

# فزیک

## یوولسم ټولگی



د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ. ش.





## ملي سرود

دا عزت د هر افغان دی  
هر بچی یې قهرمان دی  
د بلوڅو د ازبکو  
د ترکمنو د تاجکو  
پامیریان، نورستانیان  
هم ایماق، هم پشه بان  
لکه لمر پر شنه آسمان  
لکه زره وي جاویدان  
وایو الله اکبر وایو الله اکبر

دا وطن افغانستان دی  
کور د سولې کور د تورې  
دا وطن د ټولو کور دی  
د پښتون او هزاره وو  
ورسره عرب، گوجر دي  
براهوي دي، قزلباش دي  
دا هېواد به تل ځلیري  
په سینه کې د آسیا به  
نوم د حق مودی رهبر

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



فزیک

Physics

یوولسم ټولگی

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ. ش.

## د کتاب ځانگړتیاوې

مضمون: فزیک

مؤلفین: د تعلیمي نصاب د فزیک د پارتمنت د درسي کتابونو مؤلفین

اېډیټ کوونکي: د پښتو ژبې د اېډیټ د پارتمنت غړي

ټولگی: یوولسم

د متن ژبه: پښتو

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

خپروونکي: د پوهنې وزارت د اړیکو او عامه پوهاوي ریاست

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هجري شمسي

برېښنالیک پته: curriculum@moe.gov.af

د درسي کتابونو د چاپ، وېش او پلورلو حق د افغانستان اسلامي جمهوریت د

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

سرغړوونکو سره قانوني چلند کېږي.

## د پوهنې د وزیر پیغام

اقرأ باسم ربك

د لوی او بښونکي خدای ﷻ شکر په ځای کولو، چې مور ته یې ژوند رابښلی، او د لوست او لیک له نعمت څخه یې برخمن کړي یو، او د الله تعالی پر وروستي پیغمبر محمد مصطفی ﷺ چې الهی لومړنی پیغام ورته (لوستل) و، درود وایو.

څرنګه چې ټولو ته ښکاره ده ۱۳۹۷ هجري لمريز کال د پوهنې د کال په نامه ونومول شو، له دې امله به د گران هېواد ښوونیز نظام، د ژورو بدلونونو شاهد وي. ښوونکی، زده کوونکی، کتاب، ښوونځی، اداره او د والدینو شوراګانې د هېواد د پوهنیز نظام شپږګوني بنسټیز عناصر بلل کېږي، چې د هېواد د ښوونې او روزنې په پراختیا او پرمختیا کې مهم رول لري. په داسې مهم وخت کې د افغانستان د پوهنې وزارت د مشرتابه مقام، د هېواد په ښوونیز نظام کې د ودې او پراختیا په لور بنسټیزو بدلونونو ته ژمن دی.

له همدې امله د ښوونیز نصاب اصلاح او پراختیا، د پوهنې وزارت له مهمو لومړیتوبونو څخه دي. همدارنګه په ښوونځیو، مدرسو او ټولو دولتي او خصوصي ښوونیزو تاسیساتو کې، د درسي کتابونو محتوا، کیفیت او توزیع ته پاملرنه د پوهنې وزارت د چارو په سر کې ځای لري. مور په دې باور یو، چې د باکیفیته درسي کتابونو له شتون پرته، د ښوونې او روزنې اساسي اهدافو ته رسېدلی نشو.

پورتنیو موخو ته د رسېدو او د اغېزناک ښوونیز نظام د رامنځته کولو لپاره، د راتلونکي نسل د روزونکو په توګه، د هېواد له ټولو زړه سواندو ښوونکو، استادانو او مسلکي مدیرانو څخه په درناوي هیله کوم، چې د هېواد بچیانو ته دې د درسي کتابونو په تدریس، او د محتوا په لېږدولو کې، هیڅ ډول هڅه او هاند ونه سپموي، او د یوه فعال او په دیني، ملي او انتقادي تفکر سمبال نسل په روزنه کې، زیار او کونښن وکړي. هره ورځ د ژمنې په نوي کولو او د مسؤلیت په درک سره. په دې نیت لوست پیل کړي، چې د نن ورځې گران زده کوونکي به سبا د یوه پرمختللي افغانستان معماران، او د ټولني متمدن او ګټور او سپدونکي وي.

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

په پای کې د ښوونې او روزنې له ټولو پوهانو او د ښوونیز نصاب له مسلکي همکارانو څخه، چې د دې کتاب په لیکلو او چمتو کولو کې یې نه سترې کېدونکې هلې ځلې کړې دي، مننه کوم، او د لوی خدای ﷻ له دربار څخه دوی ته په دې سپیڅلې او انسان جوړوونکې هڅې کې بریا غواړم. د معیاري او پرمختللي ښوونیز نظام او د داسې ودان افغانستان په هیله چې وګړي یې خپلواک، پوه او سوکاله وي.

د پوهنې وزیر

دکتور محمد میرویس بلخي

## لومړنۍ خبرې

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

په هر درسي کتاب کې درې بنسټیزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنیت) د مؤلفینو د پاملرنې وړګرځیدلي دي، سریره پر هغه د سرلیکونو حجم او د کتاب محتوا د دولت له ښوونیزې او روزنیزې کړنلارې سره سم د وخت او ښوونیز پلان په پام کې نیولو سره یې مفردات طرح شوي دي، د محتوا د عمومي معیارونو او منل شوې لیکنې پر بنسټ، د افغانستان د ثانوي دورې درسي کتابونه تنظیم او چاپ شوي دي، هڅه شوېده، چې موضوع گانې په ساده او روانه بڼه طرح شي، چې د فعالیتونو، بیلگو او پوښتنو په راوړلو سره د زده کوونکو لپاره اسانه وي. له درنو ښوونکو څخه هیله کېږي، چې د خپلې هغه پوهې او تجربو له مخې د نوښتګرو طرحو په وړاندې کولو سره، چې کولای شي، په ښوونه او روزنه کې د زده کوونکو لپاره ممد (مرستندوی) واقع شي، له مور سره مرسته وکړي.

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

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

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

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

د فزیک خانګه

# لړلیک



## مخونه

- ۱..... لومړۍ څپرکۍ: میخانیکي تعادل
- ۳..... قوه
- ۲..... قوه د وکتور په توګه
- ۶..... متلاقي (غیر موازي قوې)
- ۱۴..... د نقطه يي کتلې تعادل
- ۲۱..... د قوې مومنت (تورک)
- ۲۹..... موازي قوې
- ۳۴..... د قوې زوج
- ۳۶..... د تعادل عمومي شرطونه

## دویم څپرکۍ: یو بُعدي حرکت

- ۵۱..... حرکت د مستقیم خط په امتداد
- ۵۲..... د موقعیت او مکان بدلون
- ۵۴..... منځنی (متوسط) سرعت
- ۵۸..... د موقعیت - زمان گراف
- ۶۰..... تعجیل
- ۶۳..... یو نواخت یا یو ډوله (متشابه) حرکت
- ۶۶..... ازاد سقوط

## درېم څپرکۍ: دوه بُعدي حرکتونه

- ۷۵..... د مکان بدلون او منځني سرعت
- ۷۸..... منځنی تعجیل او لحظه يي تعجیل
- ۸۱..... غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه
- ۸۳..... مایل غورځول (ويشتل)
- ۸۷..... دایروي حرکت
- ۸۹..... دایروي یو ډوله حرکت
- ۹۳..... تعجیل په دایروي یو ډوله (متشابه) حرکت کې

# فهرست



## مخونه

- څلورم څپرکی:** د نیوټن د حرکت قوانین ..... ۱۰۰.....
- د نیوټن لومړی قانون..... ۱۷۱.....
- د نیوټن دویم قانون ..... ۱۰۲.....
- د نیوټن دریم قانون ..... ۱۰۳.....
- د نیوټن د قوانینو پلي کول ..... ۱۰۷.....
- د اصطکاک قوه ..... ۱۱۲.....
- د نیوټن د جاذبې قانون ..... ۱۱۶.....
- لفت ..... ۱۲۲.....
- د مصنوعي سپورمکیو د حرکت دایروي مدارونه ..... ۱۲۴.....
- پنځم څپرکی:** کار، میخانیکي انرژي او طاقت ..... ۱۳۰.....
- کار او حرکتي انرژي ..... ۱۳۴.....
- هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي ..... ۱۳۸.....
- تحفظي او غیر تحفظي قوې ..... ۱۴۰.....
- د میخانیکي انرژي ساتنه (تحفظ) ..... ۱۴۱.....
- توان (طاقت) ..... ۱۴۳.....
- شپږم څپرکی:** خطي مومنتم او امپولس ..... ۱۴۸.....
- مستقیم الخط حرکت او امپولس ..... ۱۴۹.....
- مومنتم ..... ۱۵۱.....
- قوه او مومنتم ..... ۱۵۶.....
- ضربه او د خطي مومنتم تحفظ ..... ۱۵۹.....
- ارتجاعی تصادم ..... ۱۶۲.....
- غیر ارتجاعی تصادم ..... ۱۶۴.....
- د ثقل مرکز ..... ۱۶۴.....



# فهرست



## مخونه

اووم خپرکی: د سیالونو نسبي سکون ..... ۱۷۰

سیالونه ..... ۱۷۱

د سیالونو فشار ..... ۱۷۱

د مایع د فشار اندازه کول ..... ۱۷۲

د اتموسفیر فشار ..... ۱۷۵

په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول ..... ۱۷۸

په سیالونو کې د فشار انتقال ..... ۱۸۰

د اوبو شکنجه ..... ۱۸۰

د ارشمیدس قانون ..... ۱۸۳

اتم خپرکی: متحرک ..... ۱۹۲

خیالي (ایلیال) سیالونه ..... ۱۹۲

د متمادیت معادله ..... ۱۹۵

د برنولي معادله ..... ۱۹۶

د برنولي د قانون تطبیقات ..... ۲۰۰

وینتوري ټیوب - د جریان د سرعت اندازه کول ..... ۲۰۲

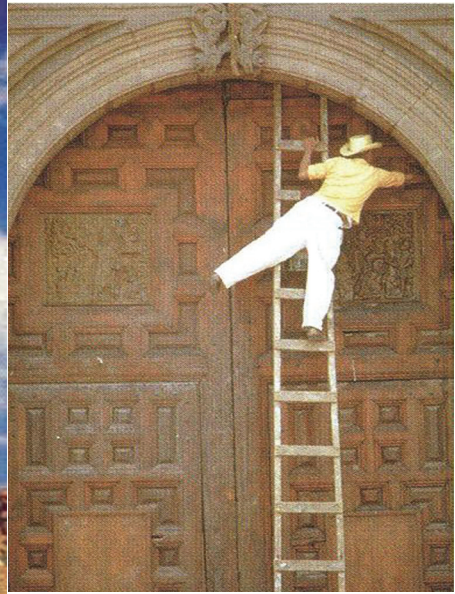
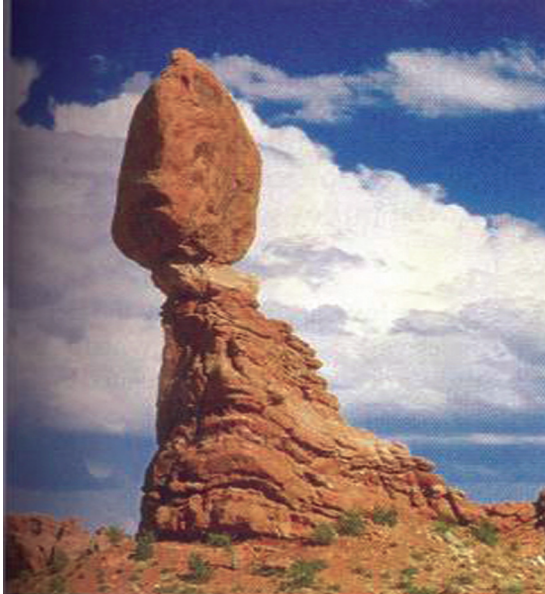
د الوتکې وزرونه او متحرکه اوچتونکې قوه ..... ۲۰۴

لزوجیت - د لزوجیت مفهوم ..... ۲۰۵

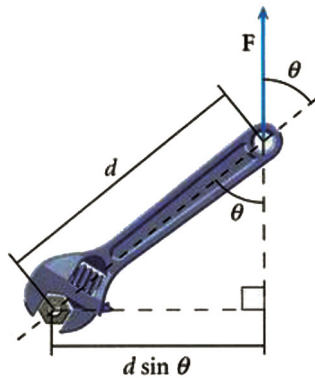
د طوفاني جریان بنکارنده (پدیده) ..... ۲۰۹

# لومړی څپرکی

## میخانیکي تعادل (اندول)



میخانیکي تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کیدونکې موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بیلابیلو ډگرونو کې د اړتیا وړ ماشین الاتو او تکنالوژۍ په پراختیا کې چې زموږ د ټولني په ورځني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالیږي یو مهم بنسټ جوړوي. ځینې مسایل، لکه: د قوومطالعه، په اجسامو باندې یې د اغیزو څرنګوالی، د رافعي او د ساختمانی وسایطو، لکه: تراکتورونو، بلدوزرونو، جرثیلونو او همدا رنگه د کرنې، صنایعو ځمکنی او هوایي ترانسپورت او د کانونو د استخراج په څېر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولو کې د قوو او د هغو د اړوندو پدیدو د اغیزو کارول د اټول پر هغو قواعدو بنا شوي چې میخانیک فزیک او له هغې جملې څخه د میخانیکي تعادل پر بنسټ تیوري گانې تر مطالعې لاندې نیسي. میخانیکي تعادل د انسانانو او حیواناتو په ژوندانه کې یو له خورا ژورو او طبیعي رمزونو څخه دی چې د ځمکې د کرې پرمخ یې هغوته د ثبات او ژوندي پاتې کېدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نیولې د بهرنيو او سیارو تر الوتلو او د ځمکې او بحرونو په ژورو کې نفوذ دا ټول د علم او تکنالوژۍ لاسته راوړنې دي چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره او غوره دی. ددې څپرکي محتویات د هغو محتویاتو په تړاو جوړ شوي چې تاسو په تېرو کلونو کې زده کړي دي. قوه چې د فزیک له پخوانیو درسونو څخه یو بحث دی، په دې څپرکي کې هم تکرارېږي، تر څو چې یو شمېر نورو بحثونو لکه قوې یا متقابلې اغیزې (عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلو بنسټ جوړ کړي. د قوو د څرگندیدو (منځته راتلو) مطالعه، که څه هم د متلاقي او یا موازي قوو په څېر ده، همدارنگه د قوو د تجزیه کېدو پوهه، د قوې د مومنت او یا د دوران مومنت او د زوج قوې په څېر د یو شمېر نورو مفاهیمو د پیژندلو او زده کولو لپاره لاره هواروي.



په شکل کې لیدل کېږي چې د رافعي د مټ لوري تل د تطبیق شوې قوې پر لوري عمود دی.

دې ته باید پام وکړو چې قوه د یو مهم شاخص په توګه ددې څپرکي په ټولو برخو کې کارول شوې. د دې څپرکي د مندرجو بحثونو د بڼې پوهې لپاره کوښښ شوی چې موضوعګانې د مثالونو او تمرینونو په راوړلو سره د شاګردانو د مناقشې او تفکر لپاره وړاندې شي.

هیله ده چې زده کوونکي ددې څپرکي په پای کې د ډله ییزو کارونو په ترسره کولو او د سوالونو او تمرینونو په حلولو سره، ددې بحث

فزيکي مفاهيم په خپلو ذهنونو کې لا ژور او تحکیم کړي او په پایله کې یې لاندې پوښتنو او ددې په څېړنورو پوښتنو ته ځواب ووايي:

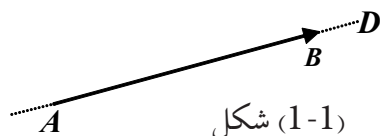
ولې قوه وکتور ده؟ څه شی د یوه جسم د حرکت د ګرځندې کېدو یا تعجیل سبب ګرځي؟ کله چې د یوه خټک (چکش) په مرسته پریو میخ قوه وارده شي، آیا میخ هم په خپل وار بېرته پر خټک قوه واردوي؟ څنګه او ولې؟، د یوه محور پر شاوخوا د یو جسم د دوران پېښه څه شی تمثیلوي؟ او ددې په څېړنورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه ځواب ورکړئ.

## 1-1: قوه

هغه قوه چې ټول یې پیژنو، د ځمکې د جاذبې قوه یا د جسم وزن دی. په ورځني ژوندانه او هم تخنیک کې له ګڼ شمېر قوو سره بلدتیا لرو. همدارنګه تاسو په تېرو کلونو کې په دې پوه شوی چې قوې د هغو د اغیزو له مخې کولای شو وپیژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي. د یو جسم د سرعت د زیاتیدو یا کمېدو سبب شي او یا د یو جسم د شکل او د حرکت د لوري د بدلون سبب شي. دا بدلونونه کله ناکله ډېر کم او واره وي چې یوازې په ډېرو دقیقو اندازه کولو سره تشخیص کېدای شي. د یو جسم سرعت او د هغه د حرکت لوری دوه داسې ځانګړتیاوې دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتیاوو څخه په ګټې اخیستنې سره قوه داسې تعریفوي: قوه هغه عامل دی چې د جسم د شکل او یا حالت د بدلون سبب ګرځي.

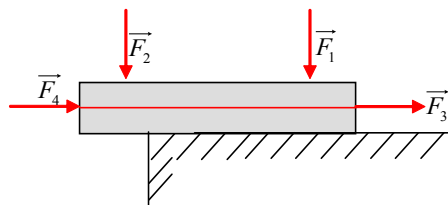
## قوه د وکتور په توګه

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



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

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



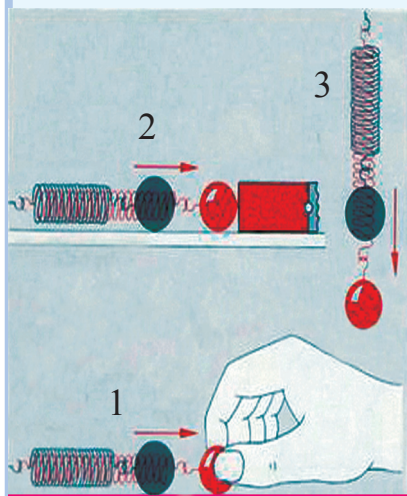
برعکس د  $F_3$  او  $F_4$  مساوي قوې چې د دوی د اغیزې کرښې په لور پر جسم عمل کوي، مساوي اغیزې پر جسم باندې وارده وي چې په پایله کې ویلای شو: که چېرې د یوې قوې د اغېز د نقطې موقعیت د هغې د اغېز پر کرښه بدلون وکړي، د قوې اغېز بدلون نه کوي.

## اوس د بیلابیلو قووو څو بیلګې تر څېړنې لاندې نیسو:

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

د اصطکاک قوه یو بل ډول قوه ده، کله چې دوه جسمونه سره په تماس کې شي او د متقابل حرکت په حالت کې راشي، ددوی ترمنځ د اصطکاک قوه منځته راځي. مور په کور، بښوونځي، بازار، د سپورت په ډگرونو او نورو ډېرو ځایونو کې په خپل ورځني ژوند کې پر جسمونو باندې د ډول ډول قوو لکه د مقناطیس قوې، برېښنايي قوې او نورو اغیزې وینو. ددې لپاره چې د قوې اغیزې په ښه او څرگند ډول ولیدلای شو او د قوې نورې بیلگې معرفي کړای شو، د لاندې فعالیتونو په تر سره کولو پیل کوو.

### فعالیت



شکل (1-3)

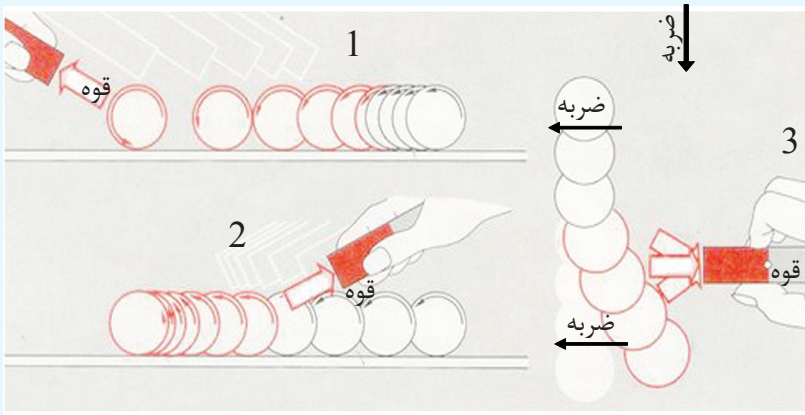
د (1-3) شکلونو ته نظر وکړئ. څه به پېښ شي، که چېرې فنر په لاس راوکاږو؟ (۱ حالت) او یا مقناطیس ورته نژدې کړو؟ (۲ حالت) دغه کار عملي کړئ او د خپلو کتنو پایلې په هره ډله کې وړاندې کړئ. دا ځل فنر په عمودي ډول له غونډاري (گلولې) سره یوځای د (۳ حالت) د شکل په څېر و څړوئ، څه بدلون به وگورئ؟ آیا بیا به هم فنر د غونډاري د وزن له امله وغځيږي؟ که چېرې تجربه مو په سمه توګه تر سره کړي وې، ویې گورئ چې مقناطیس او د غونډاري وزن هم د لاس د عضلو د قوې په څېر د فنر د شکل د بدلون لامل کېږي، نو پایلې ته رسېږو چې: قوه کولای شي د جسم د شکل د بدلون لامل وگرځي او یا برعکس د شکل هر ډول بدلون، د یوې قوې د اغېز معلول دی.

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



### فعالیت

هغو حالتونو ته چې په (1-4) شکلونو کې وړاندې شوي دي. پام وکړئ:  
 (1 حالت) پر یو واړه اوسپنیز غونډاړي چې د میز پر سر پروت دی، ضربه واردوو.  
 گلولې د واردې ضربې له امله د میز پر سر ورو رغړي. په عادي حالت کې گلولې په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطیسي میله د مخې لخوا گلولې ته ورژدې شي، څه پېښه به ولیدل شي؟ د گلولې د حرکت په سرعت کې څه بدلون لیدل کېږي؟



شکل (1-4)

همدې حالت ته ورته گلولې، یوه گلوله چې په ساکن حالت کې ده، کولای شي په حرکت راشي.  
 (2 حالت). د اوسپنې گلولې یوځل بیا د میز پرمخ د رغړیدو په بڼه خوشې کوو، خو دا ځل هغوی د (2حالت) که وینئ یې د مقناطیسي میلې په مرسته تعقیبوو یعنې د گلولې د حرکت په سرعت کې څه بدلون وینئ او ولې؟  
 په دریم حالت کې چې مقناطیسي میله له یوه لوري، رغړیدونکې د اوسپنیزې گلولې د حرکت مخالف لوري له خوا مقناطیسي میلې ته ورژدې کېږي، تا سو څه بدلون گورئ؟ هغه پایلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنیو پوښتنو د ځواب په توگه تر لاسه کړئ، د یو ډله ییز کار په ترڅ کې یې په خپلو کې مطرح کړئ

- دلاندې تمرینونو په تر سره کولو سره، په یوه جسم باندې د قوې د اغېزو د څرنګوالي په اړه د گروپ د غړو تر منځ بحث وکړئ او پایلې یې له نورو سره شریکې کړئ:
- a- ویل شوي چې قوه یو وکتوري کمیت دی، آیا کولای شئ د یو وکتوري کمیت ځانګړنې بیان کړئ؟
- b- ایا پرته له وکتوري کمیت څخه، بل کوم کمیت هم پېژنئ؟ که ځواب هو وي، هغه کمیت کوم کمیت دی؟ هغه کمیت او ځانګړنې یې معرفي کړئ.

- c- قوه يو جسم چې ساکن وي په حرکت راولي. کولای شی دا وینا په تجربه ثابتہ کړئ؟
- d- قوه په څه ډول د یوه متحرک جسم د دریدو سبب گرځي؟
- e- یو جسم په یوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، یوه قوه له کین لوري پرې اغیزه کوي، څه پېښیږي؟ د یوه شکل په واسطه یې وښیئ. له دې عمل څخه څه پایله ترلاسه کوی؟
- f- پر یوه جسم د یوې قوې د اغېز له امله، ممکنه ده چې د هغه جسم شکل بدلون وکړي. ایا په جسم باندې دا بدلون د یوه شکل په مرسته ښودلای شی؟

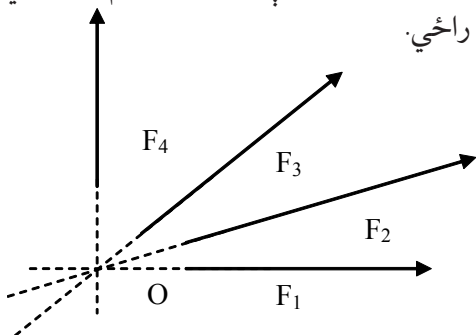
### پوښتنې

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

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

## 1-2: متلاقي (غیر موازي) قوي

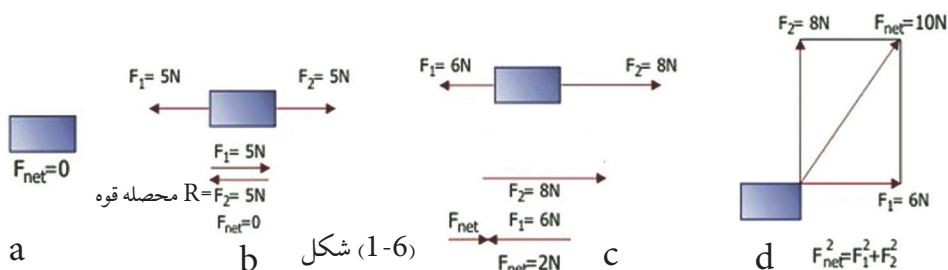
کله چې پر یوه جسم دوې یا تر دوو زیاتې قوې اغیز وکړي، داسې چې د اغیزو خطونه یې سره موازي نه وي او په یوه نقطه کې یو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه یادوي. د بیلگې په توگه، په (1-5) شکل کې لیدل کېږي چې د  $F_1, F_2, F_3, F_4$  قوو د اغېز خطونه د  $O$  په نقطه کې یو بل قطع کوي، نو د  $O$  نقطه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



شکل (1-5)

## د قوو محصله

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

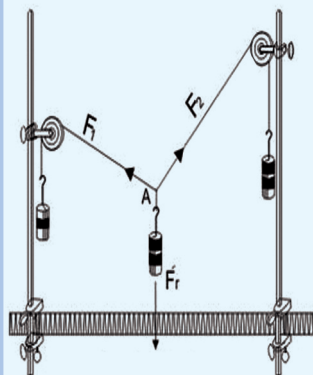


د قوو محصله، د هغو قوو وکتوري مجموعه ده چې پر یوه جسم عمل کوي. باید وویل شي چې د سوالونو په حل کې د  $\vec{R}$  سمبول پر ځای  $(\sum F)$  هم کاروي او هم د  $R$  محصله قوه په  $F_{net}$  سره بڼیږي.

## په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پیدا کول:

د متلاقي قوو د محصلې د پیدا کولو لپاره لاندې فعالیت تر سره کوو:

### فعالیت



شکل (1-7)



په یوه تجربه کې له مخامخ شکل سره سم د  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  دوې قوې په مایله توګه، په مختلفو لورو پورته خواته او د  $\vec{F}_R$  قوه په عمودي توګه ښکته خواته عمل کوي. د قوو اندازه د هغو وزنونو په مرسته چې څړول شوي دي، ټاکل شوې ده. که چیرې قوې د غشو په توګه رسم کړو، یوه ساده هندسي هماهنگي په لاس راځي.

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

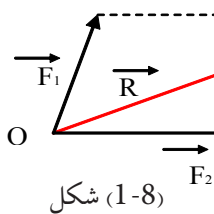
$\vec{F}_R$  چې د  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  محصله ده. د  $\vec{F}_R$  له قوې سره مساوي، خو مخالف لوری به ولري. که چیرې په رسم کې  $\vec{F}_R$  وکتور ته په مخالف لوري کې د هغه له خپل اوږدوالي سره مساوي دوام ورکړو، په  $\vec{F}_R$  په لاس راګوي. له دې ځایه څخه لیدل کېږي چې د  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  وکتورونه یوه داسې متوازي الاضلاع جوړوي چې  $\vec{F}_R$  یې وتر دی.



د پورتنی فعالیت له پایلې څخه په گټې اخیستلو، د دوو غیر موازي قوو محصله چې په هندسي توگه د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په نامه نومول شوې ده، داسې بیانوو:

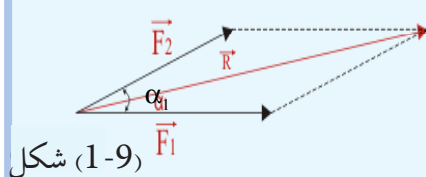
**قاعده:** د دوو نا موازي (متلافي) قوو محصله چې تر یوې زاوې لاندې پر یوه جسم باندې اغیز کوي د هغې متوازي الاضلاع د وتر له مقدار او لوري څخه په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسمیري. که چیرې مور هغه زاوې ته چې د دې دوو قوو ترمنځ شتون لري، بدلون ورکړو، د محصله قوې کچه هم بدلون مومي، له دې وینا څخه یوه بله قاعده لاس ته راوړو او دا رنگه یې بیا نوو:

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



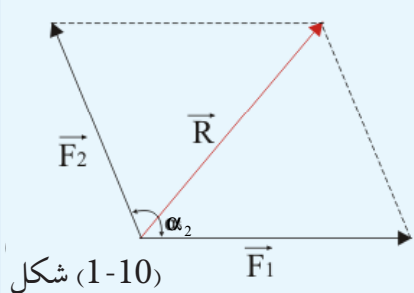
شکل (1-8)

## فعالیت



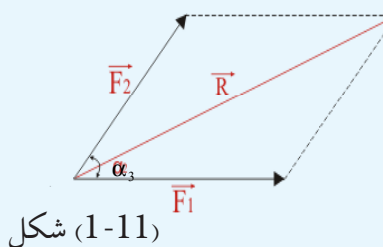
شکل (1-9)

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



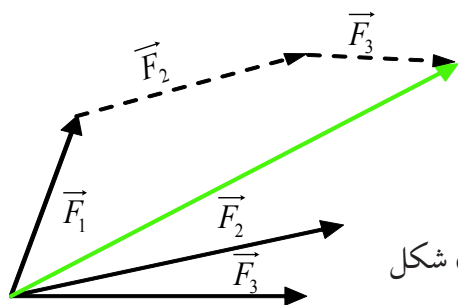
شکل (1-10)

په (1-9)، (1-10)، او (1-11) شکلونو کې د  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  دوې قوې، په دريو حالتونو کې د  $\alpha_1$ ،  $\alpha_2$ ، او  $\alpha_3$  تر زاوې لاندې پر یو جسم باندې عمل کوي. د پورتنیو حالتونو د هر یوه حالت لپاره، په داسې حال کې چې قوې په مساوي اندازه دي او د منځ زاوې پراخوالي یې سره توپیر کوي، یوه محصله قوه د متوازي الاضلاع د بشپړولو په طریقه په لاس راوړو. د دې متوازي الاضلاع وتر چې د محصلې قوې کچه په لاس راکوي، اندازه کوو چې دا وتر د  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  د قوې له وکتور سره شریکه مبدا لري او لوري یې له مبدا څخه د انجام په لور دی. په شکلونو کې گورئ چې د  $\vec{R}$  د محصلې قوې کچه نظر هغه زاوې ته چې قوې یې په خپلو کې، توپیر لري. لکه څنگه چې وینو، هر څومره چې د دوو قوو د وکتورونو ترمنځ زاویه کوچنۍ وي، محصله یې لویه او څومره چې د دوی ترمنځ زاویه لویه وي، محصله یې کوچنۍ وي. دا فعالیت دې هره ډله په جلا ډول ترسره کړي او دخپل کار پایلې دې خپلو ټولگیوالوته وړاندې کړي.



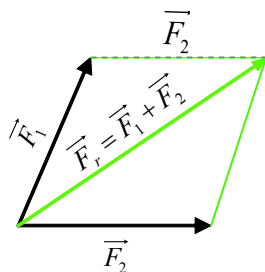
شکل (1-11)

باید ووایو چې مور کولای شو همدا پایله د وکتورونو د جمع کولو (د وکتورنو د انتقال طریقه) له قاعدې څخه په گټې اخیستلو هم لاسته راوړو. دادی په (1-12) او (1-13) شکلونو کې د هغو قوو محصله چې په متلاقي ډول یې په یوه جسم عمل کړی دی، د وکتور قوو د انتقال له طریقه څخه په کار اخیستلو سره دا ډول لاسته راوړو. د  $\vec{F}_1$  د وکتور قوې انجام ته، یو موازی خط د  $\vec{F}_2$  د قوې د اغیز د خط په لوري رسموو. بیا د دې خط پر مخ، یو قطعه خط چې د  $\vec{F}_2$  قوې د وکتور له اوږدوالی سره مساوي وي، جلا او په نښه کوو او بیا وروسته د  $\vec{F}_2$  له انجام څخه یو خط چې د  $\vec{F}_3$  له قوې سره مساوي او موازي وي، رسموو. که د  $F_1$  قوې مبدا د  $F_3$  قوې له انجام سره وصل کړو، کوم قطعه خط چې په لاس راځي، د  $\vec{F}_1$ ،  $\vec{F}_2$  او  $\vec{F}_3$  قوو محصله ده، د (1-13) شکل. باید په یاد ولرو چې د متوازي الاضلاع قاعده او د وکتورونو د جمعې قاعده د محصله قوې د پیدا کولو لپاره عین نتیجه لري.



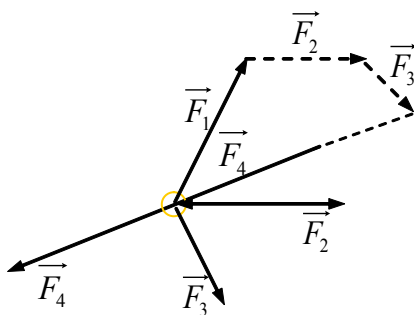
شکل (1-13)

شکل (1-12)



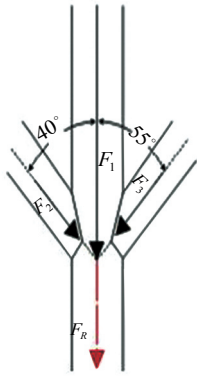
که چیرې یو جسم د تعادل په حال کې وي، د قوو محصله یې له صفر سره مساوي ده او د قوو د مصلع پایله یې یوه تړلې مصلع ده، د (1-14) شکل په تړلې مصلع کې د اخري قوې انجام د هغې قوې د

اغیز له نقطې سره منطبق کېږي. یعنې:  $R = 0$  او یا  $\sum F = 0$



شکل (1-14)

### مثال:



شکل (1-15)

د یوې پایې د پاسه  $F_1 = 3600N$  وزن پورته شوي دي. په همدې وخت کې په دې پایه کې، دوې قوې یوه یه یې  $F_2 = 1200N$  سره د  $40^\circ$  زاوېې لاندې او بله قوه یې  $F_3 = 1440N$  سره د  $55^\circ$  زاوېې لاندې فشار واردوي. د محصله قوې اندازه او لوری پیدا کړئ.

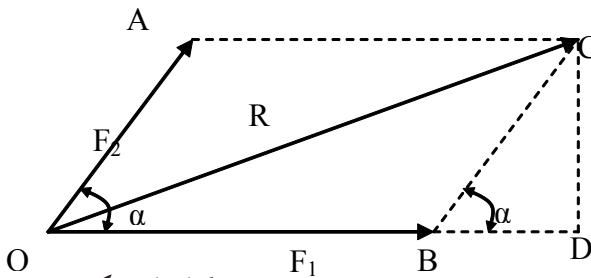
**حل:** تر ټولو د مخه د قوې لپاره د اوږدوالي یو مقیاسي واحد ټاکو. د بیلگې په توگه:  $1cm = 1000N$  وروسته د  $F_1$ ,  $F_2$ , او  $F_3$  قوې د قبول شوي مقیاسي واحد پر بنسټ، د هغو د کچې او لوري په رعیتولو سره، د قوو یوې مضلع ته لېږدوو. د قوو د محصلې اوږدوالی د شکل له مخې له  $5.3cm$  سره مساوي دي، نو د پورتنی قبول شوي مقیاس څخه په گټې اخیستلو، سره لروچې:

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

او هغه زاویه چې محصله یې له افق سره جوړوي له  $86^\circ$  څخه عبارت ده.

### د متلاقي قوو د محصلې د پیدا کولو الجبري طریقه

که چیرې د  $F_1$  او  $F_2$  دوې قوې پر یوه جسم باندې داسې عمل وکړي چې د اغیزو خطونه یې په خپلو کې د  $\alpha$  زاویه جوړه کړي (شکل 1-16). په دې صورت کې د محصلې د لوی والي یا کچې او لوري ټاکلو لپاره، د هغو دوو قوو د وکتورونو متوازي الاضلاع بشپړوو او له مخې یې محصله محاسبه کوو.



شکل (1-16)

د  $ODC$  په قائم الزاویه مثلث کې لیدل کېږي چې:

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

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

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

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

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

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

$$BC^2 = F_2^2 = BD^2 + DC^2$$

اوس د  $BD^2 + DC^2$  پر ځای د هغو مساوي اندازه یعنی  $(F_2^2)$  په 2 رابطه کې وضع کوو:

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

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

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

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

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

مور ويلي وو چې د محصله قوې کچه د هغې زاوې په لويوالي پورې اړه لري چې د دوو قوو ترمنځ واقع

ده. اوس د  $\vec{R}$  د محصلې قیمت نظر د  $\hat{\alpha}$  قیمت ته تر مناقشې لاندې نيسو.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

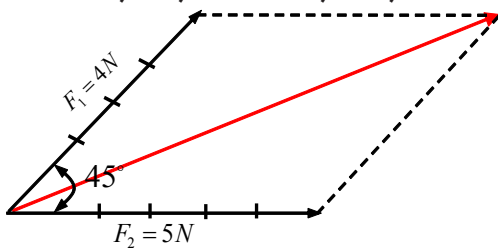
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 (+1)}$$

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

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

$$R = F_1 + F_2$$

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



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

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

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

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

نولو چي:

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

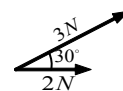
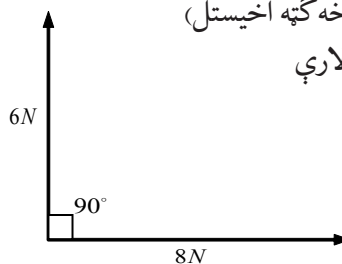
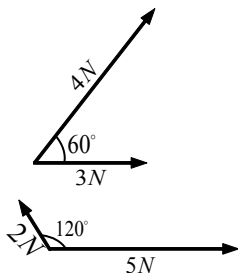
$$= \sqrt{(4^2) + (5^2) + 2 \times 4 \times 5 \times \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

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

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

**پوښتنه:**

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

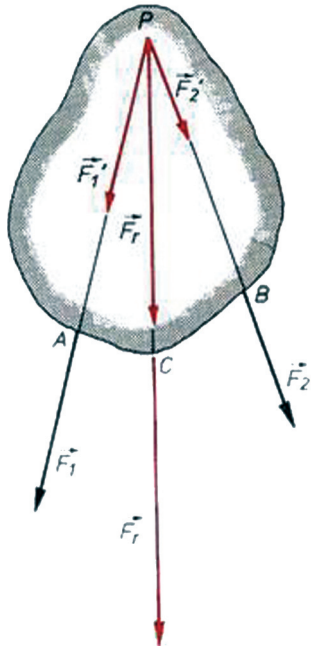


1. محاسبوي طریقہ (له فورمول څخه گټه اخیستل)

2. د متوازي الاضلاع د بشپړولوله لارې

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

موږ په تېر لوست کې د متلاقي قوو اغیزه چې پر یوه جسم باندې په مختلفو وضعیتونو کې عمل کوي، مطالعه کړې. همدا رنگه مو په ترسیمي او محاسبوي لارو د محصلې له پیدا کولو سره هم آشنایي ترلاسه کړه.



شکل (1-17)

یو بل حالت چې ډېر ځله په تخنیکي پېښو کې را منځ ته کېږي، هغه حالت دی چې که چیرې دوې قوې د یو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، څنگه کولای شو چې محصله یې په هندسي توګه لاس ته راوړو؟ په (1-17) شکل کې لیدل کېږي چې د  $F_1$  او  $F_2$  دوې قوې د یو جسم پر A او B نقطو عمل کوي.

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

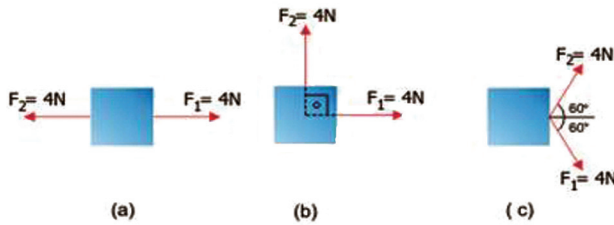
کولای شو یوې قوې ته د هغې د اغیزې پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسې چې په مقدار او لوري کې یې هیڅ ډول بدلون رامنځ ته نشي. د همدې قاعدې په مرسته، د دواړو قوو د اغیزو خطونو ته د P تر نقطې پورې امتداد ورکوو، ترڅو چې یو او بل قطع کړي. د P له نقطې څخه د هرې قوې د اغیزې پر خطونو، له هغو سره مساوي قوې جلا کوو

چې  $F_1$  او  $F_2$  دي. د محصله قوې د پیدا کولو لپاره د متوازي الاضلاع له قاعدې څخه کار اخلو چې د  $F_r$  محصله قوه لاس ته راځي. دا محصله د  $PC$  د اغیزې خط لرونکې ده او د محصلې د اغیزې نقطه کولای شو په کيفي ډول د هغې د اغیزې پر خط د بېلګې په ډول د C په نقطه کې وټاکو. لکه څنگه چې په شکل کې  $F_r$  محصله ښيي.

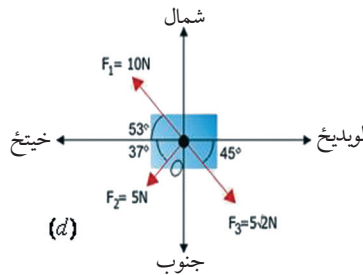
له دې عملیې څخه دا پایله هم لاس ته راځي چې د محصلې قوې اندازه او لوری به همدومره وای که چیرې پر یوه جسم د قوې اجزاوو (مرکبو) په عین نقطه کې اغیزه کړې وای.

**تمرینونه:**

1. د قوو محصله څه شی ده؟ د یوې محصلې قوې د تشکیل لپاره لږترلږه د څو قوو شتون اړین دي؟ او د ریاضې له نظره یې محصله څنگه په نښه کړې ده؟
2. د هغه شمېر قوو لویوالی او لوري چې پر یوه جسم عمل کوي د (a, b) او (c) په شکلونو کې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پیدا کړئ.



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

**1-3: د نقطه یي کتلې تعادل**

مخکې له دې چې د تعادل په اړه وغږېږو، اړینه ده چې د نقطه یي کتلې په هکله لنډې څرگندونې وکړو. مورله تېرو لوستونو څخه، د یوه جسم کتله پیژنو او پوهیږو چې کتله د هغو موادو له اندازې څخه عبارت ده چې په جسم کې ځای شوي وي او د اندازه کولو واحد یې کیلوگرام دی چې په عملي ډول یې یو کیلوگرام کتله د یولیترو خالصو اوبو په  $4^{\circ}C$  تودوخه کې قبوله کړې ده. یوه بله اصطلاح چې د فزیک د علم په ټاکلو برخو کې پکارېږي، له نقطوي کتلې څخه عبارت ده چې د آسانتیا راوستلو لپاره، د فزیک د علم د پرا بلمونو او مسایلو په حل کې ورڅخه گټه اخیستل کېږي.

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

لاندي بيلگې موضوع ته لاروښانتيا بخښي:

1. د لمر پر شاو خوا د سيارو د حرکت د محاسبه کولو پر مهال، کولای شو سيارې، نقطوي کتلې و منو.

2. د الوتلو د مدار د محاسبې لپاره، کولای شو د تينس يو توپ (پنډوسکي) د يوې نقطوي کتلې په توگه و منو.

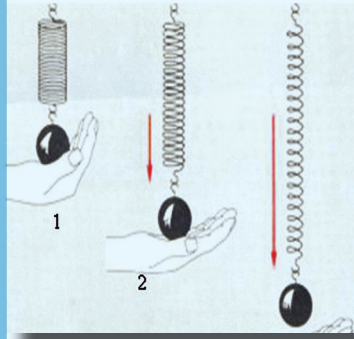
3. د هايډروجن د اټوم د ساده موډل، الکترون او پروتون کولای شو د نقطوي کتلو په توگه و منو. بايد ووايو چې موږ په عملي ډول د نقطوي کتلو له سيستمونو سره سر او کار لرو چې هر سيستم د گڼ شمېر نقطوي کتلو لرونکي دي. د بيلگې په ډول: غازونه، مايعات، ارتجاعي (الاسټيکي) اجسام، جامد اجسام، اټومونه، ماليکولونه، د سياراتو سيستم، دا ټول په ځانگړو او ټاکلو برخو کې د نقطوي کتلې په توگه منل کيدای شي.

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





### فعالیت:



شکل (1-19)

1. یو جسم له یوه فنر څخه څړوو، داسې چې لاندې ترې خپل لاس ونیسو، د جسم د وزن قوه حس کړو (1 حالت)
  2. ډېر ورو ورو خپل لاس مخ په کښته تیتوو، د سپکوالی یوڅه احساس کوو او ورسره سم فنر د جسم د وزن د قوې له امله اوږدېږي (2 حالت).
  3. فنر یو ټاکلي موقعیت ته په رسیدو، نور نه اوږدېږي او جسم په آزاد حالت په فنر کې ځوړند پاته کېږي (3 حالت).
- خو جسم، نور نشي کولای فنر مخ کښته راوکاږي؟  
د دې پوښتنې د ځوابولو لپاره په لاندې توگه دویم فعالیت ترسره کوو.

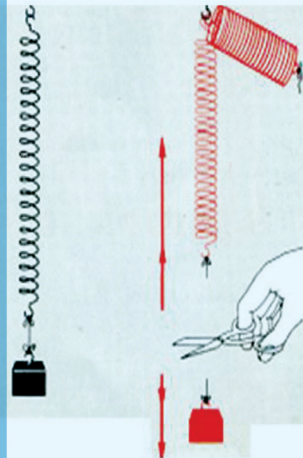


### فعالیت:

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

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

1. کوچنی وزن پر ځمکه لویږي
  2. فنر په چټکۍ سره پورته خواته راټولېږي او لومړني حالت ته ورگرځي له دې وضعیت څخه کولای شو، پایله تر لاسه کړو چې دوې قوې باید په کار کې ورگډې وي.
- a- د وزن قوه، کوچنی وزنه چې په فنر پورې څړېدلې ده.
- b- هغه قوه چې ویې کولای شول فنر بیرته خپل لومړني حالت ته راوگرځوي چې دې قوې ته د بېرته گرځونکې قوې نوم ورکوو.



شکل (1-20)

اوس پورتنی پوښتنې ته چې ولې فنر د مخکیني فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغیز له امله، نور اوږد نه شو، ځواب ورکولی شو او دې پایلې ته رسیږو چې څومره چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتېږي، هومره، فنر د بېرته گرځیدو زیاته قوه نښي. چې دا بېرته گرځونکې قوه د کوچنی وزني له وزن سره مخالف لوري لري. که چیرې دواړه قوې یعنې د وزني وزن او د فنر بېرته گرځیدو قوه سره مساوي شي. په دې حالت کې فنر نور نه اوږدېږي او د سکون حالت غوره کوي، په دې وخت کې ویلی شو چې: د جسم د وزن قوه د فنر له بېرته گرځونکې قوې سره برابره ده او څرنگه چې د فنر د بېرته گرځونکې قوه د کوچنی وزني وزن په مقابل لوري کې د متقابلې قوې په توگه عمل کوي، نو ویلی شو چې:

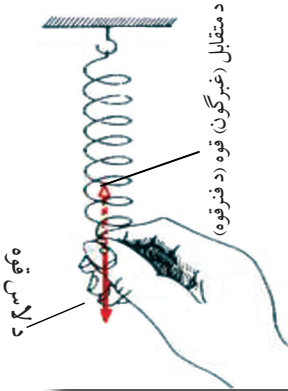
$$\text{د وزن قوه} = \text{متقابل قوه}$$

## متقابله قوه

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

که چیرې یو جسم د هغې قوې د اغیز په لور حرکت ونه کړي چې په هغه یې عمل کړی، په دې حالت کې قوه یوازې په جسم کې د شکل د بدلون سبب ګرځي. وروسته له دې چې په جسم کې د شکل بدلون رامنځ ته شو، جسم بېرته که څه هم دقوې اغیز دوام ولري، لومړني یعنی د آرامتیا حالت ته راګرځي او هغه قوې چې له بهر څخه یې پر جسم عمل کړې دي، نشي کولای پر جسم د نوې اغیزه لامل شي، ځکه چې بله قوه چې د مقابل جسم د اتصال له ځایه، لکه د یوال، مېز او نور پر جسم عمل کوي، د بهرنۍ قوې اغیز خنثی کوي، یعنی هغه په تعادل کې راولي.

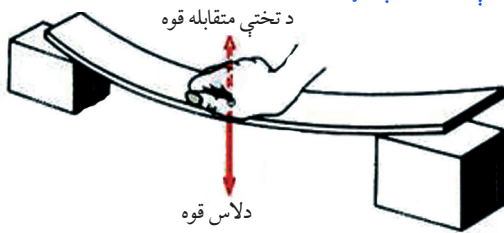
**هغه قوه چې پر جسم د اغیز کوونکې قوې اغیزه خنثی او د جسم د تعادل یا توازن سبب ګرځي، د متقابلې قوې په نامه یادېږي.** په شکل کې لیدل کېږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلې د فنر له متقابلې قوې سره خنثی کېږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمایش او په راتلونکې تجربې کې کولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس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



شکل (1-21)

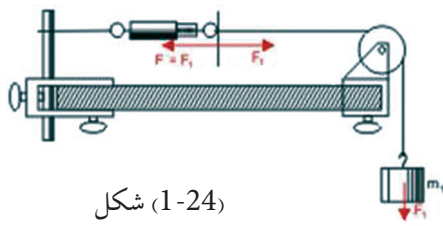
## بحث وکړئ

یوه دلرګي تخته چې له شکل سره سم یې دواړه سرونه پر یوه جسم تکیه شوي دي او دلاس په واسطه یې پر منځنۍ برخه قوه وارده شوې ده. لیدل کېږي چې تخته له کوروالی سره چې د قوې له امله یې ترلاسه کړی، مقابله کوي. ترڅو بېرته خپل لومړني حالت ته را وګرځي. ولې داسې پیښیږي؟ په دې برخه کې د خپل ګروپ له غړو سره خبرې وکړئ او د خپلو بحثونو پایلې د ټولګي مخې ته وړاندې کړئ

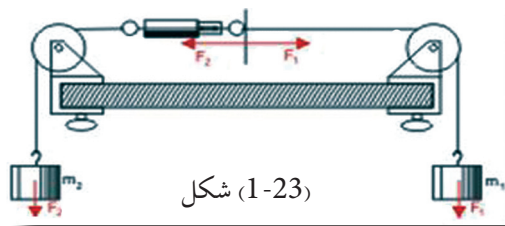


شکل (1-22)

مقابلله قوه يا د مخالف عكس العمل قوه (Reaction force) تل د عمل له قوې (Action force) سره مساوي ده، خو په مخالف لوري. بايد وويل شي كه چيرې يو جسم په يوې كلکې نقطې پورې وتړو، د عكس العمل قوه د اتصال په نقطه كې، په خپله رامنځ ته كېږي. په دې معنا چې ديوې قوې اغيز، د عكس العمل دقوې له پيداكېدو پرته ناشونې ده. د دې موضوع لاروښانتيا دلاندې تجربويه لومړيو اودويمو حالتونو كې په ښه توگه ليدلای شي.



شکل (1-24)



شکل (1-23)

دويم حالت

پرتار د را ښکلو قوه د يو څرپدلي وزن پر مټ

لومړي حالت

پر تار د را ښکلو قوه د دڅرپدلو وزنو پر مټ

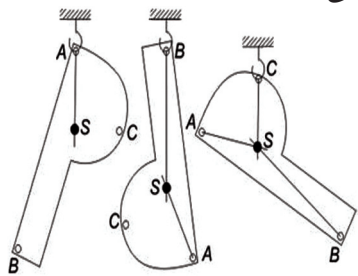
په لومړني حالت كې هم د عمل قوه او هم د عكس العمل قوه  $F_1$  او  $F_2$  دواړه د دوو څرپدلو وزنونو په مرسته، منځ ته راځي. په دويم حالت كې، هغه قوه چې له ميلې سره د اتصال له امله منځ ته راځي، د عكس العمل د هغې قوې له امله چې د ( $F_2$ ) څرپدلي وزن په واسطه رامنځ ته شوې ده، وزن يې په تعادل كې راوستی دی. د پورتنيو څرگندونو په پايله كې د تعادل د مفهوم لنډيز دا رنگه وړاندې كولاى شو:

كله چې يوه قوه پر يوه جسم چې په يوه نقطه كې كلک تړل شوی وي، اغيز وكړي، دا جسم يوازې د همدې قوې تر اغيز لاندې نه وي، بلكې يوه بله قوه هم پرې اغيزه لري، چې هغه عبارت د عكس العمل له قوې څخه ده، څرنگه چې دا دواړه قوې يو د بل اغيزې په مقابلله توگه له منځه وړي، نو له دې كبله هيڅ ډول حرکت منځ ته نه راځي او يوازې د متقابل عكس العمل قوې په منځ ته را تلو سره په جسم كې بدلون منځته راځي. كه چيرې عامله او مقابلله قوه چې هغوی ته د عمل او عكس العمل قوه هم وايي چې د مساوي كچې لرونكې او لوري يې مخالف وي، دو اړه قوې كولاى شي د جسم د شكل د بدلون په حالت كې پاتې شي، په بل عبارت سره داسې وايو: قوې په تعادل كې دي. همدا ډول قانونمندی د دوو ياله دوو څخه د زياتو قوو د عمل كولو پرمهال هم صدق كوي. په دې معنا، كله چې دوه يا له دوو څخه زياتې قوې پر يوه جسم اغيز وكړي او د جسم د حرکت په حالت كې د بدلون لامل نشي، يا دا چې پر جسم عاملې قوې، يو دبل اغيزې خنثی كړي، په دې صورت كې ويلي شو چې جسم يا قوې د تعادل په حالت كې دي.

بايد پام وكړو، هغه ټول شيان او اجسام چې زموږ په محيط او چاپير يال كې دي، تقريباً ټول د سکون په حالت كې دي. دسکون په حالت كې د هغو شتون، له دې كبله ندی چې گواکې هيڅ ډول قوه پرې اغيز نه كوي، بلكې د سکون دليل يې دادې چې ټولې قوې يو دبل اغيز له منځه وړي او اجسام يې د تعادل په حالت كې راوستي دي.

## په جسمونو کې د تعادل حالتونه او پایښت (ثبات)

مخکې له دې چې د تعادل او پایښت د حالتونو د ډولونو په هکله یوڅه و وایو، اړینه ده چې دا په یاد راوړو چې په پخوانیو درسونو کې مو په اجسامو کې د ثقل د مرکز په هکله یو شمېر مطالب زده کړي وو. اوس د تعادل او د هغې د ډولونو د مفهوم د ښه درک او همدا رنگه د اجسامو د پایښت د حالاتو د پېژندنې لپاره، اړینه ده چې په لنډه توګه د ثقل مرکز په هکله دویم ځلې یادونه وکړو. که چیرې د (1-25) شکل په څېر یو جسم له مختلفو نقطو (A، B، C) څخه و څړوو، و به گورئ چې جسم له یو نوساني لنډ حرکت څخه وروسته یو ټاکلي حالت غوره کړي. پام وکړئ چې د جسم پر مخ یوه ثابت (د S نقطه) شتون لري چې خپل موقعیت ته په هر حالت کې بدلون نه ورکوي. دا ثابت نقطه د جسم د ټولو ذرو د ثقل د قوو د محصلې د اغېز نقطه ده، ځکه چې په جسم کې یوازې یوه نقطه په دې خاصیت شتون لري چې که جسم په هر موقعیت کې د ثقل د قوې د دوران مومنت، په یو عمودي موقعیت کې د هغې قوې د اغېز تر نقطې لاندې قرار نیسي چې ترې څړېدلی دی.



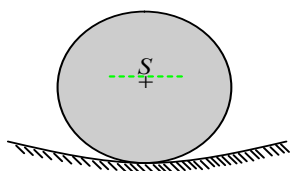
شکل (1-25)  
د یو جسم د ثقل د مرکز ټاکل

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

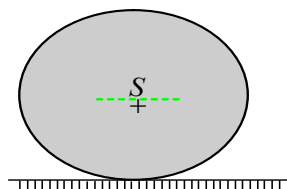
## د تعادل حالتونه:

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

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



شکل (1-26)  
پایښت لرونکي تعادل

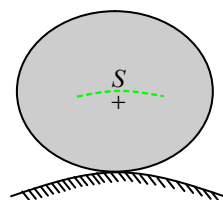


شکل (1-27)  
بی توپیره تعادل

**دویم حالت:** په ټولو هغو حرکتونو کې چې د جسم د ثقل مرکز لوړوالی د حرکت په وخت کې د قاعدې له سطحې څخه بدلون ونکړي او جسم پخپل نوي موقعیت کې بیا هم د تعادل په حالت کې راشي یعنې خپل د تعادل حالت وساتي (لکه یو پنډوسکی او یا مخروط چې په خپل یوه اړخ پر مېز کېښودل شي)، دغه ډول تعادل ته بی توپیره یا (indifferent) تعادل وایي. د تعادل له دې ډول حالت څخه هغه مهال گټه اخیستل کېږي چې د دې اړتیاوي چې شیان متحرکه وي. لکه په ترانسپورتي وسایطو او یا په دوراني محورونو کې:

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

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



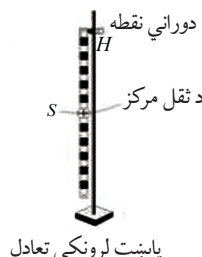
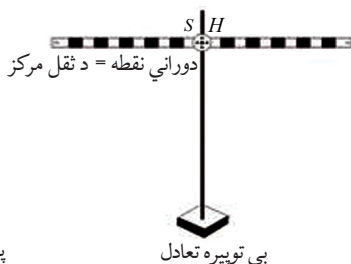
شکل (1-28)

پایښت نه لرونکي تعادل

**پوښتنه:**

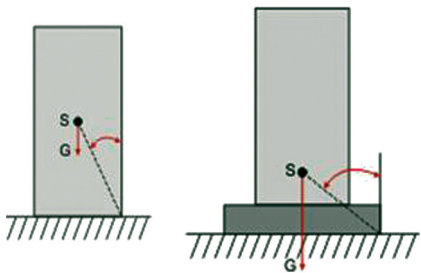


یو خط کش د 'a' او 'b' په درو حالتونو کې، د شکل په څېر له مختلفو نقطو څخه پر یوې پایې څړول شوی دی، خط کش په پورتنیو وضعیتونو کې په پایدار، بې توپیره او ناپایداره حالتونو کې لیدل کېږي. دهر یوه حالت ځانگړنې بیان کړئ.



## ثابتوالی (پاینت)

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



شکل (1-29)

څومره چې د یوه جسم د ثقل مرکز بنسټه، د جسم وزن زیات او د اتکا سطحه یې لویه وي، پایداری یې زیاته وي. له ویل شوو دريو شرطونو څخه ډېر ځله د جسم د ثبات د ډېرولو لپاره گټه اخلي. که چیرې، لکه په شکل کې چې لیدل کېږي، د یوه جسم په کبستنی برخه کې یوه درنه او پلنه پایه ور زیاته کړو، د جسم د ثقل مرکز موقعیت لاندې لوېږي، د جسم وزن زیاتېږي او په پایله کې د جسم ثبات زیاتېږي.

## 1-4: د قوې مومنت (تورک)

مورډ پوهیږو چې قوې، په مختلفو بنوکولای شي پر جسمونو اغیزه وکړي، د بیلگې په ډول: متلاقی قوې چې مخکې مو د هغې محصله هم په هندسي ډول او هم په محاسبوي توگه پیدا کړه او پوه شوو د دوو او یا له دوو څخه د زیاتو متلاقی قوو د محصلي کچه د هغې زاوې پر اندازې پورې اړه لري چې د دې قوو د اغېز د خطونو تر منځ جوړېږي. مورډ ولیدل چې که چیرې یوه قوه پر جسم اغېز وکړي، جسم د هغې په وړاندې عکس العمل ښيي، له همدې ځایه د متقابلې قوې په شتون وپوهیدو. د تعادل د حالت په پیدا کېدو کې د متقابلې قوې په نقش هم پوه شو. له ویل شوو مطالبو څخه څرگندېږي چې قوه په پورتنیو بیلو حالتونو کې، پر جسم ټاکلې اغیزې واردوي. په اکثره حالتونو کې چې قوه پر جسم اغېز کوي، کولای شي د یو اوږدوالي په امتداد کې د جسم د حرکت سبب شي. خو دقوې اغیزې کولای شي، پر جسم یو بل ډول حرکت هم ورزیات کړي. د بیلگې په توگه یو جسم په نظر کې ونیسئ چې پر یوه محور تکیه ولري، کله چې قوه پرې اغېز کوي، په دې حالت کې، قوه جسم د یو محور پر شاوخوا په دورانی حرکت څرخوي. هغه اغېز چې د قوې په واسطه په دورانی حرکت کې څرخندېږي، دقوې د مومنت په نامه یادېږي. د دوران مومنت د تورک په نامه هم یادېږي. د قوې مومنت په  $M$  او تورک د  $(\tau)$  په یوناني توري ښيي.

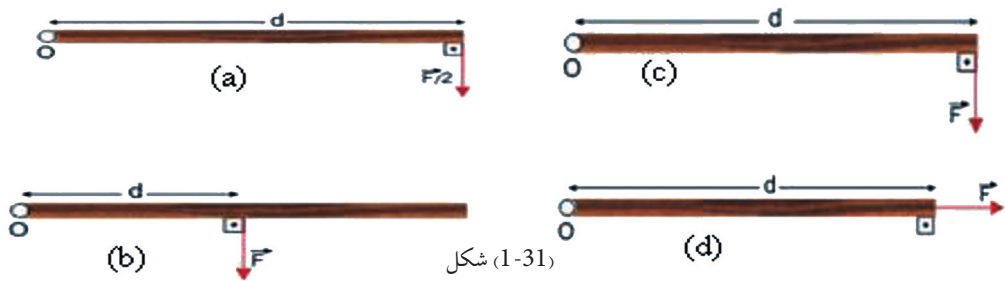
د لاندې بیلگې په وړاندې کولو سره د قوې د مومنت مفهوم په هکله نوره رڼا اچوو:



شکل 1-30 د پیچ ټینګول د رنج په وسیله

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

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



شکل 1-31

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

1. د قوې کچه
2. دقوې د اغېز د نقطې او دوران د محور ترمنځ واټن او یا هغه فاصله چې جسم یې پر شاو خوا څرخي او د  $d$  په تورې ښودل شوي دي.
3. هغه زاویه چې د قوې د وکتور او هغه خط ترمنځ چې محور د قوې د اغېز له نقطې سره نښلوي، شتون لري ( $\theta$ ).

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

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



شکل (1-32)، مومنت صفر دي، ځکه چې د قوې د اغېزې کرښه د دوران له ټکې څخه تیرېږي.

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

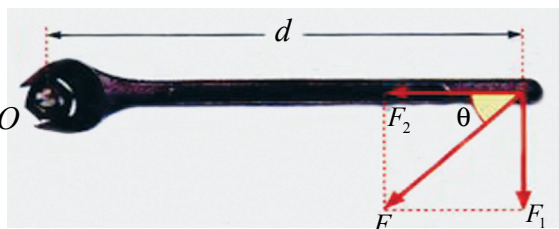
صفر سره ده، یعنې:  $M = 0$

شکل (1-33)

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

شکل (1-34)

کله چې قوه پر جسم باندې عمل کوي او د قوه د تاثیر خط د دوران پر محور عمود وي، نو هغه مومنت چې قوه یې تولیدوي، اعظمي دي.



