



د پوهنې وزارت

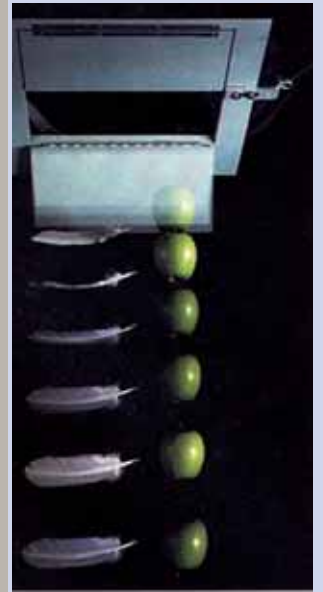
د تعلیمي نصاب، د ښوونکو د روزنې او د ساینس مرکز معینیت  
د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف لوی ریاست

# فزیک

## یواسم ټولگی



فزیک



سسته او خرڅونه یې  
پري:



د ۲۰۱۹ هـ. ش.

Ketabton.com

یواسم ټولگی





### د پوهني وزارت

د تعلیمي نصاب، د ټیونونکو د روزني او د ساینس مرکز مهمیت  
د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف لوی ریاست

# فزیک

p h y s i c s

## یوولسم ټولگی

د چاپ کال: ۱۳۹۰ هـ.ش.

الف

## ليکوالان:

- سر مؤلف گل احمد ساغری د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست غړی او د نصاب د پروژې متخصص.
- اېو طالب حیدری په افغانستان کې د امریکایي پوهنتون استاد.
- د مؤلف معاون عبدالودود فیضی د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست غړی.
- دوکتور عبدالاکریم میرزا زاده

## علمي او مسلکي اېډیټور:

- سر مؤلف گل احمد ساغری د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست غړی او د نصاب د پروژې متخصص.

## د ژبې اېډیټور:

- مؤلف اقا محمد گرنډی (خوږبانی) د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف د ریاست د پښتو څانگې علمي او مسلکي غړی.

## دیني، سیاسي او کلتوري کمیټه:

- حسیب الله راحل د پوهنې وزارت سلاکار د تعلیمي نصاب د پراختیا په ریاست کې
- مولوی عبدالوکیل

## د څارنې کمیټه:

- دکتور اسدالله محقق د تعلیمي نصاب، د ښوونکو روزنې او د ساینس مرکز معین
  - دکتور شیرعلي ظریفی د تعلیمي نصاب د پراختیا د پروژې مسؤول
  - د سر مؤلف مرستیال عبدالظاهر گلستانی د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف لوی رئیس.
- کمپوز او ډیزاین:**  
خالد هوتک



## سرود ملی



### سرود ملی

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

## بسم الله الرحمن الرحيم

### د پوهني د وزير پيغام گرانو ښوونکو او زده کوونکو،

ښوونه او روزنه د هر هېواد د پراختيا او پرمختگ بنسټ جوړوي. تعليمي نصاب د ښوونې او روزنې مهم توکي دي چې د معاصر علمي پرمختگ او ټولني د اړتياوو له مخې رامنځته کېږي. څرگنده ده چې علمي پرمختگ او ټولنيزې اړتياوې تل د بدلون په حال کې وي. له دې امله لازمه ده چې تعليمي نصاب هم علمي او رغنده انکشاف ومومي. البته نه ښايي چې تعليمي نصاب د سياسي بدلونونو او د اشخاصو د نظريو او هيلو تابع شي.

دا کتاب چې نن ستاسو په لاس کې دی، پر همدې ارزښتونو چمتو او ترتيب شوی دی. علمي گټورې موضوعگانې پکې زياتې شوي دي. د زده کړې په بهير کې د زده کوونکو فعال ساتل د تدرسي پلان برخه ګرځيدلي ده.

هيله من يم دا کتاب له لارښوونو او تعليمي پلان سره سم د فعالې زده کړې د ميتودونو د کارولو له لارې تدریس شي او د زده کوونکو ميندې او پلرونه هم د خپلو لویو او زامنو په باکفېته ښوونه او روزنه کې پرله پسې ګاهه مرسته وکړي چې د پوهني د نظام هيلې ترسره شي او زده کوونکو او هېواد ته ښې برياوې ور په برخه کړي. پر دې ټکي پوره باور لرم چې زموږ گران ښوونکي د تعليمي نصاب په رغنده پلي کولو کې خپل مسؤوليت په رښتوني توگه سرته رسوي.

د پوهني وزارت تل زيار کاږي چې د پوهني تعليمي نصاب د اسلام د سپېڅلي دين له بنسټونو، د وطن دوستي د پاک حس په ساتلو او علمي معيارونو سره سم د ټولني د څرگندو اړتياوو له مخې پراختيا ومومي.

په دې ډګر کې د هېواد له ټولو علمي شخصيتونو، د ښوونې او روزنې له پوهانو او د زده کوونکو له ميندو او پلرونو څخه هيله لرم چې د خپلو نظريو او رغنده وړانديزونو له لارې زموږ له مؤلفانو سره د درسي کتابونو په لا ښه تاليف کې مرسته وکړي.

له ټولو هغو پوهانو څخه چې د دې کتاب په چمتو کولو او ترتيب کې ښې مرسته کړې، له ملي او نړيوالو درنو مؤسسو، او نورو ملگرو هېوادونو څخه چې د نوي تعليمي نصاب په چمتو کولو او تدوين او د درسي کتابونو په چاپ او وېش کې ښې مرسته کړې ده، مننه او درناوی کوم.

ومن الله التوفيق

فازوق وردګ

د افغانستان د اسلامي جمهوريت د پوهني وزير

هـ

## لو مړني خبري

زموږ زمانه د ساينس او تکنالوژۍ د چټکو بدلونونو زمانه ده، د پوهانو د اټکل له مخې به په راتلونکو کالونو کې هره مياشت د علمي اطلاعاتو کچه دوه برابره شي. څرگنده ده چې له دغو بدلونو سره يو ځای به زموږ د ژوند لارې، طريقې او هم زموږ د سبا ورځې د ځوان نسل اړتياوې هم بدلون ومومي. کيداى شي په دې لړ کې د علومو زده کړې په بدلون کې شي. په دې لارو چارو ټينگار شوی دی، چې زده کوونکي په آسانۍ سره چټکې زده کړې وکړي، وکولاى شي، چې لازم او اړين مهارتونه د زده کړې په پراوونو او د مسایلو په حل کې وکاروي. په دغه درسي کتاب کې هڅه شوېده، چې محتوا يې د فعالې زده کړې په پام کې نيولو سره تاليف شي.

په هر درسي کتاب کې درې بنسټيزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنيت) د مؤلفينو د پاملرنې وړ څرگندې دي، سربيره پر هغه د سرليکونو حجم او د کتاب محتوا د دولت له بنسټيزې او روزنيزې کرلارې سره سم د وخت او بنسټيز پلان په پام کې نيولو سره يې مفردات طرح شوي دي، د محتوا د عمومي معيارونو او منل شوي ليکنې پر بنسټ، د افغانستان د ثانوي دوري درسي کتابونه تنظيم او چاپ شويدي، هڅه شوېده، چې موضوع گانې په ساده او روانه بڼه شرح شي، چې د فعاليتونو، بيلگو او پوښتنو په راوړلو سره د زده کوونکو لپاره اسانه وي. له درنو بنسټيزو څخه هيله کېږي، چې د خپلې هغه پوهې او تجربو له مخې د نوښتگرو طرحو په وړاندې کولو سره، چې کولاى شي، په ښوونه او روزنه کې د زده کوونکو لپاره مهمه (مرستندوى) واقع شي، له مورز سره مرسته وکړي.

همدا رنگه له خپلو رځنده وړانديزونو، چې د کتاب د کيفيت په لوړولو کې اغيزې ولري، له هيڅ ډول هڅې او هاند څخه ډډه ونه کړي. تاسو ته ډاډ درکوو، چې انشاء الله ستاسو جوړوونکو او ارزښتمنو نظرياتو او وړانديزونو ته به د کتاب د نښکرتياوو او تيروتنو د مخنيوي په موخه په راتلونکي چاپ کې په مينه هر کلي وړاوي.

په پاى کې له هغو ښاخلو استادانو څخه چې ددغه کتاب په سمون او اصلاح کې يې زيار اېستلى دى، مننه کوو.

همدارنگه د کمپيوټر له درنو کارکوونکو څخه چې ددغه کتاب په ټايب، ډيزاين او د پاڼو په ښکلا کې يې نه ستړي کيدونکي هلې ځلې کړيدى، هم مننه کوو.

د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف عمومي رياست

د فزيک څانگه



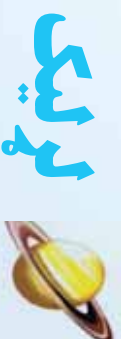
# لړلیک

## مخونه

### لوړې څپرکي: ميخانيکي تعادل

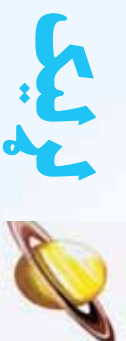
- ۱.....
- ۲..... قوه، قوه د وکتور په توګه
- ۶..... متلاقي (ضير موازي قوي ..... د نقطه يي کتلې تعادل
- ۱۴.....
- ۲۱..... د قوي مومنت (تورک)
- ۲۹..... موازي قوي
- ۳۴..... د قوي زوج
- ۳۶..... د تعادل عمومي شرطونه
- ۵۱..... **دوهم څپرکي**: يو بعلي حرکت
- ۵۲..... د موقعيت او مکان بدلون
- ۵۲..... حرکت د مستقيم خط په امتداد
- ۵۴..... منځنی (متوسط) سرعت
- ۵۸..... د موقعيت – زمان گراف
- ۶۰..... تعجيل
- ۶۳..... يو نواخته حرکت يو ډوله (مثنابه) حرکت
- ۶۶..... ازاد سقوط
- ۷۴..... **درېم څپرکي**: دوه بعلي حرکتونه
- ۷۵..... د مکان او منځنی سرعت بدلون
- ۷۸..... منځنی، تعجيل او لحظه يي تعجيل
- ۸۱..... غورځورونکي (برتابي) حرکتونه
- ۸۳..... مايل غورځول (ويشتل)
- ۸۷..... دايروي حرکت
- ۸۹..... دايروي يو ډوله حرکت
- ۹۳..... تعجيل په دايروي يو ډولي (مثنابه) حرکت کې





## مخونه

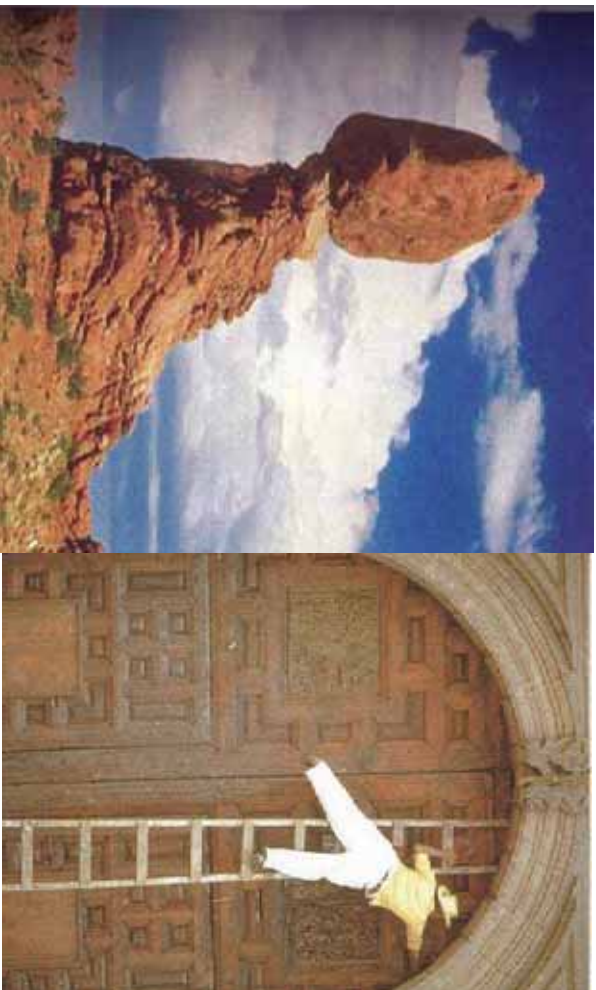
- ۱۰۰..... د نیوتن د حرکت قوانین (د نیوتن لومړی قانون)
- ۱۰۲..... د نیوتن دوهم قانون
- ۱۰۳..... د نیوتن دریم قانون
- ۱۰۷..... د نیوتن د قوانینو پلي کول
- ۱۱۲..... د اصطکاک قوه
- ۱۱۶..... د نیوتن د جاذبي قانون
- ۱۲۲..... لفت
- ۱۲۴..... د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدارونه
- ۱۳۰..... **پنځم څپرکی**: کار، میخانیکي انرژي او طاقت
- ۱۳۴..... کار او حرکي انرژي
- ۱۳۸..... هغه کار چې د فزولخوا پر کتلې ترسره کېږي
- ۱۴۰..... تحفظي او غیر تحفظي قوې
- ۱۴۱..... د میخانیکي انرژي ساتنه
- ۱۴۳..... توان (طاقت)
- ۱۴۸..... **شپږم څپرکی**: خطي موتم او امپولس
- ۱۴۹..... مستقیم الخط حرکت او امپولس
- ۱۵۱..... موتم
- ۱۵۶..... قوه و موتم
- ۱۵۹..... ضربه او د خطي موتم تحفظ
- ۱۶۲..... ارتجاعي تصادم
- ۱۶۴..... غیر ارتجاعي تصادم
- ۱۶۴..... د ثقل مرکز
- ۲۰۹..... د توفاني جریان پدیده



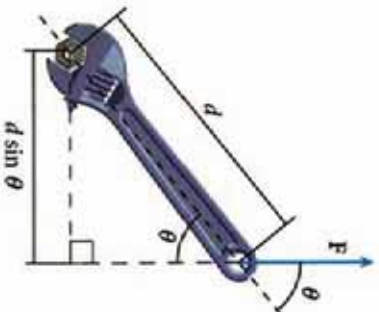
## مخونه

- ۱۷۰..... د سیالونو نسبي سکون.....
- ۱۷۱..... د سیالونو فشار.....
- ۱۷۲..... د مایع د فشار اندازه کول.....
- ۱۷۵..... د اتمو سفیر فشار.....
- ۱۷۸..... په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول.....
- ۱۸۰..... په سیالونو کې د فشار انتقال - د اوبو شکنجه.....
- ۱۸۳..... د ارشمیدس قانون.....
- ۱۹۲..... **اتم خپړکي**: متحرک سیالات - خیالي سیالات.....
- ۱۹۴..... د متعادیت معادله.....
- ۱۹۶..... د برنولي معادله.....
- ۲۰۰..... د برنولي د قانون تطبیقات.....
- ۲۰۲..... د وینتوري ټیوب - د جریان د سرعت اندازه کول.....
- ۲۰۴..... د الوتکې وزرونه او متحرکه او چټونکي قوه.....
- ۲۰۵..... لزوجیت - د لزوجیت مفهوم.....
- ۲۰۹..... د توفاني جریان پدیده.....

# لومړۍ څپرکي مېخانيکي اند و ل (تعادل)



مېخانيکي تعادل د مېخانيک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کېدونکي موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بيلابيلو ډگرونو کې د اړتيا وړ ماشين الاتو او ټکنالوژۍ په پراختيا کې چې نوموړه د ټولني په ورځني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالېږي يو مهم بنسټ جوړوي. ځني مسايل لکه : د قوو مطالعه، په اجسامو باندې بې د اغېزو څرنگوالي، د رافعي او د هوايي ترانسپورت او دکانونو د استخراج په څېر د ساده ماشينونو په طراسې او جوړولو کې ځمکنې او دهغو داروندو پلېدو د اغېزو کارول د ټول پر هغو قواعدو بناسوي چې مېخانيک فزیک او له د قوو او دهغو داروندو پلېدو د اغېزو کارول د ټول پر هغو قواعدو بناسوي چې مېخانيک فزیک او له هغې جملې څخه د مېخانيکي تعادل پر بنسټ تيوري گانې بې تر مطالعې لاندې نيسي. مېخانيکي تعادل د انسانانو او حيواناتو په ژوندانه کې يو له خو را ژورو او طبيعي رمنونو څخه دی چې د ځمکې د کرې پرمخ بې هغو ته د ثبات او ژوندي پاتې کېدو مناسب شرايط برابروي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نيولې د سفينو او سيارو ترالوتلو او د ځمکې او بحرونو په ژوروکې نفوذ دا ټول د علم او ټکنالوژۍ لاسته راوړنې دي چې د مېخانيکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره او غوره دی. ددې څپرکي محتويات دهغو محتواونو په تړاو جوړشوي چې ناسو په تيرو کلونو کې زده کېدې. قوه چې د فزیک له پخوانيو درسونو څخه يو بحث دی، په دې څپرکي کې هم تکرارېږي ترڅو چې يو شمير نورو بحثونو لکه قوې يا متقابلې اغېزې (عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلو بنسټ جوړ کړی دی. د قوو د څرگندېدو (منځته راتلو) مطالعه، که څه هم د متلاقي او يا موازي قوو په څېر ده، همدا رنگه د قوو د تجربه کېدو پوهه، د قوې د مومنت او يا د دوران مومنت، او د زوج قوې په څېر ديو شمير نورو مفاهيمو د پېژندلو او زده کولو لپاره هواروي.



په شکل کې لیدل کېږي چې د رافعي د مټ لوری تل د تطبیق شوی قوې پر لوري صعود دی.

دې ته باید پام وکړو چې قوه د یو مهم شاخص په توګه ددې څېړنې په ټولو برخو کې کارول شوې. ددې څېړنې دمندرجو بحثونو دښې پوهې لپاره کورښن 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 څېړنې په پای کې د ولټیزو کارونو په ترسره کولو او دسوالونو او تمرینونو په حلولو سره، ددې بحث فزیکي مفاهیم پخپلو ذهنونو کې لاټور او تحکیم کړي او په پایله کې یې لاندې پوښتنو او ددې په څېړنورو پوښتنو ته ځواب ووايي:

ولې قوه وکتور دی؟ څه شی د یو جسم د حرکت ډګرندي کېدو یا تعجیل سبب ګرځي؟ کله چې د یو څپک (چکڅ) په مرسته پریو میخ قوه وارده شي، ایا میخ هم پخپل وارښیرته پرچکڅ قوه واردوي؟ څنګه او ولې؟، د یوه محور پر شاوخوا د یو جسم دوران پېښه څه شی تمثیلوي؟ او ددې په څېړنورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه ځواب ورکړی.

## 1-1: قوه

هغه قوه چې ټول یې پیژنو، د محکمې د جاذبې قوه یا د جسم وزن دی. په ورځني ژوندانه او هم تخنیک کې له ګڼ شمیر قوو سره بلدتیا لرو. همدارنګه تاسو په تیرو کلونو کې په دې پوه شوی چې قوې د هغو د اغیزو له مخې کولای شو پیژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي د یو جسم د سرعت د زیاتېدو یا کمېدو سبب شي او یا د یو جسم د شکل او د حرکت د لورې د تغییر سبب شي. دا تغییرات کله ناکله ډېر کم او واړه 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 اخستې سره قوه داسې تعریفوي: قوه هغه عامل دی چې د جسم د شکل او یا حالت د تغییر سبب ګرځي.

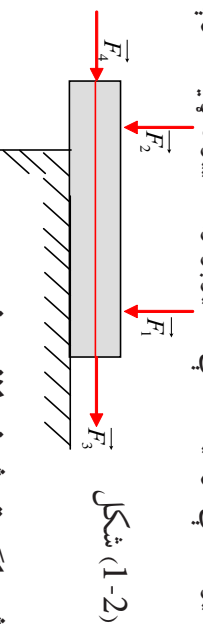
## قوه دوکتور په توګه

يو جسم تل د خپل ځان يوه لوري ته حرکت ورکولی شي او يا د خپل سرعت يوه لوري ته تغير ورکوي، چې پر جسم باندي عامله قوه په هماغه لوري اغيز کوي. همدا رنگه د قوي د اغيز لوري کولای شي د جسم د شکل د تغير سبب شي. دا موضوع د اوسني په يوه ميله کې په ښه توګه کتل کېدای شي، يعنی کله چې ميله د يوې قوي تر اغيز لاندې واقع شي، کېږي. له پورتنيو څرګندونو څخه دې پایلې ته رسېږو چې قوه يو وکتوري کميت دی او د هغې د توضیح او بيانولو لپاره يې دکچې (اندازې) او لوري پېژندلو ته اړتيا ده. قوه د يوه وکتور په توګه ديو تير په مرسته ښيي. د (1-1) په شکل کې لاندې نوم کېښودلو ته پام وکړئ:

د A نقطه د تاثير يا اغيز نقطه، د AB د غښي اوږدوالی او يا د قوي مقدار يا زياتوالی،  $\overline{AB}$  د غښي يا د قوي لوری يا جهت او د د مستقيم د تاثير يا اغيز کرښه او يا د قوي استقامت لوری ښيي.



پريوه جسم ديوې قوي اغيزه، په عمومي توګه پر هماغه جسم باندي د قوي د اغيز د نقطې د موقعيت پورې اړه لري. (1-2) په شکل کې ليدل کېږي چې په جسم باندي دوې قوي  $F_1$  و  $F_2$  چې يوله بله سره مساوي دي عمل کوي. لکه څنګه چې د  $F_1$  قوه جسم د لاندیني 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 قوي چې د هماغه د اغيزې کرښه پر جسم عمل کوي، مساوی اغيز پر جسم باندي واره وي، چې په پایله کې ويلی شو: که چېرې د يوې قوي د اغيز د نقطې موقعيت دهغې د اغيز پر کرښه تغير وکړي، د قوي اغيز تغير نه کوي.

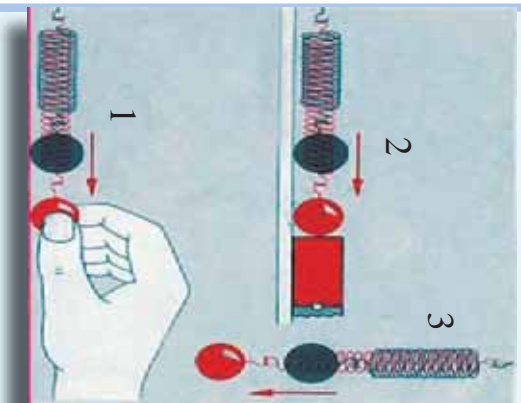


## اوس د بيلابيلو قوو څو بيلګې تر څېړني لاندې نیسو:

له قوو څخه يوه د عضلو قوه ده. ددې قوي په مرسته کولای شو د اجسامو سرعت کم يا زيات کړو او يا د هغوی شکل ته تغير ورکړو. د عضلو قوه د فزيکي تجربو لپاره لږه مساعده ده. ځکه چې په سختی سره اندازه کېږي. لکه څنګه چې له پخوا څخه پوهېږئ، د وزن قوه يوه بله له قوو څخه ده چې په هغه يوه ځای کې د جسم له کتلې او يا د هغې د مادي اندازې سره چې په جسم کې شتون لري، مستقيماً متناسبه ده. د جسم وزن قوه تل په عمودي توګه د ځمکې د ثقل په لوري عمل کوي. له يوه تار څخه په ګټې اخستلو سره چې له يوه څرخ څخه تير شوی دی، د وزن د قوي اغيز بڼه له دې چې په مقدار (اندازه) کې تغير را منځ ته شي، کولای شو نورو لورونه يې متوجه کړو. د اصرطکاک قوه يوبل ډول قوه ده.

کله چې دوه جسمونه سره په تماس کې شي، او د متقابل حرکت په حالت کې راشي، ددوي ترمنځ د اصطکاکی قوه منځته راځي. مورږ په کور، بڼوونځي، بازار، د سپورت په ډگرونو او نورو ډېرو ځايونو کې په خپل ورځني ژوند کې پر جسمونو باندې د ډول ډول قوو لکه د مقناطیس قوې، برېښنايي قوې او نورو اغیز وینو. ددې لپاره چې د قوې اغیزې په ښه او څرگند ډول ولید لای شو او د قوې نورې بیلگې معرفي کړای شو، د لاندې فعالیتونو په ترسره کولو پیل کوو.

### فعالیت



شکل (1-3)

د (1-3) شکلونو ته نظر وکړئ. څه به پېښ شي، که چېرې فز په لاس راوکاږو؟ (1-حالت) او یا مقناطیس ورته نژدې کړو؟ (2-حالت) دغه کار عملي کړئ او د خپلو کتنو پایلې په هره ډله کې وړاندې کړئ. داخل فز په عمومي ډول له غونډ اړي (گلولې) سره یوځای د (3-حالت) د شکل په څېر و خړوئ، څه تغیر به وگورئ؟ ایا بیا به هم فز د غونډاړي د وزن له امله و غځېږي؟ که چېرې تجربه مو په سمه توګه تر سره کړي وي، ددې گورئ چې مقناطیس او د غونډاړي وزن هم د لاس د عضلو د قوې په څېر د فز د شکل د تغیر لامل کېږي. نو پایلې ته رسېږو چې: قوه کولای شي د جسم د شکل د تغیر لامل وگرځي او یا برعکس د شکل هر ډول تغیر د یوې قوې د اغیز معلول دی.

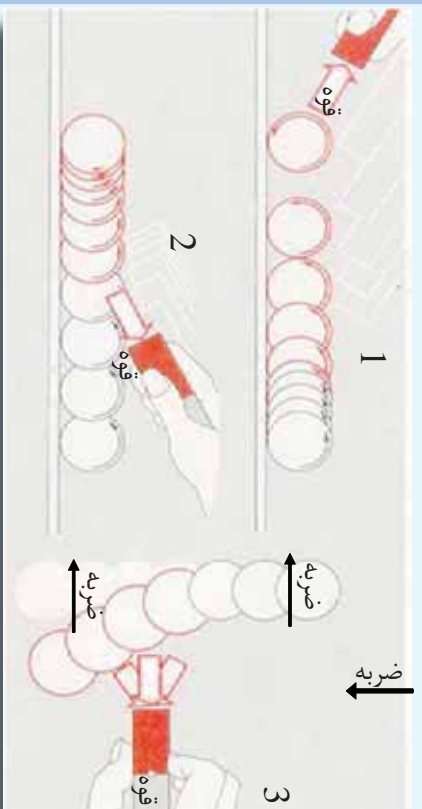
یو شمیر نور ځایونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانې سره وگورو د بیلابیل سپورتونه دي چې ددوي له ډلې څخه د والیال او باسکتبال لوبې دي چې په ترڅ کې یې تاسو پخپله کولای شئ په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوبو کې ستاسو د لاس د عضلو قوه توپ ته سرعت ورکوي او یا توپ چې د حرکت په حالت کې دی ولې یې دروي؟ او بیا یې د حرکت لوري ته تغیر ورکوي؟ ایا هغه څه چې وویل شول، د مقناطیس د قوې په هکله هم صدق کوي؟ ایا د مقناطیس قوه د یو جسم د سرعت د زیاتېدو لامل کېدای شي؟ د مقناطیس د قوې اغیزې د لاندې فعالیت د ترسره کولو په ترڅ کې کتلې شو:



## فعالیت

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

1) حالت) پر یو واړه او سپینز غونډاږي چې د میز پر سر پروت دی، ضربه وارد وو. گلولې د واردي ضربه له امله د میز پر سر ورو رځي. په عادي حالت کې گلولې په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطیسي میله د مخې لخوا گلولې ته ورژدي شي، څه پیښه به ریدل شي؟ د گلولې د حرکت په سرعت کې څه تغیر لیدل کېږي؟



شکل (1-4)

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

2) حالت). د اوسپني گلولې یو ځل بیا د میز پر مخ د رځېدو په بڼه خوځي، کور، خو دا ځل هغوي د (2حالت) که ونیئ یې د مقناطیسي میلې په مرسته تعقیبوو یعنې د گلولې د حرکت په سرعت کې څه تغیر ونیئ او ولې؟

په دریم حالت کې چې مقناطیسي میله له یوه لوري، رځېدونکې د اوسپنيزې گلولې د حرکت مخالف لوري له خوا مقناطیسي میلې ته ورژدي کېږي، تا سو څه تغیر کوږئ؟ هغه پایلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنیو پوښتنو د ځواب په توگه تر لاسه کوئ، د یو دلیر کار په ترڅ کې یې په ځپلو کې مطرح کوئ

دلاندی تمرینونو په تر سره کولو سره ، په یو جسم بانندی د قوي د اغیزو د څرنگوالي په اړه د گروپ د غړو تر منځ بحث وکړئ او پایلې یې له نورو سره شریکې کوئ:

a- ویل شوي چې قوه یو وکتوري کمیت دی، ایا کولای شئ د یو وکتوري کمیت ځانگړنې بیان کوئ.

b- ایا پرته له وکتوري کمیت څخه، بل کوم کمیت هم پېژنئ؟ که څواب هو وي، هغه کمیت کوم کمیت دی؟ د هغه کمیت او ځانگړنې معرفي کوئ

- c- قوه یو 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 دریلو سبب گرځي؟
- e- یو جسم په یوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، یوه قوه د کیني لوري پرې اغیز کوي، څه پېښېږي؟ د یو شکل په واسطه یې وښئئ. له دې عمل څخه څه پایله ترلاسه کوی؟
- f- پر یوه جسم د یوې قوې داغیز له امله، ممکنه ده چې دهغه جسم شکل ته تغیر ورکړي. ایا په جسم باندې دا تغیر د یو شکل په مرسته ښودلای شی؟

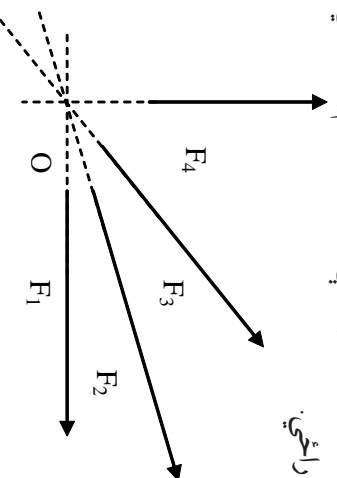
### پوښتي



- د قوې د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تیرو کلونو کې لوستي دي، لاندې پوښتنو ته په ځواب ورکولو پخپل پخواني معلومات په لاندو 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: قوې واحد څه شی دی؟ تعریف یې کړئ.
- 3. د (SI) په نړیوال سیستم کې: د قوې واحدو بنسټیز واحدی که یو فرعي واحد؟ او ولې؟

## 1-2: متلاقي (غیر موازي) قوې

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

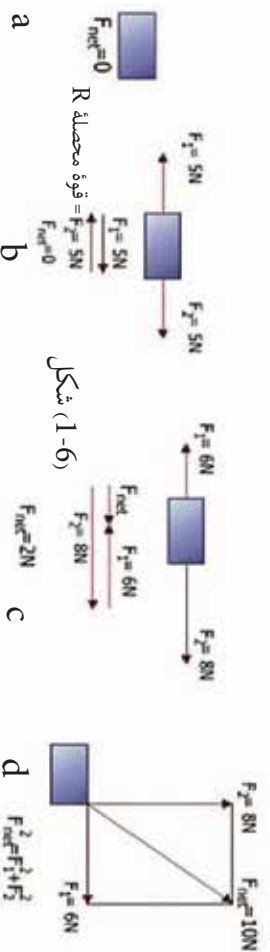


شکل (1-5)



## د قوو محصله

کله چه په يوه وخت کې پر يوه جسم له يورې څخه زياتې قوې واردې شي، په دې حالت کې د قوو يوه سيستم پر جسم عمل کوي چې د جسم د حرکت پر حالت اغيزه اچوي او پر يوه جسم د اغيز کوونکو ټولو قوو وکتوري مجموعه د محصله قوې په نامه يادېږي او هغه په  $R$  نښتي. پوهېږو چې قوې د وکتورو نو د قوانينو پر بنسټ جمع کېږي (لاندي شکلونه دي وکتل شي) بايد په ياد ولرو چې محصله قوه تل پر جسم د عمل کوونکو قوو له مجموعې سره معادله نه وي يعنې دا مجموعه په هر حالت کې د هغوی له محصله قوې سره نشو بدلولی، يوازې په هغه حالت کې دا کارشونې دی چې قوې موازي وي.



شکل (1-6)

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

## په هندسي توگه د متلاقي قوو محصله پيدا کول:

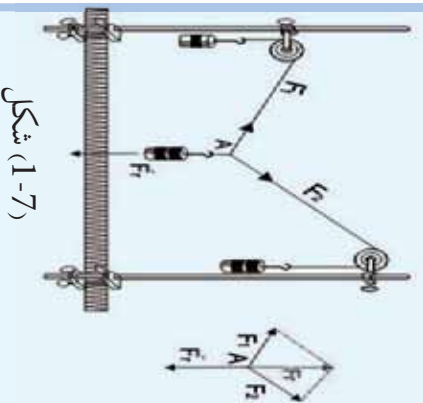
د متلاقي قوو د محصلې د پيدا کولو لپاره لاندي فعاليت تر سره کوو:



### فعاليت

په يوه تجربه کې له مخالف شکل سره سم د  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  دوي قوې په مياله توگه، په مختلفو لورو پورته خواته او د  $F_r$  قوه په عمودي توگه ښکته خواته عمل کوي. د قوو اندازه د هغو وزونونو په مرسته چې خړول شوي دي، ټاکل شوي ده. که چېرې قوې د ځينو په توگه رسم کړو، يوه ساده هندسي هماهنگي په لاس راځي.

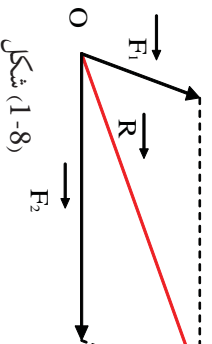
څرنگه چې د نقطه د سکون په حالت کې ده، نو بايد:  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  محصله ده. د  $F_r$  له قوې سره مساوي، خو مخالف لوري کې به ولري. که چېرې په رسم کې  $F_r$  وکتور ته په مخالف لوري کې د هغه له خپل اوږدوالي سره مساوي دوام ورکړو،  $\vec{F}_1$  په لاس راکوي. له دې ځايه څخه ليدل کېږي چې د  $F_1$  او  $F_2$  وکتورونه يوه داسې متوازي الاضلاع جوړوي چې  $\vec{F}_r$  يې وتر دی.



شکل (1-7)

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

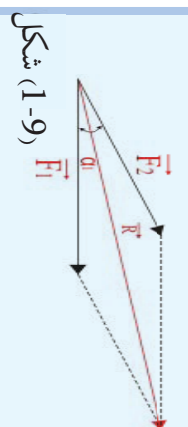
قاعدو: د دوو نا موازي (متلاقي) قوو محصله چې تر یوې زاوې لاندې پریوه جسم باندې اغیز کوي او دوو قوو له مقدار او لوري څخه هغه متوازي الاضلاع په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسېږي. که چېرې موز هغه زاوې ته چې د دوو قوو ترمنځ شتون لري، تغیر ورکړو، د محصله قوې کچه هم تغیر مومي، له دې وینا څخه یوه بله قاعده لاس ته راوړو او دا رنگه یې بیا نو:



شکل (1-8)

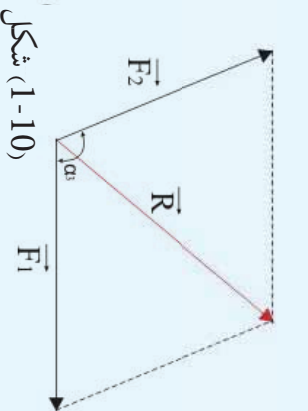
**قاعدو:** د محصله قوې مقدار نه یوازې د دوو قوو په مقدار پورې بلکې د هغې زاوې پر وسعت پورې هم اړه لري کومه چې د دې دوو قوو دانځیز د خطونو ترمنځ شتون لري. د محصله قوې د کچې اړیکه د هغې زاوې له وسعت سره چې ددو ووقوو ترمنځ شتون لري، په لاندې فعالیت کې تشریح اوکلی شو.

## فعالیت

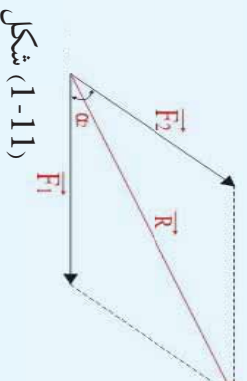


شکل (1-9)

وراندې وویل شول چې پر یو جسم باندې د اغیز کونکو 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 موږ یې په دې فعالیت کې په ترسېمې ډول ثبوت او مشاهده کوو.



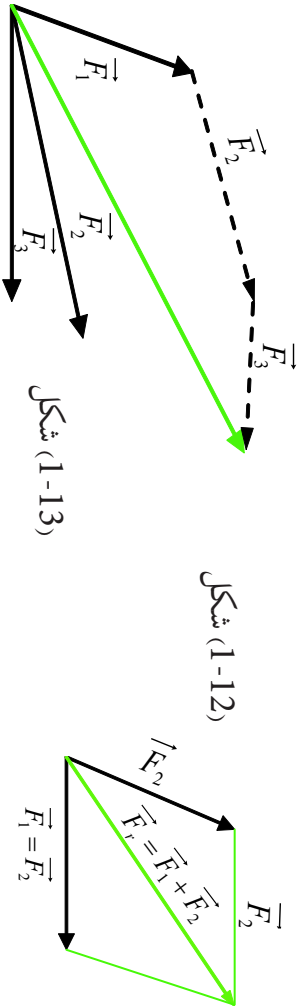
شکل (1-10)



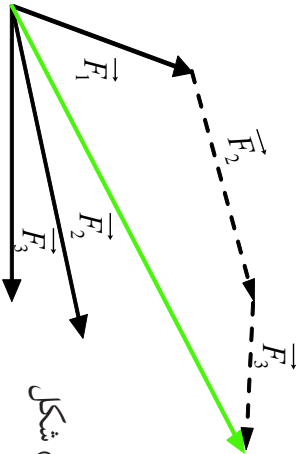
شکل (1-11)

په لاس راوړو. د دې متوازي الاضلاع وتر چې د محصلې قوې کچه په لاس راگوي، انداز، کور چې داوتر د  $F_1$  او  $F_2$  کچه د قوې له وکتور سره شریکه مینا لري او لوري یې له مینا څخه د انجام په لور دی. په شکلونو کې گوري چې د  $R$  د محصلې قوې کچه نظر هغه زاوې ته چې قوې یې پخپلو جوړوي، توپیر لري. لکه څنګه چې وینو، هر څومره چې د دوو قوو د وکتورونو ترمنځ زاویه کوچنۍ وي، محصله یې لویه او څومره چې د دوي ترمنځ زاویه لویه وي، محصله یې کوچنۍ وي. دا فعالیت دې هره ډله په جلا ډول تر سره کړي او دخپل کار پایلې دې خپلو ټولگيوالوته وړاندې کړي.

باید وروایو چې موز 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 د قوو د انتقال له طریقی څخه په کار اخیستلو سره دا ډول لاسته راوړو. د  $\vec{F}_1$  د وکتور قوې انجام ته، یو موازی خط د  $\vec{F}_2$  د قوې داغیز د خط په یوه لوري رسمو. بیا د دې خط پر مخ، یو قطعه خط چې د  $\vec{F}_2$  قوې د وکتور اوږدوالی یې 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، رسمو. کوم قطعه خط چې په لاس راځي، د  $\vec{F}_1$ ،  $\vec{F}_2$  او  $\vec{F}_3$  د قوو محصله ده، د (1-13) شکل. باید په یاد ولرو چې د متوازي الاضلاع قاعده او د وکتورونو قاعده د جمعې د محصله قوې د پیدا کولو لپاره عین نتیجه لري.

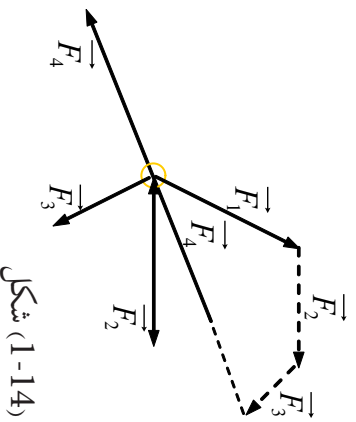


شکل (1-12)

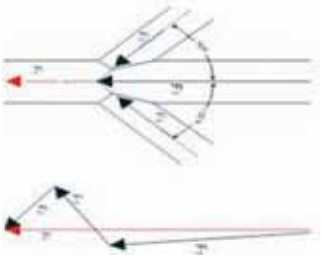


شکل (1-13)

که چېرې یو جسم د تعادل په حال کې وي، د قوو محصله یې له صفر سره مساوي ده او د قوو د مصلع په پایله کې یوه تریلي مصلع ده، د (1-14) شکل په تریلي مصلع کې د اخري قوې انجام د هغې قوې داغیز له نقطې سره منطبق کېږي. یعنې:  $R = 0$  او یا  $\sum F = 0$



شکل (1-14)



شکل (1-15)

**مثال:**

دیروی پایی د پاسه  $F_1 = 3600N$  وزن پورته شوی دی. په همدې وخت کې په دې پایه کې، دوی قوی یوه یې  $F_2 = 1200N$  تر  $40^\circ$  زاوې لاندې او بله قوه یې  $F_3 = 1440N$  تر  $55^\circ$  زاوې لاندې فشار واردوی. د محصله قوی اندازه او لوری پیدا کړئ.

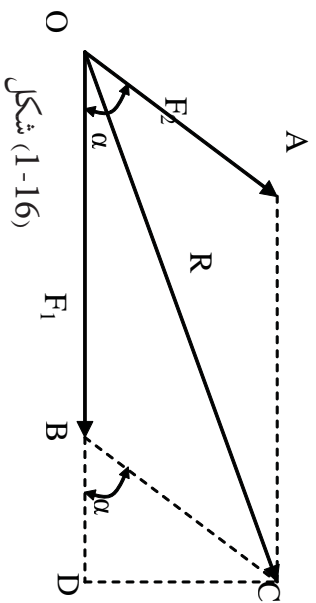
**حل:** تر ټولو د مخه د قوی لپاره د اوږدوالي یو مقیاسي واحد ټاکو. د بیلگې په توگه  $1000N = 1cm$  وروسته د  $F_1, F_2$  او  $F_3$  قوی د قبول شوی مقیاسي واحد پر بنسټ، د هغو د کچې او لوري په رعایتولو سره، د قوو په یوه مضلع کې انتقالوو. د قوو دمحصلې اوږدوالی د شکل له مخې له  $5.3cm$  سره مساوي دي. نو د پورتي قبول شوی 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 طریقہ**

که چیرې د  $F_1$  او  $F_2$  دوی قوی پر یوه جسم باندې داسې عمل وکړي چې داغیز خطونه یې پخپلو کې د  $\alpha$  زاویه جوړه کړي (1-16) شکل: په دې صورت کې د محصلې دلوی 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:

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

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

اوس که چیري د (OD) قیمت د 1 په رابطه کې واچووه، نو لرو چي:

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

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

د  $\hat{BDC}$  قائم الزاویه مثلث له معني لیکلی شو چي:

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

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

$$R^2 = (F_1^2 + 2F_1 \cdot BD + F_2^2) \dots\dots\dots 3$$

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

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

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

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

موز ويلي وو چي د محصله قوي کچه د هغې زاويې په لور يې پورې اړه لري، چي د دوو قوو ترمنځ واقع ده. اوس د  $\vec{R}$  د محصلي قیمت نظر د  $\alpha$  قیمت ته تر مناقشي لاندې نيسو.

1. که چیري  $90^\circ = \alpha$  وي، نو  $\cos 90^\circ = 0$  دی او لرو چي:

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

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

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2$$

2. که چیري  $180^\circ = \alpha$  وي، نو  $\cos 180^\circ = -1$  دی او کولای شو چي وليکو:

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

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

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

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

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

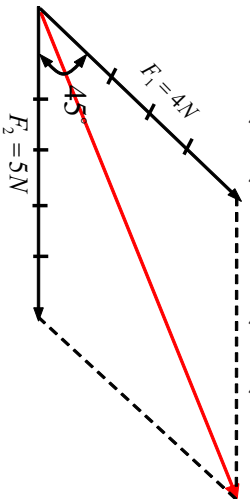
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 (+1)}$$

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

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

$$R = F_1 + F_2$$

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



**حل:**

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

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

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

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

نو لرو چې:

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

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

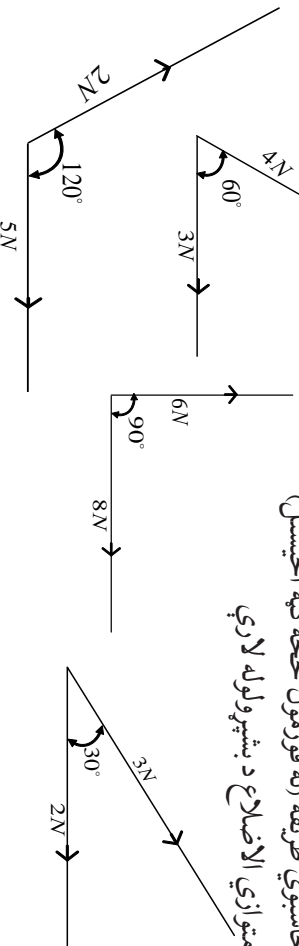
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

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

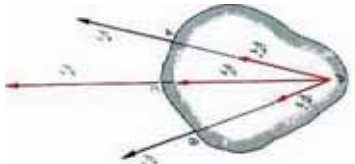
**پوښتنه:**

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 طریقه (له فورمول څخه گټه اخیستل)
2. د متوازي الاضلاع د بشپړولو له لارې



**هغه قوي چي د يوه جسم په مختلفو نقطو کي اغيزه کوي:**  
 مورن په تير لوست کي د متلاقي قوو اغيز چي پر يوه جسم باندي په مختلفو وضعيتونو کي عمل کوي، مطالعه کړ. همدا رنگه مو په ترسيمي او محاسبوي لارو د محصلي له پيدا کولو سره هم اشنائي ترلاسه کړه.



