرکت د نیوتن د دریو قوانینو له نظره مطالعه کړ، د پورتینو قوانینو پر بنسټ، قوی د حرکت پاکونونکی کمیت په توګه مرکزی روں لویاوه. په دې خپرکې او تردې وروستي خپرکې کې به مور له مختلفو تحلیلونو سره د انرژي او مومنتم کمیتونو له نظره د اجسامو د انتقالی حرکت په هکله بحث وکړو.

د انرژي او مومنتم بنسټپر اهمیت د هغو د تحفظ په ځانګړیا کې دی. یعنې هغو په عمومي حالتونو کې ثابت پاتې کېږي. د تحفظی مقادیر و شتون نه یوازې دا چې مور ته د نړۍ په طبیعت کې د ژور لیدلو قدرت راکوي، بلکې د عملې مسایلو حل ته درسیدو بله لارابنې. د انرژي او مومنتم د تحفظ قوانین په ځانګړې ډول د اجسامو 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 وردي. 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 وردي. په دې خپرکې کې به تاسود دوو ډېر و مهمو 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 خپرکې کې 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 خپرکې 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.

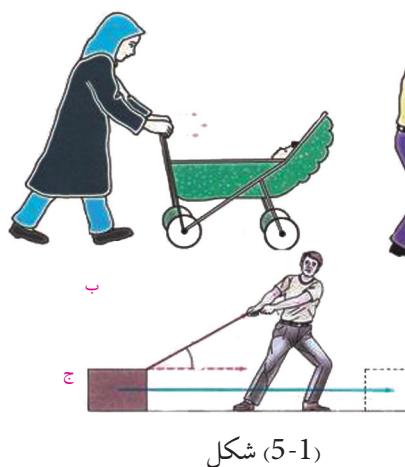


فعاليت:

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. د دې کارونو په ترسره کولو کې کومې خانګړنې 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.

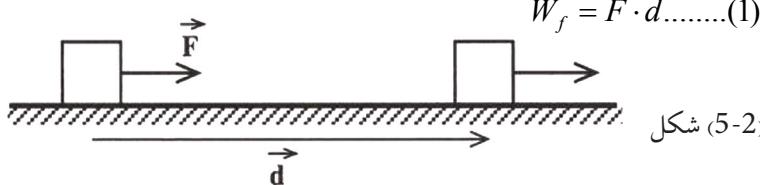
1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوي د اعمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له بدلون سره مخامنځ کېږي.



لکه خنګه چې په (5-1) شکل کې بې وینې. یو سېری 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: (4)

$$1J = 10^7 erg = 0.7376 Lb \cdot ft \dots\dots\dots(4)$$


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 ځایونو 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 ځایه کوي، هغه تن خومره کار کېږي دی؟

حل: له (1) رابطې خخه لرو چې:

$$w = F \cdot d$$

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

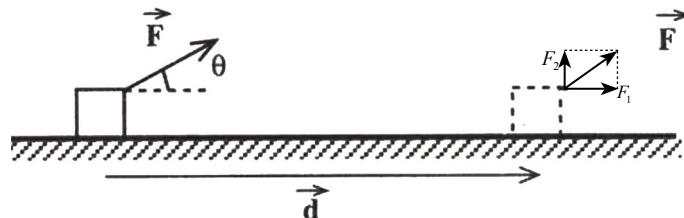


پوښته: که چېږي یو تن له $30N$ سره برابره قوه پر یو جسم وارد کړي او هغه د $0.5m$ په اندازه

بورته بوځي، نوموري تن خومره کار ترسره کېږي دی؟

شکل ته په پام کولو سره که چېږي د F د وارده 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 کړي 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:

$$w_f = F \cdot d \cos\theta \dots\dots\dots(5)$$

$$w_f = F_i \times d = F \cos\theta \cdot d$$


(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 شپور متری بدلون کې حساب کړئ:

$$W_f = F \cdot d \cos \hat{\theta} \quad \text{حل: د (5) رابطې له مخې لرو چې:}$$

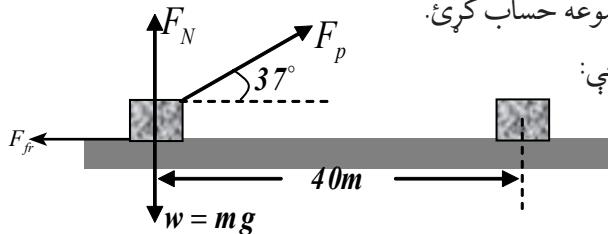
$$W_f = (10N)(6m) \cos 60^\circ = 10 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2} = \frac{60}{2} = 30 J$$

قوه کولای شي چې بریو هجوم عمل وکړي، خو هېڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسود بنوونځي خپل بکس په لاس کې ونیسی او ودرېږي، په دي حالت کې کار نه ترسره کوئ ولي؟

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

حل: شکل ته په پام کولو سره لرو چې:

(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:

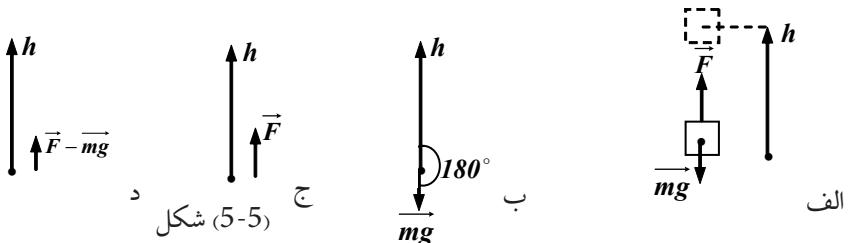
$$W_{net} = 0 + 0 + 3200 J - 2000 J = 1200 J$$

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.

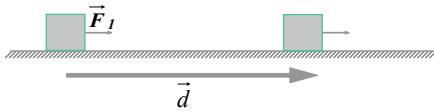
$$W_{mg} = m \cdot g \cdot h \cdot \cos 180^\circ = mgh \quad (-1)$$

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



تمرين: په شکل کې د F ثابته قوه په (افقي امتداد کې) په يو 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 يو 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 پورمهال زیاتېږي.

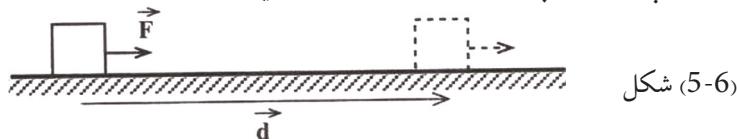
مور په ورخني ژوندانه کې په خپل چاپېږیال او شاوخواکې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان يو، يو موږ چې برک شویدی حرکي انرژي بې کمېږي او....

فعالیت:



نوري بېلګې چې د حرکي انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپېږیال کې وښي، ويې ليکئ او تولګي ته پې وړاندې کړئ.

د کار او حرکي انرژي درابطي د بني خبرني لپاره يو جسم د m په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کي ونيسي چې د وارده قوو محصله پري ثابتنه او له \vec{F} سره برابره ده او جسم ددي قوي ترا غږي 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 F 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 بني 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 چېږي 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 یوه بدلون کې پريوه جسم د واردو شوو د محصلې کار په همغه د مکان بدلون کې د حرکي انرژي د بدلون سره برابر دي. ددي قضې پر بنسته که چېږي د محصله ثابت تو قوو کار وي، $k_2 - k_1$ دی او حرکي انرژي کمېږي او همدارنګه که چېږي د محصلو قوو کار صفر وي، $k_1 = k_2$ 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 1کتلې سره له 10m لوپوالي خخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضيې خخه په ګټې اخېستلو، وټاکۍ، کله چې جسم ځمکې ته رسپېري، حرکي انرژي یې خومره ده؟
 $(\text{فرض شي: } g = 10\text{m/s}^2)$

حل: په دې مثال کې پر جسم یوازنې وارده قوه، د وزن قوه ده او د دې قوو کار برابر دي له:

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

دا چې د جسم لومړني حرکي انرژي صفر ده، نو کولای شو ولیکو:

$$W = k_2 - k_1$$

$$100 = k_2 - 0 \Rightarrow k_2 = 100\text{ J}$$

مثال: يو موټر په 1500kg 1کتلې او h/Km سرعت په حرکت کې دي، که چېړي ډریور برک ونیسي، موټر له یو خه واتېن خخه وروسته درېږي. د اصطکاک د قوې او با په موټر باندې د برک قوې کارېیداکړي.

حل: د موټر سرعت له برک کولو خخه تر مخه برابر دي له:
 $V_1 = \frac{72.1000}{3600} = 20\text{m/s}$

او حرکي انرژي یې مخکې له برک کولو خخه مساوی دي له:

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

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

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

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

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

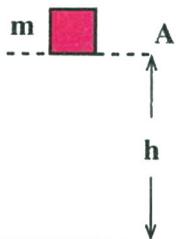
تمرین: يو موټر چې له یو تېن کتلې او له 36Km/h سرعت سره په حرکت کې دي. د موټر ډریور ناخاپه برک کوي. که چېړي د سړک او د موټر د پایرونو ترمنځ د اصطکاک ضریب 0.5 وي، موټر به د خومره واتېن له وهلو وروسته درېږي؟
 $(\text{فرض شي: } g = 10\text{m/s}^2)$

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 $\frac{3}{4}h$ برخه کې پیداکړي. (د هوا له مقاومت خخه تېر شي).

تمرین: خومره کار په کار دي، تر خو یو موټر له 1000Kg 1کتلې 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 د. 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:

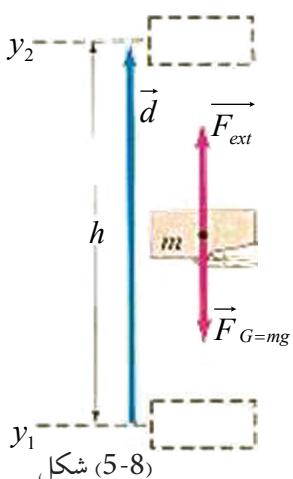
یعنې هغه کار چې د F قوي لخوا د m د کتلې د پورته کولو لپاره د h_1 له لوړوالي خخه د h_2 ارتفاع ته مصروفېږي، په هغې کې د پوتنشیل د

انرژي له تفاضل خخه عبارت دي، یعنې:

$$u = W_p = \Delta p$$

پورتنيو تکو ته په کتو کولای شو، د پوتنشیل جاذبوي انرژي په لاندې 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:

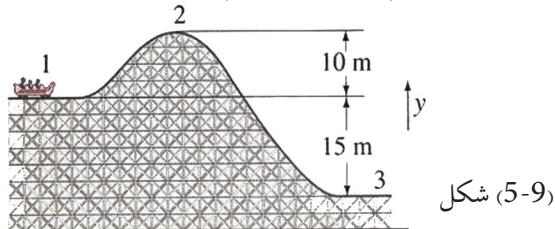


د ټولگی په بېلابېلو دلو کې لاندې جدول دیادو شوو لوړوالو لپاره، بشپړ کړئ. او پایله یې ټولگی ته وړاندې کړئ.

ارتفاع	حرکي انرژي	د پوتانسیل انرژي	د حرکي او پوتانسیل انرژيو 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 پوتانسیل د انرژي په تعريف کې نه واي دکر شوي، د بېلگې په توګه: د جسم سرعت زیاتیده او د کار یوه کچه د جسم د حرکي انرژي د زیاتیدو لپاره مصروفیده.

مثال: (5-9) شکل بشي چې یو متحرك له 1000 kg 1000 کتلې سره له 1 نقطې خخه په حرکت پيل کوي او د 2، 3 له نقطو خخه تېربېري.

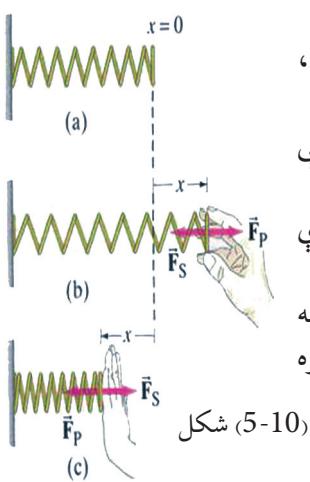


- a. د پوتانسیل جاذبوي انرژي په 1 او 2 نقطو کې لاس ته راوړي.
b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتانسیل د انرژي توپير حساب کړئ

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

خنګه کولاي شو هغه کار چې د یو فنر لخوا پر یو کتلې ترسره کېږي، اندازه کړو؟

ددې موضع د خپل لو لپاره یو فنر د لاندې شکل په خېږ په نظر کې ونيسي:



که چېږي فنر د عضلو د قوې په مرسته د d_x په اندازه راکابو، په دې حالت کې د عضلو قوې د ($dw = F \cdot d_x$) کار ترسره کړي دی. 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، نوله دې 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 یوه قوه د F_p قوي
پر مخالف لوري په لاس واردوی. ولې؟ (بيان یې کړئ)

نوکولای شو ولیکو چې: $F_s = -KX \dots \dots \dots \quad (2)$ (د فنر ارجاعي 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 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: $F_p = -F_s \dots \dots \dots \quad (3)$

$$\text{هغه کار چې د } F_p = KX \text{ د قوي پرمې ترسره کېږي، عبارت دی له: } dw = -F_p \cdot d_x \rightarrow \\ \Rightarrow dw = kx \cdot dx \quad \text{د (2) رابطې خخه لرو چې:}$$

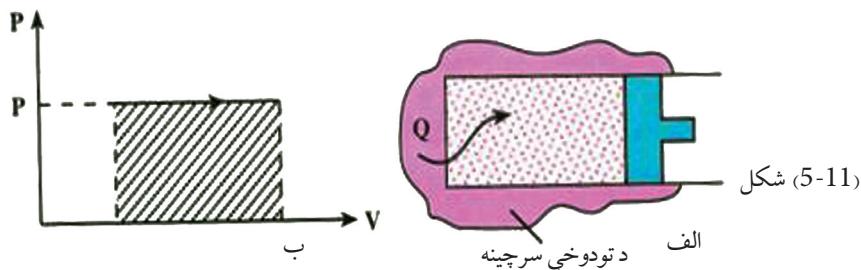
خرنګه چې $F_p = 0$ د $X_1 = 0$ له موقعیت خخه تر هر وروستې X موقعیت پوري خطی تحول لري، نو
ځکه متوسطه قوه (\bar{F}) عبارت له $(\bar{F} = \frac{1}{2}(0 + KX) = \frac{1}{2}KX)$ خخه او مجموعي سره رسیدلي
کار ($W = \bar{F}X = \frac{1}{2}KX \times X = \frac{1}{2}KX^2$) وي چې دا کار د فنر د پوتاشنیلي انرژي په نوم هم يادېږي.

مثال: د یو فنر ثابت ضرب $405 N/m$ دی، خومره کچه کار په کار دی، ترڅو فنر 3cm اورد
شي؟

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

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 څېړلوا پاره یې یو ګاز د (الف، 5-11) شکل په څېړ
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 = $P \cdot A$ 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 راضې: $W = F \cdot d = (P \cdot A)d$ د استوانې له حجم خخه عبارت دي چې برابر دي له:

$$W = P\Delta V = V_2 - V_1 \quad (4)$$

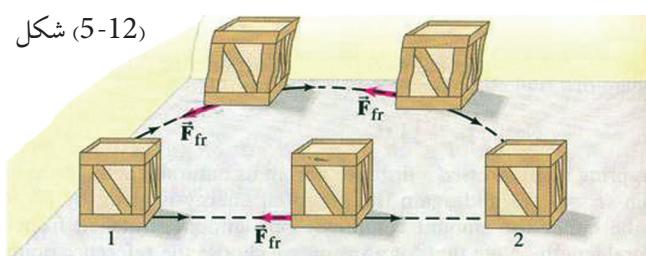
(4) رابطه له هغه کار خخه عبارت دي چې پستون يې د چاپيریال پرمخ ترسره کوي.