لکه څرنګه چې په (1-34) شکل لیدل کېږي، هغه مومنت چې د  $\vec{F}$  قوې په واسطه تولیدېږي، له هغه مومنت سره مساوي دی چې همدې قوې د عمودي مرکبې  $(F_1)$  په واسطه چې د دوران محور څخه د قوې د اغېزې نقطې په فاصله عموده ده رامنځ ته کېږي، ځکه چې دویمه مرکبه  $(F_2)$  چې د اتصال له

خط سره موازي وي، صفر دی یعنې:  $M_2 = F_2 \cdot 0 = 0$  او  $M = M_1 = F_1 \cdot d$

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

په پورتنۍ رابطه کې،  $\theta$  د قوې او هغه خط تر منځ زاویه ده چې د دوران نقطه د قوې د اغېز له نقطې سره وصلوي.



**مثال:**

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

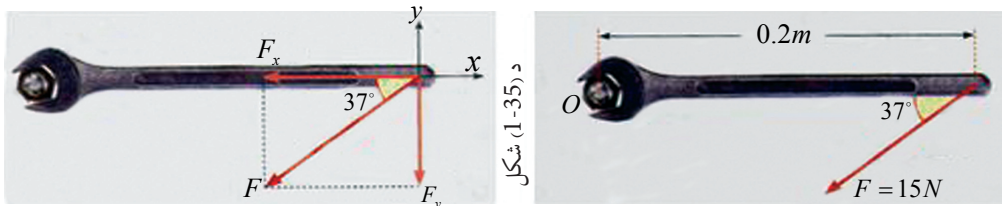
**حل:**

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

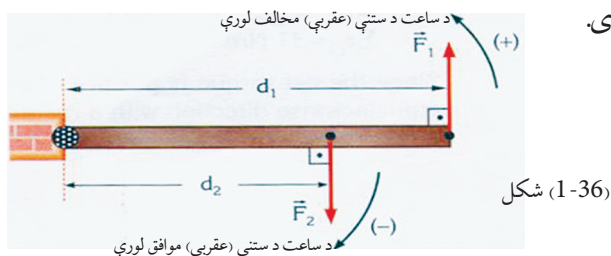
$$F_y = F \cdot \sin 37^\circ \rightarrow F_y = (15N) \times 0.6 = 9N$$

$$M = F_y \cdot d$$

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

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

که چیرې یوشمېر قوې پر یوه جسم عمل وکړي، د هغو مومنتونو د جمعې حاصل چې د عین دوراني نقطې په نسبت د دوی د هرې یوې قوې تر اغېزې لاندې منځ ته راځي، د ټولومومنتونو مجموعه یا د جمعې حاصل دی.



په (1-36) شکل کې د  $F_1$  او  $F_2$  دوې قوې وینو چې پر یوې دروازې یې عمل کړي او په مخالف لوري یې د دوران سبب کېږي. که چیرې د ساعت د ستنې د حرکت مخالف لوري مثبت او د ساعت د ستنې د حرکت لوري منفي و منو، هغه مومنت چې دواړه قوې یې منځ ته راوړي. پر دروازې له محصله مومنت څخه عبارت دی چې داسې حسابېږي.

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

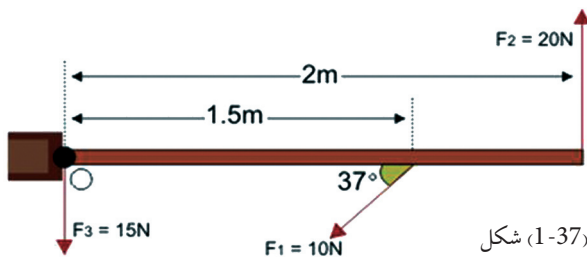
$$M = M_1 + M_2 = F_1 d_1 + (-F_2 d_2)$$

اوس يو ساکن جسم په نظر کې نيسو:

که چيرې د محصلې مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پيل کوي او که چيرې پر جسم د محصلې مومنت منفي وي، جسم د منفي په لور په دوران پيل کوي، په ځانگړي حالت کې که چيرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، يعنې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې د گړخيدو په لور کې مساوي د ساعت د ستنې له مخالف مومنت سره (د مقدار له نظره) وي، په هغه حالت کې جسم په دوران پيل نه کوي.

## مثال:

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



شکل (1-37)

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

ب: د څلورمې قوې اصغري قيمت محاسبه کړئ چې وکولای شي، د دروازې له دوران څخه مخنيوی وکړي، لوری او د اغيزې نقطه يې مشخصه کړئ.

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

## حل:

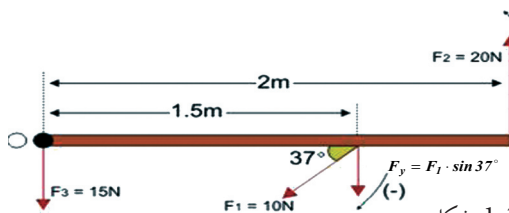
الف: د  $F_1$  قوې عمودي مرکبه د ساعت د ستنې يو موافق دوران (-) او د  $F_2$  قوه د ساعت د ستنې يو مخالف دوران (+) منځ ته راوړي. د  $F_3$  قوه هيڅ دوران منځ ته نه راوړي، ځکه چې قوه د دوران په نقطه کې عمل کوي، نو له دې سره سم ليکلای شو:

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

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

$$M_1 = -9Nm$$

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



شکل (1-38)

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

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

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

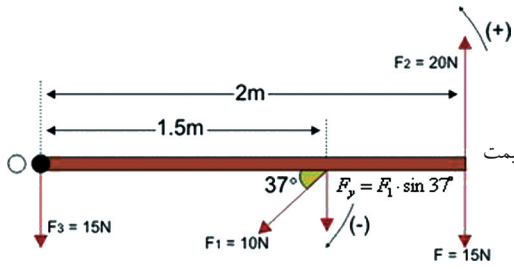
ب: څرنګه چې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې مخالف دی او کچه یې 31Nm ده، دا وینا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي، باید د ساعت د ستنې له لوري سره موافق یو مومنت د 31Nm په کمیت پر هغې اغېز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولیدولای شي، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنې د دوو مترو په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

$$M_2 = F_{\min} \cdot d$$

$$F_{\min} = \frac{M_2}{d} = \frac{31N \cdot m}{2m}$$

$$F_{\min} = 15.5N = \text{د څلورمې قوې اصغري قیمت}$$

دا قوه باید د  $F_2$  قوې په مخالف لوري اغېز وکړي

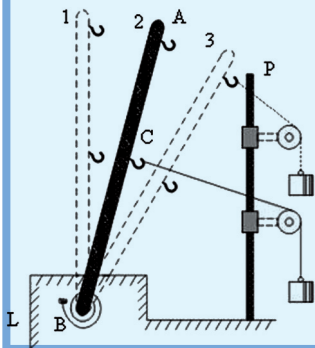


شکل (1-39)

### تجربه:

د AB یوه فلزي میله داسې په نظر کې نیسو چې یو لوری یې د L د محور د B په نقطه کې د یو مارپیچ فتر په مرسته تړل شوی دی. په دې میله کې د تار په مرسته وصل شوي چنگکونه چمتو شوي دي او د اتار د یو ثابت څرخ له مخې تیرېږي چې د P پر پایې تړل شوی دی. د تار په بل انجام کې کولای شو، قوې (وزنونه) و څړوو. په مقابل شکل کې چې میله په 1 حالت کې ده، هیڅ یوې قوې پرې اغېز نه دی کړی او دوران هم منځ ته ندی راغلی.

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



شکل (1-40)

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

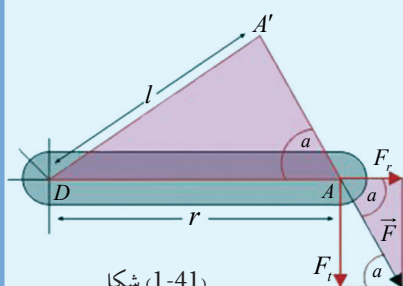
که چیرې قوه پر هغه خط چې د هغې د اغېز نقطه د دوران له مرکز سره وصلوي، په عمودي ډول عمل وکړي، د قوې د ضرب حاصل له هغه واټن سره چې د قوې د اغېز د نقطې او د دوران د مرکز ترمنځ واقع ده، د قوې د مومنت په نامه یادېږي.



### تجربه:

اوس داسې حالت په نظر کې نيسو لکله په (1-41) شکل کې چې ښودل شوی دی. په دې شکل کې وینو چې قوه په مايله توگه پر يوه خط اغېز کوي چې هغه خط، د اغېز نقطه A د دوران له نقطې D سره وصلوي، په دې حالت کې قوه، نشي کولای چې خپل بشپړ اغېز څرگند کړي، ځکه چې د قوې د اغېز نقطه پر يوه د ايروي خط د دوران د نقطې پر شاوخوا حرکت کوي، نو په دې حالت کې، يوازې د  $F_t$  د مماس مرکبه (تانجنتي) قوه، دوراني اغېز لري، او د  $F_r$  شعاعي مرکبه پر محور د رابنکلو د يوې قوې اغېز لري او د قوې مومنت عبارت دی له:  $F_t \times r$  که چيرې قوې ته د هغې اغېزې خط په لور د A' تر نقطې پورې د موقعيت بدلون ورکړو چې پر  $DA'$  عمود واقع شي، نو په دې صورت کې يې د قوې مومنت د لاندې رابطې په واسطه افاده کيدلای شي:  $M = F \cdot L$  په وروستۍ افاده کې ( $l$ ) له هغه عمودي طول څخه عبارت دی چې د دوران له نقطې څخه د قوې د اغېز پر خط راکښل کېږي. څرنګه چې دواړه مومنتونه يوله بل سره مساوي دي او هم د دوو نښه شوو مثلثونوله ورته والي څخه په لاس راځي چې:

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



شکل (1-41)

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

د قوې مټ (د دوران مټ)، د هغه عمودي خط له اوږدوالي څخه عبارت دی چې د دوران له مرکز څخه د قوې د اغېز پر خط راکښل کېږي. دا تعريف په ټولو حالتونو کې صدق کوي.

## د مومنت واحد

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

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

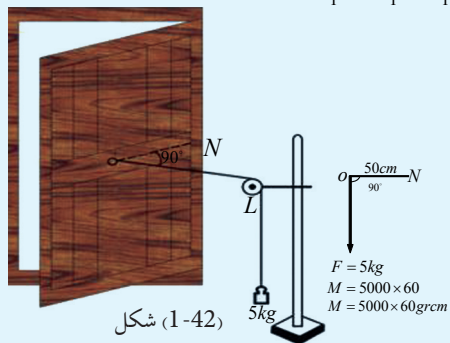
که چيرې قوه په ډاين ( $dyne$ ) او واټن په سانتي متر ( $cm$ ) اندازه کړو، د قوې د مومنت د اندازه کولو واحد له  $dyne \cdot cm$  څخه عبارت دی.

## فعالیت:



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

ووايو، د قوې مومنت په لاندې توګه افاده کوو: 1..... $M_1 = F_1 \times d_1$



دروازه بېرته خپل لومړني حالت ته ورولو. دا ځلې چنگک له خپل لومړني ځای څخه را وباسو او د دروازی پر یوې بلې نقطې چې له چوکاټ او چیراس سره نژدې ده، نصبوو.

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

لیدل کېږي چې دا ځلې د دروازي په حرکت راوستلو کې (د قوې د مومنت تولید) له لومړي ځل څخه زیات وزن

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

کاریدلی دی، یعنې: دا کار د دریم ځل لپاره په همدې شرایطو تکراروو او د  $O$  د نقطې موقعیت د دروازې له چیراس سره ډېر نژدې ټاکو او تجربې ته په هغه پخوانی طریقې دوام ورکوو. بیا هم د  $F_3$  وزن (قوې) او  $d_3$  واټن له اندازه کولو څخه پایله لاس ته راځي چې په دریم ځل د دروازې په حرکت راوستلو کې، د دویم ځل په پرتله زیاتې قوې ته اړتیا وه:

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

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

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

$$M_1 = M_2 = M_3$$

ښايي چې د خپل ډله ییز کار پایلې د لا زیات بحث لپاره خپلو ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

## 1-5: موازي قوې

مور په پخوانيو درسونو کې د متلاقي قوو په اړه خبرې وکړې او پوه شوو چې څه ډول کولای شو د دوو او يا له دوو څخه د زياتو قوو محصله چې پر يوه جسم يې اغېزه کړې وي او د اغيزې خطونه يې يو بل قطع کړي، حساب کړو. په دې لوست کې به مطالعه کړو چې دوې موازي قوې پر يوه جسم څه ډول اغېز کوي او څنگه کولای شو چې محصله يې پيداکړو، د دې موخې لپاره لاندې فعاليتونه تر سره کوو.

(ب)  $F_r = F_1 + F_2$

(الف)  $F_r = F_1 - F_2$

$F_r = w_1 + w_2$

(الف)  $F_r = w_1 + w_2$

**د الف فعاليت:**

د  $F_1$  او  $F_2$  دوې قوې په موازې او يو د بل خلاف لوري، د قوې سنجونکي پر يو چنگک د (1-43) شکل په څېر څروو. د قوې سنجونکي اوږدوالی د  $F_r = F_1 - F_2$  مجموعي قوې تر اغيزې لاندې اوږدېږي او بنسټي چې:

**د ب فعاليت:**

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

**د ج فعاليت:**

دوه جسمونه چې د  $W_1$ ،  $W_2$  معلومو وزنونو لرونکي دي، د (1-44) شکل په څېر يو د بل له پاسه ږدو او دواړه د يو چنگک 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 رابښي يعنې:

$F_r = F_1 + F_2$

$F_r = W_1 + W_2$

شکل (1-44)

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

له پورتنیو جملو څخه کيدای شي داسې پایله ترلاسه کړو چې دوې قوې يې هغه مهال د تعادل په حالت کې را تلای شي چې محصله يې مساوي له صفر يعنې  $\sum F = 0$  سره شي، دا هغه مهال شونې ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي خو لورې يې سره مخالفې وي.

نوموږ کولای شو د یوې قوې د اغېزې نقطه په کيفي ډول د نوموړې قوې د اغېزې پرخط وليردوو او دا قاعده د هغو ټولو موازي قوو لپاره چې په يوې نقطې يا په عين خط اغيزه کوی پلې کېږي، نو کولای شو ادعا وکړو چې:

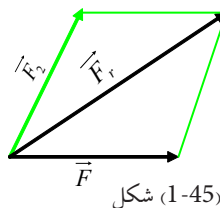
کله چې دوې قوې په همدې يوه نقطه يا په همدې يوه خط کې اغېز وکړي، هغه مهال د تعادل په حال کې را تلای شي چې کچې يې سره مساوي او لوري يې سره مخالفې وي.

### د یوې قوې تجزیه

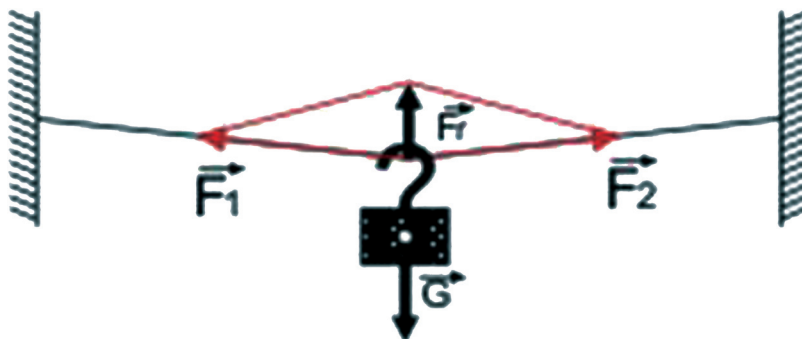
لکه چې وړاندې مو ولوستل، موږ له داسې حالتونو سره مخامخ کېږو چې خو قوې پر يوه جسم اغېز کوي او موږ اړتیا لرو، تر څو د قوو محصله يا نتيجه وپېژنو او هم د هغو کچه پيدا کړای شو. له بل پلوه ویلی شو چې هره هغه قوه چې موږ ورسره سر او کار لرو، کيدای شي په خپله يوه محصله قوه وي چې د دوو يا له هغو څخه د زیاتو قوو له ترکیب څخه لاسته راغلې وي.

په فزیکي او تخنیکي پېښو کې ډېر ځله له داسې مسایلو سره مخامخ کېږو چې اړیو، تر څو د محاسبو د تر سره کولو لپاره د یوې قوې اجزاوې وپېژنو. يعنې همغسې چې د قوو د محصلې د پيدا کولو موضوع با اهميته ده، د یوې قوې د اجزاوو پيدا کول يا په بل عبارت، د قوې مرکبې چې د قوې د ترکیب سبب شوي، هم په همغه کچه ارزښت لري. په دې حالتونو کې معمولاً د جز (مرکبو) قوو لوري ورکول کېږي او کچه (لویوالی) يې پيدا کېږي. په هندسي طريقه د مرکبو د پيدا کولو لپاره په دې ډول عمل کېږي:

د محصله قوې له انجام څخه هغو خطونو ته موازي گانې کښل کېږي چې د مرکبه قوو لوری ښيي، په پایله کې يوه متوازي الاضلاع منځ ته راځي چې ضلعي يې مرکبې قوې را ښيي، (1-45) شکل.



د قوو تجزيه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي د (1-46) شکل د قوې د تجزيې يو بل مثال په يوه پري د يوه جسم څرپدل رانښيي او په يو واټ کې د برېښنا زینتي گروپونه کولای شي د دې ډول يوه غوره بيلگه وي.

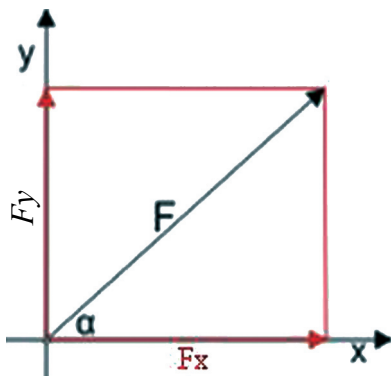


شکل (1-46)

د یوې قوې تجزيه د یو جسم په څرپدلي حالت کې

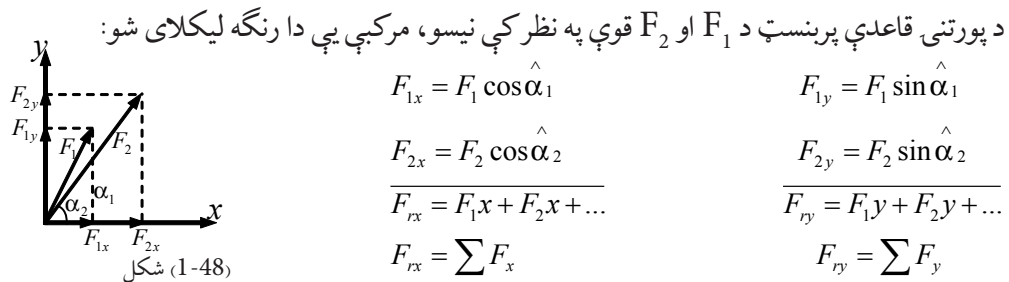
## د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

په محاسبوي طريقه د څو قوو د محصلې د لاس ته راوړلو لپاره ، لومړی ټولې قوې د قايم مختصاتو په یو سیستم کې د  $(x, y)$  په مرکبو تجزيه کوو، د بيلگې په ډول: د (1-47) شکل قوه را ښيي چې د  $F_x = F \cos \hat{\alpha}$  او  $F_y = F \sin \hat{\alpha}$  په مرکبو تجزيه شوي دي.



شکل (1-47)





په قایمو مرکبو د  $F_1$  او  $F_2$  قوو تجزیه

د قوو له مرکبو څخه په گټې اخیستلو سره کولای شو، محصله قوه او هغه زاویه چې د  $X$  له محور سره

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

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

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

باید پام وکړو چې د قوو د تجزیې اړوند د یوې مسئلې د حسابي حل لپاره ، هغه لارې چې تر گټې اخیستلو لاندې نیول کېږي چې د ورکړل شوو کمیتونو پر بنسټ توپیر لري.

ډېر ځله کولای شو مطلوبې قوې د مثلثاتو له قاعدو څخه په گټې اخیستلو د قوو د مضلع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې کولای شو د قوو د مضلع تشابه له یو معلوم مثلث سره او یا د قایم الزاویه شکلونو پر مهال د فیثاغورث له قانون څخه گټه واخلو.

## مثال:

1. د یوه سړک په گولایي کې چې یو برېښنايي موټر پرې حرکت کوي، درې هوایي کیلونه د برېښنايي گاډي د پاسني کیبل سره د نښلولو لپاره د یو عمارت د  $A$  په یوه نقطه کې تړل شوي دي. د رابنکلو (کشش) د قوو کچه او لوری په شکل کې ښودل شوی دی. د مجموعي قوې لوری او کچه محاسبه کړئ.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$F_{rx} = 2276 N$$

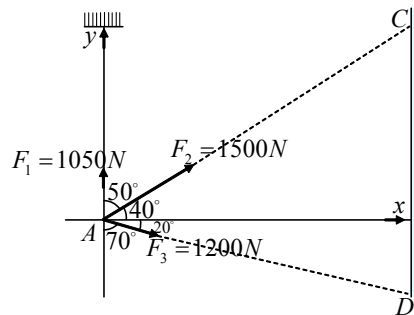
$$F_{ry} = 1603 N$$

$$Fr = \sqrt{F_{rx}^2 + F_{ry}^2} = \sqrt{2276^2 + 1604^2} N \quad \text{دې پرنسپټ:}$$

$$Fr = 2786 N \quad \text{او:}$$

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

شکل (1-49)

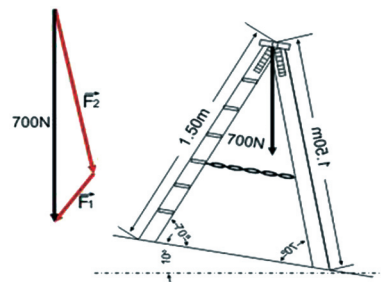


## دویم مثال:

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

## حل:

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



شکل (1-50)

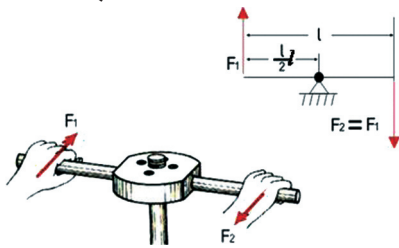
$$\frac{700 N}{\sin 140^\circ} = \frac{F_1}{\sin 10^\circ} = \frac{F_2}{\sin 30^\circ}$$

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

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

## 1-6: د قوې زوج

هره قوه چې پر یوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران وړتیا ومومي، دا قوه د راکنبلو یا د فشار د قوې په توګه د جسم د دوران پر محور عمل کوي. له همدې امله ده چې دا قوه په هغو نقطو کې چې د دوران محور پر هغو تکیه لري، د عکس العمل قوه را منځ ته کوي، په پایله کې دا قوه په عمومي توګه د دوران یو مومنت تولیدوي. که چیرې د محور موقعیت ته بدلون ورکړای شي، په عمومي ډول د قوې مټ او د دوران مومنت چې قوه یې منځ ته راوړې هم بدلېږي. برعکس کله چې دوي موازي او مساوي قوې چې متقابل لوري ولري، په عمودي توګه په یوه محور او د یوه جسم پر دوو بېلا بېلو نقطو اغېزه وکړي دوی ته د قوې زوج وايي. د قوې په یوه زوج کې دواړه قوې یو د بل اغېز پر محور له منځه وړي، د قوې د یوه زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې څخه چې د دوران محور په کوم موقعیت کې دي، تل همدا یو قیمت لري.



شکل (1-51)

جوړه قوې په یوه جوړې کښې دستګاه کې

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

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

د شکل له مخې ویلای شو چې که د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له یوه خط څخه تېر شي، خو چې د  $D$  دوران نقطه له هغو څخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وړاندې کېدای شي:

$$M = F_1(l + S_1) - F_2 S_2 = F \cdot l$$

که چیرې د دوران محور د  $F_1$  او  $F_2$  ترمنځ لکه څنګه چې د  $D_2$  په موقعیت کې واقع وي، مومنت داسې لیکو:

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

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

$$M = F_1(L + S_1) - F_2 S_1 \quad \text{د } F_2 \text{ علامه ځکه منفي ده چې د } D_1 \text{ چې خوا ته او هم د } F_1 \text{ مخالف دی}$$

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

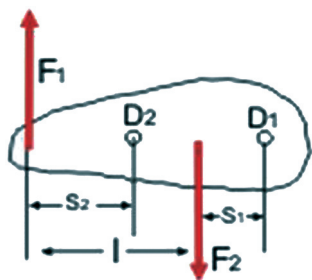
$$M = FL + (F - F)S_1 = FL + 0 = F \cdot L$$

او کله چې د دوران نقطه  $D_2$  وي لرو چې:

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

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

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

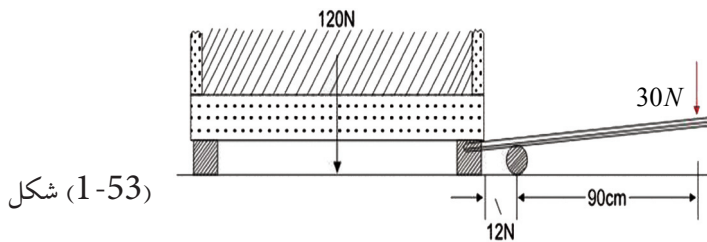


شکل (1-52)

د یوې جوړه قوې د دوران مومنت،

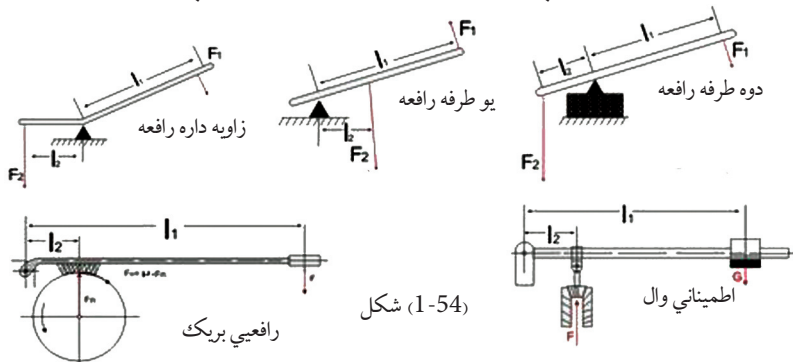
د دوران مرکز له موقعیت سره اړیکه نه لري

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



شکل (1-53)

هغه رافعه چې د میلې په شکل ده، که چیرې د دوران مرکز یې د میلې په یو سر کې واقع وي، دې میلې ته یو اړخیزه رافعه وایي او که چیرې د دوران مرکز په انجانونو 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 لرونکي رافعې په نامه یادوي. په (1-54) شکلونو کې تا سو د رافعو مختلف ډولونه کتلې شی.



شکل (1-54)

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

## 7-1: د تعادل عمومي شرطونه

که چیرې خو قوې د یوه جسم په مختلفو نقطو عمل وکړي او جسم د تعادل په حالت کې وي، دا معنا ورکوي چې پر جسم د ټولو اغېز کوونکو قوو محصله له صفر سره مساوي ده، برعکس که چیرې دا شرط تحقق ونه مومي، محصله قوه په جسم کې د تعجیل سبب گرځي او دا تعجیل، جسم په یو انتقالي حرکت راولي، هغه جسم چې د تعادل په حالت کې وي، دوران باید ونلري او د دغه مطلب د تحقق لپاره لازمه ده چې د یوې کیفې نقطې پر شاوخوا د مومنتونو مجموعه هم له صفر سره مساوي شي، که چیرې دا شرط پلي نشي، د محصلې مومنت، جسم یو دوراني حرکت ته اړیاسي. پورتنی دواړه شرطونه یې د تعادل د عمومي شرطونو په نامه منلي دي، نو کله چې خو قوې د یوه جسم په مختلفو او کیفې نقطو عمل وکړي، دا جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې راتلای شي چې لاندې دوه شرطونه ولري.

**لومړی شرط:** د عمل کوونکو قوو محصله یې له صفر سره مساوي وي.

**دویم شرط:** د دوران د ټولو مومنتونو مجموعه په یوه جسم کې د دوران د یوې کیفې نقطې پر شاوخوا مساوي له صفر سره وي. په ډېرو مسایلو او حالاتو کې چې مخې ته راځي، قوې په یوې مستوي کې وي، پرته له دې کولای شو مسئلې په داسې گڼو اجزاوو وېشو چې ټولې شته قوې په یوه مستوي کې واقع شي. د دې لپاره چې د تعادل شرایط په ریاضیکي فورمولونو بیان کړای شو، په هماغه مستوي کې چې قوې واقع دي، د وضعیه کمیاتو یو سیستم برقراره وو، واردې شوې قوې د  $F_1, F_2$  په علامو په نښه کوو، د قوو مرکبي په  $F_1x$  او  $F_2x$  او همدا رنگه په  $F_1y$  او  $F_2y$  او ... نښو او ... د دوران د یوې کیفې نقطې په نسبت د قوې متې په  $L_1$  او  $L_2$  او ... علامو په نښه کوو. په پایله کې لاندې معادلې لاس ته راځي:

1 - هغه قوې چې افقي عمل کوي، مجموعه یې له صفر سره مساوي ده یعنې:

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

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

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

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

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

هغه څه موچې د تعادل د شرایطو په اړه وویل، دا دی په پیل کې د تعادل د لومړي شرط په توگه بیانوو او مسایل او تمرینونه یې حلوو:

### د تعادل لومړی شرط

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

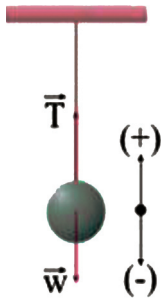
$$\sum F = 0 \quad \text{یا} \quad \vec{R} = 0$$

که چیرې د  $n$  په شمېر قوې پر جسم عمل وکړي، لرو چې:

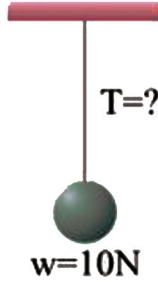
$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0$$

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

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



شکل (1-55)



### مثال:

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

### حل:

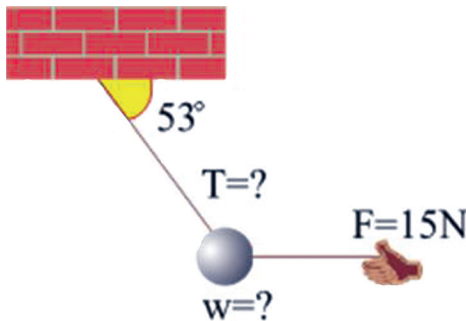
څرنګه چې جسم د سکون په حال کې دی، نو عاملې قوې پرې د تعادل په حال کې دي یعنې:

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

### مثال:

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

$$\sin 53^\circ = 0.8 \quad \text{او} \quad \cos 53^\circ = 0.6$$



شکل (1-56)

### حل:

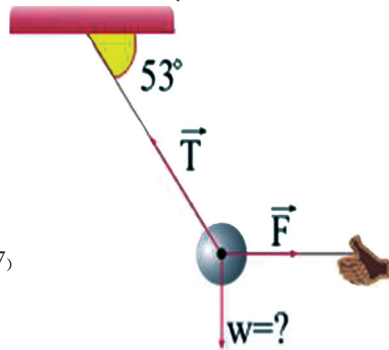
په دې ځای کې درې قوې چې د تعادل په حالت کې دي، پر جسم اغېز کوي، دا درې قوې عبارت دي له:

۱- د جسم د وزن قوه  $W$ ، ۲- وارده قوه  $F$  چې پر جسم اغېز کوي ۳- د راکښلو قوه  $T$  چې پرتار عمل کوي. لومړی دا درې قوې د قایمو مختصاتوسیستم ته انتقالوو. بیا د تعادل لومړنی شرط د  $X$  او  $Y$  په دواړو محوروونوکې پر جسم تطبیقوو.  
د  $X$  پر محور باندې د تعادل د شرط تطبیق:

$$\sum F_x = 0$$

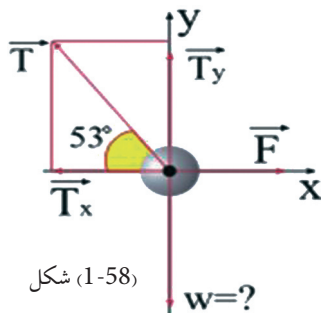
$$F - T_x = 0, \quad T_x = F$$

$$T \cdot \cos 53^\circ = 15N \rightarrow T \times 0.6 = 15N \Rightarrow T = 25N$$



شکل (1-57)

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



شکل (1-58)

$$\sum F_r = 0$$

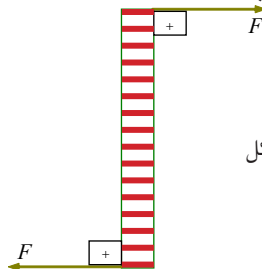
$$T_r - W = 0 \Rightarrow T_r = W$$

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

$$W = 20N$$

### د تعادل دویم شرط:

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



شکل (1-59)

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

$$\sum M = 0 \quad \text{یعنې: مساوي له صفر سره وي.}$$

که چېرې د (n) په شمېر، قوې پر جسم مومنت تولید کړي، نو:

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

که چېرې  $\sum F = 0$  خو  $\sum M \neq 0$  وي. په دې ځای کې جسم د انتقالي تعادل په حالت کې دي، په

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

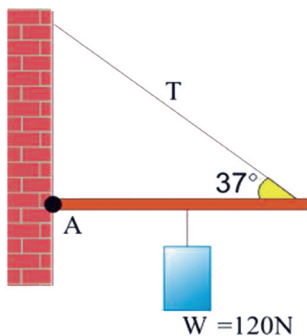
جسم د دوراني تعادل په حالت کې دي، یعنې دا چې جسم په دوران پیل نه کوي، خو تعجیل لري.

### مثال:

د یو لرگي د ډېر سپک لاستي چې فرض کوو هیڅ وزن نلري، یو سر د A په نقطه او بل سر یې د یوې

رسی په مرسته له یوه دیوال سره تړل شوی دی. یو جسم د شکل په څېر د 120N په وزن د لاستي له

منځنۍ نقطې څخه څرول شوی دی.



شکل (1-60)

1. د T د راکښلو قوه په رسی کې پیدا کړئ.

2. د R عکس العمل قوه چې د یووال یې په لاستي باندې د A په نقطه کې

عمل کوي، څومره ده؟ په داسې حال کې چې  $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$

او  $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$  وي.

### حل:

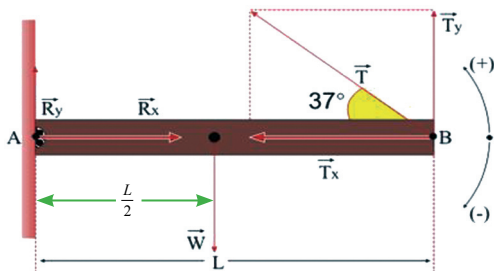
هغه قوې چې پر جسم عمل کوي، په شکل کې ښودل شوي دي.  $R_x$  او  $R_y$  د هغو قوو مرکبې دي

چې دیوال یې د لرگي په لاستي واردوي. هغه مومنتونه (تورکونه) چې  $R_x$  او  $R_y$  یې منځ ته راوړي،

له صفر سره مساوي دي، ځکه دا دوې قوې د دوران په نقطه کې په لاستي عمل کوي. پر لاستي باندې

د (A) نقطې لپاره د تعادل د دویم شرط له تطبیق سره لرو چې:

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



شکل (1-61)

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

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

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

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

$$T = 100N$$



## د تعادل له لومړي شرط څخه لرو چې

$$\sum F_x = 0$$

$$R_x - T_x = 0$$

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

$$R_x = 80N$$

$$\sum F_y = 0$$

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

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

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

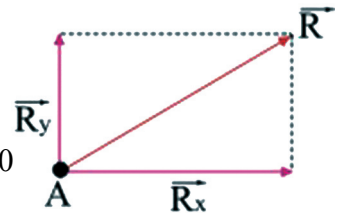
$$R_y = 120 - 60 = 60N$$

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

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

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

$$R = 100N$$



شکل (1-62)

## د مومنټ له فارمول څخه بل تعبیر (څرگندونه)

$$M = F \cdot d \sin \theta$$

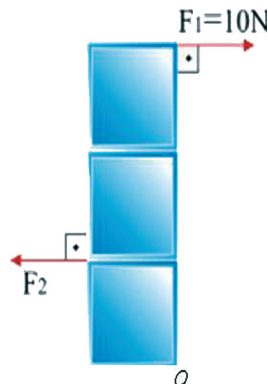
پورتنی افاده دا رنگه هم لیکلای شو  $M = F (d \cdot \sin \theta)$

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

### مثال:

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

**حل:** د تعادل د حالت لپاره لیکلای شو چې:



شکل (1-63)

$$\sum M = 0$$

$$F_2 d_2 - F_1 d_1 = 0$$

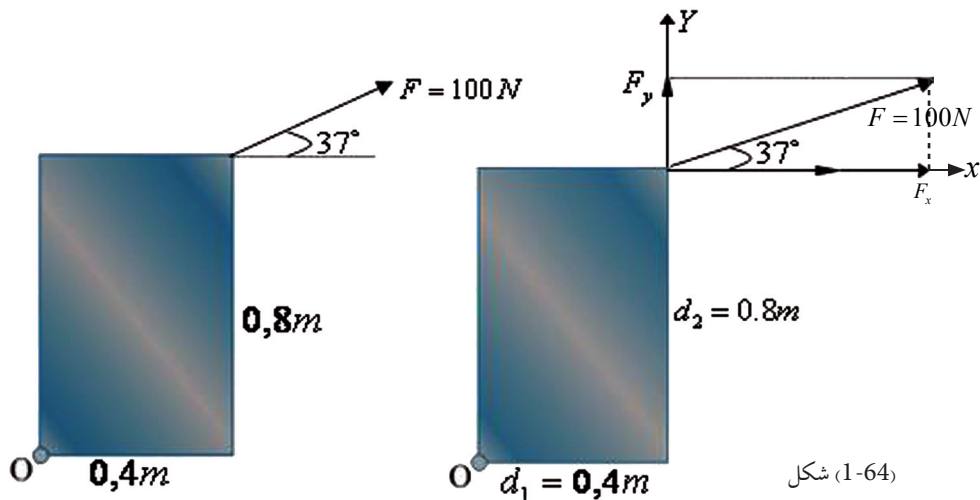
$$F_2 (1m) - (10N) (3m) = 0$$

$$F_2 = 30N$$

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

که چیرې د دوران له محور څخه فاصله په عمودي قوه کې ضرب شي یا د قوې د دوران محور څخه د عمودي فاصلې د ضرب حاصل د مومنت څخه عبارت دی. په اکثره عمومي حالتونو کې هم د قوې له مرکبې څخه او هم د واټن له مرکبې څخه یعنې د دواړو مرکبو څخه چې سره جمع کېږي، د مومنت د مرکبې د پیدا کولو لپاره گټه اخیستل کېږي.

**مثال:** په لاندې شکل کې هغه مومنت چې د  $O$  نقطې پر شاوخوا منځ ته راځي، محاسبه کړئ.



شکل (1-64)

**حل:** د تعادل د حالت لپاره لیکلای شو:

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

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

$$M = (100N \times 0,6)(0,4m) - (100N \times 0,8)(0,8m)$$

$$M = 60 \times 0,4N \cdot m - 80 \times 0,8N \cdot m$$

$$M = 24,0N \cdot m - 64,0N \cdot m$$

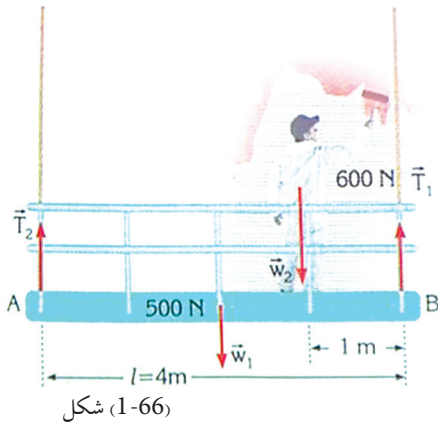
$$M = -40N \cdot m$$

## د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل

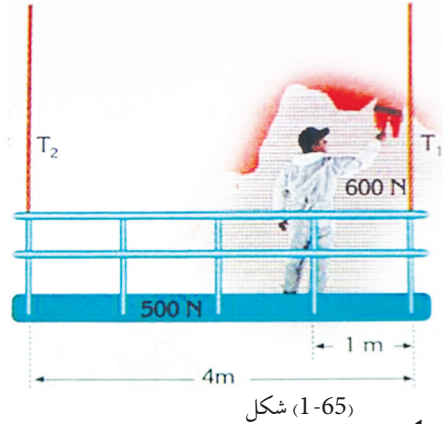
کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړي جسم مجموعي مومنت، پرته له دې چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوی دی، نو د دوران د نقطې موقعیت، په هر ځای کې چې د پرابلم (اوستونزو) د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کېدای شي.

### مثال:

یو رنگمال چې 600 نیوتنه وزن لري شکل سره سم په یوه ټاکلي موقعیت کې د لرگي د خوازې له پاسه چې وزن یې 500 نیوتنه دی او د یوې رسی په مرسته څړول شوی ولاړ دی او د یوال رنگوي. د راکنبلو د قوو کچه  $T_1$  او  $T_2$  چې په رسی عمل کوي، لاسته راوړئ (په سیستم کې له نورو وزنونو څخه صرف نظر کېږي).



شکل (1-66)



شکل (1-65)

### حل:

لومړی د هغو قوو سکيچ چې په سیستم کې عمل کوي رسموو. څرنګه چې سیستم د تعادل په حالت کې دی، نو کولای شو چې د مومنتونو د تعادل اصل وکاروو د  $T_1$  او  $T_2$  قوو د محاسبې لپاره لومړی د A نقطه یعنې د  $T_2$  قوې د اغېزې نقطه او بیا وروسته د  $T_1$  قوې د اغېزې نقطه یعنې B ټاکو.

$$\sum M_A = 0$$

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

اویا

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

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

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

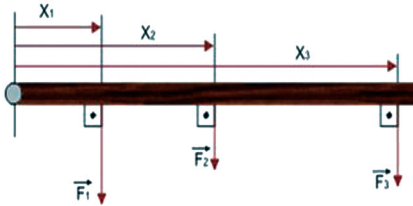
$$\sum M_B = 0 \quad \text{همدارنگه} \quad \text{او يا}$$

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

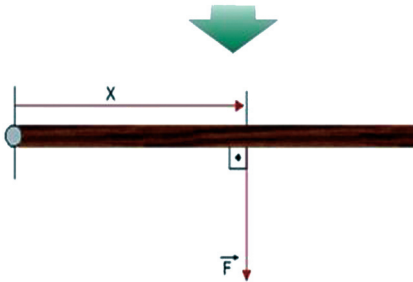
$$4T_2 = 600 \times 1 + 500 \times 2$$

$$4T_2 = 600 + 1000 = 1600$$

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



باید پام وکړو چې د  $\sum F_Y = 0$  قوو تعادل، د  $T_1$  او  $T_2$  قوو د محاسبې لپاره وکاروو. د دې ډول پرابلمونو د حل لپاره د مومنتونو د تعادل شرط عموماً د نا معلومو قیمتونو لپاره کارول کېږي.



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

(شکل 1-67)

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

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

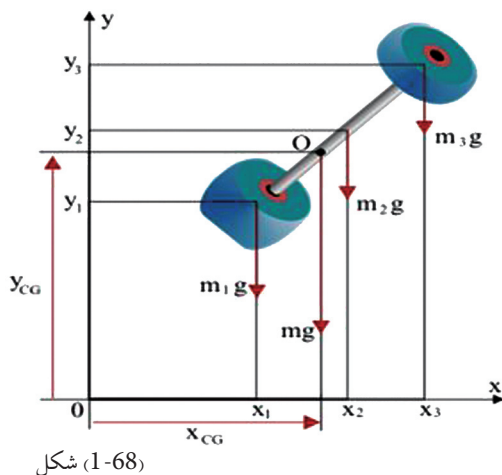
اوس د دوران د مرکز وټن د مومنت د تعادل له اصله، دا رنګه په لاس راوړو:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

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

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

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



د دې قوو محصله د جسم وزن تشکیلوي او د دې قوو د اغېز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه یادوي او په  $CG$  یې ښيي. د وزن یوه میله په دواړو سرونو کې له دوو مختلفو وزنونو سره، د قایمو مختصاتو په سیستم کې داسې په نظر کې نیسو چې ګواکې له درې برخو، یعنې په دوو انجانونو کې له دوو وزنونو اویوې میلیې څخه جوړ شوی وي. د دې هرې یوې برخې وزن عبارت دی له:  $m_1g$ ,  $m_2g$ , او  $m_3g$  د میلیې مجموعي وزن عبارت دی له:  $mg = m_1g + m_2g + m_3g$ .  
 د  $O$  نقطه د  $mg$  قوې د اغېز نقطه ده.

د مومنت معادله په دې ډول لیکلای شو:

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

څرنګه چې  $m_3 + m_2 + m_1$  د جسم له مجموعي کتلې څخه عبارت دی، نو پورتنۍ معادله داسې

$$X_{CG} = (m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3)g / (m_1 + m_2 + m_3)g \quad \text{ترتیبولای شو:}$$

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

له ساده کولو وروسته لرو چې:

د  $Y$  محور لپاره لرو چې:

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

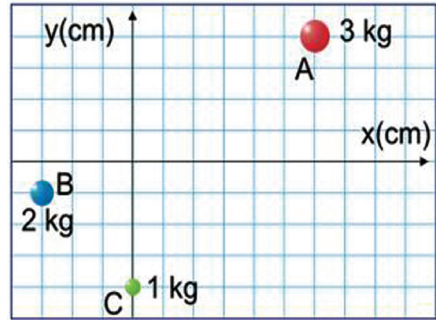
$$Y_{CG} = \frac{\sum (my)}{\sum m}$$

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

**مثال:**

د  $A$ ,  $B$ , او  $C$  جسمونه لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، د مختصاتو د سیستم پرمخ موقعیت لري، د  $1\text{kg}$ ,  $2\text{kg}$ ,  $3\text{kg}$  په ترتیب سره د کتلوي مرکز مختصات چې دې دريو جسمونو جوړ کړي دي، پیدا کړئ.

(شکل 1-69)

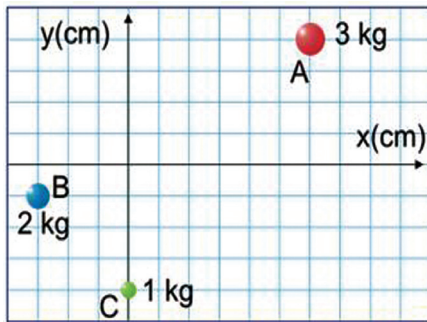


**حل:** د کتلو مختصات او د جسمونو موقعیتونه عبارت دي له:

$A(6\text{cm}, 4\text{cm})$  (د  $3\text{kg}$  کتلې مختصات)

$B(-3\text{cm}, -1\text{cm})$  (د  $2\text{kg}$  کتلې مختصات)

$C(0\text{cm}, -4\text{cm})$  (د  $1\text{kg}$  کتلې مختصات)



(شکل 1-70)

د  $(\text{cm})$  د کتلوي مرکز مختصاتو مرکز عبارت دی له:

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

له ساده کولو وروسته لروچې:

$$\begin{aligned} Y_{CM} &= \sum (m \cdot y) / \sum m = (m_A Y_A + m_B Y_B + m_C Y_C) / (m_A + m_B + m_C) \\ &= (3\text{kg})(4\text{cm}) + (2\text{kg})(-1\text{cm}) + (1\text{kg})(-4\text{cm}) / (3\text{kg} + 2\text{kg} + 1\text{kg}) \\ Y_{CM} &= \frac{12\text{kgcm} - 2\text{kgcm} - 4\text{kgcm}}{6\text{kg}} = \frac{6\text{kgcm}}{6\text{kg}} = 1\text{cm} \end{aligned}$$

له ساده کولو وروسته لروچې:



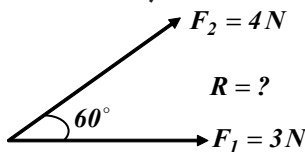
## د لومړي څپرکي لنډيز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې د شکل او یا حالت د بدلون سبب گرځي او په نړيوال SI سيستم کې يې بنسټيز واحدونه داین اونیوتین دي.
- کله چې څو متلاقي قوې پر یوه جسم عمل وکړي، یوه محصله قوه منځ ته راوړي چې د دې قوې کچه او لوری په هندسي توګه د وکتورونوله قاعدې څخه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قاعدو په ګټې اخیستلو سره په لاس راځي.
- نقطه یي کتله د یو ایديال یا خیالي جسم له کتلې څخه عبارت ده چې ټول هغه مواد چې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره کارېدلي، په یوه نقطه کې متمرکز شوي وي.
- دوې قوې هغه مهال په تعادل کې واقع کېدای 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 مساوي او لوري يې سره مخالف وي.
- د محاسبې په طریقه د څو قوو د محصلې د پیدا کولو لپاره لومړی ټولې قوې د قایمو مختصاتو په سیستم کې د X او Y په مرکبو تجزیه کوو، بیا وروسته د قوو له مرکبو څخه په ګټې اخیستلو، محصله قوې او هغه زاوې چې د X او Y له محورونو سره يې جوړوي، حسابیدای شي. کله چې د محصله قوې د هرې یوې مرکبې مجموعه له صفر سره مساوي کړو، په دې صورت کې تعادل منځ ته راځي اود څو قوو محصله په لاس راځي.
- کله چې دوې مساوي او موازي قوې چې د متقابلو لورو لرونکي وي، عموماً پر یوه محور او د جسم په دوو بیلابیلو نقطو اغېز وکړي، دوی ته جوړه قوې (د قوو زوج) وایي.
- د قوې یو زوج د دوران موقعیت (د دوران نقطې) ته له نظر کولو پرته، تل د دوران د همدې یوه مومنت لرونکي وي.
- یو جسم د سکون په حالت کې دی او یا دا چې د سکون په حالت کې پاتې کېږي، ویل کېږي چې د ستاتیک تعادل په حالت کې دی، خو هغه جسم چې په یوه ثابت سرعت د حرکت او یا د دوران په حال کې وي، وایي چې دا جسم د دینامیک تعادل په حالت کې دی.
- د دې لپاره چې یو جسم د تعادل په حال کې وي، دوه لاندیني شرطونه باید ولري.
- 1 - پر جسم د ټولو عمل کونکو قوو محصله (وکتوري جمع) باید له صفر سره مساوي وي، یعنې: 
$$\sum F = 0$$
- 2 - د محصله مومنت (د مومنتونو جمع چې پر جسم اغېز لري) باید له صفر سره مساوي وي یعنې:  $\sum M = 0$
- د قوې دوراني اغېزې ته مومنت (ترک) وایي چې موږ يې په M نښو او د یوناني تورو په  $(\tau)$  هم ښودل شوی دی چې: 
$$M = F \cdot d \sin \theta$$
- مومنت د ساعت د ستنې په لوري اویا دهغې په مخالف لوري عمل کولای شي.
- یو جسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط يې بشپړ کړی دی، له دې سره بیا هم کولای شي د تعادل په حالت کې نه وي، یعنې کیدای شي پر جسم د محصله قوې مقدار صفر وي، 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 څخه لاسته راځي:

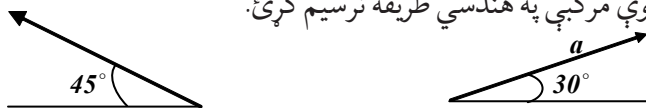
$$X_{CG} = \sum(mx) / \sum m \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum(my) / \sum m$$

## د لومړي څپرکي پوښتنې

- 1 - قوه تعريف كړئ او په نړيوال (SI) سيستم كې يې بنسټيز (اساسي) واحدونه بيان كړئ.
- 2 - ولې قوه يو وكتورې مقدار ده؟
- 3 - دوې غير موازي كيفي قوې انتخاب كړئ او محصله يې د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په طريقه رسم كړئ.
- 4 - لاندې شكل په نظر كې ونيسئ د قوو محصله يې په الجبري طريقه محاسبه كړئ



- 5 - نقطه يي کتله تعريف كړئ او د نقطه يي کتلې درې بيلگې بيان كړئ.
- 6 - د عمل قوه تل د..... له قوې سره مساوي، خو د متقابل..... لرونکې وي
- 7 - هغه جسمونه چې د هغو..... د هغو د اتکا له..... څخه پورته واقع وي د..... په حالت کې قرار لري.
- 8 - هغه مومنت چې يوه قوه يې د دوران په پيښه کې توليدوي، له کومو دريو پارامترونو سره اړيکې لري، بيان يې وليکئ.
- 9 - هغه مومنت چې د  $25N$  قوې په واسطه پر هغه ميلې چې اوږوالی يې  $0,5m$  دی، توليدکېږي، محاسبه کړئ.
- 10 - د لاندې هرې محصله قوې مرکبې په هندسي طريقه ترسيم کړئ.



11. په يوه 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 واټن سره وليکئ
12. که چيرې د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له يوه څخه تېر شوی وي، خو له هغو څخه خارج واقع وي، په دې صورت کې د مومنت دوران څنگه ارايه کېږي؟ رياضي رابطه يې وليکئ.
13. د هغه تورک کچه چې د  $3N$  قوې د اغېز له امله پر يوې دروازې په  $0.25m$  عمومي واټن د دوران له محور څخه په ( $0.25m$ ) عمودي فاصله توليدېږي، محاسبه کړئ.
14. يوه ساده رقاصه له  $3Kg$  نقطه يي کتلې سره د يوه نري تار په سر کې چې اوږدوالی يې  $2m$  دی، څرول شوې، د محور له يوې نقطې سره وصل شوې ده.



a- د محور ددې نقطې په شاوخوا کې د ځمکې د جاذبې قوې په مرسته تولید شوی ترک حساب کړئ، په داسې حال کې چې د  $5^\circ$  زاویه په عمودې ډول له محور سره جوړه کړي.

b- دا محاسبه د  $15^\circ$  زاویې لپاره ترسره کړئ.

15. د یو موټر پر ویل د پیچ د خلاصولو لپاره لازم تورک  $40Nm$  دی، هغه ډبره کومه قوه چې باید یو

میخانیک یې د  $3cm$  رېنچ پر سر باندې د پیچ د خلاصولو لپاره واردوي، څومره ده؟

16. که د یوې خزاني د پیداکولو لپاره په یوه نقشه کې د لورو تعقیبولو لپاره، یو لاروی لومړی  $45m$  د

شمال په لور ځي، بیا راگرځي او  $7.5m$  د ختیځ په لور قدم وهي، خزاني ته د لاروي د رسېدو لپاره، باید

نوموړی څومره واټن په مستقیم ډول ووهي؟ د خزاني موقعیت د وضعیه کمیانو په سیستم کې وښيي.

17. یوه لاری پر یوې غونډۍ چې  $15^\circ$  څوروالی لري، حرکت کوي، که چیرې لاری  $22 \frac{m}{s}$  ثابت

سرعت ولري، د لاری د سرعت عمودي افقي مرکبې پیدا کړئ.

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

ختلې ده، پیدا کړئ.

19. یوه الوتکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی  $75Km$  واټن له  $30^\circ$  زاویې سره دشمال

لویدیځ په لور او دویم واټن  $155Km$  له  $60^\circ$  زاویې سره د شمال ختیځ په لور الوتنه کوي. د الوتکې په

واسطه ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

20. د منتهجه سرعت د وکتور کچه او لوری په لاندې سرعتونو کې چې په خپلو کې عمود دي پیدا کړئ.

a- یو کب نسبت اوبو ته د یوه سیند په استقامت چې په  $5m/s$  سرعت حرکت کوي، د  $3m/s$  په

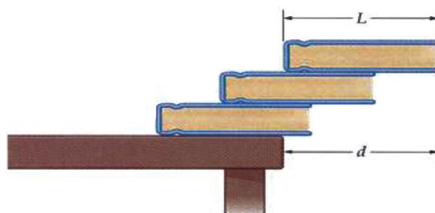
سرعت لامبو وهي.

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

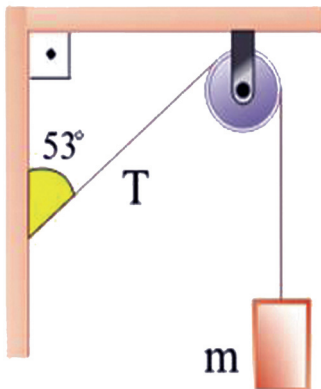
په وړاندې ځي.

21. درې هم شکله او هم وزنه کتابونه د  $L$  په اوږدوالي د شکل په څېر یو ډبل پرمخ ایښودل شوي دي.

د  $d$  مخ ته راوتلی اعظمي واټن چې کتابونه پکې په تعادل کې وي او سقوط ونه کړي، پیدا کړئ.



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



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

د کتلې کچه په  $kg$  حساب کړئ په داسې حال کې چې:

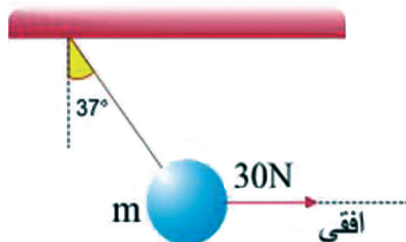
$$\sin 53^\circ = 0,8 \quad \cos 53^\circ = 0,6$$

$$g = 10N/kg$$

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

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

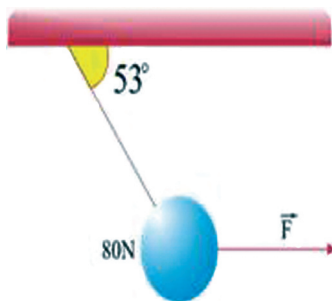
$$g = 10N/kg$$



25. لکه څنګه چې په شکل کې وینئ، یو جسم له  $80N$  وزن سره د یوې رسی په مرسته څړول شوی او د یوې افقي قوې  $F$  په واسطه راکښل کېږي.

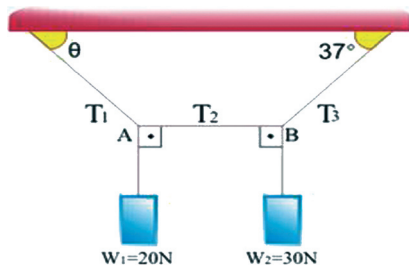
a - په رسی کې د راکښلو قوه پیدا کړئ.

b - د  $F$  قوه محاسبه کړئ.



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

26. هغه سیستم چې تاسو یې په شکل کې گورئ، دوه جسمونه پکې د  $W_1 = 20\text{ N}$  او  $W_2 = 30\text{ N}$  وزنونو سره د رسی په مرسته له چت څخه څرول شوي او د تعادل په حالت کې دي. که چیرې د AB رسی افقي وي، د  $T_1, T_2, T_3$  د راکښلو قوې محاسبه کړئ او همدارنگه د  $\theta$  زاویې قیمت پیدا کړئ.



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

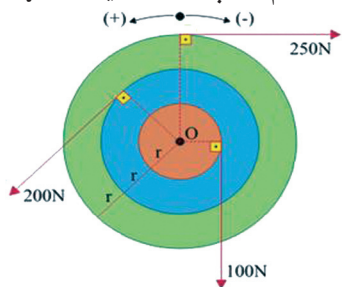
27. یو ډرېور د  $F$  یوه قوه، لکه چې په شکل کې یې وښی، د خپلو لاسونو په مرسته د گاډي په شترنگ واردوي، که چیرې د شترنگ څرخ د  $d$  شعاع ولري، پیدا کړئ:

a- محصله قوه

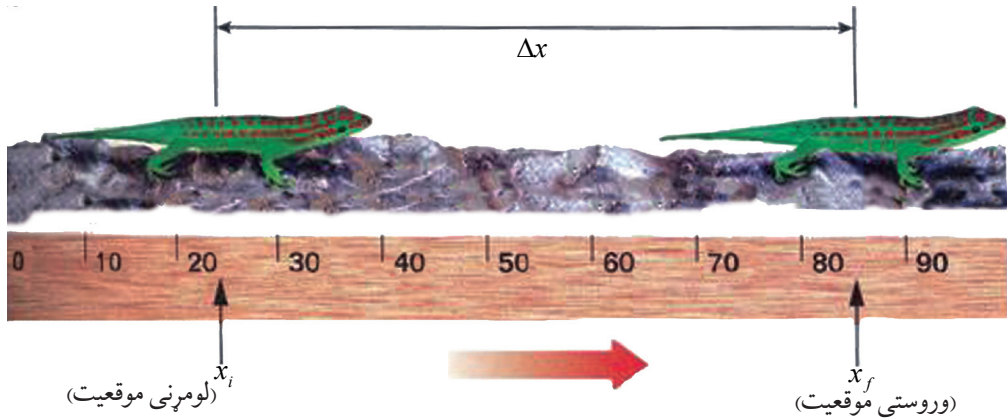
b- د محصلې مومنت چې د شترنگ پر څرخ عمل کوي.



28. درې ټیکلي (ډسکونه)، لومړنی د  $r$  په شعاع، دویم د  $2r$  په شعاع او دریم یې د  $3r$  په شعاع یوله بله سره داسې تړل شوي دي چې ټول یې د  $O$  نقطې په شاوخوا د  $100\text{ N}, 200\text{ N}$  او  $250\text{ N}$  قوو په اغېز کولو سره دوران کوي. که چیرې شعاع  $r = 0.1\text{ m}$  وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سیستم باندې عمل کوي، پیدا کړئ.



## یو بعدي حرکت



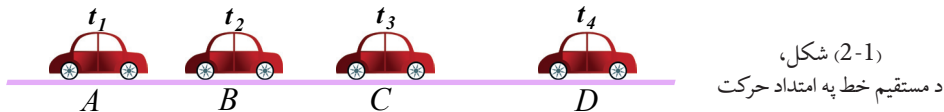
لکه څنگه چې پوهېږو، نړۍ او هر څه چې پکې دي، حتی هغه جسمونه چې په ظاهره کې ساکن ښکاري، لکه سړک، ونې او یا د ونو د پاڼو غورځېدل ټول په حرکت کې دي. کله چې د ښوونځي په لاره کې خپل شاوخوا ته وگورئ، د حرکتونو ډولونه گورئ؟ د دې حرکتونو د څېړلو لپاره له کوم علم څخه باید گټه واخلو؟ لکه څنگه چې پوهېږئ، ډینامیک چې د میخانیک یوه برخه جوړوي، د اجسامو حرکت او د حرکت اړیکې له یو شمېر فزیکي مفاهیمو لکه قوه او کتله تر مطالعې لاندې نیسي. مونږ په دې څپرکي کې د اجسامو حرکت د موقعیت (مکان) او زمان د مفاهیمو څخه په گټې اخیستلو، پرته له دې چې پر اجسامو وارده قوې په نظر کې ونیول شي، مطالعه کوو چې د میخانیک فزیک دا برخه د سینماتیک په نامه یادوي.

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

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

## 2-1: د مستقیم خط په امتداد حرکت

د مستقیم خط په امتداد حرکت ته یو بعدي حرکت هم وایي چې په هغه کې د حرکت مسیر، مستقیم خط دی. لاندې مثال د دې ډول حرکت د مفهوم د پېژندلو لپاره خورا ښه بېلگه ده: د یوموتر په څېر یو متحرک جسم په نظر کې ونیسئ چې په یو مستقیم مسیر په حرکت کې دی. (2-1) شکل د دې موټر موقعیتونو ته د  $t_1, t_2, t_3$  او  $t_4$  په زماني لحظو کې په ترتیب سره د  $A, B, C$  او  $D$  په نقطو کې د یوه مستقیم مسیر پرمخ ښيي.

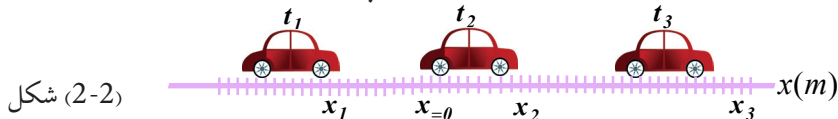


د یو مستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چیرې مبدأ د مسیر پرمخ اختیار کړو، د موقعیت او مکان بدلون وکتورونه هم لوري دي، دا د دې لامل گرځي چې محاسبه د دې وکتورونو پرمخ په آسانی سره ترسره شي.