شکل (1-17)

يو بل حالت چي ډير ځله په تخنيکي پيښو کي رامنځ ته کيږي، هغه حالت دی چي که چيري دوه قوي د يو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، څنگه کولای شو چي محصله يې په هندسي توگه لاس ته راوړو؟ په (1-17) شکل کي ليدل کيږي چي د  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  دوي قوي د يو جسم پر A او B نقطو عمل کوي. دا دوي نقطې مختلف موقعيتونه لري. څنگه کولای شو چي د دې دوو قوو محصله لاس ته راوړو؟ په تيرو درسو نوکي مو ولوستل چي:

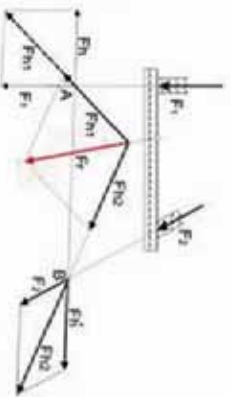
کولای شو يوي قوي ته دهغي د اغيز پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسي چي په مقدار او لوري کي يې هيڅ ډول تغيير رامنځ ته نشي. د همدې قاعدې په مرسته، د دواړو قوو د اغيز خطونو ته د تر نقطې پوري امتداد ورکړو، ترڅو چي يو او بل قطع کړي. د له نقطې څخه د هرې قوي د اغيز پر خطونو، له هغو سره مساوي قوي جلاکوو

چي عبارت له  $\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  څخه دي. د محصله قوي د پيدا کولو لپاره د متوازي الاضلاع له قاعدې څخه کار اخلو چي د  $\vec{F}_1$  محصله قوه لاس ته راځي. دا محصله د  $\vec{PC}$  د خط اغيز لرونکي ده او د محصلي د اغيز نقطه کولای شو، په کيفي ډول د هغي د اغيز پر خط د بيلگي په ډول د C په نقطه کي و ټاکو. لکه څنگه چي (په شکل کي  $\vec{F}_1$  محصله ښيي.

له دې عمليې څخه دا پايله هم لاس ته راځي چي د محصلي قوي اندازه او لوري به همدومره ولای که چيري پر يوه جسم جزئي قوو (مرکبو) په عين نقطه کي اغيز کولای.

**څنگه کولای شو چي د دو متلاقي قوو د اغيز د نقطې کچه او موقعيت په لاس راوړو؟**

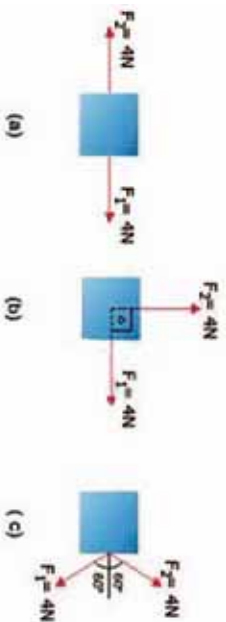
له مرستيالو قوو څخه په گټه اخيستنې د محصلي رسمول:



شکل (1-18)

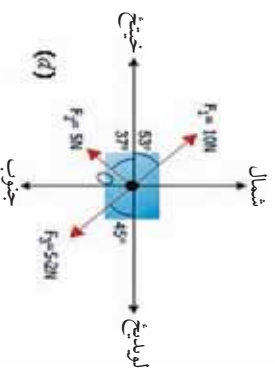
### تمرینونه

1. د قوو محصله څه شی ده؟ د یوې محصلې قوې د تشکیل لپاره لږترلږه د څو قوو شتون اړین دی. د ریاضي له نظره یې محصله څنګه په نښه کړي ده؟
2. دهغه شمیر قوو لویوالی او لوری چې پر یوه جسم عمل کوي (a، b او c) په شکلونو کې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پیدا کړئ.



3. د (d) په د یاګرام کې درې قوې پر یوه جسم عمل کوي. محصله قوه چې پر جسم واردېږي پیدا کړئ.

$$\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8, \sin 37^\circ = 0.6, \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$



### 3-1: د نقطه یي کتلي تعادل

مخکې له دې چې د تعادل په باره کې و غږېږو، اړینه ده چې د نقطه یي کتلي په هکله لنډې څرګندو نې وکړو. مورله تېرو لوستونو څخه، د یو جسم کتله بیټرنو او پوهېږو چې کله د هغو موادو له اندازې څخه عبارت ده چې په جسم کې ځای شوی وي او د اندازه کولو واحد یې کیلوګرام دی، چې په عملي ډول یو کیلوګرام کتله یې د یولیسټر خالصو اوبو په C 4° تودوخه کې قبوله کړي ده. یوه بله اصطلاح چې د فزیک د علم په ټاکلو برخو کې پکارېږي، له نقطوي کتلي څخه عبارت ده، چې د اُسانتیا راوستلو لپاره، د فزیک د علم د برا بلمونو او مسایلو په حل کې ورڅخه ګټه اخیستل کېږي.



نقطوي کتله د يو ايډيال جسم له هغې کتلې څخه عبارت دی چې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره ټول کاريدلي مواد، په يوه نقطه کې متمرکز يا را ټول شوي وي. له دې تعريف څخه معلومېږي چې نقطوي کتله واقعي شتون نه لري او يوازې د محاسبو د 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 (برابلم) په حل کې څه دی ؟ هر حقيقي جسم چې جسامت (لویوالی) او شکل يې، د يوې ميخانيکي مسئلې د مطالعې پر مهال رول و نه لري او له نظره د غور ځينو وړوې، کېدای شي د يو جسم يا نقطوي کتلې په توگه ومنل شي.

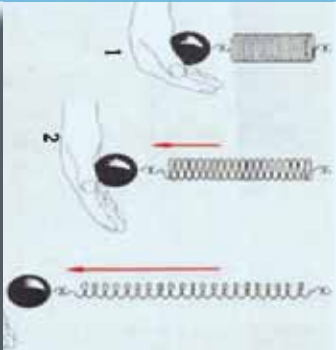
لاندې بېلگې موضوع ته لاروښانېا بخښي:

1. دلهر پر شاو خوا د سيارو د حرکت د محاسبه کولو پر مهال، کولای شو سيارې، نقطوي کتله ومنو.
2. د تينس د يو توپ دالوتلو دمدار د محاسبې لپاره، کولای شو توپ د يوې نقطوي کتلې په توگه وننو.

3. د هايډروجن د اټوم د ساده مودل، الکترون او پروتون کولای شو د نقطوي کتلو په توگه ومنو. بايد ووايو چې موز په عملي ډول د نقطوي کتلو په سيسټمونو سره سرواکارولو، چې هر سيسټم د گڼ شمير نقطوي کتلو لرونکي دي. د بېلگې په ډول غازونه، مايعات، ارجاعي (الاستيکي) اجسام، جامد اجسام، اټومونه، ماليکولونه، د سيارانو سيسټم، دا ټول په ځانگړو او ټاکلو برخو کې د نقطوي کتلې په توگه منل کېدای شي.

## تبادل (انډول)

**ديوي قوي داغيز په وړاندې د يو جسم عکس العمل:** موز وړاندې له قوې او د هغې له اغيز و او ډولونو څخه وغزېدو او وموويل چې قوه هغه عامل دی چې کله پر يوه جسم اغيز وکړي، کولای شي، د يو جسم د حرکت په حالت کې بدلون راولي او يا د جسم د شکل د تغيير لامل شي. موز پر يوه جسم د قوې له اغيز و څخه خبرې وکړي، خو د قوې د اغيز په وړاندې موز د عکس العمل په هکله تر اوسه څه نه دي ويلې. موز تر دې مهال په دی اړه څه نه دي ويلې چې که چيرې يوه قوه پر يو جسم عمل وکړي، ايا جسم د نوموړې قوې د اغيز په وړاندې څه ډول غبرگون ښيي ؟ او يا کله چې يو جسم د سکون په حالت کې وي، د امعنا لري چې هيڅ قوې پرې اغيز نه دی کړی ؟ تاسې پوهېږئ چې هر جسم وزن لري چې هغه يې د ثقل د قوې په نامه نومولی، بله پوښتنه داده چې ايا کولای شو د يوه جسم د وزن د قوې اغيز پر نوموړي جسم له منځه يو سو ؟ د دې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعاليتونه ترسره کوو:



شکل (1-19)

### فعالیت:

1. یو جسم له یوه فنر څخه خړوو، داسې چې لاندې تړي خپل لاس ونیسو، د جسم د وزن قوه حس کرو (1 حالت)
  2. ډیر 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 ټاکلې موقعیت ته په رسېدو، نور نه اوږدېږي او جسم په آزاد حالت په فتر کې خورنډ پاته کېږي (3 حالت).
- خو جسم ، نور نشي کولای فنر مخ کښته راکاږي؟  
د دې پوښتنې د ځواب لولپاره په لاندې توگه دویم فعالیت ترسره کوو.

### فعالیت:

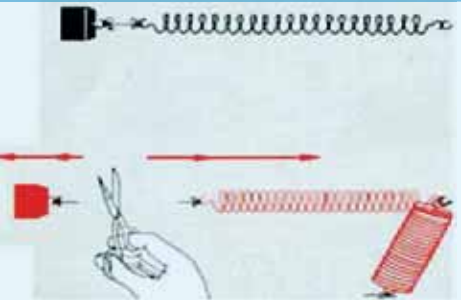
یو جسم (کم وزن) د تار په مرسته له یوه فنر سره خړوو، لیدل کېږي چې د جسم دوزن له کبله کښ او، اوږدېږي او بیا په یوه ټاکلې موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسېږي.

کله چې جسم د سکون حالت ته راځي، سمه ستی تار د قېچې په مرسته لکه د شکل په څیر قطع کوو. څه پېښېږي؟ د قوې د دوي اغېزې لیدل کېږي.

1. کوچنی وزن پر مخکې لویږي
2. فنر په چټکۍ سره پورته ځوانه راټولېږي او لومړنی حالت ته ورگرځي له دې وضعیت څخه کولای شو، پایله تر لاسه کړو چې د دوي قوې باید په کار کې ورگډې وي.

a- د وزن قوه ، کوچنۍ وزنه چې په فنر پورې څړېدلې ده.

b- هغه قوه چې ونې کولای شو له فنر تیرته خپل لومړنی حالت ته راوگرځوي چې دې قوې ته د بیرته گرځونکې قوې نوم ورکوو.



شکل (1-20)

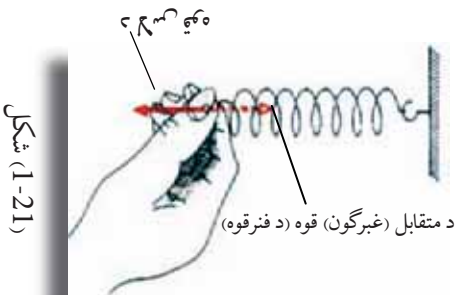
اوس پورتنۍ پوښتنې ته چې ولې فنر د مخکښې فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغېز له امله ، نور اوږد نه شو، ځواب ورکولې شو او دې پایلې ته رسېږو چې څو مره چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتېږي، هومره، فنر د بیرته گرځېدو زمانه قوه ښيي، چې دا بیرته گرځونکې قوه د کوچنۍ وزن له وزن سره په مخالف لوري کې لري، که چېرې دواړه قوې یعنې د وزنې وزن او د فنر بیرته گرځېدو قوه سره مساوي شي. په دې حالت کې فنر نور نه اوږدېږي او د سکون حالت غوره کوي، په دې وخت کې ولې شو چې: د جسم د وزن قوه د فنر له بیرته گرځونکې قوې سره برابره ده او څرنگه چې د فنر د بیرته گرځونکې قوه د کوچنۍ وزنې وزن په مقابل لوري کې د متقابلې قوې په توگه عمل کوي، نو ولې شو چې:

د وزن قوه = متقابل قوه

## مقابله قوه

تاسو د پور تينو تجربوله مخي د مقابل (عكس العمل) دقوي له مفهوم سره بللشورئ او اوس پوهيرئ چې دا قوه د تعادل د حالت په رامنځ ته كولو كي اغيز مننه ده.

كه چيري يو جسم د هغي قوي د اغيز په لور حركت ونه كړي چې په دي يي عمل كړئ، په دي حالت كي قوه يوازي په جسم كي د شكل د بدلون سبب گرځي. وروسته له دي چې په جسم كي د شكل بدلون رامنځ ته شو، جسم د بيا لپاره كه څه هم دقوي اغيز دوام ولري، لومړني يعني د ارامتيا حالت ته راگرځي او هغه قوي چې له بهر نه يي پر جسم عمل كړئ دي، نشي كولاى پر جسم د نوي اغيز لامل شي، ځكه چې بله قوه چې د مقابل جسم داتصال له ځايه، لكه د يوال، ميز او نور پر جسم عمل كوي، د بهرنئ قوي اغيز خنثي كوي، يعني هغه په تعادل كي راوړي.



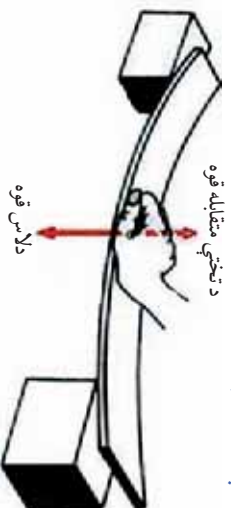
شكل (1-21)

هغه قوه چې پر جسم د اغيز كوزلكي قوي اغيز خنثي او په جسم كي د تعادل يا توازن سبب گرځي، د مقابلې قوي په نامه يادېږي. په شكل كي ليدل كېږي هغه عامه قوه چې لاس ته راغلي د فنر له مقابلې قوي سره خنثي كېږي او فنر د تعادل حالت ته راوړي. په دي نښايش او په راتلونكي تجربې كي كولاى شو مقابل قوه په خپل لاس حس كړو. عامه قوه او مقابلې قوه پخپلو كي سره مساوي دي، خو جهتونه يي مخالف دي. عامه قوه يا هغه قوه چې له بهر پر جسم وارده شوې، نور نشي كولاى د اغيز لامل وگرځي. ځكه چې اغيز يي د مقابلې قوي چې د كلك او غښتلي جسم لخوا عمل كوي، خنثي او د هغي د تعادل سبب گرځي.



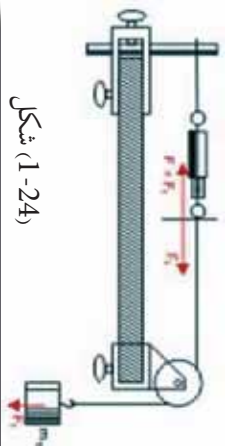
### بحث وگړئ

يوه د لرگي تخته چې له شكل سره سم يي دواړه سروته پړ يوه جسم تكه شوي دي او د لاس پرست يي پر منځني برخه قوه وارده شوي ده. ليدل كېږي چې تخته له كوزوالي سره چې د لاس دقوي له امله يي تر لاسه كړئ، مقابلې كوي. تر څو بيړته خپل لومړني حالت ته را وگرځي. ولې داسي پېښېږي؟ په دي برخه كي د خپل گروپ له غړو سره خبري وكړئ او د خپلو بحثونو پايلې د ټولگي مخي ته وړاندې كړئ



شكل (1-22)

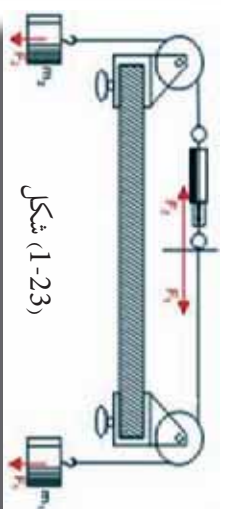
متقابله قوه يا د مخالف عكس العمل قوه (Reaction force) تل د عمل له قوي (Action force) سره مساوي ده، خو په مخالف لوري. بايد وويل شي كه چيري يو جسم په يوي كلكي نقطې پوري وتړو، د عكس العمل قوه د اتصال په نقطه كې، پخپله رامنځ ته كيري. په دې معنا چې د يوي قوي اغيز، د عكس العمل دقوي له پيدايدو پرته ناشوني ده. د دې موضوع لاروښانننجا دلاندې تجربو په لومړيو او دوهمو حالتونو كې په ښه توگه ليد لاي شي.



شکل (1-24)

دوهم حالت

پرتاز د را ښكلكو قوه د يو خړيدلي وزن پر مټ



شکل (1-23)

لومړي حالت

پرتاز د را ښكلكو قوه د دخړيدلو وزنو پر مټ

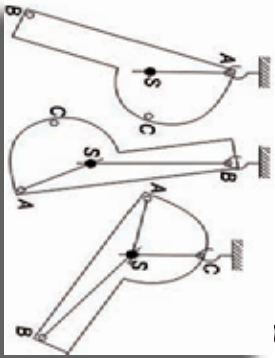
په لومړني حالت كې هم د عمل قوه او هم د عكس العمل قوه  $F_1$  او  $F_2$  دواړه د دوو خړيدلو وزنونو په مرسته، منځ ته راځي. په دويم حالت كې، هغه قوه چې له ميلي سره داتصال له امله منځ ته راځي، د عكس العمل د هغې قوي له امله چې د ( $F_2$ ) خړيدلي وزن پر مټ رامنځ ته راغلي ده، وزن يې په تعادل كې راوستي دي. د پورتنيو خړگندونو په پايله كې د تعادل د مفهوم لنډيز دا رنگه وړاندې كولي شو:

كله چې يوه قوه پر يوه جسم چې په يوه نقطه كې كلك تړل شوی وي، اغيزو كړي، دا جسم يوازې د همدې قوي تر اغيز لاندې نه وي، بلكې يوه بله قوه هم پرې اغيزه لري، چې هغه عبارت د عكس العمل له قوي څخه ده، څرنگه چې دا دواړه قوي يو د بل اغيزې په متقابله توگه له منځه وړي، نو له دې كبله هيڅ ډول حرکت منځ ته نه راځي او يوازې د متقابل عكس العمل قوي په منځ ته را تللو سره په جسم كې بدلون منځته راځي. كه چيري عامه او متقابله قوه چې هغوی ته د عمل او عكس العمل قوه هم وايي، چې د مساوي كچې لرونكي او لوري يې مخالف وي، دو اړه قوي كولاى شي د جسم د شكل د بدلون په حالت كې پاتې شي، په بل عبارت سره داسې وايي: قوي په تعادل كې دي. همدا ډول قانونندي د دوو ياله دوو څخه د زياتو قوو د عمل كولو پر مهال هم صدق كوي. په دې معنا، كله چې دوه يا له دوو څخه زياتي قوي پر يوه جسم اغيز وكړي او د جسم د حرکت په حالت كې د بدلون لامل نشي، يا دا چې پر جسم عامې قوي، يو دبل اغيزې تختي كړي، په دې صورت كې ويلى شو چې جسم يا قوي د تعادل په حالت كې دي.

بيلد پام وگړو، هغه ټول شيان او اجسام چې زمور په محيط او چاپير يال كې دي، تقريباً ټول د سكون په حالت كې دي. دسكون په حالت كې د هغو شتون، له دې كبله ندى چې گواكي هيڅ ډول قوه پرې اغيز نه كوي، بلكې د سكون دليل يې داډي، چې ټولې قوي يو دبل اغيز له منځه وړي او اجسام يې د تعادل په حالت كې راوستي دي.

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

مخکې له دې چې، د تعادل او پابندیت د حالاتونو د چلولونو په هکله بیرخه و وایو، اړینه ده چې دا په یاد راوړو چې په پخوانیو درسونو کې موږه اجسامو کې د ثقل د مرکز په هکله یو شمیر مطالب زده کړي وو. اوس د تعادل او دهغې د چلولونو د مفهوم د ښه درک او همدا رنگه د اجسامو د پابندیت د حالاتو د پیژندنې 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 گوری 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 دمحصلي د اغیز نقطه ده، ځکه چې په جسم کې یوازې یوه نقطه په دې خاصیت شتون لري چې که جسم په هر موقعیت کې د ثقل د قوې د دوران مومنت، په یو عمودي موقعیت کې د هغې قوې د اغیز تر نقطې لاندې قرار نیسي چې ترې څړېدلې دی.

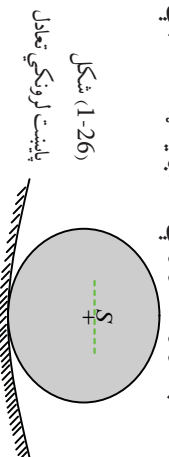


د (1-25) شکل د یو جسم د ثقل د مرکز ټاکل

### د تعادل حالتونه:

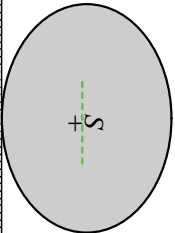
د ثقل د مرکز پیژندنل له موږ سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په اسانه توګه تر مطالعې لاندې ونیسو. یو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دی چې پرې د قوو د اغیزو له شتون سره سره بیا هم د سکون په حالت کې واقع وي. څرنگه چې په هر جسم کې د ثقل قوه یاد ځمکې د جاذبې قوه د هغې د ثقل په مرکز عمل کوي او جسم بنګنه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

**لومړی حالت:** کله چې یو جسم د یوې قوې له امله د تعادل له حالت څخه خارج کړای شي او وروسته له دې چې د قوې د اغیز له قید څخه ازاد کړل شي، وکولای شي بیرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. یو مخروط چې پر خپلې قاعدې د ځمکې او یا د میز پر مخ ایښودل شوی دی، یا یو کروبي جسم چې د یو مقعر لورښي په منځ کې ایښودل شوی وي، د دې حالت بیلګې رانښيي، دې ډول تعادل ته پایدار بابتانه (stable) تعادل وایي. دغه ډول تعادل په ټولو حالتونو کې کار پورې اړینه ده، چې شیان د سکون په ډاډمن حالت کې کینودل شي.



شکل (1-26)

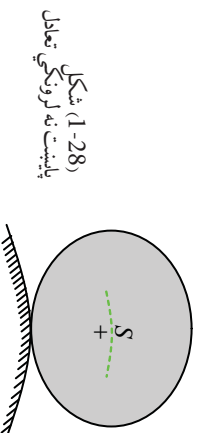
پابندیت لرونکي تعادل



شکل (1-27)  
بی توپیره تعادل

**دویم حالت:** په ټولو هغو حرکتونو کې چې د ثقل د مرکز، لوړوالی د قاعدې له سطحې څخه تغیر ونکړي او جسم پخپل نوي موقعیت کې بیا هم د تعادل په حالت کې راشي یعنی خپل د تعادل حالت وساتي (لکه یو پناهوسکی او یا مخروط چې پخپله اړخ پر میز کېښودل شي)، دغه ډول تعادل ته بی توپیر 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 ترانسپورټي وسایلو او یا په دوراني محورونو کې:

**دویم حالت:** که چېرې جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې ځایه شي او ونشي کولای چې بیرته خپل لومړني حالت ته راوگرځي، دې تعادل ته بی ثباته تعادل وایي. د بیلگې په ډول که چېرې یوه کوچنی، کره د یو جسم په ډېره لوړه نقطه او یا د محاسبې سطحې په پورتنۍ برخه کې کېښودل شي او یا یو مخروط چې د راس لخوا پر ځمکه تکیه شوی وي، دغه جسمونه د (1-28) شکل په څیر له اړخه ټکان یا لړزي سره د تعادل له حالت څخه وځي، له همدې امله د تعادل ناپایداره حالت له تخنیکي اړخه د استعمال ځای نلري.

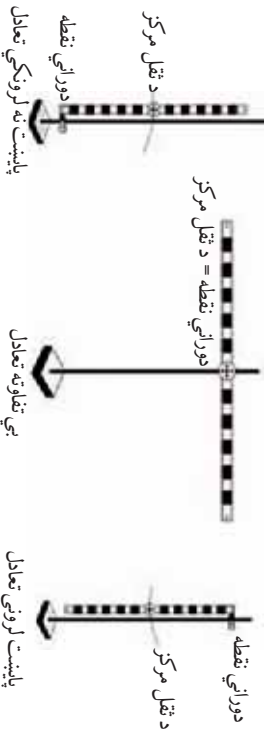


شکل (1-28)  
پایښت نه لرونکي تعادل

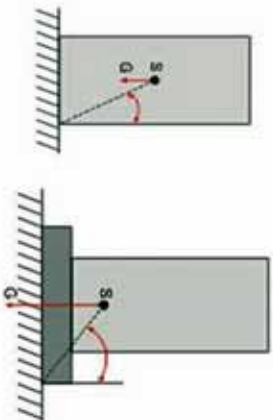
**پوښتنه:**



یو خطکش د  $a$ ،  $b$  او  $c$  په درو حالتونو کې، د شکل په څیر له مختلفو نقطو څخه پر یوې پایې ځړول شوی دی، خطکش په پورتنیو وضعیتونو کې په پایدار، بی توپیره او ناپایداره حالتونو کې لیدل کېږي. د هر یوه حالت ځانگړنې بیان کړئ.



**ثابتوالي (پاښت)**  
هغه جسمونه چې د ثقل مرکزي د هغو د اټکاله لاندینی، سطحی، څخه پورته واقع وي، د تعادل په ثبات او داومن 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 اټکا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکی دی، په داسې حال کې که پخپلی وړي جانبی سطحی اټکاولري، ثبات یې بل قیمت اخیستلای شي.



شکل (1-29)

څومره چې د یو جسم د ثقل مرکز ښکته، د جسم وزن زیات او د اټکا سطحه یې لویه وي، پیلداري یې زیاته وي. له وبل شوو درو شرطونو څخه ډېر ځله د جسم د ثبات د ډېرولو لپاره گټه اخلي. که چیرې، لکه په شکل کې چې لیدل کېږي، د یو جسم په کښتۍ برخه کې یوه درنه او پلنه پایه ور زیاته کړو، د جسم د ثقل مرکز موقعیت لاندې لوړېږي، د جسم وزن زیاتېږي او په پایله کې د جسم ثبات زیاتېږي.

#### 1-4: د قوی مومنت (ټورک)

مورن پوهیرو چې قوی، په مختلفو ښووکولای شي، پر جسمونو اغیزه وکړي، د بیلگې په ډول متلاقي قوی چې مخکې مو د هغې محصله هم په هندسي ډول او هم په محاسبوي توگه پیدا کړه او پوره شوه د دوواو یا له دوو څخه د زیاتو متلاقي قوو د محصلې کچه د هغې زاويې پر اندازې پورې اړه لري، چې د دې قوو د اغیز د خطونو تر منځ جوړېږي. مورن ولیدل چې که چیرې یوه قوه پر جسم اغیز وکړي، جسم د هغې په وړاندې عکس العمل ښيي، له همدې ځایه د متقابلې قوې په شتون وپوهیدو. د تعادل حالت په پیدا کېدو کې د متقابلې قوې په نقش هم پوه شو. له وبل شوو مطالبو څخه څرگندېږي چې قوه په پورتنیو بیلو حالتونو کې، پر جسم ټاکي اغیزې واردوي. په اکثره حالتونو کې چې قوه پر جسم اغیز کوي، کولای شي د یو اوږدوالي په امتداد کې د جسم د حرکت سبب شي. خو د قوې اغیزې کولای شي، پر جسم یول ډول حرکت هم ورزیات کړي. د بیلگې په توگه یو جسم په نظر کې ونیسئ چې پر یوه محور تگه ولري، کله چې قوه پرې اغیز کوي، په دې حالت کې، قوه جسم د یو محور پر شاوخوا په دورانی حرکت څرخوي. هغه اغیز چې د قوې په واسطه په دورانی حرکت کې څرگندېږي، د قوې د مومنت په نامه یادېږي. د دوران مومنت د ټورک په نامه هم یادېږي. د قوې مومنت په  $M$  او ټورک د  $(T)$  په یوناني توري ښيي.

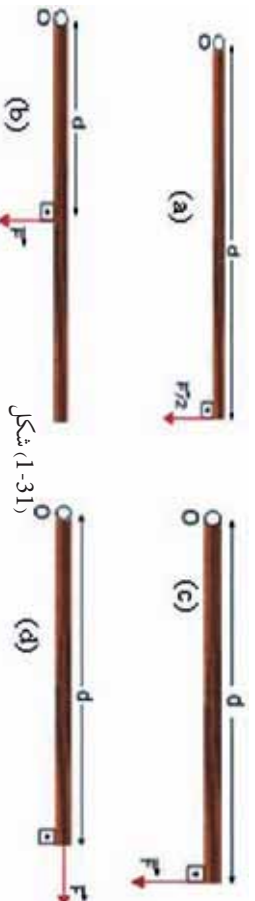
د لاندې بیلگې په وړاندې کولو سره د قوې د مومنت په هکله نوره رڼا اچوو:



شکل 1-30: بیچ تیچکول د رنج په وسیله

گرانه ده چې یو بیچ د لاس په مرسته بڼه کلاک کړو. په داسې حال کې چې کولای شو هغه د یو رنج په مرسته په اسانۍ سره کلاک کړو. ددې لامل دادی چې رنج یو لویه دوراني اغیزه جوړوی.

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 رنج، بیچ په دوران راولي. یوه قوه کولای شي مختلف مورمټونه چې د قوې د اغیزې نقطې په موقعیت اولوري پورې اړه لري، پر یوه جسم وارده کړي. مور په لاندې شکل کې څلور حالتونه لیدلای شو. د دې څلورگونو حالتونو په هر یوه حالت کې میله په ازاده توګه د (O) د نقطې پر شاو خوا دوران کولای شي. هغه مورمټ چې د  $a$  په حالت عمل کوي، لوی دی له هغه مورمټ 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، څرنگه چې د قوو کچه یوله بلې سره توپیر لري، د دوران پېښه هم یوه له بلې سره توپیر لري. هغه مورمټ چې پر جسم د  $d$  په حالت کې عمل کوي، مساوي له (O) سره دی ځکه چې په دې حالت کې قوه د صفر په کچه پر جسم عمل کوي او دپایلې په توګه ویلې شو چې هغه اغیز یا مورمټ چې قوه یې د دوران په پېښه کې تولیدوي، په درو پارامترونو پورې اړه لري:

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



شکل 1-32: مورمټ صفر دی، ځکه چې د قوې د اغیزې کرښه د دوران له ټکي څخه تیرېږي.



مومنټ صفردی ، څکه چې د قوي د اغیز خط د دوران له نقطې څخه تیرېږي. که چېرې یوه قوه پورتنی د (1-32) شکل په څیر په عمودي ډول د دوران د نقطې پر ارتباطي خط او د اغیز پر نقطې پر یوه جسم عمل وکړي، یعنی  $F \perp d$  وي، په دې حالت کې هغه مومنټ چې دا قوه یې تولیدوي، اعظمي قیمت لرونکي وي چې دا مومنټ په ریاضي کې داسې افاده کوي:

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

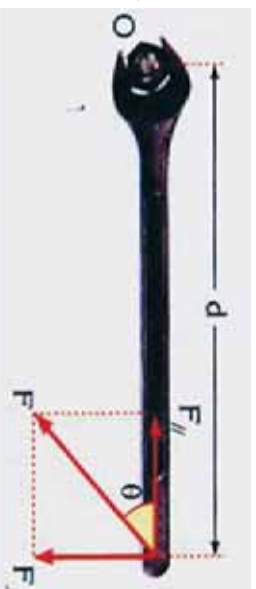
شکل (1-33)

که چېرې قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوي د اغیز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، یعنی  $(F \parallel d)$  وي، په دې صورت کې هغه مومنټ چې دا قوه یې تولیدوي، مساوي له صفر سره ده، یعنی:  $M = 0$

په عمومي توګه یوه قوه تل پخپلو دوو مرکبو تجزیه کېدای شي چې یوې موازي او بل یې پر هغه خط عمود دی چې د دوران نقطه دقوي د اغیز له نقطې سره وصلوي. قوه د دوران پر محور عمود وي. کله چې قوه پر جسم عمل وکړي او دهغه مومنټ د اغیز خط چې قوه یې واردوي، اعظمي وي.

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 مومنټ چې قوه تولید وي، اعظمي دی.



لکه څرنګه چې په (1-34) شکل لیدل کېږي، هغه مومنټ چې د  $\vec{F}$  دقوي پرمست تولیدېږي، له هغه مومنټ سره مساوي دی چې د همدې ( $F_{\perp}$ ) قوي عمودي مرکبي د اغیز د نقطې پر واټن د دوران تر محور پورې عمود دی، را منځ ته کړی ده. څکه چې دویمه مرکبه ( $F_{\parallel}$ ) چې د اتصال له خط سره موازي وي، صفردی یعنې:

$$M = F_{\perp} \cdot d$$

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

په پورتنی رابطه کې،  $\theta$  د قوي او هغه خط تر منځ زاویه ده، چې د دوران نقطه د قوي د اغیز له نقطې سره وصلوي.

**مثال:**

قوه پر یوې میلی چې 0.2 متره اوږدوالی لري، د شکل په څیر عمل کوي، هغه مومنټ چې نوموړې قوه یې تولیدوي، پیدا کړئ.  $\sin 37^{\circ} = 0.6$      $\cos 37^{\circ} = 0.8$

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

$$F_y = F \cdot \sin \alpha \rightarrow F_y = (15\text{ N}) \times 0.6 = 9\text{ N}$$

$$M = F_y \cdot d$$

$$M = F \cdot d \sin 37^\circ = (9\text{ N})(0.2\text{ m}) = 1.8\text{ Nm}$$

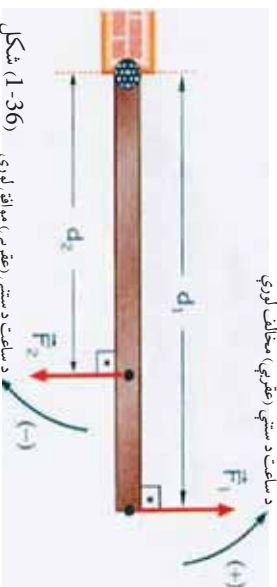


د (1-35) شکل



### د محصلي تورك (مومنت) او د دوران لوري

که چیرې یو ششمیر قوې پر یوه جسم عمل وکړي، د هغو مومنتونو د جمعې حاصل چې د دوی د هرې یوې قوې تر اغیز نظر د دوران همېلې یوې نقطې ته منځ ته راځي، د ټول مومنتونو مجموعه یا د جمعې حاصل وي.



شکل (1-36)

په (1-36) شکل کې د  $F_1$  او  $F_2$  دوي قوې وینو چې پر یوې دروازې بڼې عمل کړی او په مخالف لوري بڼې د دوران سبب کېږي. که چیرې د ساعت د سستي د حرکت مخالف لوری مثبت او د ساعت د سستي د حرکت لوری منفي و منو، هغه مومنت چې دوه ډوله قوې منځته راوړي. پر دروازې له محصله مومنت څخه عبارت دی چې داسې حسابېږي.

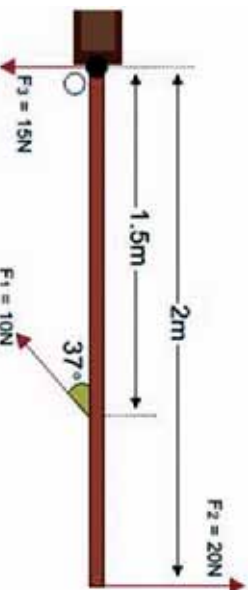
$$M_1 = F_1 d_1 \quad \text{او} \quad M_2 = F_2 d_2$$

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

اوس يو ساکن جسم په نظر کې نيسو:  
 که چېرې د محصلې مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پيل کوي، اوکه چېرې پر جسم د محصلې مومنت منفي وي، جسم د منفي په لور په دوران پيل کوي، په ځانگړي حالت کې که چېرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، يعنې د محصلې مومنت د ساعت دستي د گرځيدو په لور کې مساوي دساعت د سستي له مخالف مومنت سره (مقدار له نظره) وي، په هغه حالت کې جسم په دوران پيل نه کوي.

### مثال:

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



شکل (1-37)

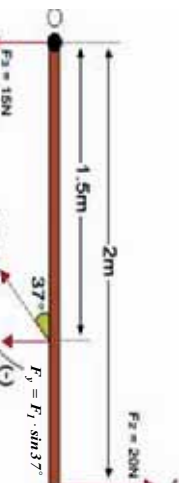
الف: د محصلې مومنت چې پر دروازې عمل کوي، پيدا کړئ.

ب: د څلورمې قوې اصغري قيمت محاسبه کړئ چې وکولای شي، د دروازې له دوران څخه مخنيوی وکړي، لورې او د اغيز 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 سستي يو موافق دوران (-) او د  $F_2$  قوه د ساعت د سستي 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:



د (1-38) شکل

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

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

$$M_1 = -9Nm$$

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

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

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

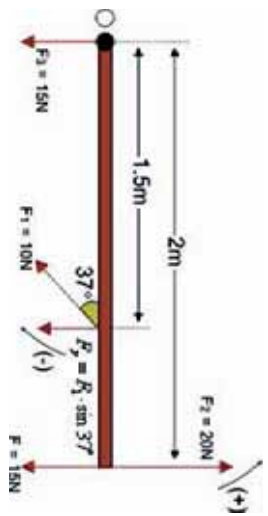
خرنگه چې په دې ځای کې ، د محصلي مومنت ، مثبت په لاس راغلی ، نو له دې کبله دروازه د ساعت دستني مخالف لوري ته څرخي چې قیمت یې 31Nm دی.

ب: څرخنگه چې د محصلي 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 اغیز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولید ولی شي ، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنی د دوو مترو په واټن د اغیز له نقطې څخه لرې په عمودي توګه عمل وکړي، نو لرو چې:

$$M_2 = F \cdot d$$

$$31Nm = F(2m)$$

$$F_{\min} = 15.5N$$



دا قوه باید د  $F_2$  قوي په مخالف لوري اغیز وکړي (1-39) شکل

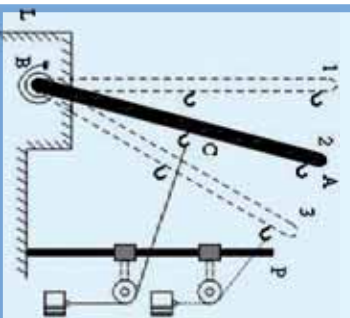
### تجربه:

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

په 2 حالت کې ، قوه په منځني چنگک کې پر میله اغیز کوي، په دې حالت کې میله په شکل کې یو دوران ښيي. له میلی سره قوي د اتصال نقطه (د C نقطه) او د دوران تر مرکز (د B نقطې) ترمنځ واټن ، د قوي له مت څخه عبارت دی.

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

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



شکل (1-40)



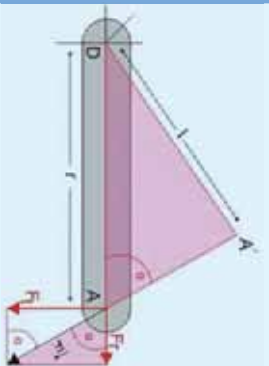
### تجربه:

اوس داسې حالت په نظر کې نيسو لکله په (1-41) شکل کې چې ښودل شوی دی. په دې شکل کې وینو چې د قوه په مایله توگه پر یوه خط اغیز کوي چې هغه خط، د اغیز نقطه A د دوران له نقطې D سره وصلوي؛ په دې حالت کې قوه، ششې کولای چې خپل بشپړ اغیز څرگند کوي، ځکه چې د قوې د اغیز نقطه پر یوه د ابروي خط د دوران د نقطې پر شاو خوا حرکت کوي، نو په دې حالت کې، یوازې د  $F_1$  د تماس مرکز (ناچخاڼې) قوه، دوراني اغیز لري، او د  $F_2$  شعاعي مرکز پر محور د رابښکل د پورې قوې اغیز لري او د قوې مومنت عبارت دی له:  $M = F \cdot l$  په وروستی، افاده کې (1) له هغه عمودي طول څخه عبارت دی چې د دوران له نقطې څخه د قوې د اغیز پر خط راکښل کېږي. څرنگه چې دواړه مومنتونه یوله بل سره مساوي دي او هم د دوو نښه شویو مثالونوله ورته رالي څخه په لاس راځي چې:

$$F_1 \cdot l = F_2 \cdot l$$

که چېرې د دواړو دمټ پر ځای، دا عمود وکاروو، بیا هم هغه تعریف چې د قوې د مومنت لپاره شوی و، په دې حالت کې هم په لاس راوړو.

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



شکل (1-41)

## د مومنت واحد

که چېرې قوه په نیوتن (N) او ولاین په متر (m) اندازه کړو، د قوې د مومنت د اندازه کولو واحد له نیوتن متر څخه عبارت دی چې داسې ښودل کېږي:

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

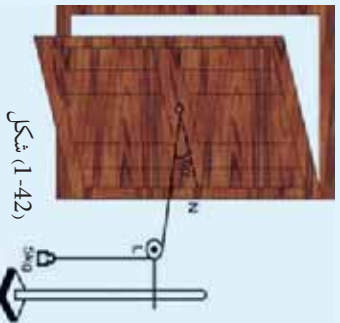
که چېرې قوه په ډاین (dyne) او ولاین په سانتي متر (cm) اندازه کړو، د قوې د مومنت د اندازه کولو واحد له  $dyne \cdot cm$  څخه عبارت دی.



### فنايت:

ددې لپاره چې قوي د مومنت اغيز مشاهده او هم دا ثابته کړو چې د قوي مومنت ، مساوي دي دقوي ضرب له حاصل څخه په هغه واټن کې چې د قوي د اغيز نقطه يې د دوران له مرکز څخه لري، لاندې ساده تجربه په ډولوکې عملي کړو، چې د دروازي له پوي پلي سره تر سره کيږي. د دروازي يو څه درنه پله چې له يوه چوکاټ سره تينگه شوي ده او له چوکاټ سره په تار وصل دی، دا تار د يو ثابت څرخ پورې پرمخ تيزيږي، داسې چې د تار يو سر د تلې له پوي پلي سره اړيکه لري. د څرخ مومنت داسې ټاکو چې تار د دروازي پر پلي باندې عمود واقع شي. که چيري څرخ د L په نقطه کې وي او تار د اتصال نقطه د دروازي له منځني چوکاټ سره په O او دهغه خط د تقاطع نقطه چې د O نقطه د دروازي د جاني چوکاټ (لځک) سره وصلوي، په N ونيول شي، زاويه د  $\angle ON = 90^\circ$  وي. اوس دنلې په پله کې تر هغه وخته پوري وزن زياتوو چې دروازه په حرکت پيل وکړي. کله چې دروازه په حرکت راځي، په دې معنا دی چې وزن (قوه) د يو مومنت د توليد سبب شوی دی. تر دې وروسته وزن د تلې له پلي څخه را اخلو او د وزن کچه او د ON د واټن اوږدوالی ثوبت او ليکي. په دی حال کې که چيري د  $F_1$  قوه او د ON واټن ته  $F_1 \cdot d_1$  وويو، د قوي مومنت په لاندې توگه افاده کوو:

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



شکل (1-42)

دروازه بيره خپل لومړنی حالت ته وروړلو. دا ځلي چنگاکی له خپل لومړني ځای څخه را ورسو او د دروازی پر پوي پلي نقطې چې له چوکاټ او چيراس سره تړدې ده، نصبوو. په دې حالت کې بيا هم څرخ په داسې موقعيت کې ږدو چې تار پر دروازي عمود واقع شي. وروسته بيا دنلې په پله کې وزن زياتوو، تر هغه پوري چې دروازه په حرکت پيل وکړي. بيا وزن د تلې له پلي څخه را اخلو. د  $F_2$  وزن کچه د OL له طول سره چې دا ځلي په  $d_2$  نيول کېږي، اندازه کوو.

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

کاربدلې دی، يعنې:

دا کار د دريم ځل لپاره په همدې شرايطو تکراروو او د O د نقطې موقعيت د دروازي له چيراس سره ډير نژدې ټاکو او تجربې ته په هغه پخړانې طريقه دوام ورکړو. بيا هم د  $F_3$  وزن (قوي) او  $d_3$  واټن له اندازه کولو څخه پايله لاس ته را ځي چې په دريم ځل د دروازي په حرکت راوستلو کې، د دريم ځل په پر تله زياتې قوي ته اړتياوه:

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

د وروستۍ پايلې لپاره، که چيري د قوي او واټن د ضرب حاصل چې په هر ځلي لاس ته راغلي دی، يو له بله سره پرتله کړو، ليدل کيږي چې مساوي قيمتونه لري، يعنې:

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

$$M_1 = M_2 = M_3$$

ښايي چې د خپل دليزکار پايلې د لا زيات بحث لپاره خپلو ټولگيو لورته وړاندې کړي.

**1-5: موازي قوي** په دې لړست کې به مطالعه کړو چې دوي موازي قوي پر يوه جسم څه ډول اغيز کوي او څنگه کولاي شو چې محصله يې پيدا کړو، د دې موخې لپاره لاندې فعاليتونه تر سره کوو.