4-5: تحفظي او غير تحفظي قوي

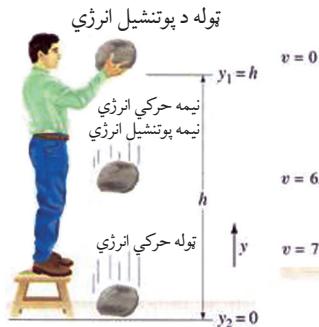
تحفظي او غير تحفظي قوي خنګه قوي دي؟ ددي دوو قوو ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟ لکه خنګه چې پوهېرو که یو جسم د h_1 له ارتفاع خخه د h_2 ارتفاع ته پورته کرو. باید انرژي مصرف کړو او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوي کار د لاري له مسیر سره تراونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تراو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوي وايې. د ظمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه بنه بلګه ده. په هغه صورت کې چې د F قوي پرمتې 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 پرمت 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)



$v = 0$ $y = 3.0 \text{ m}$ PE

$v = 6.3 \text{ m/s}$ $y = 1.0 \text{ m}$ KE PE

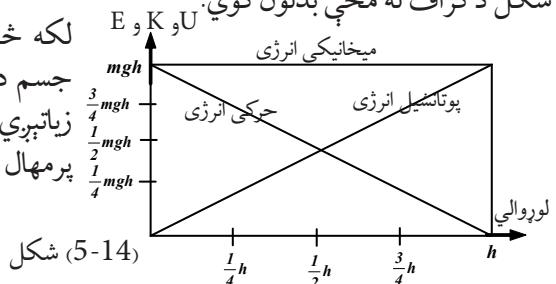
$v = 7.7 \text{ m/s}$ $y = 0$ KE

(5-13) شکل

د میخانیکي انرژي تحفظ خه شي دي؟ کله چې؟
يو جسم د m له کتلې سره د h له ارتفاع خخه
خوشې کوو، 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 پوبنتونه د څواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د m کتله لري، په نظر
کې ونسی چې د ډمکې له سطحې خخه د y له لوروالي خخه خوشې شوي دي.
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 وليدل،
د دې کميت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاتې کېږي، یعنې د پوتانسیل انرژي له زیاتيدو
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 دي، 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 0.5 Kg کتلې سره د 2m له ارتفاع خخه د 10 m/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 پوتنتشيل 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 پوتنتشيل 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 ميغانيسکي انرژي د تحفظي پر بنسټ ليکلائي شو چې:

د غير تحفظي قوو پرمت ترسره شوي کار

په تېرو لوستونو کې له تحفظي او غير تحفظي قوو سره آشنا شوي او همدارنگه د تحفظي قوو پرمت له ترسره شوي کار سره هم بلد شوئ، خو تر اوسيه مو له خپله خان خخه پونتنه کړي ده چې د غير تحفظي قوو کار خنګه دی؟

آيا هغه کار چې د تحفظي او غير تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي، يو شان دی؟ ولې؟

مثال: مخکينو زده کړو ته په پاملنې، د غير تحفظي قوو یو مثال راوري او په هکله یې بحث وکړئ.

حل: د غير 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 چيرې تاسو د یوه جسم چې د څمکې پرمخ ایښي دی، خای بدل کړئ، (په منحنۍ ډول، په مستقيم، په منكسر یا زیگزاګي 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 پايله پې ټولګي ته وراندې کړئ.

اوسي د کار او انرژي له قضې خخه په ګټې اخېستلو ($\Delta k = W_{net}$) د غير تحفظي قوو پرمت د ترسره شوي کار به اړه دقېې خېرنې پېل 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 غير تحفظي قوي دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمت ټول ترسره شوي کار کولاي شو داسي وليکو:

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

W_c هغه کار دی چې د تحفظي او W_{Nc} هغه کار دی چې د غير تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي. اوسي د کار او انرژي له قضې خخه په ګټې اخېستلو داسي ليکلائي 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،

$$W_c = -\Delta u \dots\dots (3)$$

لکه خنگه چې له پخوانیو لوستونو خخه مو زده کړي:

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

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

(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 پخ (ورو) او یا ډپر 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 یو چول دی، خو په لوړې حالت کې کار ډپر 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 به فزيک کې موه هم ولوستل، 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 واپر 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 به پېلاپېلو 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 60 kg کتلې سره د 4 ثانیو په موده کې $4.5m$ ارتفاع وهی. د غر مزلی توان لاس ته راپړئ، ($g = 9.8 m/s^2$ فرض کړشي).

حل: لوړې د غر مزلي لخوا ترسه شوي کار لاس ته راړو:

$$w = m \cdot g \cdot h = (60 \text{ kg}) (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (4.5 \text{ m}) = 2646 \text{ J}$$

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

د موټر، بريښنائي جارو، لفت او نورو په خبر هره وسیله چې کار ترسه کوي، انرژي مصروفی. له دې وسیلو خخه د ګټې اخېستلو لپاره باید هغونه انرژي ورکړو، دې انرژي ته ورودي يا مصروفی انرژي وايي. خرنګه چې ددې انرژي یوه برخه د اصطکاک له امله او يا د وسیلې د اجزاءو د حرکت ورکولو لپاره مصروفېږي، نو له دې امله د وسیلې 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 ګټې 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 (θ) تريوې پاکلې زاوې لاندې پر جسم وارد شي او جسم دل په اندازه بې ځایه کړي، د F د قوي پرمېت ترسه شوي کار به عبارت وي له:

$$w = (F \cos \theta) d = F d \cos \theta$$

- د قوي پرمېت ترسه 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 په جلا، جلاتوګه ترسه 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 ترسه کېږي د X محور پرمخ د قوي او بدلون مکان د منحنۍ ترمنځ مساحت دی.

- د یو فتر پرمېت ترسه 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 يوازې د پيل او پاي له نقطې سره اپيکې ولري، دې دول قوو ته تحفظي قوي وايي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تراو ولري، دې دول قوو ته غيرتحفظي قوي وايي.

- د 1 او 2 موقعيونو يا دوو نقطو ترمنځ مجموعي کار د حرکي انژۍ 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 انژۍ تل يا مثبت وي او يا صفر.

- د انژۍ د تحفظ قانون بیانوي چې: انژۍ کولای شي، له یوه حالت خخه بل حالت ته واورېي (بدله شي)، خو مجموعي انژۍ تل ثابته پاتې کېږي. $K + U = \cos \tan t = E$

- هغه کار چې د ګاز پرمېت پر پستون ترسره کېږي عبارت دی له: $W = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$

- 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.

يعني:
 $p = \frac{w}{t}$

$$P = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot V$$

- په SI سیستم کې د طاقت د اندازه کولو واحد له وابت (W) خخه عبارت دی.

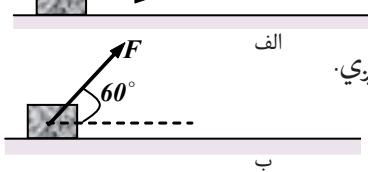
$$1 W = 1 J/s$$

$$736 W = 1 hp$$

د پنځم خپرکي پونستني

1) کار تعريف کړئ، د اندازه کولو واحد پې 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.



الف

ب

a. قوه په افقې توګه پر جسم واردېږي.

b. قوه د افق په نسبت تر $\theta = 60^\circ$ 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 وتاکي.

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 پيدا کړئ.

5) بيان 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.

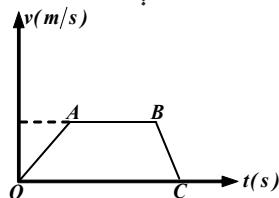
b. د هري قوي کار په جلا ډول حساب کړئ.

c. د ټولو کارونو الجبری جمع لاس ته راوري.

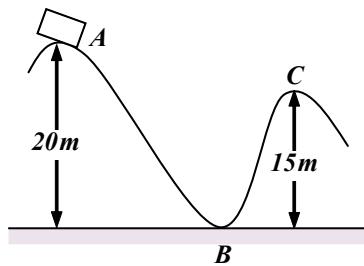
7) د یوې قوي پرمیت د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بېلا بلو زاویو کې وڅېږي.

8) حرکي ارزې تعريف او رابطه پې 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 زیاتپري؟
- b. کله د جسم حرکي انرژي کمپري؟
- c. کله د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي؟
- 11) یو جسم له 20Kg کتلي 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 قانون 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 کتلي 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 مصروفې انرژي خه شي دي؟ بیان یې کړي.
- 20) اغېزمنتيا (مؤثریت) تعريف او رابطه یې ولیکي.

خطی مومنتم او امپولس



په دې خپرکي کې د میخانیک علم د لابراختیا 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 تاکلې وخت کې عمل کوي، نومورې قوه په جسم کې د سرعت یو بدلون رامنځ ته کوي. د دې قوې امپولس (د ثابتې قوې لپاره) د قوې او هغه زمان چې قوه په کې عمل کوي د ضرب حاصل خڅه عبارت دی او یا په بل عبارت کولای شو ووایو چې د (قوې - زمان)، (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منحنی لاندې مساحت له امپولس خڅه دی. همدا چول د جسم په سرعت کې بدلون هم د هغه قوې 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 کمیت دی او د M په توري بنودل کېږي، یادېږي.

امپولس او مومنتم دواړه فزيکي وکتوری کیمتونه دي، په دې خپرکي کې به مور دوه مهم اصلونه مطالعه کړو. یو د امپولس - مومنتم اصل او دویم د خطی مومنتم د تحفظ اصل. ددې خپرکي د محتوياتو په ارياه کولو کې ارينه د پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصلونه (چې کله ناکله د قوانینو او یا بنسټېزو قواعدو په نامه یاد شوي)، په حقیقت کې د نیوین د قوانینو د بحث دوام دی چې په تپر خپرکي 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 خپرکي کې به لاندې مطلوبنه ددې مبحث په باب مطالعه کړو:

- د یوه جسم موقعیت او سرعت کیدای شي د یوې قوې په تطبیق بدلون ومومي.

- د هغې قوې چې د جسم پر تاکلې کتلي عمل کوي او د نومورې جسم د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بیانول (د نیوین دویم قانون).

- د یوې قوې د امپولس او مومنتم تعريفوول.

- د مومنتم د تحفظ شرحة د دوو جسمو په تصادم کې چې د یوه مستقيم خط پرمخ حرکت کوي.

- د خطی 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)

(۱-۶) امپولس (ضربه)

آیاتر اوسه موله خان خخه پونتنه کړې د چې ضربه خه شي دی؟ کله چې پريوه جسم ضربه ورکوي، خه پینېږي؟ د تعريف له مخې ضربه يا 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 ليدل کېږي. امپولس د I په توري بنېي چې له قوي او زمان سره مستقیمي اړیکې لري. امپولس او مومنتم د اندازه کولو ديو ډول واحد لرونکۍ دي. ولې؟ په ډېرو حالتونو کې په یو نقطه يې جسم د قوي د اغېز زمان هومره لنډ وي چې موره اړکېږو، د مشتق او انتیگرال له مفاهيمو خخه ګته پورته کړو چې تاسو به يې د دولسم ټولګي په رياضي کې زده کړئ. اوس فرضو چې د F قوه د Δt په زمانه کې پريوه 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 ديوه 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 تعريف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل. په (۶-۱) 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 پرمخ د F ثابتی قوي پرمت په حرکت کې دي. 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 لرونکۍ دي، نو کولای 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.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ m/s}^2$$

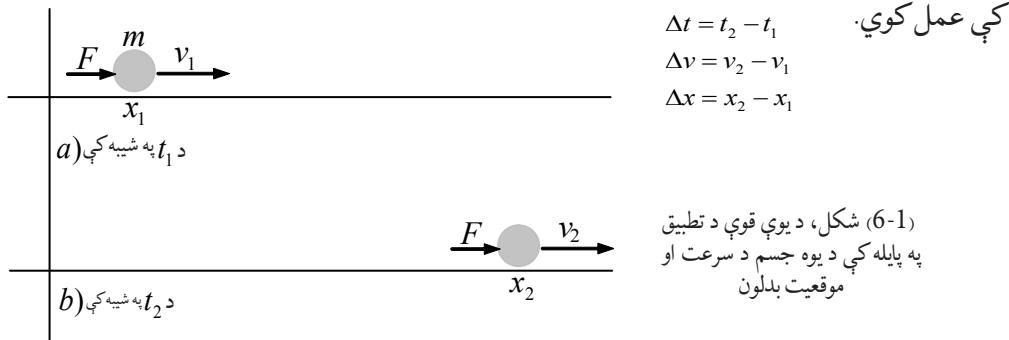
د نیوین په دویم قانون کې تعجیل همغه د قوي او کتلي نسبت تعريف شوي دي چې عبارت دي له: $a = \frac{F}{m}$ په پورتنی رابطه کې د د تعجیل له قیمتونو خخه کولای شو لاندې تناسب ولیکو:

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

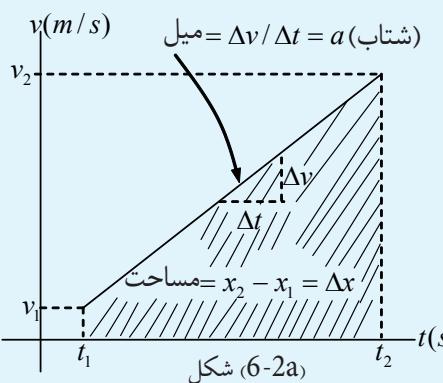
$$F \Delta t = m \Delta v$$

او یا

وروستي افاده په دې خپرکي کې زمور د بحث کلې بنست جوروي او لکه خنگه چې د دې خپرکي په مقدمه کې دکر شول، اوس کولاي شو، امپولس په لاندي ډول تعريف کرو: د یوې ثابتې قوي امپولس د نوموري قوي او زمانی وائين له حاصل ضرب خخه عبارت دي چې قوه په کې عمل کوي.



(6-1) شکل، د یوې قوي د تطبيق
په پایله کې د یوه جسم د سرعت او
موقعیت بدلون



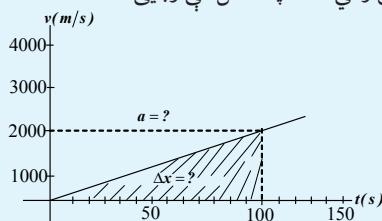
فعالیت:

د (سرعت- زمان) ګراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې بنودل 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 کونونکي به خپلو اپنndo ډلوکې د بنوونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصیلاتو او خصوصیاتو بحث وکړئ او بایلې بې خپلو تولګیوالته واوروئ.



فعالیت:

زده کونونکي دې په بېلا بېلا ډلوکې د (سرعت- زمان) ګراف په مرسته چې د یوې فضایی بېړۍ (سفینې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې بنودل شوي دي. لاندې پوبنتو ته دې څوتاب برابر کړي او د تولګي په وړاندې دې بیان کړي:
 1. بېړۍ په لوړ پو 100 ثانیو تعجیلی حرکت کې خومره وائين وهی؟ هغه په شکل کې وښی:
 2. د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې خومره دی؟
 3. د بېړۍ تعجیل حساب کړئ.

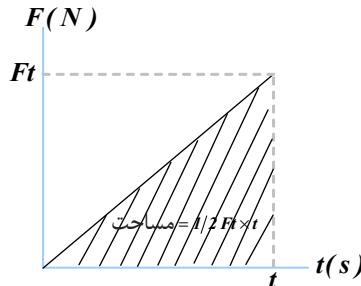


(6-2b) شکل،
د فضایی بېړۍ د (سرعت- زمان) ګراف



تمرينونه:

لاندې پوبنتنو ته خوابونه ووایئ.



1. د 3,7N یوه ثابته قوه په 100s زمانی واپن کې عمل کوي. ددې قوي امپولس حساب کړئ.

2. په مخامنځ شکل کې د $F_t = 2,2N$ قوه ورکړل شوې د، ددې قوي امپولس له $t = 0$ خخه تر $t = 30s$ زمانی انټروال کې پیداکړئ.

3. په ورکړل شوې پورته شکل کې د $t_1 = 10s$ ، $F_0 = 55\text{dyne}$ او $t_2 = 18s$ دی، ددې قوي امپولس وتاکړئ.

4. د $F_1 = 5N$ ثابته قوه د ($t = 1s$) خخه تر $t = 3s$) زمانی انټروال کې او د $F_2 = 2N$ دویمه ثابته قوه د ($t = 5s$) خخه تر $t = 10s$) زمانی انټروال کې عمل کوي. ددې دوو قوه امپولسونه حساب او سره پرتله کړئ.

2-6: مومنتم

مومنتم خه شي دی؟ د یوې لاری موږ او یو ګرندي ورکوتۍ موږ ترمنځ د حرکت په حال کې د مومنتم له نظره خه توپیر شتون لري؟

دنیوین د حرکت دویم قانون د مومنتم له نقطې نظره خنګه کولای شوتعريف کړو؟ او یا په ساده توګه، د مومنتم او د نیوین د حرکت د دویم قانون ترمنځ کومې اړیکې شته؟



دوو توبونو ته چې دواړه یوشان کنټې لري، یو له بله سره تصادم ورکړئ، خه به پښ شې. په غور سره ددې مستنډ په هکله د تولګي په بېلاړلو دلوکې بحث و کړئ او پایله پې تولګي ته وړاندې کړئ.