د یوگرېندي (تېز رفتار) په څېر یو متحرک په نظر کې ونیسئ چې په یو مستقیم سرک په حرکت کې دی. د دې موټر د حرکت ډول په ټولګي کې له اړوندو ډلوسره تر بحث لاندې ونیسئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

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



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

## 2-2: موقعیت (مکان) او د موقعیت بدلون

د اجسامو موقعیت او د مکان بدلون څنګه څېړلی شو؟ د یوه جسم د حرکت د وضعیت او څېړلو لپاره څه باید وکړو؟ د دې لپاره چې موقعیت او د مکان بدلون تعریف کړای شئ، لاندې فعالیت ترسره کړئ:

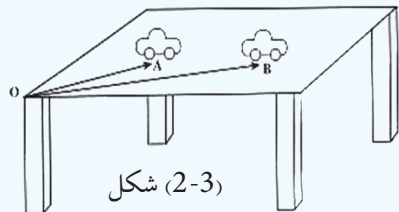
## فعالیت:



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

## ګرڼلاره:

- 1 - موټر د مېز پرمخ په یو ټاکلي موقعیت کې کېږدی او فاصله یې د مېز له یوې څنلې (مبدأ) څخه د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د  $OA$  په وکتورې وښئ.
- 2 - د شکل په څېر موټر کې له لومړني موقعیت څخه بې ځایه او په یو بل موقعیت کې یې کېږدی او بیا وروسته د مېز له هماغه څنلې څخه چې په لومړۍ مرحله کې مو اندازه کړې ده (لومړنۍ مبدأ)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د  $OB$  په وکتورې وښئ.



اوس لاندې پوښتنوته ځواب ووايئ:

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

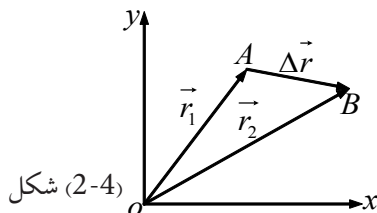
په یقین سره هغه موټر چې د مېز پرمخ حرکت کوي، د  $t_1$  په لحظه کې د  $A$  په موقعیت کې او د  $t_2$  په لحظه کې د  $B$  په موقعیت کې دی.  
نو د موټر موقعیت په دواړو مرحلو کې یوشی نه دی.

په پورتنی فعالیت کې هغه مشترک عنصر چې د موټر  $A$  او  $B$  دوو موقعیتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مبدأ څخه دي. د  $\vec{OA}$  او  $\vec{OB}$  وکتورونو ته په ترتیب د  $t_1$  او  $t_2$  وکتورونه وایو. له پورتنی فعالیت څخه کېدای شي لاندې پایلونه ورسپرو:

1 - د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې په هره لحظه کې د جسم موقعیت ټاکي چې د دې وکتور پیل، د وضعیه کمیونو مبدأ او انجام یې د جسم موقعیت دی او په معمول ډول یې د  $\vec{r}$  په توری ښيي.

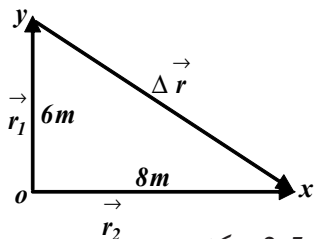
2 - د یوه متحرک د موقعیت بدلون د  $t_1$  او  $t_2$  په دوو لحظو کې هغه وکتور دی چې پیل یې د متحرک موقعیت د  $t_1$  په لحظه کې او انجام یې د متحرک موقعیت د  $t_2$  په لحظه کې دی.

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



شکل (2-4)

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



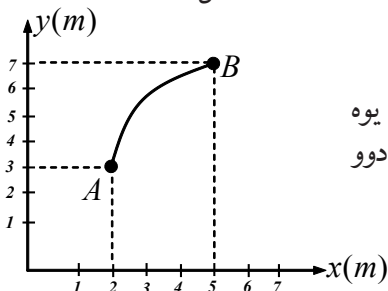
شکل (2-5)

**حل:** د شکل په پام کې نیولو سره د موقعیت د بدلون وکتور

( $\Delta r$ ) د قایم الزاویه مثلث له وتر څخه عبارت دی، چې ضلعي یې

$6m$  او  $8m$  دي، له دې کبله د مکان د موقعیت بدلون برابر دی

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

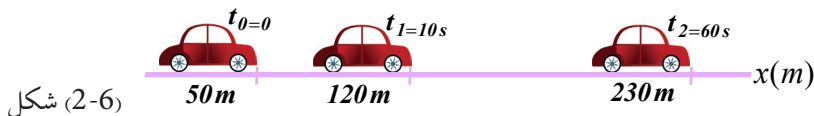


**تمرین:** په لاندې شکل کې د یوه متحرک مسیر د AB د یوه منحنی پر مخ بنودل شوی دی. د مکان بدلون وکتور د A او B دوو نقطو ترمنځ رسم کړئ او قیمت یې لاس ته راوړئ.

### 2-3: منځنی (متوسط) سرعت

لکه څنګه چې د نهم ټولګي په فزیک کې مو ولوستل، یو متحرک جسم د مختلفو عواملو له کبله نشي کولای مساوي واټنونه په مساوي وختونو کې ووهي. په دې حالت کې په مستقیم مسیر باندې د جسم حرکت د ځانګړتیاوو د بیانولو لپاره، دمنځني سرعت له اصطلاح څخه ګټه اخلو. د منځني سرعت د اصطلاح د ښه درک لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:

**مثال:** د (2-6) شکل د یو موټر موقعیت چې د حرکت په حال کې دی، په بېلابېلو وختونو کې راښيي.



شکل (2-6)

(الف). د  $t_1 - t_0$  او  $t_2 - t_1$  په زماني شیبو کې د موقعیت د بدلون کچه پیدا کړئ.

(ب). په هره زماني شیبه کې موټر په منځني توګه په هره ثانيه کې د موقعیت څومره بدلون کړی دی؟

**حل:** (الف). د موقعیت بدلون په  $\Delta t = t_1 - t_0 = 10s$  زماني انټروال کې مساوی دی له:

$$\Delta x = x_1 - x_0 = 120 - 50 = 70m \text{ سره او د موقعیت بدلون په } \Delta t = t_2 - t_1 = 50s \text{ زماني انټروال}$$

کې مساوي دی له  $\Delta x = x_2 - x_1 = 230 - 120 = 110m$  سره.

ب. په هر ټاکلي وخت باندې د هغو د اړوندې وهل شوې فاصلې په وېشلو سره، معلومېږي چې متحرک په هره ثانيه کې خومره د موقعیت بدلون کړی 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 زماني انټروال کې د مکان د بدلون په معلومولو سره کولای شو، په انټروال کې د هرې ثانيې د مکان د بدلون اوسط پیدا کړو چې هغه ته په زماني انټروال کې منځنی سرعت وايي. منځنی

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \dots\dots\dots (2-1) \quad \text{سرعت د } \bar{v} \text{ په علامې بڼو او لرو چې:}$$

چې د SI په سیستم کې د منځنی سرعت د اندازه کولو واحد  $\text{m/s}$  دی. منځنی سرعت وکتوري کمیت دی چې د مکان د بدلون له وکتور سره هم لوری دی.

### فعالیت:

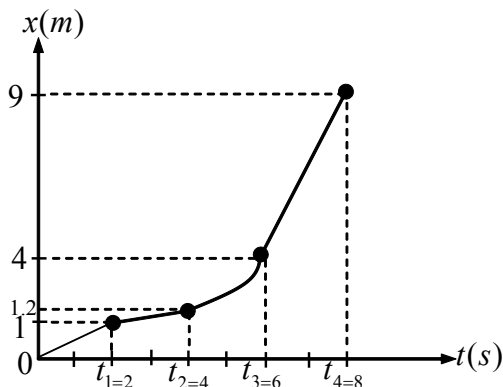


**اړین مواد:** فېته یي متر، زمان سنج (ستاپ واچ)

**کړنلاره:** له خپل یوه ټولګیوال څخه وغواړئ چې په ټولګي کې په یو مستقیم خط په لاره ولاړ شي.

وروسته تاسو په متر د X فاصله او د زمان سنج په مرسته د t وخت په لاس راوړئ او په پایله کې دهغه حرکت منځنی سرعت حساب کړئ.

**مثال:** د (2-7) په شکل کې د متحرک (x-t) ګراف چې د مستقیم مسیر پرمخ حرکت کوي، ښودل شوی دی.



a- په یوه جدول کې هر زماني انټروال یعنې له صفر څخه تر 2s, 2s څخه تر 4s, 4s څخه تر 6s, 6s څخه تر 8s او د هر انټروال د مکان بدلون وښیئ.

b- په هر یو زماني انټروال کې د متحرک منځنی سرعت خومره دی؟

شکل (2-7)



**د a جز حل:** د  $\Delta t$  او  $\Delta x$  قیمتونه په لاندې جدول کې محاسبه شوي دي.

$\Delta x(m)$	$\Delta t(s)$
$\Delta x_1 = x_1 - x_0 = 1 - 0 = 1$	$t_1 - t_0 = 2 - 0 = 2$
$x_2 - x_1 = 1.2 - 1 = 0.2$	$t_2 - t_1 = 4 - 2 = 2$
$x_3 - x_2 = 4 - 1.2 = 2.8$	$t_3 - t_2 = 6 - 4 = 2$
$x_4 - x_3 = 9 - 4 = 5$	$t_4 - t_3 = 8 - 6 = 2$

**د b جز حل:**

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

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

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

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

**تمرین:** د یوه جسم د حرکت معادله د  $SI$  په سیستم کې د  $x = 2t^2 + 1$  له رابطې سره ورکړ شوې ده. منځنۍ سرعت یې په لاندې زماني انټروالونو کې،

(a) له 1 څخه تر 2 ثانیو،

(b) له 1 څخه تر 1.1 ثانیې،

(c) له 1 څخه تر 1.01 ثانیې او

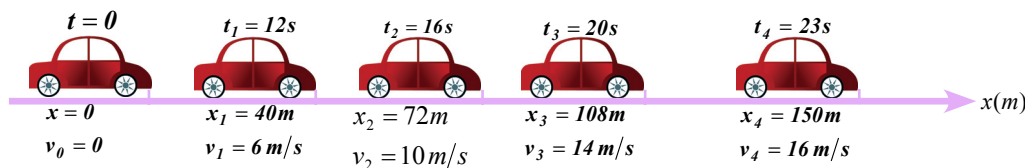
(d) له 1 څخه تر 1.001 ثانیو پیدا کړئ.

## لحظوي سرعت

لحظوي سرعت څه شی دی؟ د منځني او لحظه يي سرعت ترمنځ کوم توپير شتون لري؟ کله چې يو موټر د حرکت په حال کې وي، که سرعت سنج ته يې وگورو، و به لېدل شي چې د سرعت سنج ستن په هره لحظه کې يوه ټاکلې اندازه را ښيي. کله چې د موټر سرعت زيات شي، ستن ډېره اندازه راښيي.

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

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



شکل (2-8)

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

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

حل: الف)

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

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

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

منځنی سرعت په هغه حد کې چې د وخت انټروال ډېر کمیږي، د لحظه یي سرعت په نامه یادېږي، په ډېره دقیقه توګه ویلای شو: کله چې  $t_2, t_1$  ته نژدې کیږي یعنې د  $\Delta t$  قیمت صفر ته تقریب کوي، د  $\bar{V}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  نسبت، د جسم لحظه یي سرعت د  $t_1$  په زمان کې رانښيي، لیکلای شو چې لحظه یي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې  $\Delta t$  د صفر په لور تقریب وکړي یعنې:

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

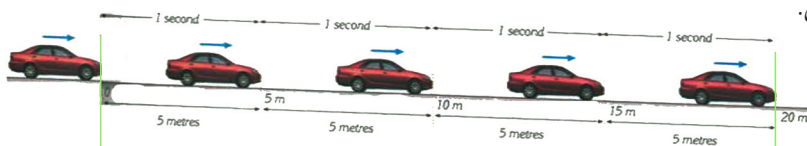


### څېړنه وکړئ:

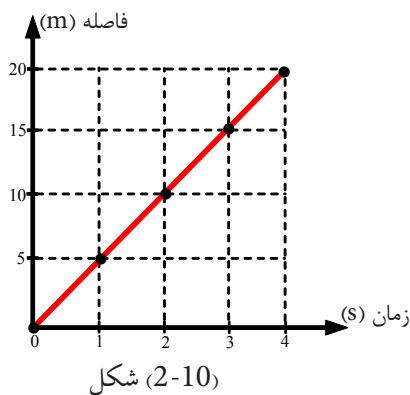
په دې هکله چې څنګه کولای شو د  $(x-t)$  له ګراف څخه په ګټې اخیستلو سره، د یوه متحرک لحظه یي سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانګړو ډلو په توګه پلټنه وکړئ او پایلې یې وړاندې کړئ.

## 2-4: د موقعیت - زمان ګراف $(x-t)$

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



شکل (2-9)



شکل (2-10)

د دې متحرک (موټر) د حرکت د موقعیت څرګندولو لپاره له کوم ډول ګراف څخه باید ګټه واخلو، تر څو وکولای شي په مختلفو وختونو کې د جسم موقعیت په ښه توګه وښيي؟ د موقعیت - زمان  $(x-t)$  له ګراف څخه کار اخیستل به د دې پوښتنې ځواب وي. په ډېرو مواردو کې د دې ګراف رسم د حرکت د څېړلو لپاره مناسب دی. د دې ګراف د رسمولو لپاره معمولاً وخت  $(t)$  د افقي محور پرمخ او موقعیت  $(x)$  د قایم محور پرمخ ټاکو. په پایله کې د نوموړي موټر لپاره به د  $(x-t)$  ګراف په لاندې توګه وي:

لکه څنګه چې په ګراف کې لیدل کیږي، متحرک (موټر) په هره ثانيه کې مساوي واټنونه وهي. له دې ګراف څخه په ګټې اخیستلو سره په آسانی موندلی شو چې متحرک په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان بدلون یې د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی.

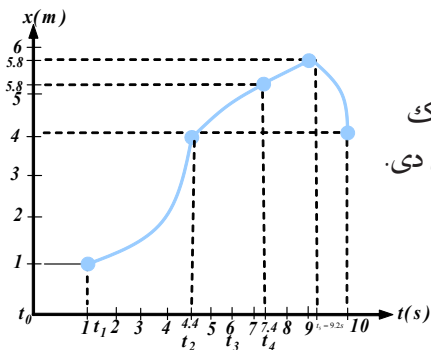
د مثال په توګه: په ګراف کې لیدل کیږي چې متحرک د  $t_2 = 2s$  په لحظه کې د مبدأ په لس متري کې دی یا د  $\Delta t = 1s$  په انټروال کې یې د مکان بدلون  $\Delta x = 5m$  دی. ددې ډول ګراف د ښې پیژندنې لپاره لاندې فعالیت په ډله ییزه توګه په خپل ټولګي کې عملي کړئ.

### فعالیت:



لاندې جدول د یوه متحرک جسم واټن تر مبدأ پورې په ورکړل شوو لحظو کې ښيي د متحرک د  $(x-t)$  ګراف رسم کړئ

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



**تمرین:** د لاندې شکل د  $(x-t)$  په ګراف کې یو متحرک چې د مستقیم خط پرمخ په حرکت کې دی، ښودل شوی دی.

الف: د  $t_1 - t_0$ ،  $t_2 - t_1$ ، او  $t_5 - t_2$  په زماني انټروالونو کې د متحرک د موقعیت بدلون څومره دی؟

ب: له مبدأ څخه د متحرک تر ټولو لویه فاصله (اعظمي واټن) څومره دی او متحرک به د وخت په کومه لحظه کې اوسي؟

ج: د  $t_4$  څخه تر  $t_5$  زماني لحظه کې د موقعیت بدلون څومره او په کوم لور دی؟

## 2-5: تعجيل يا شتاب

تعجيل څه شی دی؟ د منځني تعجيل او لحظه يي يا وقفه يي تعجيل ترمنځ څه توپير دی؟ لکه څنگه چې تاسو پخوا د نهم ټولگي په فزيک کې لوستي دي، کله چې يو متحرک مساوي واټنونه په مساوي وختونوکې ونه وهي، دې ډول حرکت ته، تعجيلي حرکت وايي. کله چې يو موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کوي، د موټر سرعت سنج بڼي چې سرعت يې ورو ورو زياتيږي او برعکس د برک نيولو پر مهال، سرعت يې په تدريج سره کميږي، دا چې په پورتنيو دواړو حالتونوکې د متحرک سرعت بدلون مومي، نو د متحرک حرکت يو تعجيلي حرکت دی، نه يو ډوله (يونواخت). منځنی تعجيل د وخت په يوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی، که چيرې د سرعت بدلون د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې له  $\Delta v$  سره مساوی وي، نو:

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

له پورتنۍ معادلې څخه کولای شو، په آسانی سره د تعجيل واحد چې له  $(\frac{m}{s^2})$  څخه عبارت دی، په لاس راوړو.

**مثال:** د يوه متحرک سرعت د  $t_1 = 20s$  په لحظه کې له  $10 m/s$  سره مساوي دی او د  $t_2 = 45s$  په لحظه کې له  $20 m/s$  سره مساوي دی. منځنی تعجيل يې د  $t_2, t_1$  دوو لحظو ترمنځ څومره دی؟

**حل:**

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

### لحظوي تعجيل (شتاب)

په تعجيلي حرکت کې هم ويلاى شو چې متحرک په هره لحظه کې يو تعجيل لري چې لحظوي تعجيل په نامه يې نوموو. لکه څنگه موچې په لحظه يي سرعت کې وليدل، په دې ځای کې هم که د  $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  په رابطه کې،  $\Delta t$  ډېر کوچنی شي، منځنی تعجيل له لحظه يي تعجيل سره ډېر نژدې کيږي، اوس کولای شو لحظه يي تعجيل د لحظه يي سرعت په څېر په ډېر دقيق ډول تعريف کړو: لحظه يي تعجيل د منځني تعجيل له ليمت څخه عبارت دی، کله چې  $\Delta t$  د صفر په لور تقرب وکړي. که چيرې لحظه يي تعجيل په  $a_x$  وښيو، د پورتنيو تعريفونو پر بنسټ ليکلای شو:

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

## د سرعت - زمان گراف ( $v-t$ )

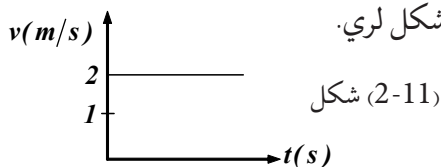
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړې، د مکان - زمان گراف ( $x-t$ )، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله لکه سرعت یا د متحرک مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب معلومات ترلاسه کړو، په همدې ډول د سرعت - زمان ( $v-t$ ) له گراف څخه هم کولای شو د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت - زمان ( $v-t$ ) گراف د ترسیم لپاره د وضعیه کمیټونو د مختصاتو په سیستم کې د  $y$  قایم محور د سرعت او د  $x$  افقي محور د زمان یا وخت لپاره وټاکو او په هماغه ترتیب چې مو د زمان موقعیت گراف ( $x-t$ ) په هکله کړنه ترسره کړې وه، دا گراف هم هماغسې رسموو.

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

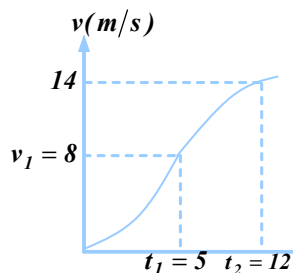
**حل:** د ثابت سرعت په حرکت کې کولای شو ولیکو:  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25-5}{12-2} = \frac{20}{10} = 2 m/s$

څرنګه 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 یو مستقیم خط شکل لري.



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

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



**تمرین:** لاندې شکل د یو متحرک ( $v-t$ ) گراف راښيي،

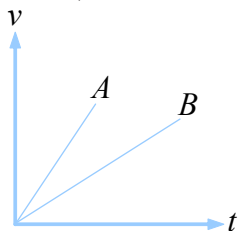
توضیح یې کړئ:

الف: د وخت په  $(0, t_1)$  او  $(t_1, t_2)$  انټروالونو کې منځنی تعجیل

څومره دی؟

ب: د  $t_2, t_1$  دوو لحظو څخه په کومې یوې کې تعجیل ډېر دی؟  $t(s)$

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

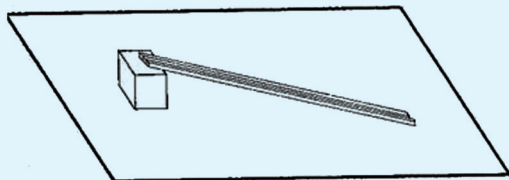


**فعالیت:**



**د اړتیاوړ وسایل:**

1. جریداره تخته د پردې لرگیو له میلو سره چې دوه متره اوږدوالی ولري
2. د لرگیو مکعبونه چې  $4\text{cm}$  پندوالی ولري
3. بنیینه یي گلولې یا فلزي ساچمې
4. زمان سنج (کرونومتر)
5. فیته یي متر



شکل (2-12)

**کړنلاره:**

له شکل (2-12) سره سم د پردې لرگی د میلې یو سر د لرگیو پر یوه مکعب کېږدی. یوه بنیینه یي گلوله د میلې د هغه بل سر چې پر مکعب مو ایښی، له نیم مترۍ څخه یې خوشي کړئ او په دې لحظه کې کرونومتر په کار واچوئ. کولای شئ هغه لحظه چې گلوله پر مکعب (د مسیر پر پای) لگیږي، کرونومتر ودرئ. آزماينست د  $1\text{m}$ ,  $1.5\text{m}$  او  $2\text{m}$  فاصلولپاره تکرار کړئ. پایله په لاندې جدول کې ولیکئ او د  $(x-t)$  له مخې گراف رسم کړئ. ازمايل شوي پایله تجزيه او تحليل کړئ.

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

## 2-6: یو ډوله (متشابه) حرکت

که چیرې د یوه متحرک جسم لحظه یي سرعت چې پر مستقیم مسیر حرکت کوي، په ټولو لحظو کې یو شان وي، حرکت یې یو نواخته نومېږي، په دې ډول حرکت کې د (موقعیت- زمان) گراف، یو مستقیم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځني سرعت په پایله کې له لحظه یي سرعت سره مساوي کېږي، له دې امله کولای شو ولیکو چې:

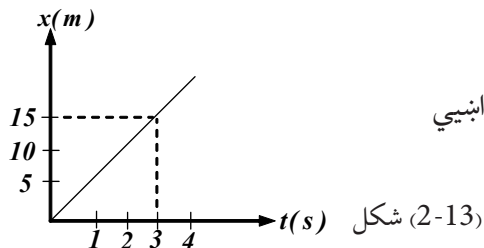
$$\bar{v} = v \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t$$

که چیرې د متحرک جسم واټن تر مبداء پورې د  $t = 0$  په لحظه کې له  $X_0$  او واټن یې تر مبداء پورې د  $t$  په لحظه کې له  $X$  سره برابر وي، په هغه صورت کې  $x - x_0 = v(t - 0)$  او یا  $x = vt + x_0$  پورتنی معادله د یو نواخت حرکت له معادلې څخه عبارت دی چې په هغې کې  $X$  تر مبداء پورې واټن د متر پر بنسټ دی،  $v$  لحظه یي سرعت دی د متر ثانيې پر بنسټ،  $t$  وخت د ثانيې پر بنسټ او  $x_0$  د صفر په لحظه کې تر مبداء پورې واټن د متر پر بنسټ دی.

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

### مثال:

د (2-13) شکل د  $(x - t)$  د هغه متحرک گراف راښيي چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.



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

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

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



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

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

**تمرین:** یو جسم د  $v$  له سرعت سره پریو مستقیم مسیر په حرکت کې دی، که چیرې  $t_1 = 5s$  په لحظه کې یې له مبدأ څخه  $6m$  او د  $t_2 = 20s$  په لحظه کې یې له مبدأ څخه فاصله  $24m$  وي، سرعت او واټن یې تر مبدأ پورې د  $t = 0$  په لحظه کې څومره دی؟ د  $x - t$  معادله په لاس راوړئ او د متحرک جسم د  $x - t$  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 وایي، په دې ډول حرکت کې د  $(v - t)$  گراف یو مستقیم خط دی. په دې ډول حرکت کې منځنی تعجیل د دوو اختیاري نقطو ترمنځ د متحرک د هرې لحظې له تعجیل سره برابر دی یعنې:

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

که چیرې په پورتنۍ رابطه کې  $t_1 = 0$  او  $t_2 = t$  وي، په دې حالت کې د  $v_1$  سرعت په  $v_0$  او د  $v_2$  سرعت په  $v$  ښودل کیږي او کولای شو ولیکو:

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

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

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad \text{یعنې:}$$

#### څېړنه وکړئ:

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

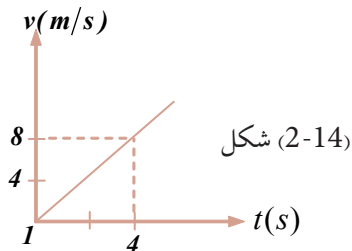
**مثال:** یو متحرک د سکون له حالت څخه په  $2m/s^2$  ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي. سرعت یې د  $t_1 = 4s$  او  $t_2 = 12s$  په لحظو کې پیدا کړئ، د  $(v - t)$  گراف یې رسم کړئ.

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

$$v_0 = 0$$

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

څرنگه چې تعجيل ثابت دی، د  $(v-t)$  گراف یو مستقیم خط دی. نوڅکه د رسمولو لپاره یې د گراف دوې نقطې کافي دي.



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

شکل (2-14)

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

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

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

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

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

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

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

$$v = at + v_0 \quad \text{څرنگه چې:}$$

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

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

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

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

ساده کولو سره لرو:  $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0) \dots \dots (2-9)$

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

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

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

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

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

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

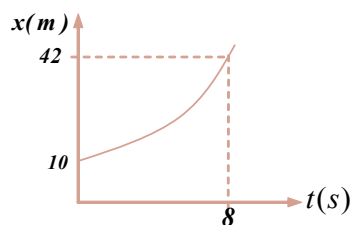
$$\left. \begin{array}{l} a) \Delta x = x - x_0 = x = ? \\ b) v = ? \end{array} \right\}$$

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

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

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

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

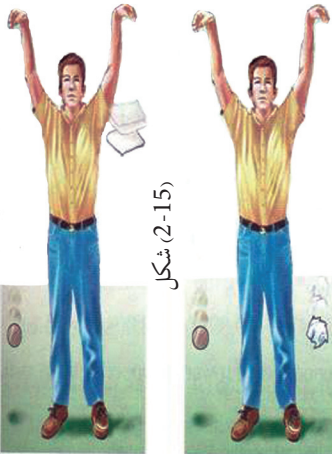


**تمرین:** لاندې شکل دهغه متحرک د  $(x-t)$  گراف دی چې په ثابت تعجیل سره د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي. فرض کړئ چې  $v_0 = 2 m/s$  دی، د  $(x-t)$  گراف رسم کړئ.

## 7-2: آزاد سقوط (د جاذبې ساحې مفهوم)

آیا تر اوسه مو له کومې ونې منې ټولې کړې دي؟ ولې کله چې منډه ستاسوله لاسه خوشې شي، مخ په کښته (ځمکې ته) لویږي؟ ستاسو په نظر د ځمکې پر سطحې د منډې د لویدلو لامل څه شی دی؟ د اجسامو د آزاد سقوط ښکارنده (پدیده) د ریاضي په ژبه څنګه بیانولی شو؟ دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به ورته ددې لوست په پای کې ځواب ورکړئ. د دې لپاره چې د اجسامو د آزاد سقوط ښکارنده په ښه ډول درک کړئ، لاندې فعالیت تر سره کړئ.

## فعالیت:



د کاغذ یوه پاڼه چې کلکه شوې نه وي (خلاصه پاڼه) او یوه دانه سکه راواخلئ او په یوه وخت کې یې له ټاکلي ارتفاع څخه خوشې کړئ، په دویمه مرحله کې د کاغذ هماغه پاڼه کلکه (کلوله) کړئ او له سکه سره یې یوځای له هماغې ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دریمه پلا دوې سکه له هماغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته یې درسېدو پر څرنګوالي د خپلې ډلې له غړو سره بحث وکړئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

په پای کې لاندې پوښتنو ته ځوابونه وولئ:

- آیا د کاغذ پاڼه او سکه په یوه وخت ځمکې ته ورسېدل؟
- آیا د کاغذ دواړه ټوټې په یوه وخت ځمکې ته ورسېدل؟
- کوم لامل د دی سبب شو چې د کاغذ پاڼه او سکه د ځمکې په لور لوړېږي؟

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

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

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

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



شکل (2-16)

په آزاد سقوط کې د حرکت او سرعت معادلې، همغه له ثابت تعجیل سره د حرکت معادلې دي. په آزاد سقوط کې، د مکان بدلون د قایم په اوږدوکې دی، د متحرک موقعیت معمولاً په  $y$  یا  $h$  بنودل کېږي او د حرکت مبدا هغه نقطه ده چې سقوط ورڅخه پیل کېږي.

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

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

$$v = gt + v_0 \dots \dots (2-11) \quad \text{د سرعت معادله}$$

څرنګه چې په آزاد سقوط کې تل لومړنی سرعت  $v_0$  مساوي له صفر سره وي، نو د (2-10) او (2-11) رابطې په لاندې توګه لیکل کېږي:

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

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

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

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} \dots \dots (2-14) \quad \text{اوس له (2-12) معادلې څخه t په لاس}$$

راوړو، په (2-13) رابطه کې یې ږدو.

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

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

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

**مثال:** یوه کوچنۍ تیره د ځمکې له 4.9 متري ارتفاع څخه راخوښې کېږي.

$$y = 4.9m$$

a)  $t = ?$  الف: پس له څو ثانيو څخه ځمکې ته رسېږي؟

b)  $v = ?$  ب: ځمکې ته د رسېدو په وخت کې یې سرعت څو مره دی؟

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

**حل:** الف)

$$v_0 = 0$$

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

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

تیره پس له یوې ثانيې څخه ځمکې ته رسېږي.

ب)  $v = gt \Rightarrow v = 9.8 \times 1 = 9.8 \frac{m}{s}$  (ب) ځمکې ته د رسېدو پرمهال د تیرې سرعت  $9.8 \frac{m}{s}$  دی.

## تمرین:

A و B دوه جسمونه په ترتیب سره له 20 متري او 45 متري ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ پرته له لومړنۍ سرعت څخه په آزاده توگه رالویږي. د هریو د سقوط وخت څومره دی؟ او د B جسم څو ثانیې د A له جسم څخه مخکې یا وروسته ځمکې ته رسیږي، د هریو سرعت ځمکې ته درسېدو په لحظه کې څومره 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 کمیټونو مبدأ او پای (انجام) یې د جسم موقعیت دی او د  $t_1$  په توري بنودل کیږي.
- د یو متحرک د موقعیت بدلون د  $t_1$  او  $t_2$  دوو شېبو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور څخه عبارت دی چې پیل یې د  $t_1$  په لحظه کې د متحرک موقعیت او انجام یې د  $t_2$  په لحظه کې د متحرک موقعیت رانښيي.

- د موقعیت او د موقعیت د بدلون د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له (m) څخه دی.
- منځنی سرعت ( $V_{av}$ ) په یوه وخت کې د موقعیت له بدلون څخه عبارت دي یا  $V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- د ( $x-t$ ) په گراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنی سرعت د میل له دوو نقطو څخه 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  $\text{m/s}$  څخه عبارت دی.

- لحظه یي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې  $\Delta t$  د صفر خواته نژدې شي، یعنې:  $V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- لحظه یي سرعت کیدای شي مثبت، منفي او یا صفروي.

- د ( $x-t$ ) په گراف کې لحظه یي سرعت د  $t$  په زمان کې د قطعه خط له میل (تانجانت) څخه عبارت دی.

- منځنی تعجیل (شتاب) د وخت په یوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی. که چیرې د سرعت بدلون د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې له  $\Delta v$  سره برابر وي، لرو چې:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

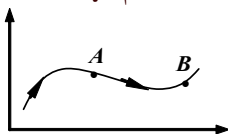
- منحنی تعجیل په هغه صورت کې مثبت دی چې  $v_2 > v_1$  څخه او کېدای شي منفي وي که چېرې  $v_2 < v_1$  څخه وي اوصفرهغه وخت وي کله چې  $v_2 = v_1$  سره وي.
  - لحظه يي تعجیل د منحنی تعجیل له لیمت څخه عبارت دی، کله چې  $\Delta t$  صفرته تقرب وکړي
- یعنې:

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

- لحظوي سرعت کیدای شي مثبت، منفي او یا صفر قیمتونه هم اختیار کړي.
- کله چې تعجیل ثابت وي، په هغه صورت کې به لحظوي تعجیل له منحنی تعجیل سره مساوي وي.
- د  $(v-t)$  په گراف کې، لحظوي تعجیل د  $t$  په وخت کې د قطعه خط له میل (تانجانت) څخه عبارت دی.
- د تعجیل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړیوال سیستم کې له متر پرتانیه مربع ( $m/s^2$ ) څخه عبارت دی.
- د حرکت مختلفې معادلې شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجیل سره پرې څېړلی شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپيرونو لرونکې وي. لکه: سرعت د وخت د تابع په عنوان د  $v = v_0 + at$  او منحنی سرعت  $\bar{v} = \frac{v_0 + at}{2}$  دي
- موقعیت، د  $t$  وخت او د  $a$  تعجیل د تابع په عنوان  $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$
- کله چې سرعت د وخت له تابعیت څخه آزاد، خو د موقعیت تابع وي، نو:  $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

## د دویم څپرکي پوښتني

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



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

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

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

- 5 - په کوم صورت کې د موقعیت وکتورونه او د موقعیت د بدلون وکتورونه سره هم لوري دي؟  
 6 - یو متحرک چې د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، د  $t_1$  په لحظه کې د  $x_1 = 6m$  په مکان کې او د  $t_2$  په لحظه کې د  $x_2 = 7m$  په مکان کې دي. د جسم د موقعیت کچه د  $t_1$  او  $t_2$  دوو لحظو ترمنځ محاسبه کړئ.

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

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

9 - یو ډبرور د دوو ښارونو ترمنځ واټن په لاندې توگه وهي:

- په پیل کې د یو ساعت لپاره له  $15m/s$  منځني سرعت سره یې ډبروري کړې او ترهغې وروسته د 10 دقیقو لپاره ډبرېري. بیا له  $20m/s$  منځني سرعت سره د 30 دقیقو لپاره ډبروري. ته دوام ورکوي او پاتې واټن د ساعت په څلورمه برخه کې په منځني سرعت  $12m/s$  ډبروري کوي.

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

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

c- منځنی سرعت یې د ډبروري د ټولې مودې په اوږدوکې څومره دی؟



10- د یوه موټر سرعت د 20 ثانیو په موده کې د یوه مستقیم مسیر پر مخ له  $10\text{m/s}$  څخه تر  $18\text{m/s}$  پورې رسېږي.

a- د موټر منځنی تعجیل په دې موده کې څومره دی؟

b- که چیرې د موټر سرعت له همدې تعجیل سره بدلون وکړي، وروسته له څومره مودې به یې سرعت  $18\text{m/s}$  ته ورسېږي؟

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

12- یو موټر په یوه مستقیم مسیر کې له ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي او پس له 20 ثانیو څخه یې سرعت  $36\text{km/h}$  ته رسېږي. بیا له همدې سرعت سره د 10 ثانیو لپاره خپل حرکت ته دوام ورکوي. له هغې وروسته ډرېور برک نیسي او پس له 5 ثانیو څخه درېږي. که چیرې د برک کولو پر مهال تعجیل ثابت وي:

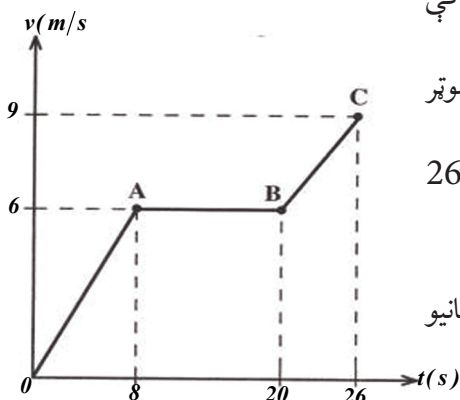
a- د سرعت لوری او د حرکت تعجیل په هر پړاو کې معلوم کړئ.

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

13- لاندې شکل د یو متحرک د  $(v-t)$  گراف په 26 ثانیو کې ښيي.

a- د  $OA$ ,  $AB$ ,  $BC$  هر پړاو تعجیل څومره دی؟

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



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

15- د  $x-t$  له گراف څخه په گټې اخیستلو سره منځنی سرعت څنګه ټاکي، د شکل په رسمولو سره یې بیان کړئ.

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

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

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

ده:

- a- له مبدأ څخه د متحرک واټن د  $t_1 = 1s$  او  $t_2 = 4s$  په لحظو کې پیدا کړئ.
- b- د جسم د موقعیت بدلون د دوو لحظو ترمنځ  $t_1 = 1s$  او  $t_2 = 4s$  محاسبه کړئ.
- c- د متحرک سرعت څومره پر ثانیې دی؟
- 19 - یو جسم د  $v$  په ثابت سرعت د یوه مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، که چیرې د  $t_1 = 2s$  په لحظه کې یې واټن تر مبدأ پورې 11 متره او  $t_2 = 7s$  په لحظه کې یې واټن تر مبدأ پورې 38.5 متره وي:
- a- د متحرک سرعت او تر مبدأ پورې یې واټن د صفر ثانیې په لحظه کې څومره دی؟
- b- د  $(x-t)$  رابطه یا د حرکت معادله ولیکئ.
- 20 - د  $(v-t)$  گراف څنگه رسمېږي؟
- 21 - منځنۍ تعجیل تعریف او رابطه یې ولیکئ او د اندازه کولو واحد یې په SI سیستم کې ذکر کړئ.
- 22 - یو متحرک چې د یوه مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي. سرعت یې د  $t_1 = 7s$  په لحظه کې  $20m/s$  او د  $t_2 = 10s$  په لحظه کې  $32m/s$  سره مساوي دي، د متحرک منځنۍ تعجیل د  $t_1$  او  $t_2$  دوو لحظو ترمنځ حساب کړئ.
- 23 - لحظه یې تعجیل په څه ډول د  $v-t$  گراف په مرسته ټاکي؟ د شکل له مخې یې توضیح کړئ.
- 24 - یو جسم د ځمکې د سطحې له  $520$  متري ارتفاع څخه په لومړني  $2m/s$  سرعت په عمودي ډول د ځمکې پر مخ په ښکته لور غورځول کېږي.
- a- د ځمکې سطحې ته د جسم د رسېدو وخت حساب کړئ.
- b- د جسم سرعت ځمکې ته د رسېدو په وخت کې حساب کړئ.
- 25 - د A او B دوه جسمونه په ترتیب سره له  $500$  متري او  $320$  متري ارتفاع څخه د ځمکې د سطحې په لور پرته له لومړني سرعت څخه په یوه وخت کې خوشې کېږي.
- a- د A جسم څو ثانیې وروسته د B له جسم څخه د ځمکې سطحې ته رسېږي؟
- b- د هر یوه سرعت د ځمکې سطحې ته د رسېدو په وخت کې محاسبه کړئ.
- 26 - یوه کوچنۍ گلوله له لوړې ودانۍ څخه خوشې کېږي، کله چې د ځمکې پر مخ  $40$  متري ارتفاع ته رسېږي، سرعت یې  $10m/s$  کېږي.
- a- د جسم سرعت ځمکې ته د رسېدو په لحظه کې حساب کړئ.
- b- د ودانۍ لوړوالی (ارتفاع) پیدا کړئ.
- c- د گلولې د منځني سرعت سقوط (په موده کې) (د  $40m$  لوړوالي څخه تر ځمکې پورې) وټاکئ.
- d- د  $(x-t)$  گراف یې رسم کړئ.

## دوه بعدي حرکتونه

په مخکیني څپرکي کې مو تر يوې اندازې يوه بعدي حرکت مطالعه کړ او د موقعيت، د موقعيت بدلون، منځني سرعت او... کمیتونو سره بلد شوو او يو نواخت او له ثابت تعجيل سره حرکتونه مو د يوه مستقيم خط پر مخ وڅپرل، خو په دې بايد پوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر څه ډېر له هغو حرکتونو سره مخامخ يو چې په دوو يا دريو بعدونو کې تر سره کېږي او د هغو څپرل موږ ته ډېر اهميت لري.

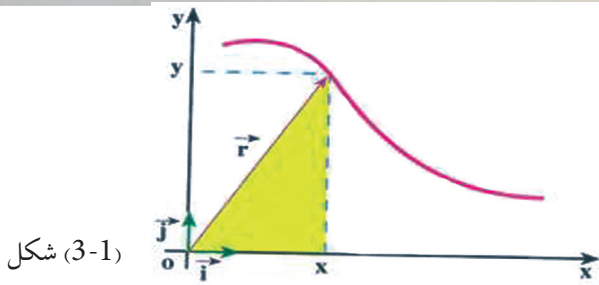
د لمر پر شاوخوا د يوې سياري حرکت او يا د موټر حرکت د يوې جادې په گولايي کې او د يو توپ د گلولې حرکت چې کله ويشتل کېږي او... د دوه بعدي حرکت مثالونه دي. په دوو بعدونو کې حرکت څه شی دی؟ څنگه کولای شو دوه بعدي حرکتونه تحليل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنگه د رياضي په ژبه بيانولی شو؟ له دوه بعدي حرکتونو څخه په ورځني ژوندانه کې څه گټه اخېستلای شو؟ دا هغه پوښتنې دي چې له تاسو څخه يې د څپرکي په پای کې د ځوابونو توقع کېدای شي. مخکې مو وليدل چې د جسم موقعيت په يوه سطحه کې د  $\vec{r}$  په وکتور ښودل کېږي. دا وکتور کولای شو په لاندې ډول وليکو:

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

چې په دې کې  $\vec{i}$  او  $\vec{j}$  په ترتيب سره د X او Y په لورو د واحد وکتورونو څخه عبارت دي. څرنگه چې د جسم د حرکت پر مهال، د مکان وکتور بدلون کوي، د حرکت پر مهال د جسم د مکان د  $X = f(t)$  او تشخيصولو لپاره کافي ده چې د X او Y مرکبي د زمان د تابع گانو په څېر ولرو:

$$\vec{r} = f(t) \vec{i} + g(t) \vec{j} \dots\dots\dots (3-2)$$

دوه چې په هر دوه بعدي حرکت کې د مکان وکتور هم د زمان يوه تابع ده يعنې:  $\vec{r} = f(t) \vec{i} + g(t) \vec{j}$  په حقيقت کې ويلاى شو چې په يوه مستوي (صفحه) کې حرکت د يو بعدي دوو حرکتونو ترکيب د X او Y په اوږدوکې دي چې د اړوندو معادلو په لرلوسره يې مکان (موقعيت) د جسم په ټولو لحظوکې معلوم او په پايله کې د جسم د حرکت مسير مشخص کېږي. لکه د (3-1) شکل.



شکل (3-1)



### څېړنه وکړئ:

فرض کړئ چې په یوه لنډه موده کې، د کیشپ (سنگ پست) د حرکت معادلې د SI په سیستم کې د  $x = 10t$  او  $y = -5t^2$  په توګه دی. د دې کشپ د حرکت مسیر په بېلابېلو ډلو کې د نقطې پیدا کولو له لارې د 0 څخه تر 5 ثانیو زماني انټروال کې رسم کړئ.

## 3-1: د مکان بدلون او منځنی سرعت

په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان بدلون او منځنی سرعت څنګه څېړلی شو؟ کوم توپيرونه د مکان د بدلون او منځني سرعت تر منځ په یو بعدي او دوه بعدي حالتونو کې شتون لري؟  
په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان د بدلون او منځني سرعت د څېړلو لپاره، فرض کړئ چې متحرک له (3-3) 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 څنګه چې په دویم څپرکي کې مو ولوستل، هغه وکتور چې د A له نقطې څخه B ته رسمېږي، د جسم د مکان بدلون په  $\Delta t = t_2 - t_1$  زماني انټروال کې راښيي. دا وکتور چې د (3-3) په شکل کې هم رسم شوی دی، له لاندې را بطو څخه لاسته راځي.

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

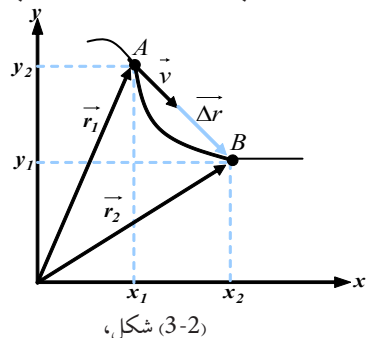
$$\vec{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \dots (3-4)$$

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

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

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

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



(3-2) شکل،

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

د جسم منځني سرعت په یو ټاکلي زماني انټروال کې د یو بعدي حالت په څېر په لاندې ډول تعریف کېږي:

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

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

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

که چېرې  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  په  $\bar{v}_x$  او  $\frac{\Delta y}{\Delta t}$  په  $\bar{v}_y$  وښیو، په پایله کې د (3-7) رابطه په لاندې ډول لیکلای شو:

$$\vec{v} = (\bar{v}_x)\vec{i} + (\bar{v}_y)\vec{j} \dots (3-8)$$



### فعالیت:

د (2-3) شکل په بیلابیلو ډلو کې تحلیل کړئ او ووايئ چې د منځنۍ سرعت وکتور او د مکان د بدلون وکتور هم لوري دي؟ او بیا وروسته دې د هرې ډلې استازی په ټولګي کې په جلا توګه څرګندونې وکړي.

**مثال:** د یوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونو کې له لاندې رابطو سره د SI په سیستم کې ورکړل شوي دي:

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

a- د جسم د مکان وکتور د  $t_1 = 1s$  او  $t_2 = 2s$  په لحظو کې پیدا کړئ.  
b- منځنۍ سرعت یې د 1 او 2 ثانیې ترمنځ په زماني انټروال کې وټاکئ او اندازه یې حساب کړئ.

**حل:** (a) په  $t_1 = 1s$  او  $y_1 = 3m$  او  $x_1 = 2m$

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

په همدې ترتیب په  $t_2 = 2s$

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

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

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

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

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

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

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

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

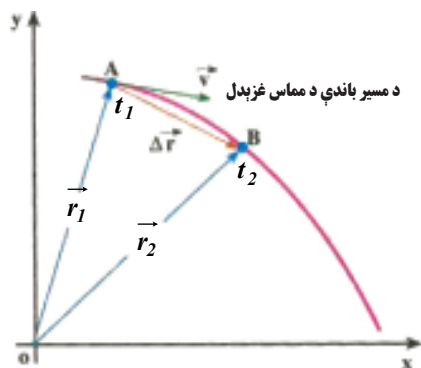
$$\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y = 2\vec{i} + \vec{j}$$

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

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

## لحظوي سرعت

په دوه بعدي حرکتونوکې لحظوي سرعت څرنگه تحلیل او ارزولی شو؟ لحظوي سرعت په دوه بعدي او یو بعدي حرکت کې کوم توپیرونه لري؟  
په دوو بعدونوکې د لحظوي سرعت د څېړلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کې ونیسئ. دا شکل د جسم حرکت د کرې لیکې (منحني) پر مسیر رانښيي.



شکل (3-3)

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

لکه څنګه چې په مخکیني څپرکي کې د یو بعدي حرکت په هکله هم وویل شول، که چیرې د  $\Delta t$  زماني انټروال کوچنی او تر ټولو کوچنی شي، منحنی سرعت له لحظوي سرعت سره نژدې او ډېر نژدې کیږي. یعنې د ریاضي په ژبه، د لحظوي سرعت وکتور د منحنی سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې  $\Delta t$  د صفر

په لور تقرب وکړي. یعنې:

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

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

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

نو له دې امله کله چې په یو لیمت کې  $\Delta t$  د صفر خوا ته تقرب وکړي، د (3-5) له رابطې څخه په گټې اخیستلو سره کولای شو د جسم لحظوي سرعت د هغه د مرکبو پر بنسټ د X او Y په دوو امتدادونوکې

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

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

نوله دې امله گورو چې د منحنی سرعت وکتور د مکان د بدلون له وکتور سره هم لوري دي، نو په یو لیمت کې چې  $\Delta t$  د صفر لوري ته تقرب کوي، د لحظوي سرعت وکتور به د حرکت پر مسیر د A په نقطه کې مماس شي. په پایله کې کله چې یو جسم د کرې لیکې (منحنی) په مسیر کې حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري یې چې تل د حرکت پر مسیر مماس دی، په هره لحظه کې بدلون کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وایو.

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

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

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

لکه چې لیدل کیږي د سرعت افقي مرکبه د زمان تابع نده او ثابت کچه لري، خو د سرعت قایمه مرکبه، د زمان تابع ده او کچه یې په  $t = 1s$  کې برابره ده له:  $V_y = 8 \text{ m/s}$ ، نو د سرعت کچه په  $t = 1s$  کې برابره ده له:  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ m/s}$  سره.

### 3-2: منځنی تعجیل او لحظوي تعجیل

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

#### څېړنه وکړئ:



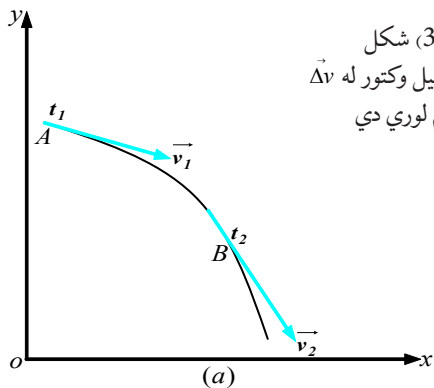
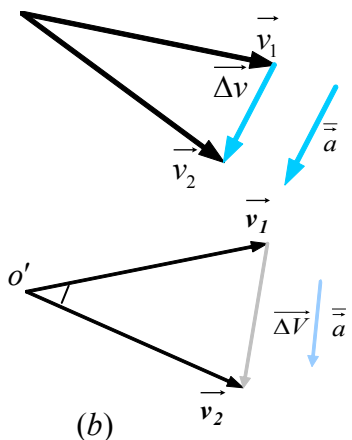
د تعجیلي حرکتونو د دوو مثالونو په هکله څېړنه وکړئ چې په هغو کې د سرعت کچه بدلون ونه کړئ.

د (3-4-a) په شکل کې د سرعت وکتورونه د  $t_1$  او  $t_2$  په دوو لحظو کې د مسیر پرمخ ښودل شوي دي. د سرعت د بدلون د محاسبې لپاره د  $\Delta t = t_2 - t_1$  په زماني انټروال کې په (3-4) شکل کې د  $o'$  له نقطې څخه له  $v_1$  او  $v_2$  سره مساوي وکتورونه رسموو او  $\Delta v$  په لاس راوړو. د یو بعدي حرکت په څېر، د منځني تعجیل وکتور د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې په لاندې توگه تعریفوو:

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

د (3-11) له رابطې څخه په گټې اخیستلو سره لرو چې:  $\vec{a} = \left(\frac{\Delta v_x}{\Delta t}\right) \vec{i} + \left(\frac{\Delta v_y}{\Delta t}\right) \vec{j}$

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



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



د ټولگي په بېلابېلو ډلو کې په دې هکله چې ولې د منځني تعجيل وکتور له  $\vec{\Delta v}$  سره هم لوري دي، بحث وکړئ او پایله یې په ټولگي کې وړاندې کړئ.

لکه څنګه چې پوهېږو لحظوي تعجيل د  $t_1$  په لحظه کې کولای شو د منځني تعجيل د لیمت په شکل چې  $\Delta t$  د صفر لورته تقرب وکړي، لیکو. یعنې:

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

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

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

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

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

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



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

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

د (3-12) رابطه دا بنسټي چې  $\vec{a}$  او  $\Delta v$  هم لوري دي، خو لکه څنگه چې د (3-4-b) په شکل کې ښودل شوي دي، د منحنی مسیر پرمخ حرکت کې هیڅ کله د منحنی تعجيل وکتور ( $a'$ )، د سرعت له وکتورونو ( $v_1$  یا  $v_2$ ) سره هم لوري نه دي، کله چې  $\Delta t$  د صفر لورته تقرب کوي او  $v_2$  وکتور د  $v_1$  له وکتور سره ډېر نژدې کېږي، بیا هم تعجيل له لحظوي سرعت سره هم لوری نه دی.

### فعالیت:



د ټولګي په مختلفو ډلو کې، د گراف پرمخ وبنسټی چې د منحنی مسیر پرمخ د ثابت سرعت د حرکت پر مهال، کله چې  $\Delta t$  صفر لوري ته تقرب وکړي،  $\Delta v$  پر  $v$  عمود دی.

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

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

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

**حل:** د سرعت وکتور د ټاکلو لپاره په لومړي پړاو کې د  $V_x$  او  $V_y$  مرکبې په  $t = 1s$  کې دا رنگې په لاس راوړو:

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

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

په پایله کې دلحظوي سرعت وکتور به په  $t = 1s$  کې په دې ډول وي:  $\vec{v} = 40 \vec{i} - 15 \vec{j}$

د تعجيل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجيل مرکبې یعنې،  $a_x$  او  $a_y$  دارنگه پیدا کوو:

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

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

لکه څنگه چې وینو  $a_y$  د  $t$  زمان تابع دی او په  $t = 1s$  کې برابر دی له:  $a_y = -30m/s^2$

په پایله کې د تعجیل وکتور به په  $t = 1s$  کې په دې ډول وي:  $\vec{a} = 40 \vec{i} - 30 \vec{j}$

د  $\vec{a}$  او  $\vec{v}$  وکتورونو له مقایسې څخه د  $t = 1s$  په زمان کې کولای شو دا پایله ترلاسه کړو چې دا دوه وکتورونه سره موازي نه دي.

### 3-3: غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه

غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه څه ډول حرکتونه دي؟ غورځوونکي حرکتونه په فضا کې څه ډول مسیر وهي؟ یو غورځول شوی (وارشوي) جسم او هغه مسیر چې په هوا (فضا) کې یې وهي، د حرکت د مختلفو ډولونو یوه بیلگه ده چې هر انسان د ماشو متوب له پیل څخه په عمل کې ورسره سر اوکار لري. د غورځوونکي حرکت د دوه بعدي حرکت یو ډول دی. د دوه بعدي حرکتونو د مطالعې او تحلیل لپاره په لومړي پړاو کې باید لاندیني درې فرضيې په پام کې ونیسو:

1. جاذبه یي تعجیل ( $g$ )، د جسم د حرکت په سیمه (محدوده) کې ثابت او لوری یې مخ په بنکته دي.

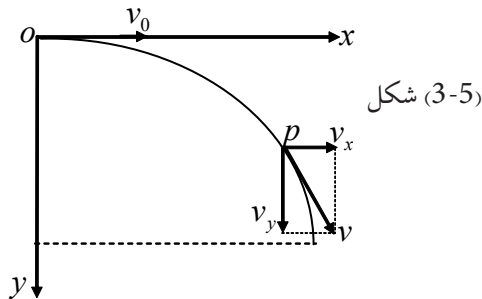
2. د هوا د مقاومت له اغېزې څخه کولای شو صرف نظر وکړو.

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

یوه له اصطلاحاتو څخه چې په غورځوونکو حرکتونو کې ورسره ډېر مخامخ کېږو عبارت له غورځول شوي جسم څخه دي، غورځول شوی جسم هغه جسم دی چې په پیل کې په لومړني سرعت سره غورځول کېږي او یا د یوې ضربې له امله په یو لوري کې حرکت پیل کړي او بیا وروسته د جاذبې د قوې تر اغېز لاندې تعجیلي حرکت (کم له کمه د وضعیه کمیتونو د یو محور په اوږدو کې) ولري. هغه مرمی چې له ټوپک څخه راوځي، یوه تیره چې په یوه زاویه غورځول کېږي، د اوبو بهیدل چې له یوه سوري څخه فواره یا داره جوړوي، دا ټول د غورځوونکي (پرتابي) حرکت بیلگې دي چې په فضا کې پارابول شکله مسیر وهي. وروسته به وگورو چې د دې مسئلې ثابتول چې د غورځول شوو حرکتو مسیر، پارابول دي د ریاضي له لارې آسانه دي.

## افقي غورځول (ويشل)

څه فکر کوئ که چيرې يو جسم د يو برج له سره په افقي امتداد کې د  $v_0$  په لومړني سرعت سره وغورځوو، څه پېښه به رامنځ ته شي؟ هغه مسير چې غورځول شوی جسم يې وهي، څرنگه مسير به وي؟ يو جسم د قايم مختصاتو  $(x, y)$  له مبداء څخه د  $v_0$  له لومړني سرعت سره د  $X$  له محور سره په موازي ډول د لاندي شکل په څېر غورځوو. ليدل کيږي چې غورځول شوی جسم خپل حرکت ته په افقي توگه دوام نه ورکوي، بلکې ورو ورو په ښکته لور راکښل کيږي. يعنې غورځول شوی جسم شپه په شپه د ځمکې



د جاذبې لخوا مخ په ښکته راکښل کيږي چې په پای کې له ځمکې سره تصادم کوي. په دې ډول حرکت کې د غورځول شوي جسم سرعت د  $v_x$  او  $v_y$  دوو وکتورونو له ترکیب څخه تر مطالعې لاندې ونیسو. لکه څنګه چې غورځول شوی جسم منظم مستقیم الخط حرکت د  $X$  محور په اوږدو کې د  $v_0$  په لومړني سرعت تر سره کوي او د  $Y$  د محور په اوږدو کې د ځمکې د جاذبې قوې تر اغېز لاندې وي، نو له دې امله د غورځول شوي جسم معادلې د  $X$  او  $Y$  محورونو په لورو کې عبارت دي له:

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

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

که چيرې د  $t$  قیمت د (3-19) رابطې څخه پيدا کړو او د (3-20) په رابطه کې يې وضع کړو، وبه وينو چې:

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

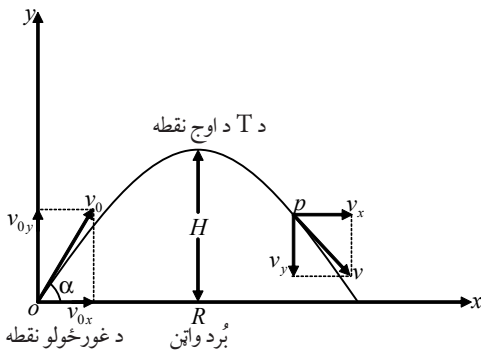
څرنگه چې  $\frac{g}{2v_0^2}$  يو ثابت کمیت دی، هغه په  $C$  نښو، د (3-21) رابطه لاندې شکل نيسي:

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

د (3-22) له معادلې پایله تر لاسه کيږي چې په افقي توگه غورځول شوی جسم د حرکت مسير عبارت له يو پارابول څخه دي. د (3-20) له رابطې څخه څرگنديږي چې په افقي ويشتلو کې هغه وخت چې غورځول شوي جسم يې مخ په ښکته د  $Y$  د واټن په وهلو کې تر سره کوي، برابر دی له هغه وخت سره چې نو مورې جسم په آزاده توگه سقوط وکړي او همغه د  $Y$  واټن په عمودي توگه ووهي.

### 3-4: مایل غورځول (ويشتل)

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



شکل (3-6)

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

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

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

ولیکو چې:

غورځول شوی جسم د  $t = 0$  د زمان په مبدأ کې د مختصاتوله مبدأ (پیل) څخه د  $v_0$  په لومړني سرعت نسبت افق ته په  $\alpha$  زاوېې غورځول کېږي. په دې حالت کې د لومړني سرعت د X او Y مؤلفې عبارت دي له:

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

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

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

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

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

او لکه څنګه چې وویل شول د Y په قائم لوري کې حرکت، د  $(-g)$  له ثابت تعجیل سره دي. د اجسامو د آزاد سقوط له رابطو څخه په گټې اخیستلو سره د غورځول شوي جسم د حرکت معادلې به د Y په لوري هم په لاندې ډول وي.

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

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

له (3-27) څخه تر (3-30) پورې څلور معادلې، د  $t$  په هره شېبه کې د  $X$  او  $Y$  محورونو په استقامت د غورځول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلې دي. که چیرې د حرکت په معادلو کې د  $X$  او  $Y$  لپاره په دوه بعدی حرکتونو کې زمان حذف شي، د حرکت مسیر معادله لاس ته راځي. له دې لارې څخه په گټې اخیستلو سره د  $XOY$  د صفحه پر مخ د غورځونې د حرکت د مسیر معادله دا ډول په لاس راځي:

د  $t$  قیمت د (3-27) له رابطې څخه اخلو او په (3-29) رابطه کې یې وضع کوو.

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

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

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

د (3-31) معادله رابنډي چې د غورځونې د حرکت مسیر، له پارابول څخه عبارت دی. (ولې؟) هغه افقي واین چې غورځول شوی جسم یې وهي، تر څو بېرته د غورځونې لومړنی ارتفاع  $y = 0$  او یا ځمکې ته وگرځي، د غورځول کېدونکي جسم د (Range) په نامه یادوي او هغه د  $R$  په توري بڼې.

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

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

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

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

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

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

ځکه چې:

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

نو:

**بحث وکړئ:**

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

**فعالیت:**

**د اړتیا وړ مواد:** نقاله، خط کش یا متر، د ماشومانو د لوبو تومانچه، پلاستيکي گلولې او مېز.  
**کړنلاره:** زده کوونکي دې په درې ډلو ووېشل شي. لومړۍ ډله دې د (o) له نقطې څخه د  $25^\circ$  زاويې لاندې، دویمه ډله دې د (o) له نقطې څخه د  $45^\circ$  زاويې لاندې، دریمه ډله دې د (o) له نقطې څخه د  $65^\circ$  زاويې لاندې فیر وکړي، کله چې مرمی پرځمکه ولگېده. د (o) د ویشتلو نقطې او د لگېدو د نقطې ( $x_{\max}$ ) ترمنځ واټن د خط کش یا متر په مرسته اندازه او نوټ کړئ. هره ډله دې د خپل کار پایلې یوله بله سره پرتله کړي او عمومي پایله دې د ښوونکي په مخ کې ټولگي ته وړاندې کړي.

**بحث وکړئ:**

ویشتل کېدونکی جسم، تر څو درجو زاويې لاندې وغورځول شي، ترڅو اعظمي رنج (افقي واټن) ووهي؟ د اوج (تر ټولو لوړه) نقطه (اعظمي ارتفاع) د غورځولو په حرکت کې، تر ټولو لوړه نقطه ده چې غورځول شوی جسم ورته رسېږي. د (3-6) په شکل کې د اوج د نقطې ارتفاع په H ښودل شوي، د y په لور د اوج په نقطه کې سرعت صفر دی، ولې؟ د (3-30) رابطې څخه لرو چې:

$$0 = -gt + v_0 \sin \alpha$$

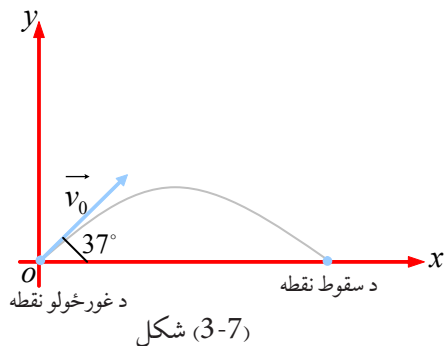
$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \dots\dots\dots (3-33)$$

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

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

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

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



**مثال:** د فوټبال یو لوبغاړي، یوه توپ نسبت افق ته تر  $37^\circ$  زاویې لاندې په  $10\text{ m/s}$  لومړني سرعت شوتې کوي. له دې فرضولو سره چې توپ د  $XOY$  په صفحه کې حرکت وکړي او د هوا مقاومت کم وي:

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

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

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

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

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

ب: بېرته ځمکې ته راگرځېدل  $y = 0$  دي، یعنې:

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

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

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

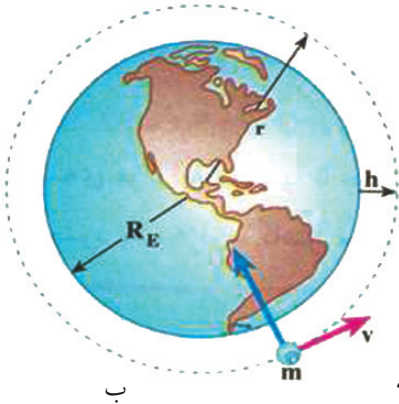
چې په دې کې  $t_1 = 0$  د توپ د غورځولو د وخت اړوند او  $t = 1.2\text{ s}$  پر ځمکې د پناهوسکي د لگېدو د وخت اړوند (د ټول حرکت زمان) دی.