### فعاليت الف:

د  $F_1$  او  $F_2$  دوي قوي په موازي او يوډبل خلاف لوري، د قوي سنځورنکي پر يو چنگک د (1-43) شکل په څير څر وو. د قوي سنځورنکي اوږدوالی د  $F_1$  مجموعي قوي د اغيز لامل اوږدبوري او ښيي چې:

$$F_r = F_1 \times F_2$$

### فعاليت ب:

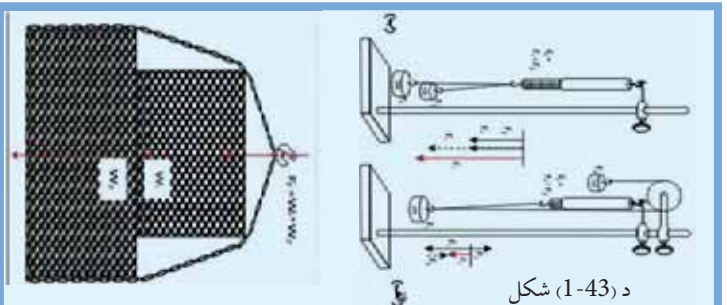
د تجربې دستگانه ته د شکل په څير (ب، 1-43) تغيير ورکړو، داسې چې د  $F_1$  او  $F_2$  قوي يوله بله سره په يوه لوري کې راښيي (واقع شي). په دې حالت کې قوه سنځورنکي، د محصله قوه په لاندې ډول ښيي:

$$F_r = F_1 - F_2$$

### فعاليت ج:

دوه جسمونه چې د  $M_1$ ،  $M_2$  معلومو وزنونو لرونکي دي، د (1-44) شکل په څير يو د بل له پاسه ږدو او دواړه ديو چنگک په مرسته په قوه سنځورنکي لوري څرو په قوه سنځورنکي کې د وزنونو د تعادل پر مهال، ليدل کېږي چې قوه سنځورنکي د دواړو جسمونو مجموعي وزن راښيي يعنې:

شکل (1-44)



د پورتنیو تجربو مشاهداتو له کتلو سره کېدای شي، دې پایلې ته ورسېږو چې کله چې موازي قوي د يوه جسم پر يوي نقطې عمل وکړي، که چېرې دا قوي يولوري (هم جهت) وي، محصله يې د نوموړو قوو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی. که چېرې قوي مخالف لوري ولري، محصله قوه يې د هغو د تفریق له حاصل څخه عبارت ده. له پورتنیو جملو څخه کېدای شي داسې پایله ترلاسه کړو چې دو قوي يې هغه مهال د تعادل په حالت کې را تالای 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 وي،

نوموږ کولای شو د یوې قوې د اغیز نقطه په کيفي ډول د نوموړې قوې د اغیز پر خط تغیر مکان کرو او دا قاعده پر هغو ټولو موازي قوو چې په یوې نقطې یا په همدې یوه نقطه اغیز کوي، تطبیق شي، نو له همدې امله موږ کولای شو، ادعا وکړو چې:

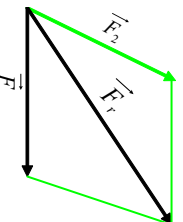
کله چې دوي قوې په همدې یوه نقطه یا په همدې یوه خط کې اغیز وکړي، هغه مهال د تعامل په حال کې را تللی شي چې کچې یې سره مساوي او لوري یې سره مخالف وي.

### د یوې قوې تجزیه

لکه چې وړاندې مو ولوستل، موږ له داسې حالتونه سره مخامخ کېږو چې خرقوې پر یوه جسم اغیز کوي او موږ اړتیا لرو، تر څو دقوړو محصله یا نتیجه وپېژنو او هم د هغو د مقدار کچه پیدا کړای شو. له بل پلوه ویلی شو چې هره هغه قوه چې موږ ورسره سرواکار لرو، کیدای شي پخپله یوه محصله قوه وي چې د دوو یا له هغو څخه د زیاتو قوو له ترکیب څخه لاسته راغلي وي.

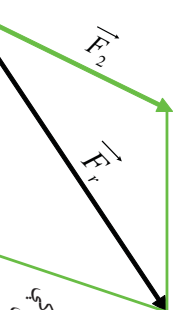
په فزیکي او تخنیکي پېښو کې ډېر ځله له داسې مسائلو سره مخامخ کېږو چې اړیو، تر څو د محاسبو د تر سره کولو لپاره د یوې قوې اجزای وپېژنو. یعنې همغسې چې د قوړو د محصلې د پیدا کولو موضوع یا اهمیت ده، د یوې قوې د اجزاو پیدا کول یا په بل عبارت د قوې مرکبې چې د قوې د ترکیب سبب شوي، هم په هماغه کچه ارزښت لري. په دې حالتونو کې معمولاً د جز (مرکبو) قوړو لوري ورکول کېږي او کچه (لویوالی) یې پیدا کېږي. په هندسي طریقه د مرکبو د پیدا کولو لپاره په دې ډول عمل کېږي:

د محصله قوې له انجام څخه هغو خطونو ته موازي گانې کښل کېږي چې د مرکبه قوړو لوری نښتي، په پایله کې یوه متوازي الاضلاع منځ ته راځي چې ضلعي یې مرکبې قوې را نښتي، (1-45) شکلونه.



(1-45) شکل  
په یوه نا معلومه مرکبه د قوې تجزیه

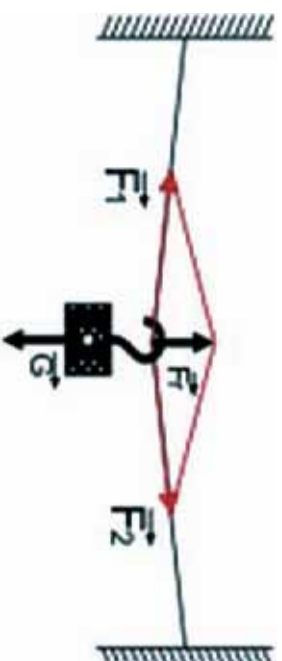




شکل (1-46) د قوی تجزیه، په هغه صورت کې چې لوری ورکړل شوي دي

د (1-45) په شکل کې، په یوه ناڅرګنده مرکبه د قوی تجزیه، د (1-45) په شکل کې د قوی تجزیه په هغه صورت کې چې لوری ورکړل شوي دي، بنودل شوي.

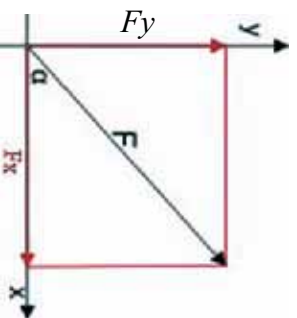
د قوو تجزیه په هغه صورت کې چې لوری ورکړل شوي دي د (1-47) شکل د قوی د تجزیې یو بل مثال په یوه پړي د یوه جسم څړپیل رانښيي او په یو واټ کې د برېښنا زښتی ګروپونه کولای شي، د دې ډول یوه غوره بیلګه وي.



شکل (1-47) د یوې قوی تجزیه د یو جسم په څړپیلې حالت کې (د واټ د برېښنا ګروپ)

### د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

په محاسبوي طریقه د څو قوو د محصلې د لاس ته راوړلو لپاره، لومړی ټولې قوې د قائم مختصاتو په یو سیستم کې د  $(x, y)$  په مرکبو تجزیه کوو، د بیلګې په ډول د (1-48) شکل قوه را ښيي چې د  $F_x = F \cos \alpha$  او  $F_y = F \sin \alpha$  په مرکبو تجزیه شوي دي.



شکل (1-48)

د  $F$  د قوی تجزیه د هغې، په قائمو مرکبو

د پورتني قاعدې پر بنسټ د  $F_1$  او  $F_2$  قوې په نظر کې نيسو، مرکبې يې دارنگه ليکلی شو:

$$F_{1x} = F_1 \cos \alpha_1 \quad F_{1y} = F_1 \sin \alpha_1$$

$$F_{2x} = F_2 \cos \alpha_2 \quad F_{2y} = F_2 \sin \alpha_2$$

$$\frac{F_{2x}}{F_{1x}} = \frac{F_2 \cos \alpha_2}{F_1 \cos \alpha_1} \quad \frac{F_{2y}}{F_{1y}} = \frac{F_2 \sin \alpha_2}{F_1 \sin \alpha_1}$$

$$F_{2x} = F_1 x + F_2 x + \dots \quad F_{2y} = F_1 y + F_2 y + \dots$$

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

د قوو له مرکبو څخه په گټې اخستلو سره کولاي شو، محصله قوه او هغه زاويه چې د  $X$  له محور سره جوړوي، حساب کړو:

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

په هغه صورت کې چې تعادل برقراره وي، نو محصله بايد له صفر سره مساوي وي، دا موضوع هغه وخت شوني ده چې د محصلې قوې، هره مرگه له صفر سره مساوي شي يعنې:

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

بايد پام وکړو چې د قوو د تجزيې اړوند د يوې مسئلې د حسابي حل لپاره، هغه لاري چې تر گټې اخيستلو لاندې نيول کېږي، د ورکړل شوو کميتونو پر بنسټ توپير لري.

ډېر ځله کولاي شو مطلوبې قوې د مثالونو له قاعدو څخه په گټې اخيستلو د قوو د مضع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې، کولاي شو د مضعو قوو تشابه له يو معلوم مثلث سره او يا د قايم الزاويه شکلونو پر مهال د فيثاغورث له قانون څخه گټه واخلو.

### مثال:

1. د يو سرک په گولايي کې چې يو برېښنايي موټر پرې حرکت کوي، درې هوايي کپسلونه د برېښنايي گاډي د پاسني کيل سره د نښلونو لپاره د يو عمارت د  $A$  په يوه نقطه کې تړل شوي دي. د رابنځکو رکشن (د قوو کچه او لوري په شکل کې ښودل شوي دي. د مجموعي قوې لوري او کچه محاسبه کړئ.

$$\begin{aligned} F_1 &= 1050 \text{ N} & \alpha_1 &= 90^\circ \\ F_2 &= 1500 \text{ N} & \alpha_2 &= 40^\circ \\ F_3 &= 1200 \text{ N} & \alpha_3 &= -20^\circ \end{aligned}$$

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos \hat{\alpha}_1 = 1050 \cdot \cos 90^\circ = 1050 \times 0 = 0 \quad F_{1y} = F_1 \sin \hat{\alpha}_1 = 1050 \cdot \sin 90^\circ = 1050$$

$$F_{2x} = 1500 \times \cos 40^\circ = 1149 \text{ N} \quad F_{2y} = 964 \text{ N} = 1050 \times 1$$

$$F_{3x} = 1200 \times \cos(-20^\circ) = 1127 \text{ N} \quad F_{3y} = -410 \text{ N} = 1050$$

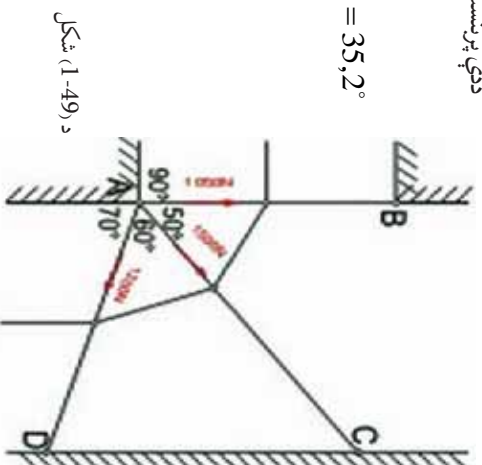
$$F_{rx} = 2276 \text{ N} \quad F_{ry} = 1604 \text{ N}$$

ددي پرنسپي:

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

$$Fr = 2786 \text{ N} \quad \text{او:}$$

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



د (1-49) شکل

### دوهم مثال:

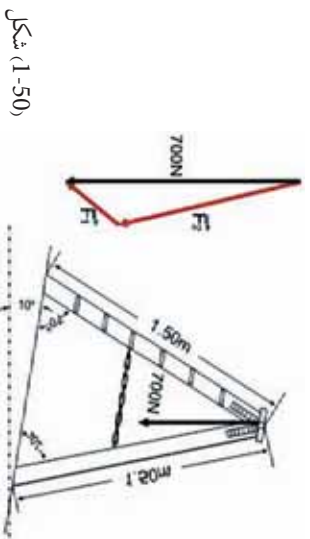
د اوسپينو پنبو يوه زينه د يوې ميلان لرونکې سطحې پر مخ ايښي ده. د يوتن د وزن قوه  $W = 700 \text{ N}$  چې د زینې پر يوه پورتنۍ نقطې ولاړ دی، په څه ډول د زینې پر دوو پنبو وېشل کېږي؟

حل:

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

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

$$F_1 = 189 \text{ N} \quad F_2 = 544 \text{ N}$$

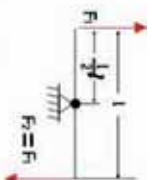


شکل (1-50)

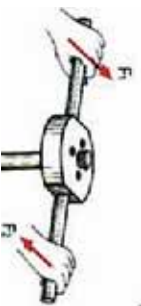
## 1-6: جوړه قوې (دقوې زوج)

هره قوه چې پر يوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران قابليت ومومي، دا قوه دراکښلو يا د يوې قوې فشار په توگه د جسم د دوران پر محور عمل کوي. له همدې امله دي، چې دا قوه په هغه نقطو کې چې د دوران محور پر هغو تکیه يا اتصال لري، عکس العمل قوه را منځ ته کوي په پايله کې دا قوه په عمومي توگه د دوران يو مومنت تو ليدوي. که چېرې د محور موقعيت ته تغير ورکړای شي، په عمومي ډول د قوې مټ او د دوران مومنت چې قوه منځ ته راوړي هم بدلېږي. برعکس کله چې دوي موازي قوې چې متقابل لوري ولري، په عمودي توگه په يوه محور او د يوه جسم پر دوو بېلا بېلو نقطو اغېزې وکړي دوي ته د قوې زوج وايي. د قوې په يوه زوج کې، دواړه قوې يو د بل اغېز پر محور له منځه وړي، د قوې د يو زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې څخه چې د دوران محور په کوم موقعيت کې دي، تل همدا يو قيمت لري. د قوې په يو زوج کې د دوران مومنت د  $F_1 = F_2 = F$  قوو لپاره د هغود اغېز د خطونو ترمنځ د ( $L$ ) له متقابل واټن سره د لاندې قيمتونو لرونکي دي.

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



شکل (1-51) جوړه قوې په يوه جوړې کې دسنگه کې

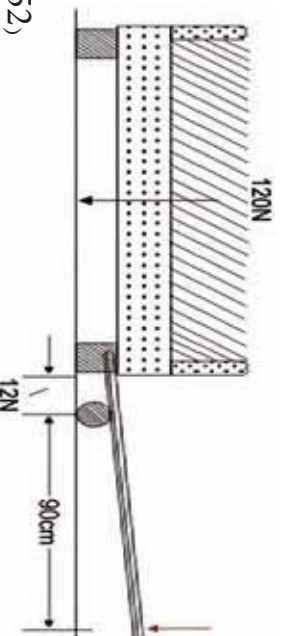


له دې ځايه په اسانۍ سره ويلي شو چې که د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له يوه خط څخه تير شي، خو چې له هغو څخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وړاندې کېدای شي:

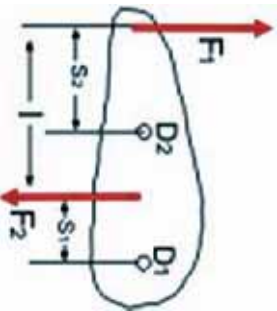
$$M = F_1 (l + S_1) - F_2 S_2 = F \cdot l$$

که چېرې د دوران محور د  $F_1$  او  $F_2$  ترمنځ لکه څنګه چې د  $D_2$  په موقعيت کې واقع وي، مومنت داسې ليکو:

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



شکل (1-52)



د مرکز دوران د موقعیت سره اړیکه نه لري

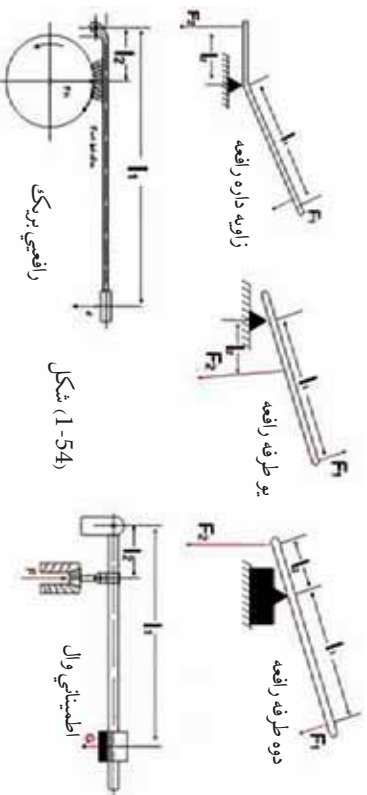
د یو قوي زوج د دوران مومنت،

شکل (1-53)

دی.

د یو زوج قوي د دوران مومنت، د دوران د مرکز له موقعیت سره اړیکه نه لري. په تخنیک کې، رافعي د قوی د زوج پر بنسټ کارکوي او معمولاً یې د یوې مستقیمې میلې یا یوې زاویه لرونکې میلې په توګه جوړوي.

هغه رافعه چې د میلې په شکل ده، که چیرې د دوران مرکزي د میلې په یو سر کې واقع وي، دې میلې ته یو اړخیزه رافعه وايي. که چیرې د دوران د مرکز په انجانونو کې واقع نه وي، دا رافعه د دوه اړخیزې رافعي په نامه یادېږي او همدارنګه هغه رافعه چې د یوې زاوېې شکل لري، هغه د زاویه لرونکې رافعي په نامه یادوي. په (1-54) شکلونو کې نا سو د رافعو مختلف ډولونه کتلې شي.



شکل (1-54)

د رافعي قانون مور ته دا اسانتیا راګوري چې د رافعي په یوه اړخ یا لوري کې د لږې کچې قوي په کارولو سره چې پر یو اورد مت اغیز کوي، د رافعي په بل اړخ کې له یولاندې سره په لویه کچه یوه قوه لاس ته راوړو. له همدې کبله دی چې رافعي په ورځني ژوندانه او تخنیک کې د کارولو ګڼ او ډېر ځایونه لري. یعنې د رافعي 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 رافعي په استعمال سره، کولې شو په ولاین کې هم ګټه وکړو. چې که چیرې د رافعي په یوه اړخ کې یوه قوه د لنډو سره عمل وکړي، د رافعي په هغه بل اړخ کې چې کومه قوه عمل کوي، د یو اورد مت لرونکې ده. د انسان لاس او د تایپ ماشین د دې بحث نور اړوند مثالونه کیدای شي.

## 1-7: د تعادل عمومي شرطونه

که چیرې، خو قوي د یوه جسم په مختلفو نقطو عمل وکړي او جسم د تعادل په حالت کې وي، دا معنا ورکوي چې پر جسم د ټولو اعیز کوزنکو قوو محصله له صفر سره مساوي ده، برعکس که چیرې دا شرط تحقق ونه مومي، محصله قوه په جسم کې د تعجیل یا گزندیټوب سبب گرځي او دتعجیل، جسم په یو انتقالی 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 کيفي نقطې پر شاو خوا دمومنتونو مجموعه، هم له صفر سره مساوي شي، که چیرې دا شرط پلي نشي، د محصلې مومنت، جسم یو دوراني حرکت ته اړباسي. پورتنی دواړه شرطونه یې د تعادل د عمومي شرطونو په نامه منلي دي. نو کله چې خو قوي د یوه جسم په مختلفو او کيفي نقطو عمل وکړي، دا جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې راتلي شي چې لاندي دوه شرطونه ولري.

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

**دویم شرط:** دوران د ټولو مومنتونو مجموعه په یو جسم کې د دوران د یوې کيفي نقطې پر شاو خوا مساوي له صفر سره وي. په څېر و مسائلو او حالاتو کې چې مخې ته راځي، قوي به په یوې مستوي کې وي، پرته له دې مسئلې کولای شو، په داسې گڼو اجزاو کې وویشو چې، ټولې شته قوي، په یوه مستوي کې واقع شي. د دې لپاره چې د تعادل شرایط په ریاضیکي فورمولونو بیان کړای شو، په هغه مستوي کې چې قوي واقع دی، د وضعیه کمیاتو یو سیستم برقراره وو، واردي شوې قوي د  $F_1, F_2$  په علامو په نښه کوو، د قوو مرکبي په  $F_{1x}$  او  $F_{2x}$  همدا رنگه په  $F_{1y}$  او  $F_{2y}$  او  $\dots$  نښو او نظر د دوران یوې کيفي نقطې ته د قوي متي په  $L_1$  او  $L_2$  او... نومو علامو په نښه کوو. په پایله کې لاندي معادلي لاس ته راځي:

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

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots = 0 \Rightarrow \sum F_x = 0$$

2- هغه قوي 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- دوران د مومنتونو مجموعه له صفر سره مساوي ده.

$$F_1 l_1 + F_2 l_2 + F_3 l_3 + \dots = 0 \Rightarrow \sum M = 0$$

هغه څه مو چې د تعادل د شرایطو په اړه وویل، دا یې په پیل کې دا تعادل د لومړی شرط په توگه بیانوو او مسائل او تمرینونه یې حلوو:

## د تعادل لومړی شرط

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

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

که چیرې د  $N$  په شمیر قوې پر جسم عمل وکړي، لرو چې:

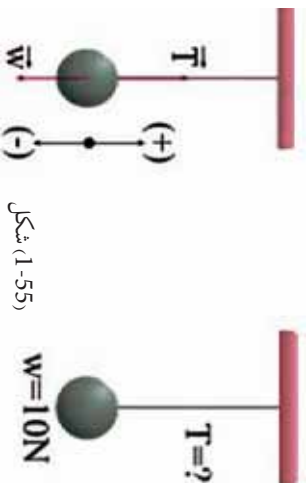
$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0$$

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

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

### مثال:

د بریښنا یو ګروپ د  $10N$  په وزن د یو سیم په مرسته د خونې له چت څخه خړول شوی او د سکون په حالت کې دی. د سیم د راکټلو قوه ( $T$ ) محاسبه کړئ.



شکل (1-55)

### حل:

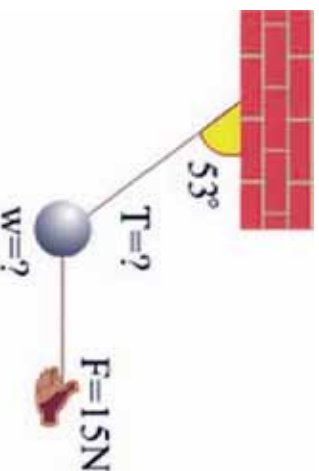
څرنگه چې جسم د سکون په حالت کې دی، نو عاملي قوې پرې د تعادل په حال کې دي یعنې:

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

### مثال:

یو جسم چې د تار په مرسته خړول شوی دی د  $15N$  یوې قوې په واسطه چې په افقي توګه یې عمل کوي او د شکل په څیر یې جسم په تعادل کې ساتلې، راکټل قوه چې پر تار عمل کوي محاسبه اوهم د جسم وزن په لاس راوړئ په داسې حال کې چې:

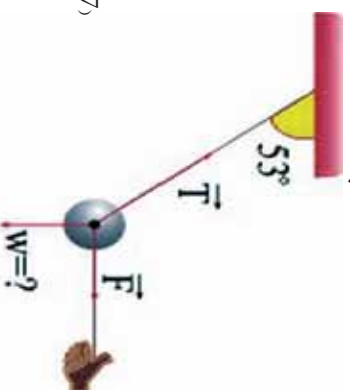
$$\sin 53^\circ = 0.8 \quad \text{او} \quad \cos 53^\circ = 0.6$$



شکل (1-56)

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

- 1- د جسم د وزن قوه  $W$ ، ۲- وارده قوه  $F$  چې پر جسم اغیز کوي ۳- د راکبېلو قوه  $T$  چې پرتار عمل کوي. لومړی د ادرې قوې د قایمو مختصساتو سیستم ته انتقالوو. بیا د تعادل لومړنی شرط د  $X$  او  $Y$  په دواړو محورونو کې پر جسم تطبیقوو.
- د  $X$  پر محور باندې د تعادل د شرط تطبیق:



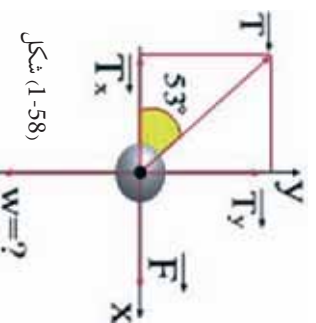
شکل (1-57)

$$\sum F_x = 0$$

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

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

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



شکل (1-58)

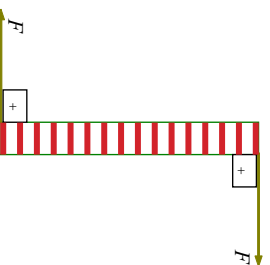
$$\sum F_y = 0$$

$$T_y - W = 0$$

$$T_y = W \rightarrow T \cdot \sin 53^\circ = W \quad W = 20N$$

### 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. د (1-59) شکل ته نظر وکړئ پر جسم محصله قوه مساوی له صفر سره ده، خو جسم دسکون په حالت کې نشي پاتې کېدای. له دې ځایه ویلی شو: دهغه جسم لپاره چې د تعادل په حالت کې واقع وي، یو بل شرط ته هم اړتیا ده.



شکل (1-59)



نو دویم شرط د دی لپاره چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې باید د مومنتونو محصله (د توروکوړنو مجموعه) چې پر جسم اغیز کوي، مساوي له صفر سره وي. یعنې:

$$\sum M = 0$$

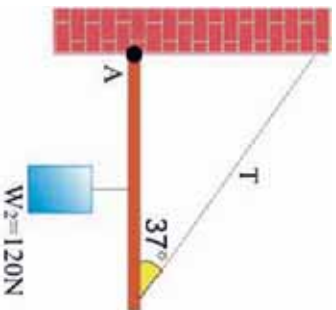
که چېرې د (11) په شمېر، قوې پر جسم، مومنت تولید کړي، لرو چې:

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

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

**مثال:**

د یو لرگي د ډبر سپک لاستي چې فرض کوو هېڅ وزن نلري، یو سر د A په نقطه او بل سر يې د یوې رسی په مرسته له یوه دیوال سره تړل شوی دی. یو جسم د شکل په څیر د 120N په وزن د لاستي له منځنۍ نقطې څخه څرول شوی دی.



شکل (1-60)

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

2. د R عکس العمل قوه چې دیوال په لاستي باندې د A په نقطه کې عمل کوي، څومره ده؟ په داسې حال کې چې  $\sin 37^\circ = 0.8$  او  $\cos 37^\circ = 0.6$  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 يې د لرگي په لاستي وارډ وي. هغه مومنتونه (تورکوړنه) چې  $R_x$  او  $R_y$  يې منځ ته راوړي، له صفر سره مساوي دي. ځکه دا دوي قوې د دوران په نقطه کې په لاستي عمل کوي. پرلاستي باندې د (A) نقطې لپاره د تعادل د دویم شرط له تطبیق سره لرو چې:

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

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

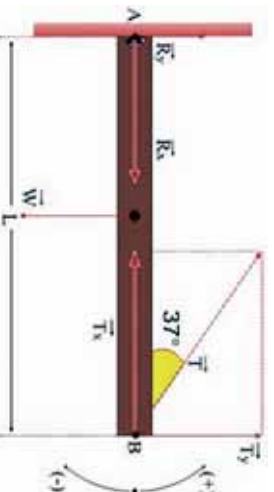
$$(T \sin 37^\circ)L - 120(L/2) = 0$$

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

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

$$T = 100N$$

شکل (1-61)

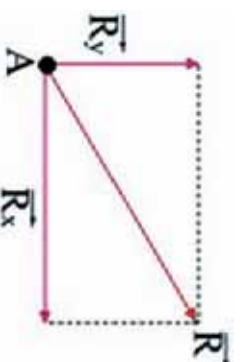


## د تعادل له لومړي شرط څخه لرو چې

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ R_x - T_x &= 0 \\ R_x - 100 \cdot \cos 37^\circ &= 0 \\ R_x &= 80 N\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ R_y + T_y - w &= 0 \\ R_y + 100 \sin 37^\circ - 120 &= 0 \\ R_y &= 60 N \\ R^2 &= R_x^2 + R_y^2 \\ R_2 &= 80^2 + 60^2 \\ R &= 1000 N\end{aligned}$$



شکل (1-62)

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

موز لرو چې  $M = F \cdot d \sin \theta$

پورتنۍ افاده دا رنگه هم لیکلای شو  $M = F(d \cdot \sin \theta)$  پورتنۍ شکل ښيي چې  $(d \cdot \sin \theta)$  د دوران د نقطې او د قوې د اغیز د خط تر منځ عمودي واټن دی.

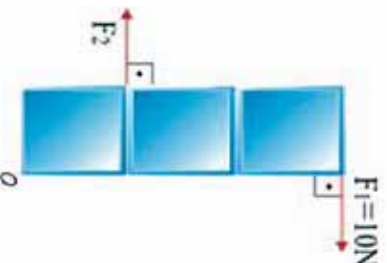
**مثال:**

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

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

$$\begin{aligned}\sum M &= 0 \\ F_2 d_2 - F_1 d_1 &= 0 \\ F_2 (1m) - (10N)(3m) &= 0 \\ F_2 &= 30 N\end{aligned}$$

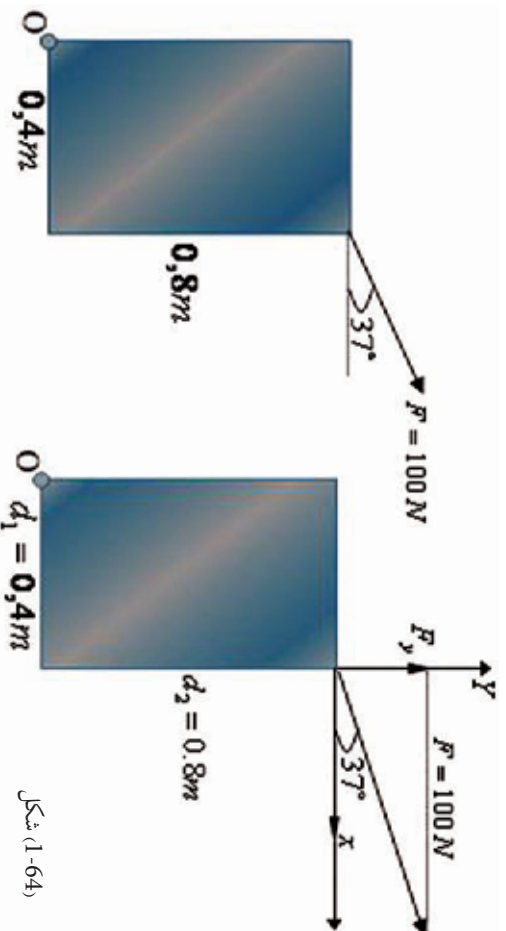
شکل (1-63)



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

مومنت مساوي دی، له عمودي قوي ضرب له محور څخه د دوران په واټن، یا مومنت مساوي دی د عمودي واټن د قوي ضرب د دوران له محور څخه. په اکثر وځومومي حالتونو کې هم د قوي له مرکزي څخه اوهم د واټن له مرکزي څخه، يعني د دواړو له مرکبو څخه چې سره جمع کېږي، د مومنت د مرکبي د پیدا کولو لپاره ترې گټه اخېستل کېږي.

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



شکل (1-64)

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

$$(F_y)(0,4) - (F_x)(0,8) = 0$$

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

$$F_x^2 + F_y^2 = (100N)^2 \dots (1)$$

$$F_x \cdot 0,4 - F_y \cdot 0,8 = 0 \dots (2)$$

$$F_x = \frac{0,8F_y}{0,4} = 2F_y \quad (2F_y)^2 + F_y^2 = (100N)^2$$

$$F_y^2 = \frac{10000N^2}{5} = 2000N^2$$

$$F_y = 44,7213N$$

$$F_x^2 = (100N)^2 - 2000$$

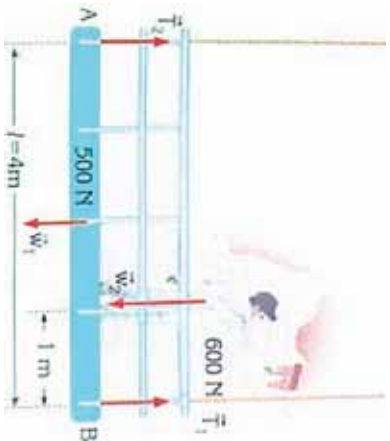
$$F_x^2 = 8000N^2$$

$$F_x = 89,4427N$$

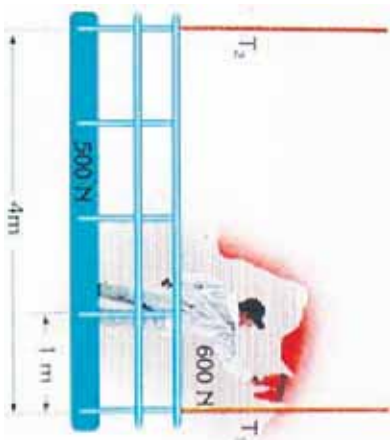
**د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل**  
 کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړی جسم مجموعي مومنت، صرف نظر له دې چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوی دی. نو د دوران د نقطې موقعیت، په هر ځای کې، چې د پرابلم د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کېدای شي.

**مثال:**

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



شکل (1-66)



شکل (1-65)

**حل:**

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

$$\sum M_A = 0 \quad \text{څرخګه چې}$$

$$T_2 \cdot 0 + T_1 \cdot 1 - 500 \cdot \frac{1}{2} - 600 \left(\frac{1}{2}\right) = 0 \quad \text{ویا}$$

$$0 + T_1 \cdot 4 - 500 \cdot 4/2 - 600(4 - 4/4) = 0$$

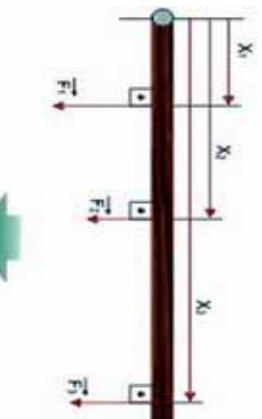
$$T_1 = 700 \text{ N} \quad \text{نو}$$

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

$$T_1 \cdot 0 + T_2 \cdot 1 - 500 \cdot 1/2 - 600 \cdot 1/4 = 0$$

$$0 + T_2 \cdot 4 - 500 \cdot \frac{4}{2} - 600 \cdot 4/4 = 0$$

$$4T_2 = 1600 \quad \text{نو}$$



باید پام وکړو چې د  $\sum F_y = 0$  قوو تعادل نشو کولای، د  $T_1$  او  $T_2$  قوو د محاسبې لپاره کارولې نه شو. 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 یوې وزنه سیم درې داسې قوې عمل کوي چې په بېلابېلو نقطو کې یو له بل سره موازي دي.

شکل (1-67)

که چیرې دا درې قوې له یوې قوې سره داسې تعویض شي چې بردي جسم محصله قوه او محصله مومنت، د دوران د مرکز موقعیت ته په نظر نه گولو څخه ثابت پاتې شي. ددې محصله قوې کچه او د اغیز نقطه محاسبه کړئ.

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \quad \text{خړنگه چې محصله قوې ثابتې، باقي پاتې کېږي. نو لرو چې:}$$

**حل:**

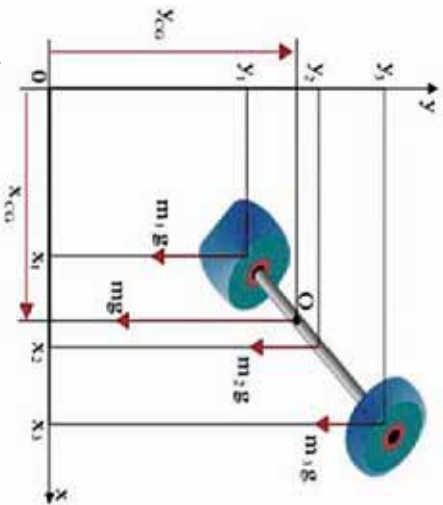
اوس د دوران د مرکز واټن د مومنت د تعادل له اصله، دا رنگه په لاس راوړو:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

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

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

خړنگه چې دقتل د قوې اغیز د جسم په ټولو برخو دی او لوری یې تل د ځمکې د مرکزي په لور دی، نو لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، ټولې قوې په یوه لوري او په موازي ډول عمل کوي.



شکل (1-68)

د دې قوو محصله د جسم وزن تشکيلوي او د دې قوو د اغيز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه يا دوي او په CG يې بڼې. د وزن او چټولو يوه ميله په دواړو سرونو کې دوه مختلف وزبونه، د قايمو مختصاتو په سيستم کې داسې په نظر کې نيسو.

چې له درې برخو، يعنې دوه وزبې په دوو انجامونو اويروي ميلي څخه جوړ شوی وي. د دې هرې يوي برخې وزن عبارت دی له:  $m_1g$ ,  $m_2g$  او  $m_3g$  د ميلي مجموعي وزن عبارت دی له:

$$mg = m_1g + m_2g + m_3g$$

د O نقطه د  $mg$  قوي د اغيز نقطه ده.

د مومنت معادله دا رنگي ليکلای شو:

$$(m_1g + m_2g + m_3g) X_{CG} = m_1g x_1 + m_2g x_2 + m_3g x_3$$

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

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

له ساده کولو وروسته لرو چې:

د Y محور لپاره لرو چې:

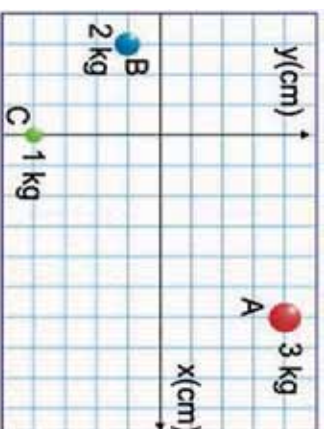
$$Y_{CG} = (m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3) / (m_1 + m_2 + m_3)g$$

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

هغه نقطه چې فرض کېږي د جسم ټوله کتله هلته متمرکه 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 يوه محيط کې چې د متجانس ثقل ساحه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا يوه نقطه وي او په هغه محيط کې چې ثقل يا (جاذبه) نه وي، په هغه ځای کې وزن شتون نه لري او يوازې کتله شتون لري.

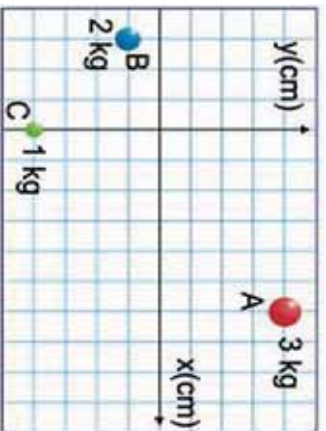
**مثال:** د  $A$ ،  $B$  او  $C$  جسمونه لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، د مختصاتو د سیستم پرمخ موقعیت لري، د دې جسمونو کتلې په ترتیب سره  $3\text{kg}$ ،  $2\text{kg}$  او  $1\text{kg}$  دي، د هغه سیستم د کتلوي مرکز مختصات چې دې درو جسمونو جوړ کړي دي، پیدا کړئ.

شکل (1-69)



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

- (د)  $3\text{kg}$  کتلې مختصات)  $A(6\text{cm}, 4\text{cm})$
- (د)  $2\text{kg}$  کتلې مختصات)  $B(-3\text{cm}, -1\text{cm})$
- (د)  $1\text{kg}$  کتلې مختصات)  $C(0\text{cm}, -4\text{cm})$



شکل (1-70)

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

$$X_{CM} = \frac{\sum (m \cdot X)}{\sum m} = \frac{(m_A \cdot X_A + m_B \cdot X_B + m_C \cdot X_C)}{(m_A + m_B + m_C)} \\ = \frac{(3\text{kg})(6\text{cm}) + (2\text{kg})(-3\text{cm}) + (1\text{kg})(0\text{cm})}{(3\text{kg} + 2\text{kg} + 1\text{kg})}$$

$X_{CM} = 2\text{cm}$  له ساده کولو وروسته لرو چې:

$$Y_{CM} = \frac{\sum (m \cdot y)}{\sum m} = \frac{(m_A Y_A + m_B Y_B + m_C Y_C)}{(m_A + m_B + m_C)} \\ = \frac{(3\text{kg})(4\text{kg}) + (2\text{kg})(-1\text{cm}) + (1\text{kg})(-4\text{cm})}{(3\text{kg} + 2\text{kg} + 1\text{kg})}$$

$Y_{CM} = 1\text{cm}$  له ساده کولو وروسته لرو چې:



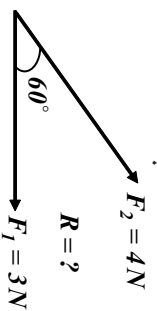
## د لومړۍ څپرکې لنډيز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې د شکل او یا حالت د بدلون سبب گرځي او په نړیوال سیستم کې یې بنسټیز (اساسي) واحدونه داین اونیوتن 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 وکتورونو له قاعدې څخه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قاعدو په ګټې اخیستلو په لاس راځي.
- نقطه یي کتله د یو ایديال یا خیالي جسم له کتلې څخه عبارت دی چې ټول هغه مواد چې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره کارېدلې، په یوه نقطه کې متمرکز شوي وي.
- دوه 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 شوې ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي او لوری یې سره مخالف وي.
- د محاسبې په طریقه د څو قوو د محصلې د پیدا کولو لپاره لومړی ټولې قوې د قائم مختصانو په سیستم کې د  $X$  او  $Y$  په مرکب تجزیه کوو، بیا وروسته د قوو له مرکب څخه په ګټې اخیستلو، محصله قوې او هغه زاوې چې  $X$  او  $Y$  له محورونو سره یې جوړوي، حسابېدای شي. کله چې د محصله قوې د هرې یوې مرکبې مجموعه له صفر سره مساوي وکړي، دوي ته جوړه قوې (د قوو زوج) وایي.
- کله چې دوي موازي قوې، چې د متقابلو لورو لرونکي وي، عموماً پر یوه محور او د جسم په دوو بیلابیلو نقطو اغیز وکړي، دوي 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 شوی دی، ویل کېږي چې د سټاتیک تعادل په حالت کې دي. 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 دی لپاره چې یو جسم د تعادل په حال کې وي، دوه لاندیني شرطونه باید ولري:
  - 1 پر جسم د ټولو عمل کوونکو قوو محصله (وکتوري جمع) باید له صفر سره مساوي وي، یعنې:
 
$$\sum F = 0$$
  - 2 د محصلو مومنتونه (د مومنتونو جمع چې پر جسم اغیز لري) باید له صفر سره مساوي وي یعنې:
 
$$\sum M = 0$$
- د قوې دوراني اغیز ته مومنت (ترک) وایي چې موزې یې په  $M$  نښو او د یوناني تورو په  $(T)$  هم ښودل شوی دی چې:  $M = F \cdot d \sin \theta$
- مومنت د ساعت د سټې په لوري اویا دهغې په مخالف لوري عمل کولی شي.
- یو جسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط یې بشپړ کړی دی، له دې سره بیا هم کولای شي صفروي، خو جسم د سکون په حالت کې نه دي.
- د یو جسم د نقل مرکز مختصات د وضعیې کمیټونه په قائم سیستم کې له لاندې معادلو څخه لاسته راځي:
 
$$X_{CG} = \sum (mx) g / \sum mg \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum (my) g / \sum mg$$



## د لوړې څپرکي پوښتني

- 1- قوه تعريف كړئ او په نړيوال (SI) سيستم كې يې بنسټيز (اساسي) واحدونه بيان كړئ.
- 2- ولې قوه يو وكتورې مقدار ده؟
- 3- دوي موازي كيفي قوي انتخاب كړئ او محصله يې د قوه د متوازي الاضلاع د قاعدې په طريقه رسم كړئ.



- 5- نقطه يي کله تعريف کړئ او د نقطه يي کتلې درې بېلگې بيان کړئ.
- 6- د عمل قوه تل د ..... له قوي سره مساوي خو د ..... متقابل لرونکي وي
- 7- هغه جسمونه چې د هغو ..... پورته واقع وي د هغو د اډکاله ..... څخه ..... د تعادل ..... په حالت کې شتون لري.
- 8- هغه مومنت چې يوه قوه يې د دوران په پېښه کې توليدوي، له کومو درو پارامترونو سره اړيکې لري، بيان يې وليکئ.
- 9- هغه مومنت چې د  $25N$  قوي په واسطه پر هغه مېلې چې اوږوالی يې  $0.5m$  دی، توليدکېږي محاسبه کړئ.
- 10- د لاندي هرې محصله قوي مرکبي په هندسي طريقه ترسيم کړئ.
 

11. په يو زوج قوه کې، د دوران د مومنت د رياضي رابطه د  $F_1 = F_2 = F$  قوه لپاره، د هغو د اغيز د خطونو د  $L$  له متقابل واټن سره وليکئ

12. که چېرې د دوران محور د اغيز د دوو خطونو له يوه څخه تير شوی وي، خو له هغو څخه خارج واقع وي، په دې صورت کې د مومنت دوران څنگه اړايه کېږي؟ رياضي رابطه يې وليکئ.
- 13- د هغه تورک کچه چې د  $3N$  قوي د اغيز له امله پر يوې دروازي په  $0.25m$  عمومي واټن د دوران له محور څخه توليدېږي، محاسبه کړئ.
- 14- يوه ساده رفاصه له  $3Kg$  نقطه يي کتلې سره د يو نري تار په سر کې چې اوږدوالی يې  $2m$  دی، څرول شوی، د محور له يوې نقطې سره وصل شوی دی.

a- تولید شوی تورک (د ځمکې د جازبې قوې په مرسته) د محور د دې نقطې په شاوخوا کې حساب کړئ. په داسې حال کې چې د  $5^\circ$  زاویه په عمودي ډول له محور سره جوړه کړي.

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

15. د یو موټر ډویل د پیچ د خلاصولو لپاره لازم تورک  $40Nm$  دی، هغه ډبره کومه قوه چې یو میخانیک یې د  $3cm$  رنج سر باندې د پیچ د خلاصولو لپاره واردوي، څومره ده؟

16. که د یو گنج د بیداکولو لپاره په یوه نقشه کې د لورز تعقیبولو لپاره، یو یو لاروي لومړی  $45m$  د شمال په لورځې، بیا راگرځي او  $7.5m$  د ختیځ په لور یاد شوی گنج ته قدم وهي، د لاروي درسیلو لپاره، باید نوموړی څومره واټن په مستقیم ډول ووهي؟ د گنج موقعیت د وضعیه کمیانو په سیستم کې ونښئ.