په پخوانی بحث کې مو د نیوین 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 لومړنی سرعت د t_1 په زمانه او v_2 دویم سرعت د t_2 په زمان کې دی، نو کولای شو ولیکو:

$$m\Delta v = mv_2 - mv_1$$

د معادلې د بنې اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کنټې 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 پرنسپت د m يوه کتله چې د V په سرعت په حرکت کې د، د P مومنتم لرونکی دی چې د $\vec{P} = m\vec{V}$ له مخې افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په CGS او SI او $Kg \cdot m/s$ سیستمونو کې عبارت دي له او $gr \cdot cm/s$ او بعدي (دایمنشن) معادله یې له $\left[\frac{M \cdot L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1} \right]$ خخه عبارت دي.
همدارنګه باید ووایو چې د امپولس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواړه یو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (6-3) شکل کې ورکړل شوي دي. په دې شکل کې هريو له مومنتمونو حساب شوي چې په خرگنده توګه لیدل کېږي. ددې لپاره چې د مومنتم په مفهوم بنه پوه شئ، کوبښن وکړئ په خیر سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولګیوالو سره بحث وکړئ.

$$V = 3 \times 10^5 \text{ m/s} \quad P = 5.0 \times 10^{-22} \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(a) پروتون}$$

$$m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$V = 1 \times 10^3 \text{ m/s} \quad P = 1 \text{ kg m/s} \quad \text{(b) مرمى}$$

$$m = 1 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$V = 20 \text{ m/s} \quad P = 2 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(c) لاري}$$

$$m = 1 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$V = 3 \times 10^2 \text{ m/s} \quad P = 9 \times 10^7 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(d) بوونګ}$$

$$m = 3 \times 10^5 \text{ kg}$$

$$V = 1 \times 10^4 \text{ m/s} \quad P = 5 \times 10^7 \text{ kg m/s} \quad \text{(e) فضابي بېړۍ (سفينه) اپولو}$$

$$m = 5 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$V = 3 \times 10^4 \text{ m/s} \quad P = 18 \times 10^{28} = 1.8 \times 10^{29} = 2 \times 10^{29} \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{(f) ځمکن}$$

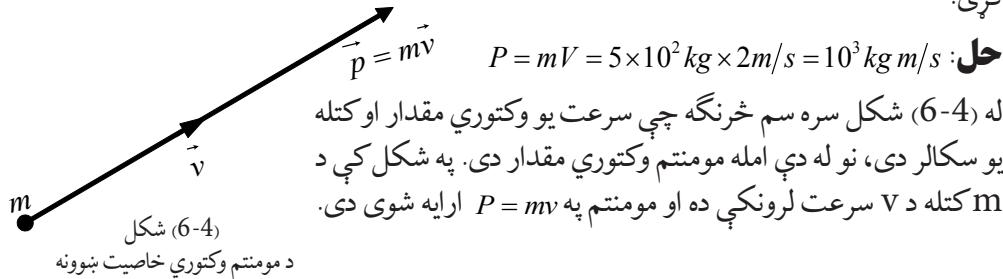
$$m = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$V = 1 \times 10^4 \text{ m/s} \quad P = 3 \times 10^{34} \text{ kg m/s} \quad \text{(g) ستوري}$$

$$m = 3 \times 10^{30} \text{ kg}$$

مثالونه

- 1 - د يوه اوين کتله د هغه له بار سره 500Kg ده او په 2m/s حرکت کوي، مومنتم يې حساب کړئ.



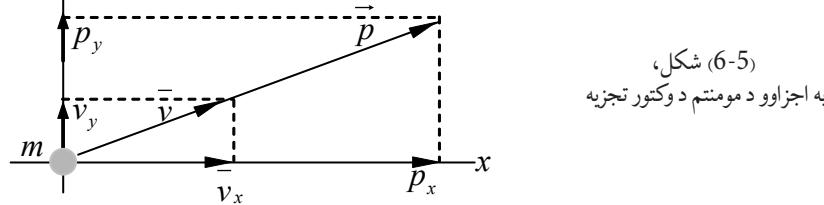
لكه خنګه چې د وضعیه کمیتونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، يو وکتور د وضعیه کمیتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزاوو تجزیه کېدای شي، ددې له مخې د P مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزیه کیدای شي چې په (6-5) شکل کې بنودل شوي دي. باید په ياد ولرو که چېږي مومنتم د X محور د مثبت لوري په نسبت د θ زاویه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

$$P = P_x = P \cos \hat{\theta} \quad \text{د مومنتم } P \text{ د مرکبه}$$

$$P = P_y = P \sin \hat{\theta} \quad \text{د مومنتم } P \text{ د مرکبه}$$

$$P^2 = P_x^2 + P_y^2$$

او د فيثاغورث له قضېي خخه:



په خپلو منځونو کې بحث وکړئ او د تمرین په حلولو پیل وکړئ

- a. يوه لاري له 3000Kg 3000 کتلې سره په 30° زاویه د شمال ختيئ په لور په 72 Km/h سرعت په حرکت کې ده، يو واګون چې د 1000Kg 1000 کتلې لرونکې دي، له خانه سره راکابري د X محور د ختيئ په لور او د Y محور د شمال په لور 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 50000 کتلې لرونکې ده او په 900Km/h 900 سرعت الونه کوي. که چېږي د الولو مسیر يې 135° د شمال لوپديئ په لور وي، د مومنتم د X او Y مرکبې يې وتاکې.

حل a: لرو چې:

$$P = m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72 km/h$$

$$= 4000kg \times \frac{72000m}{3600s} = 4000kg \times 20 \frac{m}{s}$$

$$P = 80000kg m/s = 8 \times 10^4 kg \cdot m/s$$

$$P_x = P \cos \hat{\theta} = 8 \times 10^4 kg m/s \times \cos 30^\circ$$

$$= 8 \times 10^4 \times 0.866kg m/s$$

$$P_x = 6.928 \times 10^4 kg m/s$$

$$Py = P \sin \hat{\theta} = 8 \times 10^4 \times 0.5kg m/s$$

$$Py = 4 \times 10^4 kg m/s$$

$$\hat{\theta} = 135^\circ = (90^\circ - 45^\circ)$$

$$**حل b: لرو چې:** د جنوب شرق په لوري$$

$$P = 50000kg \times 900 km/h$$

$$= 5 \times 10^4 kg \times \frac{900 \times 10^3 m}{3600s}$$

$$= 5 \times 10^4 \times 2.5 \times 10^2 kg m/s = 1.25 \times 10^5 \times 10^2 kg m/s$$

$$P = 1.25 \times 10^7 kg m/s$$

$$Px = P \cos \hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \cos 45^\circ kg m/s$$

$$= -1.25 \times 10^7 \times 0.707kg m/s$$

$$Px = -8.84 \times 10^6 kg m/s$$

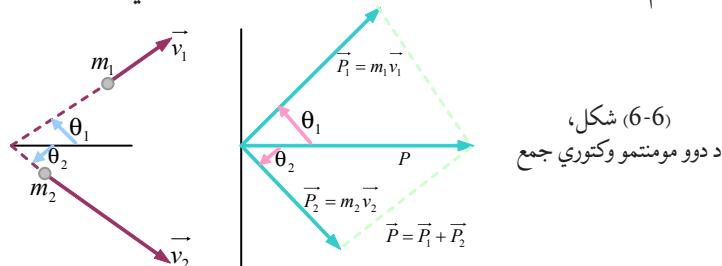
$$Py = P \sin \hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \sin 45^\circ kg m/s$$

$$= 1.25 \times 10^7 \times 0.707kg m/s$$

$$Py = 8.84 \times 10^6 kg m/s$$

د پونتنې له حل خخه پایله ترلاسه کېږي چې مومنت په دقیقه توګه یو وکتوری کمیت دی. ددي لپاره چې د یوه جسم مومنت 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 قوې 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 کولاي 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 وکتوري مقدار دي.

3. د جسمونو د یوه سیستم د مومنتم مجموعه د هر مومنت له وکتوري جمعې خخه عبارت ده.



بحث وکړي:

د تولګي په پېلابلو دلوکې په دې هکله چې ولې کله چې یوه لاری او یو گرندي موټر په یو ډول سرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې د لاری موټر چې کتلې پې ډېره ده، د زیات مومنتم لرونکې وي؟ پایله پې تولګي ته واورو وي.

توضیح کړي: د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونیسی. که چیرې ($m_A = 3m_B$) وي، په دې حالت کې د A او B دوhe جسمونه کولاي شي، د یو ډول مومنتم لرونکي وي. یعنې: $P_A = P_B$ ولې؟

اویس د مومنتم د مفهوم په پوهیدو سره ددې پوبنتې په خپرلو پیل کوو چې د (F) د قوی او (P) مومنتم ترمنځ کوم ډول اړیکه شته؟ آیا یوه کولاي شي د یو جسم مومنتم ته بدلون ورکړي؟ ددې موضوع د پوهیدو 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 ډېړې قوی سره یو له بله تصادم ورکړي. خه به پیښ شي؟ توضیح ېږي کړي. د پورتني فعالیت په ترسره کولو به دې پایلې ته ورسيږي چې یوه کولاي شي چې د یو جسم مومنتم کم او یا زیات کړي او یا د مومنتم په لوري کې بدلون منځ ته راوري.

6-3: قوه او مومنتم

ددې خپرکې په پیل کې مو د نیوتن قانون د $F\Delta t = m\Delta V$ په بنه افاده کړ چې په بنسټېز ډول د نیوتن د دویم قانون ($F = ma$) خخه استخراج شوي و. نیوتن د حرکت په باب د خپلوا درې گونو قوانینو په بنسټیزه ونناکې، قوه د کتلې او تعجیل له جنسه نه، بلکې د مومنتم د زمانې بدلونونو د درجې له جنسه افاده کړي ده. په یاد ولرئ چې: $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta P$ دا رابطه بشی چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د بدلونونو حاصل ضرب مساوی دی د جسم په مومنتم کې له بدلونونو سره د $m\Delta V$ د قیمت په تعویضولو سره په لوړۍ رابطه کې پایله ترلاسه کېږي چې $\Delta P = F\Delta t$ په داندې د معادلې د دواړو خواوو له تقسیمولو خخه $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ لاس ته راخي. په یاد ولرئ چې ΔP په مومنتم کې بدلون له $Kg\ m/s$ واحد سره او د زمان انټروال دی. 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 منځنې درجې خخه عبارت دی ور خخه پایله تر لاسه کوو چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظری پلوه د یو 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 کنټلې (3) 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،

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= \frac{\vec{p}}{\Delta t} = \frac{m\vec{V}_2 - m\vec{V}_1}{\Delta t} = m(\vec{V}_2 - \vec{V}_1) \\ &= m \frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t} = m \cdot a \dots\dots\dots(3)\end{aligned}$$

له هغه خایه چې $\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$ عبارت دی د جسم له تعجیل (\vec{a}) خخه نو په (3) رابطه کې د قیمت په وضع کولو سره کولای شو وليکو: ($m = \text{Constant}$) او یا کولای شو داسې 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 تړلې دی. موږ پورته وښو ده چې قوه د مومنتم د بدلونونو له زمانی درجې سره مساوی ده، یعنې:

$$F\Delta t = \Delta P \quad \text{او یا کولای شو داسې وليکو:}$$

$F = I = F\Delta t$ د امپولس I په زمانی انټروال کې قوه د او $P = \Delta P$ د قوې پرمت د تولید شوي مومنتم

$$\text{بدلون، نو کولای شو چې وليکو: } I = \Delta P$$

وروستى رابطه بیانوی چې: د یوې قوې 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 نبېي.



(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 اعمالپري. 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 $I = mV_2 - mV_1$ وروستني مومنتم په پایله کې بر کتلې اعمالپري، نو ددي له مخې کولای شو ولیکو: د امپولس - مومنتم قانون د نیوپن د دویم قانون بهه تفصیل او توسعه ده، لاندې شکل لومړنۍ د خوبسي مومنتم د (امپولس - مومنتم) د قانون پرینستې بشي.

$$a) \quad \text{---} \rightarrow \quad \vec{P}_1 = m_1 \vec{V}_1$$

$$b) \quad \xrightarrow{\vec{s}} \text{---} \rightarrow \quad \vec{V}_1 \rightarrow \quad \text{---} \rightarrow \quad \vec{P}_2 = m_2 \vec{V}_2$$

$$c) \quad I = m_2 V_2 - m_1 V_1 \quad \text{---} \rightarrow \quad \vec{V}_2 \rightarrow$$

(6-8) شکل

مثال:

د بې په فضایي بېرى (سفینې) کتړولونکي 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 سفينې د مومنتم بدلونونه په هغه حالت کې چې انجونه یې 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 سفينې 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 پورتنۍ 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. پورتنۍ مثال مورته د امپولس - مومنتم د قانون د ګټې اخښتني یو مورد را په ګوته کړ.

4-6: ضربه او د خطی مومنتم ساچل (تحفظ)

په پخوانی خپرکي کې مو د نيوتن دريم قانون په اوه چې د هر عمل لپاره هغه ته يو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصيل سره مطالعه کړ. د نيوتن دريم قانون په حققت کې په طبیعت کې د قوو د بنستیزې خانګړتیا پایله ده چې تل ېپه خپلو کې په جوره 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 اجزاء 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 وروستى 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.

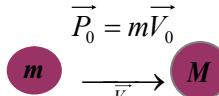
د مومنتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کwoo دوه جسمونه سره تصادم کوي، رائئ چې په لنډ ډول د هغه تصادم بیان کړو.

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 قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه دې پایلې ته رسپړو چې د هرې قوې 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.

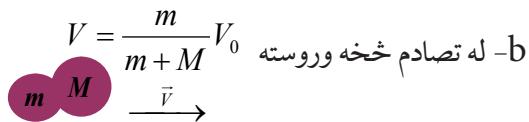
خانگري حالت: په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم خانگري ډول بنودل شوي دي.

(6-9) شکل،

د مومنت تحفظ د دوو ګتلوا
په خطي تصادم کې



a- له تصادم خخه تر مخه



b- له تصادم خخه وروسته

لومړني جسم د m په ګتلې او v_0 سرعت له دویم جسم سره چې د M ګتلې لرونکي دي ټکرکوي او په پایله کې دواړه ګتلې 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:

$$P_0 = mV_0 \quad \text{له تصادم خخه تر مخه مومنت}$$

$$P = (m + M)V \quad \text{له تصادم خخه وروسته مومنت}$$

د مومنت د تحفظ له قانون خخه

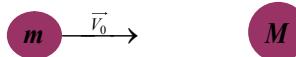
$$mV_0 = (m + M)V \quad \text{او یا:}$$

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 ګتلې 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 مومنت محفوظ دی، نو له مخې یې:

$$mV_0 = MV + (-mv) = MV - mv$$



-a مخکې له ټکر خخه

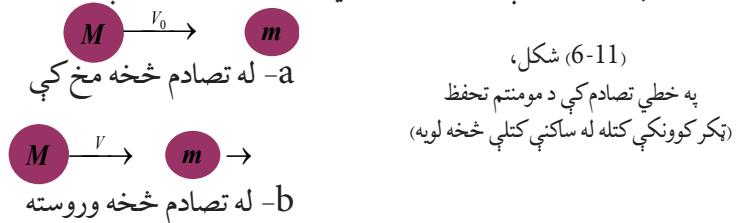


-b- له ټکر خخه وروسته

(6-10) شکل،

په خطي ټکرکې د مومنت تحفظ
(ټکرکوونکي ګتله له ساکنې ګتلې خخه کوچنۍ)

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 لیرې 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 اختياروی:

$$MV_0 = MV + mv$$

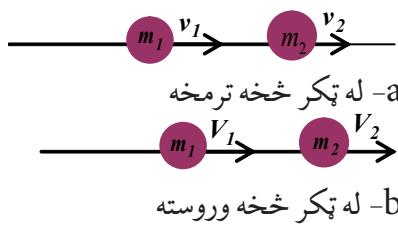
په (6-12) شکل کې د مستقيم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقيم خط پرمخ بنوبل شوي دي.

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:
 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 V_1 + m_2 V_2$

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 شمېرہ 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.