### تمرین: د غورځولو (ویشتلو) په حرکت کې

- د غورځول شوي جسم تر ټولو لرې واټن د \_\_\_\_\_ له رابطې څخه لاس ته راځي.
- د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسېدو زمان د \_\_\_\_\_ له رابطې څخه لاس ته راځي.

### 3-5: دایروي حرکت

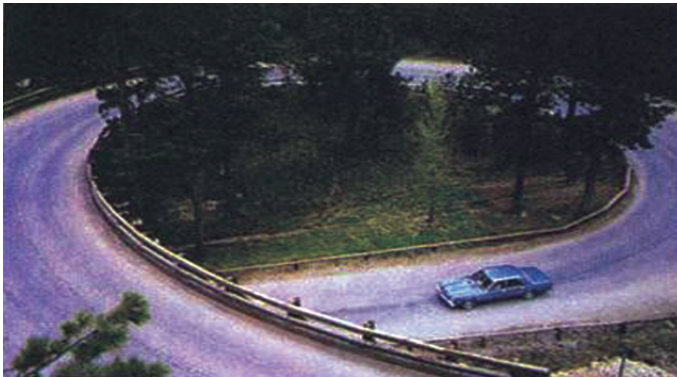
دایروي حرکت څه شی دی؟ دایروي حرکتونه په ورځني ژوندانه کې د کارولو کومې بیلگې لري؟ کله تاسو د ماشومانو د لوبو ټالونه او مچنوغزه لیدلي دي چې څه ډول حرکتونه تر سره کوي؟ په دایروي مسیر کې د یوه جسم حرکت، په دوو بعدونو (مخونو) کې د حرکت یوه بله بیلگه ده. د دې حرکت ډېرې بیلگې هره ورځ گورو. د ځمکې پر شاوخوا د سپوږمۍ د حرکت مسیر، د هستې پر شاوخوا د الکترون حرکت او د ځینو مصنوعي سپوږمۍ حرکت د ځمکې پر شاوخوا د دایروي حرکت نسبي ډولونه دي. د کور په څېنو وسایلو، لکه: د جامو مینځلو په ماشین کې، له مېوو څخه د اوبو ویستلو ماشین او .... جسمونه د هغو په منځ کې په دایروي مسیر حرکت کوي. په لاندې تصویرونو کې په دایروي مسیر کې د اجسامو د حرکت بیلگې گورئ.



(3-8) شکلونه



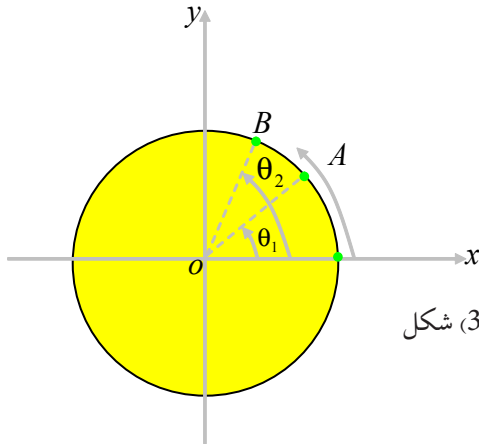
الف



ج



## زاویوي سرعت



شکل (3-9)

یوه ذره په نظر کې ونیسئ چې په یو دایروي مسیر کې د ساعت د ستنې په خلاف لوري کې د لاندې شکل په څېر حرکت کوي. په دې ځای کې له ذرې څخه موخه یو وړوکی جسم دی چې ابعاديې د دایرې د شعاع په پرتله ډېر کم دی.

د ذرې موقعیت د دایرې پرمخ هره گړۍ کولای شو، د  $\theta$  له زاویې سره د  $Ox$  د محور په نسبت وښیو.

کله چې ذره د  $A$  په نقطه کې وي، موقعیت د  $\theta_1$  له زاویې سره او کله چې د  $B$  په نقطه کې وي، موقعیت د  $\theta_2$  په زاویې سره وښیو او  $\Delta\hat{\theta} = \hat{\theta}_2 - \hat{\theta}_1$  د ذرې د زاویه یي موقعیت بدلون (وهل شوي واټن) بولو. طبیعي ده چې په اړوند وخت باندې د زاویوي موقعیت بدلون د غورځولو څخه په دایروي حرکت کې د ذرې زاویوي منځنی سرعت لاسته راځي، یعنې:

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

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



### څېړنه وکړئ

دلمر پر شاوخوا د ځمکې د حرکت په هکله په بیلابیلو ډلو کې څېړنه وکړئ او دلمر پر شاوخوا د ځمکې منځنی زاویه یي سرعت محاسبه کړئ.



### پوښتنه

- a- له دایروي حرکت څخه په ورځني ژوندانه کې څه گټه اخیستل کېږي؟
- b- د څو وسیلو چې منځني برخې یې (د منځ اجزاوې) د دایروي حرکت لرونکي وي، نومونه یې واخلئ.

## لحظوي زاويوي سرعت

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

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

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

### تمرین

دیوې ذرې زاویه یي موقعیت چې د دایروي مسیر پرمخ حرکت کوي د  $\theta = 2t^2 + 6t$  رابطې سره ورکړل شوي. ( $t$  د ثانيې له مخې او  $\theta$  د رادیان له مخې)  
 الف: د متحرک زاویه یي منځني سرعت د  $t_1 = 1s$  او  $t_2 = 2s$  لحظو ترمنځ حساب کړئ.  
 ب: د متحرک لحظوي سرعت د  $t_3 = 3s$  په لحظه کې حساب کړئ.



### بحث وکړئ

د منځني سرعت او لحظوي سرعت د رابطې د ښه درک لپاره څو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو ټولگيوالوسره بحث او خبرې پرې وکړئ او پایله د خپل ښوونکي ترمنځ په ټولگي کې بیان کړئ.

## 3-6: دایروي یو ډوله (متشابه) حرکت

کله چې پر دایروي مسیر د حرکت کونکي ذرې زاويوي سرعت ثابت باقي پاتې شي، وایو چې ذره یو ډول دایروي حرکت لري. په دې ډول حرکت کې منځني زاويوي سرعت په هره زماني وقفه کې د ذرې د زاويوي لحظوي سرعت سره برابر دی.

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

$$\theta = \omega t + \theta_0 \dots\dots\dots (3-36) \quad \text{او یا:}$$

د یو ډول دایروي حرکت د خپرلو لپاره په لومړي پړاو کې باید لاندې کمیټونه تعریف کړو:

**پریود:** هغه زماني موده چې ذره د یو دایروي مسیر پرمخ یوه بشپړه دوره وهي، د پریود په نامه یادېږي. پریود د  $T$  په توري بڼې او د اندازه کولو واحد یې ثانیه ده.

**فریکونسي:** په یوه ثانیه کې د ذرې د دورانونو شمېر ته فریکونسي وایي. فریکونسي د نیو ( $\nu$ ) په لاتین توري بڼې، د فریکونسي د اندازه کولو واحد  $\frac{1}{s}$  او یا هرټز  $Hz$  دي.

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

څرنګه چې ذره په هره دوره کې  $2\pi$  رادیان زاویه طي کوي، نو له دې امله زاویه یې سرعت یې برابر دی له:

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

### فعالیت:



په خپلو ډلو کې پریود او فریکونسي سره پرتله کړئ او لاندې جدول بشپړ کړئ.

متحرک	پریود	فریکونسي
د هایډروجن د اټوم الکترون	$10^{-17}$ ثانیه	$10^{17} Hz$ دوره په یوه ثانیه کې
د برینسا د تولید لپاره د اوبوتوربین	0.33 ثانیه	$3.03 Hz$
ځمکه د هغې د محور په شاوخوا	$86400s$	$1.157 \times 10^{-5} Hz$ دوره په یوه ثانیه کې
سپورمی د ځمکې پر شاوخوا	$29.7 = 2566080s$ ورځ	$3.897 \times 10^{-7} Hz$
ځمکه د لمر په شاوخوا	$31536000s$	$3.17 \times 10^{-8} Hz$ دوره په یوه ورځ کې

## په دایروي حرکت کې خطي سرعت

مخکې مو ولیدل چې د مکان وکتور کولای شي، د متحرک موقعیت په سطحه کې وټاکي، (2-3) شکل. که چیرې د یوې ذرې د مکان وکتور د  $t_1$  په وخت کې  $r_1$  او د  $t_2$  په شېبه کې  $r_2$  وي، د ذرې موقعیت به د  $\Delta t = t_2 - t_1$  په زماني شېبه کې برابر له  $\vec{r}_1$  سره وي. ذره د  $\Delta t$  په وخت کې د  $\Delta s$  قوس وهي. که چیرې دا زماني شېبه ډېره کوچنۍ وي، د  $\Delta s$  قوس کوچني کیږي او کولای شو د  $\Delta s$  قوس اوږدوالی د هغه د مقابل وتر یعنی  $(\Delta r)$  له اوږدوالي سره تقریباً برابر ونیسو.

همدارنگه مخکې مو وليدل چې د متحرک منځني سرعت کولای شو له (3-32) ...  $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$  رابطي څخه لاسته راوړو او د لحظوي سرعت کچه هم د لاندې رابطي په مرسته تعريفېږي:

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

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

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

په رياضي کې مو لوستي دي چې د  $\theta$  زاويه د راډيان له مخې برابر ده، د هغې زاويې د مقابل قوس د طول له نسبت سره پر شعاع د دايرې باندې، يعنې:

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

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

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



په دايروي حرکت کې له خطي سرعت څخه گټه اخېستونکي کوم خلک دي؟ او له هغه څخه په کومو برخو کې گټه اخلي؟ په دې هکله په خپلو ډلو کې بحث وکړئ او خپلو ټولگيوالوته راپور ورکړئ.

**مثال:** د ماشومانو د لوبو يو څرخ خلک په يوه افقي سطحه او دايروي مسير کې گرځوي، داسې چې هرفرد دايروي يو ډوله حرکت لري. که چيرې دوران کونکي په هرو 10 ثانيو کې يو دور ووهي او د هر کس لپاره د څرخېدو شعاع 5 متره وي، د هر شخص زاويه يې او خطي سرعت په دې دوره کې حساب کړئ.

**حل:** د څرخېدو د دورې زمان  $T = 10s$  دي، پس زاويه يې سرعت برابر دی له:

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

$$r = 5m$$

$$\omega = ?$$

$$v = ?$$

او خطي سرعت به يې برابر وي له:

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



### پوښتنې:

- 1 - د یوه دېوالي گړی د ساعت، دقیقو او ثانیو د عقربو اوږدوالي په ترتیب  $8\text{cm}$ ،  $10\text{cm}$  او  $12\text{cm}$  دي د هرې عقربې د خوځې خطي سرعت محاسبه کړئ.
- 2 - یو متحرک پر دایروي شکل مسير د 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرک زاویه يي سرعت پرېود او فریکونسي حساب کړئ.

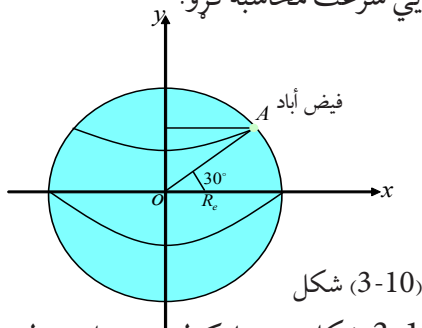


### فکرو کړئ:

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

**مثال:** د فیض آباد ښار په  $30^\circ$  شمالي جغرافیایي مدار کې واقع دی. د هغه تن زاویوي او خطي سرعتونه چې په دې ښار کې اوسیري پیدا کړئ. د ځمکې شعاع  $R_e = 6.4 \cdot 10^6 \text{ m}$  په نظر کې ونیسئ.

**حل:** دې ته په پام کولو سره چې د ځمکې په شاوخوا په خپله د ځمکې د څرخېدو یوه بشپړه دوره 24 ساعته ده، کولای شو، د ځمکې د مخ د هرې نقطې زاویه يي 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 واټن د ځمکې د څرخېدو له محور څخه (د 3-10) شکل ته په پام کولو سره برابر دي له:

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

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

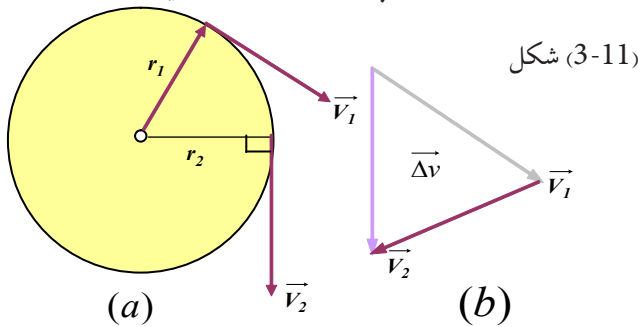
او د فیض آباد په ښار کې خطي سرعت برابر دی له:

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

### 3-7: په دایروي یو ډوله حرکت کې تعجیل

یو ذره په نظر کې ونیسئ چې دایروي یو ډوله حرکت لري (3-11-a). شکل مخ کې مو ولیدل چې د سرعت وکتور په هره لحظه کې پرمسیر مماس دی. که چېرې د ذرې مکان د  $t_1$  په لحظه کې،  $\vec{r}_1$  او د  $t_2$  په لحظه کې  $\vec{r}_2$  وي، د متحرک د سرعت وکتورونه په دې نقطو کې په ترتیب پر  $\vec{r}_1$  او  $\vec{r}_2$  عمود دي. د  $\Delta v = v_2 - v_1$  وکتور د (3-11-b) په شکل کې رسم شوی دی او کتل کیږي. سره له دې چې د سرعت د وکتور کچه ثابت ده، خو د سرعت د وکتور د لوري د بدلون له امله  $\Delta v \neq 0$  دی.

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



شکل (3-11)

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

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

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

**مثال:** سپوږمۍ تقریباً د 29.7 ورځو په موده کې یو ځل په دایروي مسیر کې په یو ډوله (یونواخت) حرکت د ځمکې په شاوخوا ګرځي. د سپوږمۍ مرکز ته د جذب تعجیل په لاس راوړئ. په داسې حال کې چې د ځمکې د مرکز او سپوږمۍ ترمنځ واټن  $r = 3.84 \times 10^8 \text{ m}$  وي.

**حل:** د  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  له رابطې څخه په گټې اخیستلو سره د سپوږمۍ زاویه یي سرعت عبارت دي له:

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

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

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

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



### فعالیت:

د خپلې ډلې له غړو سره یوه تیره په یوه کلک تار سره وتړئ او په یوه قایمه سطحه کې د خپل لاس پر شاوخوا بې وخر خوی اوځمکې ته یې د نه لوېدو په هکله بحث وکړئ او پایله یې په خپل ټولګي کې وړاندې کړئ. کله چې د  $m$  یوه کتله له ثابت سرعت سره د یوې دایرې په مخ حرکت کوي، تعجیل پیدا کوي چې لوری یې د دایرې مرکز ته متوجه وي.



### پوښتنې:

- په پورتنی فعالیت کې که چیرې د وزن له دروندوالي او د هوا له مقاومت څخه ورتېر شو څه پېښېږي؟
- د فعالیت د تر سره کولو پر مهال، که چیرې تار یو ناڅاپي وشلېږي، کومه پېښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کره په هرو 24 ستاعتونو کې یوځل د خپل محور پر شاوخوا راڅرخي. خطي سرعت او مرکز ته جذبېدونکې شعاع د ځمکې د سطحې په کومو نقطو کې ډېره کچه لري؟ که چیرې د ځمکې د کرې شعاع  $6400\text{ km}$  په پام کې ونیسو، د کرې خطي سرعت او مرکز ته د جذب تعجیل حساب کړئ.

## د یو ډوله دایروي حرکت ډینامیک

په مخکېنۍ برخه کې مو ولیدل چې په یو ډوله دایروي حرکت کې د جسم تعجیل د دایرې د شعاع په لوري کې او لوری یې د مرکز خواته دي. د نیوټن د دویم قانون له مخې قوه او تعجیل هم لوري دي، له دې امله په یو نواخت دایروي حرکت کې، پر جسم د واردېدونکو قوو محصله د شعاع په استقامت او د مرکز په لور دی چې په دایروي حرکت کې پر جسم دغې واردې شوې قوې ته مرکز ته د جذب قوه (Centrifugal force) وایي. د نیوټن د دویم قانون رابطو ته په پام کولو سره دغه قوه په یو نواخته دایروي حرکت کې د خطي سرعت پر بنسټ لاندې بڼه نیسي.

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

او د زاویه یي سرعت پر بنسټ  $F = mr \omega^2 \dots\dots\dots(3-45)$  په دې رابطه کې پر جسم د وارد شوو قوو کچه د دایرې د شعاع په لوري ده.

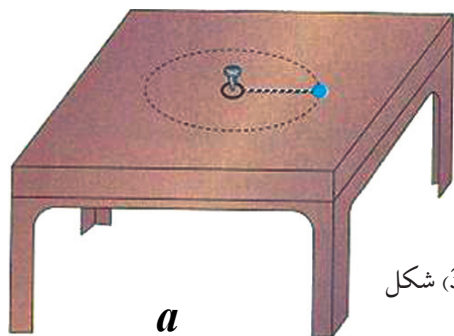


### فعالیت:

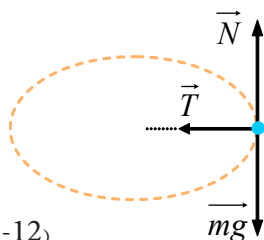
مچنو غزه په خپل لاس کې ونیسئ او په کاسه کې یې یوه وړه تیره د 4 نه تر 8 ګرامه په کتلې کېږدئ او د خپل لاس په شاوخوا (د ښوونځي په انګرې کې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پر مهال د مچنو غزې یوسر خوشې کړئ او د خپلې ډلې له غړو سره ددې تیرې د تېښتې د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله یې د ښوونکي تر مخ بیان کړئ.

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

که چیرې مری په هره ثانیه کې یوه دوره ووهي، د تار د رابنکلو (کشش) قوه حساب کړئ.  
**حل:** د (3-12-b) په شکل کې د وزن قوه او پراتکا باندې عمودي قوه په قایم لوري کې پر جسم اغېزه کوي چې د دې دوو قوو محصله صفر ده یعنې:



شکل (3-12)



$$N - mg = 0$$

$$N = mg$$

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

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

$$r = 25cm = 0.25m$$

$$\omega = 2\pi v = 2\pi \text{ rad/s}$$

زاویه یي سرعت برابر دی له:

$$v = \frac{1 \text{ rev}}{s} = 1 \text{ Hz}$$

$$v = r\omega = 0.25 \cdot 2\pi = \frac{\pi}{2} = 1.57 \text{ m/s}$$

او خطي سرعت هم برابر دی له:

$$T = m \frac{v^2}{r} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{1}{0.25} \cong 0.2 N$$

د تار د رابنکلو قوه برابره ده له:

### پوښتنې:



1. په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.
2. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې څرخي.
3. د هستې پر شاوخوا د الکترون د ګرځېدو په صورت کې.
3. د لمر پر شاوخوا د سیارو په ګرځېدو په صورت کې.



## د دریم څپرکي لنډیز



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

$$\vec{r} = f(t)\vec{i} + g(t)\vec{j} \quad \text{له رابطې څخه ښکاري چې د موقعیت وکتور د } t \text{ د زمان یوه تابع ده.}$$

- د جسم منځنی سرعت په دوه بعدي حرکت کې په لاندې ډول وي:  $\vec{v} = (\bar{v}_x)\vec{i} + (\bar{v}_y)\vec{j}$   
 - لحظوي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دي، کله چې  $\Delta t$  د صفر لورته تقرب وکړي، یا په بل عبارت، لحظه یي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي.

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

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

- د منځني تعجیل وکتور د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې په لاندې ډول تعریفوو:

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

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

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

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\vec{a}) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \right) \quad \text{کله چې } \Delta t \text{ د صفر په لور تقرب وکړي یعنې:}$$

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

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

- د غورځولو په حرکتونو کې د غورځېدونکي جسم د حرکت مسیر په فضا کې عبارت له یو پارابول څخه دی.

- په افقي غورځولو کې د حرکت معادلې عبارت دي له:

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

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

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

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

- هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم یې د بېرته یا د دویم ځل لپاره د غورځولو لومړنۍ ارتفاع ته د ګرځېدو لپاره وهي، عبارت د غورځول شوي جسم له  $Range$  څخه دی او د اړنگه افاده کېږي:

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

- د غورځونې په حرکت کې لوړه یا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، تر ټولو هغه لوړه نقطه ده چې غورځول

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \hat{\alpha}}{2g} \text{ په توري ښودل کېږي:}$$

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

- په دایره یي حرکت کې د ذرې زاویه یي منځني سرعت د زاویه یي موقعیت د بدلون د نسبت په توګه د هغې پر زمان تعریفېږي.

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

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

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

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

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

- فریکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمېر څخه چې په یوه ثانیه کې سرته رسېږي د نیو (  $\nu$  ) په لاتین توري ښودل کېږي او د اندازه کولو واحد یې  $\frac{1}{s}$  او یا  $HZ$  (هرتز) دی.

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

## د دریم څپرکي پوښتنې

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

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

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

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

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

2 - یو موټر د سره څراغ په وړاندې ولاړ دی، د څراغ په شنه کېدو، موټر له  $2m/s^2$  تعجیل سره په حرکت پیل کوي. په همدې (شپږه) کې یوه لاری له  $36km/h$  ثابت سرعت سره دهغه له څنگ څخه تېرېږي.

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

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

3 - د یو متحرک د موقعیت (مکان) وکتورونه د  $t_1 = 5s$  او  $t_2 = 25s$  په لحظوکې په ترتیب سره

$\vec{r}_1 = 2\vec{i} + 14\vec{j}$  او  $\vec{r}_2 = 8\vec{i} + 6\vec{j}$  دی. د ذرې د منځني سرعت کچه د  $t_1$  او  $t_2$  په دوو لحظوکې پیدا کړئ او د گراف په رسمولو، د  $\vec{v}$  لوری وښیئ.

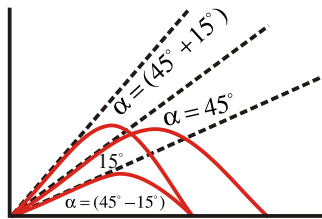
4 - د یوه جسم د حرکت معادله د دوو لاندېنیو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوې ده.

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

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

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

5 - گالیله په خپل یو کتاب کې لیکي «که د  $45^\circ$  درجو زاوېې څخه په مساوی کچه زیاتو او یا کمو زاویو سره جسمونه په مایل ډول وغورځول شي، رنجونه یا فاصلې یې سره مساوي دي...» په لاندې شکل کې د دې وینا سموالی لیدل کیږي؟



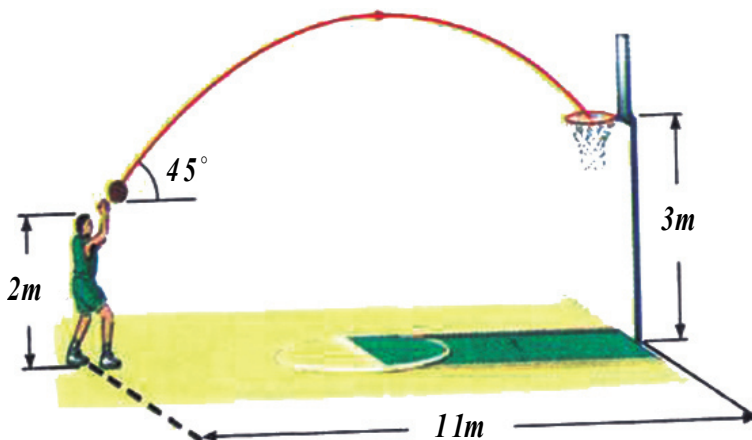
6 - پریوه رود د یو پل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې یو جسم په افقي ډول په  $30m/s$  سرعت غورځوو.

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

b- له اوبو سره د لگېدو د نقطې افقي واټن، د غورځولو تر نقطې پورې څومره دی؟

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

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



## د نیوټن د حرکت قوانین



په دویم څپرکی کې له ځینو کمیتونو لکه موقعیت، د موقعیت بدلون، سرعت، تعجیل او ... سره آشنا شو او د دې کمیتونو په تعریفولو سره مو حرکت توصیف کړ. ومو لوستل چې شونې ده چې حرکت له ثابت سرعت سره تر سره شي، یا شونې ده چې د جسم حرکت تعجیلي وي او په پایله کې سرعت بدلون وکړي؟ خو د پوښتنو طرحه کولو او هغو ته د ځواب ورکولو څخه مو ډډه وکړه لکه: په کوم حالت کې یو جسم ساکن پاتې کیږي؟ څنگه کولای شو یو ساکن جسم په حرکت راولو؟ کوم لامل د جسم د سرعت د بدلون سبب گرځي؟ کوم عامل د حرکت د بدلون او په ټوله کې کوم لامل د جسم د وضعیت د بدلون سبب گرځي؟ او ... په دې څپرکي کې یادې شوې پوښتنې څېړو، د همدې موخې لپاره د نیوټن د حرکت قوانین تر مطالعې لاندې نیسو، وروسته بیا په ورځني ژوندانه کې د دې قوانینو د پلي کیدو ساحې ترڅېړنې لاندې نیسو. هیله کېږي چې تاسو به د دې څپرکي په پای کې د لاندې موضوعگانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نیوټن دري گوني قوانین،
- د اصطکاک د قوي ډولونه او په ورځني ژوندانه کې یې کارونه،
- د نیوټن د جاذبې قانون،
- د لفت د حرکت څرنگوالی،
- د مصنوعي سپوږميو د حرکت دایروي مدار،

## 1-4: د نیوټن لومړی قانون

### عطالت (انرشیا):

له پخوا څخه پوهیږو کله چې په یو ساکن موټر کې ناست یی او موټر یو ناڅاپه په حرکت پیل کوي، د شا په لور دیکه کیږی، که چیرې په یو روان موټر کې ناست اوسئ، په یو ناڅاپي دریدو سره به د مخ لور ته دیکه شی. آیا تراوسه موله ځانه پوښتلي چې د دې پېښې د رامنځ ته کیدو لامل څه دی؟

تاسو هغه مهال کولای شی دې پوښتنې ته ځواب ورکړئ چې قبوله کړئ چې هر جسم د عطالت (انرشیا) لرونکی دی. عطالت له هغه مقاومت څخه عبارت دی چې یو جسم یې د هر حرکت په وړاندې د سکون د حالت په ګډون له ځانه ښيي 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، نوموړی جسم خپل حالت ساتي، یعنې که جسم د حرکت په حالت کې وي خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته دوام ورکوي او که چیرې د سکون په حالت کې وي، د خپل سکون حالت ساتي. اوس د عطالت د مفهوم په پوهیدلو سره، د هغې پوښتنې څېړلو ته مخه کوو چې د دې لوست په پیل کې وشوه. کله چې یو شخص په داسې یو موټر کې چې د حرکت په حال کې نه دی، ولاړ وي او موټر یو ناڅاپه په حرکت پیل وکړي، نو موټر یو شخص د شا په خوا لوېږي، ځکه چې د نوموړي شخص پښې له موټر سره په حرکت پیل کوي، خو بدن یې چې پر موټر تکیه نلري، د عطالت د خاصیت له مخې غواړي، خپل د سکون حالت وساتي. د تعادل د حالت تر رامنځ ته کیدو وروسته یعنې هغه مهال چې موټر یو ډوله مستقیم الخط حرکت ځان ته غوره کړي، نور نو شخص په موټر کې د حرکت احساس نه کوي، ځکه چې مایل نه دی، یا نه غواړي چې خپل حرکت ودروي. که چیرې موټر یو ناڅاپه برک ونیسي، ویه لیدل شي چې شخص د مخ په لور غورځیږي او لامل یې دا دی چې د شخص پښې د موټر په تابعیت ساکن او بدن یې د عطالت له خاصیت سره سم غواړي خپل حرکت ته دوام ورکړي.



### فعالیت:

**اړین توکي:** کاغذ (مقوا)، سکه، ښښه یې لوبښی یا ګیلاس

**کړنلاره:** کاغذ پرښښه یې لوبښی کېږدئ او د کاغذ پرمخ سکه کېږدئ، تردې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کړئ:

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

په دواړو پړاوونو کې هغه څه چې پښې شوی دی، هغه نوټ کړئ او د ټولګي په بیلابیلو ډلو کې پرې بحث وکړئ او پایله یې خپلو ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

## اوس چي د عطالت (انرشيا) په مفهوم بڼه پوه شوو، د نيوتن د لومړي قانون په مطالعه پيل کوو:

نيوتن، انگليسي پوه او عالم د خپلو پخوانيو پوهانو له نظرونو څخه په گټې اخيستلو سره په دې بريالی شو چې د حرکت قوانين چې نن په خپله د هغه په نوم (د حرکت په هکله د نيوتن قوانين) يا ديري، په خپل کتاب کې بيان کړي. هغه لومړی قانون داسې بيان کړی دی:

«يوجسم خپل د سکون حالت او يا د مستقيم خط پرمخ خپل يو ډوله (يونواخت) حرکت ساتي، خو دا چې د يوې قوې تر اغيز لاندې د خپل حالت بدلون ته اړکړای شي».

له لومړي قانون څخه پایله ترلاسه کيږي چې که پر يوه جسم قوه واره نه شي، که چيرې ساکن وي، ساکن پاتې کيږي او که چيرې په حرکت کې وي، خپل حرکت ته په ثابت سرعت سره دوام ورکوي. د هغه څه په پام کې نيولو سره چې تر اوسه وويل شول، د نيوتن لومړي قانون ته د عطالت (انرشيا) قانون هم وايي. خپلو شاوخوا جسمونو ته وگورئ، آیا کولای شئ داسې يو جسم پيدا کړئ چې قوه پرې واره نشي؟ ترڅو وکولای شي، د نيوتن لومړی قانون په بشپړه توگه پلي کړو. لکه څرنګه چې په ټولو جسمونو د وزن قوه واردېږي، په پایله کې نشو کولای داسې يو جسم پيدا کړو چې قوه پرې واره نشي. نن پوهان د نيوتن له لومړي قانون څخه د ځمکې بهر ته د سپورمکيو او فضايي بېړيو د ليرلو لپاره گټه اخلي. کله چې بېړۍ په پوره اندازه له ځمکې څخه ليري، په ارام (گل) ماشين او په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته دوام ورکوي. (ولې؟)

### 2-4: د نيوتن دويم قانون

د نيوتن په لومړي قانون کې مو ولوستل چې جسم خپل د سکون حالت ساتي، په هغه صورت کې چې کومه قوه پرې عمل ونه کړي او يا برعکس، که چيرې جسم په حرکت کې وي او قوه پرې عمل ونه کړي، جسم خپل د ثابت حرکت حالت د مستقيم خط پرمخ ساتي.

خو پر جسم د واره قوې، کتلې او د حرکت د تعجيل ترمنځ کومه رابطه شتون لري؟ موږ په ورځني ژوندانه کې گورو چې د يوه غټ جسم د حرکت لپاره نسبت يو وړوکی جسم ته، ډېرې قوې ته اړتيا ده. همدارنگه پوهيږو چې په همدې عين قوې کولای شو وړوکی جسم ته د لوی جسم په پرتله ډېر چټک حرکت ورکړو. له دې ځای څخه پایله تر لاسه کيږي چې د جسمونو د تعجيل، کتلې او هغه قوې ترمنځ چې پر جسمونو تطبيق کيږي، اړيکه شته. پر جسم باندې د واره قوې، کتلې او د جسم د حرکت د تعجيل ترمنځ اړيکه، د نيوتن د دويم قانون موضوع ده. د نيوتن دويم قانون دا بيانوي چې «که پر يوجسم قوې واره شي، جسم داسې تعجيل اخلي چې پر جسم د واره شوو قوو له محصلې سره مستقيم نسبت لري، له هغې سره هم لوري دي او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري».

که چيرې د جسم کتله  $m$  او پرې واره قوه  $\vec{F}$  وي، د نيوتن دويم قانون د لاندې رابطې له مخې بيانېږي:

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

د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N) دی، چې د پورته رابطې له مخې تعریفیږي. که چیرې په دې رابطه کې، کتله د کیلوگرام Kg پرنسټ او تعجیل د متر پر ثانیه مربع ( $m/s^2$ ) پرنسټ وي، قوه د  $kg \cdot m / s^2$  پرنسټ حسابیږي چې دا د نیوټن (N) په نامه یادوو. له دې امله «نیوټن»، د هغې قوې کچه ده چې که پریوه جسم چې  $1kg$  کتله لري وارده شي، هغې ته د یو متر في ثانیه مربع برابر تعجیل ورکوي».

**مثال:** یو جسم چې  $20kg$  کتله لري، له  $1.5m/s^2$  تعجیل سره په حرکت کې دی. پر جسم د وارده قوو محصله څو نیوټن ده؟

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

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

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

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

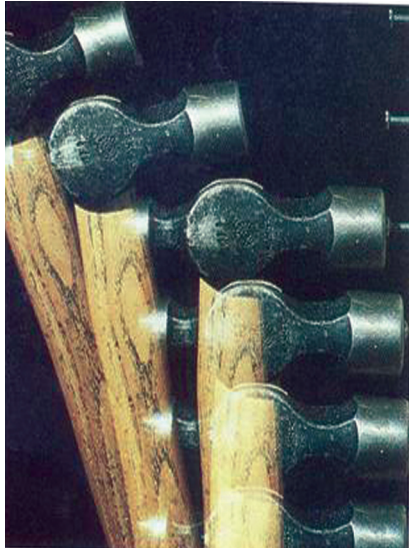
### پوښتنه:



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

### 3-4: د نیوټن دریم قانون

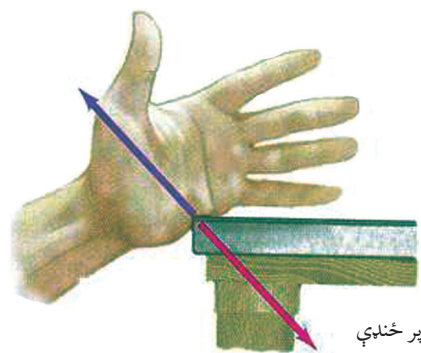
د نیوټن لومړي قانون د جسم وضعیت د قوې د نه شتون پر مهال او د نیوټن دویم قانون، د جسم وضعیت هغه مهال چې د قوې تراغیز لاندې وي، بیانوي، خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پر جسم وارده قوه له کومه ځایه پر هغې واردېږي؟ د نیوټن دریم قانون همدا مسئله څېړي چې پر جسم وارده شوې قوه له کوم ځایه واردېږي. که چیرې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



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



د فوتبال لوبغاړی په خپله پښه توپ وهي. یعنې د پښې په مرسته پر توپ قوه واردوي. کله چې یو شخص یو جسم د ځمکې پر مخ راکاږي، پر هغه قوه واردوي او یا هغه خټک چې پر مېنځ وهل کیږي، پر مېنځ قوه واردوي، د نیوتن د دریم قانون په بیانولو سره دا څرگندوي چې قوه پر یوه جسم تل د بل جسم لخوا واردېږي او پردې سربېره دا څرگندوي چې د قوې واردول یو اړخیز عمل نه، بلکې دا په خپله یو دوه اړخیزه (دوه لوري) عمل دي.



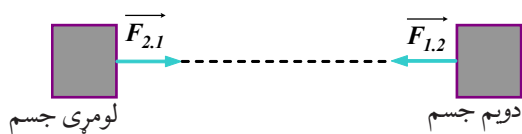
(4-2) شکل، که چیرې ستاسو لاس د مېز پر څنډې قوه ورده کړي، مېز هم په همغه کچه، خو ستاسو د لاس دلوري خلاف قوه واردوي.

د نیوتن دریم قانون بیانوي چې «کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واردوي، دویم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري واردوي» که چیرې هغه قوه چې لومړنی جسم یې پر دویم جسم واردوي، د (عمل) قوه وبولو، د دویم جسم قوه چې پر لومړي جسم واردېږي د (عکس العمل) قوه ده.

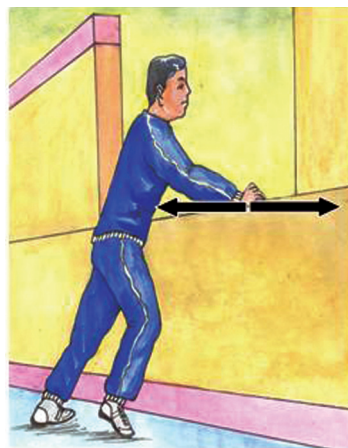
په (4-3) شکل کې د  $\vec{F}_{1,2}$  (هغه قوه چې لومړنی جسم یې پر دویم جسم واردوي) د عمل قوه اود  $\vec{F}_{2,1}$  (هغه قوه چې دویم جسم یې پر لومړني جسم واردوي) د هغې د عکس العمل قوه

ده):

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



(4-3) شکل



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



شکل (4-4)

### نور هم وپوهېږئ:

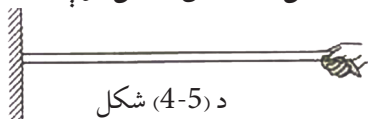
د نیوټن له دریم قانون څخه په عمل کې د کار اخیستلو یو مهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوایي بېړیو (سپینو) توغول یا ویشتل دي. فضايي بېړۍ د هغه گاز په مرسته چې له ماشین څخه یې خارجېږي، په عمودي توګه د ځمکې پر سطحه قوه واردوي او د نیوټن د دریم قانون له مخې، د بېړۍ له ماشین څخه خارج شوی گاز هم په همغه کچه قوه، خو په مخالف لوري (په پورته لوري) پر فضايي بېړۍ واردوي



### بحث وکړئ:

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

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



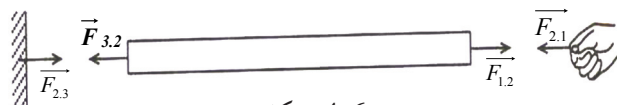
د (4-5) شکل

### حل:


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

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1} \quad \text{عمل و عکس العمل} \Rightarrow F_{1,2} = F_{2,1}$$

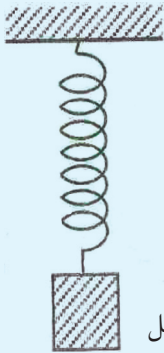
$$\vec{F}_{2,3} = -\vec{F}_{3,2} \quad \text{عمل و عکس العمل} \Rightarrow F_{2,3} = F_{3,2}$$



شکل (4-6)



**فعالیت:**



شکل (4-7)

یو جسم د فنر په یوه سر نښلوی او فنر له بل سر څخه وڅړوی، که چیرې سیستم (جسم - فنر) د سکون په حال کې وي:

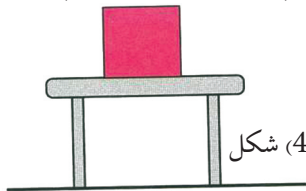
a- پر جسم واردې شوې قوې مشخصې کړئ.

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

## د اتکا عمودي قوه

یو جسم په نظر کې ونیسئ چې د (4-8) شکل په څېر د میز پر افقي سطحې د سکون په حالت کې وي، په دې وضعیت کې کومې قوې پر جسم واردیږي؟

که چیرې د جسم کتله له  $m$  سره برابره وي. د جسم د وزن قوه  $w = mg$  د ځمکې له خوا پر جسم واردیږي او هغه مخ ښکته راکاږي، نو ولې مخ ښکته حرکت نه کوي؟

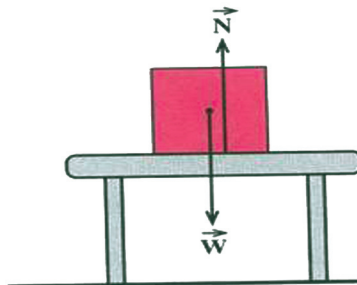


لکه څنګه چې جسم ساکن دی، د حرکت تعجیل یې صفر دی یعنې ( $a = 0$ ). د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي چې پر جسم د وارد شوو قوو محصله صفر ده ( $F = ma = 0$ ) په پایله کې باید د جسم له وزن سره مساوي یوه قوه، خو په مخالف لوري پرې عمل وکړي، ترڅو د وزن د قوې په ختې کولو سره د جسم له تعجیل اخیستلو څخه مخنیوي وکړي. په (4-9) شکل کې پر جسم واردې شوې قوې ښودل شوي دي. د  $N$  قوه چې د میز لخوا پر جسم واردیږي د «اتکاء عمودي قوه» بولو. چې د نیوټن له دویم قانون څخه په گټې اخیستلو سره کولای شو ولیکو:

$$F = ma = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$



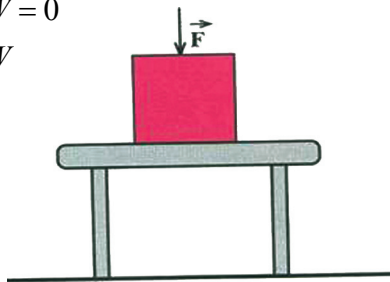
اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څېر یوه قوه  $F$  په کچه په عمودي ډول او مخ په ښکته پر جسم واردوو. آیا میز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم واردوي، بدلون کوي؟

پر جسم واردې شوې قوې مو په (4-11) شکل کې ښودلې ده، لکه څنګه چې د جسم تعجیل صفر دی ( $a = 0$ )، په پایله کې د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ کولای شو ولیکو:

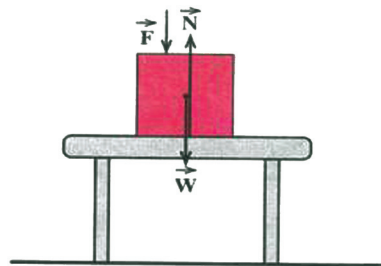
$$F = ma = 0$$

$$N - F - W = 0$$

$$N = F + W$$



شکل (4-10)



شکل (4-11)

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

### فعالیت:



د یوې فنري تلې پرمخ ودرېږئ او هغه عدد چې تله یې په لاندې حالتونو کې راښيي ولولئ

a- د تلې پرمخ ساکن ولاړئ؟

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

## 4-4: د نیوټن د قوانینو پلي (تطبيق) کول



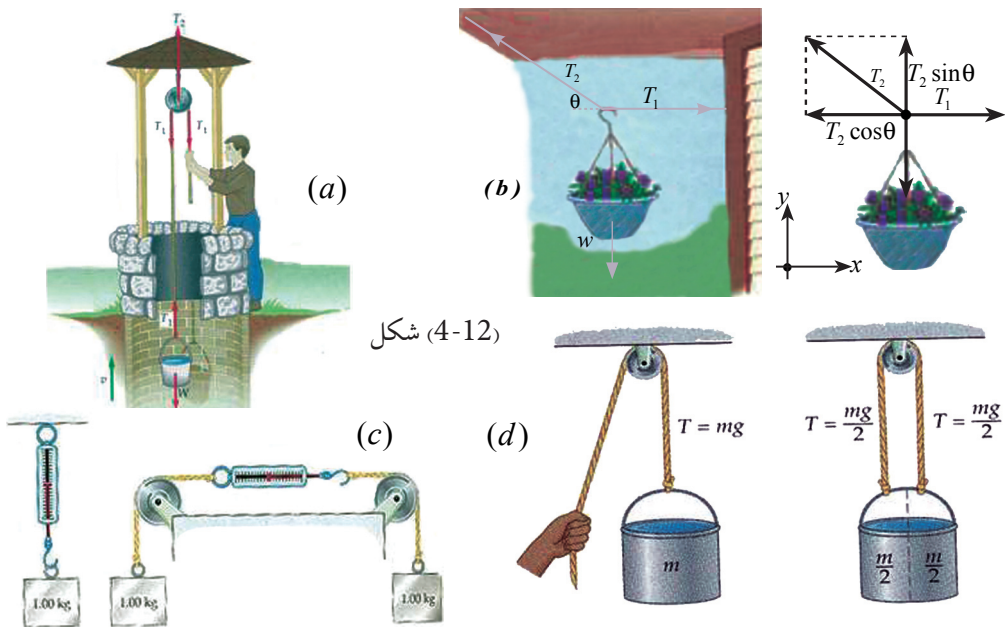
په تصویر کې یوتن چې په رسی کې څرېدلی دی. ښایي هېڅکله د نیوټن د قوانینو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانین پرې په هره ګرۍ کې چې هغه د خپل ځان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخپل او اغیز کوي. هغه پر هغه قوو چې په رسی باندې د هغه د وزن په وړاندې د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدارنګه پر هغه قوو چې د څرخونو له امله مطلوبه لوړوټه موجه شوي دي، باوري دی هغه کولای شي خپل ذهن ته د اصطکاک د ذاتي قوې چې د هغه د لاسونو او رسی ترمنځ عمل کوي، پراختیا (انکشاف) ورکړي.

مور له ټولو پېښو سره په ورځني ژوندانه کې، که چيرې پوهيږو يا نه پوهيږو د نيوتن د قوانينو تابع يو. تاسو نشئ کولای چې ددې قوانينو له اصولو څخه په سرغړونې د خپل بدن غړوته حرکت ورکړئ، يو موټر وچلوئ او يا يو توپ پورته واچوئ او... لڼه دا چې ټول قوانين زموږ د هستې لپاره د همدې درې بنسټيزو بيانونو چې د نيوتن د درې قوانينو څرگندونکي او د مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. د نيوتن قوانين په حيرانوونکي ډول په کهکشانونو، سيارو او ان له يوې ونې څخه د يوې منې په لويدلو چې په ظاهره کې يوه ډېره ساده او طبيعي پېښه گڼل کيږي، په داسې حال کې چې دا قوانين زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پېښو کې د تطبيق وړ او د حرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستې د عالم ډير مغلق اسرار مور ته راپېژني.

نن ورځ مور تراوسه د نيوتن قوانين د فزيک په ټولو برخو کې، بنسټيز او اړين گڼو. غوره ده چې ووايو دا قوانين کولای شي د حرکت د علم د تحليل او توضيح لپاره د سمبنت ډېر غوره مهر ولگوي، خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پېړۍ په لومړيو کې فزيک پوهانو کشف کړه چې د نيوتن قوانين يوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت يې د نور له سرعت څخه لږ او يا د نور سرعت ته نژدې وي او همدارنگه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې يې د اندازې له مخې لويې او يا له اتومونو سره برابرې وي، د تطبيق وړ دي، خو د انسانانو په ورځنيو تجربو کې تراوسه هم د نيوتن قوانين د تطبيق ډېره ستره او پراخه ونډه لري. د نيوتن د حرکت قوانين پر ډيرو او بيلا بيلو سيستمونو لکه چې په پخوانيو بحثونو کې مومطالعه کړل، تطبيق کيدای شي، په دې بحث کې به د نوو قوو ډولونه په نوو سيستمونو کې چې د نيوتن قوانين کولای شي، په مختلفو مسيرونو د حرکت په حال کې په جسمونو باندې د تطبيق وړ وي، مطالعه کړئ. هغه څه چې وويل شول، په نړۍ کې د نيوتن د قوانينو د تطبيق د بې شمېره مواردو ډيرې محدودې بيلگې وې.

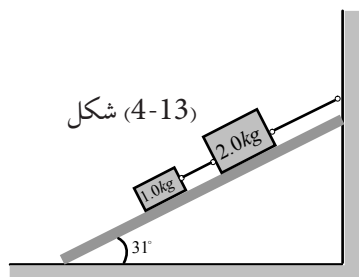
## د جسمونو په انتقالي تعادل کې د نيوتن د قانون تطبيق

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



شکل (4-12)

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



شکل (4-13)

اوس په دې شکل کې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو او د انتقالي تعادل د شرط له مخې، که چیرې د لاندېني بلوک کتله  $1.0\text{Kg}$  او د پورتنی بلوک کتله  $2.0\text{Kg}$  او د میلان سطحې ورکړل شوي زاویه  $31^\circ$  وي، د تار د رابنګلو قوه په لاندې وضعیتونو کې پیدا کړئ.

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

b- د هغه تار رابنګل چې له دیوال سره تړلی دی.

## په دایره یي حرکت کې د نیوټن د دویم قانون پلي کول

د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ، که چیرې پر یوه متحرک جسم کومه قوه عمل و نه کړي، جسم په ثابت سرعت او لوري خپل حرکت ته دوام ورکوي، یعنې د یوه جسم د سرعت او حرکت د لوري د بدلون لپاره یوې قوې ته اړتیا ده. د بیلگې په توګه: که چیرې یو موټر د یو دایروي مسیر پرمخ له ثابت سرعت سره چلوی، د موټر د حرکت لوري په دومداره توګه په هره ګړۍ کې بدلون کوي. د دې لوري د بدلون لپاره یوه قوه باید پر موټر عمل وکړي، موز غواړو هغه دوه شیان د هغې قوې په هکله چې د دایروي حرکت لامل کیږي، مطالعه کړو.

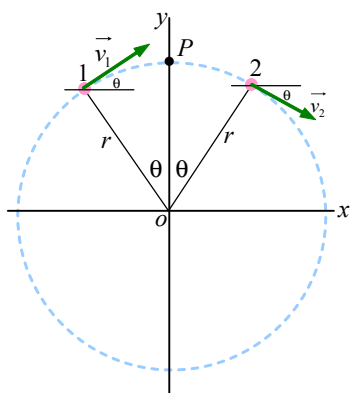
یو د دې قوې لوری او بل یې مقدار. لومړی راځی چې د دې قوې لوری مطالعه کړو. فرض کوو یو توپ چې د (4-14) شکل په څېر له یوه تار سره تړل شوی دی زموږ د سر له پاسه په دایره یې حرکت څرخېږي. کله چې تاسو توپ ته دوره ورکوئ، د رابنکلو یوه قوه په تار کې محسوسوی چې ستاسو لاس بهر لوري ته راکاږي. په څرگند ډول د تار په بل سر کې چې له توپ سره وصل دی، د رابنکلو دا قوه مخالف لوري یعنی د دایرې د مرکز په لور عمل کوي چې په لنډه توگه داسې ویلای شو:



شکل (4-14)

(دې لپاره چې یو جسم وکولای شي، په ثابت سرعت د یوې دایرې پرمخ حرکت وکړي، یوه قوه چې لوری یې د دایرې د مرکز په لور وي، باید پرې عمل وکړي، ترڅو نوموړی جسم د دایرې د مرکز په لور راوکاږي). لکه څنګه چې توپ د دایرې مرکز لوري ته راکنیل کیږي، په لومړیو کې دا نا آشنا او غیر عادي معلومیږي. چې څرنگه یو توپ چې په ثابت سرعت حرکت کوي، د تعجیل لرونکی دی. ځواب دا دی چې تعجیل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او یا د حرکت لوری بدلون ومومي.

په دایروي حرکت کې د حرکت لوري هره گړۍ بدلون مومي. د مرکز په لور د تعجیل پایله د تعجیل الی مرکز (د مرکز لور متمایل تعجیل) (Centripetal acceleration) په نامه یادوي چې له دې وروسته هغه په  $a_{cp}$  بڼیو. راځی چې د  $\vec{a}_{cp}$  کچه د هغه جسم لپاره چې د  $v$  په ثابت سرعت د یوې دایرې پر مخ  $I$  په شعاع راڅرخي، محاسبه کړو.



شکل (4-15)

یوه ذره د یوې دایرې پر مسیر چې مرکزي (O) دی، په حرکت کې دی. ذره ثابت ده، خو سرعت یې په ثابت ډول د بدلون په حال کې دی.

د (15-4) شکل یو دایره یی مسیر د دایرې له 0 مرکز سره د وضعیه کمیټونو په مبداء کې ښيي. پر دایرې باندي د P په نقطه کې د تعجیل د حسابولو لپاره لومړې منځنی تعجیل  $\vec{a}_{av}$  د 1 نقطې څخه تر 2

$$\vec{a}_{av} = \frac{\overline{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} \quad \text{نقطې پورې په دې ډول لاسته راوړو.}$$

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

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

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

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

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

په یاد ولرئ چې د  $\vec{a}_{av}$  لوري د P په نقطه کې د دایرې د مرکز په لوري دی. د محاسبې د بشپړولو لپاره  $\Delta t$  (هغه زمان چې جسم د 1 نقطې څخه 2 نقطې ته ځي) ته اړتیا لرو.

لکه څنگه چې د جسم سرعت،  $v$  او  $d = r(2\hat{\theta})$  ده، وهل شوې فاصله د 1 له نقطې څخه تر 2 نقطې پورې دی. په نوموړې رابطه کې  $\theta$  په رادیان اندازه کیږي، په پورتنۍ رابطه کې د  $d$  په وضع کولو سره د  $\Delta t$  قیمت دا رنگه په لاس راوړو:

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{2r\hat{\theta}}{v}$$

د  $\Delta t$  او  $\vec{a}_{av}$  قیمتونو د پرتله کولو څخه چې پورته حاصل شوی، لرو:

$$\vec{a}_{av} = \frac{-2v \sin \hat{\theta}}{(2r\hat{\theta}/v)} y = -\frac{v^2}{r} \left( \frac{\sin \hat{\theta}}{\hat{\theta}} \right) y$$

د P په نقطه کې د  $\vec{a}$  د پیدا کولو لپاره راځئ چې 1 او 2 نقطې د P نقطې ته تردې حده نژدې کړو چې صفر ته تقرب وکړي. (تاسو پوهیږئ کله چې  $\theta$  زاویه صفر ته تقرب وکړي، نو په هغه صورت کې

$$\lim_{\hat{\theta} \rightarrow 0} \frac{\sin \hat{\theta}}{\hat{\theta}} = 1 \quad \text{نسبت د 1 په لور تقرب کوي) یعنې:}$$

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



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

کله چې یو جسم د  $(v)$  په سرعت په دایره یې مسیر د  $(r)$  په شعاع حرکت کوي، الې مرکز تعجیل یې عبارت له  $a_{cp} = \frac{V^2}{r}$  څخه دی. یوه قوه باید پر جسم عمل وکړي، تر څو نوموړي جسم ته دایره یې حرکت ورکړي. د  $m$  په کتلې د یوه جسم لپاره د محصله عاملې قوې کچه د لاندې رابطې له مخې ټاکل کیږي:

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

د دې قوې لوری د دایرې د مرکز په لور مواجه دی. باید یوه شو چې الې مرکز قوه  $F_{cp}$  کولای شي، په یو شمېر ډیرو لارو منځ ته راشي. د بیلگې په توگه:  $F_{cp}$  شونې ده چې په پورته توگه د یوه تار رابنګل وي، بڼایي د اصطکاک له امله د سرک او موټر د ټایرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په یوه سرک کې دوره وهي)  $F_{cp}$  کیدای شي د جاذبې داسې قوه وي چې د مصنوعي سپورمې د څرخېدو او یا د ځمکې په شاوخوا د سپورمې د دوران لامل وي، نو  $F_{cp}$  له هغې قوې څخه عبارت دی چې باید شتون ولري تر څو د دایره یې حرکت سبب وگرځي.

## 4-5: د اصطکاک قوه

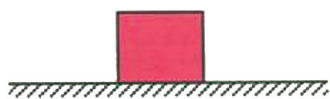
په پخوانیو ټولګیو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول آشنا شوی. ورځنۍ تجربې ښيي چې که چیرې یوه گلوله د افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې گلوله د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودرېږي، په داسې حال کې چې د نیوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه گلوله باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي او که چیرې یوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کیږي چې د زمان په تېرېدو د رقاصې واټن له عمودي خط څخه ورو ورو کمېږي او په پایله کې رقاصه درېږي، خو د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د پتانسیل انرژي د بدلېدو دلیل په حرکي انرژي باندې او د هغې برعکس، باید د نوموړې رقاصې اهتزاز له عمودي خط څخه په عین واټن په متناوبه توگه د تل لپاره تکرار شي او کموالی په دې واټن کې هېڅکله ونه کتل شي. په افقي سطحې باندې د گلولې له ساکن کیدو او له عمودي خط څخه د رقاصې د واټن د کمېدو څخه پایله ترلاسه کیږي چې حتما د هغو د حرکت د لوري په خلاف یوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وایي.

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

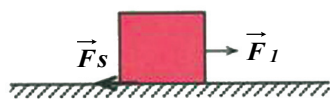
1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښی دی، رابنګل کیږي، خو ساکن پاتې کیږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه د ستاتیکي (سکون) اصطکاک قوې په نامه یادوي.

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

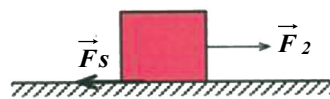
1 - **د سکون (ستاتیکي) اصطکاک قوه:** د جامداتو ترمنځ اصطکاک چې یوله بل سره په تماس کې دي، د دې له امله منځ ته راځي چې د اجسامو د تماس سطحه هېڅکله هواره او مسطحه نه وي. له دې امله کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ رابنګل کېږي، په دې حالت کې د نوموړو اجسامو سطحې یو د بل له پاسه اصطکاک تولیدوي.



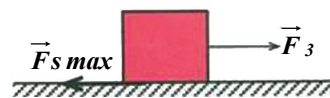
(a)



(b)



(c)



(d)

(4-16) شکلونه

اوس فرض کړئ یو جسم د (a) د شکل په څېر، د یوې افقي 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 نیسو. هغسې چې جسم ساکن پاتې شي. د (b) شکل، څرنگه چې جسم ساکن دی، د نیوټن د دویم قانون له مخې باید پر جسم د وارده قوو محصله صفر وي، نو له دې کبله باید د  $\vec{f}_s$  په څېر افقي قوه پر جسم وارده شوي وي، ترڅو د  $\vec{F}_1$  قوې د اغېز په خنثی کولو سره، د جسم د حرکت د تعجیل نیولو مخه نیول شوې وي.

د  $\vec{f}_s$  قوه د اتکاء سطحه پر جسم واردوي. دې قوې ته، «د ستاتیکي اصطکاک قوه» وایو.

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

$$a = 0$$

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

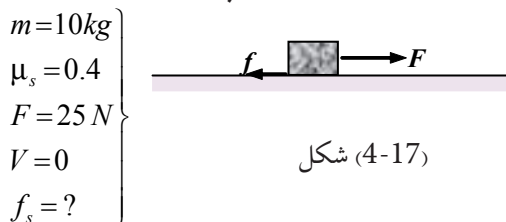
که په همدې ترتیب سره د  $\vec{F}_1$  قوې کچه ور زیاته شي او د  $\vec{F}_2$  کچې ته یې ورسوو. په دې حالت کې، که چیرې جسم همدارنگه ساکن پاتې شي، د پورتنی ورته استدلال له مخې دې پایلې ته رسیږو چې د اصطکاک ستاتیکي قوه هم زیاته شوې او له  $\vec{F}_2$  سره برابره شوې ده، له دې امله د  $\vec{F}$  د قوې په زیاتولو سره د ستاتیکي اصطکاک قوه هم زیاتېږي.

که چیرې په همدې ترتیب د  $\vec{F}_2$  قوې کچه ورزیاته کړو او په  $\vec{F}_3$  یې وښیو، جسم د حرکت په بهیر کې واقع کیږي. دا په دې معناه ده چې که چیرې د  $\vec{F}_3$  کچه د  $\vec{F}_s$  د قوې له کچې څخه لږڅه زیاته شي، جسم ساکن نه پاتې کیږي او په حرکت پیل کوي. په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته «د حرکت په حال د اصطکاک قوه» ویل کیږي او په  $f_{s \max}$  ښودل کیږي. د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي چې په وروستي حالت کې  $f_{s \max} = F_3$  دي او همدارنگه د اصطکاک کچه د حرکت پرمهال کولای شو له لاندې رابطې څخه لاس ته راوړو: (a)  $f_{s \max} = \mu_s \cdot N$ .

په دې رابطه کې  $N$  د اتکاء عمودي قوه ده،  $\mu_s$  د ستاتیکي اصطکاک ضریب نومېږي چې د هغو سطحو چې یو له بله سره په تماس کې دي، د هغو د نوعیت او طبیعت تابع دي.  $\mu_s$  پرته له واحد یو فزیکي کمیت دی. ولې؟

**یادونه:** د  $a$  رابطه یوازې په هغه حالت کې سمه ده چې جسم د حرکت په حال کې وي. له دې کبله د ستاتیکي اصطکاک قوه تل « $\mu_s N$ » له کچې څخه کوچنۍ او زیات حد (Maximum) یې د  $N$  برابر دی، یعنې:  $f_s \leq \mu_s \cdot N$  دی.

**مثال:** یو جسم له  $10\text{kg}$  کتلې سره د افقي سطحې پرمخ د  $\mu_s = 0.4$  ستاتیکي اصطکاک له ضریب سره په  $25$  نیوټن قوې سره راکاږو، خو په خوځولو یې قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوټن په حساب څومره وي؟



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

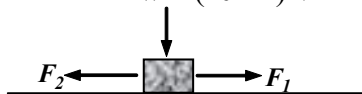
$$F_s = \mu_s \cdot N = \mu_s \cdot m \cdot g = 0.4 \times 10\text{kg} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 40\text{N} > F$$



**پوښتنه:**

په شکل کې یو جسم له  $2\text{kg}$  کتلې سره د افقي سطحې پرمخ شتون لري او د  $F_1$  او  $F_2$  قوې چې د هرې یوې کچه  $5$  نیوټن ده، پر جسم عمل کوي، جسم د یو ډوله (یونواخت) حرکت په حال کې دی. د جسم او افقي سطحې ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب پیدا کړئ.  $F = w = (10 \times 2)\text{N}$

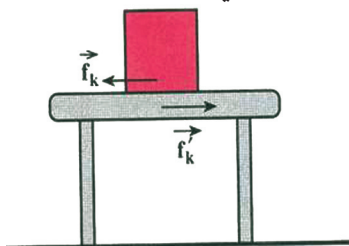
شکل (4-18)



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

$$F_k = \mu_k \cdot N$$

$\mu_k$  د ډینامیکي (حرکي) اصطکاک له ضریب څخه عبارت دی.



شکل (4-19)



د ټولګي په بیلابیلو ډلو کې «د ستاتیکي اصطکاک او حرکي اصطکاک د قوو ترمنځ توپیر» په هکله په خپلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګیوالوته واورئ.

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

**حل:** پر جسم واردې شوې قوې په لاندې شکل کې ښودل شوي دي. څرنگه چې جسم د افقي سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوتن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي چې پر جسم د وارده قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دی:

$$N - W = 0$$

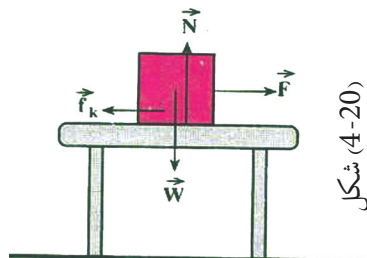
$$N = W = mg$$

$$N = 120\text{ (N)}$$

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

$$f_k = 0.25 \times 120$$

$$f_k = 30\text{ (N)}$$



شکل (4-20)

**مثال:** په مخکیني مثال کې، که چیرې تناب په  $F = 36 N$  قوې سره کش کړو، د حرکت تعجیل به څومره وي؟

**حل:** د تعجیل د محاسبې لپاره د نیوټن له دویم قانون څخه گټه اخلو. پر جسم د واردو شوو قوو محصله برابره ده له:

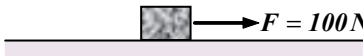
$$F - F_k = m \cdot a$$

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

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

**تمرین:**

په مخامخ شکل کې، جسم له  $4 m/s^2$  تعجیل سره د حرکت په حال کې دی. که چیرې د جسم کتله  $20 kg$  وي، د حرکي اصطکاک ضریب یې پیدا کړئ.  $F = 100 N$

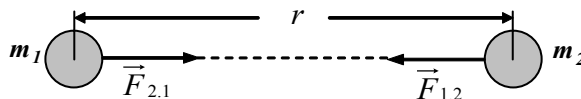


#### 4-6: د نیوټن د جاذبې قانون

آیا تر اوسه مو له خپله ځانه پوښتلي چې ولې کله چې یو جسم پورته خواته غورځوو، پس له یوې مودې څخه بېرته ښکته لوېږي؟ او یا ولې اوبه په ویالو کې مخ ښکته حرکت کوي؟ له پخوا زمانو څخه بشر پوهیده چې ځمکه، خپل نژدې جسمونه د ځان په لور راکاږي، دې قوې ته د جاذبې قوه وايي. نیوټن انګلیسي پوه (عالم) د جاذبې د قانون په بیانولو سره وښودله چې قوه د دواړو جسمونو ترمنځ شتون لري. د نیوټن د جاذبې د قانون له مخې دواړه کتلې، په یوه وخت یوبل جذبوي. نیوټن د جاذبې قانون په لاندې توګه بیان کړ: «د دوو کتلو ترمنځ د جاذبې قوه د دواړو کتلو د ضرب له حاصل سره مستقیم نسبت او د هغو ترمنځ د واټن له مربع سره معکوس نسبت لري» که چیرې د  $m_1$  او  $m_2$  دوو کتلو ترمنځ واټن له لاندې تماس سره سم له  $r$  سره برابر وي، د جاذبې قوې ( $F$ ) کچه د دوو کتلو ترمنځ له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1} \quad (\text{عمل او غبرګون (عکس العمل)}) \Rightarrow F_{1,2} = F_{2,1} = F$$

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



شکل (4-21)

په دې رابطه کې  $G$  د جاذبې نړیوال ثابت نومېږي، په SI سیستم کې د کتلې د اندازه کولو واحد، کیلوگرام (Kg)، د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N). د واټن د اندازه کولو واحد، متر (m) دی، نو

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

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

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

لکه څنګه چې پورتنی مثال راښيي، د جاذبې قوه د دوو جسمونو ترمنځ له وړوکتلو سره د صرف نظر وړ ده.