17. یوه لارۍ پر یوې غونډۍ چې  $15^\circ$  څوروالی لري، حرکت کوي، که چیرې لارۍ ثابت سرعت  $22m/s$  ولري، د لارۍ د سرعت عمودي افقي مرکبې پیدا کړئ.

18. د یوې پېشو لخوا وهل شوي واټن عمودي او افقي مرکبې، چې  $5m$  په عمودي ډول ونې ته ختلي ده، پیدا کړئ.

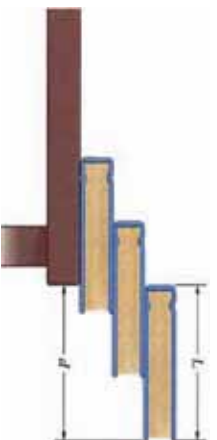
19. یوه الټکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی  $75Km$  واټن له  $30^\circ$  زاوې سره دشمال لویديځ په لور او دویم واټن  $155Km$  له  $60^\circ$  زاوې سره د شمال ختیځ په لور الوتنه کوي. دالټکې لخوا ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

20. د متوجه سرعت د وکتور کچه اولوری په لاندي سرعنونکې چې پخپلو کې عمود دي پیدا کړئ.

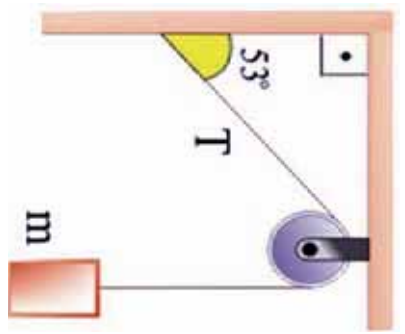
a- یو کب نسبت اوبو ته د یو سیند د تگ لورۍ په استقامت چې  $5m/s$  حرکت کوي، د  $3m/s$  په چټکتیا لامبووهي.

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

21. درې هم شکله او هم وزنه کتابونه د A په اوږدوالي د شکل په څیر یو ډبل پرمخ ایټنډول شوي دي. د d د پرمختگ اعظمي واټن چه کتابونه پکې په تعادل کې وي او سقوط ونه کړي، پیدا کړئ



22. یوه متجانسه میله په  $4.25m$  اوږدوالي او  $47Km$  چي له یوه محور سره یې یو سر پر دیوال ایښتی دی، په افقي توګه د یو سیم په مرسته له بل سر سره تړل شوی دی. سیم له افق سره  $30N$  زاویه جوړوي اوسیده د میلی پر محور نصب شوی دی. که چیرې سیم وکولای شي د راکټلو  $1400N$  قوي په وړاندې مخکې له دې چې وشلېږي، مقاومت وکړي. له د یوال څخه په څومره واټن یوتن له  $68Kg$  کتلې سره پر میله باندې کښیني، تر څو سیم وشکېږي؟

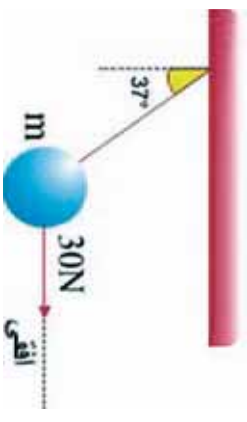


کي وینئ جسم د تعادل په حالت کې دی.  
 د کتلې کچه په  $KG$  حساب کړئ په داسې حال کې چې:

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

$$g = 10N/kg$$

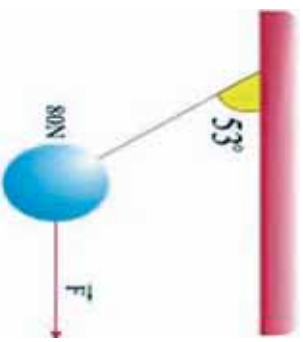
24. یو جسم د  $m$  له کتلې سره د  $30^\circ N$  افقي قوي په مرسته له شکل سره سم په حالت کې دی، د جسم د کتلې کچه په  $KG$  محاسبه کړئ. داسې چې:



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

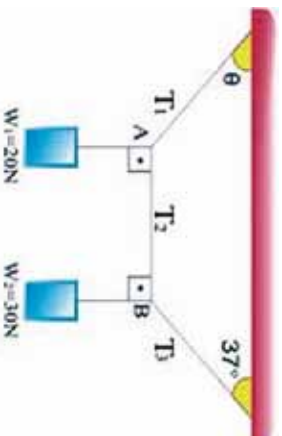
$$g = 10N/kg$$

25. لکه څنګه چې په شکل کې وینئ، یو جسم له  $80N$  وزن سره دیوړې رسي، په مرسته ځړول شوی او د یوې افقي قوي  $F$  په واسطه راکټل کېږي.  
 a - په رسي کې د راکټلو قوه پیدا کړئ.  
 b - د  $F$  قوه محاسبه کړئ.



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

26. هغه سیم چي تاسو بی په شکل کي گورئ، دوه جسمونه پکي په  $W_1 = 20\text{ N}$  وزن او  $W_2 = 30\text{ N}$  وزنونو د رسی په مرسته له چت څخه خړول شوي او د تعادل په حالت کي دي. که چیري د AB رسی افقي وي، د راکنبلو د  $T_1, T_2, T_3$  قوې محاسبه کړئ او همدا رنگه د  $\theta$  زاويې قیمت پیدا کړئ.



$$\sin 30^\circ = \cos 53^\circ \quad \sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$$

27. یو ډوریزور د F یوه قوه، لکه چي په شکل کي بی ویني، د خپلولا سونو په مرسته د گاډي په اشتراک واردوي، که چیري د اشتراک څرخ د d شعاع ولري، پیدا کړئ:

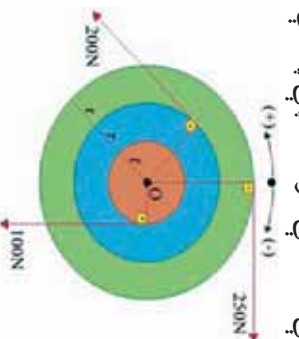
a- محصله قوه

b- د محصلي مومنت چي اشتراک پر څرخ عمل کوي.

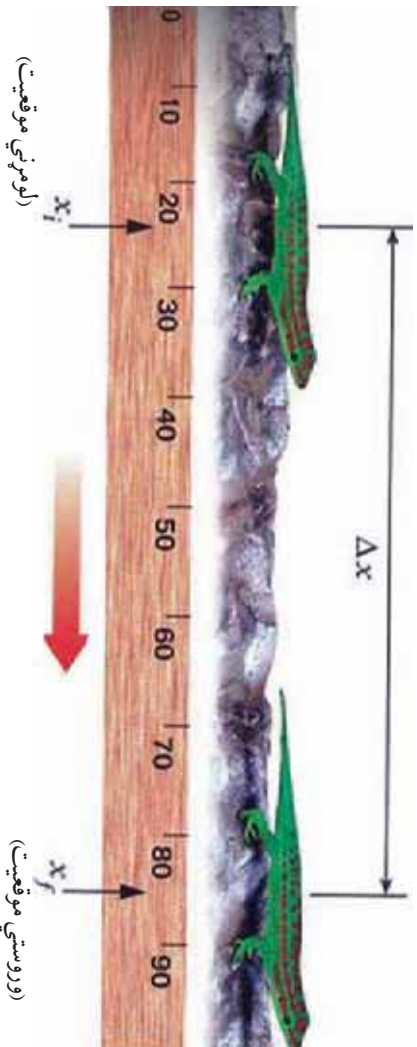


28. دري ټیکلي (دسکونه)، لومړنی د I په شعاع، دویم د  $2r$  په شعاع او دریم یې د  $3r$  په شعاع یوله بله سره داسي تړل شوي دي چي ټول یې د O نقطې په شاوخوا د  $200\text{ N}, 100\text{ N}$  او  $250\text{ N}$  قوو په اغیز کولو سره دوران کوي.

که چیري شعاع  $r = 0.1\text{ m}$  وي، د هغې محصلي مومنت چي په دي سیم باندي عمل کوي، پیدا کړئ.



# دوریم څپرکی یو بدني حرکت



لکه څنگه چې پوهیږو، نړۍ او هر څه چې پکې دي، حتی هغه جسمونه چې په ظاهره کې ساکن ښکاري، لکه سړک، ونې او یا د ونو د پاڼو غورځیدل ټول په حرکت کې دي. کله چې د بڼوونځي په لاره کې خپل شاو خوا ته گورئ، د حرکتونو بېلابېل ډولونه گورئ؟ د دې حرکتونو د څېړلو لپاره له کوم علم څخه باید گټه واخلو؟ لکه څنگه چې د نهم توکي په فزیک کې مو ولوستل، ډینامیک چې د میخانیک یوه برخه جوړوي، د اجسامو حرکت او د حرکت اړیکې له یو شمیر فزیکي مفاهیمو لکه قوه او کتلې سره ترماللي لاندې نیسي.

موږ به دې څپرکي کې د اجسامو حرکت د موقعیت (مکان) او زمان د مفاهیمو څخه په گټې اخیستلو، پرتله کې دې چې پر اجسامو واره قوې په نظر کې ونیول شي، مطالعه کوو، چې د میخانیک فزیک دا برخه د سینماتیک په نامه یادوي.

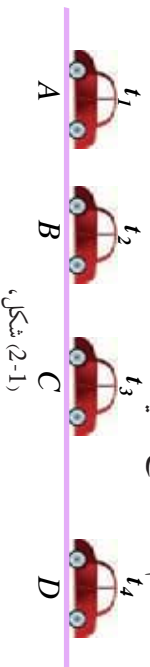
ناسو به د دې څپرکي په پای کې د حرکتونو د ډولونو په هکله ډېر څه زده کړئ او د دې ډول حرکتونو بشپړ تصویر به په خپلو ذهنونو کې ترسیم کولای شئ چې ډول پوښتنو ته چې، د یو مستقیم خط په امتداد حرکت څه شي دی؟ د یو متحرک جسم موقعیت او تغیر مکان څه شي دی؟ او د دې په څېر نورو پوښتنو ته به ځوابونه ووايست.

همدا رنگه د دې څپرکي په پای کې د سینماتیک، منځني سرعت او په یو بعدي حرکت کې دمهه اړیکې، د موقعیت د اصطلاحگانو تشریح، د موقعیت تغیر او د حرکت معادلي او  $(X - t)$  او  $(V - t)$  گرافونو تحلیل، د لحظه یي سرعت تعریف او تشریح، منځني 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 له ثابت تعجیل سره، د اجسامو د آزاد سقوط تحلیل او څېړنه د ثابت التعمیل حرکت د یوې بیلاګې په توګه او ځینو نورو مفاهیمو سره بلدتیا حاصله کړي.

## 2-1: حرکت د مستقیم خط په امتداد

د مستقیم خط په امتداد حرکت ته یو بعدي حرکت هم وايي چې په هغې کې د حرکت مسیر، مستقیم مسیر دی. لاندې مثال د دې ډول حرکت د مفهوم د پېژندلو لپاره خورا ښه بېلگه ده:

د یو موټر په څیر یو متحرک جسم په نظر کې ونیسئ؛ چې په یو مستقیم مسیر کې په حرکت کې دی. شکل د دې موټر موقعیتونو ته د  $t_1, t_2, t_3$  او  $t_4$  په زماني لحظو کې په ترتیب سره د  $A, B, C$  او  $D$  په نقطو کې د یو مستقیم مسیر پرمخ ښيي.



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

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



د یو ډگنډې ټیټز رفتار په څیر یو متحرک په نظر کې ونیسئ چې په یو مستقیم سوک په حرکت کې دی.

د دې موټر د حرکت ډول په توګې کې له اړوندو ډولسره تر بحث لاندې ونیسئ او پایله یې په توګې کې وړاندې کړئ.

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



د (2-2) شکل

لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي،  $t_1, t_2$  او  $t_3$  په لحظو کې د متحرک جسم موقعیتونه په ترتیب

سره  $x_3 = -3m, x_2 = +3m, x_1 = 9m$  دي.

### 2-2: د موقعیت او مکان بدلون

د اجسامو موقعیت او د مکان بدلون څنګه څیړلی شو؟ د یوه جسم د حرکت د وضعیت او څیړلو لپاره څه باید وکړو؟

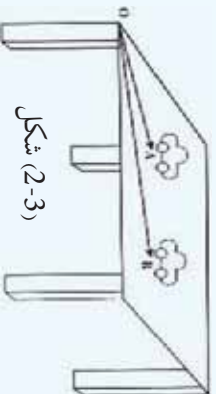
د دې لپاره چې د مکان بدلون تعریف کړای شئ، لاندې فعالیت ترسره کړئ:



### فعالیت:

#### اړین مواد: د لوبې موټر کي (لابراتوارې) خط کش، میز کي نلاره.

- 1- موټر د میز پرمخ په یو ټاکلي موقعیت کي کپړئ او فاصله یې د میز له یوې څنډې څخه (مېدا) د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د  $OA$  په وکتور یې ونښئ.
- 2- د شکل په څیر موټر کي له لومړني موقعیت څخه بیځایه او په یو بل موقعیت کي یې کپړئ او بیا وروسته دمیز له هغه څنډې څخه چې په لومړۍ مرحله کي مو اندازه کړي دي (لومړني مېدا)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د  $OB$  په وکتور یې ونښئ.



شکل (2-3)

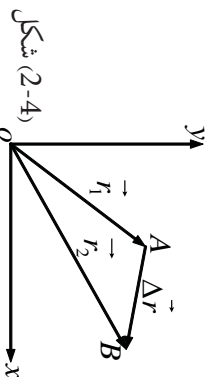
- اوس لاندې پوښتنوته ځواب وولئ:
1. ایا د موټر موقعیت په دواړو مرحلو کي یوښي (مساوی) وه؟
  2. موټر په کومه اندازه د موقعیت تغیر کړی؟
  3. د دواړو حالتونو ترمنځ څه شي په مشترکه توګه ونښئ؟ توضیح یې کړئ.
- په یقین سره هغه موټر چې د میز پرمخ حرکت کوي، د  $t_1$  په لحظه کي د  $A$  په موقعیت کي او د  $t_2$  په لحظه کي د  $B$  په موقعیت کي دي.
- پس د موټر موقعیت په دواړه مرحلو کي یوښي نه دي.

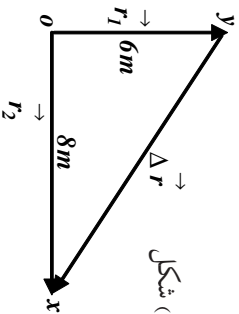
په پورتنۍ فعالیت کي، هغه مشترک عنصر چې د موټر  $A$  او  $B$  دوو موقعیتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مېدا څخه دي. د  $\vec{OA}$  او  $\vec{OB}$  وکتورونو تر موقعیت (مکان) د وکتورونو په ترتیب  $t_1$  او  $t_2$  په لحظو کي وایو. له پورتنۍ فعالیت څخه کېدای شي لاندې پایلونه ورسېږو:

1- د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعیت په هره لحظه کي ټاکي، چې د دې وکتور پیل، درضعیه کمیټونو مېدا او انجام یې د جسم موقعیت دی او په معمول ډول یې د  $r$  په توری ښيي.

2- د یوه متحرک د موقعیت تغیر د  $t_1$  او  $t_2$  په دوه لحظو کي، هغه وکتور دی چې پیل یې د متحرک موقعیت د  $t_1$  په لحظه کي او انجام یې د متحرک موقعیت د  $t_2$  په لحظه کي وي.

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



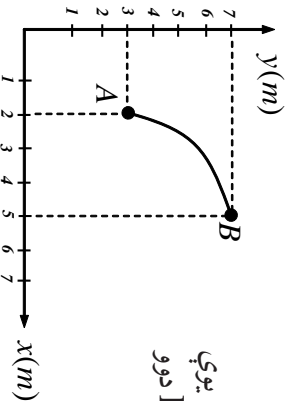


شکل (2-5)

**حل:** د  $O$  شکل په پام کې نیولو سره د موقعیت د تغیر وکتور، یعنی  $\Delta r$  عبارت دی، د قایم الزاویه مثلث له وتر څخه چې ضلعي یې  $6m$  او  $8m$  دي، له دې کبله د مکان د موقعیت تغیر برابر دی له:

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

**تمرین:** په لاندې شکل کې د یو متحرک مسیر د  $AB$  د یوې منځني بړ مخ ښودل شوی دی. د مکان تغیر 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 مولوستی و، یو متحرک جسم د مختلفو عواملو له کبله نشي کولای مساوي واټنونه (فاصلې) 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.



الف) د  $t_0 - t_1$  او  $t_1 - t_2$  د موقعیت د تغیر کچه د وخت له مخې پیدا کړئ.

ب) په ټاکلي وخت (انټروالونو) کې موټر په منځني توګه په هره ثانيه کې د موقعیت څومره تغیر کوي دی؟

**حل:** الف) د موقعیت تغیر په زماني انټروال کې مساوی دی له:  $\Delta t = t_1 - t_0 = 10s$  سره او د موقعیت تغیر په  $\Delta x = x_1 - x_0 = 120 - 50 = 70m$  کې مساوي دی له  $\Delta x = x_2 - x_1 = 230 - 120 = 110m$  سره.



ب) په هر ټاکلي وخت کې د هغه د اړوندې وهل شوي فاصلي په ویشلو سره، معلومېږي چې متحرک په هره ثانيه کې موقعیت څومره تغیر کوي 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 تغیر په معلومولو سره کولای شو، په انټروال کې د هرې ثانيې د مکان د تغیر اوسط پیدا کړو، چې هغه ته په زماني انټروال کې متوسط سرعت وايي. منځني سرعت د  $\bar{v}$  په علامې ښیو او لرو چې:

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

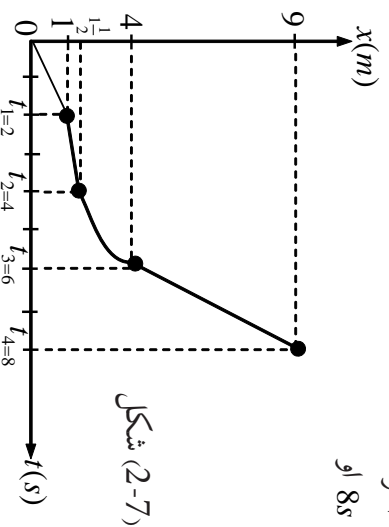
چې د SI په سیستم کې د متوسط سرعت د اندازه کولو واحد  $\text{m/s}$  دی. منځني سرعت وکتوري کمیت دی چې د مکان د تغیر له وکتور سره هم لوری دی.



**اړين مواد:** فيته بي متر، زمان سنج (استاپ واچ)  
**ګډلاره:** له خپل يوه ټولګوال څخه وخواړی چې په ټولګي کې په يو مستقيم خط په لاره ولاړشي.  
 وروسته تاسو به متر فاصله او د زمان سنج په مرسته د وخت په لاس راوړئ او په پايله کې دهغه د حرکت منځني سرعت حساب کوئ.

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

- a- په یوه جدول کې هر زماني انټروال یعنی له صفر نه تر  $2s$ ،  $4s$ ،  $6s$ ،  $8s$  نه تر  $2s$ ،  $4s$ ،  $6s$ ،  $8s$  او
- د هر انټروال د مکان تغیر وښیئ.
- b- په هر یو زماني انټروال کې د متحرک منځني سرعت څومره دی؟



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

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

د b جزء حل:

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

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

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

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

**تعمیر:** 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 نه تر 2 ثانیو،

(b) له 1 نه تر 1.1 ثانیې،

(c) له 1 نه تر 1.01 ثانیې او

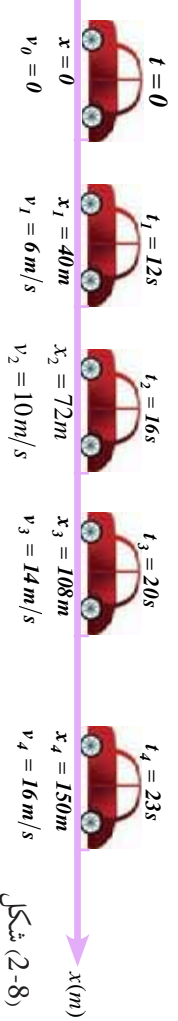
(d) له 1 نه تر 1.001 ثانیو پیدا کړئ.

## 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 وگورئ، 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 بيلايلو وختونو کې يې سرعت بلون مومي. هغه موقعيت او فاصلي چې د موټر سرعت سنج د  $0s, 12s, 16s, 20s, 23s, 20s, 16s, 12s, 0s$  په لحظو کې ښيي، په شکل کې ښودل شوي دي.



شکل (2-8)

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

ب) په کوم زماني انټروال کې، منځني 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 چي په جدول کي لیدل کیږي د  $t_1 - t_2$  په زماني انټروال کي منځني سرعت، د  $t_1 - t_3$  او  $t_1 - t_4$  له انټروالونو څخه لږ دی.

د (ب) د برخي د ځوابونو له پرتله کولو څخه کیدای شي پایله تر لاسه کړو چې: هر څومره چي زماني انټروالونه کوچني وي، منځني سرعت به له هغه سرعت سره نژدې وي چي د موټر سرعت سنج يې ښيي.

منځني سرعت په هغه حدکي چي دوخت انټروال ډېر کمېږي، د لحظه يي سرعت په نامه یادېږي، په ډېره دقیقه توگه ویلای شو: کله چي  $t_1$  او  $t_2$  ته نژدې کېږي يعني د  $\Delta t$  قیمت صفر ته تقرب کوي، د  $\frac{\Delta x}{\Delta t} = V_x$  نسبت، د جسم لحظه يي سرعت د  $t_1$  په زمان کي رانښيي، لیکلای شو چي لحظه يي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چي  $\Delta t$  د صفر په لور تقرب وکړي يعني:

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

### څېړنه وکړئ:

په دې هکله چي څنگه کولای شو د  $(x-t)$  له گراف څخه په گڼې اخیستلو سره، د یوه متحرک لحظه يي سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانگړو ډلو په توگه پلټنه وکړئ او پایلې يې وړاندې کړئ.

## 2-4: د موقعیت - زمان گراف $(x-t)$

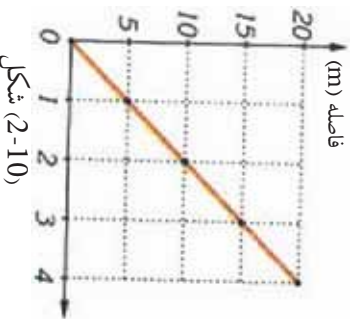
هغه موټر په نظرکي ونیسئ چي په ترتیب سره د  $s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$  په ترتیب سره  $x_1 = 5m, x_2 = 10m, x_3 = 15m, x_4 = 20m$  انټروالونو کي، د لاندې شکل (2-9) په څېر په  $x-t$  گراف څخه په گڼې اخیستلو سره، د یوه متحرک لحظه يي سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانگړو ډلو په توگه پلټنه وکړئ او پایلې يې وړاندې کړئ.



شکل (2-9)

د دې متحرک (موټر) د حرکت د موقعیت څرگندولو لپاره له کوم ډول گراف څخه باید گټه واخلو، تر څو وکولای شي په مختلفو وختونو کي، د جسم موقعیت په ښه توگه وښيي؟ د موقعیت زمان  $(x-t)$  له گراف څخه کار اخیستل به د دې پوښتنې ځواب وي. په ډېرو مواردو کي د دې گراف رسم د حرکت دڅېړلو لپاره مناسب دي.

د دې گراف د رسمولو لپاره، معمولاً وخت  $(t)$  د افقي محور پرمخ او موقعیت  $(x)$  د قائم محور پرمخ ټاکو. په پایله کي د نوموړي موټر لپاره به د  $(x-t)$  گراف په لاندې توگه وي:



شکل (2-10)

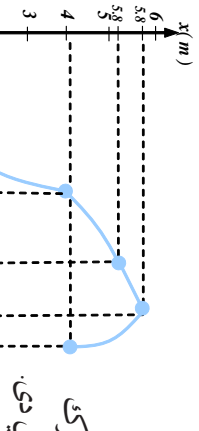
لاکه څنگه چې په گراف کې لیدل کېږي، متحرک (موټر) په هره ثانيه کې، مساوي واټونه وهي. له دې گراف څخه په گټې اخیستلو سره په اسانۍ سره موندلای شو چې متحرک په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان تغیرې د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی. د مثال په توگه په گراف کې لیدل کېږي چې متحرک د  $t_2 = 2s$  په لحظه کې د میلا په لس متري کې دی یا د  $\Delta t = 1s$  په انټروال کې یې د مکان تغیر  $\Delta x = 5m$  دی. ددې ډول گراف دیني پېژندنې لپاره، لاندې فعالیت په ډله ییزه توگه پخپل ټولگي کې عملي کوئ.

### فعالیت:



لاندې جدول د متحرک جسم واین تر میلا پورې په ورکړل شویو لحظو کې ښيي د متحرک د  $(x-t)$  گراف رسم کوئ

$t(s)$	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 گراف کې یو متحرک چې د مستقیم خط پر مخ په حرکت کې دی، ښودل شوي دی.

الف: د  $t_0 - t_1$ ،  $t_1 - t_2$  او  $t_2 - t_3$  په زماني انټروالونو کې، د متحرک د موقعیت تغیر څومره دی؟

ب: د متحرک ډېر اعظمي واین تر میلا پورې څومره دی اومتحرک دوخت په کومه لحظه کې اوسي؟

ج: د  $t_4$  نه تر  $t_5$  زماني لحظه کې، د موقعیت تغیر څومره او په کوم لوري دی؟

## 2-5: تعجيل يا گړندښتوب

تعجيل يا گړندښتوب 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 وختونو کې 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 بشپړي چې سرعت يې ورو ورو زياتيږي او برعکس د برک نيولو پر مهال، سرعت يې په تدريج سره کميږي، دا چې په پورتنيو دواړو حالتونو کې، د متحرک سرعت بدلون مومي، نو بيا پر دې د متحرک حرکت يو تعجيلي دی، نه يو رنگ. منځني تعجيل عبارت دی د في واحد وخت د سرعت له تغيير څخه، که چيرې د سرعت تغيير

د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې مساوي له  $\Delta v$  څخه وي، نو لرو چې:  $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$  له پورتنۍ معادلي څخه کولای شو، په اسانۍ سره د تعجيل واحد چې عبارت له  $(\frac{m}{s^2})$  څخه دي، په لاس راوړو.

**مثال:** د يوه متحرک سرعت د  $t_1 = 20s$  په لحظه کې مساوي دی له  $10 m/s$  سره او د  $t_2 = 45s$  په لحظه کې مساوي له  $20 m/s$  سره دی.

منځني تعجيل يې د  $t_1, t_2$  دوو لحظو ترمنځ څومره دی؟

**حل:**

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

### لحظوي تعجيل

په تعجيلي حرکت کې هم ولې شو چې متحرک په هره لحظه کې يو تعجيل لري چې د لحظه لرونکي په نامه يې نوموړ. لکه څنگه مو چې 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، منځني تعجيل له لحظه يي 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 $(v-t)$

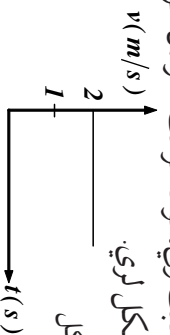
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړه، د مکان - زمان گراف  $(x-t)$ ، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله داسې معلومات لکه سرعت یا متحرک مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب، په همدې ډول د سرعت - زمان  $(v-t)$  له گراف څخه کولای شو، د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت- زمان  $(v-t)$  گراف د ترسیم لپاره د کمیه مختصاتو په سیستم کې، د  $Y$  لایم محور د سرعت - او د  $X$  افقي محور د زمان یا وخت لپاره ټاکو او هماغه ترتیب چې مو د زمان موقعیت  $(x-t)$  گراف په هکله کړنه تر سره کړې وه، د آگراف هم همسې 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 مبدا 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:  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25-5}{12-2} = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}$

خړنگه چې په 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.



شکل (2-11)

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

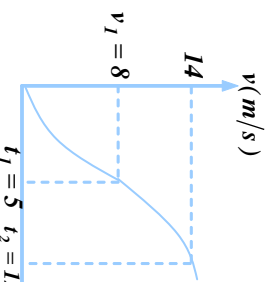
$t(s)$	0	0.5	2.5	1.5	2	3
$v(m/s)$	0	2	1	3.5	3.75	4

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

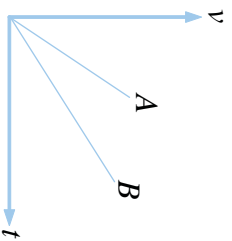
یې کړئ:

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

ب: د  $t_1, t_2$  په یوه یا دوو لحظو په کوم یو کې تعجیل ډېر دی؟  $t_1 = 5$   $t_2 = 12$



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



**فعالیت:**

**د اړتیاوړ وسایل:**

1. جریداره نڅته د لرگوله میلو سره، پرده له دوه متره اوږدوالی سره
2. د لرگیو مکعبونه  $4cm$  په ضخامت سره
3. نښینه یې گولې، پافلزي ساچمې
4. زمان سنځ (کرونومتر)
5. فیته یې متر



شکل (2-12)

**ګولاره:**

له (2-12) شکل سره سم د پردې د لرگي د مېلې یو سر د لرگیو پر یوه مکعب کېږئ. یوه نښینه یې گوله د مېلې د هغه بل سر چې پر مکعب هوښتی، له نیم مترۍ څخه یې خوشې کوئ او په دې لحظه کې کرونومتر په کار واچوئ. کولای شې هغه لحظه گوله پر مکعب (د مسير پر پلې) لگېږي، کرونومتر ودرؤئ. آزماینست د  $1.5m$  او  $2m$  فاصلو لپاره تکرار کوئ. پایله په لاندې جدول کې ولیکئ او د له مخې گراف رسم کوئ. ازمايل شوي پایله تجزيه او تحليل کوئ.

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



## 2-6: یو ډوله (متشابه) حرکت

که چېرې د یوه متحرک جسم لحظه یي سرعت چې یو مستقیم مسیر حرکت کوي، په ټولو لحظو کې یو شان وي، حرکت یې یو نواخته نومه یري، 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 او له دې امله کولای شو ولیکو چې:

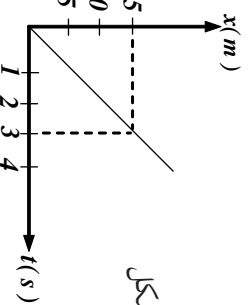
$$\bar{v} = v \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t$$

که چېرې د متحرک جسم واټن تر مېلې پورې د  $t = 0$  په لحظه کې له او واټن یې تر مېلې پورې د  $t$  په لحظه کې له  $X$  سره برابر وي، په هغه صورت کې  $(0 = v(t - x_0) + x_0)$  او یا  $x - x_0 = vt$  او یا  $x = vt + x_0, \dots, (2-5)$  پورتنۍ معادله د یوه نواخت حرکت له معادلي څخه عبارت دی چې په هغې کې  $X$  تر مېلې پورې واټن دی، د متر برېښنه،  $v$  لحظه یي سرعت دی د متر ثانې برېښنه،  $t_1$  وخت د ثانې برېښنه او  $x_0$  د صفر په لحظه کې تر مېلې پورې واټن د متر برېښنه دی.

هغه څه ته په پاملرنې چې مخکې وویل شو، بیا یې د جسم موقعیت مثبت او یا منفي وي. سرعت هم که چېرې 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 کېږي.

**مثال:**

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



شکل (2-13)

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

ب: د صفر په لحظه کې یې له مېلې څخه واټن او د حرکت او مکان د تغیر معادله یې د  $2.5t = x$  او  $5.0t = x_2$  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  $\frac{15}{3} = 5 \text{ m/s}$  سره دی.

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

**تعمیر:** یو جسم د  $v$  له سرعت سره یو مستقیم مسیر په حرکت کې دی، که چیرې  $t_1 = 5s$  په لحظه کې یې له مبدا څخه  $6m$  او د  $t_2 = 20s$  په لحظه کې یې له مبدا څخه فاصله  $24m$  وي، سرعت او واټن یې تر مبدا پورې د  $t = 0$  په لحظه کې څومره دی؟ د  $x - t$  معادله په لاس راوړئ او د متحرک جسم د  $x - t$  گراف رسم کړئ.

### له ثابت 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  $(x - t)$  گراف یو مستقیم خط دی. په دې ډول حرکت کې منځنی تعجیل د دوو اختیاري نقطو ترمنځ د هرې لحظې له تعجیل سره برابر دی. یعنې:

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

که چیرې په پورتنۍ رابطه کې  $t_1 = 0$  او  $t_2 = t$  وي، په دې حالت کې د  $1$  سرعت په  $0$  او د  $2$  سرعت په  $(v)$  ښودل کېږي 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 همدغو دوو لحظو د سرعتو نو د مجموعې نیمایي تعریف شوی دی. یعنې:

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


#### څېړنه وکړئ:

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

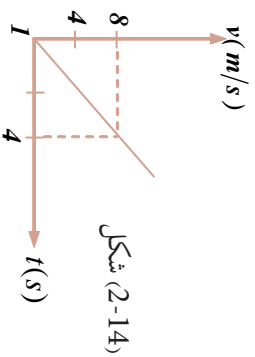
**مثال:** یو متحرک د سکون له حالت څخه په  $\frac{2m}{s^2}$  ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي. سرعت یې د  $t_1 = 4s$  او  $t_2 = 12s$  په لحظو کې پیدا کړئ، د  $(v - t)$  گراف یې رسم کړئ.

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

$$v_0 = 0$$

$$v_1 = 0 + 2 \cdot 4 = 8m/s \quad \wedge \quad v_2 = 0 + 2 \cdot 12 = 24m/s$$

خړنگه چې تعجيل ثابت دی، د  $(v-t)$  گراف يو مستقيم خط دی. نوڅکه د رسمولو لپاره يې د گراف دوي نقطې کافي دي.



شکل (2-14)

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

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

### له ثابت شتاب سره په مستقيم 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 لیکلې 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 تغیر 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 چېرې  $t_1 = 0$  او  $t_2 = t$  په دې لحظو کې د متحرک سرعت په ترتیب سره  $v_0$  او  $v$  د متحرک موقعیت په دې لحظو کې  $x_0$  او  $x$  وي، په دې صورت کې:

$$\Delta x = x - x_0 \quad \Delta t = t_2 - t_1 = t - 0 = t$$

چې:

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

خړنگه چې:

$$v = at + v_0$$

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

د  $v$  قیمت په وضع کولو سره لرو:

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

په پایله کې:

$(x-t)$  د معادلي وروستی، رابطه له ثابت تعجيل سره پر مستقيم خط حرکت افاده کوي. که چيري د  $x = at + v_0$  له رابطي څخه وخت (زمان) په لاس راوړو او په دې معادله کې يې کيرجو، په پايله کې به د موقعيت او سرعت رابطه په لاس راوړو چې له وخت او زمان څخه مستقلة دي يعنې:

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

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

ساده کولو سره لرو:

**مثال:** يو متحرک له  $\frac{1}{2} m/s^2$  ثابت تعجيل سره د سکون له حالت څخه د يو مستقيم خط پرمخ په حرکت پيل کوي، د متحرک د موقعيت تغيير او د هغه سرعت وروسته له  $25m$  په لاس راوړي.

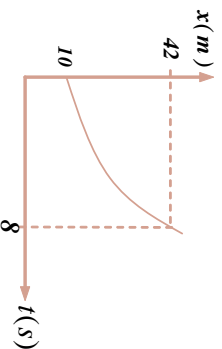
**حل:**

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

$$v^2 - 0 = 2 \times \frac{1}{2} (25 - 0)$$

$$v = 5 \frac{m}{s}$$

**تمرين:** لاندي شکل د  $(x-t)$  د متحرک گراف دی چې په ثابت تعجيل سره دمستقيم خط پرمخ په حرکت کوي. فرض کړئ که  $v_0 = 2m/s$  وي، د  $(x-t)$  گراف رسم کړئ.



## 2-7. ازاد سقوط د جاذبي ساحي مفهوم

ايا تر اوسه مو له کومې ونې مني ټولې کړېدې؟ ولې کله چې مڼه ستاسوله لاسه خوشي شي، مخ په کښته (ځمکې ته) لوړېږي؟ ستاسو په نظر د ځمکې پر سطحې د مني د لوېدلو لامل څه شی دی؟ د اجسامو د ازاد سقوط ښکارنده د رياضي په ژبه څنگه بيانولی شو؟ دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به ورته ددې لوست په پای کې ځواب ورکړئ. د دې لپاره چې د اجسامو د ازاد سقوط ښکارنده په ښه ډول درک کړئ، لاندي فعاليت ترسره کړئ.



### فمايلت:

د کاغذ يوه پاڼه چې کلکه شوي نه وي (خلاصه پاڼه) او يوه دانه سکه راواخلي، او په يوه وخت کې يې له ټاکلي ارتفاع څخه خوشې کړئ؛ په دويمه مرحله کې د کاغذ هماغه پاڼه کلکه (کوله) کړئ او له سکه سره يې يوځای له همغې ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دريمه پلا دورې سکه له همغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته يې د رسيدو پر څرنگوالي د خپلې ډلې له غږو سره بحث وکړئ او پاڼه يې په ټولگي کې وړاندې کړئ.

په پای کې لاندې پوښتنو ته ځوابونه وولئ:

۱. ايا د کاغذ پاڼه او سکه په يوه وخت ځمکې ته ورسيدل؟
۲. ايا د کاغذ دواړه پاڼې په يوه وخت ځمکې ته ورسيدلې؟
۳. کم لامل د دې سبب شوی چې د کاغذ پاڼه او سکه د ځمکې په لور لږېږي.



ازاد سقوط، له ثابت تعجيل سره د حرکت يوه طبيعي بيلگه ده. په دې ډول حرکت کې د حرکت مسير مستقيم دی، او د سقوط پرمهال پر جسم يوازې نه واده قوه همغه د جسم وزن دی. که چېرې يوه سکه يوه پاڼه په يوه وخت له يوې ارتفاع څخه د ځمکې په لور خوشې کړو، په يوه وخت ځمکې ته نه رسېږي. خو که چېرې همدا تجربه په خلاکې تر سره کړو، سکه او پاڼه په يوه وخت ځمکې ته رسېږي. د بيلگې په توگه په خلاکې د يوحسوم سقوط او يا د يوې وړې فلزي گلولې سقوط په هراکې (په يوه مناسب تعريف سره) کولای شو چې سقوط يې فرض کړو.

(2-15) شکل د يوې ساچمې حرکت د ازاد سقوط پر مهال راښيي چې متوالي زمانو (وقفو)  $t = 1/30$  کې ورڅخه تصويرونه اخستل شوي دي. ښاير دې که چېرې د هوا له مقاومت څخه ورتير شو (صرف نظر وکړو)، ټول جسمونه له سطحې سره په نژدوالي کې له ثابت تعجيل سره سقوط کوي. چې په دا همغه د ځمکې د جاذبې تعجيل دی چې د  $g$  په توري ښودل کېږي. د  $g$  له تعجيل سره حرکت ته ازاد سقوط وايي چې د دې تعجيل لوری تل مخ په کښته (د ځمکې مرکز) په لور دی.

د جغرافيه يي عرض البلد له مخې د  $g$  د تعجيل کچه، يو څه تغير کوي او د ځمکې له سطحې څخه د ارتفاع په زياتيدو، کمېږي. د دې تعجيل کچه د ځمکې د سطحې په نږدې کې  $9.8 \text{ m/s}^2$  ته نژدې دی، نوکله ټاکله د محاسبي د اسانتيا لپاره،  $g = 10 \text{ m/s}^2$  سره فرض کېږي.



شکل (2-15)

په آزاد سقوط کې د حرکت او سرعت معادلي، همغه له ثابت تعجيل سره د حرکت معادلي دي. په آزاد سقوط کې، د مکان تغير د قايم په اوزدوکې دي، د متحرک موقعيت معمولا په  $y$  يا  $h$  ښودل کېږي او د حرکت مبدا همغه نقطه ده چې سقوط ورڅخه پيل کېږي.

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

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

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

څرنگه چې په آزاد سقوط کې تل لومړنی سرعت  $v_0$  مساوي له صفر سره وي، نو د (2-10) او

$$(2-11) \quad \text{رابطې په لاندي توگه ليکل کېږي:} \quad (2-12) \quad y = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots$$

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

د ځمکې يوه ټاکلې نقطه د ټولر جسمونو لپاره يوشی دی خو قيمت د ځمکې د سطحې په مختلفو نقطو کې توپير لري.

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

په (2-13) رابطه کې يې ږدو.

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

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

له اخرنی رابطې څخه کولای شو د سقوط کوزونکي جسم سرعت له دې وروسته چې د فاصله ووهي، پيدا کړو.

**مثال:** يوه کوچنی تيره د ځمکې له 4.9 متري ارتفاع څخه راخوښې کېږي.

الف: پيس له څو ثانيو څخه ځمکې ته رسېږي؟

ب: ځمکې ته د رسيدو په وخت کې يې سرعت څو مره دی؟ ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  فرض شي)

$$\text{حل: الف) } v_0 = 0, \quad y = \frac{1}{2}gt^2$$

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

تيره پيس له يوې ثانيې څخه ځمکې ته رسېږي.

ب)  $9.8 \text{ m/s} = 9.8 \times 1 = v \Rightarrow v = gt \Rightarrow v = 9.8 \text{ m/s}$  دی.

## تمرین:

د A او B دوه جسمونه په ترتیب سره له 20 متری او 45 متری ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ پرته له لومړنۍ سرعت څخه په ازاده توګه رالوړېږي. د هر یو د سقوط وخت څومره دی؟ او د B جسم څو ثانيې د A له جسم څخه مخکې یا وروسته ځمکې ته رسېږي، د هر یو سرعت څمکې ته د رسېدو په لحظه کې څومره دی؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$  فرض شي)



## د دویم څپرکي لنډيز

• د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعیت په هره لحظه کې مشخص کوي. د دې وکتور بیل، د دوضعیه کمیتونو مبداء او پای (انجام) یې د جسم موقعیت دی او د  $m$  په توريښودل کېږي.

• د یو متحرک د موقعیت تغیر  $t_1$  او  $t_2$  د دوو شیبو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور څخه عبارت 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.

- د موقعیت او د موقعیت د تغیر 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 دی یا  $V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- د  $(x-t)$  په ګراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنی سرعت د میل له دوو نقطو څخه عبارت دی چې د یوه قطعه خط په مرسته یو له بل سره وصل شوی 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 څوانه نژدې شي، یعنې:  $V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- لحظه یي سرعت کېدای شي مثبت، منفي او یا صفروي.
- د  $(x-t)$  په ګراف کې، لحظه یي سرعت د  $t$  په زمان کې د قطعه خط له میل (تانجانت) څخه عبارت دی.

- منځنی د وخت په یوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی. که چېرې د سرعت تغیر د  $\Delta v$  په زمانې انټروال کې له  $\Delta t$  سره برابر وي، لرو چې:

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

• منځني تعجيل په هغه صورت کې مثبت دی چې  $v_1 > v_2$  څخه او کېدای شي منفي وي که چېرې  $v_2 < v_1$  څخه وي او صفر هغه وخت وي کله چې  $v_1 = v_2$  سره وي.

• لحظه يي تعجيل د منځني تعجيل له ليمت څخه عبارت دی، کله چې  $\Delta t$  صفر ته تقرب وکړي

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

يعنې:

• لحظوي سرعت کېدای شي مثبت منفي او يا صفر قيمتونه هم اختيار کړي.

• کله چې تعجيل ثابت وي، په هغه صورت کې به لحظوي تعجيل له منځني تعجيل سره مساوي وي.

• د  $(v - t)$  په گراف کې، لحظوي تعجيل د قطعه خطه له ميل (تانجانت) څخه د  $t$  په ځانگړي زمان کې عبارت دی.

• د تعجيل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړيوال سيستم کې عبارت له متر بر ثانيه مربع ( $m/s^2$ ) څخه دی.

• د حرکت مختلفي معادلي شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجيل سره پريځيږي شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپيرونو لرونکې وي. لکه: سرعت د وخت د تابع په نوم د  $v = v_0 + at$

$$\text{منځني سرعت} = \frac{v_0 + at}{2}$$

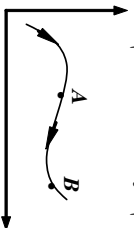
• موقعيت د وخت  $t$  او شتاب  $w$  د تابع په عنوان  $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

کله چې سرعت د وخت له تابعيت څخه ازاد خو د موقعيت تابع وي نو:  $v^2 - v_0^2 = 2ax$



## د دویم څپرکي پوښتي

- 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 اوسی.
- د جسم موقعیت د  $t_1$  او  $t_2$  په لحظو کې رسم کړئ او د جسم د موقعیت د تغییر وکتور مشخص کړئ.