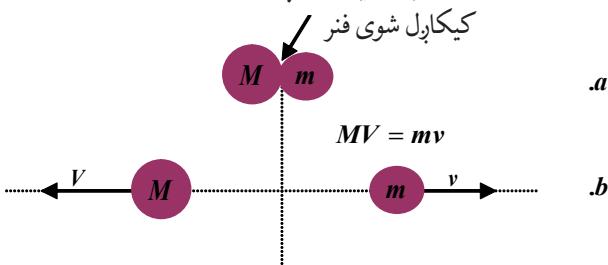
(6-12) شکل،
د مستقيم خط پرمخ ټکر د مومنتم
د تحفظ عمومي حالت

د مومنتم د تحفظ يوبل په زره پوري مثال په (6-13) شکل کې بنودل شوي دي. د m او M له کتلو سره دوه جسمونه د يوه فنر په دواړو خواوو کې تر فشار لاندې نیول شوي، يو له بل سره کلک نیول شوي دي. په هغه ګړي کې چې جسمونه خوشې شي، د فنر قوه یې په دوو اړخونو ضربه واردوی. په هر يو جسم باندې د واردې شوې 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 مخې د هغې قوي امپولس چې په M عمل کوي، په کچه کې مساوي، خود هغه قوي له امپولس سره په مخالف لوري کې دي چې د m پرکتلې عمل کوي. هره کتله د شوبت کيدلو په پایله کې عين مقدار مومنتم لاس ته راوري او ددي مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه یې 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 پاملرنې سره کولای شو ولیکو: $mv = MV$

کیکارل شوي فنر

(6-13) شکل،

د هغه کتلود مومنتم تحفظ چې د فنر
په واسطه دواړو خواوته شوبت شوي دي.



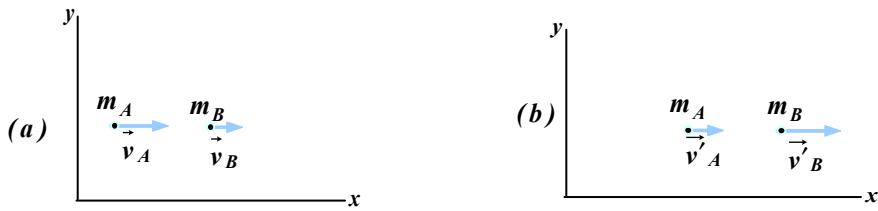
دا پایله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقیم تطبیق (پرته له پورتنيو خرگندونو) خخه کیدای شي لاس ته راشي چې له مخې یې لوړنې مومنتم باید له نهایي مومنتم سره مساوي وي او په دې مثال کې د دواړو مومنتمونو برخې په بشپړه توګه صفر دي.

5-5: ارجاعي تکر (تصادم)

ارجاعي تصادم خه شي دي؟ او د فزیک له اړخه خنګه خپړل 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 نیسو، داسې چې دواړه جسمونه د (X) محور په يوه مستقیم خط حرکت کوي.

اوسم دا دواړه جسمونه له تکر خخه تر مخه او له هغه خخه وروسته تر مطالعې لاندې نیسو: 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 تکر کې د سیستم مجموعی مومنتم له تکر خخه مخکې 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 تکر کونکو جسمونو د حرکي انرژي مجموعه له تکر خخه ترمخه او له تکر 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) رابطې 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) رابطې 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:

$$m_A (V_A - V'_A) (V_A + V'_A) = m_B (V'_B - V_B) (V'_B + V_B) \quad \dots \dots \dots (5)$$

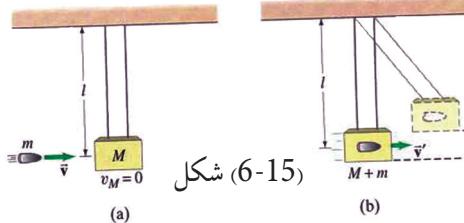
او س په (3) رابطې باندې د (5) رابطې په وېشلو او د $V'_B \neq V'_A$ او $V'_B \neq V_B$ په فرضولو سره لرو چې:

$$\begin{aligned} V_A + V'_A &= V'_B + V_B \\ V_A - V_B &= V'_B - V'_A \quad \text{اويا} \\ V_A - V_B &= -(V'_A - V'_B) \quad \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

(6) وروستی رابطه یوه ډېره مهمه او په زړه پوري رابطه ده، د تصادم دا رابطه ددي یانوونکې ده چې په یوه ارتجاعي تصادم کې د دوو ټکر کوونکو جسمونو د سرعتونو تفاضل له ټکر خخه د مخه او وروسته یوله بله سره برابر، خو یو له بل خخه په خلاف لوري دي.

6-6: غیر ارجاعي ټکر

غیر ارجاعي تصادم یا ټکر خه شی دي؟ 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. خو د میخانیکي انرژي د تحفظ قانون صدق ونه کړي. په دې ډول تصادم کې د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دليل دی چې د سیستم د حرکي او پوتانسیل انرژي مجموعه ثابتنه نه پاتې کېږي. یعنی په دې ډول تصادم کې شونې ده چې میخانیکي انرژي په حرارتی انرژي، صوتی انرژي 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 کوونکي جسمونه له تصادم خخه وروسته یوله بله سره نسبتي او په عين سرعت حرکت کوي.

د غیر ارجاعي تصادم د پېژندلو لپاره یو بنه مثال له بالستيکي رقصې (Ballistic Pendulum) خخه عبارت ده چې په مرسته یې کولای شو د مرمى سرعت اندازه کړو.



څېړنه وکړي:

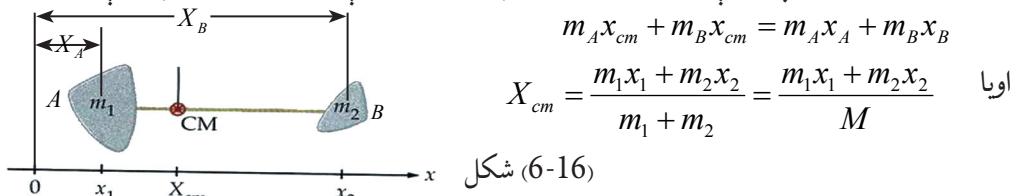
د ټولګي په مختلفو ډلو کې د مرمى د سرعت د پیداکولو طریقہ د بالستيک رقصې پرمت وڅېړي او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړي.

6-7: د ثقل مرکز

په پخوانیو ټولګي 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 یا د هغه ذرو د ثقل مرکز چې د یو مستقیم خط پر مخ قرار لري. لاس ته راپرو؟ او یا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سیستم او یا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو؟ د پورتنيو پوبنتنو د څوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونیسی، په دې شکل کې دوھ جسمونه د m_A او m_B په کتلو شتون لري چې د هر یو واټن د X د محور له مرکز (د دوران محور) خخه له x_A او x_B د خخه عبارت دي.

ددي سيسن د نقل د مرکز د لاس ته راپرلو لپاره چي له دوو جسمونو (له دوو ذرو خخنه نمایندگي کوي)

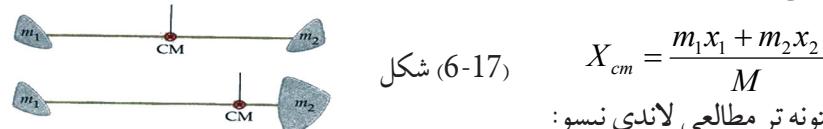
جور شوي دي له لاندي رابطي خخنه گته ترلاسه کېري، نو له دوراني تعادل خخنه پوهيره چي:



په دي رابطي کي X_{cm} د سيسن د نقل مرکز فاصيله د X محور له مرکز خخنه دي. رابطي د ساده کولو

$$M = m_A + m_B \quad \text{او} \quad m_A \quad \text{او} \quad m_B \quad \text{په نښه نښيو، یعنې:}$$

لپاره د m_A او m_B دكتلو مجموعه د M په نښه نښيو، یعنې: د M د قيمت په وضع کولو (1) رابطي لاندي شكل خانته نيسني:



اووس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندي نيسنو:

1 - په هغه صورت کي چي يوه کتلله له بلي خخنه لویه مثلا $m_1 > m_2$ وي، په دي حالت کي ددي دوه جسمي (دوه ذره يې) سيسن د نقل مرکز هغه جسم ته نژدي دي چي د لوېي کتلې لرونکي وي.

2 - که چيرې د سيسن توله کتلله په يوه نقطه مثلا د m_2 يا (B) په نقطه کي وي، په دي صورت کي به $m_1 = 0$ وي او کولاي شو وليکو چي:

$$X_{cm} = \frac{0 \times X_A + m_B X_B}{0 + m_B} = \frac{m_B X_B}{m_B} = X_B$$

3 - که چيرې سيسن له دوو جسمونو (ذرو) زيات تر n ذرو پوري وي، په داسي حالت کي د (1) رابطي پر بنسټ کولاي شو وليکو چي:

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots$$

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + \dots}{M}$$

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i X_i}{M}$$

وروستنى رابطي د اجمامويا د ذرو سيسن د نقل مرکز د لاسته راپرلو لپاره يوه کلي رابطي ده. همدارنگه د \bar{Y} محور لپاره په آسانى کولاي شو، په اثبات ورسوو چي:

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i Y_i}{M}$$

د شپړم خپرکي لنډیز



- 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 لوري دي.

- د خو جسمونو خخه په جور په شوي 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 مساوي 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 مساوي 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 مساوي 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، خویو 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 ديو نل په لوري دي.
5. له لاندي څوابونو خخه کوم يو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.

(الف) $N \cdot s$ **(ب) N/s** **(ج) $N \cdot m$**

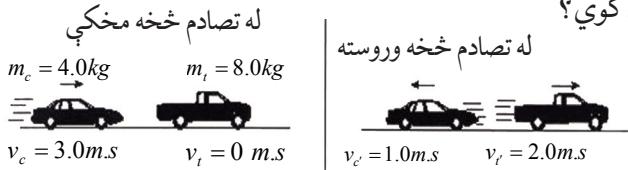
6. له لاندي څوابونو خخه کوم يو پر جسم د عمل کوونکې قوي له مجموعي سره مساوي دي.

(الف) ΔE **(ب) $m \cdot \Delta v$** **(ج) $\frac{\Delta P}{\Delta t}$**

7. که چيري 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 موپير ګيو تصادم بنې چې په ترتیب سره د 4Kg او 8Kg اور 2m/s سرعت سره دشا په لور او د A موپير له 1m/s سرعت سره دشا په لور او د B موپير له 2m/s سرعت سره د مخچي په لور حرکت کوي. ددي معلوماتو پرښت له لاندي څوابونو خخه کوم يو د مومنتم او حرکي انرژي په هکله صدق کوي؟



مومنتم	حرکي انرژي
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت نه دي موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت نه دي 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؟

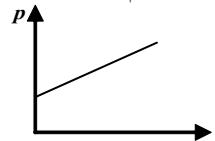
(د) 3.2 ثانې

(ج) 1.6 ثانې

$$F = 4N$$

(الف) 1.25 ثانې

10. د یوې فضایي 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

(ج) هغه مجموعې قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي.

11. یو جسم د $5N$ ثابتې قوي 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؟

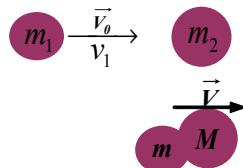
13. د قوي امپولس تعریف کړي.

14. د m د کتلې لرونکې جسم مومنتم چې د v په سرعت په حرکت کې دي، تعریف کړي.

15. د خطې مومنتم د تحفظ قانون بیان کړي.

16. خه ډول د (امپولس - مومنتم) او (د مومنتم تحفظ) قوانین د نيوتن قوانین تعقیبوی؟ بیان یې کړي.

17. په شکل کې $v_1 = 25m/s$ او $V = 2cm/s$ ، $m_1 = 5gr$ ، $m_2 = 10gr$ دی، د M کتله او د دویمې لومړنی سرعت v_2 حساب کړي.



18. په لنډ ډول د دوو جسمونو په تصادم کې د مومنتم تحفظ چې نوموري جسمونه د مستقيم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړي.

19. د $s \cdot 300N$ 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 چيرې $1000\text{dyne}\cdot s$ امپولس پر ډې کتلې وارد شي، د کتلې وروستني سرعت حساب کړي.

21. يو ماشوم له 21Kg کتله سره پرييو وروکي بايسکل چې 5.9Kg کتله لري، سپور او په 4.5m/s سرعت د شمال ختيئ په لور په حرکت کې دي.

a. د ماشوم او بايسکل مجموعي مومنتم خومره دي؟

b. د ماشوم مومنتم خومره دي؟

c. د بايسکل مومنتم حساب کړي.

22. د فويت بال يو توب له 0.5Kg کتله او 15m/s سرعت سره د شمال په لور شوبت کېږي، یوساکن شخص په 0.02s زمان کې هغه نيسې او دروي ېې. کومه قوه د نيوونکي لخوا په توب وارده شوي ھو؟

23. د کرکت د هر توب کتله 0.5Kg ده، که چيرې شين رنګه توب په 12m/s سرعت له آبې رنګه توب سره چې ساکن دې، تصادم وکړي. (فرض کوو چې د لوپې دوخت په او بدوکې، توونه له اصطکاک پرته پريو سطحې حرکت کوي).

د آبې رنګه توب نهایي سرعت په لاندې حالتونو کې پيداکړي.

a. شين رنګه توب له آبې توب سره له تکر خخه وروسته درېږي.

b. شين توب له تصادم خخه وروسته خپل حرکت ته له $v'_1 = \frac{m}{s}$ سرعت سره په عين لوري کې دوام ورکوي.

24. د لاندې تمرينونو لپاره مناسب شکلونه رسم او هغه حل کړي.

a- فرض کړي چې د m کتله د (a) په شکل کې یو واگون دی له 600Kg

كتله سره او د M بل واگون له 900Kg کتله سره دی. د واگونونو سرعت له

تصادم خخه وروسته چې په خپلو کې سره یو خاي کېږي. محاسبه کړي.

(خواب: 0.8m/s دې).

b- فرض کړي د (b) په شکل کې m د تينس توب له 20gr کتله سره او

M د واليال توب له 500gr کتله سره وي. که چېږي د تينس د توب لمونې

سرعت $s/20m$ او نهایي سرعت ېې له تصادم خخه $10m/s$ په هغه لوري کې

چې په شکل کې ليدل کېږي، وي. د واليال د توب سرعت پيداکړي.

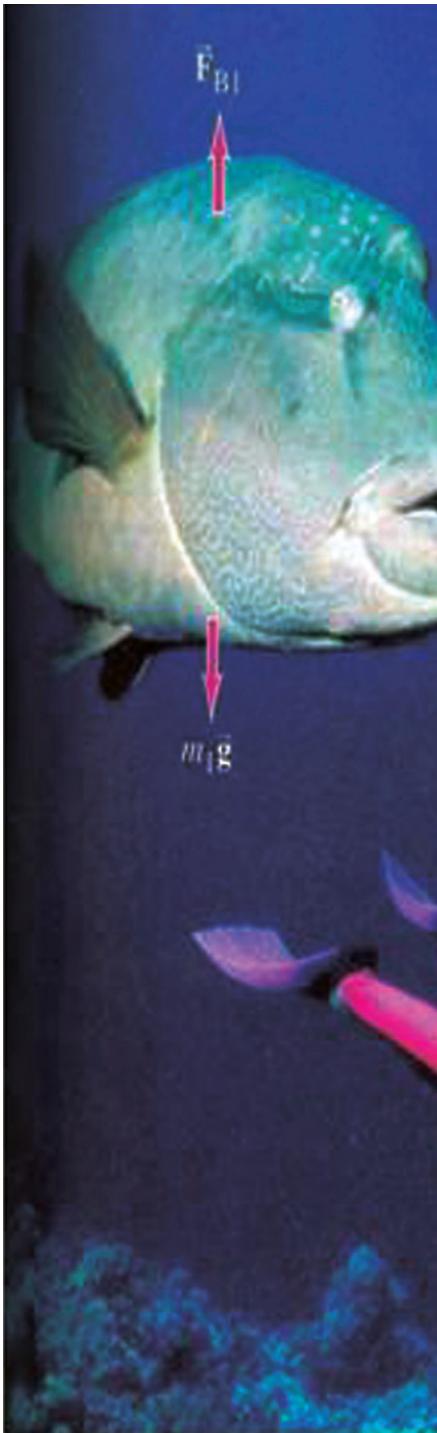
(خواب: 120cm/s دې).

c- د (b) په پورتني شکل کې فرض کړي چې M يوه 10 گرامي سکه او یوه 5 گرامي سکه وي. په هغه صورت کې چې $s/50m$ او $V_1 = 2m/s$ او $V_2 = 1m/s$ د V قيمت وتاکي. (خواب: $\frac{cm}{s}$)

25. يوه تسله له 0.015kg کتله سره بني لورته له 22.5cm/s سرعت سره له اصطکاک خخه پرته پريو سطحې رغري، له یوې بلې تسلې سره چې له 0.015kg کتله او 18cm/s سرعت سره کين لورته حرکت کوي، يو ارجاعي تصادم کوي. له تکر خخه وروسته لمونې تسله له 18cm/s سرعت سره په حرکت راخي. د دويمې تسلې سرعت له تصادم خخه وروسته پيداکړي.