### پوښتنه:

د ځمکې کتله تقریباً  $6 \times 10^{24} kg$  او د ځمکې شعاع تقریباً  $6.4 \times 10^6 m$  دي، د ځمکې د جاذبې قوه چې پر تاسو واردېږي، څو نیوټنه ده؟ (ددې قوې د محاسبې لپاره د ځمکې کتله د ځمکې پر مرکز متمرکز فرض کړئ.)

## د وزن قوه - د جاذبې تعجیل

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

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

له بلې خوا پوهیږو چې د وزن قوه د جسم د سقوط سبب ګرځي. که چیرې د وزن قوه په  $W$  وښیو، (2) رابطې ته په پام کولو به ولرو:

$$F = W \Rightarrow w = mg \quad (3)$$

د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه یې پر جسم واردوي. که چیرې د ځمکې کتله او شعاع په ترتیب سره په  $M_e$  او  $R_e$  وښیو، د (1) رابطې څخه په ګټې اخیستلو کولای شو د جسم وزن، یعنې پر جسم د ځمکې د جاذبې قوه دا ډول حساب کړو.

$$W = F \Rightarrow W = G \frac{m \cdot M_e}{R_e^2} \quad (4)$$

د (3) او (4) روا بطو له پر تله کولو دا پایله لاس ته راځي:

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

**نوټ:** خو مره چې د ځمکې له سطحې څخه لیرې شو، د  $g$  کچه کمیري. که چیرې د ځمکې له

سطحې څخه د  $h$  په کیفی ارتفاع کې،  $g$  او  $g'$  سره برابر فرض کړو، نو و به لرو:  $g' = G \frac{M_e}{(R_e + h)^2}$

### څېړنه وکړئ:



څېړنه وکړئ چې د جاذبې نړېوال ضرب  $G$  د لومړي ځل لپاره د چا لخوا محاسبه شو؟ د هغه د کار طریقې په لنډه توگه ټولگي ته رپورت ورکړئ.

### پوښتنه:



دې ته په پام کولو سره چې د  $g$  منځنۍ کچه د ځمکې په سطحه کې د  $9.8 m/s^2$  په شاوخوا او د ځمکې شعاع  $6.4 \times 10^6 m$  دي. د ځمکې کتله محاسبه کړئ.

### پراشوت



شکل (4-22)

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 فضا کې د هوا مقاومت د شتون له امله په بدلون کې دی، مطالعه کړو.

یو هوا باز له پراشوت څخه په دې موخه گټه اخلي چې د هوا د مقاومت یوه ستره قوه یې گټلې وي، ترڅو وکولای شي د خپل وزن له قوې سره موازنه منځ ته راوړي او هغه پورته خواته راوکاږي. (د رابنکلود دې قوې کچه حتی که پراشوت خلاص هم نه وي، د صرف نظر وړ نه ده، په دې ډول حالت کې به هوا باز له ډېر سرعت سره سقوط وکړي). پورته خواته د مقاومت د رابنکلود قوه چې پر یوه جسم د سقوط په حال کې په هوا کې واردېږي (له دې وروسته به دا قوه په  $F_d$  وښیو)، د جسم د سرعت له زیاتیدوسره په اتوماتیک ډول زیاتېږي او کچه یې د جسم د سرعت له مربع سره متناسبه ده

$$F_d = bV^2$$

یعنې:

د  $b$  قیمت ثابت دی، د جسم د اندازې او شکل سره اړه لري او د مقاومت د قوې لوری د حرکت د لوري مخالف وي. څرنګه چې د سرعت له زیاتیدو سره د مقاومت قوه زیاتېږي، نو کله چې د رابنکلود د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دې حالت کې به خامخا سقوط کوونکي جسم د تعادل په وضعیت کې واقع شي. هغه سرعت چې د مقاومت د قوې کچه په کې د جسم له وزن سره مساوي کیږي، د جسم د حدي سرعت په نامه یادېږي. کله چې د جسم سرعت حدي سرعت ته نژدې کیږي، تعجیل کوچنی او ترټولو کمېږي. کله چې جسم حدي سرعت ته رسېږي، تعجیل یې صفر کیږي.

که حدي سرعت په  $V_t$  وښیو، لکه څنګه چې د مقاومت د قوې کچه په دې سرعت کې د جسم له وزن سره مساوي ده، نو له دې کبله کولای شو ولیکو:  $F_d = mg = bV_t^2 \Rightarrow b = mg/V_t^2$

نو له دې امله د د هر اختیاري سرعت لپاره لیکلای شو:  $F_d = mg \frac{V^2}{V_t^2}$

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

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

**مثال:** دوه هوا بازان چې یو ډول پراشوتونه لري او کتلې یې (د پراشوتونو په ګډون)  $62.0\text{Kg}$  او  $82.0\text{Kg}$  دي. کوم هوا باز حدي زیات سرعت لري او د حدي سرعتونو نسبت یې څو دی؟

### د مثال حل لارښوونې:

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

هغه هوا باز چې وزن یې زیات دی، د دې لپاره چې د مقاومت قوه یې د هغه له وزن سره برابره وي، باید ژر سقوط وکړي. له دې امله د  $82.0\text{Kg}$  هوا باز باید ډېر حدي سرعت ولري. د حدي سرعتونو نسبت د ټاکلو لپاره په پیل کې بیامومو چې څرنګه حدي سرعتونه د کتلې مربوط کیږي، وروسته به په دې سرعتونو کار وکړو.

**حل:** د  $V_t$  په حدي سرعت کې د مقاومت قوه باید د جسم له وزن سره مساوي وي یعنې:

$$mg = F_d = bV_t^2$$



خرنگه چې پراشوتو نه یو ډول دي، گورو به چې د  $b$  ثابت قیمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله  $V_1 \propto \sqrt{m}$ ، نو دروند هوا باز حدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، باید چټک حرکت وکړي، نو د حدي سرعتونو نسبت به یې په دې ډول وي:

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

د  $82,0Kg$  وزن لرونکي هوا باز حدي سرعت د کم وزنه هوا باز له  $1,15$  چنده حدي سرعت سره برابري یعنې  $15\%$  یې چټک حرکت کړیدی.

**مباحثه:** د  $82,0Kg$  هوا باز  $32\%$  دروند دی، ځکه:  $\frac{82,0Kg}{62,0Kg} = 1,32$  خو حدي سرعت فقط  $15\%$  ډېر دی او لامل یې دا دی چې د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقیماً متناسبه ده یعنې همدا  $15\%$  ډېر سرعت د مقاومت قوه  $32\%$  زیاتوي، یعنې:  $(1,15)^2 = 1,32$

## تمرین

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

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

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

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

c- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې سرعت یې د حدي سرعت نیمایي ته رسیږي پیدا کړئ.

## د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د  $y$  مثبت محور انتخابوو، تر څو د معمول په شان یې نقطې په پورته لور پرمخ په نښه کړو. خرنگه چې توپ د سکون له حالت څخه غورځول کیږي، نو له دې امله هغه یوازینی قوه چې د غورځولو په لومړۍ شېبه کې پرې عمل کوي، د ځمکې د جاذبې قوه ده په دې شېبه کې چې سرعت صفر دی، د هوا د مقاومت قوه هم صفر ده. کله چې توپ په حرکت کې دی، د مقاومت قوه پر جسم په وارده منتهجه قوه کې ونډه لري.

## حل:

a. خرنگه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجیل د آزاد سقوط له تعجیل سره مساوي دی، یعنې:  $(a = g)$

b. کله چې توپ خپل حدي سرعت ته رسیږي، د مقاومت د قوې کچه مساوي د توپ له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کې عمل کوي او خرنگه چې په دې حالت کې پر توپ منتهجه قوه صفر ده. نو تعجیل په حدي سرعت کې صفر وي، یعنې:  $a = 0$

C. کله چې توپ په نیم حدي سرعت کې د غورځېدو په حال وي، د مقاومت قوه مهمه ده، خو دا قوه د توپ له وزن څخه کمه ده. محصله قوه په ښکته لور او د دې له مخې تعجيل هم (خومره چې په کمه کچه) مخ په ښکته عمل کوي. پوهیږو 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 همدارنگه پوهیږو چې دا قوه د وزن د لوري خلاف په پورته لوري عمل کوي، نو منته عمودي قوه

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

د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره لرو:

$$\sum F_y = ma_y$$

ترلاسه شوی تعجيل د قیمت د لاسته راوړلو لپاره کولای شو چې ولیکو:

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

په هغه وخت کې چې سرعت له نیم حدي سرعت سره مساوي دی، یعنې:

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

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

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

**مباحثه:** څنگه کولای شو پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دی؟ که چیرې موږ د جسم په حدي سرعت په اټکلي ډول پوه شو په هغه وخت کې به پوه شو چې خومره د جسم سرعت د هغه د حدي سرعت په پرتله لږ وي، په همغه کچه د هوا مقاومت تر ډېره د صرف نظر وړ وي.

### فعالیت:



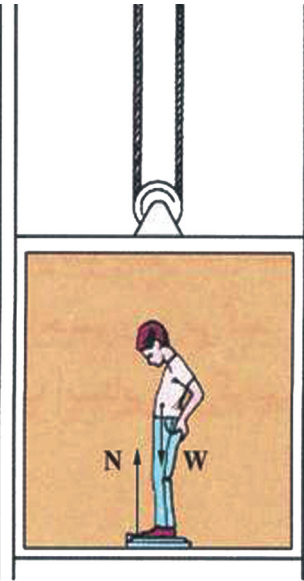
یو لوږ یا یو اوچت محل ته وخېژئ، او یا پر یوې زینې پورته شئ او له هغه ځایه یو توکړی. شکله کاغذ لکه د کیچ کاغذې جامگی او یوه پنځه افغانیگی. سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سکې په وړاندې د صرف نظر وړ دی، خو دا چې له ډیرې لوړې ارتفاع څخه خوشې شي. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذې توکړی په وړاندې ډېر د پام وړ دی او توکړی تقریباً یو نا ځایه خپل حدي سرعت ته رسیږي. خو کاغذې توکړی (له دوونه تر څلورو دانو) سره یوځای کړئ او هغوی له لومړني توکړی سره یوځای خوشې کړئ. څه به وگورئ؟ آیا د کاغذې توکړیو حدي سرعت زیات دی؟ ولې؟



اوس يوه ټوکړې کاغذ کلوله کړې او بيا هغه په يو وخت له سکې سره خوشې کړې. و به گورئ په داسې حال کې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرنې وړ دی. ولې؟  
 په دې هکله به ډلوکې بحث وکړئ او لاندې شکل ته چې يو ستروبو سکويک تصوير دی او د دوو جسمونو سقوط په هوا کې له ډېر توپيري حدي سرعتونو سره بنسټي، وگورئ او په مرسته يې د هغه فعاليت په هکله چې ترسره کړې مودی، په ډلوکې بحث او مناقشه وکړئ (تصويرونه په زماني وقفو 1, 15, 5 کې عکاسي شوي دي)  
 شکل (4-23)

### 4-7: لفت

لغت څه شی دی؟ آیا تراوسه موله ځانه پوښتنه کړې ده چې لغت د فزيک له نظره څنگه کار کوي؟ کله چې د لغت د ننه ياست او لغت د  $V$  په ثابت سرعت پورته او يا ښکته حرکت کوي، څه پيښيرې؟ او که چيرې لغت د  $a$  په ثابت تعجيل په حرکت پيل وکړي، څه پيښيرې؟ او..... دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به د دې لوست په پای کې هغو ته د ځواب ورکولو وړتيا ترلاسه کړئ.



پورتنيو پوښتنو ته د ځواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:  
 فرض کړئ چې يوتن د  $m$  له کتلې سره د لغت د ننه پر يوه فري تله ولاړ دی. پرفري تلې د واردې قوې کچه په لاندې دريو حالتونو کې تر مطالعې لاندې نيسو:

شکل (4-24)

1 - که چيرې لغت ساکن وي: په دې حالت کې څرنگه چې لغت ساکن دی، په پايله کې د حرکت تعجيل به صفر وي. پر شخص واردې قوې په (4-24) شکل کې ښودل شوي دي، نو د نيوتن د دويم قانون له مخې ليکلای شو:

$$a = 0$$

$$F = N - W = 0$$

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

په دې حالت کې داسې پايله ترلاسه کولای شو چې: کله چې يوتن د لغت د ننه دی او د لغت تعجيل صفر دی، فري تله يوازې د جسم د وزن قوه يعنې  $W = mg$  رابښي.

2 - لفت د  $a$  په ثابت تعجيل پورته لوري ته په حرکت پيل کوي: په دې حالت د حرکت تعجيل د  $a$  په اندازه مخ په پورته دی او د نيوتن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو وليکو چې:

$$F = ma$$

$$N - W = ma$$

$$N - mg = ma$$

$$N = ma + mg$$

$$N = m(a + g) \dots (2)$$

3 - لفت د  $a$  ثابت تعجيل په لرلو ښکته لور په حرکت پيل کوي: په دې حالت کې هم د حرکت تعجيل د  $a$  په کچه مخ په ښکته دی (د حرکت مخ ښکته لوري مثبت په نظر کې نيسو) او د نيوتن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو وليکو چې:

$$F = ma$$

$$W - N = ma$$

$$mg - N = ma$$

$$N = mg - ma$$

$$N = m(g - a) \dots (3)$$

**نوټ:** پورتنیو دريو حالتونو ته په پام کولو سره کولای شو پایله ترلاسه کړو: «کله چې لفت ساکن دی او يا له ثابت سرعت سره حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله يې ښيي، د شخص له ريښتني وزن سره برابر دی، يعنې: ( $N = W$ ). کله چې لفت له ثابت تعجيل سره مخ پورته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله يې ښيي، د شخص له واقعي وزن څخه ډېر دی، يعنې ( $N > W$ ) کله چې لفت د مثبت تعجيل په لرلو سره مخ په ښکته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله يې ښيي د شخص له ريښتني وزن څخه کم دی، يعنې: ( $N < W$ )»

**مثال:** يوتن له  $70 \text{ kg}$  کتلې سره د لفت د ننه ولاړدی، هغه عمودي قوه چې د لفت قاعده يې پر شخص واردوي په لاندې حالاتو کې يې محاسبه کړئ.

a- لفت ساکن دی

b- لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.

c- لفت په  $2 \text{ m/s}^2$  ثابت تعجيل پورته خواته په حرکت پيل کوي، ( $g = 10 \text{ m/s}^2$  دې فرض شي)

**حل:** a) څرنگه چې لفت ساکن دی د حرکت تعجيل صفر دی او په پایله کې:

$$a = 0$$

$$F = N - W = mg$$

$$N = W = mg$$

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

(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 څېر پایله تر لاسه کېږي چې  $N = 700$  دي.

(c) په دې حالت کې د حرکت تعجیل  $12m/s^2$  او مخ په پورته خواته دی او د نیوټن دویم قانون ته

$$F = m.a \quad \text{په پام کولو سره لرو چې:}$$

$$N - W = ma$$

$$N - 700 = 70 \times 2$$

$$N = 840 \quad N$$



### پوښتنه:

یو تن په لفت کې د یوې فنري تلې د پاسه ولاړ دی. د نوموړي شخص کتله  $50 \text{ kg}$  ده، په لاندې حالتونو کې فنري تله کوم عدد ښيي؟

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

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

c- لفت په ثابت سرعت حرکت کوي.

## د مصنوعي سپوږميو د حرکت دایروي مدارونه

لکه څنګه چې پوهیږو، مصنوعي سپوږمۍ د ځمکې په شاوخوا کې تقریباً د یوه دایره یي مسیر پرمخ حرکت کوي. اوس فرض کړئ چې یو سړی د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دی ستاسوله نظره نوموړی سړی خپل حرکت نسبت ځمکې ته څنګه ویني؟ کومې قوې په مصنوعي سپوږمۍ عمل کوي؟



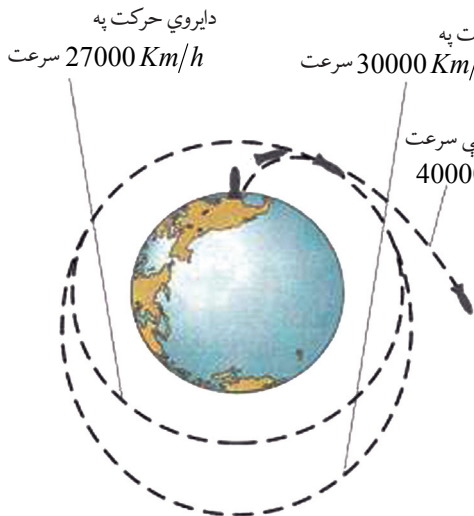
هغه سړی چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، گوري چې مصنوعي سپوږمۍ تل له ځمکې څخه همدا یو واټن لري (د دایروي مسیر له امله یې). یا په بل عبارت، دغه سړی گورئ چې مصنوعي سپوږمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه ده.

شکل (4-25)

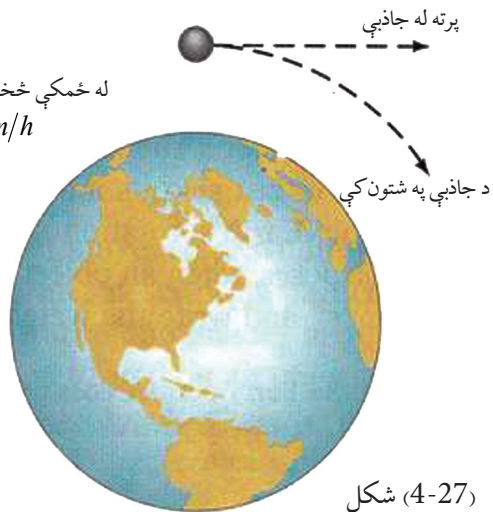
نوله دې امله نوموړی سړی دې پایلې ته رسیږي چې هېڅ یوه قوه پر مصنوعي سپوږمۍ عمل نه کوي، خو هغه څه ته په پاملرنې چې د دایروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولای شو ووايو چې پر مصنوعي سپوږمۍ دوې قوې عمل کوي. یوه د جاذبې قوه  $mg$  او بله له مرکز څخه د تېښتې قوه  $mR\omega^2$  چې دواړه قوې یوه له بلې څخه په مخالفو لورو کې دي. څرنګه چې مصنوعي سپوږمۍ د هغه سړي له نظره چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، ساکنه ده، نوله دې امله ویلای شو چې دوې پورتنۍ قوې یوه له بلې سره د توازن په حال کې دي او یا په بل عبارت، دا دوې قوې یوه له بلې سره مساوي دي. یعنې:

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

$$g = R\omega^2$$



شکل (4-26)



شکل (4-27)

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

$$g = \frac{V^2}{R} \dots \dots (2)$$

له دې څخه پایله ترلاسه کېږي چې هغه سړی او نور شيان د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې د حرکت پرمهال بې وزنه کېږي، ځکه د (1) معادلې په اساس د مصنوعي سپوږمۍ وزن مساوي دی، له مرکز څخه تېښتې قوې سره او د هغو محصله صفر ده.



## د څلورم څپرکي لنډيز

- د نیوټن د حرکت قوانین، په کلاسیک فزیک کې د حرکت پیژندنې ډیر مهم قوانین دي.
- د نیوټن لومړی قانون (د عطلت یا انرشیا قانون) بیا نوي چې: یو جسم د سکون او یا د مستقیم خط پرمخ خپل یو ډوله (یونواخت) حرکت ساتي، خو کله چې د یوې قوې تراغیزې لاندې د خپل حالت بدلون ته اړ کړای شي.
- مصنوعي سپوږمۍ چې د بشر لخوا هوا ته توغول کېږي، دهغوی د حرکتونو د محاسبې لپاره د نیوټن له دریم قانون څخه گټه اخیستل کېږي.

- د نیوټن دویم قانون بیانوي چې: که چیرې پر یوه جسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجیل اخلي چې پر جسم د وارده قوو له محصلې سره مستقیم نسبت او ورسره عین لوري لري او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري چې په لاندې ډول بیانېږي.

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

- د نیوټن دریم 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 واردوي چې په لاندې توگه لیکل کېږي.

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

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

- د اتکاء عمودي قوه، یو له هغو قوو څخه ده چې ځانگړی قانون ورته نشته، یعنې داسې رابطه نه شته چې په مرسته یې وکولای شو، د دې قوو کچه محاسبه کړو، لکه څنگه چې مو ولوستل، د دې قوو کچه د نیوټن د دویم قانون په مرسته محاسبه کوو.

- د ستاتیکي اصطکاک قوه: جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښي، راکښل کېږي، خو ساکن باقي پاتې کېږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د ستاتیکي اصطکاک قوه وایي. د ستاتیکي

$$F_{S \max} = \mu_s \cdot N \quad \text{راځي: ته راځي:}$$

- کله چې جسم پر یوې سطحې قرار لري حرکت کوي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د حرکتی (دینامیکي) اصطکاک قوه وایي چې په لاندې ډول لیکل کېږي:  $f_k = \mu_k \cdot N$

$\mu_s$  او  $\mu_k$  په ترتیب سره د ستاتیکی او دینامیکی اصطکاک له ضریبونو څخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

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

- د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه یې پر جسم واردوي.

- د ځمکې د جاذبې د قوې کچه چې پر جسم واردیږي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:

$$W = G \frac{m \cdot M_e}{R_e^2}$$

- د ځمکې د جاذبې د تعجیل ( $g$ ) مقدار د  $g = G \frac{M_e}{R_e^2}$  له پورتنۍ رابطې څخه لاسته راځي.

- که چیرې جسم د ځمکې له سطحې څخه د  $h$  په ارتفاع کې وي، په پایله کې پورتنۍ رابطه په لاندې شکل لیکل کیږي:

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

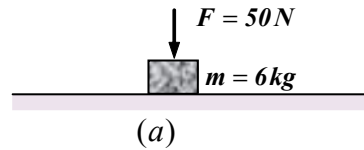
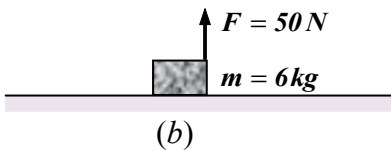
- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي،  $N = W$  که چیرې لفت له ثابت تعجیل سره مخ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال  $N > W$  څخه او که چیرې لفت له ثابت تعجیل سره مخ په ښکته حرکت وکړي، په پایله کې  $N < W$  څخه وي.

- پر مصنوعي سپوږميو دوی قوې عمل کوي، یوه یې د جاذبې قوه (مرکزته د جذب قوه) او دویمه یې له مرکز څخه د تینېتي قوه.

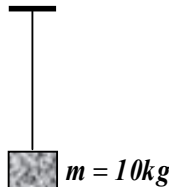


## د څلورم څپرکي پوښتنې

1. د نیوټن د حرکت قوانین کوم شیان بیا نوي؟
2. د نیوټن لومړی قانون تعریف کړئ او له دې قانون څخه څه پایله تر لاسه کولای شو؟
3. عطالت یا انرشیا تعریف کړئ.
4. د نیوټن دویم قانون بیان کړئ او د کمیتونو اړیکه یې د اندازه کولو له واحدونو سره ذکر کړئ
5. د نیوټن دریم قانون تعریف کړئ.
6. یو موټر ولې په یو افقي سرک چې سطحه یې کنگل ده، نشي کولای د سرک له گولایي څخه تابعیت وکړي او د مستقیم خط په امتداد له سرک څخه منحرف کیږي؟
7. د نیوټن له لومړي قانون څخه درې مثالونه بیان کړئ.
8. پر یوه جسم چې  $2\text{Kg}$  کتله لري،  $20$  نیوټنه قوه واردیږي:
  - a- د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.
  - b- که چیرې قوه،  $30$  نیوټنه شي، د حرکت په تعجیل کې څه ډول بدلون رامنځ ته کیږي؟
9. دوه جسمونه له  $m_1$  او  $m_2$  کتلو سره چې پر یوې افقي سطحې د سکون په حالت کې دي، د یو ډول قوو تر اغیز لاندې په حرکت پیل کوي. که چیرې د  $t$  زمان له تېریدو څخه وروسته یې سرعت په ترتیب سره  $v_1$  او  $v_2$  شي، د  $\frac{v_2}{v_1}$  نسبت محاسبه کړئ.
10. یو جسم د سقوط په حال کې دی (د هوا له مقاومت څخه تېرشي) کومې قوې پرې واردیږي؟ د دې قوو غبرگون (عکس العمل) مشخص کړئ.
11. د نیوټن د جاذبې قانون بیان کړئ او رابطه یې ولیکئ.
12. دوه جسمونه له  $2\text{Kg}$  او  $5\text{Kg}$  کتلو سره یو له بل څخه په  $\sqrt{6.67}$  متري واټن کې شتون لري، د هغو ترمنځ جاذبوي قوه حساب کړئ.
13. په لاندې شکلونو کې د اتکاء عمودي قوه حساب کړئ ( $g = 10\text{m/s}^2$  دې فرض شي)



14. له شکل سره سم یو جسم له تناب سره تړلی او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلی دی.
  - a- که چیرې د ستگانه له  $2\text{m/s}^2$  تعجیل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو (کشش) قوه معلومه کړئ.
  - b- که چیرې د ستگانه له  $2\text{m/s}^2$  تعجیل سره مخ په لاندې حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو قوه به څو نیوټنه وي؟



c- که چیرې د ستگه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو قوه به څومره وي؟

15. د اصطکاک قوې د ډولونو نومونه واخلئ او څرگنده کړئ چې دا قوې څه وخت څرگندیږي؟

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

17. یو جسم د یوه فنر له څوکي سره په یو لفت کې څړول شوی دی، د جسم کتله  $5\text{Kg}$  او د فنر ثابت  $1000\text{N/m}$  دي. د فنر د اوږدوالي بدلون په لاندې حالتونو کې حساب کړئ:

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

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

c- لفت له ثابت سرعت سره حرکت کوي.

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

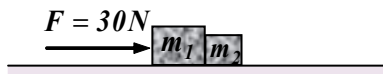
a- جسم د افقي سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه حرکت کوي.

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

c- جسم په قایم مسیر کې مخ پورته حرکت کوي.

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

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

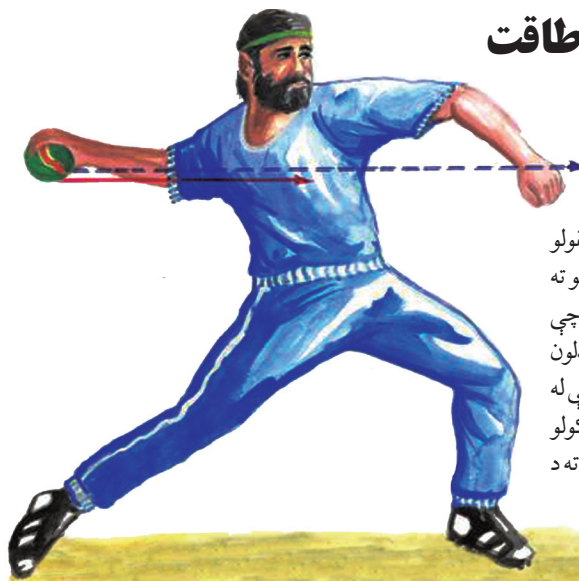


20. د ځمکې د کُرې کتله  $6 \times 10^{24}\text{ kg}$  او د سپوږمۍ د کُرې کتله تقریباً  $7.4 \times 10^{22}\text{ kg}$  او د ځمکې د کُرې د مرکز واټن د سپوږمۍ د کُرې له مرکز څخه تقریباً  $4 \times 10^5\text{ km}$  دی.

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

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

## کار، میخانیکي انرژي او طاقت



ورزش کونکي د بیس بال په توپ د یوې قوې په تطبیقولو سره، په یو لور او چټک سرعت سره تعجیل اخیستلو ته چمتو کوي. هغه د یوې داسې قوې په تطبیقولو سره چې پرمخت به یې ښايي توپ ته په مترونو د موقعیت بدلون ورکړي، یو داسې کار به ترسره کړي چې مجموعه به یې له  $(\frac{1}{2}mv^2)$  حرکي انرژي سره چې د توپ د سرعت ورکولو لپاره اړینه ده، مساوي وي. همدې لاسته راغلي پایلې ته د (کار- انرژي) قانون وايي.

تر اوسه پورې موږ د یوه جسم انتقالی حرکت د نیوټن د دريو قوانینو له نظره مطالعه کړې، د پورتنیو قوانینو پر بنسټ، قوې د حرکت ټاکونکي کمیت په توګه مرکزي رول لوباوه. په دې خپرکي او تردې وروستي خپرکي کې به موږ له مختلفو تحلیلونو سره د انرژي او مومنت کمیتونو له نظره د اجسامو د انتقالی حرکت په هکله بحث وکړو.

د انرژي او مومنت بنسټیز اهمیت د هغو د تحفظ په ځانګړتیا کې دی. یعنې هغوی په عمومي حالتونو کې ثابت پاتې کېږي. د تحفظي مقادیر و شتون نه یوازې دا چې موږ ته د نړۍ په طبیعت کې د ژور لیدلو قدرت راکوي، بلکې د عملي مسایلو حل ته د رسېدو بله لار رابښي. د انرژي او مومنت د تحفظ قوانین په ځانګړې ډول د اجسامو له مختلفو سیستمونو سره چې له بېلابېلو قوو سره سرواکار لري او د هغو اړوندو مسایلو حل چې ډېر ګران او یا ناشونی ښکاري، ډېر د اهمیت وړ دی. دا قوانین په پراخ طیف کې، پدیدې او پېښې د اتوم او هستوي ذرو د نړۍ د پدیدو په ګډون چې نور پکې د نیوټن قوانین عملي ندي، د تطبیق وړ دي. په دې خپرکي کې به تاسو د دوو ډېرو مهمو مفاهیمو یعنې کار او انرژي د بېلابېلو ډولونو په هکله چې له میخانیک سره تړاو لري معلومات ترلاسه کړئ. دغه دوه کمیتونه سکالري دي او څرنګه چې د جهت لرونکي نه دي، مطالعه یې نسبت وکتوري مقدارونو ته آسانه ده. حرکي انرژي چې له حرکت سره اړیکې لري او ذخیره وي انرژي چې د یوه جسم له موقعیت سره تړاو لري، د انرژي دوه ډولونه دي چې په دې خپرکي کې به یې مطالعه کړئ. کار، انرژي او طاقت یو له بل سره اړیکې لري. د ماشینونو ډولونه چې په ورځني ژوندانه کې ورسره سرواکار لرو، معمولاً د هغې کاري کچې له مخې چې د هغو په مرسته ترسره کېدای شي او هغه طاقت چې تولیدوي یې تشریح کېدای شي چې ددې خپرکي په پای کې به د نوموړو مفاهیمو په هکله اړین معلومات او بلدتیا ترلاسه کړئ.

## هغه کار چې د ثابتې قوې په مټ ترسره کېږي

د کار مفهوم څه شی دی؟ هغه کار چې د یوې ثابتې قوې پرمټ ترسره کېږي، څه ډول دی؟ څنگه کولای شو کار د فزیک له مخې وڅېړو؟ د اووم ټولګي په فزیک کې تر یوې اندازې د کار له مفهوم سره بلد شوی، د هغو موضوعاتو د یادولو لپاره چې د اووم ټولګي په فزیک کې مو مطالعه کړل، لاندې فعالیت ترسره کړئ.

### فعالیت:



هغه شمېر کارونه چې په خپل چاپیریال کې یې وینئ او یا له هغو سره مخامخ کېږئ ویې لیکئ او خپل ټولګي ته یې وړاندې کړئ. ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې ځانګړنې او ګډ عناصر شته؟ دا پوښتنه په بېلابېلو ډلو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیا یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

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

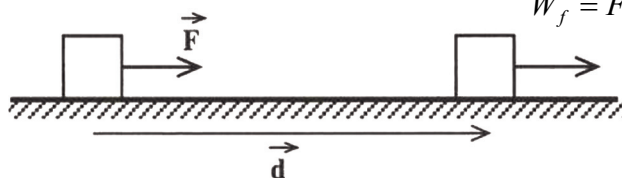
1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوې د اعمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له بدلون سره مخامخ کېږي.



شکل (5-1)

لکه څنگه چې په (5-1) شکل کې یې وینئ. یو سړی پر جسم قوه واردوي او په پایله کې د جسم د مکان د بدلون سبب ګرځي. هغه څه ته په پاملرنې چې وویل شول. کولای شو ووايو چې د جسم د مکان د بدلون په لور د قوې مرکبې او د جسم په واسطه د وهل شوې فاصلې د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملي قوې له کار څخه عبارت دی.

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



شکل (5-2)

د کار د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له  $N \cdot m$  څخه دی چې ژول نومېږي او د  $J$  په نښې ښودل کېږي، یعنې

$$1N \cdot m = 1J \dots\dots\dots (2)$$

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

$$1erg = 1dyne \cdot 1cm \dots\dots\dots (3)$$

په انګلیسي سیستم کې کار په فوت پونډ ( $foot - pound$ ) سره اندازه کېږي چې په دې ډول وړاندې کېږي: (4)  $1J = 10^7 erg = 0.7376 Lb \cdot ft$



**پوښتنه:** د ټولګي په مختلفو ډلو کې (4) رابطه د ډلو د غړو په مرسته ثابته کړئ.

کار له یو سکالري کمیت څخه عبارت دی. مثلاً که چېرې په (2-5) شکل کې کار د ځای او موقعیت له څو پرله پسې (متوالي) بدلون سره ترسره کړو، ټول کار کولای شو د ترسره شویو کارونو له جبري جمعې څخه د ځایونو په هر بدلون کې لاس ته راوړو.

**مثال:** یو تن  $70N$  افقي قوه پر یوه جسم وارد وي او هغه د  $10m$  په اندازه بې ځایه کوي، هغه تن څومره کار کړی دی؟

**حل:** له (1) رابطې څخه لرو چې:

$$w = F \cdot d$$

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

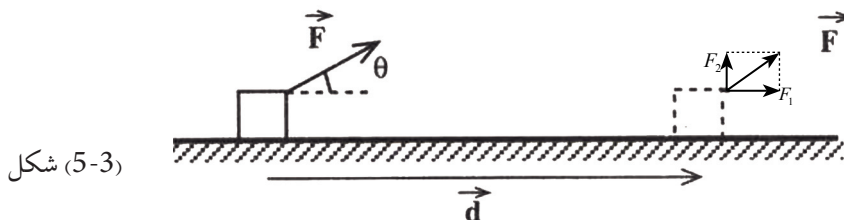


**پوښتنه:** که چېرې یو تن له  $30N$  سره برابره قوه پر یوه جسم وارده کړي او هغه د  $0.5m$  په اندازه

پورته بوځي، نوموړي تن څومره کار ترسره کړی دی؟

شکل ته په پام کولو سره که چېرې د  $F$  د وارده قوې او د  $d$  ځای د بدلون ترمنځ د  $\theta$  زاویه شتون ولري. کار څرنگه تعریفولای شو؟ ددې موخې لپاره په لاندې ډول عمل کوو: فرض کړئ چې پر جسم وارده قوه د (3-5) شکل په څېر د ځای د بدلون له وکتور سره د  $\theta$  زاویه جوړوي. په دې حالت کې د  $F$  ثابتې قوې کار په لاندې ډول وړاندې

$$w_f = F \cdot d \cos\theta \dots\dots\dots (5) \text{ او یا } w_f = F_1 \times d = F \cos\theta \cdot d \text{ کېږي:}$$



**نوت:** که چېرې په (5) رابطه کې،  $\hat{\theta} = 0$  شي، په پایله کې به (1) رابطه په لاس راشي.

**مثال:** 10N قوه په یوه جسم د  $60^\circ$  زاوې لاندې واردوو د (F) قوې کار د ځای په شپږ متري بدلون کې حساب کړئ:

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

**حل:** د (5) رابطې له مخې لرو چې:

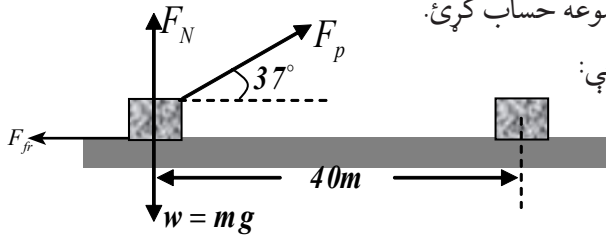
$$W_f = (10N) (6m) \cos 60^\circ = 10 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2} = \frac{60}{2} = 30 J$$

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

**مثال:** یو تن له  $F_p = 100N$  ثابتې قوې سره، 50Kg جسم د 40m په اندازه بې ځایه کوي. که چېرې د قوې وکتور او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه  $37^\circ$  وي او د اصطکاک قوه 50N وي. a. د هرې قوې کار چې پر جسم عمل کوي، لاس ته راوړئ.

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

**حل:** شکل ته په پام کولو سره لرو چې:



شکل (5-4)

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

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

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

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

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

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

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

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

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

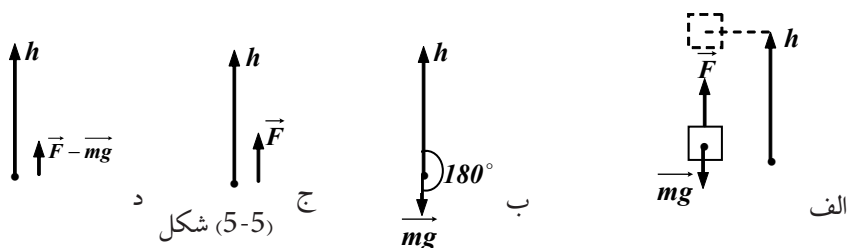
$$W_{net} = 0 + 0 + 3200 J - 2000 J = 1200 J$$

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

**حل:** په دې حالت کې د وزن او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه  $180^\circ$  ده.

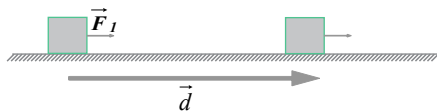
$$W_{mg} = m \cdot g \cdot h \cdot \cos 180^\circ = mgh (-1) \quad \text{په پایله کې:}$$

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



**تمرین:** په شکل کې د  $F$  ثابت قوه په (افقي امتداد کې په یوه جسم د  $m$  په کتله واردېږي او هغه د یوې سطحې پرمخ له  $\mu_k$  حرکتی اصطکاک له ضریب سره بې ځایه کوي مطلوب دی.

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



## 5-2: کار او حرکتی انرژي

د پخوانیو معلوماتو له مخې پوهېږو چې د یوه جسم حرکتی انرژي د  $m$  کتلې او  $v$  سرعت سره له  $K_E = \frac{1}{2}mv^2$  رابطې سره بنودل کېږي.

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

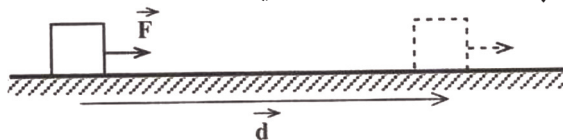
موږ په ورځني ژوندانه کې په خپل چاپېریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې برک شویلی حرکتی انرژي یې کمېږي او...

### فعالیت:



نورې بېلګې چې د حرکتی انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپېریال کې وینئ، وپې لیکئ او ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

د کار او حرکتی انرژي د رابطې د بڼې څېړنې لپاره یو جسم د  $m$  په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کې ونیسئ چې د وارده قوو محصله پرې ثابتې او له  $\vec{F}$  سره برابره ده او جسم ددې قوې تر اغېز لاندې د  $d$  په اندازې پر یوه افقي سطحه د مکان بدلون کوي.



شکل (5-6)

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

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

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

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

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

ددې رابطې د بڼې اړخ لومړی حد، د جسم حرکتی انرژي په (2) نقطه کې او دویم حد یې د جسم حرکتی انرژي په (1) نقطه کې دي.

په پایله کې که چېرې دوې حرکتی انرژي په ترتیب سره په  $K_1$  او  $K_2$  وښیو لاندې رابطه په لاس راځي:

$$W = \Delta k \quad \dots (3) \quad \text{اویا:} \quad W = k_2 - k_1$$

(3) رابطه د کار او انرژي قضیې په نامه یادېږي، ددې قضیې له «د مکان په یوه بدلون کې پر یوه جسم د وارده شوو د محصلې کار په همغه د مکان بدلون کې د حرکتی انرژي د بدلون سره برابر دی. ددې قضیې پر بنسټ که چېرې د محصله ثابتو قوو کار وي،  $k_2 < k_1$  دی او حرکتی انرژي کمېږي او همدارنګه که چېرې د محصلو قوو کار صفر وي،  $k_2 = k_1$  دی او د جسم حرکتی انرژي بدلون نه کوي.





**مفهومي پوښتنه:** د اجسامو په حرکي انرژي کې

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

**مثال:** یو جسم له  $1\text{Kg}$  کتلې سره له  $10\text{m}$  لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضيې څخه په گټې اخیستلو، وټاکئ، کله چې جسم ځمکې ته رسېږي، حرکي انرژي یې څومره ده؟  
(  $g = 10\text{m/s}^2$  فرض شي).

**حل:** په دې مثال کې پر جسم یوازینی وارده قوه، د وزن قوه ده او ددې قوو کار برابر دی له:

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

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

$$W = k_2 - k_1$$

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

**مثال:** یو موټر په  $1500\text{kg}$  کتلې او  $72\text{ Km/h}$  سرعت په حرکت کې دی، که چېرې ډریور برک ونیسي، موټر له یو څه واټن څخه وروسته درېږي. د اصطکاک د قوې اویا په موټر باندې د برک قوې کار پیدا کړئ.

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

$$V_1 = \frac{72 \cdot 1000}{3600} = 20\text{m/s}$$

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

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

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

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

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

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

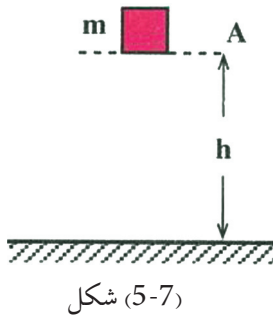
**تمرین:** یو موټر چې له یو ټن کتلې او له  $36\text{Km/h}$  سرعت سره په حرکت کې دی. د موټر ډریور ناڅاپه برک کوي. که چېرې د سرک او د موټر د ټایرونو ترمنځ د اصطکاک ضریب  $0.5$  وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته ودرېږي؟ (  $g = 10\text{m/s}^2$  فرض شي).

**تمرین:** یو جسم د  $h$  له لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضيې څخه په گټې اخیستلو سره یې سرعت د لوړوالي په  $3/4 h$  برخه کې پیدا کړئ. (د هوا له مقاومت څخه تېر شي).

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

## کار او د پوتنشیل انرژي

په پخواني لوست کې مو د کار او حرکتې انرژي په هکله موضوعات زده کړل او د کار او حرکتې انرژي ترمنځ رابطه مو په لاس راوړه. اوس ددې پوښتنې څېړنې ته مخه کوو چې د کار او پوتنشیل انرژي ترمنځ رابطه څنگه ده؟ لکه څنگه چې پوهېږو د پوتنشیل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې یو جسم یې د ځمکې له سطحې څخه د خپل لوړوالي له امله لري. یعنې که چېرې یو جسم د (7-5) شکل په څېر د ځمکې له سطحې څخه د  $h$  په لوړوالي کې واقع وي، د پوتنشیل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره باید کار ترسره کړو، نو ددې کار د ترسره کیدو له امله جسم د پوتنشیل جاذبوي انرژي لاس ته راوړي ده، نو ویلای شو چې د پوتنشیل د انرژي په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخیره کېږي.



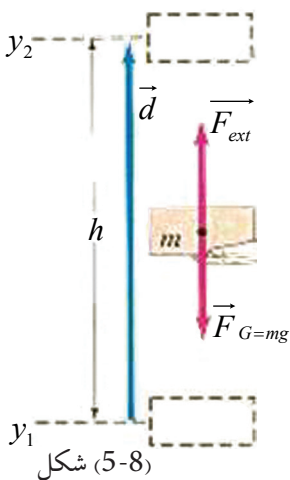
په دې لوست کې به  $b$  انرژي په کمي ډول تعریف او له کار سره به یې رابطه لاس ته راوړو.

(7-5) شکل ته په پام کولو سره هغه کار چې د  $F$  قوې په مرسته ترسره کېږي، ترڅو د  $m$  کتله د  $h$  تر لوړوالي پورته شي، عبارت 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:  $W_p = mgh_2 - mgh_1 = \Delta p$

یعنې هغه کار چې د  $F$  قوې لخوا د  $m$  د کتلې د پورته کولو لپاره د  $h_1$  له لوړوالي څخه د  $h_2$  ارتفاع ته مصرفېږي، په هغې کې د پوتنشیل د انرژي له تفاضل څخه عبارت دی، یعنې:  $u = W_p = \Delta p$ . پورتنیو ټکو ته په کتو کولای شو، د پوتنشیل جاذبوي انرژي په لاندې توګه تعریف کړو:



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



د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې (8-5) شکل ته په پام کولو، د جاذبې قوه لاس ته راوړئ. په ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.



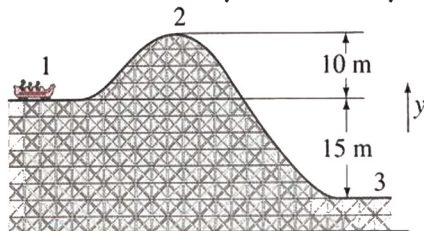
### فعالیت:

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

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

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

**مثال:** (5-9) شکل بڼي چې یو متحرک له  $1000\text{kg}$  کتلې سره له 1 نقطې څخه په حرکت پیل کوي او د 2، 3 له نقطو څخه تېرېږي.



شکل (5-9)

a. د پوتانسيل جاذبوي انرژي په 1 او 2

نقطو کې لاس ته راوړئ.

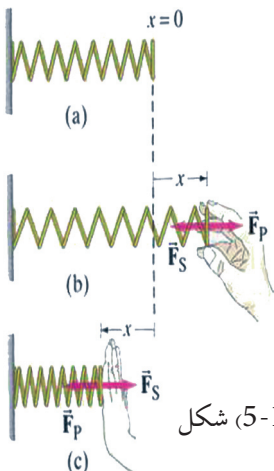
b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتانسيل

انرژي توپير حساب کړئ

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

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

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



شکل (5-10)

که چېرې فنر د عضلو د قوې په مرسته د  $d_x$  په اندازه راکاږو، په دې حالت کې د عضلو قوې د  $(dw = F \cdot d_x)$  کار ترسره کړي دی. که چېرې د خپل لاس په مرسته په فنر د  $F$  قوه وارده کړو او فنر د  $X$  په اندازه راکاږو او یایې کښېکارو، ددې قوې کچه د فنر د  $X$  له واټن سره مستقیمه رابطه لري، نو له دې امله:

$$F_p \propto X \Rightarrow F_p = KX \dots\dots(1)$$

په دې رابطه کې  $k$  د فنر ثابت ضریب دی، رابنګل شوی او کنبېکاربل شوی فنر هم یوه قوه د  $F_p$  قوې پر مخالف لوري په لاس واردوي. ولې؟ (بیان یې کړئ)

نو کولای شو ولیکو چې:  $F_s = -kx$  . . . . . (2) (د فنر ارتجاعی قوه)

په دې رابطه کې د منفي نښه نښه بڼې چې  $F_s$  د  $X$  د لوري په خلاف عمل کوي او د  $F_p$  او  $F_s$  دوې قوې، یو دبل پر خلاف لوري کې دي. لکه څنګه چې پوهېږو (2) رابطه د هوک قانون څرګندوي او په پایله کې لیکلای شو:

$$F_p = -F_s \dots (3)$$

هغه کار چې د  $F_p = kx$  - د قوې پرمټ ترسره کېږي، عبارت دی له:  $dw = -F_p \cdot dx$

د (2) رابطې څخه لرو چې:  $\Rightarrow dw = kx \cdot dx$

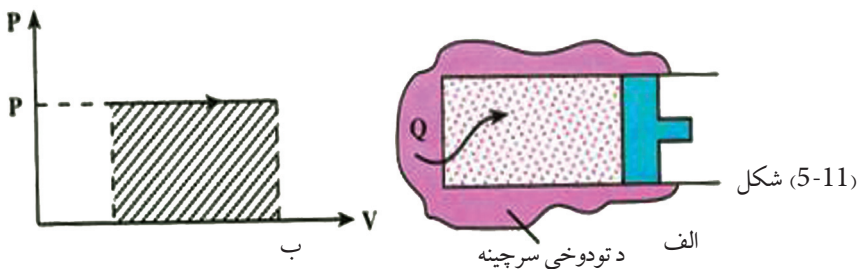
څرنګه چې  $F_p$  د  $X_1 = 0$  له موقعیت څخه تر هر وروستنې  $X$  موقعیت پورې خطي تحول لري، نو ځکه متوسطه قوه ( $\bar{F}$ ) عبارت له  $\bar{F} = \frac{1}{2}(0 + kX) = \frac{1}{2}kX$  څخه او مجموعي سرته رسیدلي کار ( $W = \bar{F}X = \frac{1}{2}kX \times X = \frac{1}{2}kX^2$ ) وي چې دا کار د فنر د پوتانشیلي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

**مثال:** د یو فنر ثابت ضریب  $405 \text{ N/m}$  دی، څومره کچه کار په کار دی، ترڅو فنر  $3 \text{ cm}$  اوږد شي؟

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

### 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 څېړلو لپاره یې یو ګاز د (الف، 11-5) شکل په څېر د یو پستون په منځ کې چې د تودوخې له سرچینې سره په تماس کې دی، په نظر کې ونیسئ. ګاز په پیل کې د  $P$  په فشار او  $V_1$  حجم کې د تعادل په حالت کې دي. (فرض کړئ چې د پستون او استوانې ترمنځ اصطکاک د صرف نظر وړ وي) په دې صورت کې د ګاز فشار د چاپېریال له فشار سره برابر دی، ولې؟ د سرچینې او سیستم ترمنځ د تودوخې د توپیر له کبله د تودوخې کچه ګاز ته لېږدول کېږي چې په پایله کې ګاز لږ منبسط کېږي او پستون یوڅه ښی لور یا د شا پلو ته لېږدوي.



که چېرې په همدې ترتیب د گاز تودوخې ورکولو ته ورو، ورو دوام ورکړو. گاز په ځان سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو بڼي لورته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل ډېر کوچنی وي.

په پایله کې هغه قوه چې گاز یې پر پستون واردوي، باید له هغه قوې سره چې چاپیریال یې په پستون واردوي برابره وي، نو له دې امله ویلی شو چې د تودوخې ورکولو په بهیر کې د گاز فشار د محیط له فشار سره یو شان دی، یعنې ددې عمل پر مهال د گاز فشار ثابت پاته کېږي. د حجم او فشار گراف  $(p-v)$  په دې عملیه کې د (ب، 11-5) په شکل کې ښودل شوی دی.

په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېږي، لومړی کار محاسبه کوو. که چېرې د گاز فشار  $P$  وي، گاز د عملیې پر مهال د  $F = P \cdot A$  قوه په پستون واردوي چې په هغې کې  $A$  د پستون سر له مساحت څخه عبارت دي. که چېرې د پستون د ځای بدلون له  $d$  سره برابر وي. کار چې سیستم یې د چاپیریال پرمخ ترسره کوي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:  $W = F \cdot d = (P \cdot A) d$  خو  $Ad$  د استوانې له حجم څخه عبارت دي چې برابر دي له:

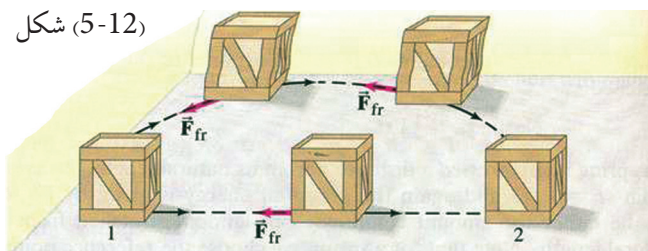
$$W = P\Delta V \dots \dots \dots (4) \quad \Delta V = V_2 - V_1$$

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

#### 5-4: تحفظي او غیر تحفظي قوې

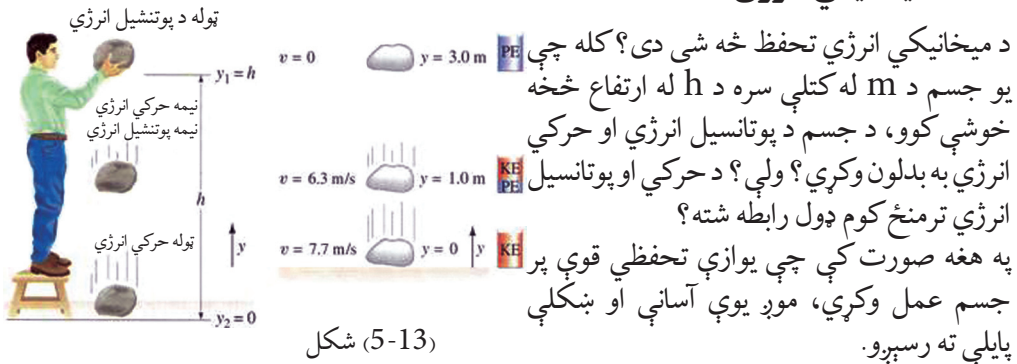
تحفظي او غیر تحفظي قوې څنگه قوې دي؟ ددې دوو قوو ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟ لکه څنگه چې پوهېږو که یو جسم د  $h_1$  له ارتفاع څخه د  $h_2$  ارتفاع ته پورته کړو. باید انرژي مصرف کړو او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو نه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تړاو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوې وايي. د ځمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه ښه بېلگه ده. په هغه صورت کې چې د  $F$  قوې پرمخ ترسره شوي کار د لارې له مسیر سره تړاو لري. په دې صورت کې دې ډول قوو ته، غیر تحفظي قوې وايي. ددې ډول قوو ښه بېلگه له اصطکاک قوې څخه عبارت ده. په هماغه ډول چې په (12-5) شکل کې وینئ، کله چې یو جسم ته له یوې نقطې څخه بلې نقطې ته حرکت ورکول کېږي، هغه کار چې ترسره شو، د جسم پرمخ له وهل شوي مسیر سره تړاو لري. لکه چې په شکل کې لیدل کېږي چې جسم له 1 موقعیت څخه تر 2 موقعیت پورې د دوو مسیرونو له لارې حرکت کولای شي.

شکل (5-12)



1 مستقیم مسیر 2 منحنی مسیر، که چېرې جسم له 1 موقعیت څخه تر 2 موقعیت پورې له منحنی مسیر څخه حرکت وکړي، د اصطکاک د قوې کار د هغه د اصطکاک قوې له کار څخه زیات دی چې هماغه جسم له مستقیم مسیر څخه حرکت کوي.

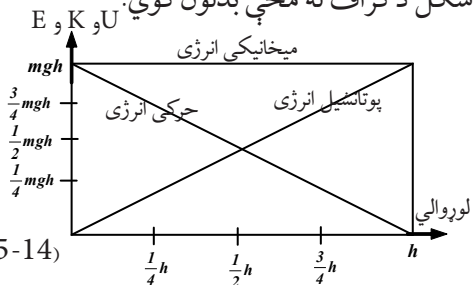
## 5-5: د میخانیکي انرژي ساتنه (تحفظ)



شکل (5-13)

د دې پایلې د توضیح او پورتنیو پوښتنو ته د ځواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د  $m$  کتله لري، په نظر کې ونیسئ چې د ځمکې له سطحې څخه د  $y$  له لوړوالي څخه خوشې شوی دی. په مخامخ شکل کې لیدل کېږي چې د سقوط پر پایله کې د جسم حرکتی او پوتنسیل انرژي د لاندې شکل د گراف له مخې بدلون کوي.

لکه څنګه چې لیدل کېږي، د سقوط پر مهال، د جسم د پوتنسیل انرژي کمېږي او حرکتی انرژي یې زیاتېږي، خو د دې دوو انرژي گانو مجموعه د حرکت پر مهال په هره لحظه کې ثابت پاتې کېږي.



شکل (5-14)

د پورتنیو مفاهیمو په پوهېدو سره اوس یو نوې کمیت چې میخانیکي انرژي ( $E$ ) نومېږي، څېړو چې د حرکتی او پوتنسیل انرژي له مجموعې څخه عبارت ده او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو ولیدل، د دې کمیت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاتې کېږي، یعنې د پوتنسیل انرژي له زیاتیدو سره د حرکتی انرژي کچه کمېږي او برعکس، یعنې:  $K_E + P_E = const = M_E$  که څه هم په پورته مثال کې د میخانیکي انرژي تحفظ ښودل شوی دی، خو کولای شو وښیو چې له یو شمېر قوو که د فزیک رانکلې برېښنایي قوې او ... سره هم میخانیکي انرژي ثابت پاتې کېږي. له پورتنۍ معادلې څخه پایله ترلاسه کېږي چې په یوه سیستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوتنسیل او حرکتی انرژي مجموعه ثابت وي چې دا قانون د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون په نامه یادېږي.

**مثال:** یو جسم له  $0.5\text{Kg}$  کتلې سره د  $2\text{m}$  له ارتفاع څخه د  $10\text{m/s}$  له سرعت سره مخ پورته غورځوو. دا جسم تر ډېره حده تر کومې ارتفاع پورې پورته ځي؟  
 $g = 10\text{m/s}^2$  فرض کېږي او د هوا له مقاومت څخه دې صرف نظر وشي.

**حل:** د جسم حركي انرژي د غورځولو په نقطه کې برابر ده له:  $K_1 = \frac{1}{2} mV_1^2 = \frac{1}{2} (0.5) (10)^2 = 25 J$   
 او د پوتنشيال انرژي يې په همدې نقطه کې برابر ده له:  $P_{E_1} = u_1 = mgh_1 = 0.5 \times 10 \times 2 = 10 J$   
 همدارنگه د جسم حركي انرژي تر ټولو په لوړه نقطه کې  $K_2 = 0$  او د پوتنشيال جاذبوي انرژي يې په دې نقطه کې برابر ده له:  $P_{E_2} = u_2 = mgh_2 = 0.5 \times 10 \times h_2 = 5h_2$   
 د ميخانيکي انرژي د تحفظ پر بنسټ ليکلای شو چې:  
 $U_1 + K_1 = U_2 + K_2$   
 $10 + 25 = 5h_2 + 0$   
 $\Rightarrow 35 = 5h_2 \Leftrightarrow h_2 = 7m$

## د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار

په تېرو لوستونو کې له تحفظي او غير تحفظي قوو سره آشنا شوی او همدارنگه د تحفظي قوو پرمټ له ترسره شوي کار سره هم بلد شوی، خو تر اوسه مو له خپله ځان څخه پوښتنه کړې ده چې د غير تحفظي قوو کار څنگه دی؟

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

**مثال:** مخکينيو زده کړو ته په پاملرنې، د غير تحفظي قوو يو مثال راوړئ او په هکله يې بحث وکړئ.  
**حل:** د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار د لارې له مسير سره تړاو لري، ددې ډول قوو بڼه بېلگه د اصطکاک له قوې څخه عبارت ده. مثلاً که چيرې تاسو د يوه جسم چې د ځمکې پرمخ ايښی دی، ځای بدل کړئ، (په منحني ډول، په مستقيم، په منکسر يا زيگزاکي ډول) په دې ډول هر يوه د ځای بدلون کې کار د اصطکاک د قوو پرمټ ترسره شوي او يو له بله توپير لري.



### بحث وکړئ:

د ټولگي په مختلفو ډلو کې په دې هکله چې ولې د پوتانسيل انرژي د تحفظي قوو لپاره تعريف کېدای شي بحث وکړئ او پایله يې ټولگي ته وړاندې کړئ.

اوس د کار او انرژۍ له قضیې څخه په گټې اخېستلو ( $W_{net} = \Delta k$ ) د غير تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار په اړه دقیقې څېړنې پيل کوو چې د پوتانسيل انرژي هم رانغاړي.  
 فرض کړئ چې په يوه جسم څو قوې عمل کوي او جسم ددې قوو تر اغېزې لاندې د مکان بدلون کوي او فرض کړئ چې ددې قوو يو شمېر تحفظي او نورې يې غير تحفظي قوې دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمټ ټول ترسره شوی کار کولای شو داسې وليکو:

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

$W_c$  هغه کار دی چې د تحفظي او  $W_{Nc}$  هغه کار دی چې د غير تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي.  
 اوس د کار او انرژۍ له قضیې څخه په گټه اخېستلو داسې ليکلای 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 پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسيل د انرژۍ په بڼه يې وليکو، لکه څنگه چې له پخوانيو لوستونو څخه مو زده کړي: (3)..... $W_c = -\Delta u$

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

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

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

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

## 5-6: طاقت (توان)

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

د اووم ټولگي په فزيک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنگه په پخوانيو لوستونو کې مو د ترسره شوي کار په هکله بحث وکړ، خو د هغه زمان په هکله چې دا کار پکې ترسره کېږي، خبرې نه دي شوي. کار کيدای شي پخ (ورو) او يا ډېر چټک ترسره شي، يو جسم کولای شو په 10 يا 15 ثانيو کې يوې ټاکلي ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالتونو کې ترسره شوی کار يو ډول دی، خو په لومړي حالت کې کار ډېر چټک ترسره شوی دی. د کار د ترسره کولو د وخت په نظر کې نيولو لپاره، يو مناسب کميت د توان په نامه تعريفوو. په همغه ډول چې د اووم ټولگي په فزيک کې مو هم ولوستل، د  $W$  کار چې د  $t$  په زمانه کې ترسره کېږي، د  $P$  د توان پرمټ ترسره شوي کار د زمان په واحد کې

$$P = \frac{W}{t} \dots \dots (5-18) \text{ يعنې:}$$

په SI سيستم کې د توان د اندازه کولو واحد ژول پر ثانيه ( $J/s$ ) دی. چې د جيمز واټ د علمي کارونو په وياړ په واټ ( $W$ ) نومول کېږي او همدارنگه د قوې او سرعت له جنسه توان ( $P$ ) له لاندې رابطې

$$P = \frac{w}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v \text{ څخه هم لاسته راځي:}$$

### فعاليت:



د ټولگي په بېلابېلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمنځ د اړيکو په اړه مخامخ جدول ډک او پايله يې ټولگي 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:** يو غر مزلی (کوهنوردی) له  $60 \text{ kg}$  کتلې سره د  $4$  ثانيو په موده کې  $4.5 \text{ m}$  ارتفاع وهي. د غر مزلي توان لاس ته راوړئ، ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  فرض کړشي).