- 4- a: یو موټر په یو دایروي مسیر کې د ۱۰۰ مترو په شعاع حرکت کوي. هغه واکن چې موټر نیمه دوره وهي، څو متره دی؟ د موټر د مسیر شکل رسم کړئ او د موقعیت د بدلون وکتور د شکل پرمنځ مشخص کړئ او اندازه یې په لاس راوړئ.
- b: د موټر د موقعیت تغییر د دایروي مسیر په یوه بشپړه دوره کې لاسته راوړئ؟
- c: د موټر د موقعیت تغییر 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 پرمنځ 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 شي دی؟
- 8- د منځني سرعت او لحظوي سرعت ترمنځ توپیر څه شی دی او په کوم حالت کې دواړه سره تونه سره مساوي دي؟
- 9- یو ډبرور د دوو ښارونو ترمنځ فاصله په لاندې توگه وهي:  
په پیل کې د یو ساعت لپاره له  $15m/s$  منځني سرعت سره یې ډبروري کړي او ترهغې وروسته د 10 دقیقو لپاره ډبروي. بیا له  $20m/s$  منځني سرعت سره د 30 دقیقو لپاره ډبروي. ته دوام ورکوي او پاتې واکن د ساعت په څلورمه موده کې په منځني سرعت  $12m/s$  ډبروي کوي.
- a- د دوو ښارو ترمنځ واکن څو کیلو متره دي؟
- b- منځني سرعت یې په ټول مسیر کې څو کیلو متره پر ساعت دی؟
- c- منځني سرعت یې د ډبرورۍ د ټولې مودې په اوږدو کې څومره دی؟

10- د یو موټر سرعت د 20 ثانیه په موده کې د یو 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 تغیر وکړي، وروسته له څومره مودې به یې سرعت  $18 \text{ m/s}$  ته ورسېږي؟

11- د یوې فضايي بېړۍ سرعت له 30 ثانیه 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 یو مستقیم مسیر کې له ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي او پس له 20 ثانیه څخه یې سرعت  $36 \text{ km/h}$  ته رسېږي. بیا له همدې سرعت سره د 10 دقیقو لپاره خپل حرکت ته دوام ورکوي له هغې وروسته ډیر ژر برک نیسي او پس له 5 ثانیه څخه درېږي. که چیرې د برک کولو پر مهال تعجیل ثابت وي:

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



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

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

a- د  $OB$ ,  $AB$ ,  $BC$  هر یو پړاوونو تعجیل څومره دی؟  
 b- په زمانې انټروال کې یې له صفر څخه تر 26 ثانیه منځنی تعجیل څومره دی؟

- 14- یوه ډبره په عمودي ډول مخ پورته خواته غورځول شوې او 10 ثانیه وخت ته اړتیا ده چې بیرته 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 مېدا څخه د متحرک واټن د  $t_1 = 1s$  او  $t_2 = 4s$  په لحظو کې پېدا کړئ.
- b- د جسم د موقعیت تغیر د دوو لحظو ترمنځ  $t_1 = 1s$  او  $t_2 = 4s$  محاسبه کړئ.
- c- د متحرک سرعت څومره پر ثابتي دی؟
- 19- یو جسم د  $V$  په ثابت سرعت د یو مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، که چېرې د  $2s = t_1$  په لحظه کې واټن تر مېدا پورې  $11$  متره او  $t_2 = 7s$  په لحظه کې یې واټن تر مېدا پورې  $31$  متره وي.
- a- د متحرک سرعت او تر مېدا پورې یې واټن د صفر ثابتي په لحظه کې څومره دی؟
- b- د  $(x-t)$  رابطه یا د حرکت معادله ولیکئ.
- 20- د  $(v-t)$  گراف څنگه رسمېږي؟
- 21- منځنی تعجیل تعریف او رابطه یې ولیکئ او د اندازه کولو واحد یې په SI سیستم کې ذکر کړئ.
- 22- یو متحرک چې د یو مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، سرعت یې د  $t_2 = 7s$  په لحظه کې  $20 m/s$  او د  $t_2 = 10s$  په لحظه کې  $32 m/s$  سره مساوي دی، د متحرک منځنی تعجیل د  $t_1$  او  $t_2$  دوو لحظو ترمنځ حساب کړئ.
- 23- لحظه یې تعجیل په څه ډول  $v-t$  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  $2 m/s$  سرعت په عمودي ډول د ځمکې پر مخ په کېښته غورځول کېږي.
- a- د ځمکې سطحې ته د جسم د رسیدو وخت حساب کړي.
- b- د جسم سرعت ځمکې ته د رسیدو 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 خوشې کېږي.
- a- د A جسم څو ثابتي وروسته د B له جسم څخه د ځمکې سطحې ته رسېږي؟
- b- د هر یوه سرعت د ځمکې په سطحه کې محاسبه کړئ.
- 26- یوه کوه چنی، گلوله له لورې و دانې څخه خوشې کېږي، کله چې د ځمکې پر مخ  $40$  متري ارتفاع ته رسېږي، سرعت یې  $10 m/s$  کېږي.
- a- د جسم سرعت ځمکې ته د رسیدو په لحظه کې حساب کړئ.
- b- د ودانې ارتفاع پېدا کړئ.
- c- د گلولې منځنی سرعت د سقوط (په موده کې) وټاکئ.
- d- د  $(x-t)$  گراف یې رسم کړئ.

## دوریم شپړکی دوه بعدي حرکتونه

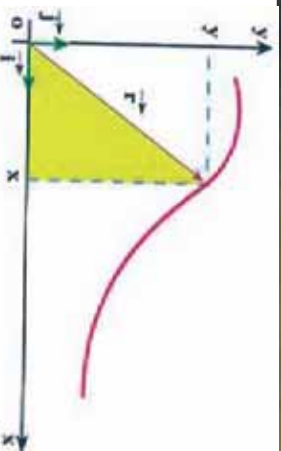
په مخکیني، شپړکی کې تر یوې اندازې په یوه بعد کې حرکت مطالعه کړ او د موقعیت، تغیر د موقعیت، منځني سرعت او... کمیتونو سره بلد شو، او یو نواخت او له ثابت تعجیل سره حرکتونه مو د یوه مستقیم خط پر مخ وڅیړل. خو په دې باند یوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر څه ډېر له هغو حرکتونو سره مخامخ یو چې په دوو یا درېو بعدونو کې تر سره کېږي او د هغو څېړل موږ ته ډېر اهمیت لري.

دیوې سیاري حرکت دلمر پر شاوخوا او یا د موټر حرکت د یوې لارې په ګولایي کې او د یو توپ د غوښارې حرکت چې کله ویشل کېږي او... د دوه بعدي حرکت تحلیل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنګه د ریاضي څه شي دي؟ څنګه کولای شو دوه بعدي حرکتونه تحلیل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنګه د ریاضي په ژبه بیانولی شو؟ له دوه بعدي حرکتونو څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخیستلای شو؟ دا هغه پوښتنې دي چې له تاسو څخه یې د څېړکي په پای کې د ځوابونو توقع کېدای شي. مخکې مو ولیدل چې د جسم موقعیت په یوه سطحه کې د  $\vec{r}$  په وکتور بنودل کېږي. دا وکتور کولای شو په لاندې ډول ولیکو:

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

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

څرنگه چې د جسم د حرکت پر مهال، د مکان وکتور تغیر کوي، د حرکت پر مهال د جسم د مکان د تشخیصو لپاره کافي ده چې د  $x$  او  $y$  مرکبي د زمان تابع ګانو په څېر ولرو:  $(3-2) \dots\dots\dots Y = g(t)$  او  $X = \dots$  د (3-2) رابطې د یوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونو کې ښيي او څرګنده ده چې په هر دوه بعدي حرکت کې، د مکان وکتور هم د زمان یوه تابع ده یعنې:  $\vec{r} = (t) \vec{i} + g(t) \vec{j}$  په حقیقت کې وړلای شو چې په یوه مستوي (صفحه) کې حرکت، د یو بعدي دوو حرکتونو ترکیب د  $x$  او  $y$  په اوږدو کې دي چې دا وړاندو معادلو په لرل سره یې مکان (موقعیت) د جسم په ټولو لحظو کې معلوم او په پایله کې د جسم د حرکت مسیر مشخص کېږي. لکه د (3-1) شکل



شکل (3-1)

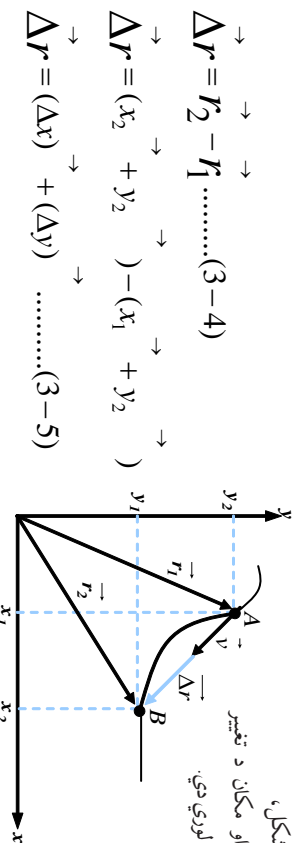


### څېړنه وکړئ:

فرض کړئ چې په یوه لنډه موده کې، د کښپ (سنگ پښت) د حرکت معادلي د SI په سیستم کې د  $x = 10t$  او  $-5t^2$  په توګه دی. د دې کښپ د حرکت مسیر په بېلابېلو ډولګي د نقطې پیدا کولو له لارې له 0 څخه تر 5 ثانوي زماني انټروال کې رسم کړئ.

## 3-1: د مکان او منځني سرعت بدلون

په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان او سرعت بدلون څنګه څېړلې شو؟ کوم توپیرونه د مکان د تغیر او منځني سرعت تر منځ په یو بعدي او دوه بعدي حالتونو کې شتون لري؟  
په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان د تغیر 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 دی. لکه څنګه چې په دویم څېړکي کې مو ولوستل، هغه وکتور چې د  $A$  له نقطې څخه  $B$  ته رسمېږي، د جسم د مکان تغیر په  $\Delta r = r_2 - r_1$  زماني انټروال کې رابښي. دا وکتور چې د (3-3) په شکل کې هم رسم شوی دی، له لاندې را بطو څخه لاسته راځي.



شکل (3-2)

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

$$\vec{\Delta r} = r_2 - r_1 \dots\dots\dots (3-4)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\vec{v} = \left(\vec{v}_x\right) + \left(\vec{v}_y\right) \dots\dots\dots (3-8)$$



### فعالیت:

د (2-3) شکل په بیلابیلو ډولونو کې تحلیل کړئ او ووايئ چې د منځني سرعت وکتور او د مکان د تغیر وکتور هم لوري دي، او بیا وروسته دې هره ډله په توگه کې په جلا توگه څرگندونې وکړي.

**مثال:** د یوه جسم د حرکت معادلي په دوو بېلګونو 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 (موقعیت) وکتور د  $t_1 = 1s$  او  $t_2 = 2s$  په لحظو کې پیدا کړئ.

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

**حل:** (a) په  $t_1 = 1s$  او  $t_2 = 2s$  په همدې ترتیب په

$$\vec{x}_1 = 2m \quad \vec{y}_1 = 3m$$

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

په همدې ترتیب په

$$\vec{x}_2 = 4m \quad \vec{y}_2 = 4m$$

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

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

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

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

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

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2m}{s} = 2$$

$$\bar{v}_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{1}{2} = 1m/s \Rightarrow \vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y = 2 +$$

$$(\bar{v})^2 = (\bar{v}_x)^2 + (\bar{v}_y)^2 = 2^2 + 1^2 = 5 \Rightarrow \bar{v} = \sqrt{5} \approx 2,23m/s$$

**تمرین:** فرض کړئ چې په یو لنډ وخت کې، د یوې سونې د حرکت معادلي د SI په سیستم کې د  $x = 10t$  او  $y = -2t^2$  په توگه دي. د دې سونې منځني سرعت د 0 تر 2 ثانې په زماني انټروال کې پیدا کړئ.

## لحظوي سرعت

لحظوي سرعت په دوه بعدي حرکتونو کې څرنگه تحلیل او ارزولي شو؟ لحظوي سرعت په دوه بعدي او یو بعدي حرکت کې کوم توپیرونه لري؟

په دوو بعدونو کې د لحظوي سرعت د څیړلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کې ونیسئ. دا شکل، د جسم حرکت د کرپې لیکې (منځني) پر مسیر راښيي.

د جسم موقعیت د  $t_1$  او  $t_2$  په دوو لحظو کې مشخص شوی دی. منځکې مو یادونه کړې وه چې د منځني سرعت وکتور په یو ټاکلي زماني انټروال کې، د هغې د اړوند موقعیت له تغییر سره، هم لوری دی.

لکه څنګه چې په منځني څپر کې چې د یو بعدي حرکت په هکله هم وویل شول، که چېرې د  $\Delta t$  زماني انټروال کوچنی او تر ټو کوچنی شي، منځني سرعت له لحظوي سرعت سره نژدې او ډېر نژدې کېږي. یعنې د ریاضي به ژبه، د لحظوي سرعت وکتور د منځني 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 ویلی شو چې (لحظوي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي) یعنې:

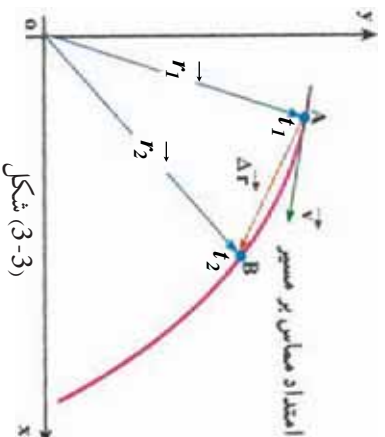
$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \dots\dots\dots (3-10)$$

نو لدې امله کله چې په یو لیمت کې  $\Delta t$  د صفر لورته تقرب وکړي، د (3-5) له رابطې څخه به گټې اخیستلو سره کو لایې شو د جسم لحظوي سرعت د هغه د مرکبو پر بنسټ د X او Y په دوو امتدادونو کې لاسته راوړو، یعنې:

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

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

نوله دي امله، گورو چې د منځني سرعت وکتور د مکان د تغییر 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 په نقطه کې مماس شي. په پایله کې کله چې یو جسم د کرپې لیکې (منځني) په مسیر کې حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري به چې تل د حرکت پر مسیر مماس دي، په هره لحظه کې تغییر کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وایو.



**مثال:** یو موټر چې د  $x = 0.7y$  په افقي صفحه کې حرکت کوي، د حرکت معادلي 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:

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

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

### 3-2: منځني تعجیل او لحظوي تعجیل

مخکې مو ولوستل کله چې د جسم سرعت تغیر وکړي، حرکت تعجیلي دی. د سرعت تغیر کیدای شي د سرعت په کچه کې د تغیر په معنا یا د سرعت په لورې کې تغیر او یا د واړه وي، ومو لیدل کله چې د جسم حرکت د منځني مسیر پرمخ دي، په داسې حال کې چې د جسم سرعت تغیر نه کوي، خو د سرعت لوري یې هرومرو تغیر کوي. نو لډې امله که چیرې د سرعت قیمت اندازه هم تغیر ونکړي، کیدای شي حرکت تعجیلي وي. لکه، د منځني مسیر پرمخ حرکت چې په هغه کې یوازې د حرکت لوري تغیر کوي، یو تعجیلي حرکت دی.

#### څېړنه وکړئ:



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

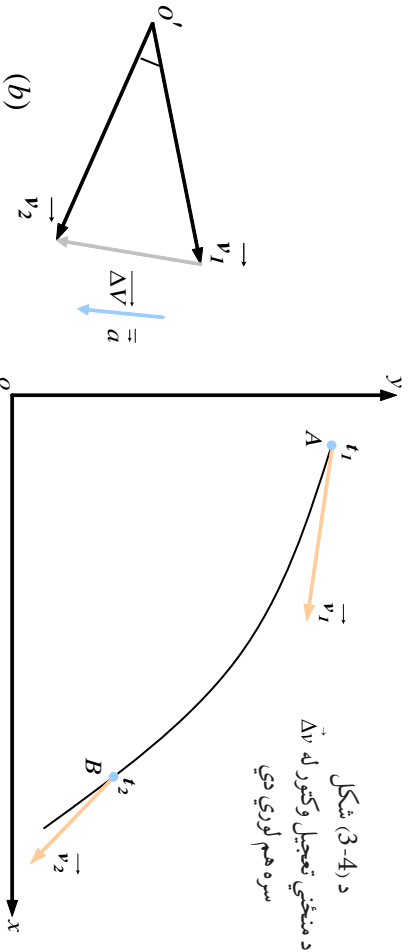
د (3-4-a) په شکل کې د سرعت مرکبې د  $t_1$  او  $t_2$  په دوو لحظو کې د مسیر پرمخ ښودل شوي دي. د سرعت د تغیر د محاسبې لپاره د  $t_1 - t_2 = \Delta t$  په زماني انټروال کې په (3-4) شکل کې د  $v$  له نقطې څخه له  $v_1$  او  $v_2$  سره مساوي وکتورونه رسمو او  $\Delta v$  په لاس راوړو. د یو بعدي حرکت په څیر، د منځني تعجیل وکتور د  $\Delta v$  په زماني انټروال کې په لاندې توگه تعریفوو:

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



$$\vec{a} = \left(\frac{\Delta v_x}{\Delta t}\right) + \left(\frac{\Delta v_y}{\Delta t}\right) \rightarrow \vec{a} = (\bar{a}_x) + (\bar{a}_y) + \dots \dots \dots (3-13)$$

اویا:



د شکل (3-4) د منځني تعجیل وکتور له  $\Delta v$  سره هم لوري دي

**بحث وکړئ:**

د توپانگي په بيلابيلو ډلو کې په دې هکله چې ولې د منځني تعجیل وکتور له  $\Delta v$  سره هم لوري دي، بحث وکړئ او پایله يې په توپانگي کې وړاندې کړئ.

لکه څنګه چې پوښو لفظوي تعجیل د  $t_1$  په لحظه کې کولای شو، د منځني تعجیل د لیمت په شکل کله چې  $\Delta t$  د صفر لورته تقرب وکړي، ولیکو. یعنې:

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

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

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

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

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

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

چي په دي کي  $\frac{dv_x}{dt} = a_x$  او  $\frac{dv_y}{dt} = a_y$  د لحظوي تعجيل له مرکبو څخه عبارت دي. او په پايله کي:

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

د (3-12) رابطه دا ښيي چي  $\vec{a}$  او  $\Delta \vec{v}$  هم لوري دي. خو لکه څنگه چي د (3-5-a) په شکل کي ښودل شوي دي، د منځني مسير پرمخ حرکت کي هيڅ کله د منځني تعجيل وکتور ( $\vec{a}$ )، د سرعت له وکتورونو ( $\vec{v}_1$  يا  $\vec{v}_2$ ) سره هم لوري نه دي. کله چي  $\Delta t$  د صفر لورته تقرب کوي او  $\vec{v}_2$  وکتور د  $\vec{v}_1$  له وکتور سره ډير نژدې کيږي، بيا هم تعجيل له لحظوي سرعت سره هم لوري نه دي.



**فعاليت :**

د ټولگي په مختلفو ډولکي، د گراف پرمخ ونيستی، چي د منځني مسير پرمخ د ثابت سرعت د حرکت پر مهال، کله چي  $\Delta t$  صفر لوري ته تقرب کوي،  $\vec{\Delta v}$  پر  $\vec{v}$  عمود دی.

**مثال :** د يوه جسم د دوه بعدي حرکت معادله په SI کي په لاندي ډول ده:

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

د سرعت او تعجيل وکتورونه يي په  $t = 1s$  کي پيدا کړئ. ايا دا دواړه وکتورونه هم لوري دي؟

**حل :** د سرعت دو کتور د ټاکلو لپاره، په لومړي پړاو کي د  $V_x$  او  $V_y$  مرکبي په  $t = 1s$  کي دارنگي په لاس راوړو:

$$v_x = \frac{dx}{dt} \Big|_{t=1s} \Rightarrow v_x = 40$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} \Big|_{t=1s} \Rightarrow v_y = -15 \text{ m/s}$$

په پايله کي دلحظوي سرعت وکتور په  $t = 1s$  کي به په دي ډول وي:

$$\vec{v} = 40 \vec{i} - 15 \vec{j}$$

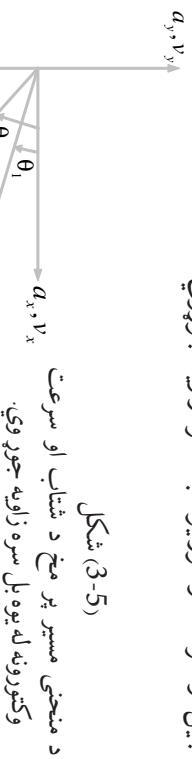
د تعجيل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجيل مرکبي يعني  $a_x$  او  $a_y$  دارنگه پيدا کوو:

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

لکه څنګه چې وینو،  $a_x$  د  $t$  زمان تابع دی او په  $t = 1\text{s}$  کې برابر دی له:  $a_x = -30\text{m/s}^2$   
 په پایله کې د تعجیل وکتور به په  $t = 1\text{s}$  کې په دې ډول وي:

$$\vec{a} = 40 \rightarrow -30 \rightarrow$$

د  $a_x$  او  $v_x$  وکتورونو له مقایسې د  $t = 1\text{s}$  په زمان کې او هم لاندې شکل ته په پام کولو سره کولای شو دا پایله ترلاسه کړو چې دا دوه وکتورونه سره موازي نه دي. د حرکت د تعجیل کچه په  $t = 1\text{s}$  کې برابر له  $50\text{m/s}^2$  سره دی، ولې؟ (بحث وکړئ). د (3-5) شکل د منحنی مسیر پر مخ حرکت کې، د تعجیل او سرعت وکتور یو له بله سره زاویه جوړوي.



شکل (3-5)

### 3-3: غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه

د غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه څه ډول حرکتونه دي؟ غورځوونکي حرکتونه په فضا کې څه ډول مسیر وهي؟ یو غورځول شوي (وارشوي) جسم او هغه مسیر چې په هوا (فضا) کې یې وهي، د حرکت د مختلفو ډولونو یوه بیلګه ده، چې هر انسان د ماشومتوب له پیل څخه، په عمل کې ورسره سر اوکار لري. د ویشلو حرکت د دوه بېلګې حرکت یو ډول دی. د دوه بېلګې حرکتو د مطالعې او تحلیل لپاره په لومړي پړاو کې باید لاندیني درې فرضيې په نظر کې ونیسو:

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

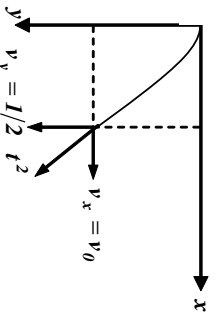
2. د هوا د مقاومت له اغیز څخه کولای شو، صرف نظر وکړو.

3. د ځمکې څرخیدل د دې حرکت پر مخ اغیز نه لري.

یوه له اصطلاحاتو څخه چې د ویشلو (پرتابي) حرکتونو کې ورسره ډېر مخامخ کېږو عبارت له غورځول شوي جسم څخه دی، غورځول شوي 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 اغیز لاندې، تعجیلې حرکت رګم له کمه د وضعیت کمیټونو د یو محور په اوږدو کې) ولري. هغه مرمي چې له توپک څخه راوځي، یوه تیره چې په یوه زاویه غورځول کېږي، د اوبو بهیدل چې له یوه سوري څخه فواره جوړوي، دا ټول د غورځوونکي (پرتابي) حرکت بیلګې دي چې په فضا کې پارابول شکله مسیر وهي. وروسته به وګورو چې د دې مسئلې ثابتول چې د غورځول شورو حرکتو مسیر، پارابول دی د ریاضي له لارې اسانه دی.

## افقي غور ځول (ويشل)

څه فکر کوئ؟ که چيرې يو جسم د يو برج له سره په افقي امتداد کې د  $v_0$  په لومړني سرعت سره و غور ځوي، څه پيښه به رامنځ ته شي؟ هغه مسير چې غور ځول شوي جسم يې وهي، څرنگه مسير به وي؟ يو جسم د قايم مختصاتو ( $x, y$ ) له ميلا څخه د  $v_0$  له لومړني سرعت سره د  $x$  له محور سره په موازي ډول د لاندې شکل په څير غور ځوي. ليدل کېږي چې غور ځول شوی جسم خپل حرکت ته په افقي توگه دوام نه ورکوي بلکې ورو ورو په ښکته لور راکښل کېږي. يعنې غور ځول شوي جسم شپه په شپه رالحظه په لحظه) د ځمکې



شکل (3-6)

د جاذبي لخوا مخ په ښکته راکښل کېږي، بالاخره له ځمکې سره تصادم کوي. په دې ډول حرکت کې د غور ځول شوي جسم سرعت د  $v_x$  او  $v_y$  دوو وکتورونو له ترکیب څخه تر مطالعې لاندې ونیسو. لکه څنګه چې غور ځول شوي جسم منظم مستقیم الخط حرکت د محور په اوږدو کې د  $v_0$  په لومړني سرعت تر سره کوي او د  $y$  د محور په اوږدو کې د ځمکې د جاذبي قوې تر اغېز لاندې وي، نو له دې امله د غور ځول شوي جسم معادلي د  $x$  او  $y$  محورونو په لورو کې عبارت دي له:

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

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

که چيرې د  $t$  قیمت د (3-19) رابطې څخه پيدا کړو او د (3-20) په رابطه کې يې وضع کړو، وپه مو

موچي:

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

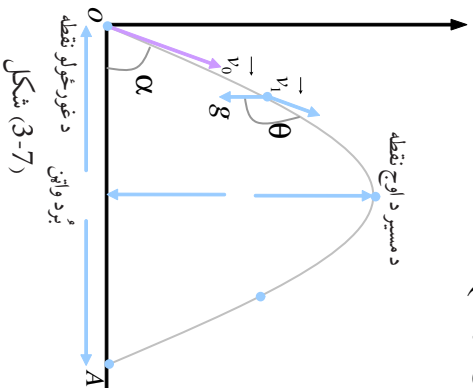
څرنگه چې  $\frac{g}{2v_0^2}$  يو ثابت کميټ دی، هغه په ښو، د (3-21) رابطه لاندې شکل نيسي:

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

د (3-22) له معادلي پايله تر لاسه کېږي چې د ويشل شوي جسم د حرکت مسير په افقي توگه عبارت له يو پارابول څخه دی. د (3-20) له رابطې څخه څرگنديږي چې په افقي ويشلو کې هغه وخت چې غور ځول 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 ازاده توگه سقوط وکړي او همغه د  $y$  واټن په عمودي توگه ووهي.

### 3-4: مایل غورخول (ویشل)

مایل ویشتل (پرتاب) څه ډول غورخول دي؟ د افقي غورخونې او مایل غورخولو ترمنځ کوم توپیر شته؟ د (3-3) په برخه کې، غورخول د افق په امتداد کې تریخت لاندې شوه. د افقي غورخولو په حالت کې هغه زاویه چې د لومړني سرعت وکتور د دوکتور له مثبت لوري سره وي یعنې،  $(\alpha = 0)$  وه. خو د مایل غورخولو پر مهال د غورخولو زاویه د صفر خلاف وي.



په مایل غورخولو کې د  $v_0$  وکتور د X او Y د دوو محورونو پر منځ په دوو مرکبو تجزیه کوو. د دې حرکت د دقیقې مطالعې لپاره دو ضعیبه کمیتونو د مختصاتو سیستم د (3-7) شکل په څیر په نظر کې نیسو چې مایلې د غورخولو لومړني محل، د X محور یې په افقي لوري او د Y محوریې په قائم لوري او منځ په پورته وي. د محورونو په دې انتخاب کې، لکه څنګه چې تعجیل د Y د محور په لوري کې له  $(-g)$  سره X او د X د محور په لوري کې صفر دی، نو کولای شو ولیکو چې:

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

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

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

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

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

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

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

$$v_x \cos \alpha = c o s n t \dots\dots\dots (3-28)$$

او لکه څنګه چې وویل شول د Y په قائم لوري کې حرکت، د  $(-g)$  له ثابت تعجیل سره دی. د اجسامو د ازاد سقوط له رابطو څخه په گټې اخستلو سره، د غورخول شوي جسم د حرکت معادلې د Y په لوري کې به 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 معادلي، د تعجیل د وکتور مرکبې، د غورځول شوي جسم سرعت او موقعیت په هره موده د X او Y د محورونو پرمخ بڼې.  
 که چیرې د حرکت په معادلو کې د X او Y لپاره په دوه بېلابېلو حرکتونو کې، زمان خلاف شي، د حرکت د مسیر معادله لاس ته راځي. له دې لارې څخه په گڼې انجستلو سره، د XOY د صفحه پرمخ د غورځونې د حرکت د مسیر معادله دارنگې په لاس راځي:  
 د t قیمت د (3-27) له رابطې څخه اخلو او د (3-29) په رابطه کې یې وضع کوو.

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

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

$$y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \quad n \quad \alpha \dots \dots \dots (3-31)$$

د (3-31) معادله رابښي چې د غورځونې حرکت مسير، عبارت له پارابول څخه دی. (ولې؟) هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم یې وهي تر څو بیرته د غورځونې لومړنی ارتفاع ته وگرځي، د غورځول کېدونکي جسم د (Range) په نامه یادوي او هغه د R په توري بڼې.

لومړنی ارتفاع ته د بیرته گرځیدو د نقطو مختصي، شکل ته په پام کولو سره، د  $X = 0$  په توگه دی.

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

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

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

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

$$\sin 2 \alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha \quad \text{ځکه چې:}$$

$$= \frac{2v_0^2 \sin 2 \alpha}{g} \quad \dots \dots \dots (3-32) \quad \text{نو:}$$



### بحث وکړئ:

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



### فعالیت:

**د ضرورت وړ مواد:** نقاله، خط کش یا متر، دماشومانو د لوبو تو مانجه، پلاستيکي گلرې او میز.  
**کړنلاره:** زده کوونکي دې په درې ډلو ووېشل شي. لومړۍ ډله دې د (0) له نقطې څخه د  $25^\circ$  زاويې لاندې، دویمه ډله دې د (0) له نقطې څخه د  $45^\circ$  زاويې لاندې، دریمه ډله دې د (0) له نقطې څخه د  $65^\circ$  زاويې لاندې فیروکړي. کله چې مرمی پرځمکه ولگېده. د (0) د ویشلو نقطې او د لگېدو د نقطې ( $x_m$ ) ترمنځ واټن د خط کش یا متر په مرسته اندازه او نوبت کړئ. هره ډله دې د خپل کار پایلې بوله بوله سره پرتله کړي اوعمومي پایله دې د ښوونکي په منځ کې ټولگي ته وړاندې کړي.



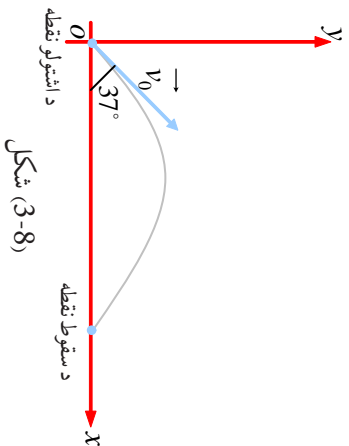
### بحث وکړئ:

ویشل کیدونکي جسم، تر څو درجو زاويې لاندې وغورځول شي، تر څو اعظمي رنج (افقي واټن) ووهي؟  
 د اوج (پورته) نقطه (اعظمي ارتفاع) د غورځولو په حرکت کې، ترټولو لوړو نقطه ده چې ویشل شوي جسم ورته رسېږي. د (7-3) په شکل کې، د اوج د نقطې ارتفاع په H ښودل شوي، د Y په لور د اوج په نقطه کې سرعت صفر دې، ولې؟  $0 = -gt + v_0 \sin \alpha$  (3-33) .....  

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

له دې فورمول څخه په کار اخیستلو سره کولای شو ترټولو لوړه (اوج) نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسیدو وخت لاس ته راوړو. په (3-29) معادله کې د نوموړي وخت t په اېښودلو سره د اوج د نقطې ارتفاع په لاس راځي.  $(\frac{v_0 \sin \alpha}{g})^2 + (v_0 \sin \alpha) = \frac{1}{2}g(\frac{v_0 \sin \alpha}{g})^2$

$$\begin{aligned} &= \frac{-v_0^2 \sin^2 \alpha + 2v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \\ &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \dots\dots\dots (3-34) \end{aligned}$$



شکل (3-8)

**مثال:** د فوټبال یو لوبغاړي، یو توپ نسبت افق ته تر  $37^\circ$  زاویې لاندې په لومړني سرعت  $10\text{ m/s}$  شوت 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 رسیدو زمان په لاس راوړئ.

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

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

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

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

ب: بیرته ځمکې ته راگرځیدل  $y = 0$  دي، یعنې:

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

$$0 = -4.9t^2 + (10 \times 0.6)t$$

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

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

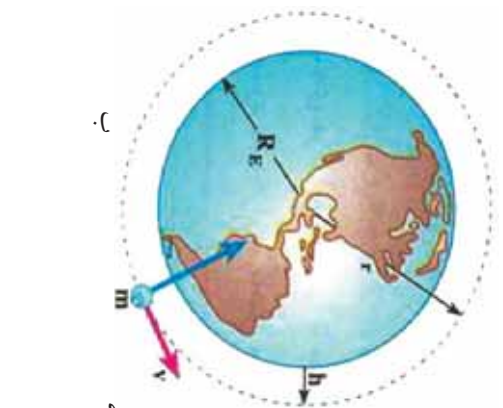
### نمړین: د غورځولو (ویشلو) په حرکت کې

1. د حرکت تر ټولو ساده ډول له \_\_\_\_\_ سره ثابت په سطح کې، د غورځولو حرکت دی.
2. د ویشل شوي جسم تر ټولو لرې واټن د اوج نقطې ته د \_\_\_\_\_ له رابطې څخه لاس ته راځي.
3. د اوج نقطې ته د ویشل شوي جسم د رسیدو 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 بیلګې لري؟ کله تاسو د ماشومانو د لوبو ټالونه او مچنونو لیدلي دي چې څه ډول حرکتونه ترسره کوي؟ په دایروي مسیر کې د یو جسم حرکت، په دوو بعلومونو (مخونو) کې د حرکت یوه بله بیلګه ده. د دې حرکت ټوټې بیلګې هره ورځ گورو. د ځمکې پر شاوخوا د سپوږمۍ د حرکت مسیره، د هستې پر شاوخوا د الکترون حرکت او د ځینو سپوږمکیو حرکت د ځمکې پر شاوخوا د دایروي حرکت نسبي ډولونه دي. د کور په ځینو وسایلو لکه د جامو مینځلو په ماشین کې، له میوو 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 بیلګې گورئ.



ب

شکلونه (3-9)



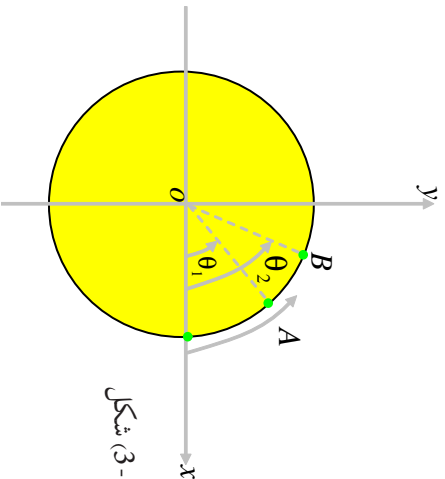
الف



ج

## زاویوي سرعت

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



شکل (3-10)

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

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 نښو، او  $\theta_1 - \theta_2 = \Delta\theta$  د ذرې د زاویه یي موقعیت تغیر (وهل شوي واټن) بولئ. طبیعي ده چې د ذرې زاویه یي منځني سرعت په دایروي حرکت کې، د زاویه یي تغیر موقعیت په نسبت دهغې پر زمان باندې تعریفېږي، یعنې:

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

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



### څېړنه وکړئ:

دلته پر ششواخوا دځمکې د حرکت په مهاله په بیلابیلو ډولونو کې څېړنه وکړئ او د لمر پر ششواخوا د ځمکې منځني زاویه یي سرعت محاسبه کړئ.



### پوښتنه:

- a- له دایروي حرکت څخه په ورځني ژوندانه کې څه ښه اغېستل کېږي؟
- b- د څو وسیلې چې منځني برخې یې (د منځ اجزاوې) د دایروي حرکت لرونکې وي، نومونه یې واخلئ.

## لحظوي زاويوي سرعت

زاویه یې لحظوي سرعت په هغه ډول چې د لحظوي سرعت په هکله مو په (۳-۲) 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:

دیوي ذرې زاویه یې موقعیت چې د دایروي مسیر پرمخ حرکت کوي د  $\theta = 2t^2 + 6t$  رابطې سره ورکړل شوي. (a) د ثانوي له مخې او  $\theta$  د رادیان له مخې) الف: د متحرک زاویه یې 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 بڼه درک لپاره، څو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو ټولګیوالو سره بحث او خبرې پرې وکړئ او پایله د خپل ښوونکي ترمنځ په ټولګي کې بیان کړئ.

## 3-6. دایروي یو ډوله (متشابه) حرکت

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

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

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

د یو جوړه دایروي حرکت د خیرلو لپاره، په لومړي پړاو کې باید لاندي کمیتونه تعریف کرو:

**پریود:** هغه زماني موده چې ذره د یو دایروي مسیر پر مخ یوه بشپړه دوره وهي، دیر یو د په نامه یادېږي. پریود د  $T$  په توري ښيي او د اندازه کولو واحد یې واحدې ثانيه ده.

**فریکونسي:** په یوه ثانيه کې د ذرې د دورانونو شمیر ته فریکونسي وايي. فریکونسي د نیو (N) په لاتین توري ښيي، د فریکونسي د اندازه کولو واحد  $\frac{1}{s}$  او یا هرترز دی.

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

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

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

**فنايت:**

په ځپلو ډلگي پر یو د او فریکونسي سره پرتله کړی او لاندي جدول بشپړ کړی.

فریکونسي	پریود	متحرک
$10^{17}$ دوره په یوه ثانيه کې	$10^{-17}$ ثانيه	د هایدروجن د اټوم الکترون
$7.10^{-4}$ دوره په یوه ثانيه کې	0.33 ثانيه	د بریښنا د تولید لپاره د اوبو توربین
	29.7 ورځ	ځمکه د هغې د محور په شاوخوا سپوږمۍ د ځمکې پر شاوخوا
$2.7 \times 10^{-3}$ دوره په یوه ورځ کې		ځمکه د لمر په شاوخوا

**خطي سرعت په دایروي حرکت کې**

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  $r_1$  په وخت کې  $r_1$  او د  $r_2$  په شپږه کې  $r_2$  وي، د ذرې د موقعیت د  $r_2 - r_1 = \Delta r$  په زماني شپږه کې به برابر له  $r_2 - r_1 = \Delta r$  سره وي. ذره د  $\Delta t$  په وخت کې د  $\Delta s$  قوس وهي، که چیرې دا زماني شپږه ډیر کوچنۍ وي، د  $\Delta s$  قوس کوچنۍ کېږي او کولای شو د  $\Delta s$  قوس اوږدوالی د هغه د مقابل وتر یعنی  $(\Delta r)$  له اوږدوالي سره تقریباً برابر ونیسو.

همدارنگه میځکې مو ولیدل چې د متحرک منځني سرعت کرلای شو له (3-32) ...  

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \dots$$
 رابطې څخه لاسته راوړو او د لحظوي سرعت کچه هم د لاندي رابطې په مرسته تعریفېږي:

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

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

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

په ریاضي کې مو لوستي دي چې د  $\theta$  زاویه د رادیان له مخې برابر ده، د هغې زاوې د مقابل قوس د طول له نسبت سره پر شعاع د دایرې باندي، یعنې:

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

نو له دې امله د  $\Delta s$  د قیمت په وضع کولوسره د (3-39) رابطه کولای شو، په لاندي ډول ولیکو:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} r \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

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

$$v = r\omega \dots \dots \dots (3-41)$$



په دایروي حرکت کې له خطي سرعت څخه ګټه اخیستونکي کوم خلک دي؟ او له هغې څخه په کومو برخو کې ګټه اخلي؟  
 په دې هکله پخپلو ډلو کې بحث وکړئ او خپلو ټولګيوالو ته راپور ورکړئ.

**مثال:** د ماشومانو ډلبو یو تړخ، خلک په یوه افقي سطحه کې او په دایروي مسیږ کې ګرځوي، داسې چې هر فرد دایروي یو ډوله حرکت لري. که چیرې دوران کونګي په هره 10 ثانیه کې یو دور ووهي او د هر کس لپاره د څرخیدو شعاع 5 متره وي، دهر شخص زاویه یې او خطي سرعت په دې دوره کې حساب کړئ.

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

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

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

او خطي سرعت به یې برابر وي له:



### پوښتني:

- 1- د یو دیوالي ساعت د عقربو اوږدوالی، دقیقه او ثانیه گره په ترتیب سره  $8\text{cm}$ ،  $12\text{cm}$  دي. د دې عقربو د هرې عقربې څوگړ خطي سرعت محاسبه کړئ.
- 2- یو متحرک پر دایروي شکله مسیر 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرک زاویه یي سرعت، پریود او فریکونسي حساب کړئ.

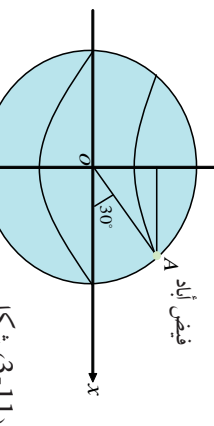


### فکر وکړئ:

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

**مثال:** د فیض اباد ښار په  $30^\circ$  شمالي جغرافیه یي مدار کې واقع دي. هغه تن چې په دې ښار کې اوسېږي زاویه یي سرعت او خطي سرعت یې پیدا کړئ. د ځمکې شعاع  $m \cdot 6.4 \cdot 10^6 =$  په نظر کې ونیسئ.

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



(3-11) شکل

$$\omega = \frac{2\pi}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 86400\text{ s}$$

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

د فیض اباد واټن د ځمکې د څرخیدو له محور څخه (د 3-11) شکل ته پام کولو سره برابر دي له:

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

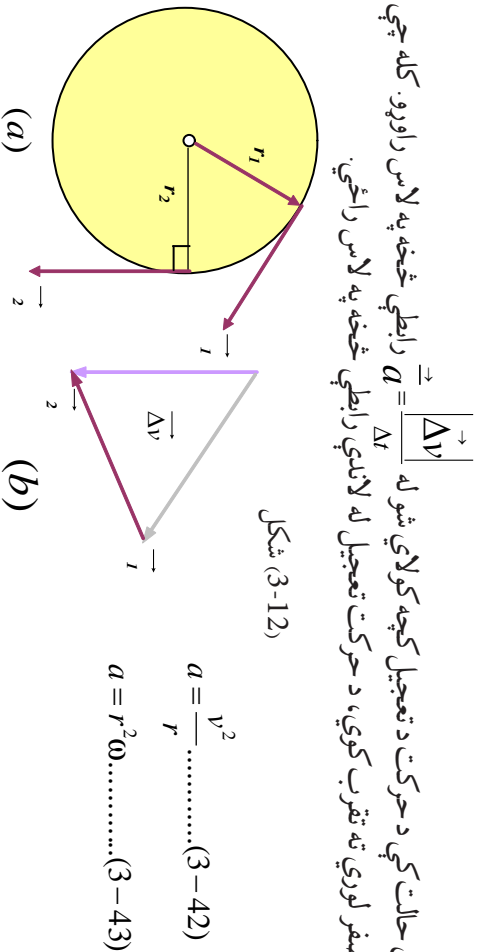
$$r = 6.4 \times 10^6 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5.53 \times 10^6 \text{ m}$$

او د فیض اباد 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: تعجيل په دایروي یو ډوله حرکت کې

یو ذره په نظر کې ونیسئ چې دایروي یو ډوله حرکت لري (a-12-3). شکل. مخ کې مو ولیدل چې د سرعت وکتور په هره لحظه کې پر مسیر 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  $v_1 - v_2 = \Delta v$  وکتور د (b-12-3) په شکل کې رسم شوی دی او کتل کېږي. سره له دې چې د سرعت د وکتور کچه ثابتې ده، خو د سرعت د وکتور د لوري د تغیر له امله  $\Delta v \neq 0$  دی.



شکل (3-12)

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

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

په دې حالت کې د حرکت د تعجيل کچه کولای شو له  $a = \frac{|\Delta v|}{\Delta t}$  رابطي څخه په لاس راوړو. کله چې  $\Delta t$  صفر لوري ته تقرب کوي، د حرکت تعجيل له لاندې رابطي څخه په لاس راځي.

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

**مثال:** سپوږمۍ تقریباً د 27.3 ورځو په موده کې، یو ځل په دایروي مسیر کې په یو ډوله (یونواخت) د ځمکې په شاوخوا ګرځي. د سپوږمۍ مرکز ته د جذب تعجيل په لاس راوړئ.

**حل:** د  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  له رابطي څخه په گڼې اخستلو سره د سپوږمۍ زاویه یي سرعت عبارت دي له:

$$\omega = \frac{2 \cdot 3.14}{27.3 \cdot 24 \cdot 3600} = 2.66 \cdot 10^{-6} \text{ rad/s}$$

به این ترتیب شتاب جذب به مرکز مهتاب برابر است با:

$$a = r\omega^2 = 3.84 \cdot 10^8 \cdot (2.66 \cdot 10^{-6})^2 = 2.7 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$$



### فعالیت:

د خپلې ډلې له غړو سره یوه تیره په یوه کلکه تار سره وتړئ او په یوه قلمه سطحه کې د خپل لاس پر شاوخوا وڅرخوئ او ځمکې ته یې د نه لوبیدو په هکله بحث وکړئ او پایله یې پخپل ټولگي کې وړاندې کړئ. کله چې د  $m$  یوه کله له ثابت سرعت سره د یوې دایرې په منځ حرکت کړي، تعجیل پیدا کوي چې لوری یې د دایرې مرکز ته متوجه وي.



### پوښتنې:

- په پورتنۍ فعالیت کې، که چېرې د وزن له درلودلې او د هو له مقاومت څخه ورتیر شو څه پېښېږي؟
- د فعالیت د ترسره کولو پر مهال، که چېرې تار یو ناڅاپي وشلېږي، کومه پېښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کره په هرو  $24$  ستاعونو 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 چېرې 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 مخکېني برخه کې مو لیدل چې په یو ډوله دایروي حرکت کې، د جسم تعجیل د دایرې د شعاع په لوري کې او لوري یې د مرکز خواته دی. د نیوټن د دویم قانون له مخې قوه او تعجیل هم لوري دي، له دې امله په یو نوناخت دایروي حرکت کې، پر جسم دواړېدونکو قوو محصله د شعاع په استقامت او د مرکز په لور دي چې په دایروي حرکت کې پر جسم دغې واردي شوې قوې مرکزه د جذب قوه (Centrifugal force) وایي. د نیوټن د دویم قانون رابطه په پام کولو سره، دغه قوه په یو نوناخته دایروي حرکت کې، د خطي سرعت پر بنسټ لاندې بهه نیسي:

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

او د زاویه یي سرعت پر بنسټ  $(3-45) \dots\dots\dots = m r \omega^2$  په دې رابطه کې، پر جسم دواړدو شوو قوو کچه د دایرې د شعاع په لوري کې ده.