26. يو موټر له 500Kg کتله سره په 15m/s سرعت د جنوب په لور له یوې 4500Kg لاري سره چې د ترافيکي اشارې لپاره دريدلي ده، تکر کوي. موټر او لاري یو له بله سره نښتي او له تکر خخه وروسته یو له بل سره یو خاي په حرکت راخي د موټرونونو د مجموعي کتلونهایي سرعت پيداکړي.

۱۹۹۰ مختبرکی د سیالونو نسبی سکون (Static Fluids)



ولپ د اویود بندونو قاعدي د هغه پورتنيو برخو خخه پرپر (ضخيمي) جور وي؟

په یو موټر کې د مایع برک د هغه په مصونيت کې خه اهمیت لري؟ دا خپرکی 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 کولاي شي د سیالونو د خواصو په هکله تاسو ته علمي مهارتونه او گټوره پوهه چمتو کړي، زده کړي او په پایله کې به تاسو وکولاي 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 کړاي شي.
- د سیالونو پرمت وارده فشار بیان کړاي شي.
- په یوه نقطه کې د مایع فشار د هغې کثافت، دیوې مایع نقطې ژوروالي او د جاذبې تعجیل ترمنځ رابطه پیداکړاي شي.
- تحلیل کړاي شي چې په خه ډول د اتموسfer فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.
- د پاسکال قانون بیان کړاي 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.
- درياضي مسئلي، د فشار، پاسکال او ارشميدس له قوانينو خخه په ګټه اخپستل 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 یې 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:

$$\frac{\text{قوه}}{\text{سطح}} = \text{فشار}$$

$$\text{او یا د سمیول په لیکلو: } \frac{F}{A} = P \text{ دی.}$$

د SI د اندازه کولو په سیستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) خخه دي او مساوی 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.
 $P = ?$ $P = \frac{F}{A}$

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

$$P = \frac{8}{0.16} = 50 \frac{N}{m^2} = 50 Pa$$

(مرسته: وزن د جاذبې قوی له اندازې خخه عبارت دي).



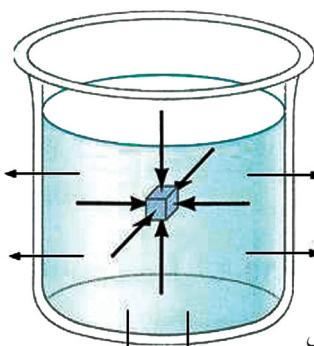
پوښتنی:

1. د یو کاتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې $6000N$ او د قاعدي مساحت یې $3m^2$ دی، خومره دي؟ پيداې کړئ.
2. د یو پېړنې تختې وزن پیداکړئ چې مساحت $12m^2$ دی او $25Pa$ فشار پر خمکې واردوی؟

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.

د (7-1) شکل د اویو په یو، ډک لوښې کې یو غوته شوي جسم بنېسي.



7-1) شکل

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 توګي: بلاستیکي کڅوره، سنجاق او اویه

کېفلاړه:

1- کڅوره له اویو خخه ډکه کړئ.

2- کڅورې ته په سختي فشار ورکړئ او په چټکي سره یې په خو نقطو کې په سنجاق سوری کړئ.

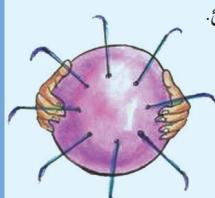
3- خپل مشاهدات ولیکي.

4- له خپل 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.



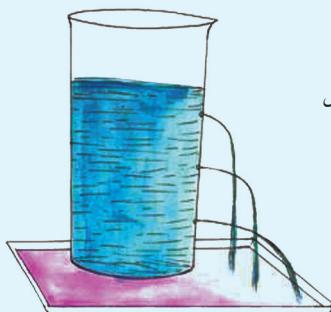
7-2) شکل

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 راړپلای 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 پوبشنو ته له خپلې ډلي سره څواب ووای.

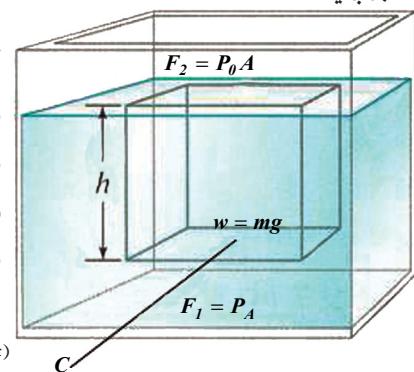
• له کوم سوری خخه اویه په تېزی او ډېر شدت فواره کوي؟

• 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 نيسو. 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 راړو.



(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. راخې چې ددې فرضي مکعب پورتنیو او لاندېنیو سطحو باندې عاملي قوي مطالعه کرو. دغه قوي درې ډوله دي:

$$1 - \text{د بېلګه یېز سلندر وزن } (W), \quad w = mg = \rho Vg = \rho g h A$$

$$2 - \text{د } (F_1) \text{ صعودي قوه چې د مایع د فشار له امله د مکعب پر قاعدي واردېږي.} \quad F_1 = PA$$

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 راوللای 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 $\frac{kg}{m^3} = 1.025 \times 10^3$ 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 سطحې په 10 کيلومتری اارتفاع کې دي. فشار د اتموسفیر په پورتنې برخې 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 اوبردوالى کې له همغه نقطې خخه د اتموسفیر تر پورتنې برخې پوري وي او د سطحې پر واحد باندي په همغه نقطه کې واردپري، نوله دي امله فشار له خمکي خخه د اارتفاع په زیاتېدو سره تناقص پيداکوي. اوسم گورو چې خنګه کولای شو، د اتموسفیر فشار اندازه کرو؟

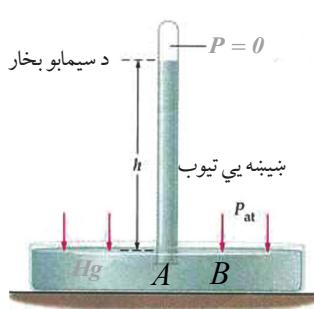
په دي غرض موږ د توريچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) خخه چې په 1643 زېرديز کال اختراع شوي دي گته اخلو.

په (7-5) شکل کې سبېنه يې اوبرد تیوب تقریباً ديو متر په اوبردوالى او د 1cm² قاعدي مساحت سره وينه چې يو سريې بند دي. کله چې هغه له سيمابو (Hg) خخه دک کړو او بیاپي په معکوس دول له سيمابو خخه په ډک لوښي کې کېردو، په دي صورت کې $P_a = P_b$ دي (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 سيمابو ستون اارتفاع 76cm دی او د سيمابو په دي ستون باندي د اتموسفیر فشاريو اتموسفیر (P_{atm}) دی.

(7-5) شکل



د سيمابو د ستون اارتفاع په ρ او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري، نوله دي کبله د P کثافت د تودوځې او د خمکي د جاذبي تعجیل (g) له بدلونونو سره د بحر له سطحې خخه د اارتفاع له بدلوناتو سره بدلون مومي. تول دقیق فشار سنجوونکي يا بارومیترونه (Barometers) له ترمومیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارتونو سره یو ځای جورپري.



اضافي 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 ګټه 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 تاکلی شئ؟
ددې پوبنتنې د څوابولو لپاره لاندې فعالیت په عملی توګه تجربه کړئ.

فعالیت:



د فشارونو تويير او د سیالونو بهپدل.

اپین 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 عيار کړئ، 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 غورونه آواز کوي او سبب یې دا دی چې ستاسو د غورونو 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 شو هم چې دا قوه يوه ستره قوه ده.



پوښتني:

1. ولې تاسو دومره ستر او خپونکۍ فشار نشي حس کولای؟
2. ولې د الټکو 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 دی؟

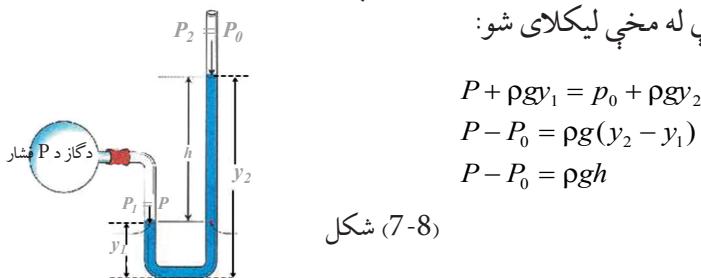
7-4: په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول

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.

د 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 توپير په نامه دي او دا فشار د مایع د ستونونو د ارتفاع له توپير سره متناسب دي.

مثال:

یو U ډولی بنېښه یې نل له اوږو خخه یوڅه 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 پورتنې 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 چیرې د مایع د ستون ارتفاع 20cm او $d = 8\text{cm}$ وي، د مایع کثافت پیداکړي.

7-9) شکل

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 راښي، د پورتنی رابطې له ساده کولو وروسته ل

$$\frac{\rho_L g(d+L)}{\rho_w g(d+L)} = \frac{P_0 \cdot g \cdot L}{\rho_w g(d+L)} \Rightarrow \frac{\rho_L}{\rho_w} = \frac{l}{l+d}$$

$$\frac{\rho_L}{1000} = \frac{12}{20} \Rightarrow \rho_L = 600 \frac{kg}{m^3}$$

مثال:

يو خوله خلاصي مونومتر د گاز له یوه تانک سره ترل شوي دي.

د بني اړخ په ستون کې د سيمابو سطحه د (7-10) شکل په خبر، $0.39m$ نسبت د مونومتر د کين اړخ

سطحې ته لوره واقع ده. که چيرې يو مونومتر د سيمابو د ستون ارتفاع $0.75m \cdot Hg$ وښي.

a- د گاز مطلقه فشار خومره دي؟ خوابونه په نيوتن پر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) او اتموسفير (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 سيمابو د کين اړخ ستون پر

پورتنی سطحې واردېږي او دا فشار مساوی دي د سيمابو د بني اړخ ستون په عین افقی ارتفاع کې له
وارده فشار سره، نو ددي له مخې:

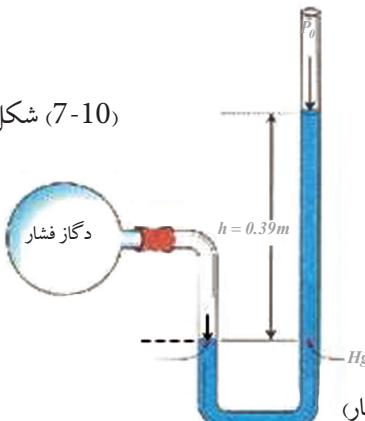
$$P_{gas} = P_0 + P_{Hg} = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$

$$1atm = 0.76mHg \Rightarrow m - Hg = \frac{1atm}{0.76}$$

$$P_{gas} = \frac{1.14}{0.76} = 1.5atm$$

$$P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

(7-10) شکل



b- د گاز داخلی فشار (P_G) داسي په لاس راخي:

$$P = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

د فشارونو توپير د سيمابو ستون $= P_G \times 1atm$
د یو اتموسفير د سيمابو ستون

$$P_G = \frac{P_{Hg}}{P_{atm}} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

$$P_G = 0.513 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 0.519669 \times 10^5 Pa = 5.2 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$$

2) د بوردن ڊوله فشار سنج اله

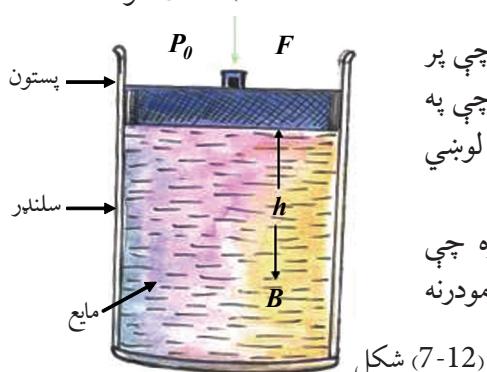
له دې آلپی خخه د مایع مونومتر (U چوله مونو متر) په نسبت د گنو مقاصدو لپاره په آسانی او آرامي ڊبر کار اخپستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجی هوار ټیوب خخه جوړ شوي دی چې یوسريې تړل شوي او په دائره یې ډول کوړد شوي دي. تړل شوي سربې له یوې ګيرا او کوچنۍ غابن لرونکي خرڅ چې د یوې مندرجې صفحې پرمخ حرکت کوي له یوې عقرې سره وصل شوي دي. (7-11) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د ټیوب خلاص انجام له هېټې آلپی سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوي دي. کله چې فشار د هوار ټیوب په سر راولپ کېږي، ټیوب ورو وروڅان سیخوی او د نل د خلاص انجام (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 شووه:



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.

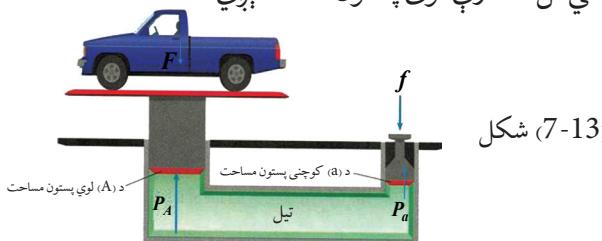
پاسکال د قوي مضاعف کوونکې آله اختراع کړه چې د پاسکال د آبی شکنجي په نامه یاده شوي او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبیق مهم ځایونه لري.

د اویو شکنجه (Hydraulic press)

په بنستېزه توګه د اویو شکنجه له دوو سلنپرونو خخه جوره شوي ده چې له غلیظې مایع خخه ډکه شوي ده او د متحرکو پستونونو په مرسته بې پورتني سطحې بندې شوي چې په (7-13) شکل کې بنودل شوي دي. لوی پستون د (A) او کوچنۍ پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

د اویو شکنجه خنګه کارکوي؟

1 - کله چې تاسو د (f) یوه کوچنۍ قوه په یوه واړه پستون وارده کړئ. د مایع (تېل) پر سطحې وارد شوي فشار $P = \frac{f}{A}$ ، د ارتباطي نل له لارې لوی پستون ته انتقالپوري.



2 - خرنګه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوی دي، نو: $P = \frac{f}{A} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = f \times \frac{A}{a}$ وروستي رابطه رابنېي چې د اویو شکنجه، د قوي مضاعف کوونکې آله ده چې میخانیکي خیالي ګټه پې له $\frac{A}{a}$ 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.



فعالیت: د یو آب بازک (کوچنۍ بوتل) حیرانونکي حرکت د اویو په لوښی کړي.

اړین توګي: استوانه بې ورکوچې بوتل له 8 تر 10 سانتې متنه اوږد، نښنه بې اوږد مرتبان او د رې ارجاعي پرده (دقیچې شوې پوکانې یوه برخه)، اویه او یوه دانه تسله.

ګډنځلاره:

1 - مرتبان له اویو بنه ډک کړئ.

2 - په ورکوچې بوتل کې ترهغې بورې اویه واچوئ، ترڅو د اویو په سطحه کې پاتې شي او په مرتبان کې په غوړه 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 خل بې 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 انتقاليري او ددي لامل گرخې.
چې د اویو یوه ډېره اندازه د آب بازک په منځ کې ورننه وختي. صعودي قوه پکې کمپري او ددي لامل
گرخې چې د آب بازک بوتل پکې لمبا وکړي. د فشار په دویم خلې کمپدو سره بوتل خپله صعودي قوه
بیامومي او پورتنی سطحې ته پورته خې.