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

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

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

د موټر، برېښنايي جارو، لفت او نورو په څېر هره وسيله چې کار ترسره کوي، انرژي مصرفوي. له دې وسيلو څخه د گټې اخېستلو لپاره بايد هغو ته انرژي ورکړو، دې انرژي ته وړوډي يا مصرفي انرژي وايي. څرنګه چې ددې انرژۍ يوه برخه د اصطکاک له امله او يا د وسيلې د اجزاوو د حرکت ورکولو لپاره مصرفېږي، نو له دې امله د وسيلې کار يا گټوره خروجي انرژي د هغې له وړوډي انرژي سره برابره نه ده. په پايله کې د وړوډي انرژۍ يوازې يو څه کچه د گټې اخېستلو وړ ده. دغه کچه معمولا د فيصدي په ډول بيانېږي او د بېرته ورکړې يا اغېزمنتيا (موثریت) په نامه يادېږي.

$$100 \times \frac{\text{خروجي کار}}{\text{وړوډی کار}} = \text{اغېزمنتيا (موثریت)}$$



## د پنځم څپرکي لنډيز

- د جسم د مکان بدلون په لور د قوې مرکبې او د جسم په واسطه د وهل شوي واټن د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملي قوې له کار څخه عبارت دی. يعنې:  $W = F \cdot d$
- که چېرې يوه قوه د  $(\theta)$  تړيوې ټاکلې زاوې لاندې پر جسم وارده شي او جسم د  $d$  په اندازه بې ځايه کړي، د  $F$  د قوې پرمټ ترسره شوي کار به عبارت وي له:  $w = (F \cos \theta) d = Fd \cos \theta$
- د  $F$  د قوې پرمټ ترسره شوی کار به منفي وي، په هغه صورت کې چې:  $\theta > 90^\circ$  وي.
- په هغه وخت کې چې پر جسم له يوې څخه زياتې قوې عمل وکړي، مجموعې کار د ټولو هغو کارونو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی چې د هرې قوې په واسطه په جلا، جلا توګه ترسره کېږي، يعنې:

$$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

او يا مجموعي کار کولای شو په لاندې توګه وليکو:

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

- د کار د اندازه کولو واحد د (SI) په سيستم کې له ژول (J) څخه عبارت دی،  $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
- هغه کار چې د بيلا بيلو قوو په واسطه ترسره کېږي د X محور پرمخ د قوې او بدلون مکان د منحنی ترمنځ مساحت دی.
- د يو فنر پرمټ ترسره شوی کار چې د X په اندازه کښېکارېل شوی او يا رابنګل شوی عبارت دی له:

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

- که چیرې د  $F$  قوې پرمټ ترسره شوی کار د لارې پر مسیر پورې تړاو ونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره اړیکې ولري، دې ډول قوو ته تحفظي قوې وايي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تړاو ولري، دې ډول قوو ته غیر تحفظي قوې وايي.

- د 1 او 2 موقعیتونو یا دوو نقطو ترمنځ مجموعي کار د حرکي انرژي له تفاضل څخه عبارت دی،  
یعنې:

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

**نوټ:** حرکي انرژي تل یا مثبت وي او یا صفر.

- د انرژي د تحفظ قانون بیانوي چې: انرژي کولای شي، له یوه حالت څخه بل حالت ته واوړي (بدله شي)، خو مجموعي انرژي تل ثابت پاتې کېږي.  $K + U = \text{const} = E$

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

- طاقت عبارت دی له ترسره شوي کار څخه، د هغه کار د ترسره کولو لپاره د مصرف شوي زمان په کچه باندې او یا په بل عبارت، د وخت په یوه واحد کې ترسره شوی کار د طاقت څخه عبارت دی.  
یعنې:

$$p = \frac{w}{t}$$

او همدارنگه کولای شو طاقت داسې ولیکو:  $P = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot V$

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

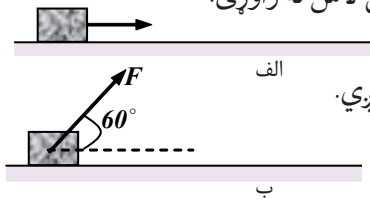
$$1 W = 1 \frac{J}{s}$$

$$736 W = 1 hp$$

## د پنځم څپرکي پوښتنې

1 کار تعریف کړئ، د اندازه کولو واحد يې د SI په سیستم کې ووايئ او ددې کمیت (وکتوري يا سکالري) ډول مشخص کړئ.

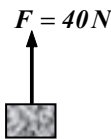
2 پر يوه جسم د  $F = 100 \text{ N}$  قوه واردېږي او هغې ته په افقي لوري د  $20\text{m}$  په اندازه د مکان بدلون ورکوي. ددې قوو په مرسته ترسره شوی کار په لاندې حالتونو کې لاس ته راوړئ:



a. قوه په افقي توگه پر جسم واردېږي.

b. قوه د افق په نسبت تر  $\theta = 60^\circ$  زاوېې لاندې پر جسم واردېږي.

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



a. د جسم د حرکت تعجيل لاس ته راوړئ.

b. د  $F$  قوې کار د جسم په  $10\text{m}$  اوچتولو په صورت کې حساب کړئ.

c. د  $W$  وزن د قوې کار د جسم په پورته کولو کې وټاکئ.

d. د محصله قوې کار مشخص کړئ.

4 يو جسم د  $m$  له کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه مخ پورته په قايمه توگه غورځول کېږي او  $h$  تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پيدا کړئ.

5 بيان کړئ چې لاندې دوو حالتونو څخه په کوم يو حالت کې کار له صفر سره مساوي دی؟ ولې؟

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

b. که چېرې يو تن يو جسم په لاس کې وساتي او هغه ته په ثابت سرعت په افقي استقامت کې د موقعيت بدلون ورکړي.

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



a. په يوه رسم کې پر جسم باندې ټولې وارده قوې وښيئ.

b. د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.

c. د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

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

8 حرکي انرژي تعريف او رابطه يې ثبوت کړئ.

9) د کار او انرژي قضیه بیان او رابطه یې ولیکئ.

10) د کار او انرژي قضیې ته په پاملرنې بیان کړئ.

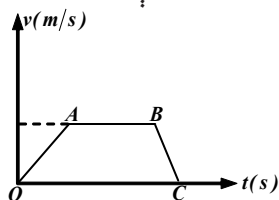
a. کله د جسم حرکي انرژي زیاتېږي؟

b. کله د جسم حرکي انرژي کمېږي؟

c. کله د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي؟

11) یو جسم له  $20\text{Kg}$  کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه له  $45\text{m}$  لوړوالي خوشې کوو، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضیې څخه په گټې اخیستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت یې ځمکې ته د رسیدو په لحظه کې حساب کړئ.

12) په مخامخ شکل کې پر جسم د واردو شوو قوو د محصلې د کار نښه د حرکت په هره مرحله کې د دلیل له ذکر کولو سره مشخصه کړئ.



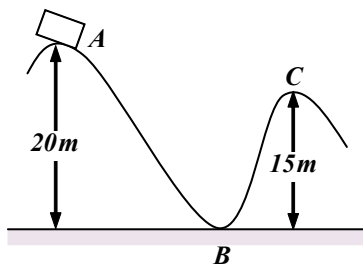
13) د پوتنسیل انرژي تعریف او د درې ډولو نومونه یې واخلئ.

14) د پوتنسیل جاذبوي انرژي تعریف او رابطه یې ولیکئ.

15) د فنر د پوتنسیل انرژي له کومې لارې رامنځ ته شوې او پکې ذخیره شوې ده؟

16) د میخانیکي انرژۍ د تحفظ قانون بیان کړئ.

17) یو جسم د (A) له نقطې څخه له لومړني سرعت پرته د یوې سطحې پرمخ چې اصطکاک نلري خوشې کېږي، د میخانیکي انرژۍ د تحفظ له قانون څخه په گټې اخیستلو سره د B او C په نقطو کې د جسم سرعت پیدا کړئ.



18) یو جسم له  $2\text{Kg}$  کتلې او ثابت سرعت سره د  $1\text{m}$  په واټن د  $0.2$  ثانیې په موده کې پورته ورو، دا کار په څومره طاقت ترسره کېږي؟

19) وروډي یا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بیان یې کړئ.

20) اغېزمنتیا (موثریت) تعریف او رابطه یې ولیکئ.

## خطي مومنتم او امپولس



په دې څپرکي کې د ميخانيک علم د لاپراختيا لپاره، د ضربې (Impulse) او مومنتم (Momentum) په نومونو د دوو نوو کمیتونو په پيژندلو سره به خپل بحث ته دوام ورکړو.

کله چې يوه قوه پر يوه جسم په يوه ټاکلي وخت کې عمل کوي، نوموړې قوه په جسم کې د سرعت يو بدلون رامنځ ته کوي. د دې قوې امپولس (د ثابتې قوې لپاره) د قوې او هغه زمان چې قوه په کې عمل کوي د ضرب حاصل څخه عبارت دی او يا په بل عبارت کولای شو ووايو چې د (قوې - زمان)، (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منحنی لاندې مساحت له امپولس څخه دی. همدا ډول د جسم په سرعت کې بدلون هم د هغه قوې د امپولس په توگه تعريف شوی دی چې پر جسم عمل کوي. او همدارنگه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب يې د مومنتم په نامه چې يو مهم فزيکي کمیت دی او د  $M$  په توريښودل کېږي، يادېږي.

امپولس او مومنتم دواړه فزيکي وکتوري کمیتونه دي، په دې څپرکي کې به موږ دوه مهم اصولونه مطالعه کړو. يو د امپولس - مومنتم اصل او دويم د خطي مومنتم د تحفظ اصل. ددې څپرکي د محتوااتو په ارايه کولو کې اړينه ده پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصولونه (چې کله ناکله د قوانينو او يا بنسټيزو قواعدو په نامه ياد شوي)، په حقيقت کې د نيوتن د قوانينو د بحث دوام دی چې په تېر څپرکي کې مو مطالعه کړل. په دې معنا چې دا دوه اساسي قاعدې د نيوتن د قوانينو پراختيا ده چې په واقعيت کې د امپولس او مومنتم فزيکي مقدارونو په پيژندلو سره بشپړې شوې دي.

په دې څپرکي کې به لاندې مطلبونه ددې بحث په باب مطالعه کړو:

- د يوه جسم موقعيت او سرعت کيدای شي د يوې قوې په تطبيق بدلون ومومي.
- د هغې قوې چې د جسم پر ټاکلې کتلې عمل کوي او د نوموړي جسم د سرعت درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بيانول (د نيوتن دويم قانون).
- د يوې قوې د امپولس او مومنتم تعريفول.
- د مومنتم د تحفظ شرحه د دوو جسمو په تصادم کې چې د يوه مستقيم خط پرمخ حرکت کوي.
- د خطي مومنتم د تحفظ طبيعت د مثالونو بيانول.
- د ارتجاعی او غيرارتجاعی ټکرونو (تصادمونو) د مفاهيمو تعريف او توضیح کول.

## مستقیم الخط حرکت او امپولس (ضربه)

### (6-1) امپولس (ضربه)

آیا تر اوسه مو له ځان څخه پوښتنه کړې ده چې ضربه څه شی دی؟ کله چې پر یوه جسم ضربه ورکوی، څه پېښېږي؟ د تعریف له مخې ضربه یا امپولس د  $F$  قوې او  $t$  زمان د ضرب له حاصل څخه عبارت

$$I = F \cdot t$$

ده، یعنی:

لکه څنګه چې له پورتنۍ رابطې څخه لیدل کېږي. امپولس د  $I$  په توري ښيي چې له قوې او زمان سره مستقیمې اړیکې لري. امپولس او مومنتم د اندازه کولو د یو ډول واحد لرونکي دي. ولې؟

په ډېرو حالتونو کې په یو نقطه یي جسم د قوې د اغېز زمان هومره لنډ وي چې موږ اړ کېږو، د مشتق او انتیګرال له مفاهیمو څخه ګټه پورته کړو چې تاسو به یې د دولسم ټولګي په ریاضي کې زده کړئ. اوس فرضوو چې د  $F$  قوه د  $\Delta t$  په زمانه کې پر یوه جسم عمل کوي. په دې صورت کې د  $F$  قوې ضربه د

$$\Delta I = F \cdot \Delta t$$

په  $\Delta t$  داسې ښیو:

په ورځني ژوندانه کې ګورو چې موږ د یوه جسم د موقعیت او یا سرعت د بدلولو لپاره باید پر نوموړي جسم قوه ورده کړو. په پخوانیو بحثونو کې د نیوټن د حرکت د قوانینو په پیل کې د قوې او د هغې د اغېزو او همدارنګه د قوې د واحدونو (داین او نیوټن) د تعریف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل. په (6-1) شکل کې جسم د  $m$  له کتلې سره د  $X_1$  په موقعیت او  $V_1$  په سرعت په  $t_1$  زمانه کې د  $X$  په محور پرمخ د  $F$  ثابتې قوې پرمټ په حرکت کې دي. موږ دا ډول حرکت پخوا لوستی و، خو د پخوانیو معلوماتو د تکرار او پراختیا لپاره بیاله هغې څخه یادونه کوو. د کار د آسانتیا لپاره خپل مطالعات د  $X$  په محور په حرکت او یا له هغه سره موازي محدود ساتو. د  $t_2$  په زمان کې جسم د  $X_2$  په موقعیت کې د  $V_2$  سرعت لرونکی دی، نو کولای شو ولیکو:

$$\Delta x = (x_2 - x_1) \quad m$$

$$\Delta v = (V_2 - V_1) \quad m/s$$

$$\Delta t = (t_2 - t_1) \quad s$$

د حرکت تعجیل د  $\Delta t$  په زماني واټن کې د  $a$  له ثابت تعجیل سره په دې ډول افاده کېږي.

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

د نیوټن په دویم قانون کې تعجیل همغه د قوې او کتلې نسبت تعریف شوی دی چې عبارت دی له:

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

په پورتنۍ رابطه کې د د تعجیل له قیمتونو څخه کولای شو لاندې تناسب ولیکو:

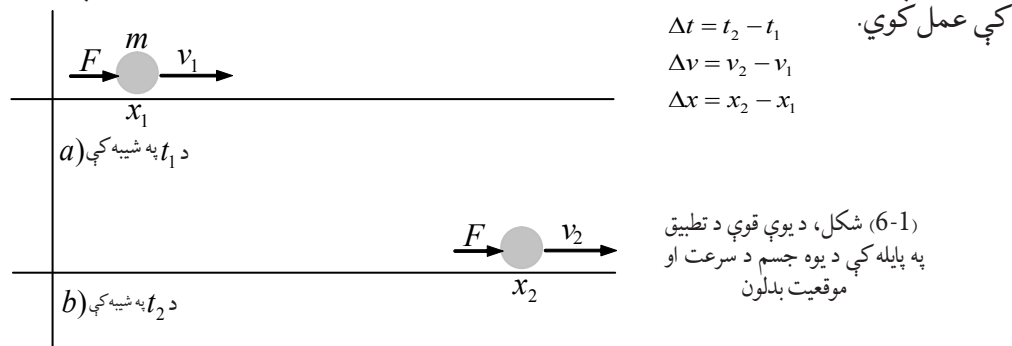
$$\frac{F}{m} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

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

او یا

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

د یوې ثابتې قوې امپولس د نوموړې قوې او زماني واټن له حاصل ضرب څخه عبارت دي چې قوه په



**فعالیت:**

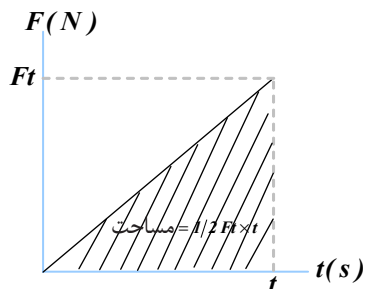
د (سرعت- زمان) گراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې بنودل شوی دی. باید پام وکړو چې د (سرعت - زمان) منحنی میل عبارت له ثابت تعجیل او ددې منحنی او د زمان محور ترمنځ مساحت د  $\Delta x$  له بدلون مکان څخه عبارت دي. په دې فعالیت کې زده کوونکي په خپلو اړندو ډلو کې د بنسټونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصیلاتو او خصوصیاتو بحث وکړئ او پایلې یې خپلو ټولگیوالوته واورئ.

**فعالیت:**

زده کوونکي دې په بېلابېلو ډلو کې د (سرعت - زمان) د گراف په مرسته چې د یوې فضايي بېرې (سفینې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې بنودل شوي ده. لاندې پوښتنو ته دې ځواب برابر کړي او د ټولګي په وړاندې دې بیان کړي:

- بېرې په لومړیو 100 ثانیو تعجیلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې وښیئ.
- د بېرې سرعت د  $t = 150s$  په زمان کې څومره دی؟
- د بېرې تعجیل حساب کړئ.

(6-2b) شکل،  
د فضايي بېرې د (سرعت - زمان) گراف

**تمرینونه:**

لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووايئ.

1. د  $3,7N$  يوه ثابته قوه په  $100s$  زماني واټن کې عمل کوي. ددې

قوې امپولس حساب کړئ.

2. په مخامخ شکل کې د  $F_1 = 2,2N$  قوه ورکړل شوې ده،

ددې قوې امپولس له  $t = 0$  څخه تر  $t = 30s$  زماني انټروال

کې پيدا کړئ.

3. په ورکړل شوي پورته شکل کې  $F_0 = 55 \text{ dyne}$ ،  $t_1 = 10s$  او  $t_2 = 18s$  دي، ددې قوې امپولس

وټاکئ.

4. د  $F_1 = 5N$  ثابته قوه د ( $t = 1s$  څخه تر  $t = 3s$ ) زماني انټروال کې او د  $F_2 = 2N$  دويمه ثابته

قوه د ( $t = 5s$  څخه تر  $t = 10s$ ) زماني انټروال کې عمل کوي. ددې دوو قوو امپولسونه حساب او

سره پرتله کړئ.

**2-6: مومنتم**

مومنتم څه شی دی؟ د يوې لارې- موټر او يو گړندي ورکوتې موټر ترمنځ د حرکت په حال کې د مومنتم

له نظره څه توپير شتون لري؟

د نيوتن د حرکت دويم قانون د مومنتم له نقطې نظره څنگه کولای شو تعريف کړو؟ او يا په ساده توگه،

د مومنتم او د نيوتن د حرکت د دويم قانون ترمنځ کومې اړيکې شته؟

**بحث وکړئ:**

دوو توپونو ته چې دواړه يو شان کتلې لري، يوه بله سره تصادم ورکړئ، څه به پيښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د

ټولگي په بېلابېلو ډلو کې بحث وکړئ او پايله يې ټولگي ته وړاندې کړئ.

په پخواني بحث کې مو د نيوتن د قانون په مرسته پيدا کړل چې:  $F\Delta t = m\Delta v$  او د معادلې د کين

اړخ مقدار مو د امپولس په نامه ياد کړ. اوس خپل پام د معادلې ښي اړخ ته راگرځوو. پوهېږو چې

$\Delta v = v_2 - v_1$  لکه څنگه چې  $v_1$  د جسم لومړنۍ سرعت د  $t_1$  په زمانه او  $v_2$  دويم سرعت د  $t_2$  په

زمان کې دي، نو کولای شو وليکو:  $m\Delta v = mv_2 - mv_1$


د معادلې د ښي اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب افاده کوي. دغه حاصل


ضرب د فزيکي مهمو کميتونو څخه دی چې د مومنتم په نامه ياد شوی دی.




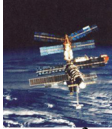
د تعريف پر بنسټ د  $m$  يوه کتله چې د  $v$  په سرعت په حرکت کې ده، د  $P$  مومنتم لرونکې دی چې د  $\vec{P} = m\vec{v}$  له مخې افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په SI او CGS سیستمونو کې عبارت دي له  $kg\ m/s$  او  $gr\ cm/s$  او بعدي (ډایمنشن) معادله یې له  $\left[\frac{M \cdot L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1}\right]$  څخه عبارت دی. همدارنگه باید ووايو چې د امپولس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواړه يو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (6-3) شکل کې ورکړل شوي دي. په دې شکل کې هر يو له مومنتمونو حساب شوي چې په څرگنده توگه ليدل کېږي. ددې لپاره چې د مومنتم په مفهوم ښه پوه شئ، کوبنس وکړئ په ځير سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولگيو الو سره بحث وکړئ.


(a) پروتون  $P = 5.0 \times 10^{-22} kg \frac{m}{s}$   
 $V = 3 \times 10^5 m/s$   
 $m = 1.67 \times 10^{-27} kg$


(b) مرمی  $P = 1 kg\ m/s$   
 $V = 1 \times 10^3 m/s$   
  
 $m = 1 \times 10^{-3} kg$

(c) لاری  $P = 2 \times 10^5 kg \cdot \frac{m}{s}$   
 $V = 20 m/s$   
  
 $m = 1 \times 10^4 kg$

(d) بوونینگ  $P = 9 \times 10^7 kg \frac{m}{s}$   
 $V = 3 \times 10^2 m/s$   
  
 $m = 3 \times 10^5 kg$

(e) فضايي بېړۍ (سفينه) اپولو  $P = 5 \times 10^7 kg\ m/s$   
 $V = 1 \times 10^4 m/s$   
  
 $m = 5 \times 10^3 kg$

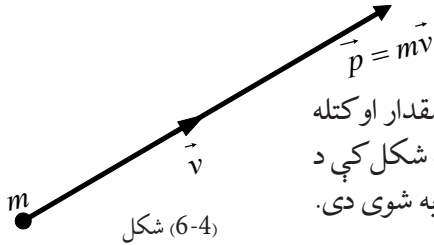
(f) ځمکه  $P = 18 \times 10^{28} = 1.8 \times 10^{29} = 2 \times 10^{29} kg \frac{m}{s}$   
 $V = 3 \times 10^4 m/s$   
  
 $m = 6 \times 10^{24} kg$

(g) ستوری  $P = 3 \times 10^{34} kg\ m/s$   
 $V = 1 \times 10^4 m/s$   
  
 $m = 3 \times 10^{30} kg$

شکل (6-3) به مختلفو اجسامو کې د مومنتم مطالعه

### مشالونه

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



شکل (6-4)  
د مومنتم وکتوري خاصيت ښوونه

**حل:**  $P = mV = 5 \times 10^2 \text{ kg} \times 2 \text{ m/s} = 10^3 \text{ kg m/s}$

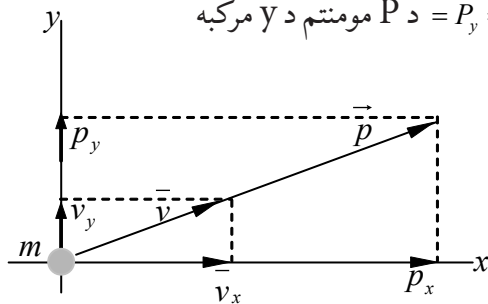
له (6-4) شکل سره سم څرنګه چې سرعت يو وکتوري مقدار او کتله يو سکالر دی، نو له دې امله مومنتم وکتوري مقدار دی. په شکل کې د  $m$  کتله د  $V$  سرعت لرونکې ده او مومنتم په  $P = mv$  ارایه شوی دی.

لکه څنګه چې د وضعيه کمیتونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، يو وکتور د وضعيه کمیتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزاوو تجزيه کېدای شي، ددې له مخې د  $P$  مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزيه کېدای شي چې په (6-5) شکل کې ښودل شوی دی. باید په یاد ولرو که چېرې مومنتم د  $X$  محور د مثبت لوري په نسبت د  $\theta$  زاويه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

$$P \text{ د } X \text{ مومنتم د } P_x = P \cos \theta$$

$$P \text{ د } y \text{ مومنتم د } P_y = P \sin \theta$$

$$P^2 = P_x^2 + P_y^2 \text{ او د فيثاغورث له قضيې څخه:}$$



شکل (6-5)  
په اجزاوو د مومنتم د وکتور تجزيه

### په خپلو منځونو کې بحث وکړئ او د تمرين په حلولو پيل وکړئ

a. يوه لاری له 3000Kg کتلې سره په  $30^\circ$  زاويه د شمال ختيځ په لور په 72 Km/h سرعت په حرکت کې ده، يو واګون چې د 1000Kg کتلې لرونکی دی، له خانه سره راکارې د  $X$  محور د ختيځ په لور او د  $Y$  محور د شمال په لور په نظر کې ونيسئ. د لاری مومنت د  $X$  او  $Y$  مرکبې پيدا کړئ.

b. د آريانا مسافر پروونکې يوه الوتکه په ټوليزه توګه د 50000Kg کتلې لرونکې ده او په 900Km/h سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسير يې  $135^\circ$  د شمال لوېديځ په لور وي، د مومنتم د  $X$  او  $Y$  مرکبې يې وټاکئ.

**حل a:** لرو چې:  $\hat{\theta} = 30^\circ$

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

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

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

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

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

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

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

$$P_y = 4 \times 10^4 \text{ kg m/s}$$

**حل b:** لرو چې:  $-45^\circ = (\text{د جنوب شرق په لوري}) \hat{\theta} = 135^\circ$

$$P = 50000 \text{ kg} \times 900 \text{ km/h}$$

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

$$= 5 \times 10^4 \times 2.5 \times 10^2 \text{ kg m/s} = 1.2 \times 10^5 \times 10^2 \text{ kg m/s}$$

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

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

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

$$P_x = -8.84 \times 10^6 \text{ kg m/s}$$

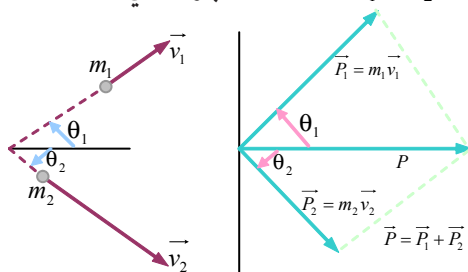
$$P_y = P \sin \hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \sin 45^\circ \text{ kg m/s}$$

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

$$P_y = 8.84 \times 10^6 \text{ kg m/s}$$

د پوښتنې له حل څخه پایله ترلاسه کېږي چې مومنټ په دقیقه توګه یو وکتوري کمیت دی. ددې لپاره چې د یوه جسم مومنټم په بشپړه توګه مشخص کړو، موږ باید د کتلې او سرعت حاصل ضرب او همدا راز د هغې د حرکت لوري وپېژنو. په تېرو څپرکو کې مو د مکان د بدلون وکتورونه، د سرعت وکتورونه د تعجیل او قوې وکتورونه وپېژندل او پوه شو چې څنګه کولای شو، دوه یا څو یو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه یې وښیو؟

په همدې توگه موږ کولای شو د مومنتیم دوه یا څو وکتورونه د ساده محصلې د یو وکتور لاسته راوړلو لپاره سره جمع کړو، د (6-6) شکل ته پام وکړئ، په شکل کې د  $m_1$  کتله د  $V_1$  سرعت لرونکې ده او ددې له مخې د  $P_1 = m_1 V_1$  مومنت لرونکې او همدارنگه د  $m_2$  کتلې مومنتیم  $P_2 = m_2 V_2$  او د دواړو کتلو د سیستم د مومنت محصله له  $P = P_1 + P_2$  څخه عبارت دي.



شکل (6-6)  
د دوو مومنتو وکتوري جمع

د محصلې مومنت د پیدا کولو لپاره کولای شو د متوازي الاضلاع او یا د مرکبو د جمع کولو به دوو طریقو له یوې څخه گټه واخلو. په یاد ولري چې:

$$P_1 \text{ د مومنتیم د } X \text{ مرکبه } \hat{P}_1 = m_1 V_1 \cos \hat{\theta}_1$$

$$P_1 \text{ د مومنتیم د } Y \text{ مرکبه } \hat{P}_1 = m_1 V_1 \sin \hat{\theta}_1$$

$$P_2 \text{ د مومنتیم د } X \text{ مرکبه } \hat{P}_2 = m_2 V_2 \cos \hat{\theta}_2$$

$$P_2 \text{ د مومنتیم د } Y \text{ مرکبه } \hat{P}_2 = m_2 V_2 \sin \hat{\theta}_2$$

څرنګه چې د محصلې وکتور د  $X$  او  $Y$  مرکبې په ترتیب سره د جمع شوو وکتورونو د  $X$  او  $Y$  مرکبو له مجموعې سره مساوي دي، نو ددې له مخې:

$$P \text{ د مومنت د } X \text{ مرکبه } P_x = m_1 V_1 \cos \hat{\theta}_1 + m_2 V_2 \cos \hat{\theta}_2$$

$$P \text{ د مومنت د } Y \text{ مرکبه } P_y = m_1 V_1 \sin \hat{\theta}_1 + m_2 V_2 \sin \hat{\theta}_2$$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولای شو په لاندې درې ګونو ادعاګانو باور ولرو:

1. د یوه جسم مومنتیم د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه عبارت دی.

2. مومنتیم یو وکتوري مقدار دی.

3. د جسمونو د یوه سیستم د مومنتیم مجموعه د هر مومنت له وکتوري جمعې څخه عبارت ده.



## بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې په دې هکله چې ولې کله چې یوه لارۍ او یو ګرندی موټر په یو ډول سرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې د لارۍ موټر چې کتله یې ډېره ده، د زیات مومنت لرونکې وي؟ پایله یې ټولګي ته واورئ.

**توضیح کړئ:** د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونیسئ. که چیرې  $(m_A = 3m_B)$  وي، په دې حالت کې د A او B دوه جسمونه کولای شي، د یو ډول مومنت لرونکي وي. یعنې:  $P_A = P_B$  ولې؟

اوس د مومنت د مفهوم په پوهیدو سره ددې پوښتنې په څېړلو پیل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنت ترمنځ کوم ډول اړیکه شته؟ آیا قوه کولای شي د یوه جسم مومنت ته بدلون ورکړي؟ ددې موضوع د پوهیدو لپاره لاندې فعالیت ترسره کړئ.

## فعالیت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په مخکینې فعالیت کې مو ترسره کړل. کوبښن وکړئ چې همغه دوو توپونو ته له ډېرې قوې سره یو له بله تصادم ورکړئ. څه به پېښ شي؟ توضیح یې کړئ. د پورتنی فعالیت په ترسره کولو به دې پایلې ته ورسېږئ چې قوه کولای شي چې د یوه جسم مومنت کم او یا زیات کړي او یا د مومنت په لوري کې بدلون منځ ته راوړي.

## 3-6: قوه او مومنت

ددې څپرکي په پیل کې مو د نیوټن قانون د  $F\Delta t = m\Delta V$  په بڼه افاده کړ چې په بنسټیز ډول د نیوټن د دویم قانون ( $F = ma$ ) څخه استخراج شوی و. نیوټن د حرکت په باب د خپلو دري ګونو قوانینو په بنسټیزه ویناکې، قوه د کتلې او تعجیل له جنسه نه، بلکې د مومنت د زمانې بدلونونو د درجې له جنسه افاده کړې ده. په یاد ولرئ چې:  $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta P$  دا رابطه ښيي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د بدلونونو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنت کې له بدلونونو سره د  $m\Delta V$  د قیمت په تعویضولو سره په لومړۍ رابطه کې پایله ترلاسه کېږي چې  $F\Delta t = \Delta P$  په  $\Delta t$  باندې د معادلې د دواړو خواوو له تقسیمولو څخه  $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$  لاس ته راځي. په یاد ولرئ چې  $\Delta P$  په مومنت کې بدلون له  $kg\ m/s$  واحد سره او  $\Delta t$  د زمان انټروال دی. کله چې د  $F$  قوه عمل کوي او د  $\Delta P$  د تولید سبب ګرځي. نو د مومنت بدلون او د زمان انټروال نسبت د مومنت بدلونونو د زمانې منځنۍ درجې څخه عبارت دی ور څخه پایله ترلاسه کوو چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د یوه جسم د مومنت د بدلونونو له زمانې درجې سره مساوي ده.

وروستنی ادعا تقریباً همغه د نیوټن د دویم قانون اصلي بيان دی چې په خپله د هغه لخوا ارایه شوی دی. (د نیوټن د حرکت د قوانینو اصلي بيان په لاتیني ژبه کې ارایه شوی دی). همدارنگه په اسانۍ سره کولای شو، د نیوټن دویم قانون ( $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ ) له وروستۍ رابطې څخه په گټې اخیستلو هم د ثابتې کتلې ( $m = \text{Constant}$ ) په نظر کې نیولو سره په دې توگه لاس ته راوړو.

فرض کړئ چې  $\vec{V}_1$  د جسم لومړنۍ سرعت  $\vec{V}_2$  د جسم نهایی سرعت د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې وي،

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

له هغه ځایه چې  $\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$  عبارت دي د جسم له تعجیل ( $\vec{a}$ ) څخه نو په (3) رابطه کې د قیمت په وضع کولو سره کولای شو ولیکو: ( $m = \text{Constant}$ )  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$  ..... وروستۍ لاس ته راغلې رابطه، د نیوټن له دویم قانون څخه عبارت ده.

## د امپولس - مومنتم قانون

موږ په پخوانیو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعریف کړل. اوس بشپړه چې هغوی څه ډول په آسانی د نیوټن له دویم قانون سره تړلي دي. موږ پورته وښود چې قوه د مومنتم د بدلونونو له زماني درجې سره

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

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

بدلون، نو کولای شو چې ولیکو:  $I = \Delta P$

وروستۍ رابطه بیانوي چې: د یوې قوې امپولس چې پر یوه جسم عمل کوي برابره ده، د نوموړي جسم په مومنتم کې له منتهجه بدلونونو څخه چې بیان شوې جمله د (امپولس - مومنتم) د قانون په نامه یادېږي. د (6-7) شکل دا قانون د لومړني صفر مومنتم لپاره ښيي.

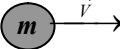
$$\begin{aligned} &V = 0 \\ a) & \text{ (m) } & P = m\vec{V} = I \\ b) & \xrightarrow{I} \text{ (m) } & c) \text{ (m) } \xrightarrow{\vec{V}} \end{aligned}$$


(6-7) شکل،

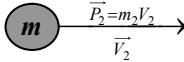
د لومړني صفر مومنتم لپاره د (امپولس - مومنتم) د قانون ښوونه

د  $M$  کتله په پیل کې د سکون په حالت کې وه او د  $I$  امپولس د  $MV$  په وروستني مومنتم کې چې په عددي ډول مساوي له  $I$  سره دي، په کې اعمالېږي. د (6-8) په شکل کې د  $M$  یوه کتله د  $P_1 = mV_1$  لومړنۍ مومنتم لرونکې ده. په همدې ډول د  $I$  یو امپولس د  $P_2 = mV_2$  وروستني مومنتم په پایله کې پر کتلې اعمالېږي، نو ددې له مخې کولای شو ولیکو:  $I = P_2 - P_1 = mV_2 - mV_1$

د امپولس - مومنتم قانون د نیوټن د دویم قانون ښه تفصیل او توسعه ده، لاندې شکل لومړنۍ د خوبني مومنتم د (امپولس - مومنتم) د قانون پرنسټ بنیي.

a)   $\vec{P}_1 = m\vec{V}_1$

b)  شکل (6-8)

c)  $I = mV_2 - mV_1$    $\vec{P}_2 = m\vec{V}_2$   
 $I = \Delta P$

### مثال:

د یوې فضايي بېړۍ (سفینې) کنټرولونکي انجنونه چې  $15000\text{Kg}$  کتله لري، د مخې په لور د خپلې بدنې د غورځولو لپاره  $3 \times 10^5\text{ N}$  قوه تولید وي. د سفینې د مومنتم بدلونونه په هغه حالت کې چې انجنونه یې د  $10\text{ s}$  لپاره اور واخلي حساب کړئ. په سرعت کې به متوجه بدلونونه څومره وي؟ او د څومره مودې لپاره باید ماشینونه فعالیت وکړي، ترڅو په سفینه کې  $4 \times 10^4\text{ m/s}$  د سرعت بدلون رامنځ ته شي.

### حل:

$$\Delta P = I = F\Delta t = 3 \times 10^5\text{ N} \times 10\text{ s}$$

$$= 3 \times 10^6\text{ Kg m/s}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{3 \times 10^6\text{ Kg m/s}}{1,5 \times 10^4\text{ Kg}} = 200\text{ m/s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta P}{F} = \frac{m\Delta V}{F} = \frac{1,5 \times 10^4 \times 4 \times 10^4}{3 \times 10^5} = 2 \times 10^3\text{ s}$$

$$= 2000\text{ s}$$

نو په دې مثال کې کله چې انجن د  $10$  ثانیو لپاره اور واخلي (فعال شي) په مومنتم کې متوجه بدلونونه  $3 \times 10^6\text{ Kg}$  او په سرعت کې متوجه بدلونونه  $200\text{ m/s}$  دي. انجنونه باید د  $2000\text{ s}$  لپاره (تقریباً  $33$  دقیقې) فعالیت وکړي، ترڅو  $40,000\text{ m/s}$  د سرعت بدلون تولید کړي. په یاد ولرئ چې پورتنی سرعت

$$(4 \times 10^4\text{ m/s}) = \frac{4 \times 10^4 \times 10^{-3}\text{ km}}{\frac{1}{3600}\text{ h}} = 40 \times \frac{3600\text{ km}}{1\text{ h}} = 144 \times 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 144.000\text{ Km/hr}$$

یو خورا ډېر لوړ سرعت دی. پورتنی مثال موږ ته د امپولس - مومنتم د قانون د گټې اخیستنې یو مورد را په گوته کړي.

#### 4-6: ضربه او د خطي مومنتم ساتل (تحفظ)

په پخواني څپرکي کې مو د نیوټن د دریم قانون په اړه چې د هر عمل لپاره هغه ته یو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصیل سره مطالعه کړ. د نیوټن دریم قانون په حقیقت کې په طبیعت کې د قوو د بنسټیزې ځانګړتیا پایله ده چې تل یې په خپلو کې په جوړه یې ډول (عمل او عکس العمل) واقع کېږي. کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واره کړي، دویم جسم یوه مساوي او مخالف الجته قوه پر لومړي جسم واردوي. اوس ددې حقیقت یو ځای کول د نیوټن له دویم قانون سره د مومنتم پر بنسټ، موږ ته د مومنتم د تحفظ قانون لارښوونه کوي. که چېرې پر یوه سیستم هیڅ قوه واره نشي، په دې حالت کې د یو سیستم مومنتم پرته له هر رنگه متقابلو اغېزو د هغه سیستم د اجزاو ترمنځ ثابت دی. پورتنۍ جمله د مومنتم د تحفظ قانون په بشپړه توګه بیانوي. له پورتنی تعریف څخه د نیوټن دویم قانون دارنگه لیکو:

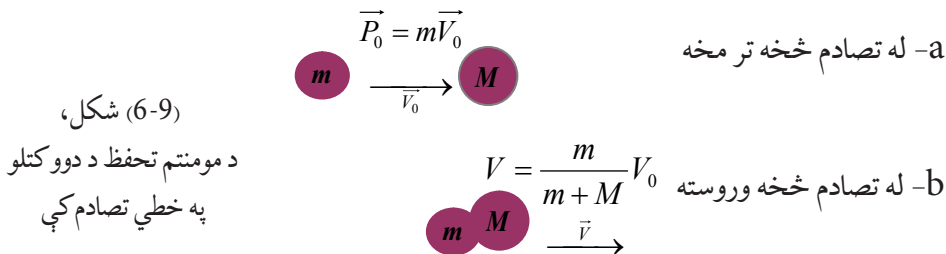
$$\Delta P = F\Delta t \quad \text{یا} \quad F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

په وروستۍ رابطه کې  $F$  پر جسم (یا د اجسامو په سیستم) باندې عامله محصله قوه،  $\Delta t$  هغه زماني انټروال دی چې د  $F$  قوه په کې عمل کوي او  $\Delta P$  د مومنتم منته بدلون دی. په څرګنده توګه که چېرې  $F$  صفر وي، یعنې که چېرې کومه منته قوه پر جسم (یا سیستم) عمل ونکړي، په هغه صورت کې  $\Delta P$  هم صفر وي او دا معنا ورکوي چې مومنتم ثابت دی. که چېرې د یوه کمیت بدلون د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموړی کمیت د  $\Delta t$  په زمان کې ثابت وي. د مومنتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کوو دوه جسمونه سره تصادم کوي، راځئ چې په لنډ ډول د هغو تصادم بیان کړو.

کله چې دوه جسمونه د تصادم د پیل په لحظه کې په خپلو کې سره لګېږي، هر یو پر بل باندې یوه قوه واردوي چې ددې قوو کچه سره مساوي او لوري یې مخالفې وي. لکه څنګه چې دغه ادعا د تصادم په کوچنی شېبه کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوې- زمان) منحنی د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه دې پایلې ته رسېږو چې د هرې قوې امپولس د مقدار له اړخه یو له بله سره مساوي دي، نو د هر جسم د مومنتم بدلونونه مساوي او لوري یې مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سیستم کې د مومنتم ټولیز بدلونونه د متقابلو اغېزو (د تصادم عمل) په پایله کې له صفر سره مساوي دي. په دې معنا چې د دوو جسمونو په مومنتم کې د بدلونو مجموعه له ټکر څخه تر مخه او له ټکر څخه وروسته په دقیقه توګه له صفر سره مساوي دي. دا بیان څرګندوي چې مومنتم د یوه تصادم په متقابلو اغېزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاتې کېږي.



**ځانگړی حالت:** په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم ځانگړی ډول ښودل شوی دی.



لومړنی جسم د  $m$  په کتلې او  $v_0$  سرعت له دویم جسم سره چې د  $M$  کتلې لرونکی دی ټکر کوي او په پایله کې دواړه کتلې یو له بله سره یو ځای کېږي او د  $v$  په سرعت خپل حرکت ته دوام ورکوي. اوس له تعریف سره سم کولای شو ولیکو:

$$P_0 = mV_0 = \text{له تصادم څخه تر مخه مومنتم}$$

$$P = (m + M)V = \text{له تصادم څخه وروسته مومنتم}$$

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه

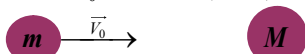
$$P_0 = P \quad \text{یا:} \quad mV_0 = (m + M)V$$

ددې له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو ولیکو:  $V = \frac{m}{m + M}V_0$

باید یادونه وکړو چې د  $m$ ،  $M$  او  $v_0$  د قیمتونو په لرلو سره له تصادم څخه وروسته د دواړو یو ځای شوو کتلو د  $V$  حاصل شوی سرعت محاسبه کړو.

د (6-10) شکل د  $m$  یوه کتله د  $v_0$  له سرعت سره د  $M$  له دویمې ساکنې کتلې سره تصادم (ټکر) کړی او له تصادم څخه وروسته، د  $m$  په سرعت او د  $M$  د  $V$  په سرعت یو ډبل په مخالف لوري کې په حرکت راځي. څرنګه چې په دې ټکر کې مومنتم محفوظ دی، نو له مخې یې:

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



a- مخکې له ټکر څخه

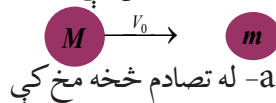


b- له ټکر څخه وروسته

(6-10) شکل،

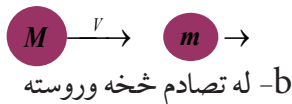
په خطي ټکر کې د مومنتم تحفظ (ټکر کونکي کتله له ساکنې کتلې څخه کوچنۍ)

پورتنی رابطه په څرگند ډول بیانوي چې له تصادم څخه د مخه مومنت مساوي دی له تصادم څخه وروسته مومنت سره، که چیرې تصادم کوونکې کتله د مستقیم خط پرمخ په یو تصادم کې له ساکنې کتلې څخه لویه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم څخه وروسته یو له بله څخه لیرې کېږي او په همدې یوه لوري کې په حرکت راځي. په (6-11) شکل کې ښودل شوي دي.



(6-11) شکل،

په خطي تصادم کې د مومنت تحفظ  
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه لویه)



ددې ځانگړي حالت لپاره د مومنت د تحفظ قانون لاندې شکل اختیاري وي:

$$MV_0 = MV + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوی دی. په دې حالت کې:

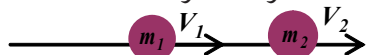
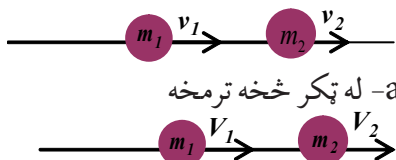
$$P_{\text{befor}} = P_b = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad \text{له تصادم څخه د مخه مومنت}$$

$$P_{\text{after}} = P_a = m_1 V_1 + m_2 V_2 \quad \text{له تصادم څخه وروسته مومنت}$$

د مومنت د تحفظ له قانون څخه:  $P_b = P_a$

$$نو ددې له مخې: \quad m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 V_1 + m_2 V_2$$

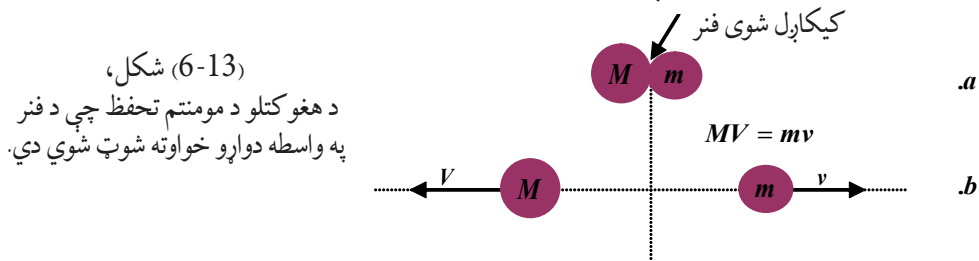
د  $m_1$  او  $m_2$  ورکړ شوو کتلو او  $v_1$  او  $v_2$  ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستني سرعتونه به له تصادم څخه وروسته  $v_1$  او  $v_2$  وي. د لومړني قیمت د ورکړل شوو ټاکلو قیمتونو لپاره  $m_1$ ،  $m_2$ ،  $v_1$  او  $v_2$  د نهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځ ته کیدای شي، خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قیمتونو لپاره د پورتنی معادلې صحت او د مومنت د تحفظ د قانون د صحت په پایله کې په هغو کې تحقق مومي.



(6-12) شکل،

د مستقیم خط پرمخ ټکر د مومنت  
د تحفظ عمومي حالت

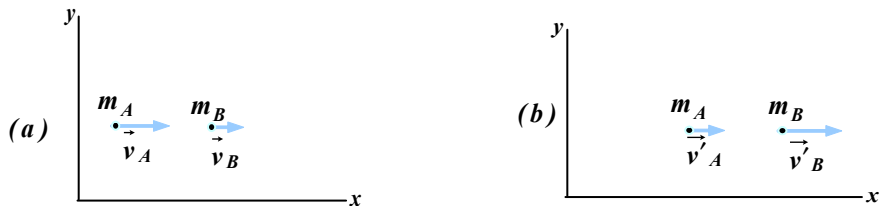
د مومنتم د تحفظ یوبل په زړه پورې مثال په (13-6) شکل کې ښودل شوی دی. د  $M$  او  $m$  له کتلو سره دوه جسمونه د یوه فتر په دواړو خواوو کې تر فشار لاندې نیول شوي، یو له بل سره کلک نیول شوي دي. په هغه گړۍ کې چې جسمونه خوشې شي، د فتر قوه یې په دوو اړخونو ضربه واردوي. په هر یو جسم باندې د واردې شوې قوې اندازه په هره شیبه کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول یو له بل سره مساوي او پرکتلو د وارد شوو قوو لوري یو د بل په خلاف دي. ددې له مخې د هغې قوې امپولس چې په  $M$  عمل کوي، په کچه کې مساوي، خو د هغه قوې له امپولس سره په مخالف لوري کې دي چې د  $m$  پرکتلې عمل کوي. هره کتله د شوت کیدلو په پایله کې عین مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه یې صفر ده. یعنې څرنگه چې مومنتم له خوشې کیدو تر مخه صفر وو، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کیدو وروسته صفر دی. له پورتنیو بحثونو څخه که چیرې د مومنتم سکالري اندازه ته پام وکړو، وبه مومو چې هغوی باید یو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دویم ځلي پاملرنې سره کولای شو ولیکو:  $mv = MV$



دا پایله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقیم تطبیق (پرتله له پورتنیو څرگندونو) څخه کیدای شي لاس ته راشي چې له مخې یې لومړنی مومنتم باید له نهایي مومنتم سره مساوي وي او په دې مثال کې د دواړو مومنتمونو برخې په بشپړه توگه صفر دي.

## 6-5: ارتجاعي ټکر (تصادم)

ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزیک له اړخه څنگه څېړل کېږي؟  
ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په کې د مومنتم او میخانیکي انرژۍ د تحفظ قوانین دواړه صدق وکړي. ددې ډول ټکر د ښه درک لپاره د A او B دوه واړه جسمونه په نظر کې نیسو، داسې چې دواړه جسمونه د (X) محور په یوه مستقیم خط حرکت کوي.  
اوس دا دواړه جسمونه له ټکر څخه تر مخه او له هغه څخه وروسته تر مطالعې لاندې نیسو:  
فرض کوو چې له (14-6) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له ټکر څخه د مخه په ترتیب سره د  $V_A$  او  $V_B$  سرعتونه او له تصادم څخه وروسته د  $V'_A$  او  $V'_B$  سرعتونه لري.



شکل (6-14)

کله چې  $V > 0$  وي، جسم د X پر محور نښي لوري ته او کله چې  $V < 0$  وي، جسم د X پر محور کښي لوري ته حرکت کوي.

د مومنت د تحفظ له قانون سره سم، په دې ډول ټکر کې د سیستم مجموعي مومنت له ټکر څخه مخکې او وروسته ثابت پاتې کېږي، نو کولای شو ولیکو چې:

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V'_A + m_B V'_B \dots\dots\dots(1)$$

په همدې ډول د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د ټکر کونکو جسمونو د حرکتی انرژي مجموعه له ټکر څخه تر مخه او له ټکر څخه وروسته مساوي ده، یعنې:

$$\frac{1}{2} m_A V_A^2 + \frac{1}{2} m_B V_B^2 = \frac{1}{2} m_A V'^2_A + \frac{1}{2} m_B V'^2_B \dots\dots\dots(2)$$

په هغه صورت کې د دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه د مخه معلوم دي، د (1) رابطې څخه په گټې اخېستلو کولای شو، د A او B دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه وروسته داسې په لاس راوړو:

$$m_A (V_A - V'_A) = m_B (V'_B - V_B) \dots\dots\dots(3)$$

په همدې ترتیب له (2) رابطې څخه په گټې اخېستلو سره د حرکتی انرژي لپاره لیکو چې:

$$m_A (V_A^2 - V'^2_A) = m_B (V'^2_B - V_B^2) \dots\dots\dots(4)$$

له الجبري  $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$ ، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول لیکلای شو:

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

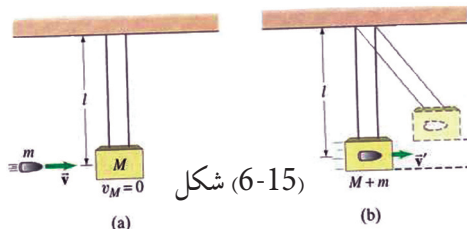
اوس په (3) رابطې باندې د (5) رابطې په وپشلو او د  $V'_A \neq V_B$  او  $V_B \neq V'_B$  په فرضولو سره لرو چې:

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

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

## 6-6: غیر ارتجاعي ټکر

غیر ارتجاعي تصادم یا ټکر څه شی دی؟ د ارتجاعي او غیر ارتجاعي تصادم ترمنځ څه ډول توپیر شته؟ غیر ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په هغه کې د مومنت د تحفظ قانون صدق وکړي. خو د میخانیکي انرژۍ د تحفظ قانون صدق ونه کړي. په دې ډول تصادم کې د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دلیل دی چې د سیستم د حرکتی او پوتانسیل انرژي مجموعه ثابت نه پاتې کېږي. یعنې په دې ډول تصادم کې شونې ده چې میخانیکي انرژي په حرارتي انرژي، صوتي انرژي او یا کار ته د شکل بدلون ورکړي.



شکل (6-15)

نو ددې له مخې د غیر ارتجاعي تصادمونو لپاره، یوازې کیدای شي د مومنت د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونیسو. په غیر ارتجاعي تصادمونو کې معمولاً تصادم کوونکي جسمونه له تصادم څخه وروسته یو له بله سره نښتي او په عین سرعت حرکت کوي.

د غیر ارتجاعي تصادم د پیژندلو لپاره یو ښه مثال له بالستیکي رفاصې (Ballistic Pendulum) څخه عبارت دی چې په مرسته یې کولای شو د مرمۍ سرعت اندازه کړو.



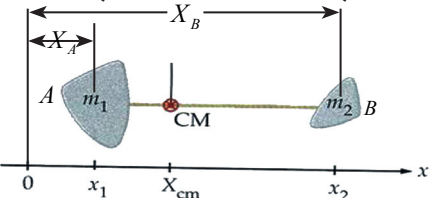
د ټولگي په مختلفو ډلو کې د مرمۍ د سرعت د پیدا کولو طریقه د بالستیک رفاصې پرمټ وڅېړئ او پایله یې ټولگي

ته وړاندې کړئ.

## 6-6: د ثقل مرکز

په پخوانیو ټولگيو کې د ثقل مرکز له مفهوم او دا چې څنگه کولای شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مرکز پیدا کړو، بلدتیا ترلاسه کړه، خو آیا تراوسه مو له ځانه پوښتنه کړې ده چې څرنگه کولای شو د اجسامو د یو سیستم او یا د هغو ذرو د ثقل مرکز چې د یو مستقیم خط پرمخ قرار لري. لاس ته راوړو؟ او یا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سیستم او یا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو؟ د پورتنیو پوښتنو د ځوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونیسئ، په دې شکل کې دوه جسمونه د  $m_A$  او  $m_B$  په کتلو شتون لري چې د هر یو واټن د  $X$  د محور له مرکز (د دوران محور) څخه له  $x_A$  او  $x_B$  څخه عبارت دي.

ددې سیستم د ثقل د مرکز د لاس ته راوړلو لپاره چې له دوو جسمونو (له دوو ذرو څخه نمایندګي کوي) جوړ شوي دي له لاندې رابطې څخه ګټه ترلاسه کېږي، نو له دورانې تعادل څخه پوهیږو چې:

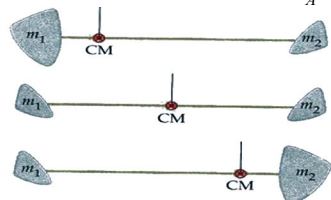


$$m_A x_{cm} + m_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$
$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M} \quad \text{اویا}$$

شکل (6-16)

په دې رابطه کې  $X_{cm}$  د سیستم د ثقل مرکز فاصله د  $X$  محور له مرکز څخه دی. د رابطې د ساده کولو

لپاره د  $m_A$  او  $m_B$  د کتلو مجموعه د  $M$  په نښه نښو، یعنې:  $M = m_A + m_B$



د  $M$  د قیمت په وضع کولو (1) رابطه لاندې شکل ځانته نیسي:

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M} \quad \text{شکل (6-17)}$$

اوس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - په هغه صورت کې چې یوه کتله له بلې څخه لویه مثلاً  $m_1 > m_2$  وي، په دې حالت کې ددې دوه جسمي (دوه ذره یي) سیستم د ثقل مرکز هغه جسم ته نژدې دی چې د لویې کتلې لرونکی وي.

2 - که چیرې د سیستم ټوله کتله په یوه نقطه مثلاً د  $m_2$  یا (B) په نقطه کې وي، په دې صورت کې به  $m_1 = 0$  وي او کولای شو ولیکو چې:

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

3 - که چیرې سیستم له دوو جسمونو (ذرو) زیات تر  $n$  ذرو پورې وي، په داسې حالت کې د (1) رابطې پر بنسټ کولای شو ولیکو چې:

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

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

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

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

وروستنی رابطه د اجسامو یا د ذرو سیستم د ثقل مرکز د لاسته راوړلو لپاره یوه کلی رابطه ده. همدارنګه د  $Y$  محور لپاره په آسانی کولای شو، په اثبات ورسوو چې:

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



## د شپږم څپرکي لنډيز

- د خطي مومنت او امپولس په مبحث کې دوه اصله (امپولس - مومنت) او (د خطي مومنت تحفظ) د بنسټيزو قوانينو او قاعدو په نامه ياد شوي دي.

- امپولس يا ضربه يو وکتوري کميت دی چې د قوې او وخت له حاصل ضرب څخه عبارت دي.

$$\vec{I} = \vec{F}_{av} \cdot \Delta t$$

- امپولس د نيوتن د دويم قانون په نظر کې نيولو سره په حقيقت کې له  $\Delta P$  څخه عبارت دی، يعنې:

$$\vec{I} = \vec{F}_{av} \cdot \Delta t = \Delta \vec{P}$$

- د يوه جسم خطي مومنت د  $m$  له کتلې او  $\vec{v}$  سرعت سره له  $\vec{P} = m\vec{v}$  څخه عبارت دی.

- مومنت يو وکتوري کميت او د  $\vec{v}$  له وکتور سره هم لوری دی.

- د څو جسمونو څخه په جوړ شوي سيستم کې د ټول سيستم خطي مومنت په جلا توگه د هر يوه جسم د مومنتونو له مجموعې څخه عبارت دی، يعنې:

$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots = \sum_{i=1}^n P_i$$

- مومنت د نيوتن د دويم قانون په نظر کې نيولو سره له:  $\sum \vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$  څخه عبارت دی، يعنې پر يوه جسم د واردو شوو قوو مجموعه د زمان له نظره د مومنت له بدلون سره مساوي دی.

- د يوه جسم لپاره د مومنت تحفظ هغه مهال برقرار کيدای شي چې پر جسم د واردو شوو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.

- د جسمونو په سيستم کې هغه وخت د مومنت د تحفظ قانون برقرار کيدای شي چې په سيستم کې د بهرنيو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.

- ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنت او ميخانيکي انرژي د تحفظ قوانين دواړه صدق کوي.

- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کونکو دواړو جسمونو د سرعتونو تفاضل له تصادم څخه مخکې او له تصادم څخه وروسته يوه اندازه، خو يو دبل په خلاف لوري دي.

- غير ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنت د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون په کې صدق نه کوي.

- د اجسامو يا ذرو سيستم د ثقل مرکز د لاس ته راوړلو لپاره له لاندي رابطو څخه گټه اخيستل کېږي.

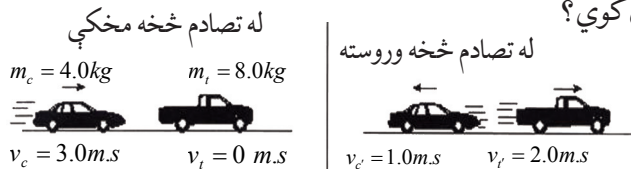
$$\text{د } Y \text{ محور په نسبت} \Rightarrow Y_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i Y_i}{M} \quad \text{د } X \text{ محور په نسبت} \Rightarrow X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i X_i}{M}$$

## د شپږم څپرکي پوښتنې

1. د يوه جسم مومنتم عبارت دی د جسم د ..... او ..... له حاصل ضرب څخه.
2. د نیوټن د دویم قانون له مخې پر يوه جسم د وارده قوو مجموعه د ..... پر ..... له نسبت څخه عبارت دی.
3. امپولس په ..... بدلونونو څخه عبارت دی.
4. په ارتجاعی تصادمونو کې د دوو تصادم کوونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته یو له بله سره ..... خو د یو نل په ..... لوري دي.
5. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.  
الف)  $N$       ب)  $N \cdot m$       ج)  $N/s$       د)  $N \cdot s$
6. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو پر جسم د عمل کوونکې قوې له مجموعې سره مساوي دی.  
الف)  $\frac{\Delta P}{\Delta t}$       ب)  $\frac{w}{\Delta t}$       ج)  $m \cdot \Delta v$       د)  $\Delta E$
7. که چیرې د دوو جسمونو مومنتم بوشان وي، په پایله کې حرکتی انرژي له کتلې سره له لاندېنيو رابطو څخه کومه یوه لري؟

الف) مستقیم      ب) معکوس      ج) هیڅ اړیکه نه لري      د) یو له بل سره متناسب

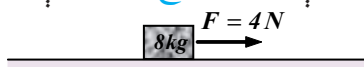
8. لاندې تصویر د دوو لابراتواري موټر گيو تصادم ښيي چې په ترتیب سره د  $4\text{Kg}$  او  $8\text{Kg}$  کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له  $1\text{m/s}$  سرعت سره د شا په لور او د B موټر له  $2\text{m/s}$  سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پر بنسټ له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د مومنتم او حرکتی انرژي په هکله صدق کوي؟



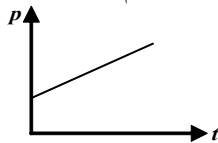
مومنتم	حرکتی انرژي	
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت موندلی	الف):
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت نه دې موندلی	ب):
تحفظ صورت نه دې موندلی	تحفظ صورت موندلی	ج):
تحفظ صورت نه دې موندلی	تحفظ صورت نه دې موندلی	د):



9. په لاندې شکل کې که چیرې د اصطکاک قوه د هر کیلوگرام په وړاندې 0.25 نیوټن وي او جسم د سکون له حالت څخه په حرکت کې راشي، له څو ثانیو وروسته به یې مومنټ  $5 \text{ Kg m/s}$  ته ورسېږي؟  
 الف) 1.25 ثانیې      ب) 2.5 ثانیې      ج) 1.6 ثانیې      د) 3.2 ثانیې



10. د یوې فضايي بېرۍ لپاره د لاندې گراف د  $y$  عمودي محور د  $P$  مومنټ او د  $x$  افقي محور د  $t$  زمان رانښيي. له لاندې څوابونو څخه کوم یو د خط له میل څخه عبارت دي؟



الف) د سفینې کتله      ب) د سفینې سرعت  
 ج) هغه مجموعې قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي.      د) د سفینې پرمخ ترسره شوي کار

11. یو جسم د  $5 \text{ N}$  ثابتې قوې لاندې د سکون له حالت په  $1.5 \text{ m/s}^2$  تعجیل سره په حرکت راځي، له 6 ثانیو څخه وروسته د جسم مومنټ څو  $\text{Kg m/s}$  کېږي؟

الف) 20      ب) 30      ج) 22.5      د) 45

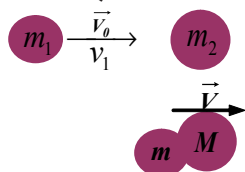
12. څه شی باید په یوه جسم تطبیق شي، تر څو د هغه سرعت او یا حالت ته بدلون ورکړي؟  
 13. د قوې امپولس تعریف کړئ.

14. د  $m$  د کتلې لرونکې جسم مومنټ چې د  $v$  په سرعت په حرکت کې دي، تعریف کړئ.

15. د خطي مومنټ د تحفظ قانون بیان کړئ.

16. څه ډول د (امپولس - مومنټ) او (د مومنټ تحفظ) قوانین د نیوټن قوانین تعقیبوي؟ بیان یې کړئ.

17. په شکل کې  $m_1 = 5 \text{ gr}$ ،  $m_2 = 10 \text{ gr}$  او  $v = 2 \text{ cm/s}$  او  $v_1 = 25 \text{ m/s}$  دي، د  $M$  کتله او د دویمې لومړنۍ سرعت  $v_2$  حساب کړئ.



18. په لنډ ډول د دوو جسمونو په تصادم کې د مومنټ تحفظ چې نوموړي جسمونه د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړئ.

19. د  $300 \text{ N} \cdot \text{s}$  یو امپولس پر یو جسم چې کتله یې  $2 \text{ Kg}$  ده واردېږي، ددې کتلې په سرعت کې بدلون وټاکئ.

20. یو جسم چې  $10 \text{ gr}$  کتله لري، د  $10 \text{ m/s}$  سرعت لرونکی دی. که چیرې  $1000 \text{ dyne} \cdot \text{s}$  امپولس پر دې کتلې وارد شي، د کتلې وروستی سرعت حساب کړئ.

21. یو ماشوم له  $21\text{Kg}$  کتلې سره پر یو وړوکي بایسکل چې  $5.9\text{Kg}$  کتله لري، سپور او په  $4.5\text{m/s}$  سرعت د شمال ختیځ په لور په حرکت کې دی.

a. د ماشوم او بایسکل مجموعي مومنتم څومره دی؟

b. د ماشوم مومنتم څومره دی؟

c. د بایسکل مومنتم حساب کړئ.