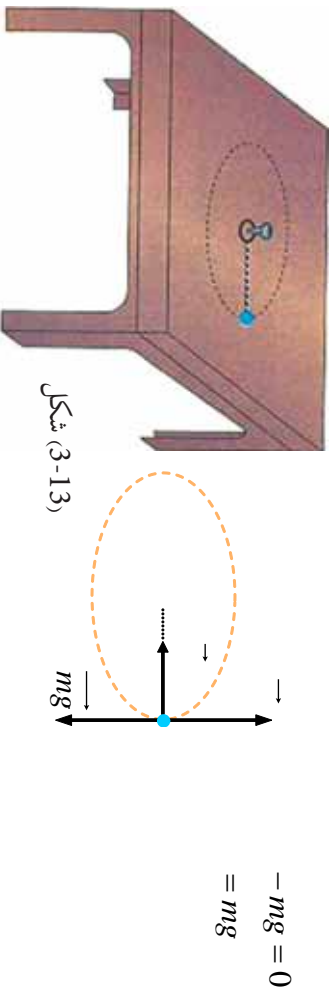
### فعالیت:

مچنونو په خپل لاس کې ونیسی او په کاسه کې یې یوه وړه تیره د  $4$  نه تر  $8$  گرامه په وزن واچوئ او د خپل لاس په شاوخوا (د ښوونځي په انگرې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پر مهال د مچنونو یوه پورس خوشې کړئ او د خپلې ډلې له غړو سره د تیرې د تیزۍ د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله یې د ښوونکي تر منځ بیان کړئ.



**مثال:** یوه مېره له 20g کتلې سره، په یوه تار ترو او د تار له بل سر سره یوه کوچنۍ کړۍ ترو. بیا کړۍ د (3-13-a) شکل په څېر له یوه لاندې میخ سره د یو میز د مخ په برخه کې نصبوو. (له میز سره د اصطکاک له قوې تیر شوي یو). مېرې واټن له میخ څخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پر مسترېني واردوو، هغه د دایروي مېرې پرمخ په حرکت راولو. پرمېرې واردشوي قوې د یو شکل په رسمولو سره مشخص کړئ.

که چیرې کړۍ په هره ثانیه کې یوه دوره ووهي، د تار د رابنګلو (کشش) قوه حساب کړئ. د (3-13-b) په شکل کې د وزن قوه او پراتکا باندې عمودي قوه په قایم لوري کې پرجسم اغیز کوي چې د دې دوو قوو محصله صفر ده یعنې:



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

زاویه یې سرعت برابر دی له:  $\omega = 2\pi v = 2\pi \text{ rad/s}$

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

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

#### پوښتنې:



- په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.
- د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې څرخي.
  - د هستې پرتلانو خوا د الکترون د ګرځېدو.
  - د لمر پرتلانو خوا د سیارو په ګرځېدو.

## د دریم څپرکي لنډيز



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

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

له رابطې څخه ښکاري چې د موقعیت وکتور د  $t$  د زمان یوه تابع ده.

- د جسم منځني سرعت په دوه بعدي حرکت کې په لاندې ډول وي:  $\vec{v} = (v_x) \vec{i} + (v_y) \vec{j}$

- لفظوي سرعت عبارت دی د منځني سرعت له لیمت څخه، کله چې صفر لور ته تقرب وکړي، یا په بل عبارت، لحظه یي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي.

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

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

- د منځني تعجیل وکتور د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې په لاندې ډول تعریفوو:

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

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

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

کله چې  $\Delta t$  د صفر په لور تقرب وکړي یعنې:  $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}$

- لحظه یي تعجیل د مشتق له مفهوم څخه په ګڼې 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 غورځیدونکي جسم د حرکت مسیر په فضا کې عبارت له یو پارابول څخه دی.

- په افقي غورځولو کې، د حرکت معادلي عبارت دی له:  $x = v_0 t$
  - په مايل غورځولو کې، د تعجیل مرکبي په لاندې ډول دي.  $a_y = -g$  او  $a_x = 0$
  - پارابول څخه دی.  $y = \frac{1}{2} g t^2$  او  $x = v_0 t$
  - د معادلي د د زمان د تابع په نامه، د غورځولو په حرکتونو کې عبارت دي له:
- $$x = (v_0 \sin \alpha) t \quad \text{او} \quad y = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \cos \alpha) t$$

- هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم يې د بېرته يا د دویم ځل لپاره د غورځولو لومړنۍ ارتفاع ته د ګرځېدو لپاره وهي، عبارت د غورځول شوي جسم له  $a g$  څخه دی او دارنگې افاده کېږي:

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

- د غورځونې په حرکت کې لوره يا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، ترټولو هغه لوره نقطه ده، چې غورځول کېدونکی جسم هغې ته رسېږي، د  $H$  په توري ښودل کېږي:

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

- د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسېدو زمان عبارت دی له:

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

- په دایره يي حرکت کې د ذرې زاویه يي منځني سرعت د زاویه يي موقعیت د تغیر د نسبت په توګه د هغې پر زمان تعریفېږي:

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

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

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

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

- پریود عبارت له هغه وخت څخه چې یوه ذره د دایره يي مسیر پر مخ، یوه بشپړه دوره وهي او د  $T$  په توري ښودل کېږي.

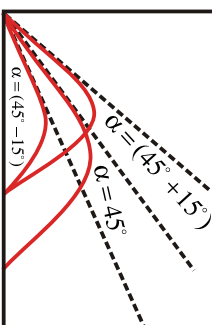
- فریکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمیر څخه چې په یوه ثانيه کې سرته رسېږي د نیو ( $\nu$ ) په لاین توري ښودل کېږي او د اندازه کولو واحدي  $\frac{1}{s}$  او یا  $Z$  (هرتز) دي.

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

## د دریم څپرکي پوښتني

- 1- د یو جسم د حرکت معادله په SI په سیستم کې د  $x = t^3 - 3t^2$  په بڼه دی، مطلوب دي:
  - a- له 1 نه تر 2 ثانیه زماني انټروال کې د جسم د منځني سرعت کچه.
  - b- د  $t = 4s$  په لحظه کې د متحرک د سرعت کچه.
  - c- د 2 نه تر 5 ثانیه 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 کیلو، موټر له  $2m/s$  تعجیل سره په حرکت پیل کوي. په همدې (لحظه) کې، یوه لارې له  $36km/h$  ثابت سرعت سره یې له څنګ څخه تیرېږي.
- a- د  $(x-t)$  او  $(v-t)$  وکتور د لارې لپاره رسم کوئ.
- b- وروسته له څومره مودې څخه به موټر لارې ته ورسېږي؟
- 3- د یو متحرک موقعیت (مکان) وکتورونه د  $t_1 = 5s$  او  $t_2 = 25s$  په لحظو کې په ترتیب سره  $\vec{r}_1 = 2 + 14\vec{a}$  او  $\vec{r}_2 = 8 + 6\vec{a}$  دي. د ذرې د منځني سرعت کچه د  $t_1$  او  $t_2$  په دوو لحظو کې پیدا کوئ او د گراف په رسمولو، د  $\vec{v}$  لوری وښیئ.
- 4- د یو جسم د حرکت معادله د دوو لاندینو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوې ده.
$$x = 6t \quad \text{او یا} \quad v = 2t^2 + 1$$
  - 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 پخپل یو کتاب کې لیکي: د غورځولو د زاویو لپاره چې په یوه کچه له  $45^\circ$  زاویې څخه ډېره او یا لږه ده. رنجنونه (برد او فاصلې) مساوي دي... په لاندې شکل کې د دې وینا سموالي ثبوت کړئ.



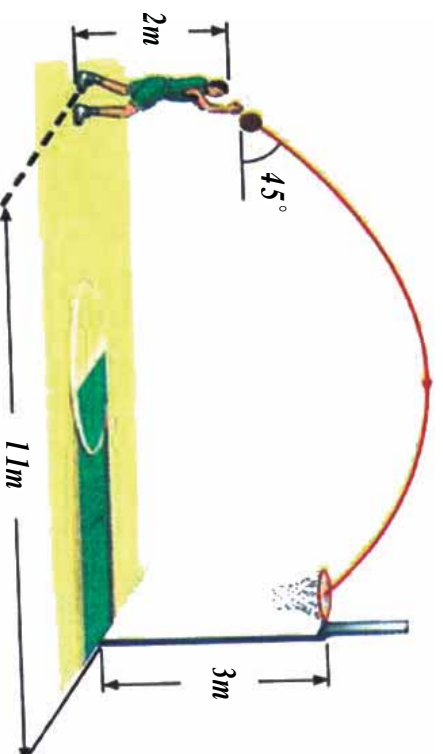
6 - پرېوه رود د یو پیل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې یو جسم په افقي ډول په  $30m/s$  سرعت غورځوو.

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

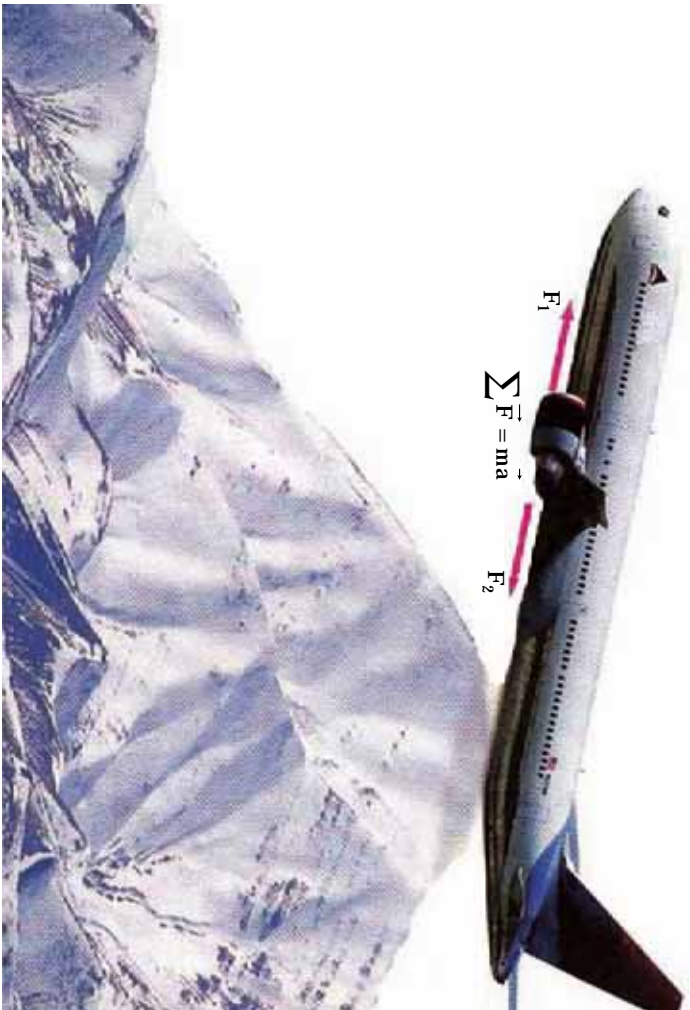
b- له اوبو سره د لگیدو د نقطې افقي واټن، د غورځولوتر نقطې پورې څومره دی؟

c- له اوبو سره د لگیدو د سرعت کچه، څومره ده؟

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



## ظهورم څپرکی د نیوټن د حرکت قوانین



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

مگر د پوښتنو طرحه کولو او هغو ته د څواب ورکولو څخه مو ډډه وکړه لکه: په کوم حالت کې یو جسم ساکن پاتې کېږي؟ څنگه کولای شویو ساکن جسم په حرکت کې راولو؟ کوم لامل د جسم د سرعت د بدلون سبب گرځي؟ کوم عامل د حرکت د تغییر او په ټولو کې کوم لامل د جسم د وضعیت د بدلون سبب گرځي؟ او ... په دې څپرکی کې یادی شوي 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 کېدو (تطبيق) ساحې ترڅېړني لاندې نیسو. هیله کېږي چې تاسو به د دې څپرکي په پلي کې د لاندې موضوعگانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نیوټن درې 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 سپوږمکیو د حرکت دایروي مدار

## 4-1: د نیون لومړی قانون

### عطالت (انرشیا):

له پخوا څخه پوهیږو کله چې په یو ساکن موټر کې ناست یئ او موټر یو ناڅاپه په حرکت پیل کوي، د شا په لور ډيکه کېږی، که چیرې په یو روان موټر کې ناست اوسی، په یو ناڅاپي دریدو سره، د مخ لور ته به ډيکه شی. ایا تراوسه موله ځانه پوښتلې چې د دې پیښې د رامنځ ته کیدو لامل څه دی؟ تاسو هغه مهال کولای شئ دې پوښتنې ته ځواب ورکړئ چې قبوله کړئ چې هر جسم د عطالت (انرشیا) لرونکی دی. عطالت عبارت له هغه مقاومت څخه دی چې یو جسم یې د هر حرکت په وړاندې د سکون او یا حرکت په ګډون له ځانه ښيي، او یا په بل عبارت، هیڅ یو جسم یې د هر حرکت په وړاندې 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 وشو. 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 موټرې شخص د شا په خوا لوبږي، ځکه چې د نوموړي شخص پښې له موټر سره په حرکت پیل کوي، خو بدن یې چې پر موټر تکیه تلري، 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، وپه لیدل شي چې شخص د مخ په لور غورځېږي او لامل یې دا دي چې د شخص پښې موټر ته په تا بیعت ساکن او بدن یې د عطالت له خاصیت سره سم غواړي، خپل حرکت ته دوام ورکړي.

### فعالیت:



**اړین توکي:** کاغذ (مقوا)، سکه، پښینه یې لوبږي، یا ګلاس

**ګوټلاړه:** کاغذ پر پښینه یې لوبږي کېږدی او د کاغذ پر مخ سکه کېږدی، تر دې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کړئ:

1. کاغذ د هغې له مستوي سره موازي په ډېر سرعت را وکارئ.
2. کاغذ د هغې له مستوي سره موازي په لږ سرعت را وکارئ.

په دواړو پړاوونو کې هغه څه چې پښت شوی دی، نوټ کړئ او د ټولګي په بیلابیلو ډلو کې بحث وکړئ، پایله یو لګوالو ته وراندې کړئ.

## اوس چي د عمالات (انرژيا) په مفهوم ښه پوه شوو، د نيوتن د لومړي قانون په مطالعه پيل کوو:

نيوتن، انگليسي پوه او عالم د خپلو پخوانيو پوهانو له نظرونو څخه په گڼي اخيستلو سره په دې بريالی شو چې د حرکت قوانين چې نن د هغه پخپل نوم (د حرکت په هکله د نيوتن قوانين) يا ډبري، پخپل کتاب کې بيان کړي. هغه لومړی قانون داسې بيان کړی دی:

«يو جسم خپل د سکون حالت او يا د مستقيم خط پرمخ خپل يو ډوله حرکت ساتي، مگر دا چې ډيوې قوې تر اغيز لاندې، د خپل حالت بدلون ته اړکړای شي».

له لومړي قانون څخه پايله تر لاسه کېږي، چې که پر يوه جسم قوه واورده نه شي، که چېرې ساکن وي، ساکن پاتې کېږي او که چېرې په حرکت کې وي، خپل حرکت ته په ثابت سرعت سره دوام ورکوي. هغه څه به پام کې نيولو سره چې تراوسه وويل شول، د نيوتن لومړي قانون ته، د عمالات (انرژيا) قانون هم وايي. خپلو شاوخوا جسمونو ته وگورئ، ايا کولای شئ داسې يو جسم پيدا کړئ چې قوه پرې واورده نشي؟ ترڅو وکولای شي، د نيوتن لومړی قانون په بشپړه توگه پلي کړو لکه څرنگه چې په ټولو جسمونو د وزن قوه واورېږي، په پايله کې نشو کولای داسې يو جسم پيدا کړو چې قوه پرې واورده نشي. نن پوهان د نيوتن له لومړي قانون څخه د ځمکې بهر ته د سپوږمکيو او فضايي بېړيو د لېږلو لپاره گڼه اخلي. بېړۍ په بشپړه توگه له ځمکې څخه ليرې، په ارام رگل ماشین او په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته دوام ورکوي. (ولې؟)

### 4-4: د نيوتن دويم قانون

د نيوتن په لومړي قانون کې موږ لوستل چې جسم خپل د سکون حالت ساتي، داسې چې کومه قوه پرې عمل ونه کړي او يا برعکس، که چېرې جسم په حرکت کې وي او قوه پرې عمل ونه کړي، جسم خپل د ثابت حرکت حالت د مستقيم خط پرمخ ساتي.

مگر پر جسم د واورده قوې، کتلې او د حرکت د تعجيل ترمينځ کومه رابطه شتون لري؟  
موږ به ورځني ژوندانه کې گورو چې د يو غټ جسم د حرکت لپاره نسبت يو وړوکی جسم ته، ډېرې قوې ته اړتيا ده. همدارنگه پوهېږو چې په همدې عين قوې کولای شو وړوکی جسم ته دلورې جسم پرتله ډېر چټک حرکت ورکړو. له دې ځاي څخه پايله تر لاسه کېږي چې د جسمونو د تعجيل، کتلې او هغه قوې ترمنځ چې پر جسمونو تطبيق کېږي، اړيکه شته. پر جسم باندې د واورده قوې، کتلې او د جسم د حرکت د تعجيل ترمينځ اړيکه، د نيوتن د دويم قانون موضوع ده. د نيوتن دويم قانون دا بيانوي چې «که پر يو جسم قوې واورې شي، جسم داسې تعجيل اخلي چې پر جسم د واورده قوو له محصلې سره مستقيم نسبت لري، له هغې سره هم لورې دي او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري».

که چېرې د جسم کتله  $m$  او پرې واورده قوه  $\vec{F}$  وي، د نيوتن دويم قانون د لاندې رابطې له مخې بيانېږي:

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



د قوي د اندازه کولو واحد، نیوتن (N) دی، چې د پورته رابطې له مخې تعریفیږي. که چیرې په دې رابطه کې، کتله د کیلوگرام پر بنسټ او تعجیل د متر پر ثابته مربع ( $m/s^2$ ) پر بنسټ وي، قوه د  $m/s^2$  پر بنسټ حسابیږي چې دا د نیوتن (N) په نامه یادوو. له دې امله «نیوتن» د هغې قوي کچه ده چې که پر یوه جسم له یو کیلوگرام کتلې سره ودرده شي، هغې ته د یو متر مربع پر فې ثابتي برابر تعجیل ورکوي».

**مثال:** یو جسم چې  $20\text{kg}$  کتله لري، له  $1.5\text{m/s}^2$  تعجیل سره په حرکت کې دی. پر جسم د ودرده قوه محصله څو نیوتن ده؟

**حل:** 
$$F = ma \Rightarrow 1.5 \times 20 = 30$$

**مثال:**  $m_1 = 5\text{ kg}$  او  $m_2 = 12\text{ kg}$  پر هري کتلې باندې  $15$  قوه ودرده، د هري کتلې تعجیل حساب کړئ.

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



**پوښتنه:**

څومر قوه په کار ده چې یو موټر چې له  $1500\text{ kg}$  کتلې په لرلو سره له  $100\text{ km/h}$  سرعت سره په حرکت کې دی،  $55\text{m}$  واټن له وهلو څخه وروسته ودروي؟

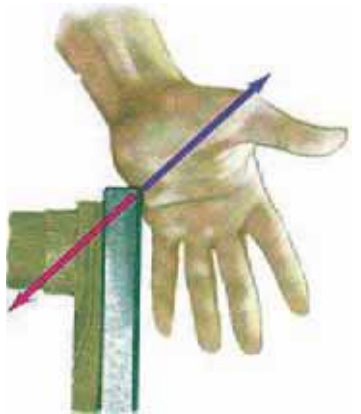
**4-3: د نیوتن دریم قانون**

د نیوتن لومړي قانون د جسم وضعیت د قوي د نه شتون پر مهال او د نیوتن دویم قانون، د جسم وضعیت هغه مهال چې د قوي تراغیز لاندې وي، بیانوي. خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پر جسم ودرده قوه له کومه ځایه پرهغې ودریږي؟ د نیوتن دریم قانون همدا مسئله خپري چې پر جسم ودرده شوې قوه له کوم ځایه پرې ودریږي. که چیرې خپلو ورځنیو کړنو ته څیر سره شو. و به لیدل شي چې یو جسم تل پر بل جسم قوه ودروي.



(4-1) شکل، څټک یوه قوه پرمخ ودروي او میخ هم د څټک د قوي په خلاف لوري، پرمخک قوه ودروي.

د فوټبال لوبغاړی په خپله پښه توب وهي. يعنې د پښې په مرسته پر توب قوه واردوي. کله چې يو شخص يو جسم د ځمکې پر مخ راکاږي، پر هغې قوه واردوي او يا هغه څپک چې پر ميخ وهل کېږي، پر ميخ قوه واردوي، د نيوتن د دريم قانون په بيانولو سره، دا څرگندوي چې قوه پر يوه جسم تل دبل جسم لخوا واردېږي او پر دې سر بيره دا څرگنده وي چې د قوې واردول، يوازې عمل نه بلکې دا پخپله يو دوه اړخيزه (دوه لوري) عمل دي.



(4-2) شکل، که چېرې ستاسو لاس د ميز پر ځانې قوه ورده کړي، ميز هم په هماغه کچه خو ستاسو د لاس دلورې خلاف قوه واردوي.

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

(4-3) په شکل کې د  $1.2$  (هغه قوه چې لومړنی جسم يې پر دويم واردوي) د عمل قوه او د  $2.1$  (هغه قوه چې دويم جسم يې پر لومړني جسم واردوي) دهغې عکس العمل ده):

$$1.2 = -2.1 \Rightarrow 1.2 = 2.1$$



(4-3) شکل



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

## نور هم وپو هپړی:

د نیوټن له دریم قانون څخه په عمل کې د کار اخیستلو یو مهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوايي بیړیو (سفنېو) توغول یا ویشل دي. فضايي سفینه 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 سفینې له ماشین څخه خارج شوی گاز هم په هماغه کچه قوه خو په خلاف لوري (په پورته لوري) پر فضايي سفینې واردوي



شکل (4-4)



د ټولګي په سیلابو ډلو کې په دې هکله چې «ګرم دلیل د دی لامل ګرځي، چې موټر د مخ لورته حرکت وکړي، بحث وکړی او د خپلو بحثونو پایله ټولګیوالو ته وړاندې کړی.

**مثال:** د (4-5)، شکل په څیر دیو طناب یو سر په دیوال کې کلاک کړی او لاس سربې د خپل ځان په لور راکارې. که چیرې طناب له دیوال څخه جلا نه شي، د عمل او عکس العمل قوې (د لاس او طناب) او (دیوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړی.



د شکل (4-5)

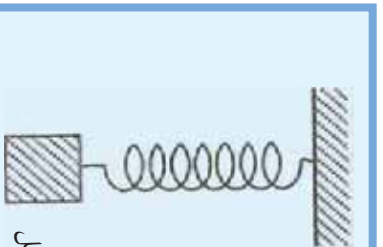
**حل:**

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

$$\begin{aligned} &\rightarrow && \rightarrow && \rightarrow \\ &1.2 = - && 2.1 && \text{عمل و عکس العمل} \\ &\rightarrow && \rightarrow && \\ &2.3 = - && 3.2 && \text{عمل و عکس العمل} \\ & && && \Rightarrow 2.3 = 3.2 \end{aligned}$$



شکل (4-6)



شکل (4-7)

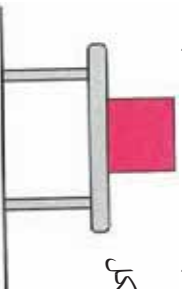


### فعالیت:

- یو جسم د فیر په یوه سره وصل کړئ او فیر له بل سره څخه وڅړوئ، که چیرې سیستم (جسم - فیر) د سکون په حال کې وي:
- پر جسم واردي شوي قوي مشخص کړئ.
  - د دې قوو عکس العمل مشخص کړئ او څرگنده کړئ چې هره یوه په کوم جسم وارديږي؟

## د اتکا عمودي قوه

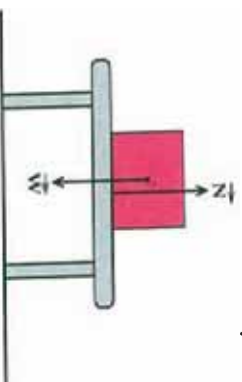
پر جسم په نظر کې ونیسئ چې د (4-8) شکل په څیر د میز پراقي سطحې د سکون په حالت کې وي، په دې وضعیت کې کومې قوې پر جسم وارديږي؟  
 که چیرې د جسم کتله له  $m$  سره برابره وي. د جسم د وزن قوه  $mg =$  د ځمکې له خوا پر جسم وارديږي او هغه مخ بېلګه راکاږي. نورې مخ بېلګه حرکت نه کوي؟



شکل (4-8)

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 شویو قوو محصله صفر ده ( $ma = 0$ ) په پایله کې، باید د جسم له وزن سره مساوي یوه قوه، خو په خلاف لوري کې پرې عمل وکړي، ترڅو د وزن د قوې په ختني کولو سره د جسم له تعجیل اخیستلو څخه مخنیوی وکړي. په (4-8) شکل کې د جسم وضعیت ته په پام کولو سره، دا قوه د میز لخوا پر جسم وارديږي. په (4-9) شکل کې پر جسم واردي شوي قوې ښودل شوي دي. د  $N$  قوه چې د میز لخوا پر جسم وارديږي د «اتکاء عمودي قوه» بولو چې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو سره، کولای شو ولیکو:

$$ma = 0 \\ - = 0 \\ =$$

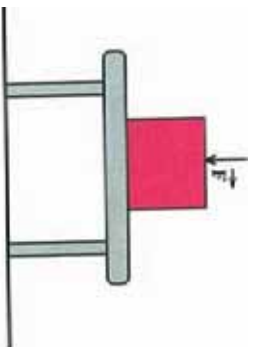


شکل (4-9)

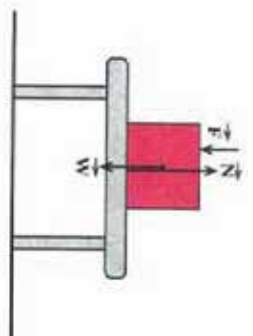
اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څیر، یوه قوه  $F$  په کچه په عمودي ډول اړمخ په بېلګه پر جسم واردوو. آیا میز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم وارديږي، تغیر کوي؟

پر جسم واردي شوي قوي مو په (4-11) شکل کي بنودلي ده، لکه څنگه چې د جسم تعجيل صفر دی ( $a = 0$ )، په پايله کي د نيوتن د دويم قانون پر بنسټ کولاي شو وليکو:  $ma = 0$

$$- \quad - \quad = 0$$

$$= \quad +$$


شکل (4-10)



شکل (4-11)

نو له دي امله د اټکاء عمودي قوه، د ( ) په کچه زمانه شوي ده.



### فعاليت:

د بړي فري تلي پر ښځ ودرېږئ او هغه عدد چې تله يې په لاندې حالتونو کي رانښتي ولولئ  
 a- د تلي پر ښځ ساکن ولاړئ؟  
 b- په داسې حال کي چې د تلي پر ښځ ولاړئ، پخپل لاس باندې پر هغه ميز چې ستاسو تر څنگ هئ ټکيه وکړئ.

## 4-4: د نيوتن د قوانينو پلي (تطبيق) کول



په تصوير کي بوټن چې په رسي کې خړېدلی هئ. ښايي هيڅکله د نيوتن د قوانينو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانين قانون نيوتن په هره گړي کې چې هغه د خپل جان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخپل او اغيز کوي. هغه پر هغه قوه چې په رسي باندې د هغه د وزن په وړاندې د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدا رنگه پر هغه قوه چې د خړخړونو له امله مطلوبه لوړوڼه موچه شوي هئ، باوري هئ هغه کولای شي خپل ذهن ته د اصطلاحات د ذاتي قوي چې د هغه د لاسونو او رسي تر منځ عمل کوي، پراختيا (انکشاف) ورکړي.

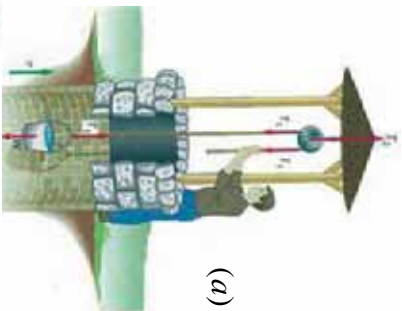
مورډ له ټولډينسټيو سره په ورځني ژوندانه کې، که چېرې پوهيږو يا نه پوهيږو د نيوتن د قوانينو تابع يو. تاسو نشئ کولای ددې قوانينو له اصولو څخه په سرغړاوي د خپل بدن غړو ته حرکت ورکړئ، يو موټر وچلوئ او يا يو توپ پورته واچوئ او ... لنډه دا چې ټول قوانين زموږ دهستي لپاره د همدې درې بنسټيزو بيانونو چې د نيوتن د درې قوانينو څرگندونکي اود مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. دنیوتن قوانين په حیرانوونکي ډول په کهکشانونو، سيارو او ان له يوي زني څخه ديوي مټي په لوږدلو چې په ظاهره کې يوه ډېره ساده او طبيعي پيښه گڼل کېږي، په داسې حال کې چې دا قوانين زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پيښو کې د تطبيق وړ او د حرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستې د عالم ډېر مغلق اسرار مورډ ته رابېژني.

نن ورځ مورډ تراوسه دنيوتن قوانين د فزيک په ټولو برخو کې، بنسټيز او اړين گڼو. غوره ده چې ووايو دا قوانين کولای شي د حرکت دعلم د تحليل او توضیح لپاره، د سمښت ډېر غوره مهر ولاگوي خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پيړۍ 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 نږدې وي او همدا رنگه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې يې د اندازې له مخې لږې او يا له اتومونو سره برابري 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 مومطالعې کړل، تطبيق کيدای شي، په دې بحث کې به د نورو قوو ډولونه په نوو سيستمونو کې چې د نيوتن قوانين کولای شي، په مختلفو مسيرونو د حرکت په حال کې جسمونو باندې د تطبيق وړ وي، مطالعه کړئ.

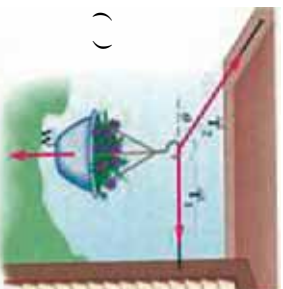
هغه څه چې وويل شول، په نړۍ کې د نيوتن د قوانينو د تطبيق د بې شمېره مواردو ډيرې محدودې بيلگې وې.

## د ماشينونو په انتقالي تعادل کې د نيوتن د قانون تطبيق

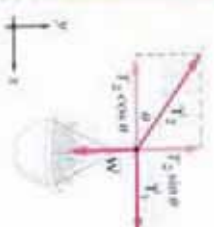
کله چې وایو چې جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم دواړه قوو محصله صفر ده، يعنې  $\sum \vec{F} = 0$ . د نيوتن د دويم قانون له مخې پورتنی بيان له دې سره معادل دی چې وایو د جسم تعجيل صفر دی. په دوه بعدي سيستمونو کې انتقالي تعادل په دوو بعدونو کې په مستقل ډول تطبيق کېږي. يعنې  $\sum x = 0$  او  $\sum y = 0$  لکه څنگه چې پوهيږئ، هغه اجسام چې دوه ډوله حرکتونه (خطي او دوراني) لري، په هغو کې دوراني تعادل په هغه کچه مهم دی چې انتقالي تعادل پکې د اهميت ورگڼل کېږي. اوس کله چې له تعادل څخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالي تعادل دی. لاندې شکلوڼه د انتقالي تعادل مختلفې بيلگې را ښيي.



(a)



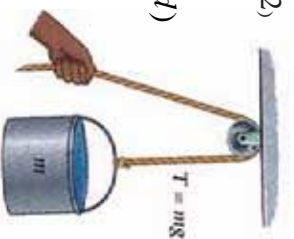
(b)



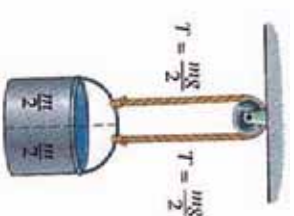
شکل (4-12)



(c)



(d)

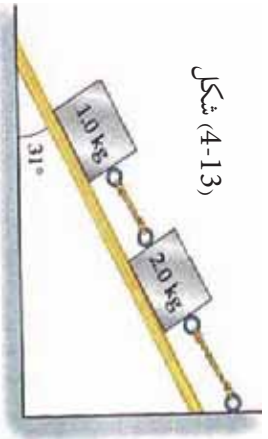


په شکل (4-13) کې د نیوټن د قانون تطبیق د انتقالی تعادل بحث د یوې مایې سطحې بربنځ د یوې عمومي بیلګې په توګه مطالعه کوو. په دې شکل کې لیدل کېږي چې دوه بلوکه د یو تار په مرسته سره وصل شوي او د تار یو سر له دیوال سره تړل شوی دی.

اوس په دې شکل د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو او د انتقالی تعادل د شرط له مخې، که چېرې د لاندني بلوک کتله  $g$  1.0 او د پورتنی بلوک کتله  $g$  2.0 او د میلان سطحې وړکړل شوي زاویه  $31^\circ$  وي، د تار د رابنځلو (کشش) قوه په لاندې وضعیتونو کې پیدا کړئ:

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

b- د هغه تار راکښل چې له دیوال سره تړلي دی.

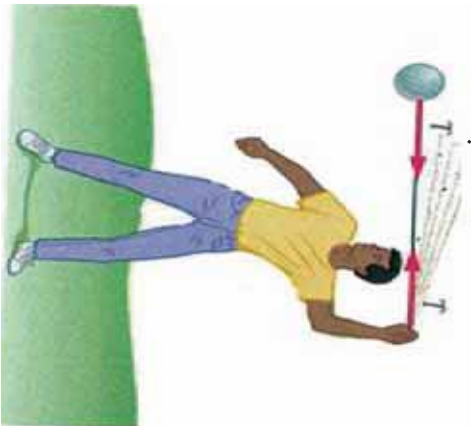


شکل (4-13)

### د نیوټن د دویم قانون تطبیق په دایره یي حرکت کې

د نیوټن د دویم قانون پېر بنسټ، که چېرې پېر یو متحرک جسم کومه قوه عمل و نه کړي، جسم په ثابت سرعت او لوري خپل حرکت ته دوام ورکوي، یعنې د یو جسم د سرعت او حرکت د لوري د بدلون لپاره دې قوې ته اړتیا ده. د بیلګې په توګه که چېرې یو موټر د یو دایروي مسیر بربنځ له ثابت سرعت سره چلوی، د موټر د حرکت لوري په دوامداره توګه په هره ګرۍ کې بدلون کوي. د دې لوري د بدلون لپاره یوه قوه باید پر موټر عمل وکړي، موږ غواړو هغه دوه شیان د یوې قوې په هکله چې د دایروي حرکت د بدلون لامل کېږي، مطالعه کړو.

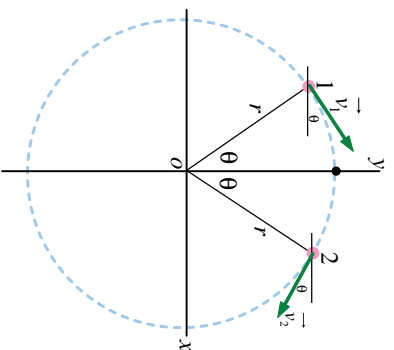
يو د دي قوي لوري او بل بي مقدار. لومړی راځي چې د دي قوي لوري مطالعه كړو. فرض كوو يو پنډوسوكی (توب) چې د (4-14) شكل په څير له يوه تار سره تړل شوی دی زموږ د سر له پاسه په دايره بي حرکت څرخيږي. كله چې تاسو توب ته دوره وركوئ، د رابنكلو يوه قوه په تار كې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لوري ته راكارېي. په څرگند ډول د تار په بل سر كې چې له توب سره وصل دی، د رابنكلو دا قوه مخالف لوري يعنې د دايره د مركز په لور عمل كوي چې په لنډه توگه داسې ويلي شو:



شكل (4-14)

(ددي لپاره چې يو جسم وکولای شي، په ثابت سرعت د يوي دايره پرمخ حرکت وکړي، يوه قوه چې لوري يې د دايره د مركز په لور وي، بايد پري عمل وکړي، تر څو نوموړی جسم د دايره د مركز په لور راوکارېي). لکه څنگه چې توب د دايره مرکز لوري ته راگڼل کېږي، په لومړيو کې دا نا اشنا او غير عادي معلومېږي. چې څرنگه يو توب چې په ثابت سرعت حرکت کوي، د تعجيل لرونکی دی. ځواب دا دی چې تعجيل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او يا د حرکت لوري بدلون ومومي.

په دايروي حرکت د حرکت کې لوري هره گړۍ بدلون مومي. د مرکز په لور د تعجيل پايله د تعجيل الي المركز (Centripetal acceleration) په نامه يادوي چې له دي وروسته هغه په  $a_c$  نښو. راځي چې د  $a_c$  کچه د هغه جسم لپاره چې د  $v$  په ثابت سرعت د يوي دايره پر مخ  $r$  په شعاع راڅرخي، محاسبه کړو.



شكل (4-15)

يوه ذره د يوه دايره بي مسير د O له مرکز سره په حرکت کې دی. ذره ثابتته ده، خو سرعت يې په ثابت ډول د بدلون په حال کې دی.



(4-15) شکل یو دایره یی مسیر د دایرې له مرکز سره د وضعیه کمیټونو په مېلاکې ښيي. پر دایرې باندې د P په نقطه کې د تعجیل د حسابولو لپاره لومړی منځنی تعجیل  $\vec{a}_{av}$  د 1 له نقطې څخه د 2 تر نقطې پورې په دې ډول لاسته راوړو.

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

لحظه یی تعجیل د P په نقطه کې عبارت دی د  $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$  له لیمت څخه، کله چې د 1 او 2 نقطې یو له بل سره څیرې نژدې شي. یو ځل بیا پورتنی شکل ته وگورئ، لیدل کېږي چې  $\vec{v}_1$  او  $\theta$  زاویې افقي خط له پاسه او  $\vec{v}_2$  په همدې  $\theta$  زاویې له افقي خط لاندې واقع دی. دواړه  $v_1$  او  $v_2$  د هغه کچې لرونکي دي چې په لاندې توگه دواړه وکتورونه کولای شو ولیکو:

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

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

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

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

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 له نقطې څخه د 2 نقطې ته ځي) ته اړتیا لرو. لکه څنگه چې د جسم سرعت،  $v$  او  $d = r(2\theta)$  دی، وهل شوي فاصله د 1 له نقطې څخه تر 2 نقطې پورې دی په نوموړې رابطه کې  $\theta$  په رادیان اندازه کېږي، په پورتنۍ رابطه کې د  $d$  په وضع کولو سره،  $\Delta t$  د قیمت دا رنگه په لاس راوړو:

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{2r\theta}{v}$$

د له پرته کولو او د  $\Delta t$  قیمت چې په پورته  $\vec{a}_{av}$  ډول حاصل شوی، لرو:

$$\vec{a}_{av} = \frac{-2v \hat{y}}{\frac{2r\theta}{v}} = -\frac{v^2}{r} \left( \frac{\hat{y}}{\theta} \right)$$

د P په نقطه کې د  $\vec{a}$  د پیدا کولو لپاره راځئ چې د 1 او 2 نقطې د P نقطې ته نژدې حده نژدې کړو چې صفر ته تقرب وکړي. (ناسو پوهیږئ کله چې  $\theta$  زاویه صفر ته تقرب وکړي، نو په هغه صورت کې چې  $\sin \theta / \theta$  نسبت د 1 په لور تقرب کوي) یعنې:

$$\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\hat{y}}{\theta} = 1$$

بالاخره لحظه یی تعجیل د P په نقطه کې عبارت دي له:  $\vec{a} = -\frac{v^2}{r} \hat{y} = -a_c \hat{y}$

لکه څنگه چې وویل شول، د تعجیل لوری د دایرې د مرکز په لوري او لیدل کېږي چې مقدار یې لکه  $a_c = \frac{v^2}{r}$  دی. اوس پورتنۍ پایلې دا ډوله خلاصه کوو:

کله چې یو جسم د (r) په سرعت په دایره یي مسیر د (r) په شعاع حرکت کوي، الې المرکز تعجیل یې عبارت له  $a_c = \frac{v^2}{r}$  څخه دی. یوه قوه باید پر جسم وکړي ترڅو نوموړي جسم ته دایره یي حرکت ورکړي. د یو جسم لپاره د m د کتلې په لرلو، د محصله عاملي قوې کچه په دې ډول د لاندې رابطي له مخې ټاکل کېږي:

$$F^2 = ma_c = m \frac{v^2}{r}$$

د دې قوې لوري د دایرې د مرکز په لور موجه دی. باید پوه شو چې الې المرکز قوه ټولې کولای شي، په یو شمیر ډیرو لارو منځ ته راشي. د بیلګې په توګه ټولې قوې په پورتنۍ توګه د یو نار رابنګل دي، بنایي د اصطکاک له امله د سرک او موټر د ټایرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په یو سرک کې دوره وهي). کېدای شي د جاذبي داسې قوه وي چې د مصنوعي سپوږمۍ د څرخیدو او یا د ځمکې په شاوخوا د سپوږمۍ د دوران نسبت وي. نو ټولې عبارت له معني قوې څخه دی چې باید شتون ولري ترڅو د دایره یي حرکت سبب وګرځي.

### 4-5: د اصطکاک قوه

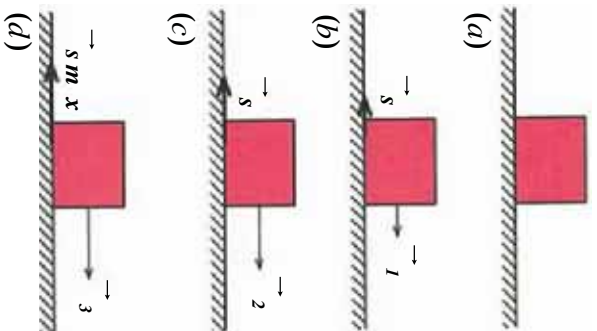
په پخوانیو ټولګیو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول اشنا شوی. ورځنۍ تجربې ښيي چې که چیرې یوه ګلره له افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې ګلره د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودرېږي، په داسې حال کې چې د نیوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلره باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي. اوکه چیرې یوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کېږي چې د زمان په تیریدو د رقاصي واټن له عمودي خط څخه ورو وکمیږي او په پایله کې رقاصه درېږي. اما د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د پتانسیل انرژي د بدلیدو دلیل په حرکتی انرژي باندې او د هغې برعکس، باید د نوموړې رقاصي اهتزاز له عمودي خط څخه په عین واټن په متناوبه توګه یا د تل لپاره تکرار شي او کموالی په دې واټن کې همیځکله ونه کتل شي. په افقي سطحې باندې د ګلولې له ساکن کیدو او له عمودي خط څخه د رقاصي د واټن د کمیډو پایله ترلاسه کېږي چې حتما د هغو د حرکت د لوري په خلاف یوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وايي.

د اصطکاک قوه هغه مهال منځ ته راځي، چې یو جامد جسم پر بل جامد جسم، د مایع او یا ګاز په منځ کې حرکت وکړي. د اصطکاک قوه په دوو حالتونو کې څیږو.

1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښی دی، رابنګل کېږي، خو ساکن پاته کېږي په دې حالت کې، د اصطکاک قوه د ستایکي (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 دینامیکي (حرکي) اصطکاک قوه نوموي. په لاندې ډول هر یو تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - سکون (ستاتیکی) اصطکاک، د جامداتو ترمنځ اصطکاک چې ټوله بل سره په تماس کې دي، د دې له امله منځ ته راځي چې د اجسامو د تماس سطحه هېڅکله اواره او مسطح 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 پامه اصطکاک تولیدوي.



اوس فرض کړئ یو جسم د (d) د شکل په څیر، د یوې افقي سطحې پرمخ د سکون په حالت کې دی. په جسم د  $\vec{s}$  قوه واردوو. په پیل کې د دې قوې کچه کوچنۍ او له سره برابره نیسو. هغسې چې جسم ساکن پاته شي. د (b) شکل، څرنگه چې جسم ساکن دی، د نیوټن د دویم قانون له مخې باید پر جسم دواړه قوه محصله صفر وي، نو له دې کبله باید د  $\vec{s}$  په څیر افقي قوه پر جسم وارده شوي وي. ترڅو د  $\vec{1}$  قوې د اغیز په څنډې کولو سره، د جسم د حرکت د تعجیل نیولو مخه نیول شوې وي.

(4-16) شکلونه

د  $\vec{s}$  قوه د اټکاء سطحه پر جسم واردوي. دې قوې ته، «د ستاتیکی اصطکاک قوه» وایو.

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

$$a = 0$$

$$1 - s = 0 \Rightarrow s = 1$$

که په همدې ترتیب سره د  $\vec{1}$  قوې کچه ور زیاته شي او د  $\vec{2}$  کچې ته یې ورسوو، په دې حالت کې که چیرې جسم همدا رنگه ساکن پاته شي، استدلال له مخې دي، پایلې ته رسیږو چې د اصطکاک ستاتیکی قوه هم زیاتېږي او له  $\vec{2}$  سره برابره شوي ده، له دې امله د  $\vec{s}$  قوې په زیاتولو سره د ستاتیکی اصطکاک قوه هم زیاتېږي.