مثال

په یوه اویو شکنجه کې که چیرې کوچنۍ پستون 5cm قطر او لوی پستون 40cm قطر ولري، په
کوچنۍ پستون باید کومه وزنه کېردو، ترڅو هغه موټر چې $N = 2 \times 10^4$ وزن لري، د لوی پستون له پاسه
په توازن کې وساتي؟

$$d = 5\text{cm} \Rightarrow r = \frac{d}{2} = 2.5\text{cm} = 0.025\text{m}$$

$$a = \pi r^2 = \pi \times (0.025)^2 = 0.000625\pi$$

$$D = 40\text{cm} \Rightarrow R = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$$

$$A = \pi R^2 = \pi \times (0.2)^2 = 0.04\pi$$

$$F = 2 \times 10^4 \text{N}$$

$$F = 2 \times 10^4 \text{N}$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow f = F \times \frac{a}{A}$$

$$f = 2 \times 10^4 \times \frac{0.025 \times 0.025}{0.2 \times 0.2} \Rightarrow f = 312.5\text{N}$$

آیا کولای شی یوه د اویو شکنجه دیزاین کړئ؟



اضافي فعالیت: هایدرولیکی ماشین

اپین توکی: وروکی سرنج، لوی سرنج، نری سرنج، نری ریپری نل او یوه مایع (اویه، تبل یا.....)

کړنلاره:

1 - د دیاګرام د شکل په خېر دواړه سرنجونه یو له بله سره وصل کړئ.

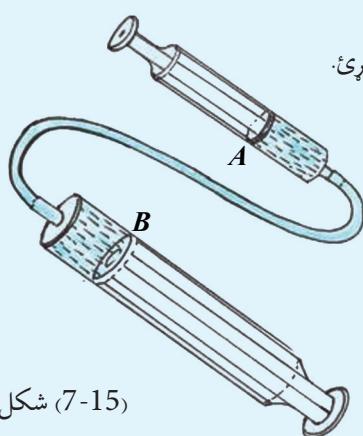
2 - سرنجونه له مایع خخه ډک کړئ.

3 - د A کوچنۍ 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

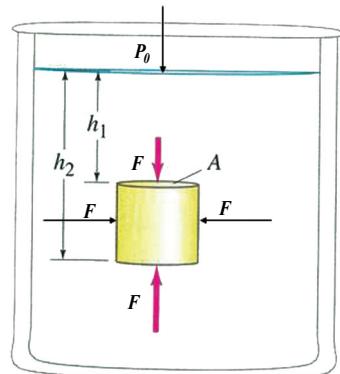
$$\frac{\text{د پستون قوه}}{\text{د مساحت A}} = \frac{\text{د پستون قوه}}{\text{د مساحت B}}$$

$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

او یا

۷-۶: د ارشمیدس قانون (Archimedes Law)

ولې اجسام په اویو کې سپک او کم وزنه کېرى؟ 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 ډوبېرى. 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 شوې 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 مخې یې:

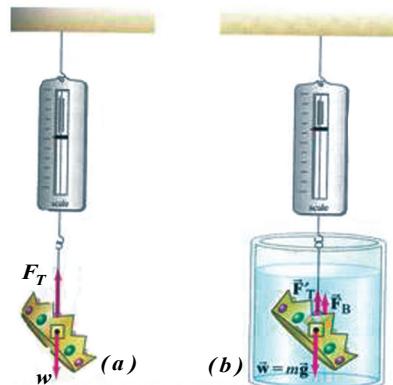
$$V = A(h_2 - h_1) \quad \text{د جسم حجم}$$

$$F_B = \rho_f \times V \times g \quad \text{نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي:}$$

په وروستي رابطه کې ρ_f او V په ترتیب د سیال کثافت او د ډوب شوې جسم حجم دی. منتجه صعودي قوه (buoyant force) برابره ده، د جسم لخوا دې خایه شوې 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 دی 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 کېري چې د ارشميدس د صعودي قوي له امله يې وزن کمپېري، په دي حالت کې:

$$T = W - F_B$$

د جسم ظاهري وزن (W') عبارت دي له:

$$W' = W - F_B$$

نو: $F_B = W - W'$ د بي خايه شوي سيال وزن

دياګرام بنېي چې: واقعي وزن $= T = W$ = د فنر د رابنکلو قوه

ظاهري وزن $= T' = W - F_B$

کله یو جسم لامبو وهی او یا ډوبېري؟

ددې پونستنې د څوابولو لپاره راځئ 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؟

$$\text{حل: a} - \frac{V_f}{V} = \frac{\rho_0}{\rho_f} = \frac{920}{1025}$$

$$= 0.89 = 89\%$$

$$\text{b} - 100\% - 89\% = 11\%$$

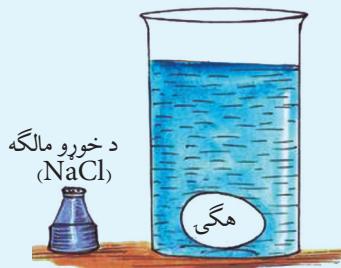
دارشمیدس د صعودي قوي پر کچې باندې د مایع د کثافت د اغېزې مشاهده کولو لپاره لاندې فعالیت ترسره کولای شي.



فعالیت: دیوی هگی لامبو

اپین توکی: (تازه هگی، یو سپنه 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 راشي او یو خه په اویو کې لامبو وکړي.

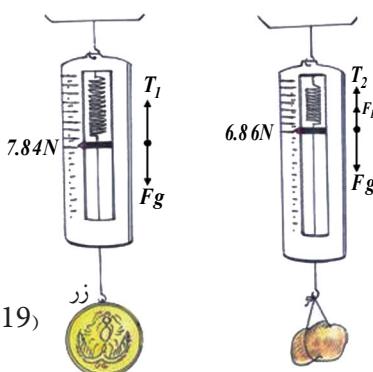
5 - د صعودي قوې په کچه په هر پراو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

پې له شکه پایلې ته به ورسپېرئ چې د مالګې په زیاتولو سره په تدریج د مالګینو اویو کثافت زیاتېری او صعودي قوه هم په تدریج سره زیاتېری، یعنې کولای شو ووایو: صعودي قوه د مایع له کثافت سره مستقیماً متناسبه ده.

مثال

يو سري 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 ته یا ګډ؟ تشریح یې کړئ.

حل:



7-19) شکل

1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

$$= F_g = 7.84N$$

$$= \text{ظاهری وزن} = 6.86N$$

$$\rho_w = 1.00 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3 = \text{داویو کثافت}$$

$$\rho_g = ? = \text{د سروزرو کثافت}$$

$$\therefore F_B = 7.84 - 6.86 = 0.98 \text{ N}$$

$$W = mg = 7.84 \text{ N} \quad - 2$$

$$F_B = V_0 \rho g$$

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 شوي جسم عمل کوي؟

$$F_{net} = 0 \quad : a$$

$$F_{net} = (\rho_{\text{ج}} - \rho) g V_{\text{سمه}} \quad : b$$

$$F_{net} = \rho_f g A (h_2 - h_1) \quad : c$$

$$F_{net} = (\rho_f + \rho) g V_0 \quad : d$$
- 3 - په خه ډول لامبووهونکي جسم د صعودي قوي لخوا اغېزمن کېري؟ بیان یې کړئ.
- 4 - په اویو کې د هر ډوب شوي 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؟

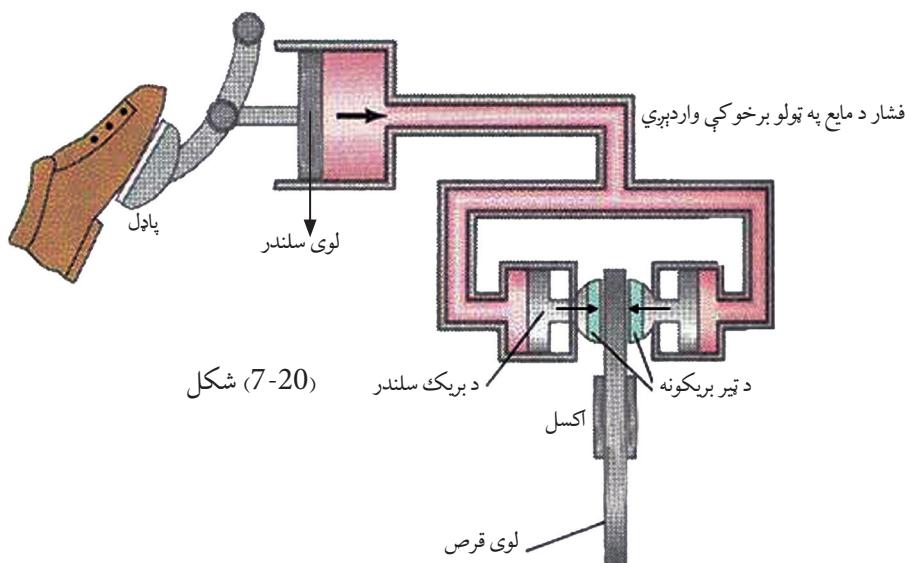
مواد	کثافت به
یخ	0.917×10^3
اوسيپنه	7.86×10^3
سره زر	19.3×10^3
سیماب	13.6×10^3

- a - د سروزرو یوه جامده ګوته
- b - د یخ یو مکعب
- c - د اوسيپنه یو پیچ
- d - اویه $5ml$

دایروی هایدرولیک بریکونه

د یوه موټر پر خلورو تایرونونو د قوو د مساوی 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 لە 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 لە سىمې خخە د تىپ فشار سىمې ته بھېرىي.
- 6 - پر يو محصور شوي سیال تطبيق شوي فشار د سیال په هرە نقطە او د لوېنى په جدارونو کې په مساوی توګە 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 لە املە منخته رائىي.
- 9 - د ارشميدس قاعده بىانوي چې ((پر يو جسم صعودي قوه مساوی ده، د نوموري جسم په واسطه د بې خايە شوي سیال له وزن سره)).
- 10 - په يو لامبووهونكىي جسم د صعودي قوي کچە مساوی ده د جسم لە 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 لە وزن سره مساوی دى.

داووم خپرکي پونستي

1 - لاندي مفاهيم او کلمې په خيله ژيهتعريف 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 فلز وزن په هوا کې $50N$ ، په اويو کې $36N$ او په ناخرګنده مایع کې $41N$ دي. د فلز او ناخرګندې مایع کثافتونه پيداکړئ؟

6 - ډېري کښتی له پلاستينک او نورو تركيبي موادو خخه جورپې شوې دي چې کثافت یې د اويو له کثافت خخه زيات دي، خرنګه دا کښتی کولاي شي په اويو کې لامبوروهي؟

7 - يو رېي تش 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.

$$\text{په ياد ولري چې: } \rho_{air} = 1.29 \text{ Kg/m}^3 \text{ او } g = 9.8 m/s^2 \text{ ده.}$$

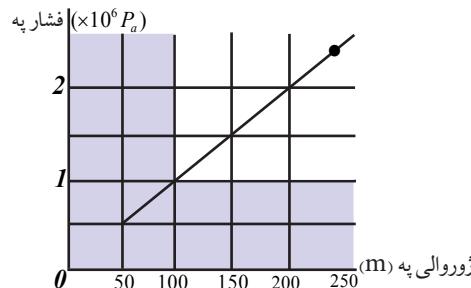
8 - 250m لوروالۍ ته د اويو د پمپ کولو لپاره د تعمير په ډېره لوره نقطه کې کوم داخلي فشار (P_G) ته اړتیا ده، ترڅو اویه د تعمير له قاعدي خخه نومورپې ارتفاع ته ورسوي؟ د اويو کثافت $10^3 kg/m^2$ او $g = 9.8 m/s^2$ ده.

9 - يو ساده يو (U) ډوله بنېښه يې ټیوب د سیمابو لرونکی دی، د ټیوب بني ارخ ستون ته يو خه اویه واچوئ، تر خود ستون ارتفاع $0,68m$ ته ورسپري، سیماب به په کينه خواستون 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 جوره وي. ولې؟ تshireج يې کړئ.

11 - لاندې ګراف د اویو فشار چې د يو ساینس پوه لخوا د بحر په بیلايلو ژوروالو کې اندازه شوي 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 پرنسټ له لاندې فشارونو خخه به کوم يو تر بحر لاندې د اویو په $250m$ ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر بنه تخمين وي؟

$$2.6 \times 10^6 P_a \quad (b) \quad 1.7 \times 10^6 P_a \quad (a)$$

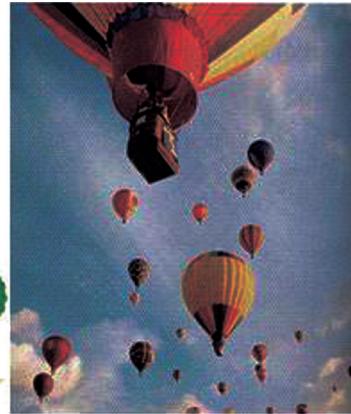
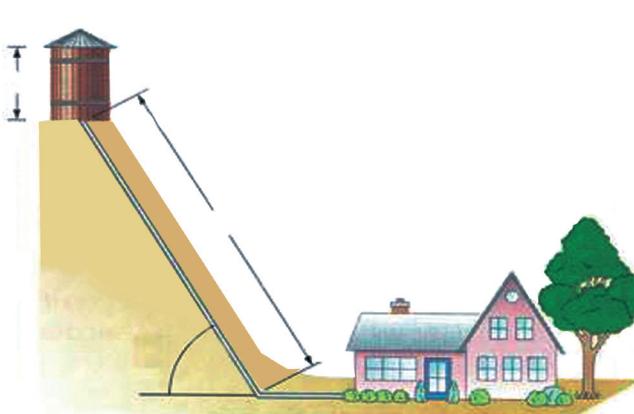
$$5.0 \times 10^6 P_a \quad (d) \quad 2.2 \times 10^6 P_a \quad (c)$$

12 - دوہ استوانه يې 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 کار ترسره شي، تر خود دواړو سلنډرونو سطحې په تعادل کې راولي، 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:

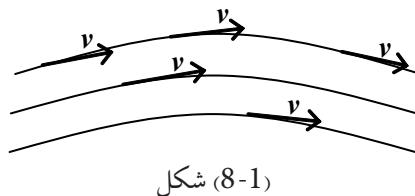


پوهیرئ چې سیال د موادو هغه حالت ته وایي چې د مایع او گاز په حالت کې وي، سیال د مایعاتو او گازاتو شریک نوم دي. د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتیاوې او هم د ځانګړتیا توپیرونه شته دي. مایعات که د سکون په حالت کې وي او یا د حرکت په حال کې متراکم کېږي نه، یعنې د مایع جسم د فشار له امله بدلون نه کوي. بر عکس د یوی 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 اغېزه تر هغه حله کمه ده چې کولای شو ترى 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 تیټه 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 تېربېږي 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 خپلوکې 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 عکسونوکې 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 عکسونوکې 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 نزدې واقع کېږي او که چېږي قطر لوی شي، د خطونو ترمنځ واتېن زباتپېري.

په ډېرو جريانونوکې د جريان د خطونو تصویر په مختلفو وختونوکې یو شان پاتې کېږي. داسې چې د مایع هره ذره، د فضا یوه مطلوبه نقطه په عین سرعت سره عبور کوي. په دې جريانونوکې 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 جريانونوکې 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 یې ثابت دی. له یو نله خخه چې (A_2, A_1 او....) د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، تېر شي د جريان سرعت (V_1, V_2 او....) بدلون کوي لکه خنګه چې د (A.V) کمیت حاصل ضرب د جريان په هره مقطع کې ثابته پاتې کېږي یعنې:

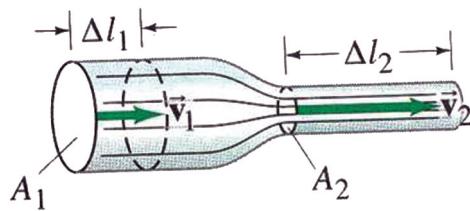
$$A \cdot V = \text{Cost} \quad \text{او} \quad A_1 V_1 = A_2 V_2 \dots$$

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 یې تیر شو.



8-2) شکل

3-8: د بربولی معادله

د یوې مایع جریان د سرعت اړیکې موله فشار او مقطع سره د تسلسل (پیوستګي) او متماديت په قضیه کې ولیدلې، اوس د رابطه د بربولی په قانون کې مطالعه کوو.