22. د فوټ بال یو توپ له  $0.5\text{Kg}$  کتلې او  $15\text{m/s}$  سرعت سره د شمال په لور شوټ کېږي، یوساکن شخص په  $0.02\text{s}$  زمان کې هغه نیسي او دروي یې. کومه قوه د نیوونکي لخوا په توپ وارده شوې ده؟

23. د کرکټ د هر توپ کتله  $0.5\text{Kg}$  ده، که چېرې شین رنګه توپ په  $12\text{m/s}$  سرعت له آبي رنګه توپ سره چې ساکن دی، تصادم وکړي. (فرض کوو چې د لوبې دوخت په اوږدوکې، توپونه له اصطکاک پرته پر یوې سطحې حرکت کوي).

د آبي رنګه توپ نهایی سرعت په لاندې حالتونو کې پیدا کړئ.

a. شین رنګه توپ له آبي توپ سره له ټکر څخه وروسته درېږي.

b. شین توپ له تصادم څخه وروسته خپل حرکت ته له  $v_1 = 5 \frac{m}{s}$  سرعت سره په عین لوري کې دوام ورکوي.

24. د لاندې تمرینونو لپاره مناسب شکلونه رسم او هغه حل کړئ.

a- فرض کړئ چې د  $m$  کتله د (a) په شکل کې یو واگون دی له  $600\text{Kg}$

کتلې سره او د  $M$  بل واگون له  $900\text{Kg}$  کتلې سره دي. د واگونونو سرعت له تصادم څخه وروسته چې په خپلو کې سره یو ځای کېږي. محاسبه کړئ.

(ځواب:  $0.8\text{m/s}$  دي).

b- فرض کړئ د (b) په شکل کې  $m$  د تینس توپ له  $20\text{gr}$  کتلې سره او  $M$  د والیبال توپ له  $500\text{gr}$  کتلې سره وي. که چېرې د تینس د توپ لومړنی

سرعت  $20\text{m/s}$  او نهایی سرعت یې له تصادم څخه  $10\text{m/s}$  په هغه لوري کې چې په شکل کې لیدل کېږي، وي. د والیبال د توپ سرعت پیدا کړئ.

(ځواب:  $120\text{cm/s}$  دي).

c- د (b) په پورتنی شکل کې فرض کړئ چې  $M$  یوه  $10$  گرامي سکه او  $m$  یوه  $5$  گرامي سکه وي. په هغه صورت کې چې  $V_1 = 2\text{m/s}$  او  $V_2 = 1\text{m/s}$  وي. د  $v$  قیمت وټاکئ. (ځواب:  $50 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ )

25. یوه تشله له  $0.015\text{kg}$  کتلې سره بني لورته له  $22.5\text{cm/s}$  سرعت سره له اصطکاک څخه پرته پر یوې سطحې

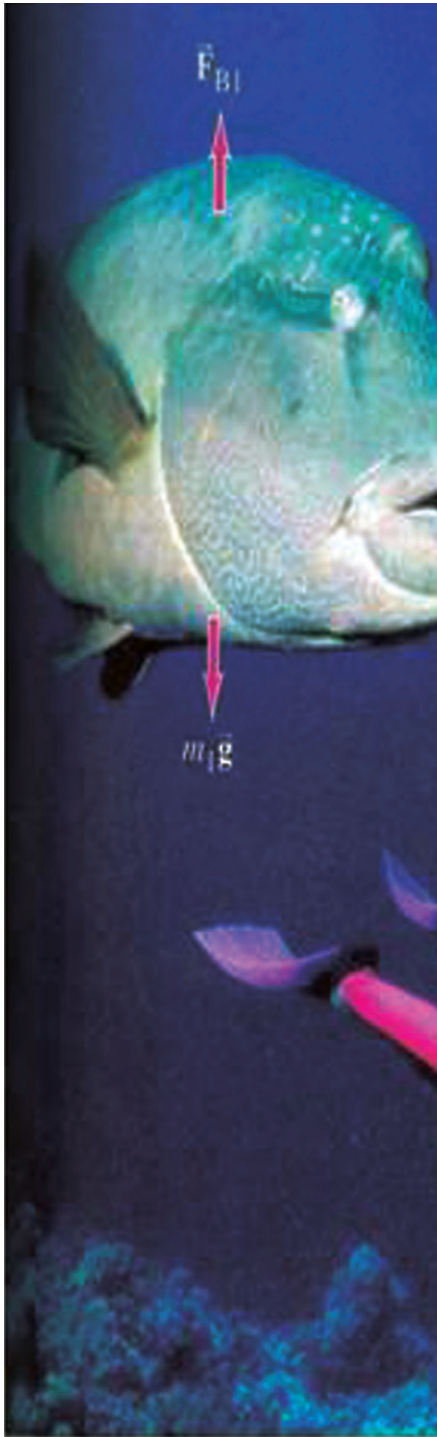
رغړي، له یوې بلې تشلې سره چې له  $0.015\text{kg}$  کتلې او  $18\text{cm/s}$  سرعت سره کین لورته حرکت کوي، یو ارتجاعی تصادم کوي. له ټکر څخه وروسته لومړنی تشله له  $18\text{cm/s}$  سرعت سره په حرکت راځي. د دویمې تشلې سرعت له

تصادم څخه وروسته پیدا کړئ.

26. یو موټر له  $500\text{Kg}$  کتلې سره په  $15\text{m/s}$  سرعت د جنوب په لور له یوې  $4500\text{Kg}$  لاری سره چې د ټرافیکي

اشارې لپاره دریدلي ده، ټکر کوي. موټر او لاری یو له بله سره نښتي او له ټکر څخه وروسته یو له بل سره یو ځای په حرکت راځي د موټرونو د مجموعي کتلو نهایی سرعت پیدا کړئ.

# اووم خپرکی د سیالونو نسبي سکون (Static Fluids)



ولې د اوبو د بندونو قاعدې د هغو له پورتنیو برخو څخه پرېر (ضخیمې) جوړوي؟

په یو موټر کې د مایع برک د هغه په مصونیت کې څه اهمیت لري؟ دا خپرکی به له تاسو سره مرسته وکړي، ترڅو سیالونه د سکون په حال او هغه قوې چې د هغو پر مټ منځته راځي، زده کړئ. همدارنگه د فشار صعودي قوو او نور مفاهیم به د تجربو او هغو فعالیتونو په ترسره کولو چې کولای شي د سیالونو د خواصو په هکله تاسو ته علمي مهارتونو او ګټوره پوهه چمتو کړي، زده کړئ او په پایله کې به تاسو وکولای شئ مطرح شوو او نورو پوښتنو ته ځواب ورکړئ او د مباحثې یا خبرو اترو پر بنسټ به په دې خپرکي کې پردې بریالي شئ، چې:

- سیال تعریف کړای شئ.
- د سیالونو پر مټ وارده فشار بیان کړای شئ.
- په یوه نقطه کې د مایع فشار د هغې کثافت، دیوې مایع نقطې ژوروالي او د جاذبې تعجیل ترمنځ رابطه پیدا کړای شئ.
- تحلیل کړای شئ چې په څه ډول د اتموسفیر فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.
- د پاسکال قانون بیان کړای شئ.
- دا وښودلای شئ چې په څه ډول له مونو متر څخه په تړلو محفوظو کې د سیالونو د فشار د اندازه کولو لپاره ګټه اخیستل کېږي.
- د سیالونو د فشار او صعودي قوې ترمنځ رابطه بیان کړای شئ.
- د ریاضي مسئلې، د فشار، پاسکال او ارشمیدس له قوانینو څخه په ګټې اخیستلو حل کړای شئ.
- په سیالونو کې د یو جسم د ډوډیو یا لامبووهلو په هکله وړاندوینه وکړای شئ.

## 7-1: سیالونه

په مایع حالت کې د اجسامو مالیکولونه د اتصاق (نښتلو) له کمزورو قوو سره یو له بله سره تړل شوي دي. هغوی ثابتو موقعیتونو ته مقید نه دي، بلکې یو د بل پرمخ په ښویدلو په آزاده توګه له یو موقعیت څخه بل موقعیت ته د مکان بدلون کوي. بناءً مایعات ټاکلی حجم لري او کولای شي روان اوسي او په هغه لوبښي کې چې اچول کېږي، د هغه شکل ځانته اختیاري وي.

همدا راز د مایعاتو مالیکولونه یو له بله سره نژدې دي او د فشار ورکونکو قوو په وړاندې مقاوم دي. لکه څنګه چې مایعات عملاً د تراکم وړنه دي. د گاز په حالت کې ذرې یو له بله څخه ډېره فاصله لري او اتصاق یا نښتلو او لګیدلو قوې یې ترمنځ هومره کوچنی دي چې د صرف نظر وړ دي.

له دې امله هغوی د مایعاتو مالیکولونو په پرتله ډېر په آزاده توګه یو له بل څخه په لیرې واټن کې حرکت کولای شي او ټاکلی حجم او ټاکلی شکل نلري، هرې خواته خپرېږي او په آسانی سره متراکم کېږي. څرنګه چې هم مایعات او هم غازات له خپل لږ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل بدلون کوي او د سیالیتیا وړتیا لري، له همدې امله دی چې هغوی د سیالونو<sup>1</sup> په نامه یادوي.

## د سیالونو فشار

لکه څنګه چې تاسو پوهېږئ فشار په ظرف کې د سیال په هره نقطه کې د سطحې پر واحد باندې د عمودي وارده قوې له مقدار څخه عبارت دی چې کیدای شي داسې ولیکل شي:

$$\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}$$

او یا د سمبول په لیکلو:  $P = \frac{F}{A}$  دی.

د SI د اندازه کولو په سیستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) څخه دی او مساوي دی له:

$$\frac{\text{نیوټن}}{\text{مترمربع}} \text{ یا } \frac{N}{m^2}$$

### مثال:

د یوه کتاب لخوا وارده فشار چې  $0.16m^2$  مساحت او  $8N$  وزن لري، څومره دی؟ حساب یې کړئ.

### حل:

**لومړۍ مرحله:** لاندې معلومات ورکړل شوي دي:  $A = 0.16m^2$

$$F = 8N$$

$$P = ?$$

**دویمه مرحله:** د فشار معادله ولیکئ:  $P = \frac{F}{A}$

1 د سیال کلمه د بهیدلو یا جریان پیدا کولو د وړتیا مفهوم رسوي او له همدې امله دا کلمه په یوه وخت کې د مایعاتو او غازاتو لپاره کارېدلی ده.

**دریمه مرحله:** د مساحت او قوې د ورکړل شوو قیمتونو په وضع کولو سره د  $P$  فشار حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبې قوې له اندازې څخه عبارت دی).

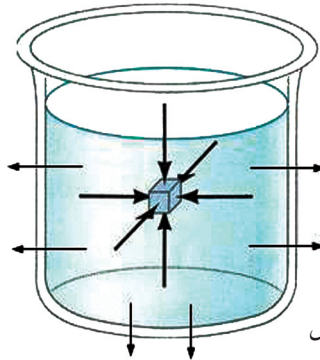
$$P = \frac{8}{0.16} = 50 \frac{N}{m^2} = 50Pa$$



### پوښتنې:

1. د یو کانتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې  $6000N$  او د قاعدې مساحت یې  $3m^2$  دی، څومره دی؟ پیدایې کړئ.
2. د یوې ډبرینې تختې وزن پیداکړئ چې مساحت  $12m^2$  دی او فشار پر ځمکې واردوي؟

## 7-2: د مایع فشار اندازه کول



کله چې د لامبلو په یوه ډنډ کې تراویو لاندې لامبې، د اوبو فشار د خپلو غوږونو په پردو کې حس کولای شئ. څه شی ددې فشار سبب کېږي؟ په آسانی سره ویلای شو چې ددې فشار لامل، د اوبو وزن ستاسو پر بدن دی چې تاسو مقابل لوري ته ډیکه کوي. د (7-1) شکل د اوبو په یو، ډک لوبښي کې یو غوټه شوی جسم ښيي.

مایع په جسم او د لوبښي پر جدارونو قوې واردوي، قوې د جسم د سطحې او د لوبښي جدارونو پر هره نقطه کې په عمودي ډول واردېږي.



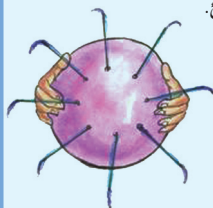
### فعالیت:

اوبه څرنگه پر اجسامو فشار واردوي؟

**اړین توکي:** پلاستيکي کڅوړه، سنجاق او اوبه

### کړنلاره:

- 1- کڅوړه له اوبو څخه ډکه کړئ.
- 2- کڅوړې ته په سختې فشار ورکړئ او په چټکۍ سره یې په څو نقطو کې په سنجاق سوری کړئ.
- 3- خپل مشاهدات ولیکئ.
- 4- له خپلې ډلې سره پر لیکل شوو مشاهداتو بحث وکړئ.
- 5- ستاسو پایله ترلاسه کول له دې فعالیت څخه څه شی دی؟



شکل (7-2)

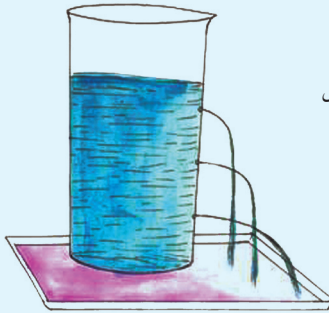
تاسو ولیدل چې اوبو د کڅوړې د سطحې له سوږو څخه په ټولو لورو کې په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار په ټولو لورو کې د سطحې په هره نقطه کې عمود دی.

په څه ډول د اوبو د فشار کچه د اوبو د ژوروالي په نسبت توپیر کوي؟  
ددې پوښتنې ځواب د لاندې فعالیت په ترسره کولو لاس ته راوړلای شئ.



**فعالیت:** فشار او ژوروالي

**اړین توکي:** اوږده حلبي قطی، موم، یا خمیره سوري کونکي او اوبه  
**کړنلاره:**



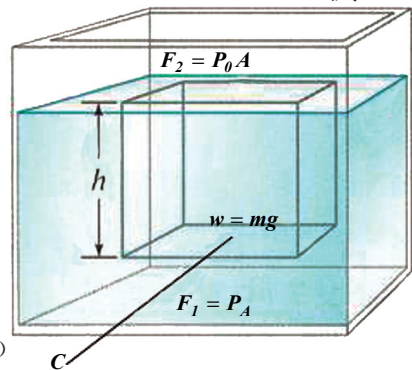
شکل (7-3)

- 1- د قطی یوه خوا درې ځایه په مساوي ډول سوري کړئ.
  - 2- سوري په موم یا خمیرې بند کړئ.
  - 3- حلبي قطی له اوبو څخه ډکه کړئ.
  - 4- سوري پرانیږئ.
  - 5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.
- لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب وولئ:
- له کوم سوري څخه اوبه په تېزۍ او ډېر شدت فواره کوي؟
  - په کوم سوري کې فشار ډېر دی؟

له لاندې فعالیت څخه کولای شو پایله ترلاسه کړو چې د اوبو فشار د ژوروالي په زیاتېدو سره ډېرېږي.

### د مایع په یوه ټاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي ترمنځ رابطه

د  $(\rho)$  کثافت لرونکې ساکنه مایع د یو سرخلاصي لوبښي په منځ کې له (7-4) شکل سره سم په نظر کې نیسو. کله چې وغواړو د مایع فشار د مایع په منځ د C په نقطه کې چېرې چې د مایع ارتفاع یا ژوروالی h دی، لاس ته راوړو.



شکل (7-4)

له مایع څخه ډک لوبښی په نظر کې ونیسئ چې د h په ارتفاع او د A په قاعدې یو مکعب په کې غوټي وهي. ددې بېلگه ییز مکعب لوړوالي برابره ده، د C نقطې له ژوروالي څخه د اوبو تر سطحې (h) پورې. راځئ چې ددې فرضي مکعب پورتنیو او لاندینو سطحو باندې عاملې قوې مطالعه کړو. دغه قوې درې ډوله دي:

1 - د بېلگه ییز سلنډر وزن (w)،  $w = mg = \rho Vg = \rho ghA$

2 - د  $(F_1)$  صعودي قوه چې د مایع د فشار له امله د مکعب پر قاعدې واردېږي.  $F_1 = PA$

د ( $F_2$ ) قوه چې د اتموسفیر د فشار له امله د مکعب پر پورتنۍ سطحه له پاسه عمل کوي. پردې بېلگه ییز معکب د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره (مایع ساکن او د تعادل په حالت کې دي):

$$\sum F = 0$$

$$PA - (P_0 A + \rho gh A) = 0 \quad \text{نو ددې له مخې:}$$

$$P = p_0 + \rho gh \quad \text{نو:}$$

$$p - p_0 = \rho gh = p_G \quad \text{اویا}$$

$P$  مطلقه فشار دی،  $P_G$  نظر ژوروالي ته د سیال د داخلي فشار په نامه یادېږي. د  $P$  مطلقه فشار د  $h$  په ژوروالي کې د مایع د سرخلاصی لوبني په بنکتنۍ سطحه کې د اتموسفیر له فشار څخه ډېر دی او کچه یې ( $\rho gh$ ) ده. له هغه څه مو چې په رابطه کې مطالعه کړل، لاندې پایلې لاسته راوړلای شو:

- 1 - د مایع د دننه په هره نقطه کې فشار، په خطي توګه عمل کوي او د مایع له عمق او کثافت سره متناسب دی.

2 - فشار د مایع د عین ژوروالي په ټولو نقطو کې یو ډول وي.

3 - د لوبني شکل پر فشار اغېزه نه لري.

## مثال

یو لامبووونکي په  $400m$  ژوروالي په سمندر کې په افقي توګه لامبوووي. که چیرې د بحر د اوبو کثافت  $1.025 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$ ،  $P_0 = 1.01 \times 10^5 Pa$  او  $g = 9.8 \frac{m}{sec^2}$  وي، حساب کړئ.

1 - د  $P_G$  داخلي فشار په دې ژوروالي کې.

2 - منځنی فشار په دې ژوروالي کې.

3 - پر لامبووونکي جسم د اوبو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبووونکي جسم مساحت  $0.8m^2$  وي.

$$P_G = \rho gh \quad \text{حل:}$$

$$P_G = 1.025 \times 10^3 \times 9.8 \times 400 \quad - 1$$

$$P_G = 4.018 \times 10^6 Pa$$

$$P = P_0 + P_G \quad - 2$$

$$P = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} + 4.018 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$P = 4.119 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \times A \quad - 3$$

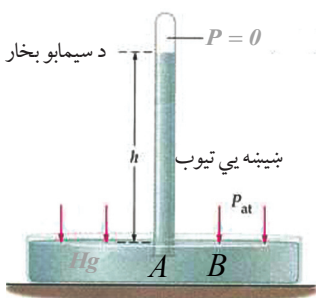
$$F = 4.119 \times 10^6 \times 0.8$$

$$F = 3.2952 \times 10^6 \text{ N}$$

### 7-3: د اتموسفیر فشار

ځمکه د نایتروجن، اکسیجن او نورو غازاتو د یو قشر په واسطه احاطه شوې ده چې د اتموسفیر په نامه یادېږي. د اتموسفیر د قشر پندوالی له ځمکې څخه د هغه تر پورتنې برخې پورې تقریباً 150km ته رسېږي. د اتموسفیر شاوخوا 80% غازونه د ځمکې د سطحې په 10 کیلومتری ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفیر په پورتنۍ برخه کې صفر ته نژدې کېږي. لکه چې پوهېږو فشار د اتموسفیر په هره نقطه کې د هوا د هغه ستون له وزن سره مساوي دی چې اوږدوالي کې له هماغه نقطې څخه د اتموسفیر تر پورتنۍ برخې پورې وي او د سطحې پر واحد باندې په هماغه نقطه کې واردېږي، نو له دې امله فشار له ځمکې څخه د ارتفاع په زیاتېدو سره تناقص پیدا کوي. اوس گورو چې څنگه کولای شو، د اتموسفیر فشار اندازه کړو؟

په دې غرض موږ د توریچلی (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) څخه چې په 1643 زېږدیز کال اختراع شوی دی گټه اخلو.



شکل (7-5)

په (7-5) شکل کې ښه یې اوږد تیوب تقریباً د یو متر په اوږدوالي او د  $1 \text{ cm}^2$  قاعدې مساحت سره وینی چې یو سر یې بند دی. کله چې هغه له سیمابو (Hg) څخه ډک کړو او بیا یې په معکوس ډول له سیمابو څخه په ډک لوبڼې کې کېږدو، په دې صورت کې  $P_a = P_b$  دی (ولې)؟

$$P_0 = \rho_{\text{Hg}} g h$$

د بحر په سطح او تر معیاري شرایطو لاندې د ځمکې د جاذبې تعجیل او د سلسیوس صفر درجې تودوخې په صورت کې، د سیمابو دستون ارتفاع 76cm دی او د سیمابو په دې ستون باندې د اتموسفیر فشار یو اتموسفیر ( $1_{\text{at}}$ ) دی.

د سیمابو د ستون ارتفاع په  $\rho$ ،  $g$  او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري، نو له دې کبله د  $\rho$  کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبې تعجیل ( $g$ ) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له بدلونانو سره بدلون مومي. ټول دقیق فشار سنجونکی یا بارومیترونه (Barometers) له ترمامیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارتونو سره یو ځای جوړېږي.





### اضافي معلومات:



ځينې موضوعات چې بايد پرې پوه شو:

هرڅومره چې غواص (لامبووهونکي) د بحر د اوبو په ژورو کې ښکته ځي، فشارې پر بدن زياتېږي، تنفس ورته گرانېږي، نو له همدې امله لامبووهونکي ددې ستونزې د رفع کولو لپاره له فشار تنظيمونکو څخه گټه اخلي.

د (6-7) شکل د غواصانو ځانگړي لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر 610m ژوروالي پورې په تعادل کې ساتي او د تنفس عمل آسانه کوي.

شکل (6-7)

آيا د سيال د جاري کيدو لوري ټاکلی شی؟  
ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعاليت په عملي توگه تجربه کړئ.



### فعاليت:

د فشارونو توپير او د سيالونو بهيدل.

**اړين توکي:** قطره څخونکي، پيال او اوبه

### کړنلاره:

- 1 - هرو دوو زده کوونکو ته يوه دانه پلاستيکي قطره څخونکي او د اوبو يوه کوچنۍ پيال ورکړئ.
- 2 - له هغو څخه وغواړئ چې د قطره څخونکي د کار د څرنگوالي په هکله يو پاراگراف وليکي.
- 3 - توضيح کړئ چې ولې اوبه په قطره څخونکي کې پورته ځي؟ او ولې کولای شو اوبه په فشار له قطره څخونکي څخه بهر کړو؟ دواړه پوښتنې ددې حقيقت پر بنسټ چې سيالونه د جگ فشار له ساحې څخه د ټيټ فشار لوري ته بهېږي، تشریح شي.



شکل (7-7)

## ستاسو پر جسم باندي د فشار بدلون

ستاسو په جسم څه پېښېږي کله چې د اتموسفیر په فشار کې بدلون رامنځ ته شي؟ کله چې په یوه سفر لورو او یا ټیټو نقطو ته ولاړ شئ، باید ځان د اتموسفیر له فشار سره عیار کړئ، ترڅو د بدن د داخلي او بهرني فشار تعادل رامنځ ته شي. ښايي تجربه کړي مو وي چې لوړو او ټیټو منطقو ته د سفر پر مهال مو غوږونه آواز کوي او سبب یې دا دی چې ستاسو د غوږونو د شاوخوا هوا په فضايي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځ ته کېږي او د غوږ پرده مو اغېزمنه کوي.

### مثال:

a- د اتموسفیر فشار د سلسیوس په صفر درجه او د ځمکې د جاذبې په معیاري تعجیل کې د بحر په سطحه کې حساب کړئ. په هغه صورت کې چې:

$$\rho_{Hg} = 13595 \frac{kg}{m^3} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \quad \rho_{Hg} = 13595 \frac{kg}{m^3} \quad \text{او} \quad g = 9.80666 \frac{m}{sec^2}$$

حل:

$$P_0 = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_0 = 13595 \times 9.80666 \times 0.76$$

$$P_0 = 101324.372 \frac{kg \cdot m \cdot m}{m^3 \cdot s^2}$$

$$P_0 = 1.013 \times 10^5 Pa$$

$$\rho_0 = 1 atm$$

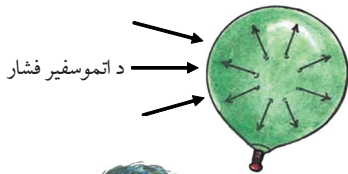
$$P_0 = ?$$

b- د بحر په سطح کې پر  $2m^2$  مساحت وارده قوه حساب کړئ.

$$20 \text{ ټنه وزن} \approx 2.026 \times 10^5 N \Rightarrow F = 1.013 \times 10^5 \times 2 = 2.026 \times 10^5 N$$

ستره قوه ده.

### پوښتنې:



د اتموسفیر فشار

1. ولې تاسو دومره ستر او ځپونکی فشار نشئ حس کولای؟

2. ولې د الوتکو کابینونه باید د تنظیم شوې هوا فشار ولري؟

3. څه پېښېږي کله چې په یوې نیچې د مېوو اوبه څښئ؟ تشریح یې کړئ.

4. ولې فشار د یو ژور ډنډ په قاعده کې د یو لوی او کم ژورجهیل د قاعدې

له فشار څخه زیات دی؟



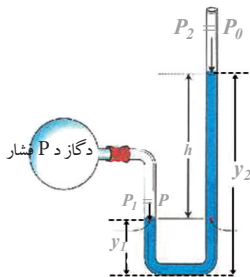
## 7-4: په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول

په محصور شوو مایعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له یوې آلې څخه چې د فشار سنج په نامه یادېږي کار واخلو. دوه ډوله فشار سنج شتون لري. یو د  $U$  ډوله سرخلاصی نل چې هغه ته  $U$  شکله مونومتر (U shape monometer) او دویم ډول یې د بورډن مونومتر (Bourdon - type) په نامه یادېږي.

### 1 - خوله خلاصی مونومتر

دا ډول مونومتر له  $U$  ډوله بڼېښه یې نل څخه جوړ شوی دی چې په منځ کې یې مایع وي. یو سر یې خلاص او بل سر یې له یوه سیستم (ټانک) سره چې د  $P$  فشار یې اندازه کوو وصل شوی دی. د کین اړخ د ستون په قاعده کې د مایع فشار مساوي دی له  $P + \rho g y_1$  سره، په داسې حال کې چې د بڼي اړخ په قاعده کې د مایع فشار  $P_0 + \rho g y_2$  دی.

$\rho$  د مونومتر د مایع له کثافت څخه عبارت دی. له هغه ځایه چې دواړه تعریف شوي فشارونه له همغه نقطې سره اړیکه لري، نو ددې له مخې لیکلای شو:



شکل (7-8)

$$P + \rho g y_1 = P_0 + \rho g y_2$$

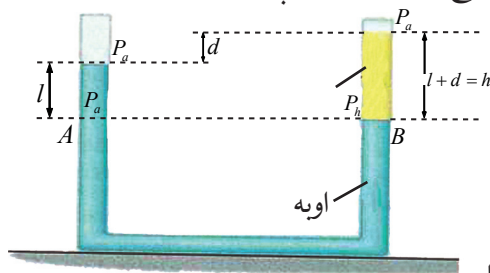
$$P - P_0 = \rho g (y_2 - y_1)$$

$$P - P_0 = \rho g h$$

لکه څنگه چې پوهېږئ چې  $(P - P_0)$  نظر ژوروالي ته، د فشار د توپیر په نامه دي او دا فشار د مایع د ستونونو د ارتفاع له توپیر سره متناسب دی.

### مثال:

یو  $U$  ډولي بڼېښه یې نل له اوبو څخه یوڅه ډک شوی دی، یوه بله مایع چې له اوبو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په یو انجام کې اچول شوې ده، ترڅو دا مایع د  $d$  په فاصله کې د اوبو په پورتنۍ سطحه په بل ستون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.



### پیداګرئ:

- 1 - د مایع د کثافت او اوبو د کثافت ترمنځ نسبت.
- 2 - که چیرې د مایع د ستون ارتفاع  $20\text{cm}$  او  $d = 8\text{cm}$  وي، د مایع کثافت پیداګرئ.

شکل (7-9)

**حل:**

1 -  $P_a = P_h$  ځکه چې په عين افقي سطحه کې واقع دي. نو:  $P_0 + \rho_L g(d+l) = P_0 + \rho_w gl$  په رابطه کې  $\rho_L$  د مايع کثافت او  $\rho_w$  د اوبو کثافت رابسي، د پورتنۍ رابطې له ساده کولو وروسته ل

$$\text{رو: } \frac{\rho_L g(d+l)}{\rho_w g(d+l)} = \frac{\rho_w \cdot g \cdot l}{\rho_w g(d+l)} \Rightarrow \frac{\rho_L}{\rho_w} = \frac{l}{l+d}$$

$$2 - \text{څنگه چې: } \frac{\rho_L}{1000} = \frac{12}{20} \Rightarrow \rho_L = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

**مثال:**

يو خوله خلاصی مونومتر د گاز له يوه ټانک سره تړل شوی دی.

د بني اړخ په ستون کې د سيمابو سطحه د (10-7) شکل په څېر،  $0.39m$  نسبت د مونومتر د کين اړخ سطحې ته لوړه واقع ده. که چيرې يو مونومتر د سيمابو د ستون ارتفاع  $0.75m \cdot Hg$  وښيي.

a- د گاز مطلقه فشار څومره دی؟ ځوابونه په نيوتن پر متر مربع ( $\frac{N}{m^2}$ ) او اتموسفير ( $atm$ ) وړاندې کړئ.

b- د ژوروالي په نسبت د گاز داخلي فشار ( $P_G$ ) محاسبه کړئ.

**حل:**

a- د گاز مطلقه فشار ( $P_{gas}$ ) عبارت له هغه فشار څخه دي چې د سيمابو د کين اړخ ستون پر پورتنۍ سطحې واردېږي او دا فشار مساوي دی د سيمابو د بني اړخ ستون په عين افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره، نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + P_{Hg} = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$

$$1atm = 0.76mHg \Rightarrow m - Hg = \frac{1atm}{0.76}$$

$$\text{نو ددې له مخې: } P_{gas} = \frac{1.14}{0.76} = 1.5atm$$

$$\text{او } P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

b- د گاز داخلي فشار ( $P_G$ ) داسې په لاس راځي:

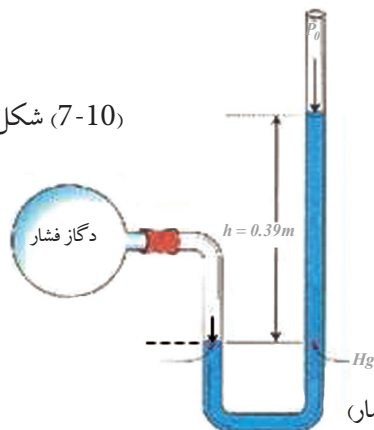
$$P = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

$$P_G = \frac{\text{د فشارونو توپير د سيمابو ستون}}{\text{د يو اتموسفير د سيمابو ستون}} \times 1atm$$

$$P_G = \frac{P_{Hg}}{P_{atm}} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

$$P_G = 0.513 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 0.519669 \times 10^5 Pa = 5.2 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$$

شکل (7-10)



## 2) د بوردن ډوله فشار سنج اله

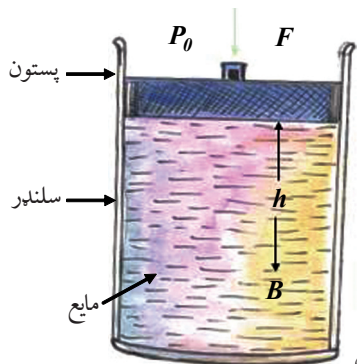
له دې آلې څخه د مایع مونومتر (U ډوله مونو متر) په نسبت د گڼو مقاصدو لپاره په آسانی او آرامی ډېر کار اخیستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجي هوار تیوب څخه جوړ شوی دی چې یو سربې تړل شوی او په دایره یي ډول کور شوی دی. تړل شوی سربې له یوې گیرا او کوچني غابښ لرونکي څرخ چې د یوې مندرچې صفحې پرمخ حرکت کوي له یوې عقربې سره وصل شوی دی. (11-7) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د تیوب خلاص انجام له هغې آلې سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوی دی. کله چې فشار د هوار تیوب په سر راوړل کېږي، تیوب ورو ورو ځان سیخوي او د نل د خلاص انجام (چې له عقربې سره وصل دی) د حرکت په پایله کې عقربه حرکت کوي.



شکل (7-11)

## 5-7: په سیالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (12-7) شکل یو سیال په یو سلنډر کې نښي چې له مایع څخه ډک شوی دی او یو پستون لري. ددې پستون په مرسته کولای شو د سلنډر داخلي فشار ته بدلون ورکړو. فشار د مایع دننه په هره نقطه کې د مثال په ډول د (B) په نقطه کې د  $P = P_0 + \rho gh$  معادلې په مرسته حسابیدای شي. راضي چې داخلي فشار د  $\Delta P_0$  په اندازه زیات کړو. په دې حالت کې د P قیمت هم د پورتنی رابطې پر بنسټ زیاتېږي. دا پایله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه:



شکل (7-12)

چې د پاسکال د قاعدې په نامه یادېږي. هغه فشار چې پر یوې محصور شوې مایع تطبیق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې یې کموالي راشي د مایع ټولو برخو او د لوبښي جدارونو ته انتقالېږي.

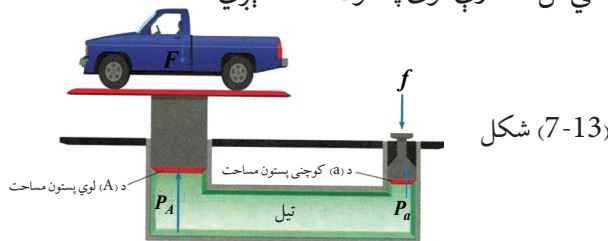
پاسکال د قوې مضاعف کوونکې آلې اختراع کړه چې د پاسکال د آبي شکنجې په نامه یاده شوې او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبیق مهم ځایونه لري.

## د اوبو شکنجه (Hydraulic press)

په بنسټيزه توگه د اوبو شکنجه له دوو سلنډرونو څخه جوړه شوې ده چې له غليظې مايع څخه ډکه شوې ده او د متحرکو پستونونو په مرسته يې پورتنۍ سطحې بندې شوي چې په (7-13) شکل کې ښودل شوي دي. لوی پستون د (A) او کوچنی پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

د اوبو شکنجه څنگه کار کوي؟

1 - کله چې تاسو د (f) يوه کوچنی قوه په يوه واړه پستون وارده کړئ. د مايع (تېل) پر سطحې وارد شوی فشار  $P = \frac{f}{a}$ ، د ارتباطي نل له لارې لوی پستون ته انتقالېږي.



2 - څرنگه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوي دی، نو:  $P = \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = f \times \frac{A}{a}$ . د قوې مضاعف کونکې آله ده چې ميخانيکي خيالي گټه يې له  $\frac{A}{a}$  سره مساوي ده. د سلمانې څوکۍ، د غاښونو د ډاکټر څوکۍ، د موټرو جکونه او هايډروليکي برکونه دا ټول هغه وسايل دي چې د پاسکال له قاعدې څخه په گټې اخېستلو جوړ شوي دي. تاسو کولای شئ د پاسکال د قاعدې په تطبيقولو سره لاندې حيرانوونکي فعاليت ترسره کړئ.

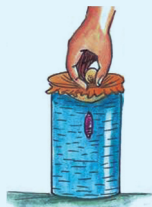


**فعاليت:** د يو آب بازک (کوچني بوتل) حيرانونکی حرکت د اوبو په لوبني کې.

**اړين توکي:** استوانه يي ورکوټې بوتل له 8 تر 10 سانتي متره اوږد، ښېښه يي اوږد مرتبان او د رېر ارتجاعې پرده (د قيچې شوې پوکلنې يوه برخه)، اوبه او يوه دانه تشله.

### کړنلاره:

- 1 - مرتبان له اوبو ښه ډک کړئ.
- 2 - په ورکوټي بوتل کې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په سطحه کې پاتې شي او په مرتبان کې په غوټه کېدو سره لامبو ووهي.
- 3 - تشله په رېرې پرده د شکل په څير وترئ، او پرده د مرتبان له پاسني څنډې سره کلکه کړئ.
- 4 - پرده له تشلې سره ونيسئ او فشار ورکړئ او دويم ځل يې پورته راکاږئ، خپلې مشاهدې نوټ کړئ او هغه تشریح کړئ.



شکل (7-14)

د مرتبان په پورتنۍ سطحه کې د هوا د فشار ډېروالی د مایع له لارې انتقالیږي او ددې لامل ګرځي. چې د اوبو یوه ډېره اندازه د آب بازک په منځ کې ورننه وځي. صعودي قوه پکې کمېږي او ددې لامل ګرځي چې د آب بازک بوتل پکې لمبا وکړي. د فشار په دویم ځلي کمېدو سره بوتل خپله صعودي قوه بیا مومي او پورتنۍ سطحې ته پورته ځي.

### مثال

په یوه اوبو شکنجه کې که چیرې کوچنی پستون  $5\text{cm}$  قطر او لوی پستون  $40\text{cm}$  قطر ولري، په کوچني پستون باید کومه وزنه کېږدو، ترڅو هغه موټر چې  $2 \times 10^4\text{N}$  وزن لري، د لوی پستون له پاسه په توازن کې وساتي؟

$$d = 5\text{cm} \Rightarrow r = \frac{d}{2} = 2.5\text{cm} = 0.025\text{m}$$

$$D = 40\text{cm} \Rightarrow R = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$$

$$F = 2 \times 10^4\text{N}$$

$$f = ?$$

$$a = \pi r^2 = \pi \times (0.025)^2 = 0.000625\pi$$

$$A = \pi R^2 = \pi \times (0.2)^2 = 0.04\pi$$

$$F = 2 \times 10^4\text{N}$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow f = F \times \frac{a}{A}$$

$$f = 2 \times 10^4 \times \frac{0.025 \times 0.025}{0.2 \times 0.2} \Rightarrow f = 312.5\text{N}$$

آیا کولای شئ یوه د اوبو شکنجه دیزاین کړئ؟



### اضافي فعالیت: هایډرولیکي ماشین

ارین توکي: وړوکی سرنج، لوی سرنج، نری ربري نل او یوه مایع (اوبه، تېل یا....)

### کړنلاره:

1 - د دیاگرام د شکل په څېر دواړه سرنجونه یو له بله سره وصل کړئ.

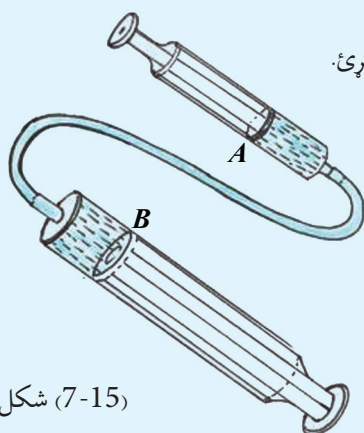
2 - سرنجونه له مایع څخه ډک کړئ.

3 - د A کوچنی پستون ته فشار ورکړئ.

4 - خپل مشاهدات ثبت او تشریح کړئ.

یادونه: د B پستون یو څه شاته راښکل کېږي

ولې قوه د B په پستون ډېره شوې ده.



شکل (7-15)

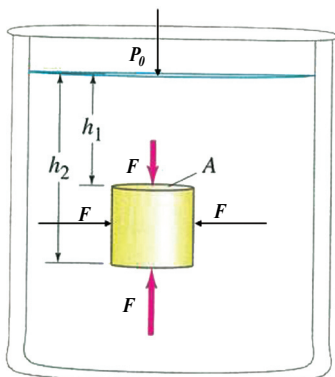
$$\frac{\text{د B پر پستون قوه}}{\text{د B مساحت}} = \frac{\text{د A پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}}$$

$$\frac{F_B}{A} = \frac{F_A}{B}$$

او یا

## 6-7: د ارشمیدس قانون (Archimedes Law)

ولې اجسام په اوبو کې سپک او کم وزنه کېږي؟ تاسو مخکې ولوستل چې سیالونه پر اجسامو یوه صعودي قوه واردوي چې په پایله کې اجسام یو څه او یا په بشپړ ډول په سیال کې ډوبېږي. دغه قوه د لامبلو (buoyancy) قوې په نامه نومول شوې ده. د لامبلو صعودي قوه د جسم د وزن (د ځمکې د جاذبې قوه) په وړاندې عمل کوي او څرنګه چې د جسم وزن له صعودي قوې څخه ډېر دی، جسم په اوبو کې ښکته ځي. په دې حالت کې سپک ښکاري او د هغه وزن د ظاهري وزن په نامه یادېږي، (په یاد ولری چې چې صعودي قوه ددې سبب ګرځي چې اجسام په مایعاتو کې ډوب شي او یا لمبا وکړي). فکر وکړئ چې یو مکعب شکله جسم په یوه سیال کې بشپړ ډوب شوی دی، په (7-16) شکل کې ښودل شوی دی. سیال د جسم پر ټولو سطحو عمودي قوه واردوي. هغه قوه چې د مکعب د قاعدې پر سطحې واردېږي عبارت ده له:  $F_{up} = (P_0 + \rho_f g h_2) A$  صعودي قوه چې په هغې کې  $\rho_f$  د سیال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتنۍ سطحې واردېږي عبارت ده له:



شکل (7-16)

$$F_{down} = (P_0 + \rho_f g h_1) A = \text{نزولي قوه}$$

څرنګه چې  $h_2 > h_1$  دي، نو  $F_{up} > F_{down}$  او منتهجه صعودي قوه به له  $F_{up} - F_{down}$  سره برابره وي.

$$F_B = \rho_f g (h_2 - h_1) A \text{ منتهجه صعودي قوه په } F_B \text{ ښیو لیکو:}$$

څرنګه چې  $(h_2 - h_1)$  د جسم ارتفاع ده، نو له مخې یې:

$$V = A(h_2 - h_1) = \text{د جسم حجم}$$

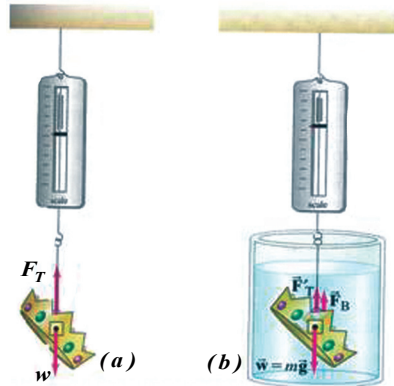
$$F_B = \rho_f \times V \times g \text{ نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي:}$$

په وروستۍ رابطه کې  $\rho_f$  او  $V$  په ترتیب د سیال کثافت او د ډوب شوي جسم حجم دی. منتهجه صعودي قوه (buoyant force) برابره ده، د جسم لخوا ډبې ځایه شوي سیال له وزن سره، دا حقیقت په فزیک کې یو له پخوانیو کشفیاتو څخه دی چې شاوخوا 250 کاله مخکې له میلاده د ارشمیدس (Archimedes) یوناني فیلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشمیدس قانون په لاندې توګه تشریح کیدای شي:

هر جسم چې یو څه او یا بشپړ په یو سیال کې ډوب شي، په مقابل کې یې یوه صعودي قوه عمل کوي چې په پایله کې یې وزن کمېږي چې ددې بایللي وزن کچه په جسم کې مساوي ده.





شکل (7-17)

د نوموړي جسم لخوا د بي ځايه شوو اوبو له وزن سره، يعنې: د بي ځايه شوي سيال وزن مساوي دی له  $F_B$  سره. د جسم د واقعي وزن ( $W$ ) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول د يوې فنري تلي له انجام څخه څروو او د فنر د مقابلي درجه لرونکي صفحه له مخې يې ريښتني وزن لولو. که چيرې همدا څرېدلی جسم ټول په مايع (سيال) کې ډوب کړو، ليدل کېږي چې د ارشميدس د صعودي قوې له امله يې وزن کمېږي، په دې حالت کې:  $T = W - F_B$

د جسم ظاهري وزن ( $W'$ ) عبارت دي له:  $W' = W - F_B$

نو:  $F_B = W - W'$  = د بي ځايه شوي سيال وزن

دياگرام ښيي چې: واقعي وزن  $T = W =$  د فنر د راښکلو قوه

ظاهري وزن  $T' = W - F_B =$

### کله يو جسم لامبو وهي او يا ډوبېږي؟

ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره راځئ درې لاندیني حالتونه تر مباحثې لاندې ونیسو:

1 - کله چې د ارشميدس صعودي قوه د جسم له ريښتني وزن څخه کمه وي:  $F_B < W$  « د منته قوې لوری مخ په ښکته، نو جسم په سيال کې ښکته ځي او په بشپړ ډول ډوبېږي»، يعنې:

$$\rho_f \times v \times g < \rho \times v \times g \quad (\text{د سيال کثافت د جسم له کثافت څخه کم دی}). \quad \rho_f < \rho$$

2 - که چيرې د ارشميدس قوه مساوي د جسم له ريښتني وزن سره وي:

$$F_B = W$$

«منتجه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دی، یعنې نه ښکته ځي او نه صعود کوي».  $\rho_f \times v \times g = \rho \times v \times g$  او یا  $\rho_f = \rho$  د سیال کثافت مساوي دی، د جسم له کثافت سره (د جسم د ظاهري وزن کچه په دې حالت کې څومره ده؟)

3 - که چېرې صعودي قوه د جسم له رښتیني وزن څخه ډېره وي او ټول جسم تر سیال لاندې شي:  $F_g > W$  (د نتیجه قوې لوری مخ پورته وي او جسم پورته خوا ته تېله کوي) او په پایله کې جسم په تدریجي توګه د اوبو سطحې ته پورته ځي او لمبا کوي، ترڅو پورې چې د تعادل ځای (یوه برخه یې تر اوبو لاندې وي) ونیسي او په دې حالت کې د بې ځایه شوي سیال وزن مساوي دی د جسم له وزن سره.  $\rho_f > \rho$  او یا  $\rho_f \times v \times g > \rho \times v \times g$

دلته د سیال کثافت د جسم له کثافت څخه زیات دی، خو کله چې جسم د مایع په سطحه کې لمبا کوي، یوه برخه یې تر مایع لاندې وي او د سکون حالت لري، یعنې په تعادل کې دی، نو له دې امله:

$$F_{B'} > W$$

$$V'_f \rho_f g = V \rho_0 g \quad \text{او:}$$

$$\frac{V'_f}{V} = \frac{\rho_0}{\rho_f} \quad (V'_f \text{ مساوي دی د جسم د ډوبې شوې برخې له حجم سره په مایع کې}).$$

نو د کثافتونو نسبت مساوي دی، د جسم د ډوب شوي حجم له کسر سره.

**مثال:** د یخ کثافت  $920 \text{ Kg}/m^3$  دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت  $1025 \text{ Kg}/m^3$

دی. د لامبوو هونکي یخ ټوټې کوم کسر:

a: په اوبو کې ښکته ځي؟

b: له اوبو څخه بهر پاته کېږي؟

$$\text{حل: a-} \quad \frac{V_f}{V} = \frac{\rho}{\rho_f} = \frac{920}{1025}$$

$$= 0.89 = 89\%$$

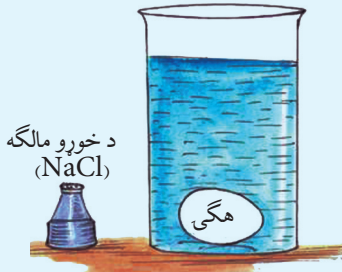
$$\text{b-} \quad 100\% - 89\% = 11\% \quad \text{له اوبو څخه د بهر حجم کسر}$$

د ارشمیدس د صعودي قوې پر کچې باندې د مایع د کثافت د اغېزې مشاهده کولو لپاره لاندې فعالیت ترسره کولای شئ.



### فعالیت: دیوې هگی لامبو

**اړین توکي:** تازه هگی، یو ښښنه یې لوبښی، اوبه، د خوړو مالګه ( $NaCl$ ) کاجوغه او لرونکی سیخ).  
**کړنلاره:**



شکل (7-18)

1 - د لوبښي دوه ثلثه ( $\frac{2}{3}$ ) له اوبو څخه ډک کړئ.

2 - هگی ورو د اوبو په منځ کې ښکته کړئ، و به گورئ،

چې هگی په اوبو کې ډوبېږي، بیان کړئ چې ولې؟

3 - یوه ډکه چای خوړي کاجوغه مالګه په اوبو کې واچوئ او وپې لړئ او هگی مشاهده کړئ.

4 - مالګه ډېروئ، ترڅو هگی د اوبو سرته راشي او یو څه په اوبو کې لامبو وکړي.

5 - د صعودي قوې په کچه په هر پړاو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

بې له شکه پایلې ته به ورسېږئ چې د مالګې په زیاتولو سره په تدریج د مالګینو اوبو کثافت زیاتېږي او صعودي قوه هم په تدریج سره زیاتېږي، یعنې کولای شو ووايو: صعودي قوه د مایع له کثافت سره مستقیماً متناسبه ده.

### مثال

یو سړی د سروزرو یو سیټ له یوه مارکیټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کور ته راځي سره زر تلي  $7.84N$  کېږي. په دویم پړاو کې د همدې سروزرو وزن په اوبو کې پیداکوي، تله دا ځلي  $6.86N$  ښيي. آیا سره زر چې اخیستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوته یا گډ؟ تشریح یې کړئ.

### حل:

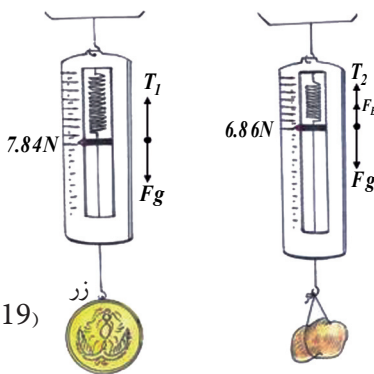
1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

$$F_g = 7.84N = \text{د زرو وزن}$$

$$6.86N = \text{ظاهرې وزن}$$

$$\rho_w = 1.00 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3 = \text{د اوبو کثافت}$$

$$\rho_g = ? = \text{د سروزرو کثافت}$$



شکل (7-19)

$$\therefore F_B = 7.84 - 6.86 = 0.98 \text{ N}$$

$$F_B = V_0 \rho g$$

$$0.98 = V_0 \times 1.0 \times 10^3 \times 9.8$$

$$V_0 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\therefore F_g = w = m_0 g = V_0 \rho_0 g \Rightarrow \rho_0 = \frac{w}{v_0 \cdot g}$$

$$\rho_0 = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

خو د سروزرو کثافت  $19.3 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$  دی. نو اخیستل شوي سره زر سوچه یا خالص نه دي.



### پوښتنې:

- 1 - د سیالونو فشار تل موجه پرکوم لوري وي:  
a: پورته      b: اړخونو ته      c: بنکته      d: ټولو خواوته
- 2 - کومه یوه له لاندې معادلو څخه د منتهجه قوې ( $F_{net}$ ) سمه معادله ده چې په ډوب شوي جسم عمل کوي؟  
a:  $F_{net} = 0$   
b:  $F_{net} = (\rho_{\text{جسم}} - \rho) g V_{\text{جسم}}$   
c:  $F_{net} = \rho_f g A (h_2 - h_1)$   
d:  $F_{net} = (\rho_f + \rho) g V_0$
- 3 - په څه ډول لامبووهوونکی جسم د صعودي قوې لخوا اغېزمن کېږي؟ بیان یې کړئ.
- 4 - په اوبو کې د هر ډوب شوي جسم لپاره د ارشمیدس صعودي قوه مساوي له څه شي سره ده؟

- 5 - فولاد د اوبو په پرتله ډېر کثافت لري، نو څرنگه فولادي کښتی د اوبو پر مخ لامبووهي؟
- 6 - له لاندې جسمونو څخه کوم یې له سیمابو څخه په یو ډک ټیوب کې لامبووهي؟

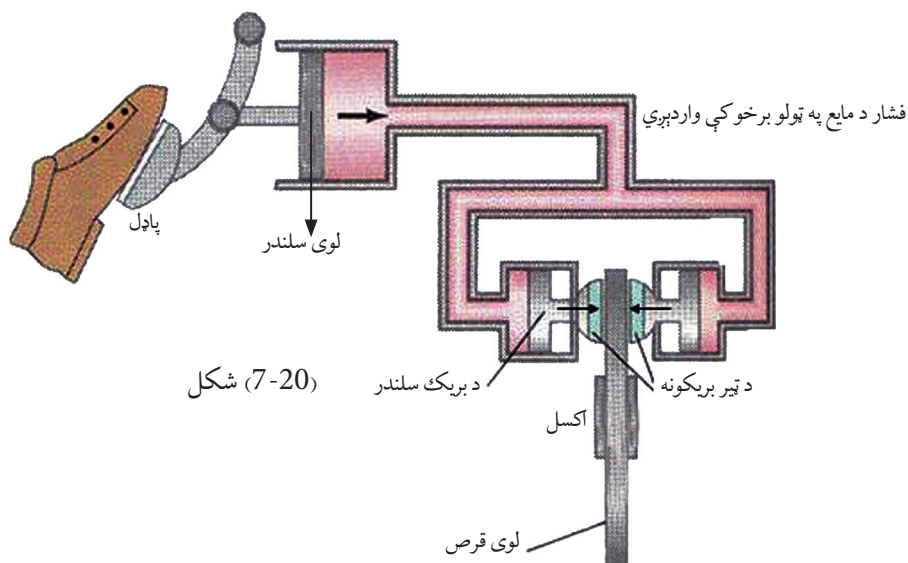
کثافت به $\text{Kg/m}^3$	مواد
$0.917 \times 10^3$	یخ
$7.86 \times 10^3$	اوسپنه
$19.3 \times 10^3$	سره زر
$13.6 \times 10^3$	سیماب

- a- د سروزرو یوه جامده گوته
- b- د یخ یو مکعب
- c- د اوسپنې یو پیچ
- d-  $5 \text{ ml}$  اوبه

## دایروي هایدرولیک بریکونه

د یوه موټر پر څلورو ټایرونو د قوو د مساوي تطبیق او پر بریک باندې د قويې د کچې د زیاتولو لپاره د پاسکال له قانون څخه گټه اخیستل شوې ده. دا کار څنگه ترسره کېږي؟

- 1 - د ډریور پښه پستون ته فشار ورکوي، ترڅو د بریک پر مایع فشار راشي.
- 2 - فشار د مایع له لارې په پستونونو کې د دایروي لویو قرصونو یا صفحو دواړو خواوته چې د موټر له اکسل سره کلک شوي انتقال کوي.
- 3 - دا فشار، پستونونه له قرصونو سره لگوي، ترڅو د موټر حرکت وروشي. فشار د مایع په ټولو برخو کې واردېږي.



شکل (7-20)

## د اووم څپرکي لنډيز



- 1 - سيال د هغو موادو څخه عبارت دی چې جريان کولای شي (بهيرې)، له دې امله ټاکلی شکل نه لري. غازات او مايعات دواړه سيالونه دي.
- 2 - د سطحې پر واحد د وارده قوې کچه له فشار څخه عبارت ده.
- 3 - فشار د ژوروالي له زياتېدو سره زياتېږي.
- 4 - د اتموسفير وزن د فشار د منځته راتلو سبب گرځي چې د اتموسفير فشار په نامه يادېږي.
- 5 - سيالونه د لوړ فشار له سيمې څخه د ټيټ فشار سيمې ته بهيرې.
- 6 - پر يو محصور شوي سيال تطبيق شوی فشار د سيال په هره نقطه او د لوبښي په جدارونو کې په مساوي توگه انتقال کوي، (د پاسکال قاعده).
- 7 - صعودي قوه د هغې قوې څخه عبارت ده چې د سيال لخوا مخ په پورته لور پر يوه جسم چې يو څه او يا په بشپړ ډول ډوب شوی وي، عمل کوي.
- 8 - صعودي قوه په مايع کې د فشار د اختلاف له امله منځته راځي.
- 9 - د ارشميدس قاعده بيانوي چې ((پر يوه جسم صعودي قوه مساوي ده، د نوموړي جسم په واسطه د بې ځايه شوي سيال له وزن سره)).
- 10 - په يوه لامبووهونکي جسم د صعودي قوې کچه مساوي ده د جسم له وزن سره (سيستم په تعادل کې دی) او يا په بل عبارت: د سيال يوه سيستم د تعادل په صورت کې په يوه لامبووهونکي جسم د صعودي قوې مقدار د جسم له وزن سره مساوي دی.

## د اووم خپرکي پوښتنې

- 1 - لاندې مفاهيم او کلمې په خپله ژبه تعريف کړئ: سيال، د اتموسفير فشار، د ارشميدس صعودي قوه.
- 2 - له لاندې بيانو څخه کومه يوه يې د سيالونو په هکله سمه ده؟
  - a. ډير کم سيالونه (په ندرت سره) د هغو لوبنو شکل ځانته نيسي چې په کې وي.
  - b. سيالونه ميعات او غازات رانغاړي.
  - c. سيالونه له تپت فشار څخه د لوړ فشار په لوري جريان پيدا کوي.
  - d. سيالونه ډير فشار په ښکته لوري واردوي.
- 3 - ولې تاسو د اتموسفير د فشار له امله نه شکنجه کېږئ؟

### مسائل:

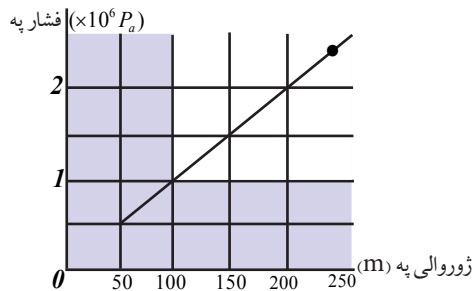
- 4 - د لمبلو د يو ډنډ د قاعدې فشار چې  $3m$  ژور دی، څومره دی؟  
( $1.013 \times 10^5 Pa$  = د اتموسفير فشار)
- 5 - د يوې ټوټې فلز وزن په هوا کې  $50N$ ، په اوبو کې  $36N$  او په ناڅرگنده مایع کې  $41N$  دی. د فلز او ناڅرگندې مایع کثافتونه پيدا کړئ؟
- 6 - ډبري کښتۍ له پلاستيک او نورو ترکيبي موادو څخه جوړې شوې دي چې کثافت يې د اوبو له کثافت څخه زيات دی، څرنگه دا کښتۍ کولای شي په اوبو کې لامبوووې؟
- 7 - يو ربري تش بالون د  $(0.012)Kg$  کتلې لرونکی دی. دا بالون د  $0^\circ C$ ، په  $1atm$  فشار او  $(0.179) Kg/m^3$  کثافت د هيلیوم له گاز څخه ډک شوی دی. بالون کروي شکل لري او د  $0.5m$  شعاع لرونکی دی.
  - a. پر بالون د صعودي عاملې قوې کچه څومره ده؟
  - b. پر بالون منتهجه عامله قوه حساب کړئ.
 په یاد ولري چې:  $\rho_{air} = 1.29 Kg/m^3$  او  $g = 9.8 m/s^2$  دی.
- 8 -  $250m$  لوړوالي ته د اوبو د پمپ کولو لپاره د تعمير په ډبره لوړه نقطه کې کوم داخلي فشار ( $P_G$ ) ته اړتیا ده، ترڅو اوبه د تعمير له قاعدې څخه نوموړې ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت  $10^3 kg/m^3$  او  $g = 9.8 m/s^2$  دی.

9 - یو ساده یو (U) ډوله بڼېښه یې ټیوب د سیمابو لرونکی دی، د ټیوب بڼې اړخ ستون ته یو څه اوبه واچوئ، ترڅو د ستون ارتفاع  $0,68m$  ته ورسېږي، سیماب به په کینه خوا ستون کې له خپلې اصلي سطحې څخه تر کومې ارتفاع پورې پورته لاړشي؟

$$\rho_{Hg} = 13600 \text{ Kg/m}^3 \text{ او } \rho_w = 1 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

10 - تاسو به لیدلي وي چې د بندونو قاعدې د هغو د پورتنیو برخو په نسبت ضخیمې جوړوي. ولې؟ تشریح یې کړئ.

11 - لاندې گراف د اوبو فشار چې د یو ساینس پوه لخوا د بحر په بیلابیلو ژوروالو کې اندازه شوی دی ښیي. له دې گراف څخه په گټې اخیستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووايي.



1. فشار پر یوه جسم کله چې د اوبو په  $100m$  ژوروالي کې وي، څومره 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 گراف کې د ثبت شوو ارقامو پر بنسټ له لاندې فشارونو څخه به کوم یو تر بحر لاندې د

اوبو په  $250m$  ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر ښه تخمین وي؟

$$2.6 \times 10^6 P_a \quad (b) \quad 1.7 \times 10^6 P_a \quad (a)$$

$$5.0 \times 10^6 P_a \quad (d) \quad 2.2 \times 10^6 P_a \quad (c)$$

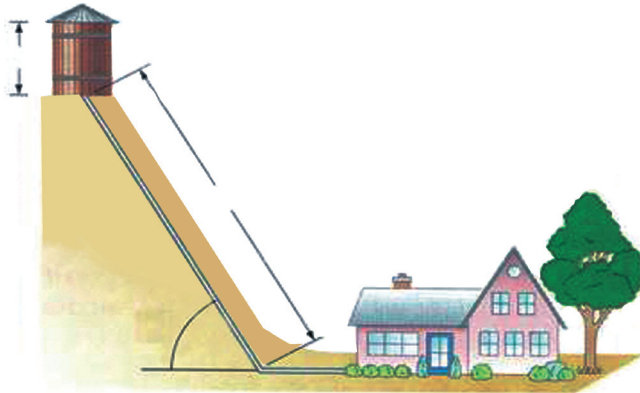
12 - دوه استوانه یې لوبڼي په نظر کې ونیسئ چې دواړه د  $A$  په مساحت د همدې یوې قاعدې لرونکي وي او په یوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د  $(\rho)$  په کثافت د یوې مایع لرونکي دي، خو په یوه سلنډر کې د مایع ارتفاع  $(h_1)$  او په دویم سلنډر کې  $(h_2)$  ده. د جاذبې قوې لخوا څومره کار ترسره شي، ترڅو د دواړو سلنډرونو سطحې په تعادل کې راولي، یعنې د عین ارتفاع لرونکي شي؟ (البته هغه وخت چې دواړه سلنډرونه سره وصل شي).



## متحرک یا خوځنده سیالونه

### 8-1: خیالي (ایډیال) سیالونه

په خوځنده مایعاتو او گازاتو کې د تشابه او یا توپيرونو اړخونه او ځانګړتیاوې:

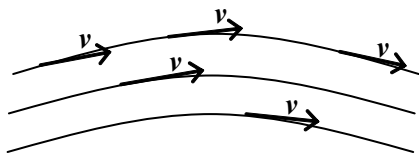


پوهیږئ چې سیال د موادو هغه حالت ته وایي چې د مایع او گاز په حالت کې وي، سیال د مایعاتو او گازاتو شریک نوم دی. د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتیاوې او هم د ځانګړتیا توپيرونه شته دي. مایعات که د سکون په حالت کې وي او یا د حرکت په حال کې متراکم کېږي نه، یعنې د مایع جسم د فشار له امله بدلون نه کوي. برعکس د یوې کچې گازو جسم چې په یوه تړلي محفظه کې ځای پر ځای شوي او د سکون په حالت کې وي، د فشار له امله بدلون کوي، خو کله چې گاز د جریان په حالت کې وي، هغه کولای شو غیر متراکم ومنو.

کله چې د گاز د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو گازاتو پر جسم د فشار د بدلونونو اغېزه تر هغه حده کمه ده چې کولای شو تری صرف نظر وکړو. هغه قوانین چې د متحرکو گازاتو لپاره تطبیق کېږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبیق وړتیا لري، خو بیا هم که چېرې د سیال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه زیات شي، مثلاً د انفجار په څېر حالتونو کې او یا په هغو حالتونو کې چې د گاز غلظت په ډېره تېټه سطحه کې واقع وي. د مثال په توګه: که چېرې له  $(0.7\text{mbar})$  ملي بار څخه په کم فشار په هغو نلونو کې چې قطر یې له  $(7\text{mm})$  ملي متر څخه زیاد وي. د مایعاتو او گازاتو مطالعه ترګډو او یو شان قواعدو لاندې شونې نه ده.