که چیري په همدې ترتیب د  $\vec{F}_2$  قوي کچه ورزياته کړو او په  $\vec{F}_3$  يې ونښو، جسم د حرکت په بهیر کې واقع کېږي. دا په دې معنا دي چې که چیري د  $F_3$  کچه د  $F_2$  د قوي له کچې څخه لږڅه زیاته شي، جسم ساکن نه پاته کېږي او په حرکت پیل کوي. په دې حالت کې د اصطکاک قوي ته «د حرکت په حال د اصطکاک قوه» ویل کېږي او په  $F_{sm}$  ښودل کېږي. د نیوتن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي چې په وروستي حالت کې  $F_{sm} = F_3$  دی او همدارنگه د اصطکاک کچه د حرکت پر مهال کولای شو، له لاندې رابطې څخه لاس ته راوړو:  $F_{sm} = \mu_s \cdot F_N$ .

په دې رابطه کې  $F_N$  د اتکاء عمومي قوه ده،  $\mu_s$  د ستاتیکی په اصطکاک ضریب نومېږي چې د هغو سطحو یو له بله سره په تماس کې دی، د هغو د نوعیت او طبیعت تابع دی.  $\mu_s$  یو فزیکي کمیت یې له واحد دی. ولی؟

**یادونه:** د  $a$  رابطه یوازې په هغه حالت کې سمه ده چې جسم د حرکت په حال کې وي. له دې کبله د ستاتیکی اصطکاک پخپل وارد « $\mu_s$ » له کچې څخه کوچنی او زیات حد (Maximum) یې برابر له  $\mu_s$  یعنی:  $F_s \leq \mu_s \cdot F_N$  دی.

**مثال:** یو جسم له  $10\text{kg}$  کتلې سره د افقي سطحې پرمخ  $F_s = 0.4$  ستاتیکی اصطکاک له ضریب سره په  $25$  نیوتن قوي سره راکاږو، خو په خوځول قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوتن د قانون له مخې څومره وي؟

$$\left. \begin{aligned} m &= 10\text{kg} \\ \mu_s &= 0.4 \\ F_s &= 25 \\ V &= 0 \end{aligned} \right\}$$



شکل (4-17)

**حل:** څرنگه چې د  $F$  د قوي په واردولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاته کېږي، په پایله کې د اصطکاک څرگنده شوي قوه هم د ستاتیکی اصطکاک قوه ده. په دې حالت کې لرو چې:

$$F_s = 25$$


**پوښتنه:**

په مداخله شکل کې یو جسم له  $2\text{kg}$  کتلې سره د افقي سطحې پرمخ قرار لري او د  $F_1$  او  $F_2$  قوي چې د هرې یوې کچه  $5$  نیوتن ده، پر جسم واردېږي، جسم د حرکت په حال کې دی. د جسم او افقي سطحې ترمنځ د ستاتیکی اصطکاک ضریب پیدا کړئ.

$$= (10 \times 2)$$

شکل (4-18)

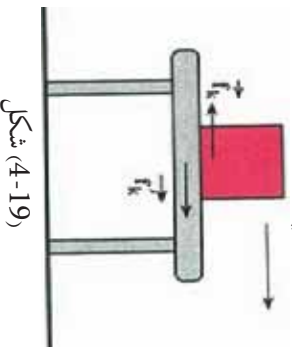


## د حرکتی (دینامیکی) اصطکاک قوه: فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقي سطحې پر مخ

راکارېږي. که چېرې صندوق نور نه راکارېږي، گورئ به چې سرعت یې ورو، ورو کمېږي او څو شېبې وروسته درېږي. که چېرې موټر چې د افقي سطحې پر مخ 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 لوری، په جسم وارده شوې وي. دا قوه د اصطکاک له حرکتی (دینامیکي) قوې څخه عبارت ده. کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پر مخ حرکت وکړي، د هر جسم د تماس سطحې ته موازي یوه قوه، د یو جسم پر جسم بل وارديږي چې د اصطکاک ډینامیکي (حرکي) قوه نومېږي. په دې ځای کې هم د پورته رابطې په څیر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot$$

$\mu_k$  عبارت دی، د دینامیکي (حرکي) اصطکاک له ضریب څخه.



شکل (4-19)

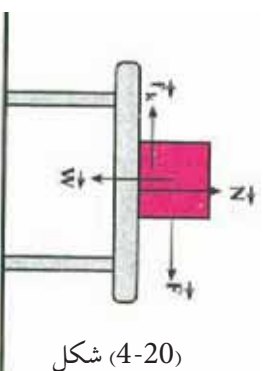
## بحث وکړئ:

د تیرلگي په بیلابیلو ډولګې «د ستاتیکي اصطکاک او حرکتی اصطکاک قوو ترمنځ توپیر» په هکله پخپلو کې بحث وکړئ او پایله یې پر لگوالوته واورئ.

**مثال:** یو جسم په  $12kg$  کتلې سره د یو تڼاب په مرسته چې ورسره وصل شوی دی، د افقي سطحې پر مخ راکارو، که چېرې د افقي تڼاب لوری، د دواړو جسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکتی اصطکاک ضریب مساوي له  $0.25$  سره وي. پر جسم وارده شوې حرکتی اصطکاک قوه څو نیوټنه ده؟ ( $g = 10m/s^2$  سره فرض کړئ).

**حل:** پر جسم واردي قوې په لاندې شکل کې ښودل شوي دي. څرنگه چې جسم د افقي سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کېږي، چې پر جسم دواړه قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دی:

$$\begin{aligned} - &= 0 \\ &= mg \\ &= 120 ( ) \\ &= \mu_k \cdot \\ &= 0.25 \times 120 \\ &= 30 ( ) \end{aligned}$$



شکل (4-20)

**مثال:** په مخکښي مثال کې، که چیرې تڼاب په  $36 =$  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 وارده شوو قوو محصله برابر ده له:

$$k = 30 \\ = 36 - 30 = 6$$

$$a = \frac{6}{m} \Rightarrow a = \frac{6}{12} = 0.5 \text{ m/s}^2$$

**تمرین:**

په مخامخ شکل کې، جسم له  $4 \text{ m/s}^2$  تعجیل سره د حرکت په حال کې دی. که چیرې د جسم کتله  $20 \text{ kg}$  وي، د حرکي اصطکاک ضریب یې پیدا کړئ.

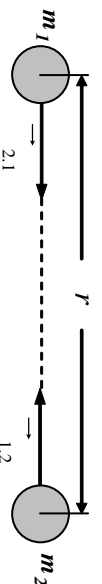


## 4-6: د نیوټن د جاذبي قانون

ایا تر اوسه موله خپله خانه پوښتلې چې ولې کله چې یو جسم پورته خواته غورځوو، پس له یوې مودې څخه بیرته ښکته لوړېږي؟ او یا ولې اوبه په ویا لوکې مخ ښکته حرکت کوي؟ له پخوا زمانو څخه، بشر پوهیده چې ځمکه، خپل نژدې جسمونه د ځان په لور راکاږي، دې قوې ته د جاذبي قوه وايي. نیوټن انګلیسي پوه (عالم) د جاذبي د قانون په بیانولو سره وښودله چې قوه، د دواړو جسمونو ترمنځ شتون لري. د نیوټن د جاذبي د قانون له مخې دواړه کتلې، په یوه وخت یوبل جالبوي. نیوټن د جاذبي قانون په لاندې توګه بیان کړ: «د دوو ذرو ترمنځ د جاذبي قوه د دواړو ذرو د 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 ذرو د کتلو ترمنځ واټن له لاندې رابطې سره سم له  $r$  سره برابر وي، د جاذبي قوې ( $F$ ) کچه د دوو ذرو ترمنځ له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

$$\vec{F}_{1,2} = - \vec{F}_{2,1} \Rightarrow \text{عمل او غیرګون (عکس العمل)}$$

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



شکل (4-21)

په دې رابطه کې  $G$  د جاذبي نړيوال ثابت نومېږي، په SI سيستم کې د کلي داندازه کولو واحد، کيلوگرام ( $kg$ )، د قوې د اندازه کولو واحد، نيوتن ( $N$ ). د فاصلې د اندازه کولو واحد، متر ( $m$ ) دی، نو  $G$  مساوي دی له:  $6.67 \times 10^{-11} \frac{m^2}{kg^2}$

**مثال:** دوه جسمونه له  $5kg$  او  $12kg$  کتلو سره په يو مترې واټن کې يوله بله لرې واقع دي، د هغو ترمنځ د جاذبي قوه محاسبه کړئ.

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

لکه څنگه چې پورتنی مثال راښيي، د جاذبي قوه د دوو جسمونو ترمنځ له وړوکتلو سره، صرف د جاذبي قوه راښيي.

### پوښتنه:



د ځمکې کتله تقريباً  $6 \times 10^{24} kg$  او د ځمکې شعاع تقريباً  $6.4 \times 10^6 m$  دی، د ځمکې د جاذبي قوه چې پر تاسو واردېږي، څو نيوتنه ده؟ (ددې قوې د محاسبې لپاره، د ځمکې کتله د ځمکې پر مرکز متمرکز فرض کړئ.

## د وزن قوه - د جاذبي تعجيل

په دويم څپرکي کې، د اجسامو د ازاد سقوط په بحث کې، پوه شوی چې د ازاد سقوط په حرکت کې تعجيل، د ټولو جسمونو لپاره يو شان اوله  $g$  سره برابر دی، هغه قوه چې د دې تعجيل د منځ ته را تلو لامل کېږي، د نيوتن له دويم قانون څخه يې په دې توگه محاسبه کوو.

$$(2) \quad \Rightarrow ma = mg \dots \Rightarrow a = g$$

له بلې خوا پوهيږو چې د وزن قوه، د جسم د سقوط سبب گرځي. که چېرې د وزن قوه په  $W$  وښيو،

$$(2) \quad \Rightarrow mg \dots (3)$$

د وزن قوه عبارت له جاذبې قوې څخه ده چې ځمکه يې پر جسم واردوي، که چېرې د ځمکې کتله او شعاع په ترتيب سره په  $M_e$  او  $R_e$  وښيو، د (1) رابطې څخه په گڼې اخيستلو کولای شو، د جسم وزن، يعنې پر جسم د ځمکې د جاذبي قوه دا ډول حساب کړو.

$$(4) \quad \Rightarrow \frac{m \cdot m'}{2} \dots$$

(3) او (4) روا بطو له پرته کولو دا پایله لاس ته راځي:

$$(5) \quad \Rightarrow g = \frac{m \cdot m'}{2} \dots$$

**نوٽ:** ڇو مره ڇي د ځمڪي له سطحي څخه لري شوه، د  $g$  ڪجهه ڪمپري، ڪه ڇيري د ځمڪي له سطحي څخه د  $h$  په ڪيفي ارتفاع ڪي،  $g$  او  $g'$  سره برابر فرض ڪرو، نو و به لرو:

$$g' = \frac{g}{(1+h)^2}$$


**ڇيڙه وکړئ:**

ڇيڙه وکړئ ڇي د جاذبي ثبوت  $G$  دلوري، حل لپاره د چالخوا محاسبه شوه، د هغه د کار طريقي په لنډه توگه ټولگي ته رپورټ ورکړئ.

**پوښتنه:**



ځمڪي د  $G$  قيمت د (1) رابطي په مرسته محاسبه شوه. دي ته په پام ڪولو سره ڇي د  $g$  منځنۍ ڪچه د ځمڪي په سطحي ڪي د  $9.8 \text{ m/s}^2$  په شاوخوا او د ځمڪي شعاع  $6.4 \times 10^6 \text{ m}$  دي. د ځمڪي ڪله محاسبه ڪړئ.

### پراشوت



شکل (4-22)

د پراشوت د حرکت د مطالعه ڪولو لپاره پکار دي، ڇي د يو جسم ازاد سقوط ڇي د سقوط پر مهال يي تعجيل د ځمڪي په فضا ڪي د هوا د مقاومت دشتون له امله په تغير ڪي دي، مطالعه ڪرو.

يو هوا باز له پراشوت څخه په دي موخه گټه اخلي ڇي د هوا د مقاومت يوه ستره قوه يي گڼي وي ترڅو وکولای شي، د خپل وزن له قوري سره موازنه منځ ته راوړي او هغه پورته خواته راکاږي. (د رابنڪلور دي قوري ڪچه حتي ڪه پراشوت خلاص هم نه وي، د صرف نظر وړ نه ده، په دي ډول حالت ڪي به، هوا باز له ډبر سرعت سره سقوط وکړي). پورته خواته د مقاومت د رابنڪلور قوه ڇي پر يوه جسم د سقوط په حال ڪي په هوا ڪي وارډيري (له دي وروسته به دا قوه په  $F_d$  وښيو)، د جسم د سرعت له زياتيدوسره په ائو مائيڪ ډول زياتيري او ڪچه يي د جسم د سرعت له مربع سره متناسب وي يعني:  $d = bv^2$

د  $b$  قيمت ثابت دي، د جسم د اندازي او شکل سره اړوند وي او د مقاومت د قوري لوري د حرکت د لوري مخالف وي. څرنگه ڇي د سرعت له زياتيدو سره، د مقاومت قوه زياتيري، نو ڪله ڇي د رابنڪلور د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دي حالت ڪي به خامضا سقوط ڪونډگي، جسم د تعادل په وضعيت ڪي واقع شي. هغه سرعت ڇي د مقاومت د قوري ڪچه په ڪي د جسم له وزن سره مساوي ڪيري، د جسم د حالي سرعت په نامه ياديري. ڪله ڇي د جسم سرعت د يو حد سرعت ته نژدي ڪيري، تعجيل ڪوچنی او ترټولو ڪمپري. ڪله ڇي جسم حالي سرعت ته رسيږي، تعجيل يي صفر ڪيري.



که حلدی سرعت په  $V_1$  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:  $d = mg = bV_1^2 \Rightarrow b = mg/V_1^2$

نو له دې امله د هر اختیاري سرعت لپاره لیکلای شو:  $d = mg \frac{V^2}{V_1^2}$

د جسم حلدی سرعت د هغه د کچې شکل او کتلې سره اړوند وي. لاندې جدول د څو جسمونو حلدی سرعت د بیلګې په ډول ښیي.

جسم	حلدی سرعت (m/s)
د چرګ بڼکه	0.5
د واورې دانه	1
د باران څانګې	7
هوا بارزله واز پراشوت سره	5-9
الوتنګې عقاب	50-60
هوا باز له الوتنګې پراشوت سره	80
مرمی	100

**مثال:** دوه هوا بازاران چې یو ډول پراشوتونه لري او کتلې یې (د پراشوتونو په ګډون)  $g$  او  $82.0g$  دي. کوم هوا باز حلدی زیات سرعت لري او د حلدی سرعتونو نسبت یې څو دی؟

### د مثال حل لپاره لارښوونې:

څرنګه چې پراشوتونه یو ډول دي، نو هیله داده چې په یو ټاکلي سرعت باید د مقاومت رابنګونو کې 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، ژر سقوط وکړي. له دې امله د  $g$   $82.0$  هوا باز باید ډېر حلدی سرعت ولري. د حلدی سرعتونو نسبت د ټاکلو لپاره، په پیل کې بیا مو چې څرنګه حلدی سرعتونه د کتلې مربوط کېږي، وروسته به په دې سرعتونو کار وکړو.

**حل:** د  $V_1$  په حلدی سرعت کې د مقاومت قوه باید د جسم له وزن سره مساوي وي یعنې:

$$mg = d = bV_1^2$$

خرنگه چي پراشوتونه يو ډول دی، گورو به چي د ثابت قیمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله  $V_1 \propto \sqrt{m}$ ، نو دروند هواپاز حلدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چي د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کي راوړي، بايد چټک حرکت وکړي. نو د حلدي سرعتونو نسبت به يې په دې ډول وي:

$$\frac{V_{12}}{V_{11}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{82,0 \text{ g}}{62,0 \text{ g}}} = 1,15$$

د  $g$  82,0 وزن لرونکي هواپاز حلدي سرعت د کم وزنه هواپاز له 1,15 چنده حلدي سرعت سره برابر دی يعني 15 يې چټک حرکت کېږي.

**مباحثه:** د  $g$  82,0 هواپاز 32 دروند دی، ځکه:  $\frac{82,0 \text{ g}}{62,0 \text{ g}} = 1,32$  خو حلدي سرعت فقط 15 ډېر دی او لامل يې دا دی چي د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقيماً متناسب دی يعني همدا 15 ډېر سرعت، د مقاومت قوه 32 زياتوي، يعني:  $(1,32)^2 = 1,74$

### تمرین

يو پيلوټ خپل ځان له پراشوت سره د ځمکي د سطحې له 2000m ارتفاع څخه له خپلې الوتکي غورځوي. که چيري د پيلوټ مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چي پيلوټ حلدي سرعت ته رسېږي، څومره ده؟

**مثال:** د باسکټبال يو توپ له پوړلوږ تعمير څخه را خوشي کېږي.

- a- د توپ لومړنی تعجيل په سقوط په موده کي څومره دی؟
- b- د توپ تعجيل په هغه وخت کي چي توپ خپل حلدي سرعت ته رسېږي حساب کړئ.
- c- د توپ تعجيل په هغه وخت کي چي سرعت يې د حلدي سرعت نيمالي ته رسېږي پيدا کړئ.

### د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د  $\gamma$  مثبت محور انتخابو تر څو د معمول په شان يې تقطعي د پورته په لور پرمخ په نښه کړو. څرنگه چي توپ د سکون له حالت څخه غورځول کېږي، نو له دې امله هغه يوازینی قوه چي د غورځولو په لومړۍ شېبه کي پرې عمل کوي، د ځمکي د جاذبي قوه ده په دې شېبه کي چي سرعت صفر دی، د هوا د مقاومت قوه هم صفر ده. کله چي توپ په حرکت کي دی، د مقاومت قوه پر جسم په وارده منبجه قوه کې ونډه لري.

### حل:

- a. څرنگه چي د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجيل مساوي د ازاد سقوط له تعجيل سره دی، يعني:  $\vec{a} \rightarrow (a = g)$
- b. کله چي توپ خپل حلدي سرعت ته رسېږي، د مقاومت د قوي کچه مساوي د توپ له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کي عمل کوي او څرنگه چي په دې حالت کي پر توپ منبجه قوه صفر ده. نو تعجيل په حلدي سرعت صفر وي، يعني:  $a = 0$

C. کله چې په نیم حدي سرعت کې د غورځیدو په حال دی، د مقاومت قوه مهمه ده، خو دا قوه د توپ له وزن څخه کمه ده. محصله قوه په ښکته لور او د دې له مخې تعجیل هم (خوږه 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.

$$d = mg \frac{V^2}{V_f^2}$$

او همدا رنگه پوهیږو چې دا قوه د وزن د لوري خلاف په پورته لوري عمل کوي، نو منته صمودي قوه په دې ډول لیکو:

$$\sum_y = d - mg = mg \frac{V^2}{V_f^2} - mg = mg \left( \frac{V^2}{V_f^2} - 1 \right)$$

د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره لرو:

$$\sum_y = ma_y$$

تر لاسه شوی تعجیل د قیمت د لاسته راوړلو لپاره کولای شو چې ولیکو:

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

په یوه وخت کې سرعت مساوي له نیم حدي سرعت سره دی، یعنې:  $\frac{V}{V_f} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{V^2}{V_f^2} = \frac{1}{4}$

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

نود توپ تعجیل  $a = 3/4 g$  او د  $a = g$  دواړه لوري مخ په ښکته دي.

**مباحثه:** څرنگه کولای شو، پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دی؟ که چېرې موږ د جسم

په حدي سرعت په اټکلي ډول پوه شو، په هغه وخت کې به پوه شو چې خوږه د جسم سرعت د هغه د حدي سرعت پرتله لږ وي، په هماغه کچه د هوا مقاومت تر ډېره د صرف نظر وړ نه وي.

### فعالیت:



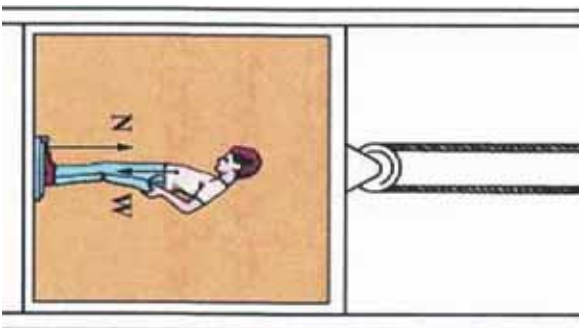
یو لور یا یو اوچت محل ته وختیږئ، پر یوې زینې پورته شئ اوله هغه ځایه یو توکری، ښکله کاغذ لکه د یکې کاغذې، جامګې او یوه پنځه افغانیګې سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سګې په وړاندې د صرف نظر وړ دی، خو دا چې له ډیرې لوړې ارتفاع څخه خوشې شي، په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذې توکری، په وړاندې ډېر د پام وړ دی او توکری تدریاً یو نا ځایه خپل حدي سرعت ته رسېږي. څو کاغذې توکری، له دوزنه تر څلورو دانو سره یوځای کړئ او هغوی له لومړني توکری سره یوځای خوشې کړئ. څه به وګورئ؟ د کاغذې توکریو حدي سرعت زیات دی؟ ولې؟



اوس يوه پوکړی کاغذ کلولا کړی او بیا هغه په یو وخت له سسکې سره خوشې کړی. و به گوری په داسې حال کې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرنې وړ دی. ولې؟  
 په دې هکله، په ډلگۍ بحث وکړئ او لاندې شکل ته چې یو ستر ویو سکوپیک تصویر دی او د دوو جسمونو سقوط په هوا کې له ډېر توپیري حلې سرعتونو سره ښیي، وگورئ، او په مرسته یې د هغه فعالیت په هکله چې ترسره کړی مو دی، په ډلگۍ بحث او مناقشه وکړئ (تصویرونه په زمانې وقفو 1، 15، 3 کې عکاسي شوي دي)  
 شکل (4-23)

### 4-7: لفت

لغت څه شی دی؟ ایا تراوسه موله ځانه پوښتنه کړې ده چې لغت د فزیک له نظره څنگه کار کوي؟ کله چې د لغت د نښه یاست او لغت د  $V$  په ثابت سرعت پورته او یا ښکته حرکت کوي، څه پېښیږي؟ او که چیرې لغت د  $a$  په ثابت تعجیل په حرکت پیل وکړي، څه پېښیږي؟ او ... دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به د دې لوست په پای کې هغو ته د ځواب ورکولو وړتیا ترلاسه کړئ.



پورته پوښتنو ته د ځواب ورکولو لپاره، لاندې مثال ته پام وکړئ:  
 فرض کړئ چې یوتن د  $m$  له کتلې سره د لغت د نښه یوه پوره فزري تله ولاړ دی. پرفزري تلي د واردې قوې کچه په لاندې دريو حالتونو کې تر مطالعي لاندې نيسو:

شکل (4-24)

- 1- که چیرې لغت ساکن وي: په دې حالت کې څرنگه چې لغت ساکن دی، په پایله کې د حرکت تعجیل به صفر وي. پر شخص واردې قوې په (4-24) شکل کې ښودل شوي دي، نو د نیوتن دویم قانون له مخې لیکلای شو:
 
$$a = 0$$

$$= - = 0$$

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

په دې حالت کې داسې پایله ترلاسه کولای شو چې: کله چې یوتن د لغت د نښه دی اود لغت تعجیل صفر دی، فزري تله یوازې د جسم د وزن قوه یعنې  $mg$  رانیښي.

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:

$$\begin{aligned} &= ma \\ - &= ma \\ -mg &= ma \\ &= ma + mg \\ &= m(a + g) \dots\dots (2) \end{aligned}$$

3- لفت د  $a$  ثابت تعجيل په لرلو بڼگنه لور په حرکت پيل کوي: په دې حالت کې هم، د حرکت تعجيل د  $a$  په کچه مخ په بڼگنه دی (د حرکت مخ بڼگنه لوري مثبت په نظر کې نيسو) او د نيوتن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو وليکو چې:

$$\begin{aligned} - & ma \\ mg - &= ma \\ &= mg - ma \\ &= m(g - a) \dots\dots (3) \end{aligned}$$

**نوټ:** د پورتيو درو 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 فزري تله يې نښي، د شخص له ريښتني وزن سره برابری، يعنې:  $( = )$ . کله چې لفت له ثابت تعجيل سره مخ پورته حرکت کوي، هغه عدد چې فزري تله يې نښي، د شخص له واقعي وزن څخه ډېر دی، يعنې  $( > )$ ، کله چې لفت د مثبت تعجيل په لرلو سره مخ په بڼگنه حرکت کوي، هغه عدد چې فزري تله يې نښي د شخص له ريښتني وزن څخه کم دی، يعنې:  $( < )$ .

**مثال:** يوتن له  $70\text{kg}$  کتلې سره د لفت د دننه ولاړدی، هغه عمودي قوه چې د لفت قاعده يې پر شخص واردوي، په لاندې حالاتو کې محاسبه کړئ.

- a- لفت ساکن دی
  - b- لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.
  - c- لفت په  $2m/s^2$  ثابت تعجيل پورته خوا ته 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:
- $$\begin{aligned} &= - = mg \\ &= mg \\ &= 70 \times 10 = 700 \end{aligned}$$

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  $700 = \text{دې}$ .

c) په دې حالت کې د حرکت تعجیل  $12m/s^2$  او مخ په پورته خواته دي او د نیوټن دویم قانون ته په پام کولو ولرو چې:

$$\begin{aligned} - &= ma \\ -700 &= 70 \times 2 \\ &= 840 \end{aligned}$$



#### پوښتنه:

یو تن په لفت کې د بېرې فزې تېي د پامه ولاړ دی. د نوموړي شخص کتله  $50 \text{ kg}$  ده، په لاندې حالتونو کې فزې تله کوم عدد نښي:

- a- لفت له  $2m/s^2$  تعجیل سره مخ پورته خواته حرکت کوي.
- b- لفت له  $2m/s^2$  تعجیل سره مخ ښکته خواته حرکت کوي.
- c- لفت په ثابت سرعت حرکت کوي.

## د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدارونه

لکه څنګه چې پوهېږو، مصنوعي سپوږمۍ د ځمکې په شاوخوا کې تقریباً د یوه دایره یي مسیر پر مخ حرکت کوي. اوس فرض کړئ چې یو سړی د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دی ستاسو له نظره نوموړي سړی خپل حرکت نسبت ځمکې ته څنګه ویني؟ کومې قوې په مصنوعي سپوږمۍ عمل کوي؟



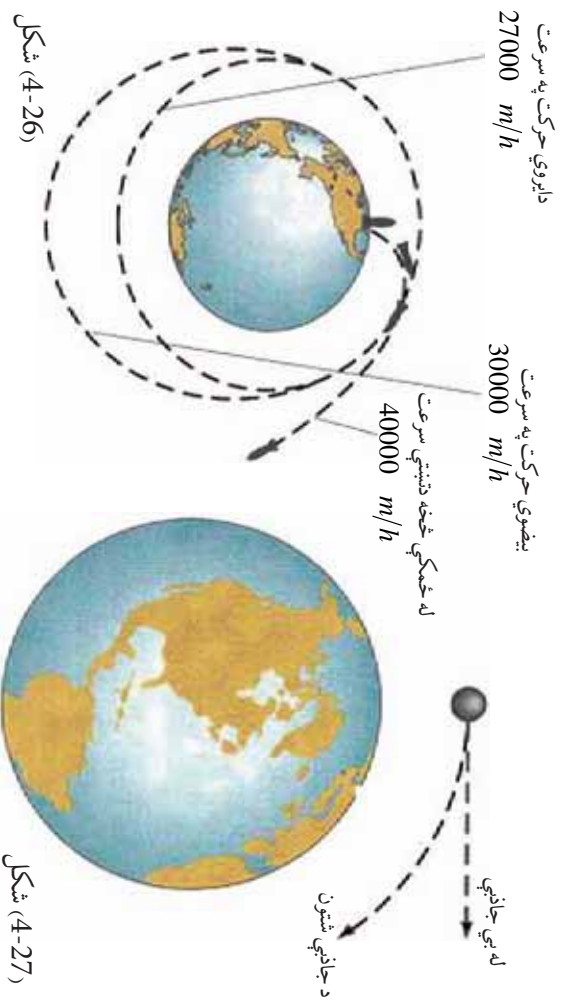
هغه سړی چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، چې مصنوعي سپوږمۍ تل له ځمکې څخه همدا یووالن لري (د دایروي مسیر له امله یې). یا په بل عبارت دغه سړي گوري چې مصنوعي سپوږمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه دی .

شکل (4-25)

نوله دي امله نوموړي 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 وایو چې په مصنوعي سپوږمۍ دوي قوي عمل کوي. یوه د جاذبې قوه  $mg$  او بله له مرکز څخه د تینټي قوه  $m\omega^2$ ، چې دواړه قوي یوه له بلې څخه په مخالفو لورو کې دي. څرنگه چې مصنوعي سپوږمۍ د هغه سړی له نقطه نظره چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دي، ساکن دي، نوله دي امله ویلی شوي چې دوي پورتنۍ قوي یوه له بلې سره د توازن په حال کې دي. او یا په بل عبارت، دا دوي قوي یوه له بلې سره مساوي دي. یعنې:

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

$$g = \omega^2$$



څرنگه چې  $\omega = \frac{V}{r}$  دی او  $V$  د مصنوعي سپوږمۍ خطي سرعت دی، نو د قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$g = \frac{V^2}{r} \dots (2)$$

له دې څخه پایله تر لاسه کېږي هغه سړی او نور شیان د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې د حرکت پر مهال بې وزله کېږي. ځکه د (1) معادلي په اساس د مصنوعي سپوږمۍ وزن مساوي دی، له مرکز څخه تینټي قوي سره او د هغو محصله صفر ده.

## د څلورم څپرکي لنډيز



- د نیوټن د حرکت قوانین، په کلاسیک فزیک کې د حرکت پېژندنې ډېر مهم قوانین دي.
- د نیوټن لومړی قانون (دعطالت یا انرشیا قانون) بیانوي چې: یو جسم د سکون حالت او د مستقیم خط پرمخ خپل حرکت ساتي، خو کله چې د یوې قوې تراغېزې لاندې، د خپل حالت تغییر ته اړ کړای شي.
- مصنوعي سپوږمکۍ چې د بشر لخوا هوا ته توغول کېږي، د نیوټن له درېم، قانون څخه ګټه اخیستل کېږي.
- د نیوټن دویم قانون بیانوي چې: که چېرې پر یوه جسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجیل اخلي چې پر جسم د واده 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.

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

- د نیوټن درېم قانون بیانوي چې: هر کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واده کړي، دویم جسم هم په لومړي جسم برابر قوه په مخالف لوري واردي، چې په لاندې توګه لیکل کېږي.

$$\begin{aligned} \vec{1.2} &= - \vec{2.1} \dots\dots\dots \\ \text{له وکتوري پلوه} & \\ \text{له سکالري پلوه} & \quad 1.2 = 2.1 \dots\dots\dots \end{aligned}$$

- د اټکاء عمومي قوه، یو له هغو قوو څخه ده چې ځانګړی قانون ورته نه لري، یعنې داسې رابطه نه شته چې په مرسته یې وکولای شو، د دې قوې کچه محاسبه کړو، لکه څنګه چې مولوسټل، د دې قوې کچه د نیوټن د دویم قانون په مرسته محاسبه کړو.

- د ستاتیکي اصطکاک قوه: جسم نسبت و هغه سطحې ته چې پرې ایښي، راکښ شوي خو، ساکن باقي پاتې کېږي، په دې حالت کې، د اصطکاک قوې ته دستاتیکي اصطکاک قوه وايي. د ستاتیکي اصطکاک قوه د لاندې رابطې له مخې لاس ته راځي:  $f_s = \mu_s \cdot s$
- کله چې جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې حرکت کوي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د حرکتې (د ډینامیکي) اصطکاک قوه وایو چې په لاندې ډول لیکل کېږي:  $f_k = \mu_k \cdot k$



$\mu$  او  $\mu$  په ترتيب سره د ستاتيکي او د پناميکي اصطکاک له ضريب څخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

که چيرې د دوو ذرو کتلې  $m_1$  او  $m_2$  وي او د دوی تر منځ واټن  $r$  وي، د  $F$  د دوو ذرو ترمنځ د جاذبې قوې کچه له لاندې رابطې څخه په لاس راځي: 
$$F = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$
 پورتنۍ رابطه د نيوتن 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 جاذبې قوې څخه ده چې ځمکه يې پر جسم واردوي.

- د ځمکې د جاذبې د قوې کچه چې پر جسم واردېږي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:

$$= \frac{m}{2}$$

- د مقدار د  $g = \frac{g}{2}$  له رابطې څخه لاسته راځي.

- که چيرې جسم د ځمکې له سطحې څخه د  $h$  په ارتفاع کې وي، په پايله کې پورتنۍ رابطه په لاندې شکل ليکل کېږي:

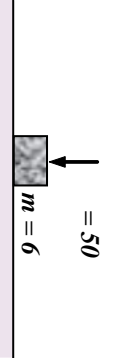
$$g = \frac{g}{(1 + h)}$$

- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، سره، که چيرې لفت له ثابت تعجيل سره منځ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال < څخه، او که چيرې لفت له ثابت تعجيل سره منځ په ښکته حرکت وکړي، په پايله کې < څخه وي.

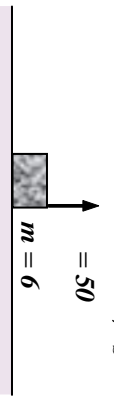
- پر مصنوعي سپوږمکيو دوي قوې عمل کوي، يوه يې د جاذبې قوه (مرکز ته د جذب قوه) او دويمه يې له مرکز څخه د تېښتې قوه.

## د څلورم څپرکي پوښتني

1. د نيوتن د حرکت قوانين کوم شیان بيا نوي؟
2. د نيوتن لومړی قانون تعريف کړئ او له دې قانون څخه څه پایله تر لاسه کولی شو؟
3. عطالت يا انرشيا تعريف کړئ.
4. د نيوتن دویم قانون بيان کړئ او اړیکه يې د اندازه کولو له واحدونو سره ذکر کړئ
5. د نيوتن درېم قانون تعريف کړئ.
6. يو موټر ولې په يو افقي سرک چي مخه يې کنگل دی، نشي کولای د سرک له گولايي څخه تابعيت وکړئ او د مستقیم خط په امتداد له سرک څخه منحرف کېږي؟
7. د نيوتن له لومړي قانون څخه درې مثالونه بيان کړئ.
8. پر يو جسم له  $2Kg$  کتلې سره ،  $20$  نيوتنه قوه واردېږي.
  - a- د جسم د حرکت تعجيل محاسبه کړئ.
  - b- که چېرې قوه،  $30$  نيوتنه شي، د حرکت په تعجيل کې څه ډول تغيير رامنځ ته کېږي؟
  9. دوه جسمونه له  $m_1$  او  $m_2$  کتلو سره چي پر يوې افقي سطحې د سکون په حالت کې دي ، د يو ډول قوو تر اغيز لاندې په حرکت پيل کوي. که چېرې د  $t$  زمان له تيريدو څخه يې سرعت په ترتيب سره  $v_1$  او  $v_2$  شي، د  $\frac{v_2}{v_1}$  نسبت محاسبه کړئ.
  10. يو جسم د سقوط په حال کې دی (د هوا له مقاومت څخه تيرشي) کومې قوې پرې واردېږي؟ د دې قوو عکس العمل مشخص کړئ.
  11. د نيوتن د جاذبي قانون بيان کړئ او رابطه يې وليکئ.
  12. دوه جسمونه له  $2Kg$  او  $5Kg$  کتلو سره يو له بل څخه په  $\sqrt{6.67}$  متري واټن کې لري دي، د هغو ترمنځ جاذبي قوه حساب کړئ.
  13. په لاندي شکلونوکې د انکاء عمودي قوه حساب کړئ ( $g = 10 m/s^2$  دي فرض شي)
 



(a)



(b)

14. له شکل سره سم، يو جسم له تناب سره تړلی او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلی دی.
 

- a- که چېرې د ستگاه له  $2m/s^2$  تعجيل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو اکشش (قوه معلومه کړئ).
- b- که چېرې د ستگاه له  $2m/s^2$  تعجيل سره مخ په لاندي حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو قوه به څو نيوتنه وي؟

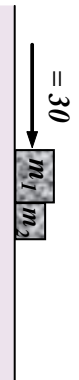
$$m = 10$$

- c- که چیري د ستگاه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تباب د رابنډلو قوه به څومره وي؟
15. د اصطکاک دقوي د ډولونو نومونه واخلئ او څرگنده کړئ، چې دا قوي څه وخت څرگندېږي.
16. یو جسم له  $20\text{Kg}$  کتلې سره د یوې افقي سطحې پرمخ چې ستایکي ضریب یې  $\mu_s = 0.5$  سره ایښی او هغه په  $25$  نیوتن افقي قوي سره راکارو، خو په ښور ولولې قادر نه یو د اصطکاک قوه به د نیوتن پر بنسټ څومره وي؟

17. یو جسم د یوه فنر له څوکي سره په یو لښت کې څړول شوی دی، د جسم کتله  $5\text{Kg}$  او د فنر ثابت  $1000 / m$  دی. د فنر د اوږدوالي بدلون په لاندې حالتونو کې حساب کړئ:
- a- لفت له  $3m/s^2$  تعجیل سره مخ پورته په حرکت پیل کوي.
- b- لفت له  $3m/s^2$  تعجیل سره مخ ښکته په حرکت پیل کوي.

- c- لفت له ثابت سرعت سره حرکت کوي.
18. غواړو یو جسم ته چې  $10\text{Kg}$  کتله لري،  $3m/s^2$  تعجیل ورکړو، د هغې قوي کچه چې باید پرې واده 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 اوزي اوصفا افقي سطحې پرمخ دي، د  $m_1$  کتلې کچه له  $10\text{Kg}$  او د  $m_2$  کتلې کچه  $5\text{Kg}$  ده، د افقي قوه چې کچه یې  $30\text{N}$  ده، د شکل په څیر، په  $m_1$  وادېږي، هغه په حرکت راوړي، پیدا کړئ چې د  $m_2$  کتلې لخوا څومره قوه په  $m_1$  کتلې باندې وادېږي؟



20. دځمکې د کروي کتله  $6 \times 10^{24} \text{kg}$  او د سپوږمۍ د کروي کتله تقریباً  $7.4 \times 10^{22}$  او د ځمکې د کروي د مرکز واټن د سپوږمۍ د کروي له مرکز څخه تقریباً  $4 \times 10^5 \text{ km}$  دی.
- a- د جاذبې قوه چې ځمکه یې پر سپوږمۍ وادوي، محاسبه کړئ او وولئ 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.

## پنځم څپرکی کار، میخانیکي انرژي او طاقت



ورزش کوونکي ډیسیس بال په توپ د پوي قوي په تطبیقولو سره، په یو لور او چټک سرعت سره تعجیل اچستلو ته چمتو کوي. هغه د پوي داسې قوي په تطبیقولو سره چې پرمخت په نبي ښايي توپ ته په متروبو د موقعیت تغییر ورکوي، یو داسې کار په ترسره کړي چې مجموعه به یې له  $(\frac{1}{2}mv^2)$  حرکتی انرژي سره مساوي، چې د توپ د سرعت ورکولو لپاره اړینه ده وي. همدې لاسته راغلي پایلې ته د رکار- انرژي) قانون وايي.

تر اوسه پوري مور د یو جسم انتقالی حرکت د نیوتن د درو قوانینو له پلوه مطالعه کړ، د پورتنیو قوانینو پر بنسټ، قوي د حرکت ټاکونکي کمیت په توگه مرکزي رول لوباو. په دې څپرکی او تردې وروستی څپرکی کې به، مور له مختلفو تحلیلونو سره د انرژي او مومنت کمیتونو له پلوه د اجسامو د انتقالی حرکت په هکله بحث وکړو.

د انرژي او مومنت بنسټیز اهمیت د هغو د تحفظ په ځانگړي خاصیت کې دی. یعنې هغوی په عمومي حالتونو کې ثابت پاته کېږي. د تحفظی مقادیر و شتون نه یوازې دا چې مور ته د نړۍ په طبیعت کې د ژور لیدلو قدرت راکوي، بلکې د عملي مسایلو حل ته د رسیدو بله لار موز ته رابښي. د انرژي د تحفظ او مومنت قوانین په ځانگړي ډول د اجسامو له مختلفو سیستمونو سره چې له بیلابیلو قوو سره سرواکار لري او د هغو اړوندو مسایلو حل چې ډېر گران اویا ناشونی ښکاري، ډېر د اهمیت وړ دی. دا قوانین په پراخ طیف کې، پدیدې او پیښې د اټوم او هستوي ذرو د نړۍ د پدیدو په گډون چې نور پکې د نیوتن قوانین عملي ندي، د تطبیق وړ دي. په دې څپرکي کې به یو تاسو د دوو ډېرو مهمو مفاهیمو یعنې کار او انرژي د بیلابیلو ډولونو په هکله چې له میخانیک سره تړاو لري معلومات ترلاسه کړئ. دغه دوه کمیټونه اسکار دي او څرنگه چې جهت لرونکي نه دي، مطالعه یې نسبت وکتوري مقدارونو ته آسانه ده. حرکتی انرژي چې له حرکت سره اړیکې لري او ذخیره وي انرژي چې د یو جسم له موقعیت سره تړاو لري، د انرژي دوه ډولونه دي چې په دې څپرکي کې به 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 هغه کاري کچې له مخې چې د هغو په مرسته ترسره کېدای شي او هغه طاقت چې تولیدوي یې تشریح کېدای شي، چې ددې څپرکي په پای کې به د نوموړو مفاهیمو په هکله اړین معلومات او بللنیا ترلاسه کړئ.

## هغه کار چې د ثابتې قوې په مت ترسره کېږي

د کار مفهوم څه شی دی؟ هغه کار چې د یوې ثابتې قوې پر مت ترسره کېږي، څه ډول دی؟ څنگه کولای شو کار د فزیک له مخې وڅیړو؟ د اتم ټولګې په فزیک کې تریوي اندازې د کار له مفهوم سره بلد شوی، د هغه څه یادولو لپاره چې د اتم ټولګې په فزیک کې مو مطالعه کړ، لاندې فعالیت ترسره کړئ.

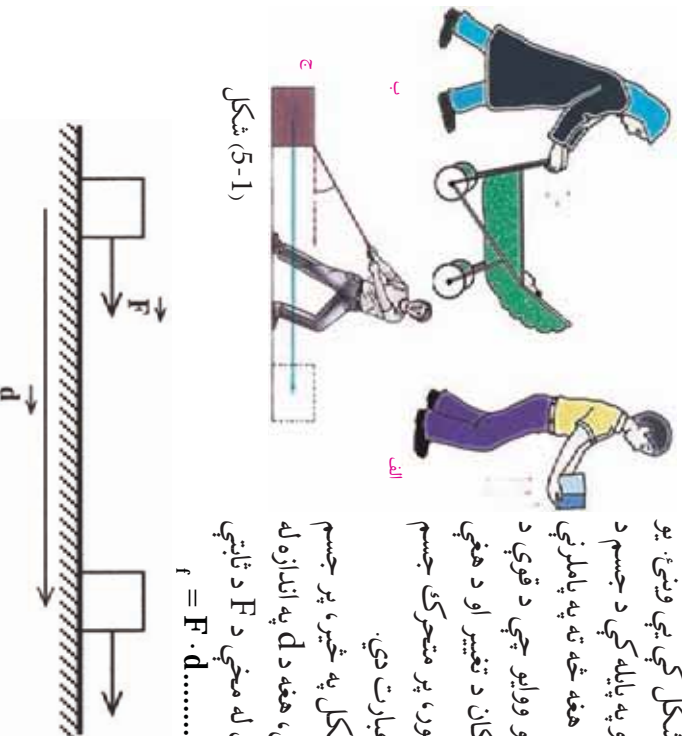
### فعالیت:



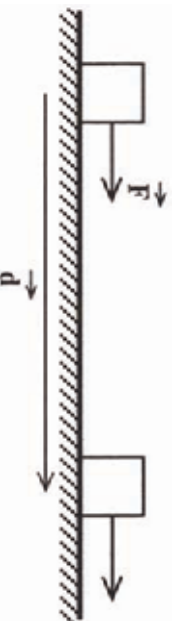
هغه شمېر کارونه، چې په خپل چاپېریال کې یې ونډه او یا له هغو سره مخامخ کېږئ یوې لیکې او خپل ټولګې ته یې وړاندې کړئ. ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې ځانګړنې او ګڼه عناصر شته؟ دا پوښتنه په بېلابېلو ډلو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیا یې ټولګې ته وړاندې کړئ.

پورتنۍ ډګر شوي فعالیت ته په پام کولو سره، په کارونو کې چې ترسره کېږي، دوه ګڼه عنصرونه شتون لري.