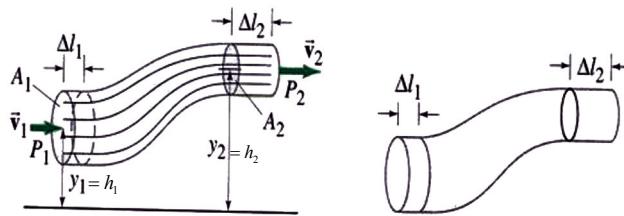
په یو سیال کې چې له اصطکاک خخه په کې صرف نظر شوي وي، د انرژي د تحفظ له قانون خخه په گټې اخپستلو سره کولای شو د هغۇ كمیتونو ترمنځ چې د سیال جریان مشخص کوي، بنسټېزه رابطه لاس ته راپرو. ددې مطلب د لا توپسيع کولو لپاره یوه خیالي مایع په نظر کې نيسو. چې په ثابت او یو ډول په یو نل کې جریان لري. په دې مایع کې د یو جریان یوه لوله چې کوچنی مقطع لري، مطالعه کوو.

د 8-4) شکل ته پام وکړي. هغه حجمونه چې مایع په کې جریان لري، له یوې خوا د جریان د لولې د دیوالونو او له بلې خوا د A_1 او A_2 مقطوعو لخوا چې د جریان په خطونو عمود دي، محدود شوي دي. ددې نل په تولو برخو کې چې مایع یې له منځ خخه تېږدې، فشار شتون لري. د بېلګې په توګه: د A_1 په موقعیت کې د P_1 فشار او د A_2 په موقعیت کې د P_2 فشار عمل کوي. که د هغې مایع د جریان له کبله چې له شاخه راخېي د A_1 مقطع د A_1 مقطع د A_2 مقطع د A_2 مقطع د A_1 د یو وړل شي، هغه کار چې ددې موخي لپاره اړین دې 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 $V = A_1 v_1 t$ دې، نو کولای شو ولیکو: (1)



8-4) شکل (a) (b)

که چېږي د یوې مایع کچه چې د A_1 او A_2 په مقطوعو کې جریان لري، په پام کې ونيسو، د (W) کار د نسبې یا جزېي کارونو د رامنځ ته کیدو 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 قیمت لري چې د A_1 او A'_1 د مقطوعو ترمنځ یې درلود او د اړتیا وړ کار عبارت له W_1 خخه دي:

$$W_1 = F_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = P_2 \cdot A_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot V \dots \dots (2)$$

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. نو هغه کار چې ددي موخي لپاره اپن دی، عبارت له W_2 خخه دی:

$$W_2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$

$$W_2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1) \quad \dots\dots(3)$$

3 - هغه اندازه مایع چې په لاندیني سطحه کې ده، د v_1 سرعت لري او حرکي انرژي بې عبارت دی له:

$$E_{K1} = mv_1^2 / 2$$

خرنګه چې دا اندازه مایع په لاندیني سطحه کې زېښل (فسرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتنۍ حجم کې د v_2 له سرعت او $E_{K2} = mv_2^2 / 2$ حرکي انرژي سره نفوذکوي. د حرکي انرژي د کچې د زیاتولو لپاره د اړتیا وړ کار عبارت دی له: (4)

$$W_3 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \dots\dots(4)$$

که چېږي د انرژي له هغې کچې خخه چې د نل د جدار او مایع د ذروه ترمنځ د اصطکاک دې اغېزې کولو لپاره د نل په اوردوکې اپنې ده صرف نظروشې، د برنولي قانون $W = W_1 + W_2 + W_3$ له رابطې خخه په دې ډول په لاس راخي:

$$PV = (p_2V) + (V\rho g h_2 - V\rho g h_1) + (1/2mV_2^2 - 1/2mV_1^2)$$

که چېږي د $m = V\rho$ پرخای تعویض شي او توله معادله په V سره اختصار شي لرو چې:

$$p_1 = p_2 + \rho g h_2 - \rho g h_1 + 1/2 \rho V_2^2 - 1/2 \rho V_1^2$$

مور کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او آسانه کړو، د برنولي قانون د جريان په هکله په دې ډول لاسته راورو:

$$P_1 + \rho gh_1 + 1/2 \rho V_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + 1/2 \rho V_2^2$$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یوې نل په منځ کې جريان لري صدقکوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په آزاده توګه او یا هم د یوې مایع د ذروه 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 تطبیق ورتیا لري.

که چېږي په یو جريان کې د h_1 او h_2 ارتفاع سره مساوي او یا یو له بله خخه دېر کم توپیر ولري، د ρgh_1 او ρgh_2 اجزاء په معادله کې یو اوبل افناکوي 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 چې فشار په هغه نقطوکې کم دی چېرته چې سرعت ډپروي. A_1 او A_2 مقطع گانې په کيفي ډول انتخاب شوي دي او ويلاي شو، د لولي په هره مقطع کې د $(\rho v^2/2 + \rho gh + p)$ د جريان افاده د عين قيمت لرونکې ده.

ددي لپاره چې په پورته معادله کې ډپر دقت رامنځ ته شي، د A عرضاني مقطع صفر ته تقرب ورکوو چې په دي صورت کې د جريان لوله د جريان يو خط ته تقرب کوي او د P او V او h کميتوهه چې د معادلي دواړو خواوو ته شتون لري، کيداۍ شي داسي تلقي شي چې د جريان همدا عين خط له دوو کيفي نقطو سره تعلق لري، په پايله کې بنسي چې د جريان دهر خط په اوږدو کې په يوه خيالي مایع کې دغه شرط صدق کوي. $\rho v^2/2 + \rho gh + p = ct$

مور دغه معادله د يوې خيالي مایع لپاره لاس ته راوړه چې د حقيقې مایعاتو لپاره چې داخلې اصطکاک ېچې ډپر زيات نه دي هم د تطبيق قابلیت لري.

فشار د اوړو د بندل په قاعده کې

يو بل حالت چې مور د سیال جريان د سرعت اړیکې له فشار او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوو، د اوړو بند دي.

فرض کوو چې د يوې مایع په وړاندې چې په افقې ډول جريان لري، يو بند جوړ شي. په هغه صورت کې طبیعي ده چې د هغه زيات فشار له کبله چې د بند په کاسه کې منځ ته راخېي. مایع د سکون حالت ته ورګرځي. دغه د ډپر فشار تولیدي دل د فشار په نامه يادېږي او په P بنوول کېږي چې عبارت دي له: $p_2 - p_1 = p_s$ دا فشار هغه مهال کولای شو محاسبه کړو چې د بربولی په معادله کې $v_2 = 0$ سره تعویض شي. په هغه صورت کې به ولو چې: $p_s = p_2 - p_1 = 1/2 \rho v_1^2$

د $(1/2 \rho v^2)$ د بند د فشار قيمت ورکوي چې کولای شو هغه په يوه نقطه کې چې د V سرعت لري، د جريان په ودرولو سره لاس ته راوړو. دا فشار د بند په ټولونورو نقطوکې د بند د فشار مشخص کونکي ده، نو ددي له مخې په افقې جريان کې کولای شو د بربولی قانون داسي بیان کړو:

د یو افقې جريان په ټول بهير کې د P د فشار مجموعه او د $(1/2 \rho v^2)$ بند فشار ثابت دي.

د بند د فشار د مفهوم په درک کولو سره، او س کولای شو چې په عددې توګه حساب کړو چې په متحرکو ګازونو کې د فشار توپیرونه ترکومه حده پورته خي.

مثال

د هواکثافت له $\rho = 0,125 \text{ kg/m}^3$ او په لوړو سرعتونو کې $v = 40 \text{ m/sec}$

$$P_s = 1/2 \rho v^2 = 1/2 \cdot 0,125 \text{ kg/m}^3 \cdot 1600 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 100 \text{ kgm/s}^2 / \text{m}^2 = 100 \text{ N/m}^2$$

$$= 100 P_a = 0.001 \text{ bar}$$

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 قطري دنل (آخری سوری) ترڅولې پوري $d_2 = 5\text{mm}$ ورو ورو تنگېږي. کله چې اویه دې وصل شوي ټوبې ته ورسېږي. فشار يې د شاوخوا چاپېر په وراندي $1,8\text{bar}$ 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).

$$v_2 A_2 = v_1 A_1$$

$$v_1 = \frac{v_2 A_2}{A_1} = v_2 \left(\frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} \right)$$

$$v_1 = v_2 \left[\frac{d_2/2}{d_1/2} \right]^2 = v_2 \left(\frac{d_2}{2} \cdot \frac{2}{d_1} \right)^2$$

حل: د برنولي او متماديت قانون پرینسيپ چې د پېپ د
پيل او پاي په نقطو (جت باندي) تطبق کېږي، لرو چې:
 $p_1 + 1/2 \rho v_1^2 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2$
 $\Rightarrow 1/2 \rho (v_2^2 - v_1^2) = p_1 - p_2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2/\rho (p_1 - p_2)$
 له بله پلوه د متماديت له معادلي خخه لرو:

$$v_1 = v_2 \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

$$V_1^2 = V_2^2 (d_2/d_1)^4$$

د دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې:
 که چېږي d_1^2 قيمت چې پورته مو په لاس راوې دی، په وروستي معادله کې په پرڅای وضع کړو،
 لرو چې:

$$V_2^2 [1 - (d_2/d_1)^4] = 2/\rho (p_1 - p_2)$$

$$d_2/d_1 = 5\text{mm}/12,7\text{mm} = 0,394 \quad , \quad 2/\rho = 2\text{m}^3/1000\text{kg} = 0,002\text{m}^3/\text{kg}$$

$$p_1 - p_2 = 1,8\text{bar} = 1,8 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$$

په پورتنيو معادلو کې دې قيمتنو 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:

$$X = v_2 \cdot t \quad y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 = -1\text{m} \Rightarrow t^2 = 2/s \Rightarrow t = \sqrt{2/g}$$

$$t = \sqrt{2m/9,81m/s^2} = 0,45s \Rightarrow x = 19,205m/s \times 0,45s = 8,64m$$



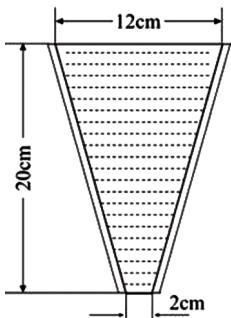
پونتني

1. د فشار توپير پيداکړي، په هغه صورت کې چې د یو نل د دوو سرونو ترمنځ د نل د مقطع مساحت له 15cm^2 خخه 5cm ته تقىص کړي شي او په هره ثانیه کې $1,8\text{liter}$ بىزىن له $0,7\text{kg}/\text{dm}^3$ کثافت سره تېر شي.

2. د یو قيف چولي لوشي قطر له 20cm ارتفاع سره، له پورتني $d_1 = 12\text{cm}$ د یو خخه کښتني قيمت $d_2 = 2\text{cm}$ ته کمېږي، په کومه کچه د فشار توپير د پورتنيو او بشکتنيو مقطوعو ترمنځ رامنځ ته کمېږي؟ که چېږي:

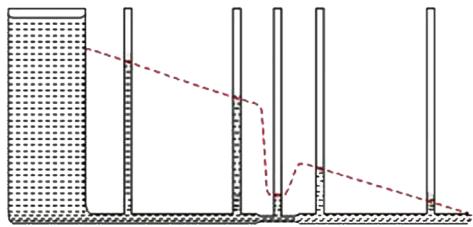
a. لوښي په بشپړ ډول له ساکنو او بيو خخه ډک وي.

b. په هره ثانیه کې 0.3 لیتره او بيو له لوښي خخه تېري شي.



4-8: د برنولي د قانون تطبيقات

په اوسيني لوست کې د برنولي د قانون د کارونې خو مورده مطالعه کوو چې لوړنۍ بې د خېښللو (چوشش) د اغېز منځ ته راتلل دي.



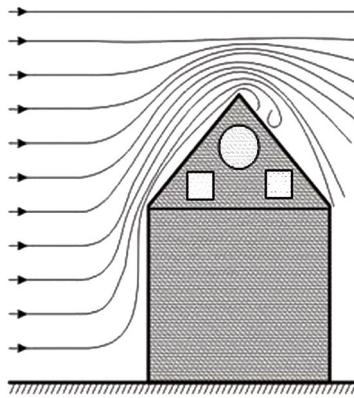
(8-5) شکل

له وروستي افادي 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 لرونکي دي او بر عکس د تېټه فشار په شتون سره د جريان سرعت لور قيمت لري. د متماديت د قانون پرېنسټ د جريان سرعت په تنګو موقعیتونو کې ډېر دي.

په دې موقعیتونو کې بر عکس، 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 تنګ محل يا معبئ لرونکي 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 بشودونکې 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 ویلاي شو چې په نومورو موقعیتونو کې فشار تېټه ده. دا واقعیت هغه سوال ته چې ولې په خینو مایعاتو کې د خېښللو (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 پرمھال نه یوازي د تعمیرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته غورڅول کېږي.

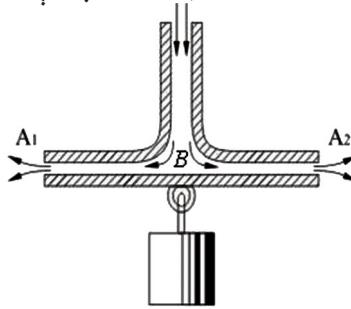


8-6) شکل

مثال

د خیښلوا(چوشش) اغېز د یو بل اثر په ارياهه 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 تنگی فضا خخه چې د دوو پلیټونو چې یو د بل پرمخ اینسي دی، 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 تنگه 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 دی. 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 کولاي شو د مایعاتو او متحرکو ګازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. د دې مقصد 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.

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

همدارنګه د معادله د متمادیت له مخې لرو چې: که چیرې د (A_1/A_2) سطحونسبت په q وبنیو، لرو چې: او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعویضولو سره لاندې معادله لاس ته راخي:

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ (v_1 A_1 / A_2)^2 - v_1^2 \right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ (v_1^2 q^2) - v_1^2 \right\}$$

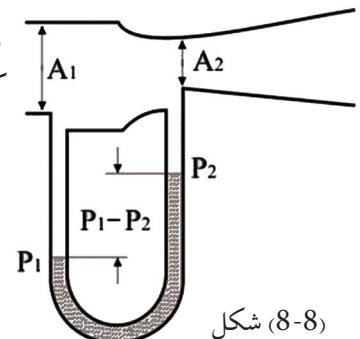
$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ v_1^2 (q^2 - 1) \right\}$$

$$= \frac{\rho v_1^2}{2} (q^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}}$$

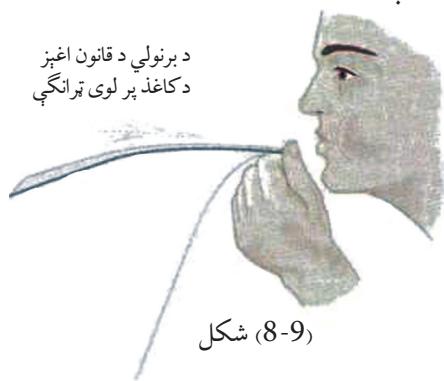
د v_1 له دې قيمت سره همدا راز کولاي شو د جريان حجم (V) او یا په یوه ثانیه کې تېره شوې مایع په لاندې توګه محاسبه کړو: $V = A_1 \cdot v_1$ (بې یوه ثانیه کې د هغې مایع حجم چې د A_1 له مقطع خخه v_1 په سرعت تېږدې).



شکل ٨-٨

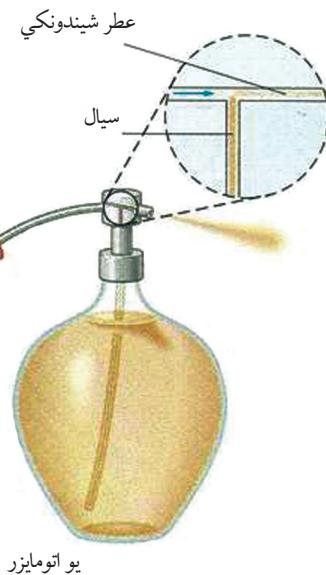
اتومایزر (عطر شیندونکی)

په تېرو 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 خڅه د کاغذ پر یوې ترانګې (ریښې) باندې پوکول دي. که چیرې تاسو کاغذ د (8-9) شکل په خېر کلک ونیسی او ییاې په پورتنی سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لوړنې خپیدلی حالت خڅه مخ په پورته کېږي چې دلیل پې د هوا د سرعت له توپیر خڅه 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.



دې ته ورته اغېزې په یو اتمایزر (عطر شیندونکی) 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 خڅه 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 خڅه 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 خڅه د باندې ډیکه یا وغورڅول شي او د هوا له بهير سره د یوه نري شاور په شان بهر ته شيندل کېږي.