یو سیال (مایع، گاز) ته هغه مهال خیالي (ایډیال) ویلای شو چې پرته له اصطکاکه وي او د تراکم وړتیا ونه لري.

د سرعت وکتور د وخت د تابع  $(t)$  په توګه ټاکل شوی دی، د  $(V)$  د وکتورونو مجموعه چې د نوموړو ټولو فضايي نقطو رانغاړوونکي ده، د سرعت د وکتور ساحه تشکیلوي.



شکل (8-1)

په متحرکو مایعاتو کې خطونه داسې تېرېږي چې د  $(V)$  سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس وي او دا خطونه د جریان د خطونو په نامه یادوي.

## تجربه

تجربه: ذرې له يوې متحرکي مایع سره چې له یوه نل څخه تیرېږي، مخلوط کوو، داسې چې ددې ذرو کثافت په خپلو کې ډېر کم توپیر ولري. اوس د مایع د جریان حالت د مایع په منځ کې د ذرو له حرکت څخه په گټې اخیستلو، د عکاسی د یوې دستگاه پرمټ چې وکولای شي د ډېرو لنډو وختونو لپاره عکاسي وکړي، تر مطالعې لاندې نیسو، په عکسونو کې مخلوط شوي ذرات هر یو د خپل سرعت له کچې سره سم یو اوږد یا لنډ خط ښيي، چې په حقیقت کې همغه د جریانونو خطونه دي. همدارنگه په عکسونو کې لیدل کېږي چې څومره چې د یوې مایع د جریان مسیر کوچنی کېږي، یعنې د هغه نل قطر چې مایع تري تیرېږي، کوچنی کېږي، په همغه تناسب د جریان خطونه یو له بله سره نژدې واقع کېږي او که چیرې قطر لوی شي، د خطونو ترمنځ واټن زیاتېږي.

په ډېرو جریانونو کې د جریان د خطونو تصویر په مختلفو وختونو کې یو شان پاتې کېږي. داسې چې د مایع هره ذره، د فضا یوه مطلوبه نقطه په عین سرعت سره عبور کوي. په دې جریانونو کې د ذرو د سرعت کمیت او لوري چې له مایع څخه تیرېږي، مساوي دي او هغه شخص چې لیدونکی دی، تل له جریان څخه عین تصویر په خپلو سترگو گوري چې دې ډول جریان ته مستقر جریان وايي.

په دې ډول جریانونو کې د مایعاتو د جریان هیڅ یو کمیت لکه (فشار، سرعت، اصطکاک، د عبوري مایع کچه) د وخت تابع نه دي. که چیرې داکمیتونه د مایع په یو جریان کې د وخت په تیریدو سره بدلون ومومي، دې مایع ته غیر مستقره مایع وايي. د مایع هغه برخه چې د جریان د خطونو لخوا محدودېږي، د جریان د لولې په نامه یادېږي. د مایع سرعت وکتور (V) چې په هره نقطه کې د جریان پر خط مماس دی، د جریان د لولو پر سطحې هم مماس وي او دا ددې لامل کېږي چې د مایع ذرې د خپل حرکت پر مهال د جریان د لولې دیوالونه قطع نه کړي.

## 8-2: د متمادیت معادله

که چیرې یو مایع چې د تراکم وړ نه ده، کثافت او حجم یې ثابت دی. له یو نله څخه چې  $(A_2, A_1)$  او... د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، تېر شي د جریان سرعت  $(V_2, V_1)$  او... بدلون کوي لکه څنګه چې د  $(A.V)$  کمیت حاصل ضرب د جریان په هره مقطع کې ثابت پاتې کېږي یعنې:

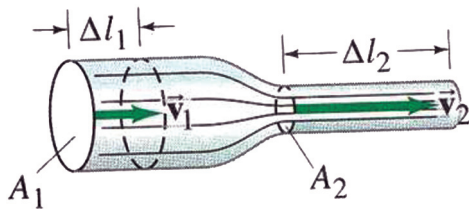
$$A.V = \text{Cost} \quad \text{او} \quad A_1 V_1 = A_2 V_2 \dots$$

له وروستۍ رابطې څخه دا پایله ترلاسه کېږي چې د  $(A)$  د نل مقطع غټوالی د مایع د  $(V)$  جریان له سرعت سره معکوس نسبت لري که چیرې وروستۍ رابطې ته بدلون ورکړو

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

پورتنۍ رابطه د متمادیت یا پیوستګۍ (تسلسل) معادلې په نامه یادوي، چې د ایټالوي عالم برنولی ثابته کړل چې:  
په یو داسې نل کې چې د بېلابېلو مقطعو لرونکی دي، د مایع د جریان سرعت معکوساً د نل له مقطع سره تناسب دی.

یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت کم او په کوچنۍ مقطع کې د جریان سرعت ډیر دي. د متمادیت قضیه د واقعي مایعاتو په جریان کې او حتی په ګازونو کې په هغه حالتونو کې د تطبیق وړ ده چې د تراکم له قابلیتو څخه یې تیر شو.



شکل (8-2)

### 8-3: د برنولي معادله

د یوې مایع جریان د سرعت اړیکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پیوستگي) او متمادیت په قضیه کې ولیدلې، اوس دا رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

په یو سیال کې چې له اصطکاک څخه په کې صرف نظر شوی وي، د انرژي د تحفظ له قانون څخه په گټې اخیستلو سره کولای شو د هغو کمیونو ترمنځ چې د سیال جریان مشخص کوي، بنسټیزه رابطه لاس ته راوړو. ددې مطلب د لا توضیح کولو لپاره یوه خیالي مایع په نظر کې نیسو. چې په ثابت او یو ډول په یو نل کې جریان لري. په دې مایع کې د یو جریان یوه لوله چې کوچنۍ مقطع لري، مطالعه کوو.

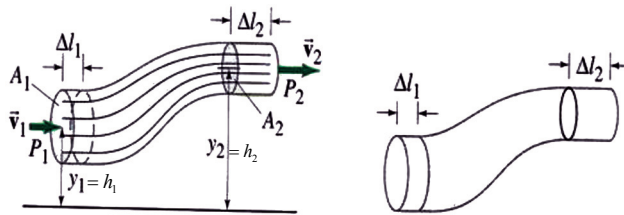
د (8-4) شکل ته پام وکړئ. هغه حجمونه چې مایع په کې جریان لري، له یوې خوا د جریان د لولې د دیوالونو او له بلې خوا د  $A_1$  او  $A_2$  مقطعو لخوا چې د جریان په خطونو عمود دی، محدود شوي دي. ددې نل په ټولو برخو کې چې مایع یې له منځ څخه تېرېږي، فشار شتون لري. د بېلگې په توگه: د  $A_1$  په موقعیت کې د  $P_1$  فشار او د  $A_2$  په موقعیت کې د  $P_2$  فشار عمل کوي. که د هغې مایع د جریان له کبله چې له شا څخه راځي د  $A_1$  مقطع د  $A_1$  موقعیت ته یو وړل شي، هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین دی په لاندې ډول افاده کېږي:

$$W = F_1 \cdot l_1$$

$$W = P_1 A_1 l_1 = P_1 A_1 v_1 t$$

څرنګه چې  $V = A_1 v_1 t = V$  د مایع حجم د مایع سرعت

$W = P_1 \cdot V \dots \dots (1)$  نو کولای شو ولیکو:



شکل (8-4) (a)

(b)

که چیرې د یوې مایع کچه چې د  $A_1$  او  $A_2$  په مقطعو کې جریان لري، په پام کې ونیسو، د ( $W$ ) کار د نسبي یا جزيي 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 رغړول کېږي چې هغه حجم چې د  $A_2$  او  $A_2'$  مقطعو ترمنځ شتون لري، عین همغه  $V$  قیمت لري چې د  $A_1$  او  $A_1'$  د مقطعو ترمنځ یې درلود او د اړتیا وړ کار عبارت له  $W_1$  څخه دی:

$$W_1 = F_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = P_2 \cdot A_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot V \dots \dots (2)$$

2 - د  $V$  په حجم یوه اندازه مایع د  $h_1$  له ارتفاع څخه داسې موقعیت ته راوړل کېږي چې د  $h_2$  ارتفاع لري. نو هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین دی، عبارت له  $W_2$  څخه دی:

$$W_2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$

$$W_2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1) \dots\dots(3)$$

3 - هغه اندازه مایع چې په لاندینۍ سطحه کې ده، د  $v_1$  سرعت لري او حرکتی انرژي یې عبارت دی له:

$$E_{K1} = mv_1^2 / 2$$

څرنګه چې دا اندازه مایع په لاندینۍ سطحه کې زبېنل (فشرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتنۍ حجم کې د  $v_2$  له سرعت او  $E_{K2} = mv_2^2 / 2$  حرکتی انرژي سره نفوذ کوي. د حرکتی انرژي د کچې د زیاتولو لپاره د اړتیا وړ کار عبارت دی له: (4)  $W_3 = \frac{1}{2} mv_2^2 + \frac{1}{2} mv_1^2 \dots\dots$

که چیرې د انرژي له هغې کچې څخه چې دنل د جدار او مایع د ذرو ترمنځ د اصطکاک د بې اغېزې کولو لپاره دنل په اوږدو کې اړینه ده صرف نظرو شي، د برنولي قانون  $W = W_1 + W_2 + W_3$  له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي:  $P_1V = (p_2V) + (V\rho g h_2 - V\rho g h_1) + (1/2mV_2^2 - 1/2mV_1^2)$  که چیرې د  $m = V\rho$  پرځای تعویض شي او ټوله معادله په  $V$  سره اختصار شي لرو چې:

$$P_1 = P_2 + \rho g h_2 - \rho g h_1 + 1/2 \rho V_2^2 - 1/2 \rho V_1^2$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او آسانه کړو، د برنولي قانون د جریان په هکله په دې ډول لاسته

$$\text{راوړو:} \quad P_1 + \rho g h_1 + 1/2 \rho V_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + 1/2 \rho V_2^2$$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یوه نل په منځ کې جریان لري صدق کوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په آزاده توګه او یا هم د یوې مایع د ذرو په هکله چې د رېښو په بڼه د نلولونو ترمنځ یو دبل ترڅنګ پرته له دې چې یو له بل سره مخلوط شي جریان ولري، د تطبیق وړتیا لري.

که چیرې په یو جریان کې د  $h_1$  او  $h_2$  ارتفاع سره مساوي او یا یو له بله څخه ډېر کم توپیر ولري، د  $\rho g h_1$  او  $\rho g h_2$  اجزاء په معادله کې یو اوبل افنا کوي او له اغېزو څخه یې کولای شو صرف نظر وکړو.

باید وویل شي چې له وروستۍ ساده افادې څخه تر ټولو دمخه په گازاتو کې ګټه اخېستل کېږي، ځکه چې د گازاتو کثافت کوچنی دی. د برنولي د قانون په ساده رابطه کې دا شکل ځانته نیسي:

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

پورتني افاده دا بيانوي چې فشار په هغه نقطو کې کم دی چېرته چې سرعت ډېروي. د  $A_1$  او  $A_2$  مقطع گانې په کيفي ډول انتخاب شوي دي او ويلاى شو، د لولې په هره مقطع کې د  $(\rho v^2/2 + \rho gh + p)$  د جريان افاده د عين قيمت لرونکې ده.

ددې لپاره چې په پورته معادله کې ډېر دقت رامنځ ته شي، د  $A$  عرضاني مقطع صفر ته تقرب ورکولو چې په دې صورت کې د جريان لوله د جريان يو خط ته تقرب کوي او  $V$ ,  $P$  او  $h$  کميتونه چې د معادلې دواړو خواوو ته شتون لري، کيدای شي داسې تلقي شي چې د جريان همدا عين خط له دوو کيفي نقطو سره تعلق لري، په پايله کې بنسټي چې د جريان د هر خط په اوږدو کې په يوه خيالي مایع کې دغه شرط صدق کوي.  $\rho v^2/2 + \rho gh + p = ct$  وروستنی رابطه د برنولي د معادلې بل شکل دی. مور دغه معادله د يوې خيالي مایع لپاره لاس ته راوړه چې د حقيقي مایعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک يې ډېر زيات نه دی هم د تطبيق قابليت لري.

## فشار د اوبو د بندپاره قاعده کې

يو بل حالت چې مور د سيال جريان د سرعت اړيکې له فشار او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوي، د اوبو بند دي.

فرض کولو چې د يوې مایع په وړاندې چې په افقي ډول جريان لري، يو بند جوړ شي. په هغه صورت کې طبيعي ده چې د هغه زيات فشار له کبله چې د بند په کاسه کې منځ ته راځي. مایع د سکون حالت ته ورگرځي. دغه د ډېر فشار توليديدل د بند د فشار په نامه يادېږي او په  $P_s$  شونل کېږي چې عبارت دي له:  $P_2 - P_1 = P_s$  دا فشار هغه مهال کولای شو محاسبه کړو چې د برنولي په معادله کې  $v_2 = 0$  سره

$$تعويض شي. په هغه صورت کې به ولرو چې:  $P_s = P_2 - P_1 = 1/2 \rho v_1^2$$$

د  $(1/2 \rho v^2)$  د بند د فشار 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 ټولو نورو نقطو کې د بند د فشار مشخص کونکى دی، نو ددې له مخې به په افقي جريان کې کولای شو د برنولي قانون داسې بيان کړو:

**د يو افقي 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، اوس کولای شو چې په عددي توگه حساب کړو چې په متحرکو گازونو کې د فشار توپيرونه ترکومه حده پورته ځي.

## مثال

د هوا کثافت له  $\rho = 0,125 \text{ kg/m}^3$  څخه عبارت دي 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 جریان سرعت په دې توگه یو لوړ قیمت ولري. فشار د هوا د نورمال فشار یوازې 1% دی. د حجم توپیر هم په همدې تناسب کوچنی وي. له همدې کبله متحرک گازونه د تراکم کیدو وړنه گڼل کېږي.

**مثال:** یو ربري پیپ چې په باغچه کې ترې گټه اخیستل کېږي، د  $d_1 = 12,7\text{mm}$  قطر لرونکی دی. ددې پیپ په اخره برخه کې یوه بله وصلیه پوپه شتون لري چې دننه قطرېې د نل (اخری سوري) ترخولې پورې  $d_2 = 5\text{mm}$  ورو ورو تنگېږي. کله چې اوبه دې وصل شوي پوپې ته ورسېږي. فشارېې د شاوخوا چاپېر په وړاندې  $1,8\text{bar}$  دی. د اوبو د وتلو سرعت محاسبه کړئ، (په هغه صورت کې چې له اصطکاک څخه صرف نظر وشي).

اوبه د  $x$  په کومه فاصله کې ځمکې ته رسېږي؟ په هغه صورت کې چې د پیپ خوله له افقي محور سره د  $y = 1\text{m}$  په ارتفاع د ځمکې له سطحې څخه واقع شي، (د اوبو کثافت  $1000\text{kg}/\text{m}^3$  په نظر کې ونیسئ).

**حل:** د برنولي او متمادیت قانون پر بنسټ چې د پیپ د

پیل او پای په نقطو (جټ باندي) تطبیق کېږي، لرو چې:

$$v_2 A_2 = v_1 A_1 \quad \text{یا} \quad p_1 + 1/2 \rho v_1^2 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2$$

$$v_1 = \frac{v_2 A_2}{A_1} = v_2 \left( \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} \right) \Rightarrow 1/2 \rho (v_2^2 - v_1^2) = p_1 - p_2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2/\rho (p_1 - p_2)$$

$$v_1 = v_2 \left[ \frac{d_2/2}{d_1/2} \right]^2 = v_2 \left( \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{2}{2} \right)^2$$

له بله پلوه د متمادیت له معادلې څخه لرو:

$$v_1 = v_2 \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2 \quad V_1^2 = V_2^2 (d_2/d_1)^4$$

د دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې:

که چېرې د  $v_1^2$  قیمت چې پورته مو په لاس راوړی دی، په وروستی معادله کې یې پرځای وضع کړو، لرو چې:

$$V_2^2 \left[ 1 - (d_2/d_1)^4 \right] = 2/\rho (p_1 - p_2)$$

$$d_2/d_1 = 5\text{mm}/12,7\text{mm} = 0,394 \quad , \quad 2/\rho = 2\text{m}^3/1000\text{kg} = 0,002\text{m}^3/\text{kg}$$

$$p_1 - p_2 = 1,8\text{bar} = 1,8 \cdot 10^5 \text{N}/\text{m}^2$$

په پورتنیو معادلو کې ددې قیمتونو له ځای پرځای کولو څخه د  $v_2$  قیمت لاس ته راوړو:

$$v_2^2 = (0,002\text{m}^3/\text{kg} \cdot 1,8 \cdot 10^5 \text{N}/\text{m}^2) / (1 - 0,394^4) = (360\text{m}^2/\text{s}^2) / 0,976 = 368,852\text{m}^2/\text{s}^2$$

$$v_2 = 19,205\text{m}/\text{s}$$

له افقي غورځونې څخه پوهېږو چې:

$$X = v_2 \cdot t \quad y = -1/2 g \cdot t^2 = -1\text{m} \Rightarrow t^2 = 2/s \Rightarrow t = \sqrt{2/g}$$

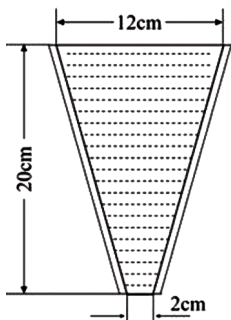
$$t = \sqrt{2\text{m}/9,81\text{m}/\text{s}^2} = 0,45\text{s} \Rightarrow x = 19,205\text{m}/\text{s} \times 0,45\text{s} = 8,64\text{m}$$





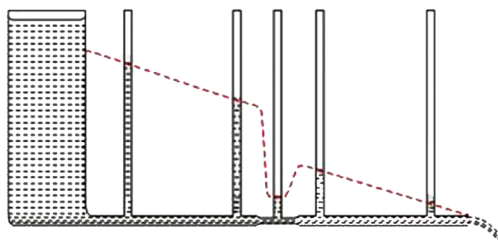
### پوښتنې

- د فشار توپیر پیدا کړئ، په هغه صورت کې چې د یو نل د دوو سرونو ترمنځ د نل د مقطع مساحت له  $15\text{cm}^2$  څخه  $5\text{cm}^2$  ته تنقیص کړای شي او په هره ثانیه کې  $1,8\text{liter}$  بنزین له  $0,7\text{kg/dm}^3$  کثافت سره تېرې تېر شي.
- د یو قیف ډولي لوبښي قطر له  $20\text{cm}$  ارتفاع سره، له پورتنی  $d_1 = 12\text{cm}$  قیمت څخه کېښني قیمت  $d_2 = 2\text{cm}$  ته کمېږي، په کومه کچه د فشار توپیر د پورتنیو او ښکتنیو مقطعو ترمنځ رامنځ ته کېږي؟ که چېرې:
  - لوبښي په بشپړ ډول له ساکنو اوبو څخه ډک وي.
  - په هره ثانیه کې  $0.3$  لیتره اوبه له لوبښي څخه تېرې شي.



## 8-4: د برنولي د قانون تطبیقات

په اوسني لوست کې د برنولي د قانون دکارونې څو مورده مطالعه کوو چې لومړنۍ یې د ځیښلو (چوشش) د اغېز منځ ته راتلل دي.



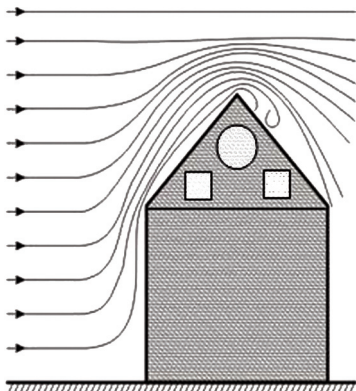
شکل (8-5)

له وروستۍ افادې څخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شوه، داسې پایله ترلاسه شوې ده چې په هغه ټولو حالاتو کې چې لوړ فشار لري، د جریان سرعت د ټیټ قیمت لرونکی دی او برعکس د ټیټ فشار په شتون سره د جریان سرعت لوړ قیمت لري. د متمادیت د قانون پربنسټ د جریان سرعت په تنګو موقعیتونو کې ډېر دی.

په دې موقعیتونو کې برعکس، هغه څه چې تېروتنې یې منل شوي دي، د فشار یو تناقص موجود دی. دغه ویناکولای شو په (8-5) شکل کې د لیدلو وړ وگرځو. که چېرې له یو نل سره چې د تنګ محل یا معبر لرونکی وي، څو نري نور نلونه د مایعاتو د فشار سنج په توګه برابر کړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مایع په هر نل کې پورته تللی، د هغه فشار د کچې ښودونکې ده چې په نوموړو نلونو کې شتون لري. لکه چې لیدل کېږي، په هغو موقعیتونو کې چې نلونه نري دي، د مایع سطحه په نل کې ټیټه ده او په پایله کې ویلاي شو چې په نوموړو موقعیتونو کې فشار ټیټ دی. دا واقعیت هغه سوال ته چې ولې په ځینو مایعاتو کې د ځیښلو (چوشش) اغېزه شتون لري؟ ځواب ورکوي.

## دې موضوع ته له یوه بل مثال سره دوام ورکوو:

د باد یو طوفان پر یو تعمیر الوڅي، لکه چې په (8-6) شکل کې په څرگنده توګه لیدل کېږي، کله چې د هوا کتلې د تعمیر په هغو برخو کې چې ځمکې ته نژدې دي لګېږي، برک کېږي یا دا چې سرعت یې کمېږي. یعنې د  $A$  د موقعیت په ساحو کې د سرعت قیمت کم دی، خو د فشار قیمت لوړ دی. له دې امله د هوا کتلې اړمندي (مجبوري) دي چې پورته خواته حرکت وکړي او د تعمیر له بام څخه تېرېږي. د  $B$  د موقعیت په ساحو کې د هوا د بهیر په مسیر کې د هوا د بهیر د مقطع یو تنقیص او د بهیر د سرعت تر اید منځته راځي... له همدې امله دي چې د ځواکمنو طوفانونو د الوتلو پر مهال نه یوازې د تعمیرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته غورځول کېږي.

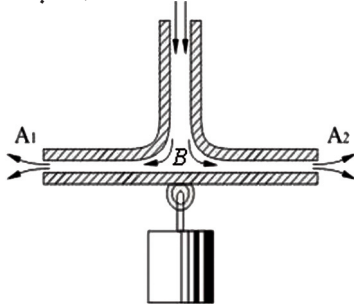


شکل (8-6)

## مثال

د ځبېنلو (چوشش) اغېز د یو بل اثر په ارایه کولو چې د «هایدروډینامیک پارادوکس» ښکارندې په نامه یادېږي، تر بحث لاندې نیسو چې د ځبېنلو یا رودلو اغېز په سیالونو کې په څرگنده توګه د لیدلو وړ ګرځوي.

له یو ډېر نري نل (جټ) څخه د هوا بهیر تېرېږي او له یوې تنګې فضا څخه چې د دوو پلیټونو چې یو د بل پرمخ ایښي دي، تېرېږي. لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، څرنگه چې د  $A_1$   $A_2$  ساحه کې د پلیټونو تر منځ د هوا فشار شتون لري، له همدې کبله ده چې فشار په ډېره تنګه ساحه کې د هغه سوري په شاوخوا کې چې هوا ترې د  $B$  ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې بهیر لري، د هوا د فشار په پرتله کم دي. لکه چې لیدل کېږي، ښکتنی پلیټ لکه څنګه چې هیله کېږي، د هوا د بهیر له امله نه یوازې دا چې نه تپله کېږي، بلکې له یوې قوې سره د پورتنۍ پلیټ لورته راښکل کېږي ان تردې چې یو وزن چې له هغه سره څرېدللی دی، له ځانه سره راکاږي.



شکل (8-7)

## 8-5: وینتوري ټیوب - د جریان د سرعت اندازه کول

د برنولي قانون دا آسانتیا رامنځ ته کوي چې کولای شو د مایعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې مقصد لپاره د مایعاتو د بهیر پر مهال له نلونو څخه په عمومي ډول له وینتوري ټیوب څخه گټه اخېستل کېږي.

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، دغه ټیوب له نري نل (جټ) څخه جوړ شوی دی. چې په هغه کې د ډبرو پراخو او ډبرو تنگو (نریو) برخو ترمنځ د فشار توپیر، د یو فشار سنج (د مایع مانومتر) پرمټ اندازه کیدای شي. د برنولي د قانون پرینست په وینتوري ټیوب کې دغه رابطه صدق کوي.

$$p_1 + 1/2 \rho v_1^2 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2$$

همدارنگه د متمادیت د معادلې له مخې لرو چې:  $v_2 = v_1 \cdot A_1/A_2$   
 که چیرې د  $(A_1/A_2)$  سطحو نسبت په  $q$  وېښو، لرو چې:  $v_2 = q \cdot v_1$   
 او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعویضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:

$$p_1 - p_2 = 1/2 \rho v_2^2 - 1/2 \rho v_1^2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \{ (v_1 A_1/A_2)^2 - v_1^2 \}$$

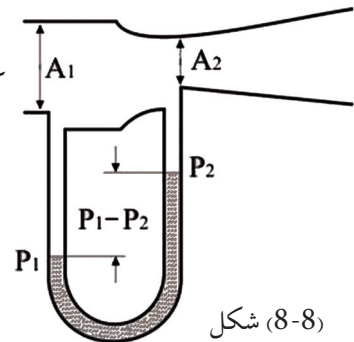
$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \{ (v_1^2 q^2) - v_1^2 \}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho \{ v_1^2 (q^2 - 1) \}$$

$$= \frac{\rho v_1^2}{2} (q^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(q^2 - 1)}}$$

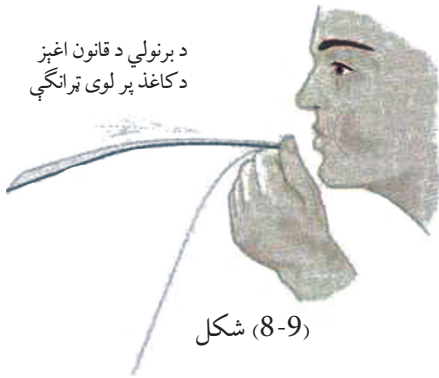


د  $v_1$  له دې قیمت سره همدا راز کولای شو د جریان حجم  $(V)$  او یا په یوه ثانیه کې تېره شوې مایع په لاندې توگه محاسبه کړو:  $V = A_1 \cdot v_1$  (په یوه ثانیه کې د هغې مایع حجم چې د  $A_1$  له مقطع څخه  $v_1$  په سرعت تېرېږي).

## اتومایزر (عطر شیندونکی)

په تېرو بحثونو کې په سیالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړیکو سره بلد شوی او همدارنگه د فشار توپیر مو د سیال په دوو برخو کې په طبیعي شرایطو او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړیکو د ښودلو آسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر یوې تړانگې (ریښې) باندې پوکول دي. که چیرې تاسو کاغذ د (8-9) شکل په څېر کلک ونیسئ او بیا یې په پورتنۍ سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړني څرېدلي حالت څخه مخ په پورته کېږي چې دلیل یې د هوا د سرعت له توپیر څخه عبارت دی. د کاغذ د تړانگې د پورتنیو او ښکتنیو برخو ترمنځ په پایله کې همدا محصله پورته کوونکې قوه د لغت په څېر عمل کوي او د کاغذ تړانگه تقریبا د افق تر سطحې پورته کېږي.

د برنولي د قانون اغېز  
د کاغذ پر لوی تړانگې

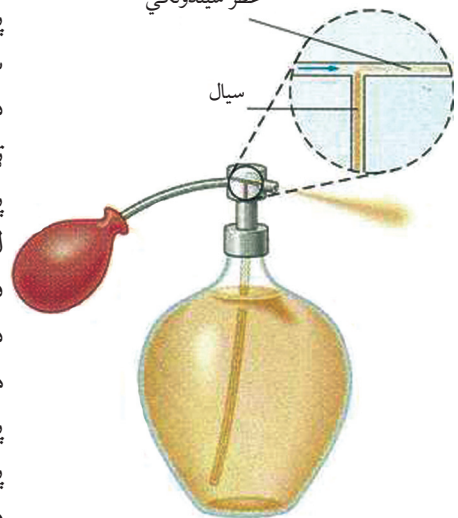


شکل (8-9)

دې ته ورته اغېزې په یو اتومایزر (عطر شیندونکي) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شیندي تر سترگو کېږي. کله چې د مخزن پوکانې د (8-10) شکل په څېر د هوا یو تیز باد شوت کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نري سوري څخه 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 تپله کېږي. په بل عبارت څرنگه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطر و اتومایزر د عمودي تیوب په پورته لوري لگیدلي دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې د لوسني د داخلي مایع په سطحې عمل کوي، لږ دی، نو د اتموسفیر فشار د تیوب پورتنۍ برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دی عطر تپله کوي. د یو اتومایزر د کار کړنلاره د برنولي د معادلې څخه په گټې اخیستلو هم توضیح کیدای شي. د هوایي ستون لوړ سرعت چې د پوکانې په فشار ورکولو سره منځ ته راځي، د عمودي تیوب په پورتنۍ برخه کې یو تپت فشار منځ ته راوړي. دا کار ددې لامل گرځي چې مایع له تیوب څخه د باندې ډیکه یا وغورځول شي او د هوا له بهیر سره د یوه نري شاور په شان بهر ته شیندل کیږي.

عطر شیندونکي

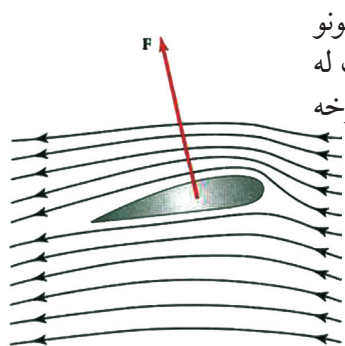


یو اتومایزر

شکل (8-10)

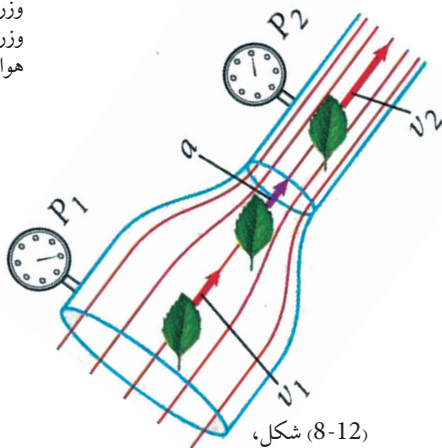
## 8-6: د الوتکې وزرونه او محرکه او چتونکې قوه (Dynamic Lift)

د الوتکې په وزرونو کې یوه اوچتونکې قوه عمل کوي چې ددې سبب ګرځي چې هغه په هوا کې اوچتي وساتي او دا هغه مهال واقع کېږي چې الوتکه د هوا په پرتله په کافي توګه په لوړ سرعت حرکت وکړي، لکه څنګه چې په (8-11) شکل کې د هوا د بهیر یو قوې بهیر ښودل شوی چې د الوتکې له وزره سره لګېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکې سپرلی د الوتکې په عطالتي نظام کې وي او ددې په څېر دي لکه د الوتکې په وزرونو چې ناستې وي). پورته خواته وزره ته میلان ورکول همغه د پورتنۍ سطحې ګولوالی دی چې ددې سبب ګرځي، تر څو د الوتکې تر وزره لاندې د هوا د بهیر جریان د یوې قوې په مرسته پورته خواته فشرده شي او د وزره د پورتنۍ برخې هوا متراکمه شي او د فشار تپه ساحه منځ ته راشي.



د سیلان د دوو خطونو د هوا جریان مساحت په هره برخه کې د خطونو یو بل ته په نژدې کیدو سره کمېږي، نو ددې له مخې د متمادیت له  $(A_1V_1 = A_2V_2)$  معادلې څخه د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې چې هلته د سیلان خطونه یو بل ته نژدې کېږي، زیاتېږي.

(8-11) شکل، د الوتکې د وزره د پورته تلو پر مهال موږ د وزره په عطالتي نظام کې یو او د هوا جریان په کې نظاره کوو.



(8-12) شکل، د سیال جریان په هغه نل کې چې متفاوت قطرونه لري

همدارنګه له پخوا څخه په یاد لری چې سیلان د خطونو څخه د تراکم له امله د پپ په نري مقطع کې د هوا سرعت په فشرده شوې برخه کې ډېروي، په (8-12) شکل کې په څرګنده توګه لیدل کېږي.

له دې امله چې د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې د هغه له لاندینۍ برخې څخه ډېر دی، نو ددې له مخې فشار په پورتنۍ لوره برخه کې د هغې تر ښکتنۍ برخې لږ دی (د برنولي قانون).

د پورته دلیل پر بنسټ یوه محصله قوه په پورته لوري د الوتکې پر وزرونو عمل کوي چې د اوچتونکې (Dynamic Lift) محصله قوې په نامه یادېږي.

تجربې ښيي د وزره د پورتنۍ برخې د هوا سرعت حتی د وزره د لاندینۍ برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کیدای شي. (د هوا او وزرونو ترمنځ اصطکاک، شاته د رابشکلو قوه تولید وي چې د الوتکې د انجنونو قوه باید پرې غالبه شي).

یو هوار وزر او یا یو وزر له متناظرې مقطع سره تر هغې پورې چې مخکنۍ برخه یې پورته لورته انحنا لري، (د انحنا صعودي زاویې لرونکي دي). د پورته کیدو خپل عمل ته دوام ورکوي. د (8-11) شکل حتی هغه مهال چې د صعودي انحنا زاویه له صفر سره مساوي هم وي وزر بیا هم د پورته کیدو په حالت کې نښي، ځکه چې گول شوي پورتنۍ برخه، هوا پورته خوا ته ټیله کوي مسیر ته یې انحنا ورکوي او د سیلان د خطونو یو له بل سره د تراکم سبب گرځي. که چیرې د انحنا صعودي زاویه کافي حد ته ورسیري چې وکولای شي د سیلان خطونه په پورته لورو را کاري یا تر فشار لاندې ونیسي، ترڅو یو بل ته ښه نژدې شي، په هغه صورت کې الوتکه سر کونلې (خرخي) وهي (په وزرو را خرخي....). که چیرې د انحنا صعودي زاویه د  $15^\circ$  درجو په شاوخوا کې وي، د خرخېدو توپان (Turbulence) واقع کېږي. لکه څنګه چې په (8-11) شکل کې ډېر رابنګل د شا په لور او د وزره لږ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کېږي چې وزر له حرکت څخه ولوېږي او الوتکه سقوط وکړي. په بل تحلیل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقي توګه د وزره په وړاندې په حرکت کې ده په ښکته لور او د هوا د هغو مالیکولونو په مومنت کې د بدلون لامل گرځي چې د شا په لورې خرخیري او په وزره کې د صعودي قوې د تولید سبب کېږي، (د نیوتن دریم قانون).

## 7-8: لزوجیت

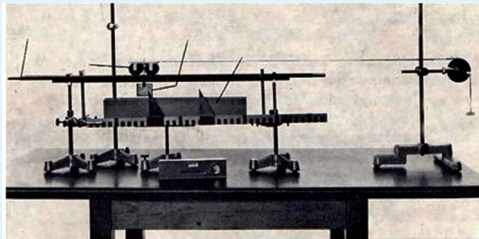
### د لزوجیت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پیداښت او محاسبه):

مور په تېرو درسونو کې وویل چې خیالي (ایډیال) مایع هغې مایع ته وایي چې د تراکم وړتیا او اصطکاک ونه لري. همدارنګه زیاته موکړه چې خیالي مایع په حقیقت کې شتون نه لري، ځکه چې ټول سیالونه د گازاتو او یا مایعاتو په ګډون چې ریښتیني شتون لري، د اصطکاک لرونکي دي او هم تر یوه حده د تراکم وړتیا لري، یعنې په حقیقت کې خیالي مایع یوه مجرده افاده ده. کله چې په مایعاتو کې له اصطکاک څخه غږېږو، موخه مو د هغو څخه داخلي اصطکاک دی. دغه داخلي اصطکاک په یو بل نوم هم یادوي چې په مایع او یا گاز کې عبارت له لزوجیت (نېستل) څخه دي. هره حقیقي مایع او گاز یو څه داخلي لزوجیت لري او دا هغه مهال څرګندیږي چې په مایع او گاز کې حرکت رامنځ ته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کیدو څخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شي، ورو ورو قطع کېږي. داخلي اصطکاک نه یوازې دا چې له نلونو او د بیرل او نورو په څېر لوبښو سره د مایع د سطحو د تماس او یا په مایع کې د شیانو د حرکت پر مهال د هغو د تماس له امله رامنځ ته کېږي، بلکې په خپله د مایع په منځ کې هم کله چې د مایع قشرونه چې د جریان بیلابیل سرعتونه ولري او یو دبل پرمخ بهېږي، هم منځته راځي. له همدې امله دي چې برعکس جامد اجسام چې خارجي اصطکاک لري، دې اصطکاک ته داخلي اصطکاک وایي. د داخلي اصطکاک شتون په مایعاتو کې حتی په خپلو لاسونو هغه مهال حس کوو چې کله یو جسم د مایع په منځ کې په خپل لاس سره په حرکت راولو. مور په دې حالت کې یو مقاومت حس کوو چې په مایع کې د داخلي اصطکاک له امله رامنځ ته کېږي.

## تجربه:



له دې تجربې سره د داخلي اصطکاک اړیکې له مایع سره د جسم د تماس د سطحې له لویوالي، د هغې مایع له ځانگړنو سره چې جریان لري او د مایع د حرکت له سرعت سره کیدای شي تر مطالعې لاندې ونیول شي.



شکل (8-13)

په شکل کې لیدل کېږي چې یوه تجربوي عراده گۍ چې یو پلیټ ورسره تړل شوی دی، په نظر کې نیسو.

دغه عراده گۍ د یو وزن پر مټ د اوسپنې پر یو خط رابنګل کېږي. د اوسپنې ددې خط لاندې یو کم عرضه لوبښي (ټپ) چې له تېلو سره ککړ شوی ایښودل شوی دی. دغه پر تېلو ککړ لوبښي تر یوه حده پورته خواته رابنګل کېږي چې پلیټ یو څه او یا په بشپړ ډول په کې ډوبېږي.

د ټپ جوړښت داسې دی چې یوه نیمایي یې (12mm) سور او بله نیمه برخه یې 6mm سور لري. په یو نواخت حرکت کې د رابنګلو هغه قوه چې د څړول شوي وزن له امله منځ ته راځي، د اصطکاک قوې د عین قیمت لرونکې ده چې د پلیټ لخوا منځ ته راغلی. که چیرې وزنه ډېره شي، سرعت زیاتېږي او کله چې پلیټ په مایع کې ژور ښکته ځي، سرعت کمېږي او هم هله سرعت کمېږي چې پلیټ د ټپ له سور وړې برخې څخه د ټپ نري برخې ته رسېږي.

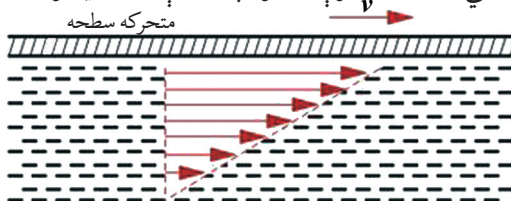
پورتنۍ تجربه هغه تیوري تاییدوي چې له امله یې د داخلي اصطکاک د قوې اړیکې له لاندې کمیټونو سره څرگندېږي.

1 - د مایع د لزوجیت ضریب ( $\eta$ )

2 - له مایع سره د جسم د تماس سطحې لویوالي.

3 - د  $\Delta v / \Delta d$  نسبت چې دغه نسبت د  $\Delta v$  سرعت د تناقص او  $\Delta d$  ضخامت د کچې څخه لاس ته راځي.  $\Delta d$  د هغې سطحې ضخامت دی چې په یوه وخت حرکت کوي او د مایع د یو گاونډي قشر سره اړه لري چې د هغې په تعقیب د سرعت کمیدل منځ ته راځي.

د مایع هغه شمېر ذرې چې په مستقیمه توګه د سطحې په گاونډه کې دي، د دیفوژن (د جسمونو د ذرو آزاد خپریدل) له امله له سطحې سره نښلي او خپل سرعت اخلې او له وروستي قشر څخه یو څه شاته پاتې کېږي. د تماس په هغو سطحو کې چې هوارې دي، د مایع د ذراتو سرعت د  $d$  د ټاکلي ضخامت په اندازه د  $v$  له بشپړ قیمت څخه په منظم ډول د صفر تر قیمت پورې کمېږي چې په پایله کې د  $\Delta v / \Delta d$  نسبت د  $v/d$  له کسر سره تعویض کېږي او له دې ځایه څخه کولای شو د داخلي اصطکاک قوې فارمول په لاندې ډول ولیکو:



$$R_i = \eta A \Delta v / \Delta d \quad \Rightarrow \quad R_i = \eta \cdot A \cdot v / d$$

(8-14) شکل،

د متحرکې سطحې د خطي سرعت  
تنقیص په مایع کې ښيي.

$$\Rightarrow \eta = \frac{R_i d}{A \cdot v}$$

په پورتنی فارمول کې  $\eta$  چې د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي، د هرې مادې لپاره ټاکل شوی دی او یو مهم ثابت دی. دغه ثابت په هغو مایعاتو کې چې په آسانی سره جریان کوي لکه: (ایتر، بنزین او هم په اوبو کې) د کم قیمت لرونکی او په هغو مایعاتو کې چې اسان (سهل) جریان نه لري، لکه: (گلیسرین، گریس او قیر) لوړ قیمت لري. دغه ضریب په عین وخت کې د اندازه کولو یو مقیاس دی. د هغه کوهیزن د اندازه کولو لپاره چې د مایعاتو د هر مالیکول په منځ کې موجودی.

لزوجیت د تودوخې د درجې له لوړیدو سره په شدت کمېږي او د اندازه کولو واحدی د واحدونو په نړیواله کچه عبارت دی له:

$$[\eta] = [R_i d / A v] = Nm/m^2 \cdot m/s = Ns/m^2 = kg m/s^2 \cdot s/m^2 = kg/ms$$

لاندي جدول د ځینو جسمونو د لزوجیت ضریب د واحدونو د SI په سیستم د  $(\frac{kg}{m \cdot s})$  په واحد رابیني:

1.2...0.1	گریس د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.000017	هوا د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00179	اوبه د تودوخې په $0^\circ c$ کې
0.25...0.02	گریس د تودوخې په $80^\circ c$ کې	0.000018	هوا د تودوخې په $0^\circ c$ کې	0.00101	اوبه د تودوخې په $20^\circ c$ کې
100	قیر د تودوخې په $20^\circ c$ کې تقریباً	0.0018	الکول د تودوخې په $0^\circ c$ کې	0.00055	اوبه د تودوخې په $50^\circ c$ کې
		0.0012	الکول د تودوخې په $0^\circ c$ کې	0.00029	اوبه د تودوخې په $100^\circ c$ کې
		1.50	گلیسرین د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00024	ایتر د تودوخې په $20^\circ c$ کې

هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او بهرني اصطکاک د محاسبې لپاره ترې گټه اخیستل کېږي، په لاندي توگه یو له بل سره توپیر لري.

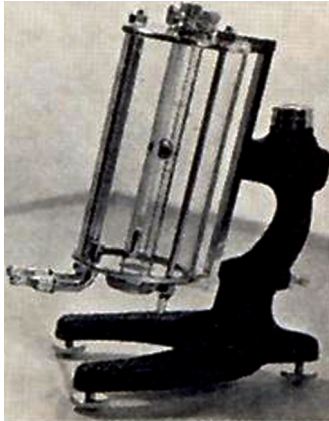
$$R_i = \eta A \cdot v / d \quad \text{داخلي اصطکاک او} \quad R_o = \mu \cdot F_N \quad \text{خارجي اصطکاک}$$

بهرنی اصطکاک د نورمالې قوې په زیاتیدو سره زیاتېږي چې پر داخلي اصطکاک هیڅ اغېزه نه لري. ددې پریکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوړیدو زیاتېږي، په داسې حال کې چې بهرنی اصطکاک له دې دوو سره هیڅ ډول اړیکې نه لري.



## د لزوجیت د ضریب اندازه کول

د یوې مایع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره اکثراً له یوې آلې څخه چې د هوپیل ویسکو زیمرتر (Hoeppel – Viskosimeter) په نامه یادېږي او په شکل کې ښودل شوی، کار اخلي، ځکه چې له دې آلې او ددې په څېر نورو آلو سره کار کول چې د عین پرنسیپ پرنسپ کار کوي، په اندازه کولو کې ساده توب او لازم دقت تأمینوي.



شکل (8-15)

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، په یوه نل کې چې یو کمزوری کوروالی لري، یوه کره مخ ښکته سقوط کوي. د تودوخې د درجې د ثابت ساتلو لپاره دغه دستگاه له اوبو څخه په یوه ډک لوبښي کې ځای پر ځای شوې ده چې د تودوخې درجه یې د یو ترموستات په مرسته په یو ثابت قیمت کنټرول کېږي.

د کرې د سقوط زمان له محاسبه کولو څخه کولای شو لزوجیت لاسته راوړو. له هغو کره څخه په گټې اخېستلو سره چې مختلف قطرونه لري، له همدې آلې سره د گازونو او هغو موادو لزوجیت په لاس راوړي چې د ډېر لوړ لزوجیت لرونکي وي.

## مثال

د گریسو د لزوجیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې کثافت یې  $\rho_1 = (0.9 \text{ g/cm}^3)$  او یوه المونیمی کره (گلوله) له  $(\rho_2 = 2.8 \text{ g/cm}^3)$  کثافت او  $2 \text{ mm}$  قطر سره، له  $h = 24 \text{ cm}$  ارتفاع څخه د  $18$  ثانیو په مودې کې یې په منځ کې سقوط وکړي.

## حل:

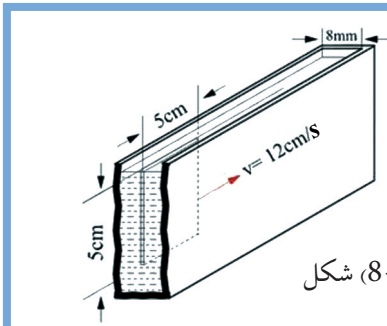
یوه کره د گریسو په منځ کې د یوې لنډې فاصلې تر وهلو وروسته، یونواخت حرکت کوي، پوهېږو چې داخلي مقاومت عبارت دی د وزن ( $W$ ) او صعودي قوې (bouncy) د کچې له حاصل تفریق څخه،

$$W = mg = \rho_1 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g, \quad F_b = \rho_2 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g, \quad R_i = 6 \cdot \pi \cdot r \eta v = 6 \cdot \pi \cdot r \eta h / t$$

$$E_i = W - F_b: \text{ همدارنگه لرو چې}$$

$$\eta = \frac{R_i \cdot t}{6\pi r \cdot h} = \frac{(W - F_b) \cdot t}{6\pi \cdot d/2 \cdot h} = \frac{(\rho_1 \cdot \pi \cdot d/2 \cdot h \cdot g - \rho_2 \cdot \pi \cdot d/2 \cdot h \cdot g) \cdot t}{6\pi \cdot d/2 \cdot h}$$

د قیمتونو له وضع کولو څخه وروسته:  $\eta = 7 \text{ g/cms}$



شکل (8-16)

### پوښتنې:

1 - په یو ټپ کې چې له تېلو څخه ډک شوی، یو نری پلیټ چې 8 ملي متره سور او 55 سانتې متره مربع مساحت لري، له 0.1 نیوټن قوې سره د طول په لوري کې رابښکل کېږي. د لزوجیت کچه یې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې چې کوم سرعت رامنځ ته کېږي،  $12\text{ cm/s}$  قیمت ولري.

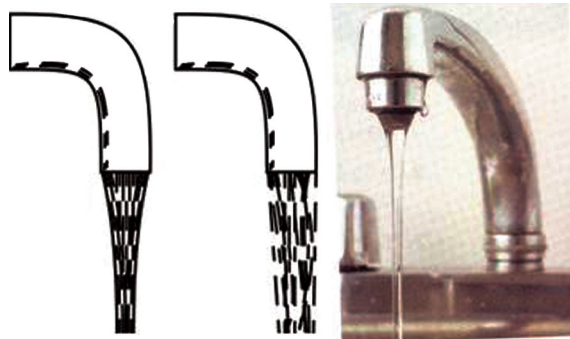
2 - د یوه موټر په بریک کې له  $20\text{ cm}^3$  گلیسرینو څخه کار اخیستل شوی او د لزوجیت ضریب یې  $\eta = 1.5\text{ Kg/ms}$  دی، د یو نل په واسطه چې  $12.5\text{ cm}$  طول او  $2.5\text{ mm}$  قطر لري تر  $18 \cdot 10^6\text{ bar}$  یو منځنی توپیری فشار لاندې پرس (کیکاربل) کېږي. هغه زماني موده چې ددې عملیې لپاره په کار ده، محاسبه کړئ.

## 8-8: د طوفاني جریان ښکارنده (پدیده)

### په مختلفو سرعتونو کې د یوه جریان د واقع کېدو څرنگوالی:

داخلي اصطکاک هغه مهال منځ ته راځي چې د مایع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جریان کې دي، یو د بل له څنګ څخه تېرېږي. دا پېښه، تر ټولو د مخه د مایعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحدو قشرونو کې څرګندېږي. پر دې داخلي اصطکاک د غلبې لپاره یاېې د اغېزو د لیرې کولو لپاره، د انرژۍ یوه برخه چې د مایع په جریان کې شتون لري، مصرفېږي.

په کوچنیو سرعتونو کې داخلي اصطکاک هم کوچنی دی. نو له دې امله د فشار بدلون او د انرژي ضیاع چې د سرعت له کموالي څخه را پیدا شوي، هم تر هغه حده کوچنی دي چې د مایع هغه قشرونه چې یو د بل له څنګ څخه تېرېږي، نه څیرې څیرې کېږي، بلکې یو د بل له اړخه په صاف ډول تېرېږي او جریان ته لامینار (Laminar) وایي.

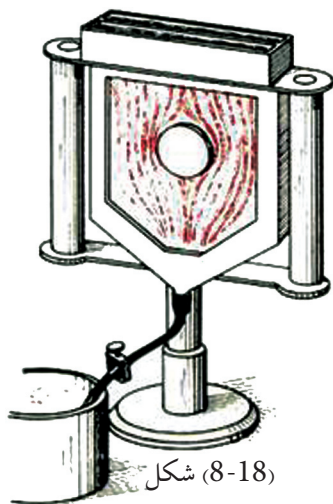


شکل (8-17)

له چڅکورې (شیردهن) څخه د لامینار او توربلنت بهیرونه

خو د ډبرو سرعتونو په حالت کې چې اصطکاک ډېر قوي دی، د جریان تصویر به د پام وړ ډول ځانته بدلون ورکوي چې په دې حالت کې د اوبو څرخیدل (گرداب) منځته راځي.

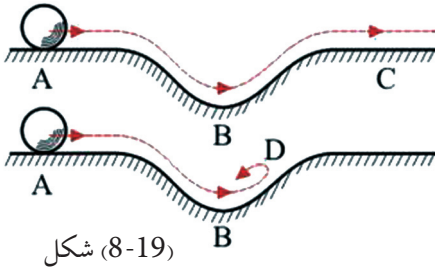
رامنځته شوی جریان د توربولینت (Turbulent) په نامه یادېږي.



که چیرې د اوبو شیردان لږ څه خلاص کړو، اوبه په کراره او نرمۍ له شیردان څخه خارجېږي او که چیرې شیردان نور هم خلاص کړو، د اوبو بهیر یو ټاکلي سرعت ته تر رسېدو وروسته په نا کراری پیل کوي او د اوبو څرخیدل تولید وي. په (8-18) شکل کې هم دا ښکارنده په ډبر بڼه ډول په هغه آله کې چې د «جریان د لارو رگونو آلې» په نامه یادېږي، لیدلای شئ. ددې آلې د کار طریقه داسې ده چې بې رنگه شفافې اوبه او سور رنگې اوبه له دوو لوبنو څخه په یوه فضا کې چې د دوو ښښه یي پلیټونو ترمنځ وي، له پورته لوري څخه له یو شمېر نریو سوریو څخه چې تیار شوي دي، بهیر پیدا کوي. د اوبو جریان له سوریو څخه په دې ډول دی چې صفا او رنې اوبه له لومړي او دریم سوري او سرې رنگه اوبه له دویم او څلورم سوري څخه تېرېږي.

د دواړو مایعاتو د بهیر خروجي سرعت له هغه قید سره چې په پیپونو کې پکار وړل شوی، کولای شو تنظیم کړو. که چیرې په لوبني کې مانع نه وي، د جریان رښې د سور رنگه موازې خطونو په څېر تر سترگو کېږي. او که چیرې کومه مانع هم وي. د دوو رنگو اختلاط بیا هم نه تر سترگو کېږي. هغه څه چې لیدل کېږي د جریان د متجانسو رشتو له یو عبور څخه عبارت دی چې په دواړه خواو کې یې صورت موندلي دي. که چیرې قید خلاص کړو، یعنې د مایع د بهیر سرعت لوړ کړو، لیدل کېږي چې یو ټاکلي قیمت ته د سرعت په رسیدو سره ناڅاپه د اوبو څرخیدل (گرداب) ښکاره کېږي او دواړه رنگونه په بشپړه توګه له یوه بل سره مخلوط کېږي.

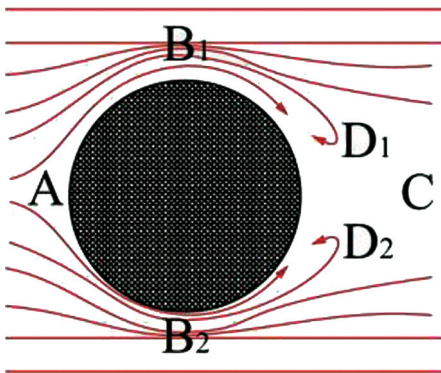
## د گردابونو پیداکیدل



شکل (8-19)

د گردابو پیدایښت کولای شو په آسانی له یوې میخانیکي عملیې سره په پرتله کولو د پوهېدو وړ وگرځو. که چیرې یوه کره د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې راشي، دغه کره د رغړیدو پر مهال خپله پوتانسيلي انرژي له لاسه ورکوي او ورسره یو ځای یې په سرعت کې زیاتوالی منځته راځي، شکل ته پام وکړئ.

کله چې کره منحنی مخ په پورته وهي، له سرعت څخه یې کمېږي. ددې سرعت قیمت که له اصطکاک څخه تېر شو د  $C$  په نقطه کې عین همغه قیمت لري چې په پیل کې یې د  $A$  په نقطه کې درلود. که چیرې د اصطکاک قیمت کم هم وي، کره یو څه پورته ځي، خو د سرعت قیمت د  $C$  په نقطه کې د  $A$  نقطې د سرعت په نسبت کم دی.



شکل (8-20)

که چیرې انرژي د اصطکاک له امله ډېره ضایع شي، هغه حرکتی انرژي چې باید د  $B$  په نقطه کې وي، ترڅو کره پورته یوسي او هغه  $C$  نقطې ته ورسوي، کفایت نه کوي او کره تر  $D$  نقطې رسیږي او سرعت یې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بېرته گرځي. عین مناسبتونه په هغه حالت کې شته، کله چې یوه مایع له یوې مانع سره مخ شي، مثلاً که چیرې یوه مایع له یوې استوانې سره ولگیږي او له بهرنیې سطحې څخه یې تېر شي، (8-20) شکل.

لیدل کېږي چې د  $B_1$  او  $B_2$  ساحې محدودې او تنگې دي، نو د متماډیت د معادلې له نظره د سرعت قیمت زیاتېږي او د فشار قیمت کمېږي.

که چیرې اصطکاک شتون ونه لري، د سرعتونو او فشار قیمت د  $C$  په نقطه کې یو ځل بیا په همغه اندازه وي چې د  $A$  په نقطه کې وو.

په لږو اصطکاکونو کې لومړی غیر مهم بدلونونه منځ ته راځي، خو کله چې د سرعت قیمت ډېروي،

داخلي اصطکاک پورته ځي او په پای کې داسې حالت منځ ته راځي چې د مایع ذرې د  $B_1$  او  $B_2$  په ساحو کې نور هغه حرکي کافي انرژي نه لري، ترڅو د لوړ فشار په وړاندې د  $C$  په ساحه کې حرکت ته دوام ورکړي، خو سرعت یې کمېږي او په پای کې د  $D_1$  او  $D_2$  په څېر ساحو کې صفر ته تقرب کوي او په پایله کې د مایع ذرې بیرته راگرځي او شاته جریان پیدا کړي. د بیرته راگرځېدو پر مهال په دوران پیل کوي او گرداب تشکیلوي. یعنې هغه مایع چې مخکې یوه لامینار مایع وه، دادې په یوه توربولینټ مایع تبدیله شوې ده. هغه گردابونه چې له دواړو خواو څخه په پرله پسې توګه منځ ته راځي او د مانع شاته اصطلاحاً یوه گردابي لاره جوړوي.

## د اتم څپرکي لنډيز



- کله چې د گاز د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه کم وي، د متحرکو گازونو پر حجم د فشار د تغیرونو اغېزه هومره کمه ده چې کولای شي ترې تېر شو.
- یو سیال (مایع یا گاز) ته هغه مهال خیالي (ایډیال) ویلی شو چې د تراکم وړتیا او اصطکاک ونلري.
- د متمادیت معادله بیانوي چې په یو نل کې چې د متغیرو مقطعو لرونکی وي، د مایع د بهیر سرعت د نل له مقطع سره معکوساً متناسب دی. یعنې په لویه مقطع کې د بهیر سرعت کم او په کوچنی مقطع کې د بهیر سرعت زیات وي.
- د  $(\rho v_1^2/2) + P_1 = (\rho v_2^2/2) + P_2$  مساوات عبارت دي د برنولي له ساده رابطې څخه او بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډېروي لږ دی.
- د  $\rho v^2/2 + \rho gh + P = ct$  هم د برنولي د معادلې بل شکل دی چې د یوې خیالي مایع لپاره لاس ته راغلي او د حقیقي مایعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک یې ډېر نه دی، هم د تطبیق وړتیا لري.
- په افقي جریانونو کې کولای شو، د برنولي قانون په دې ډول بیان کړو چې د افقي بهیر په ټول بهیر کې د  $P$  فشار او د بند فشار  $(\frac{1}{2}\rho v^2)$  مجموعه ثابت ده.
- وینتوري ټیوب له یو نري نل (جیټ) څخه جوړ شوی دی چې په هغه کې د فشار توپیر په ډېرو پلنو برخو او ډېرو تنګو (کم سوره) برخو کې په یوه فشار سنجوونکي د مایع (مانومتر) پرمټ اندازه کیدای شي، او د برنولي د قانون پربنسټ د  $(p_1 + 1/2 \rho v_1^2 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2)$  رابطه په وینتوري ټیوب کې صدق کوي.
- د الوتکې په وزرونو کې یوه اوچتونکې قوه عمل کوي او هغه ددې لامل ګرځي (کله چې په کافي توګه د هوا په پرتله په ډېر لوړ سرعت حرکت وکړي) چې الوتکه په هوا کې اوچته وساتي.
- د مایعاتو لزوجیت یا چسپیدل (نسټل) د هغو له داخلي اصطکاک څخه عبارت دي، او لزوجیت هغه مهال تبارز کوي چې په مایع یا گاز کې داخلي حرکت منځته راشي، او د هغو اغېزو له قطع کیدو څخه وروسته چې د حرکت لامل ګرځیدلي ورو ورو قطع کېږي.
- د داخلي اصطکاک فورمول  $(R_i = \eta \cdot A \cdot v/d)$  دی.  $\eta$  د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي چې یو مهم ثابت دی او د هرې مادې لپاره مشخص دی.

- د هوییل ویسکو زیمتر له الې څخه د یوې مایع د لزوجیت ضریب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.
- که چېرې یوه کره د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې واقع شي، دغه کره د رغړېدو پرمهال خپله د پوتنسیل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې یې دېروالي راځي. د سرعت په زیاتیدو سره داخلي اصطکاک لورځي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مایع ذرې، کافي حرکي انرژي له لاسه ورکړي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولی او سرعت یې صفر ته تقریب کوي. په پایله کې ذرې بیرته راگرځي او شاته جاري کېږي او د بیرته راگرځیدو په مهال په څرخیدو یا دوران پیل کوي او گرداب جوړوي چې وایي نوره نو نوموړې مایع په یو توربولینټ مایع بدله شوې ده.

## د اتم څپرکي پوښتني

- 1 - یو سیال (مایع - گاز) تعریف کړئ.
- 2 - د متمادیت یا پیوستوالي معادله څه شی بیانوي؟
- 3 د  $A_1V_1 = A_2V_2$  رابطه د ..... او ..... هرې جوړه مقاطعو مقطع لپاره د تطبیق وړ ده.
- 4 - که چیرې مایعات او گازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي ..... ورته ویل کېږي.
- 5 - د یوې خیالي مایع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت له ..... څخه ده.
- 6 - د  $P_s = P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho V^2$  فشار د ..... فشار په نامه یادېږي.
- 7 - د ..... د قانون پربنسټ په وینتوري ټیوب کې ..... رابطه صدق کوي.
- 8 - د لزوجیت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړیوال سیستم کې د  $[\eta] = [R/d / A_V]$  له رابطې څخه ترلاسه کړي.
- 9 - ایا په ډېره کچه فشار تل د ډېرې قوې پرمټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضیح کړئ.
- 10 - کله چې د یوې نیچې له لارې اوبه څښي د هوا په تخلیه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموي او مایع په حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. آیا کولای شئ ددې موخې لپاره په سپورمۍ کې هم له نیچې څخه د اوبو د څښلو لپاره کار واخلي؟ ولې، توضیح یې کړئ.
- 11 - له لاندې معادلو څخه کومه یوه د اوبو سرعت د  $A$  په نقطه کې  $(V_A)$  او د اوبو سرعت د  $B$  په نقطه کې  $(V_B)$  ترمنځ اړیکه توضیح کوي؟
- الف)  $d_A V_A = d_B V_B$  ب)  $d_A^2 V_A = d_B^2 V_B$  ج)  $d_A d_B = V_A V_B$  د)  $1/2 d_A V_A^2 = 1/2 d_B V_B^2$
- 12 - که چیرې د نل د مقطع مساحت د  $A$  په نقطه کې  $2,5 \text{ cm}^2$  او د  $B$  په نقطه کې د مقطع مساحت  $5 \text{ cm}^2$  وي، د اوبو جریان د  $A$  په نقطه کې څو ځلي د  $B$  له نقطې څخه تیز (گړندی) دی؟
- 13 - په یوه افقي نل کې اوبه په  $(1 \frac{m}{s})$  سرعت بهیږي. که چیرې ددې نل شعاع د هغه د  $(\frac{1}{4})$  برخې په اندازه کوچنی شي، د نل پدې نړۍ برخه کې د اوبو سرعت لاسته راوړی.
- 14 - د یو نل د شیردان د سوري قطر  $2 \text{ cm}$  دی او په هره ثانیه کې په  $2,5 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  کچه اوبه ترې خارجېږي، اوبه په کوم سرعت له نل څخه خارجېږي، پیدا کړئ.



## مأخذونه

1. PHYSICS (PRINCIPLES WITH APPLICATIONS), by Douglas C. Gain coli, Published by Pearson Education Inc, 2005.
2. PHYSICS by James S. Walker, Pearson Education Inc. USA, New Jersey, 2004.
3. PHYSICS by R.A. Serwey and J.S. Faughn, 2006 by Holt, Rinehart and Winston.
4. PHYSICS, A Text book, published by Surat Publishing Company, printed in TURKEY, 1996.
5. Fundamentals of Physics, published by University of the Philippines, College of Education, Manila, 1976.
6. الفيزياء (للمرحلة الثانوية / الفرع العلمي)، و وزارة التربية و التعليم، ادارة المناهج والكتب المدرسية، الكتاب في مدارس المملكة الاردنية الهاشمية، ٢٠٠٥ م.
7. د «فيزيك (2) و ازمایشگاه»، د بنوونې او روزنې وزارت د خیرنې او ازمونې د پلان جوړولو سازمان، د ایران د درسي کتابونو د چاپ او خپریدو شرکت، 1385 هـ . ش.

**Get more e-books from [www.ketabton.com](http://www.ketabton.com)  
Ketabton.com: The Digital Library**