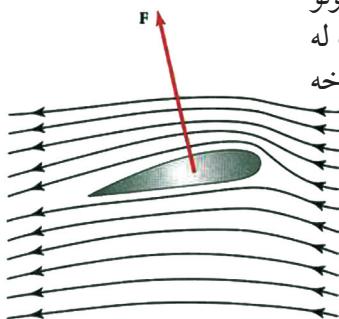
8-10) شکل

٨-٦: د الوتکي وزرونو او محركه او چتونونکي قوه (Dynamic Lift)

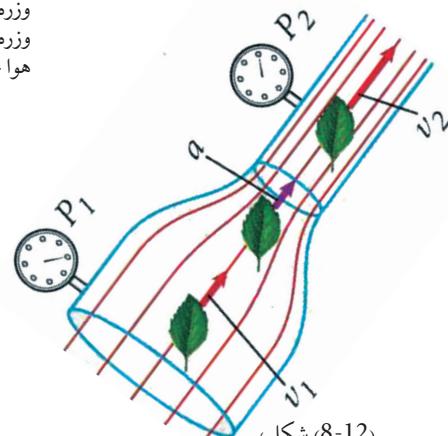
د الوتکي په وزرونو کې يوه او چتونونکي قوه عمل کوي چې ددي سبب گرځي چې هغه په هوا کې او چتني وساتي او دا هغه مهال واقع کېږي چې الوتکه د هوا په پرتله په کافې توګه په لور سرعت حرکت وکړي، لکه شنګه چې په (8-11) شکل کې د هوا د بهير يو قوي بهير بنودل شوي چې د الوتکي له وزره سره لګېږي او د هغې لخوا په شدت سره 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 پورتنى سطحې ګولوالى 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 پورتنى 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

يو بل ته په نژدي کيدو سره کمېږي، نو ددي له مخې د متمناديت له ($A_1V_1 = A_2V_2$) معادلې خڅه د هوا سرعت د وزره په پورتنى برخه کې چې هله د سیلان خطونه يو 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.



(8-12) شکل،
د سیلان جريان به هغه نل کې چې
متفاوت قطرونه لري

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 پورتنى برخه کې د هغه له لاندېني برخې خڅه ډېر دي، نو ددي له مخې فشاریه پورتنى لوره برخه کې د هغې تر بنسکتني برخې لې دی (د بربولي قانون).

د پورته دليل 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 پورتنى برخې د هوا سرعت حتى د وزره د لاندېني برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کيدای شي. (د هوا او وزرونو ترمنځ اصطکاک، شاته د رابنکلو قوه تولید وي چې د الوتکي د انجنونو قوه باید پرې غالبه شي).

يو هوار وزر او يا يو وزر له متناظري مقطع سره تر هعې پوري چې مخکنى برخه يې پورته لورته انحنا لري، (دانحنا صعودي زاوي لرونکي دی). د پورته کيدو خپل عمل ته دوا ورکوي. د 11-8 شکل حتى هغه مهال چې د صعودي انحنا زاویه له صفر سره مساوی هم وي وزر ياهم د پورته کيدو په حالت کې بنېي، خکه چې گول شوي پورتني برخه، هوا پورته خوا ته تیله کوي مسیر ته يې انحنا ورکوي او د سیلان خطونو يو له بل سره د تراکم سبب گرخې. که چيرې د انحنا صعودي زاويه کافي حد ته ورسیبری چې و کولای شي د سیلان خطونه په پورته لورو راکابري يا تر فشار لاندې ونسیسي، ترڅو يو بل ته بنه نژدي شي، په هغه صورت کې الوتكه سر کوندې (خرخي) وهي (په وزرو را خرخي). که چيرې د انحنا صعودي زاويه د 15 درجو په شاوخوا کې وي، د خرڅدو تپیان (Turbulence) واقع کېږي. لکه خنګه چې په 11-8 شکل کې دېر راستکل دشا په لور او د وزره لېر صعود رامنځته شوي، ددي سبب کېږي چې وزر له حرکت خخه ولوپري او الوتكه سقوط وکړي. په بل تحلیل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقی 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 خرخيږي او په وزره کې د صعودي قوي د تولید سبب کېږي، (دانیون دریم قانون).

7-8: لزوجیت

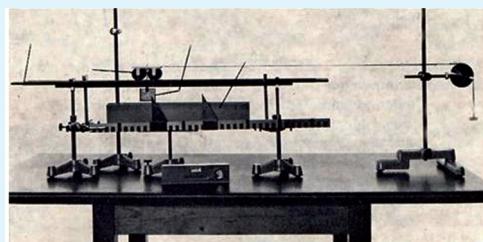
د لزوجیت مفهوم د داخلی اصطکاک قوي (پیدایست او محاسبه):

مورد په تېرو درسونو کې وویل چې خیالي (ایدیال) مایع هعې مایع ته وايي چې د تراکم ورتیا او اصطکاک ونه لري. همدارنګه زیانه موکړه چې خیالي مایع په حقیقت کې شتون نه لري، خکه چې قول سیالونه د گازاتو اويا مایعاتو په ګلدون چې ریښتینی شتون لري، د اصطکاک لرونکي دی او هم تریوه حده د تراکم ورتیا لري، یعنې په حقیقت کې خیالي 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 لزوجیت (نبنتل) خخه دي. هره حقیقي مایع او گاز یو خه داخلی لزوجیت 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 کیدا شی تر مطالعې لاندې ونیول شي.



8-13) شکل

په شکل کې لیدل کېږي چې یوه تجربوی عراده گې چې یو پليت ورسه تړل شوي دي، په نظر کې نيسو.

دغه عراده گې د ډیو وزن پرمت د اوسبېنې پر یو خط رابنکل کېږي. د اوسبېنې ددې خط لاندې یو کم عرضه لوښې (ټپ) چې له تېلو سره کړ شوي اینښودل شوي دي. دغه پر تېلو ککړ لوښې تر یوه حده پورته خواته رابنکل کېږي چې پليت یو خه او یا په بشپړ دوں په کې دوښې.

د ټپ جوړښت داسې دی چې یوه نيمایي 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 برحې ته رسپېږي.

بورتني تجربه هغه تیوري تاییدوی چې له امله یې د داخلی اصطکاک د قوي اړیکې له لاندې کمیتونو سره خرګندېږي.

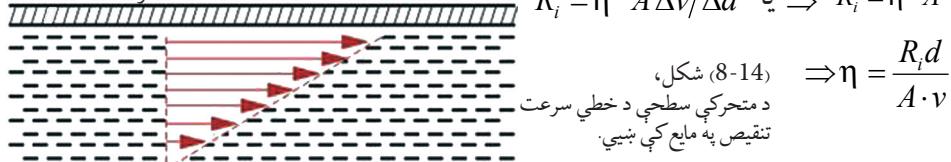
1 - د مایع د لزووجیت ضریب (η)

2 - له مایع سره د جسم د تماس سطحې لویوالی.

3 - د $\frac{\Delta v}{\Delta d}$ نسبت چې دغه نسبت د Δv سرعت د تناقص او Δd د ضخامت د کچې خخه لاس ته راخې. Δd د هغې سطحې ضخامت دی چې په یوه وخت حرکت کوي او د مایع د ډیو 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 دیفوژن (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 پایله کې د $\frac{v}{d}$ نسبت د $\frac{v}{d}$ له کسر سره تعویض کېږي او له دې خایه خخه کولای شود داخلی اصطکاک قوي فارمول په لاندې ډول ولیکو:

$$\text{متحرکه سطحه} \quad R_i = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta d} \Rightarrow R_i = \eta \cdot A \cdot v / d$$



$$\Rightarrow \eta = \frac{R_i d}{A \cdot v} \quad (8-14) \text{ شکل}$$

د متحرکه سطحې د خطې سرعت
تنقیص په مایع کې نښي.

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:

$$[n] = [R_i d / Av] = Nm/m^2 \cdot m/s = Ns/m^2 = kg \cdot m/s^2 \cdot s/m^2 = kg/ms$$

لاندي جدول د خينو جسمونو د لزوجيت ضرب د واحدونو د SI په سیستم د $\frac{kg}{m \cdot s}$ په واحد راسبي:

	گریس د تودوخي په کې 20°C	0.000017	هواد تودوخي په کې 20°C	0.00179	اویه د تودوخي په کې 0°C
0.25...0.02	گریس د تودوخي په کې 80°C	0.000018	هواد تودوخي په کې 0°C	0.00101	اویه د تودوخي په کې 20°C
100 تقريباً	قير د تودوخي په کې 20°C	0.0018	الکول د تودوخي په کې 0°C	0.00055	اویه د تودوخي په کې 50°C
		0.0012	الکول د تودوخي په کې 0°C	0.00029	اویه د تودوخي په کې 100°C
		1.50	گليسيرين د تودوخي په 20°C	0.00024	ایتر د تودوخي په کې 20°C

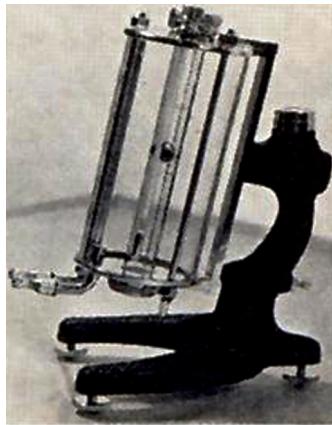
هغه فارمولونه چې د داخلی اصطکاک او بهرنی اصطکاک د محاسبې لپاره ترې گته اخپستل کېږي، په لاندي توګه یو له بل سره توپیر لري.

$$R_i = \eta \cdot A \cdot v/d = \text{داخلی اصطکاک او } R_o = \mu \cdot F_N = \text{خارجی اصطکاک}$$

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 خای 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 موادو لزوچیت په لاس راپوري چې د دېر لور لزوچیت لرونکي وي.

مثال

د ګریسو د لزوچیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې 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،

$$W = mg = \rho_1 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g, \quad F_b = \rho_2 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g, \quad R_i = 6 \cdot \pi \cdot r \eta v = 6 \cdot \pi \cdot r \eta h / t$$

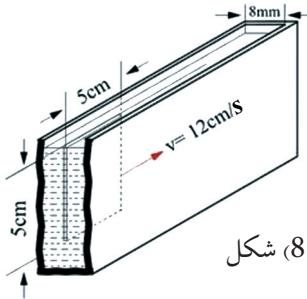
$$E_i = W - F_b$$

$$\eta = \frac{R_i \cdot t}{6\pi r \cdot h} = \frac{(W - F_b) \cdot t}{6\pi \cdot d / 2 \cdot h} = \frac{(\rho_1 \cdot \pi \cdot d / 2 \cdot h \cdot g - \rho_2 \cdot \pi \cdot d / 2 \cdot h \cdot g) \cdot t}{6\pi \cdot d / 2 \cdot h}$$

$$\eta = 7 \text{ g/cm s}$$



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 مربع 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 برېک کې له 20 cm^3 ګلیسرینو 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 موډه چې ددي عملې لپاره په کار ده، محاسبه کړئ.

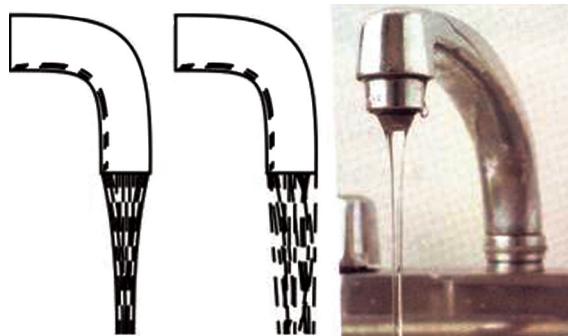
8-8: د طوفاني جريان سکارنده (پدیده)

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 تېږدې.

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 دې امله د فشار بدلون او د انرژي ضياع چې د سرعت له کموالي خخه را پيدا شوي، هم تر هغه حده کوچني دي چې د مایع هغه قشرونه چې یو دبل له څنګ خخه تېږدې، نه خيرې خيرې کېږي، بلکې یو دبل له اړخه په صاف ډول تېږدې او جريان ته لامينار (Laminar) وايي.



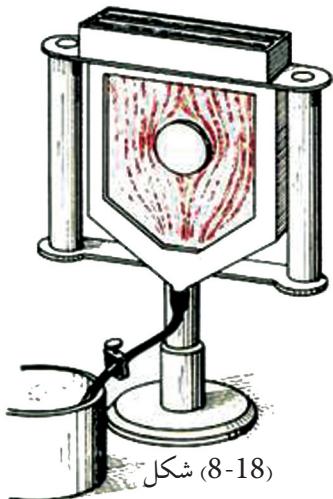
8-17) شکل، له چخکوري (شيردهن) خخه د لامينار او توريلنت بهيرونه

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.

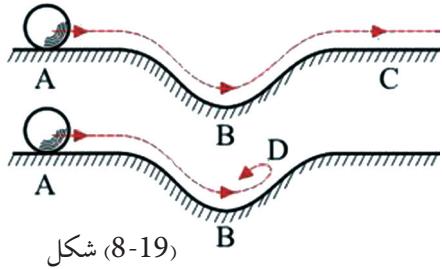
که چيرې د اويو شيردان لړ خلاص کړو، اویه په کراره او نرمي له شيردان خخه خارجېږي او که چيرې شيردان نور هم خلاص کړو، د اويو بهير یو ټاکلي سرعت ته ترسپدو وروسته په ناکراری پيل کوي او د اويو خرڅيدل تولید وي. په (8-18) شکل کې هم دا بنکارنده په ډپر بنه ډول په هغه آله کې چې د «جريان د لارو رګونو آکي» په نامه 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 بنبېنه یې پليټونو ترمنځ وي، له پورته لوري خخه له یو شمېر نريو 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 زنګو اختلال طبیاهم 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

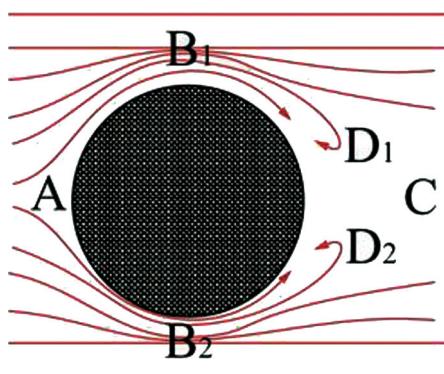


8-19) شکل

د گرداونو پیداينست کولای شو په آسانې له يوې ميختانيکي عملې سره په پرتله کولو د پوهېدو وړ وګرخو. که چېږې يوه کره د یو بلول په منځ کې د جريان په مسیر کې راشي، دغه کره درغېدو پر مهال خپله پوتانسيلي انرژي له لاسه ورکوي او ورسره يو خاي 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 انرژي د اصطکاك له امله ډېره ضایع شي، هغه حرکي انرژي 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 بدلنونه منځ ته راخي، خوکله چې د سرعت قيمت ډېروي،

داخلي اصطڪاڪ پورته ئي او په پاي کې داسې حالت منع ته راخي چې د مایع ذري د B_1 او B_2 په ساحوکې نور هغه حرکي کافي انرژي نه لري، تر خود لور فشار په وړاندې د C په ساحه کې حرکت ته دوام ورکري، خو سرعت يې کمپري او په پاي کې د D_1 او D_2 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 گرداد تشكيلوي. يعني هغه مایع چې مخکې يوه لامينار مایع وه، دادې په يوه توربولينت مایع تبدیله شوي ده. هغه گردادونه چې له دواړو خواو خخه په پرله پسې توګه منع ته راخي او د مانع شاته اصطلاحاً يوه گردادي لاره جوروسي.

د اتم خپرکي لنډیز



- 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 برنولي 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 برنولي د معادله بل شکل دي چې د یوې خیالی مایع لپاره لاس ته راغلي او د حقيقی مایعاتو لپاره چې داخلی اصطکاک یې ډپرنه دي، هم د تطبيق ورتیا لري.
- په افقی جریانونو کې کولای شو، د برنولي 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 ثابته ده.
- وینتوري ټیوب له یو نری 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 برنولي 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 او چته 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 $R_i = \eta \cdot A \cdot v / d$ دي. η د لزوجیت د ضربې 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 جوروی چې وايي نوره نومورپی 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 شئ 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 $\frac{1}{4} \frac{m}{s}$ 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 شيردان د سورې قطر 2 cm دی او په هره ثانیه کې په $2,5 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ کچه اویه تري 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 خپرخونې او ازموننې د پلان جورپولو
سازمان، د ایران د درسي کتابونو د چاپ او خپریدو شرکت، 1385 هـ . ش.

Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library