1. پر اجسامو قوه واردېږي.
  2. پر اجسامو د قوې دا عمل له امله، هغوی د حالت او موقعیت له تغیر سره مخامخ کېږي.
- لکه څنګه چې په (5-1) شکل کې یې ونډه، یو سړی پر جسم قوه واردوي او په پایله کې د جسم د مکان د تغیر سبب ګرځي. هغه څه ته په پاملرنې چې وویل شول. کولای شو ووايو چې د قوې د مرکبې ضرب حاصل د مکان د تغیر او د هغې لخوا د وهل شوي واټن په لور، پر متحرک جسم د عاملي قوې له کار څخه عبارت دی. یعنې که چېرې د (5-2) شکل په څیر، پر جسم د  $\vec{F}$  په کچه قوه ورده شي، هغه د  $d$  په اندازه له ځایه بیخپه کړي، د تعریف له مخې د  $F$  د ثابتې قوې کار عبارت دی له:  $(1) W = F \cdot d$



شکل (5-1)



شکل (5-2)

د کار د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له  $m$  څخه دی چې ژول نومېږي او د [ په نښې ښودل کېږي، یعنې

$$1 \cdot m = 1 \dots\dots\dots (2)$$

د CGS په سیستم کې، د کار د اندازه کولو واحد عبارت له ارگ ( $rg$ ) څخه دی، چې په لاندې توګه وړاندې کېږي:

$$1 \text{ rg} = 1 \text{ dm} \dots\dots\dots (3)$$

په انګلیسي سیستم کې کار په فوت پونډ ( $oot - o \text{ d}$ ) سره اندازه کېږي، چې په دې ډول وړاندې کېږي:

$$1 = 10^7 \text{ rg} = 0.7376 \text{ t} - 1b \dots\dots\dots (4)$$



**پوښتنه:** د ټولګي په مختلفو ډلو کې (4) رابطه د ډلو د غړو په مرسته ثابتې کړئ. کار عبارت له یو سکالاري کمیت څخه دی. مثلاً که چېرې په (2-5) شکل کې کار د ځای او موقعیت له خوږ پرله پسې (متوالي) بدلون سره ترسره کړو، ټول کار کولای شو د ترسره شوو کارونو له جبري مجموعې څخه د ځایونو په هر بدلون کې لاس ته راوړو.

**مثال:** یو تن 70 افقي قوه پر یوه جسم وارد وي او هغه د 10m په اندازه بې ځایه کوي، هغه تن څومره کار کوي؟

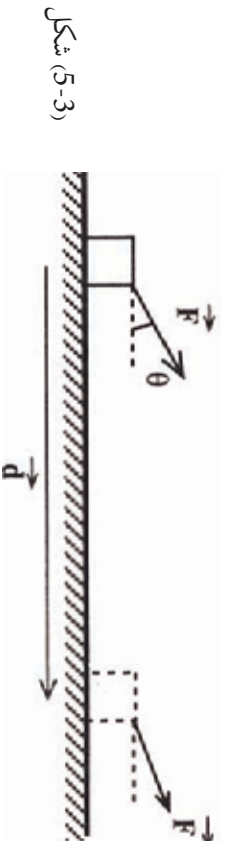
**حل:** له (1) رابطې څخه لرو چې:

$$= \cdot d$$

$$= (70) (10m) = 700$$



**پوښتنه:** که چېرې یو تن له 30 سره برابره قوه پر یوه جسم وارد 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 واړه 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 کړو چې پر جسم واړه قوه د (3-5) شکل په څیر د ځای د بدلون له وکتور سره د  $\theta$  زاویه جوړوي. په دې حالت کې د F ثابتې قوې کار په لاندې ډول وړاندې کېږي:

$$= \cdot d \cos\theta \dots\dots\dots (5) \text{ او یا } = \cos\theta \cdot d$$


(3-5) شکل

**نوت:** که چیري د (5) په رابطه کې،  $\theta = 0$  شي، په پایله کې د (1) رابطه به لاس ته راشي.

**مثال:** 10N قوه په یوه جسم د  $60^\circ$  زاويې لاندې واردوو د (F) قوې کار د ځای په شپږمې متري بدلون کې حساب کړئ:

$$= \cdot d \cos \theta$$

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

**حل:** د (5) رابطې له مخې لرو چې:

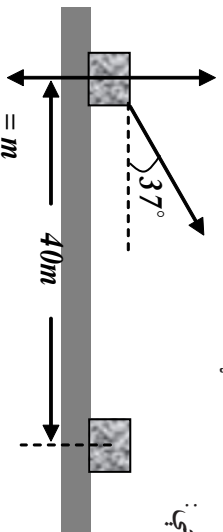
قوه کولای شي چې پریوه جسم عمل وکړي، خو هېڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسو د بښونځي خپل بکس په لاس کې ونیسئ او ودرېږي، په دې حالت کې کار نه ترسره کوئ ولې؟

**مثال:** یو تن له  $100 =$  ثابتې قوې سره، 50Kg جسم د  $40m$  په اندازه بې ځایه کوي. که چیري د زاويې د وکتور او د ځای بدلون وکتور زاویه  $37^\circ$  وي او د اصطکاک قوه  $50$  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 شوي کار له صفر سره مساوي دي، ځکه چې:

$$g = m \cdot g \cdot d \cos 90^\circ = mgd \times 0 = 0$$

$$= \cdot d \cdot \cos 90^\circ = d \times 0 = 0$$

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

$$= d \cos \theta = (100) (40m) \cos 37^\circ = 32000$$

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

$$r = \cdot d \cos 180^\circ = (50) (40m) (-1) = -2000$$

b) د ترسره شوي کار مجموعه ( ) عبارت ده له:  $r =$

$$r = 0 + 0 + 32000 - 2000 = 12000$$

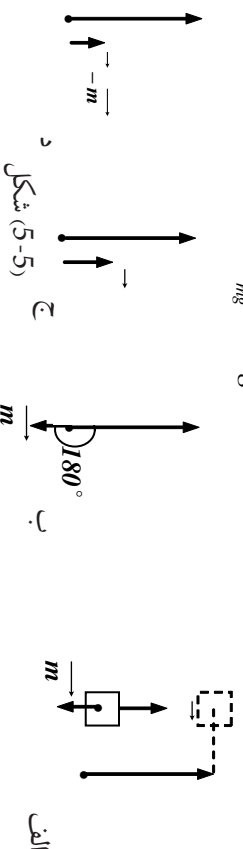
**مثال:** یو جسم د  $m$  له کتلې سره د (5-5) شکل سره سم د  $h$  په اندازه پورته ورو، د وزن د قوې کار

څومره دی؟

**حل:** په دې حالت کې د وزن او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه  $180^\circ$  ده.

په پایله کې:

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

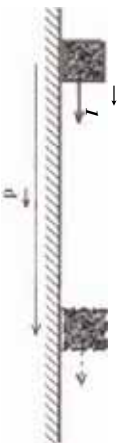


**تمرین:** په شکل کې د  $F$  ثابتې قوه په (افقي امتداد کې په یو جسم د  $m$  په کتله وارديږي او هغه د یوې

سطحي پرمخ له  $14$  حرکتی اصطکاک له ضریب سره بیخپه 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 قوې د محصلې کار



## 5-2 کار او حرکتی انرژی

د پخوانیو معلوماتو له مخې پوهیږو چې د یو جسم حرکتی انرژی د  $m$  کتله او د  $v$  سرعت له  $\frac{1}{2}mv^2 =$  رابطې سره ښودل کېږي.

کله چې یو توپ لومړی په عمودي ډول هوا ته غورځوو، د توپ سرعت په تدریجي توګه کمېږي. په دې معنا کې چې د توپ حرکتی انرژی د پورته تلو 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 انرژی د ښکته راتلو پر مهال زیاتیږي.

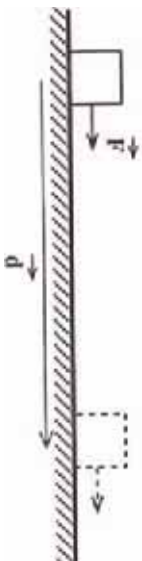
مورز په ورځني ژوندانه کې په خپل چاپیریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژی د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې برک یې کړی، حرکتی انرژی یې کمېږي او.....

### فعالیت:

نورې ښاګې چې د حرکتی انرژی د بدلون په هکله په خپل چاپیریال کې ونښ، وبې لیکئ او ټولګې ته یې وړاندې کړئ.



د کار او حرکتې انرژي د رابطې د ښې څیړنې لپاره، یو جسم  $m$  په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کې ونیسئ. چې د وارده قوو محصله پزې ثابتې او له  $\rightarrow$  سره برابر دي او جسم ددې قوې تر اغېز لاندې د  $d$  په اندازې پر یوه افقي سطحه د مکان تغیر کوي.



شکل (5-6)

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

$$(1) \dots \dots \dots 2ad = v_2^2 - v_1^2 \text{ اویا } \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d}$$

د  $m \cdot g = r$  په رابطه کې ددې رابطې په ایښودلو سره لرو چې:

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

$$(2) \dots \dots \dots \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow$$

ددې رابطې د ښې اړخ اول حد، د جسم حرکتې انرژي په (2) نقطه کې، او دوهم حذبې د جسم حرکتې انرژي په (1) نقطه کې دي.

په پایله کې که چېرې دوي حرکتې انرژي په ترتیب سره په  $K_2$  او  $K_1$  وښیو لاندې رابطه په لاس راځي:

$$k_2 - k_1 = \Delta k \dots \dots (3) \text{ او یا:}$$

(3) رابطه د کار او انرژي قضیې په نامه یادېږي. او ددې قضیې له مخې پر یو جسم د محصله قوو ورکړ شوي کار د ځای په بدلون کې، د جسم د حرکتې انرژي له بدلون سره په همغه د ځای له بدلون برابر دی. ددې قضیې پر بنسټ که چېرې د محصله ثابتو قوو کار وي،  $k_2 \leq k_1$  دی او حرکتې انرژي کمېږي، او همدارنګه که چېرې د محصلو قوو کار صفر وي،  $k_2 = k_1$  دی او د جسم حرکتې انرژي تغیر نه کوي.



### مفهومې پوښتنه: د اجسامو په حرکتې انرژي کې

1. که چېرې د جسم کله دوه برابره شي، حرکتې انرژي به په څومره کچه تغیر وکړي؟
2. که چېرې د جسم سرعت دوه برابره شي، د جسم حرکتې انرژي به په څومره کچه تغیر وکړي؟ (په ټولګي کې پرې بحث وکړئ)

**مثال:** یو جسم له  $1\text{Kg}$  کتلې سره له  $10\text{m}$  ارتفاع څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخیستلو، وټاکئ، کله چې جسم ځمکې ته رسېږي، حرکتې 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:

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

دا چې د جسم اولیه حرکتې انرژي صفر ده، نو کولای شو ولیکو:

$$= k_2 - k_1$$

$$100 = k_2 - 0 \Rightarrow k_2 = 100$$

**مثال:** یو موټر په  $1500\text{kg}$  کتلې او  $72\text{ m/h}$  سرعت په حرکت کې دی، که چېرې د زیور برک ونیسي، موټر له یو څه واټن څخه وروسته درېږي. د اصطکاک د 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 حرکتې انرژي یې مخکې له برک کولو څخه مساوي دي له:

$$k_1 \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} (1500\text{kg}) (20\text{m/s})^2 = 300.000$$

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

$$x = \overset{f}{=} + \overset{mg}{=} - 300.000 = -300.000$$

$$f = k_2 - k_1 = 0 - 300.000 = -300.000$$

**تمرین:** یو موټر چې له یو تن کتلې او له  $36\text{ m/h}$  سره په حرکت کې دی، د موټر زیور ناڅاپه برک کوي. که چېرې د سرک او د موټر د ټایرونو تر منځ د اصطکاک ضریب  $0.5$  وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته درېږي؟ ( $g = 10\text{m/s}^2$  فرض شي).

**تمرین:** یو جسم د  $h$  له ارتفاع څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخیستلو سره یې سرعت په  $3/4h$  کې پیدا کړئ. (د هوا له مقاومت څخه تیر شي).

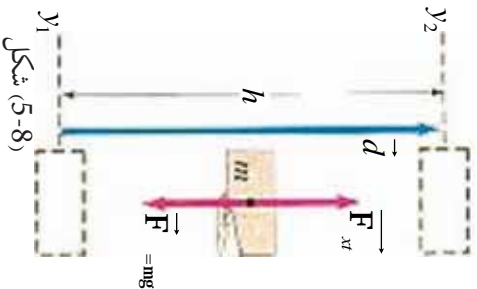
**تمرین:** څومره کار په کار دی، تر څو یو موټر له  $1000\text{Kg}$  کتلې سره د  $20\text{m/s}$  سرعت په لرلو سره  $30\text{m/s}$  ته ورسېږي.

## کار او د پتانسیل انرژي

په پخواني لوست کې مو د کار او حرکي انرژي په هکله موضوعات زده کړل او د کار او حرکي انرژي ترمنځ رابطه مو په لاس راوړه. اوس ددې پوښتنې څیړنې ته مخه کوو چې دکار او پوتانسیل انرژي ترمنځ رابطه څنگه ده؟ لکه څنگه چې پوهیږو د پوتانسیل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې یو جسم یې د ځمکې له سطحې څخه د خپلې ارتفاع له امله لري. یعنې که چېرې یو جسم د (5-7) شکل په څیر د ځمکې له سطحې څخه د  $h$  په ارتفاع کې واقع وي، د پوتانسیل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره باید کار ترسره کړو. نو ددې کار ترسره کیدو له امله جسم د پوتانسیل جاذبوي انرژي لاس ته راوړي ده، نو وپلی شو چې د پوتانسیل د انرژي په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخیره کېږي.



شکل (5-7)



شکل (5-8)

په دې لوست کې د انرژي په کمې ډول تعریف او له کار سره به یې رابطه لاس ته راوړو.

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

$$= d \cos\theta = m \cdot g \cdot h \cos 0^\circ = mg(h_2 - h_1)$$

په پایله کې کولای شو ولیکو چې:  $mg(h_2 - h_1) = \Delta$

یعنې هغه کار چې د  $F$  قوې لخوا د  $m$  د کتلې د پورته کولو لپاره د  $h_1$  له ارتفاع څخه د  $h_2$  ارتفاع ته مصرفیږي، په هغې کې د پوتانسیل د انرژي له تفاضل څخه عبارت دی، یعنې:  $\Delta$

پورتنیو ټکو ته په کتو کولای شو، د پوتانسیل جاذبوي انرژي په لاندې توګه تعریف کړو:

د یو جسم د پوتانسیل جاذبوي انرژي نسبت ځمکې ته په یوه نقطه کې برابر دی، له هغه کار سره چې مورنۍ ترسره کړو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د ځمکې له سطحې څخه تر یادې شوي نقطې پورې یوسو.



د تړانګې په بېلابېلو ډولونو کې (5-8) شکل ته په پام کولو، د جاذبوي قوه لاس ته راوړئ. په ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې تړانګې ته وړاندې کړئ.



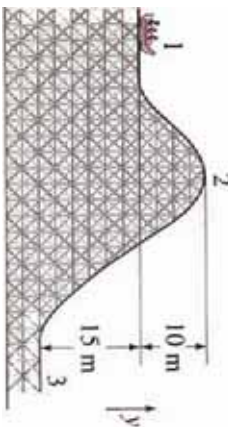
### فنايت:

د توڼگي په بيلابيلو ډلو کې لاندې جدول دياود شوو ارتفاعگانو لپاره، بشپړ کړئ. او پايله يې توڼگي ته وړاندې کړئ.

ارتفاع	حروي انرژي	سرعت	د پوتانسيل انرژي	د حروي او پوتانسيل انرژيو مجموع
$h$				
$1/2$				
$1/4h$				
$0$				

**نوټ:** د يادولو وړ ده، چې که چېرې له ثابت سرعت سره شرط د پوتانسيل د انرژي په تعريف کې نه وای دکر شوی، د بيلگې په توگه د جسم سرعت زياتېده او د کار يوه کچه د جسم د حروي انرژۍ د زياتيدو لپاره مصرفېده.

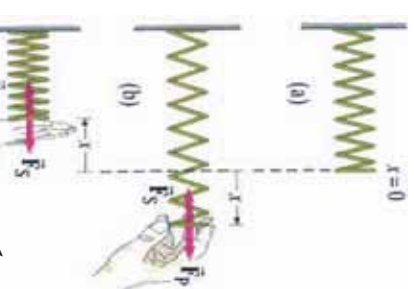
**مثال:** (5-9) شکل ښيي چې يو متحرک له  $1000\text{kg}$  کتلې سره له 1 نقطې څخه په حرکت پيل کوي او د 2، 3، له نقطو څخه تېرېږي.  
a. د پوتانسيل جانزوي انرژي د 1 او 2 په نقطو کې لاس ته راوړئ.  
b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتانسيل د انرژۍ توپير حساب کړئ



شکل (5-9)

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

څنگه کولای شو هغه کار چې د يو فنر لخوا پر يورې کتلې ترسره کېږي، اندازه کړو. ددې موضوع د څيړلو لپاره، يو فنر د لاندې شکل په څير په نظر کې ونيسئ.



شکل (5-10)

$$F \propto X \Rightarrow F = kX \dots \dots \dots (1)$$

په دې رابطه کې  $F$  د فنر ثابت ضریب دی، رابنګل شوی او کېښکاپارل شوی فنر هم یوه قوه د  $F_p$  د قوې خلاف لوري په لاس واردوي. ولې؟ (بیان یې کړئ)

نوکلای شو لیکو چې: (2)  $F_s = -X \dots \dots$

په دې رابطه کې د منفي نښه ښيي چې  $F_s$  د  $X$  د لوري په خلاف عمل کوي او د  $F_p$  او  $F_s$  دوي قوې، یو دبل په خلاف لوري کې دي. لکه څنګه چې پوهیږو د (2) رابطي د هوک قانون څرګندوي او په پایله کې لیکلای شو: (3)  $F = -F_s \dots \dots$

هغه کار چې د  $X = -F$  د قوې پرمټ ترسره کېږي، عبارت دی له:  $d = -F \cdot dx$

د (2) له رابطي څخه لرو چې:  $\Rightarrow d = kx \cdot dx$

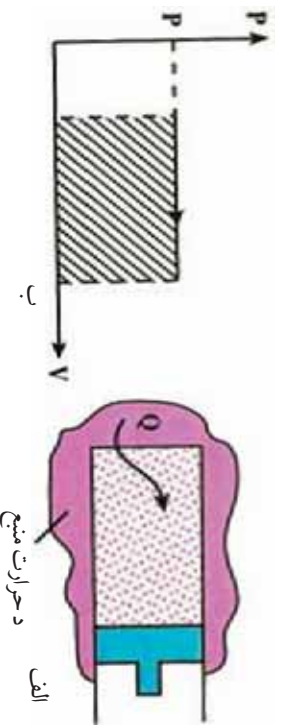
څرګه چې  $F_p$  د  $X_1 = 0$  له موقعیت څخه تر هر وروستي  $X$  موقعیت پورې خطي تحول لري، نو ځکه متوسطه قوه ( $\bar{F}$ ) عبارت له  $X = \frac{1}{2}(0 + X) = \frac{1}{2}X$  څخه او مجموعي سرته رسیدلې کار ( $X^2 = \frac{1}{2}X \times X = \frac{1}{2}X^2$ ) وي، چې داکار د فنر د پوتانشیالي انرژي په نوم هم یادېږي.

**مثال:** د یو فنر ثابت ضریب  $405 \text{ N/m}$  دی، څومره کچه کار به کار دي. ترڅو فنر د 3cm متره اوږد شي؟

**حل:**  $= \frac{1}{2} (405 \text{ N/m}) (0.03\text{m})^2 = 0.182$

**هغه کار چې د گاز په مرسته له ثابت فشار سره پر پستون ترسره کېږي:**

هغه کار چې د گاز لخوا پر پستون ترسره کېږي، د څیړلو لپاره یې یو گاز د (الف، 11-5)، شکل په څیر د یو پستون په منځ کې چې د تودوخې له سرچینې سره په تماس کې دي، په نظر کې ونیسئ. گاز په پیل کې د په فشار او حجم انډول د تعادل په حالت کې دی. (فرض کړئ چې اصطکاک د پستون او استوانې ترمنځ د صرف نظر وړ نه دي) په دې صورت کې د گاز فشار د چاپیریال له فشار سره برابر دي، ولې؟ د سرچینې او سیستم ترمنځ د تودوخې د توپیر له کبله د تودوخې کچه ګاز ته لېږدوي چې په پایله کې ګاز لږ منبسط کېږي او پستون یوڅه لږ ښي لورته د شا پلو ته چلوي.



شکل (5-11)

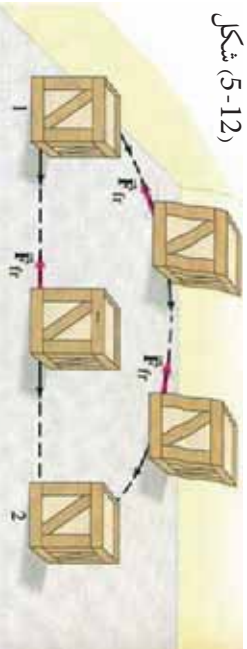
که چیري په همدې ترتیب د گاز تودوخې ورکولو ته ورو ورو دوام ورکړو. گاز په څنډه سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو بڼې لور ته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل ډېر کوچنی وي. په پایله کې هغه قوه چې گاز یې پر پستون واردوي، باید له هغه قوې سره چې چاپیریال یې په پستون واردوي، برابر وي. نو له دې امله وپلې 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 د فشار گراف (P-V) په دې عملیه کې د (P, V) په شکل کې ښودل شوی دي.

په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېږي، لومړی کار محاسبه کوو. که چیري د گاز فشار P وي، گاز د عملیې پر مهال د  $F = PA$  قوه په پستون واردوي، چې په هغې کې A د پستون له مساحت څخه عبارت دی. که چیري د پستون د ځای بدلون له d سره برابر وي. د کار چې سیستم یې د چاپیریال پرمخ ترسره کوي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:  $W = F \cdot d = (PA)d = Ad \Delta P$  خو  $Ad \Delta P = \Delta W$  په پایله کې:  $W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$  (4) رابطه له هغه کار څخه عبارت دی چې پستون یې د چاپیریال پرمخ ترسره کوي.

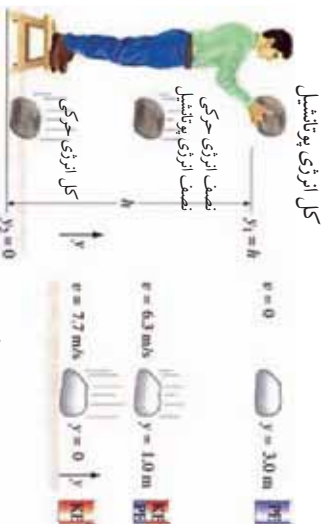
### 5-4: تحفظي او غیر تحفظي قوي

تحفظي او غیر تحفظي قوي څنګه قوي دي؟ ددې دوو قوو ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟ لکه څنګه چې پوهېږو که یو جسم د  $h_1$  له ارتفاع څخه د  $h_2$  ارتفاع ته پورته کړو. باید انرژي مصرف کړو او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو نه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تړاو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوي وايي. د ځمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه بڼه بېلګه ده. په داسې حال کې چې د F قوې پرمخت ترسره شوي کار د لارې له مسیر سره تړاو لري، په دې صورت کې دې ډول قوو ته، غیر تحفظي قوي وايي. ددې ډول قوو بڼه بېلګه له اصطکاک قوې څخه عبارت ده. په همدغه ډول چې په (5-12) شکل کې وښی، کله چې یو جسم ته له یوې نقطې څخه بلې نقطې ته حرکت ورکول کېږي، هغه کار چې ترسره شو، د جسم پرمخت 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.

1 مستقیم مسیر 2 منحنی مسیر،  
که چیري جسم له 1 موقعیت څخه  
موقعیت پورې له منحنی مسیر  
څخه حرکت وکړي، د اصطکاک  
د قوې کار د هغه د اصطکاک  
قوې له کار څخه زیات دی چې  
همغه جسم له مستقیم مسیر څخه  
حرکت کوي.



شکل (5-12)

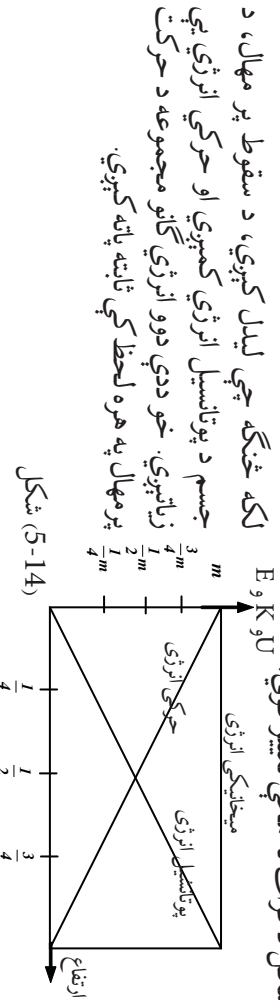


شکل (5-13)

### 5-5: د میخانیکي انرژي ساتنه (تعمف)

د میخانیکي انرژي تعف حفظ څه شی دی؟ کله چې یو جسم د  $m$  له کتلې سره د  $h$  له ارتفاع څخه خوشي کوو، د جسم د پوتانشیل انرژي او حرکتی انرژي به تغیر وکړي؟ ولې؟ د حرکتی او پوتانشیل انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟ په هغه صورت کې چې یوازې تعفطي قوې پر جسم عمل وکړي، موز یوې اسانې او ښکلې پالې ته رسېږو.

ددې پالې د توضیح او پورتنیو پوښتنو ته د ځواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د  $m$  کتله لري، په نظر کې ونیسئ، چې د ځمکې سطحې ته د  $m$  له واټن څخه خوشي شوی دی. په مخامخ شکل کې لیدل کېږي، چې د سقوط پر پاياله کې د جسم حرکتی او پوتانشیل انرژي د لاندې شکل د گراف له مخې تغیر کوي.



شکل (5-14)

د پورته مفاهیمو په پوهیدو سره، اوس یو نوي کمیت چې میخانیکي انرژي ( $E$ ) نومېږي، څېړو چې عبارت د حرکتی او پوتانشیل انرژي له مجموعې څخه ده، او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو ولیدل، ددې کمیت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاته کېږي، یعنې د پوتانشیل انرژي له زیاتیدو سره، د حرکتی انرژي کچه کمېږي او برعکس، یعنې:  $Co s n t = +$  که څه هم په پورته مثال کې د میخانیکي انرژي تعف ښودل شوی دی، خو کولای شو ونیسو چې له یو شمېر قوو د فز رابنډولو، برېښنايي قوې او ... سره هم میخانیکي انرژي ثابته باقي پاتې کېږي. له پورتنۍ معادلې څخه پایله ترلاسه کېږي، چې په یوه سیستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوتانشیل او حرکتی انرژي مجموعه ثابتې وي چې دا قانون د میخانیکي انرژي د تعف 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 حمله 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 حرکي انرژي د غورځولو په نقطه کې برابر ده له:  $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(10)^2 = 25$   
 او د پوتانسيل انرژي يې په همدې نقطه کې برابر ده له:  $V_1 = mgh_1 = 0.5 \times 10 \times 2 = 10$   
 همدارنگه د جسم حرکي انرژي تر ټولو په لوړه نقطه کې  $v_2 = 0$  او د پوتانسيل جاذبوي انرژي يې په دې نقطه کې برابر ه ده له:  $V_2 = mgh_2 = 0.5 \times 10 \times h_2 = 5h_2$

د ميخانيکي انرژي د تحفظ پر بنسټ ليکلای شو چې:

$$v_1^2 + v_2^2 = 5h_2 + 0$$

$$\Rightarrow 35 = 5h_2 \Leftrightarrow h_2 = 7m$$

### د غير تحفظي قوو پرمت ترسره شوی کار

په تيرولو ستونزو کې له تحفظي او غير تحفظي قوو سره اشنا شوی او همدارنگه د تحفظي قوو پرمت له ترسره شوی کار سره هم بلد شوی. اما تر اوسه مو له خپله څانه پوښتنه کړې ده چې د غير تحفظي قوو کار څنگه دی؟

ايا هغه کار چې د تحفظي او غير تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي، يو شان دی؟ ولې؟  
**تورين:** مخکينيو زده کړو ته يا پاملرنې، د غير تحفظي قوو يو مثال راوړئ او په هکله يې بحث وکړئ. د غير تحفظي قوو پرمت ترسره شوی کار د لارې له مسير سره تړاو لري، ددې ډول قوو بڼه بېلگه د اصطکاک له قوې څخه عبارت دی. مثلاً که چيرې تاسو د يو جسم چې د ځمکې پرمخ ايښی دی، ځای بدل کړئ، (په منځني ډول، په مستقيم، په منکسر يا زنگراکي ډول) هره يوه ځای بدلونه د اصطکاک د قوو پرمت ترسره شوي او کار يې 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 بيا له يې ټولگي ته وړاندې کړئ.

اوس د کار او انرژۍ له قضيې څخه په گڼې اخېستلو ( $\Delta k = W_c$ ) د غير تحفظي قوو پرمت د ترسره شوي کار دقيقې څېړنې پيل کوو، چې د پوتانسيل انرژي هم رانغاړي.  
 فرض کړئ چې په يوه جسم څو قوې عمل کوي او جسم ددې قوو تر اغېزې لاندې د حرکت تغير کوي، او فرض کړئ چې ددې قوو يو شمېر تحفظي او نورې غير تحفظي قوې دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمت ټول ترسره شوي کار کولای شو داسې وليکو:

$$W_c = W_{nc} + W_{c1} + W_{c2} + \dots \quad (1)$$

هغه کار چې د تحفظي او  $W_c$  هغه کار دی چې د غير تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي. اوس د کار او انرژۍ له قضيې څخه په گټه اخېستلو داسې ليکلای شو:

$$W_c = \Delta k$$

$$\rightarrow W_c + W_{nc} = \Delta k$$

$$\rightarrow W_{nc} = \Delta k - W_c \quad (2)$$



هغه کار چې د تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسيل د انرژۍ په بڼه يې وليکو،

لکه څنګه چې له پخوانيو لوستونو څخه مو زده کړې: (3)  $\dots -\Delta V = e$

اوس له (3) رابطې څخه (2) رابطې ته د  $W = e$  په تعويضولو سره ليکلای شو چې:

$$e = \Delta k - (-\Delta v)$$

$$\rightarrow (4) \quad e = \Delta k + \Delta v$$

(4) رابطه د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار لپاره يوه کلي رابطه ده.

## 5-6. طاقت ( توان )

توان څه شی دی؟ د کار او زمان توان يو له بله سره څه ډول رابطه لري؟

د اووم ټولګي په فزيک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنګه 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 کېدای شي پخ او يا ډېر چټک ترسره شي، يو جسم کولای شو په 10 يا 15 ثانيو کې يوې ټاکلي ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالاتونو کې ترسره شوی کار يو ډول دی، خو په اول 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 ټولګي 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 تعريفېږي. يعنې:  $P = \frac{W}{t}$  (5-18)

په SI سيستم کې د توان د اندازه کولو واحد ډول پر ثانيه ( $\frac{J}{s}$ ) دی. چې د جيمز واط د علمي کارونو په وياړ په ( $W$ ) نومول کېږي.



### فعاليت:

د ټولګي په بيلابيلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمېخ اړيکو په هکله لاندې جدول ډک او پايله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

( )	$t$ (s)	$= \frac{W}{t}$ ( watt )
10	2	
10	1	
20	$\frac{1}{2}$	
80	$\frac{1}{4}$	

**مثال:** يو غر مزلي (کوهورډی) 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 کړئ.

**حل:** لومړۍ د غر مزلې لخوا ترسره شوی کار لاس ته راوړو:

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

$$= \frac{2646}{4} = 661.5$$

د موټر، برېښنايي جاړو، 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 وروډي يا مصرفي انرژي وايي. څرنگه چې ددې انرژي يو 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 وروډي انرژي سره برابر نه ده. په پايله کې د وروډي انرژي يوازې يو څه کچه د گټې اخېستلو وړ ده. دغه کچه معمولا د فيصدي په ډول بيانېږي او د بېرته ورکړي يا اغېزمنتيا (موثریت) په نامه يادېږي.

$$\text{خروجي کار} = \frac{\text{اغېزمنتيا ورکړه وروډی کار}}{100}$$


## د پنځم څپرکي لنډيز

- د قوي د ترکيبي ضرب حاصل د هغې د مکان د تغيير او وهل شوي واټن په لور، په متحرک جسم باندې د عاملي قوي کار په نامه يادېږي. او کولای شو چې په اسانۍ سره ووايو چې کار په واټن کې د قوي له حاصل ضرب د ځای له بدلون څخه عبارت دی. يعنې:  $d \cdot F =$
- که چېرې يوه قوه د  $(\theta)$  تړپوي ټاکلي زاويې لاندې پر جسم وارده شي او جسم د  $x$  په اندازه بې ځايه کړي، د  $F$  د قوي پرمت ترسره شوي کار به عبارت وي له:  $d \cos(\theta) = F$
- $F$  د قوي پرمت ترسره شوی کار به منفي وي، په هغه صورت کې چې:  $90^\circ > \theta$  وي.
- په هغه وخت کې چې پر جسم له پورې څخه زياتې قوي عمل وکړي، مجموعي کار عبارت له حاصل ضرب د هر يو کار څخه په جلا توگه دی، يعنې:  $1 + 2 + 3 + \dots + n = \text{تota}$
- او يا مجموعي کار کولای شو، په لاندې توگه وليکو:
 
$$\text{تota} d \cos(\theta) = \text{تota} d$$
- د کار د اندازه کولو واحد د (J) په سيستم کې عبارت له ژول (J) څخه دی،  $m \cdot 1 = 1$
- هغه کار چې د د بېلابېلو قوو پرمت ترسره کېږي، عبارت د تغيير مکان قوي د منځني ترمېخ له مساحت څخه د  $x$  د محور پرمخ دی.
- د يو فنر پرمت ترسره شوی کار چې د  $x$  په اندازه کښيکار شوی او يا رابنګل شوی عبارت دی له:
 
$$= \frac{1}{2} kx^2$$

- که چیرې د  $F$  د قوي پرمخت ترسره شوی کار د لارې پر مسیر پورې تړاو ونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره اړیکې ولري، دې ډول قووته، تحفظي قوې وايي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تړاو ولري، دې ډول قووته غیر تحفظي قوې وايي.

- مجموعي کار عبارت دی له تفاضل د حرکي انرژۍ څخه د 1 او 2 په دوو نقطو کې، یعنې:

$$W_{\text{tot}} = \Delta K = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2$$

**نوټ:** حرکي انرژي تل یا مثبت وي او یا صفر.

- د انرژۍ د تحفظ قانون بیانوي چې: انرژي کولای شي، له یوه حالت څخه بل حالت ته واوړي (تبدیل شي)، خو مجموعي انرژي تل ثابتې پاتې کېږي.  $W_{\text{tot}} = \Delta K = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2$
- هغه کار چې د گاز پرمخت پر پستون ترسره کېږي عبارت دی له:  $W = F \cdot d = m a d = m a t$
- طاقت عبارت دی له ترسره شوي کار څخه، د هغه کار د ترسره کولو لپاره د مصرف شوي زمان په کچې باندې، یعنې:  $P = \frac{W}{t}$

او همدا ارزښت کولای شو طاقت داسې ولیکو:  $P = F \cdot v$

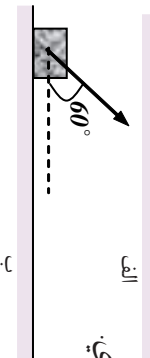
- په SI کې د طاقت د اندازه کولو واحد عبارت له واط (W) څخه دی.

$$\frac{1}{s} = 1 \text{ W}$$

$$736 \text{ W} = 1 \text{ hp}$$

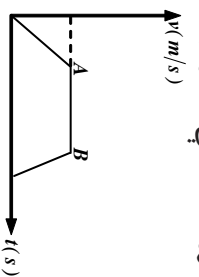
## د پنځم څپرکي یو بنسټي

- 1 کار تعریف کړئ، د اندازه کولو واحد یې د SI په سیستم کې ووایی او ددې (وکتوري یا سکالري) کمیت ډول مشخص کړئ.
- 2 پر یو جسم د  $100 =$  قوه واردېږي او هغې ته په افقي لوري کې د  $20\text{m}$  په اندازه د مکان تغیر ورکوي. ددې قوه په مرسته ترسره شوی کار په لاندې حالتونو کې لاس ته راوړئ.
  - a. قوه په افقي توګه پر جسم واردېږي.
  - b. قوه د افق په نسبت تر  $\theta = 60^\circ$  زاوړي لاندې پر جسم واردېږي.

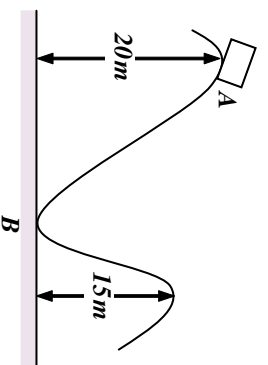


- 3 پر یوه جسم له  $m = 3\text{kg}$  کتلې سره، د  $F$  قوه د لاندې شکل په څیر واردېږي، او هغه په قائم (عمودي) لوري کې پورته وړي، د هوا له مقاومت څخه به صرف نظر کولو:
  - a. د جسم د حرکت تعجیل لاس ته راوړئ.
  - b. د  $F$  د قوې کار د جسم په  $10\text{m}$  ارتفاع په اوچتولو کې حساب کړئ.
  - c. د  $W$  د وزن د قوې کار د جسم په پورته کولو کې وټاکئ.
  - d. د محصله قوې کار مشخص کړئ.
- 4 یو جسم د  $m$  له کتلې سره، د ځمکې له سطحې څخه، مخ پورته په قائمه توګه وپرتل کېږي او د  $h$  تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پیدا کړئ.
  - 5 بیان کړئ چې ولې په لاندې هر یو حالت کې، کار له صفر سره مساوي دی؟
    - a. که چېرې یو تن یو جسم په لاس کې ونیسي (په داسې حال کې چې شخص ستومانه کېږي).
    - b. که چېرې یو تن یو جسم په لاس کې وساتي او هغه ته په ثابت سرعت په افقي استقامت کې د موقعیت تغیر ورکوي.
  - 6 له شکل سره سم پر یوه جسم له  $m = 10\text{kg}$  کتلې سره د  $200 =$  افقي قوه واردېږي، او جسم ته د  $20\text{m}$  په اندازه په افقي لوري کې د موقعیت تغیر ورکوي. (د حرکي اصطکاک قوه  $20\text{N}$  ده):
    - a. په یوه رسم کې پر جسم باندې ټولې واردې قوې ونښئ.
    - b. د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.
    - c. د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.
  - 7 د یوې قوې پرمخت د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بیلابیلو زایو کې وڅیړئ.
  - 8 حرکي انرژي تعریف کړئ او رابطه یې ثبوت کړئ.

- 9) د کار او انرژي قضيه بيان او رابطه يې وليکئ.
- 10) کار او انرژي قضيه ته په پاملرنې بيان کړئ.
- a. کله د جسم حرکي انرژي زياتېږي؟
- b. کله د جسم حرکي انرژي کمېږي؟
- c. کله د جسم حرکي انرژي تغيير نه کوي؟
- 11) يو جسم له  $20\text{Kg}$  کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه په  $45\text{m}$  ارتفاع خوشي کړو، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضيه څخه په گټې اخيستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت يې ځمکې ته د رسيدو په لحظه کې حساب کړئ.
- 12) په مخامخ شکل کې پر جسم د واردو شوو قوو د محصلې د کار نښه د حرکت په هره مرحله کې د دليل له ذکر کولو سره مشخص کړئ.



- 13) د پوتانسيل انرژي تعريف او د درې ټولو نومونه يې واخلئ.
- 14) د پوتانسيل جاذبوي انرژي تعريف کړئ او رابطه يې وليکئ.
- 15) د فنر د پوتانسيل انرژي له کومې لارې رامنځ ته شوې او بکې ذخيره شوې.
- 16) د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون بيان کړئ.
- 17) يو جسم د (A) له نقطې څخه پرته له لومړني سرعت څخه د يوې سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه خوشي کېږي، د ميخانيکي انرژي د تحفظ له قانون څخه په گټې اخيستلو سره د جسم سرعت د B او C په نقطو کې پيدا کړئ.



- 18) يو جسم له  $2\text{Kg}$  کتلې او له ثابت سرعت سره د  $1\text{m}$  په واټن د  $0.2$  ثانيې په موده کې پورته وړو، دا کار په څومره طاقت ترسره کېږي؟
- 19) وړودي يا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بيان يې کړئ.
- 20) اغيزمنتيا تعريف کړئ او رابطه يې وليکئ.



- په دې څپرکي کې د ميخانیک علم د لاپراختيا لپاره، د ضربې (Impulse) او مومتم (Momentum) په نومونو له دوو نورو کميتونو په مصرف کولو 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 رامنځته کوي. ددې قوې امپولس (د ثابتي قوې لپاره) عبارت له حاصل ضرب د قوې او هغه زمان څخه دی چې قوه په کې عمل کوي او يا په بل عبارت کولای شو ووايو چې د (قوي - زمان) (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منځني لاندي مساحت عبارت 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 مومتم په نامه چې يو مهم فزيکي کيت دی او د  $M$  په سمبول ښودل کېږي، يادېږي.
- امپولس او مومتم دواړه فزيکي وکتوري کيمتونه دي، په دې څپرکي کې، به موږ دوه مهم اصلونه مطالعه کړو. يو د امپولس - مومتم اصل او دويم د خطي مومتم د تحفظ اصل. ددې څپرکي د محتوياتو په اړيه کولو کې اړينه ده، پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصلونه (چې کله ناکله د قوانينو او يا بنسټيزو قواعدو په نامه ياد شوي)، په حقيقت کې د نيوتن د قوانينو د بحث دوام دي، چې په تير 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 مومتم فزيکي مقدارونو په پېژندلو سره بشپړ شوی دی.
- په دې څپرکي کې به په لاندې ډول ددې مبحث په باب مطالعه کړو:
  - د يو جسم موقعيت او سرعت کيدای شي د يوې قوې په تطبيق بدلون ومومي.
  - د هغې قوې چې د جسم پر ټاکلي کتلې عمل کوي، د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بيانول (د نيوتن دوهم قانون).
  - د يوې قوې د امپولس او مومتم تعريفول.
  - د مومتم د تحفظ شرحه د دوو جسمو په تصادم کې چې د يو مستقيم خط پرمخ حرکت کوي.
  - د خطي مومتم د تحفظ د طبيعت مثالونو بيانول.
  - د ارتجاعې او غير ارتجاعې ټکرونو د مفاهيمو تعريف او توضيح کول.

## مستقيم الخط حرکت او امپولس (ضربه) (6-1) امپولس (ضربه)

يا اتر اوسه مو له ځان څخه پوښتنه کړي دي، چې ضربه څه شی دی؟ کله چې پر يوه جسم ضربه وارد وي، څه پېښېږي؟ د تعريف له مخې ضربه يا امپولس عبارت له حاصل ضرب د  $F$  قوي او  $t$  له زمان څخه دی، يعنې:

$$I = F \cdot t$$

لکه څنگه چې له پورتنۍ رابطې څخه ليدل کېږي. امپولس د  $I$  په توري ښيي چې له قوي او زمان سره مستقيمي اړيکې لري. امپولس او مومتم د اندازه کولو د يو ډول واحد لرونکی دی. ولي؟  
په ډبرو حالتونو کې په يو نقطه کې جسم د قوي د اغېز زمان هومره لنډوي چې موږ اړ کېږو، د مشتق او انتيگرال له مفاهيمو څخه گټه پورته کړو، چې تاسو به يې د دوولسم ټولگي په رياضي کې زده کړئ. اوس فرضو چې د  $F$  قوه د  $\Delta t$  په زمانه کې پر يوه جسم عمل کوي. په دې صورت کې د  $F$  د قوي ضربه د  $\Delta I$  په زمان کې په  $\Delta t$  داسې ښيو:

$$\Delta I = F \cdot \Delta t$$

په ورځني ژوندانه کې گورو چې موږ د يو جسم د موقعيت او يا سرعت د بدلولو لپاره، بايد پر نوموړي جسم قوه ورده کړو. په پخوانيو بحثونو کې د نيوتن د حرکت د قوانينو په پيل کې د قوي او د هغې د اغېزو او همدا رنگه د قوي د واحدونو (ډاين او نيوتن) د تعريف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل. په (6-1) شکل کې جسم د  $m$  له کتلې سره د  $X_1$  په موقعيت او  $V_1$  په سرعت په  $t_1$  زمانه کې د  $X$  د محور پرمخ د  $F$  ثابتې قوي پرمخت په حرکت کې دی. موږ دا ډول حرکت پخوا لوستي و، خو د پخوانيو معلوماتو د تکرار او پراختيا لپاره بيا له هغې څخه يادونه کوو. د کار د اسانتيا لپاره خپل مطالعات د  $X$  پر محور په حرکت او يا له هغه سره موازي محدود ساتو. د  $t_2$  په زمان کې جسم د  $X_2$  په موقعيت کې د  $V_2$  سرعت لرونکی دی. نو کولای شو وليکو:

$$m \quad \Delta x = (x_2 - x_1) \quad \text{په موقعيت کې تغيير}$$

$$m/s \quad \Delta v = (V_2 - V_1) \quad \text{په سرعت کې تغيير}$$

$$s \quad \Delta t = (t_2 - t_1) \quad \text{زمانې واټن}$$

د حرکت تعجيل د  $\Delta t$  په زمانې واټن کې د  $a$  له تعجيل سره په دې ډول افاده کېږي.

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

د نيوتن په دوهم قانون کې تعجيل همغه د کتلې او قوي نسبت تعريف شوی دی، چې عبارت دی له:

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

$$\Delta t = m \Delta v \quad \text{اوا}$$

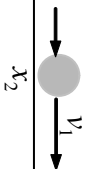
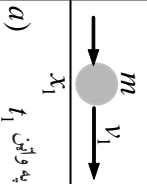
وروستي افاده په دې څپرکي کې زموږ د بحث کلي بنسټ جوړوي او لکه څنګه چې ددې څپرکي په مقدمه کې ذکر شول، اوس امپولس کولای شو، په لاندې ډول تعريف کړو:

د يوه ثابتې قوې امپولس عبارت دي، د نوموړې قوې او زمانې واټن له حاصل ضرب څخه چې قوه په کې عمل کوي.

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

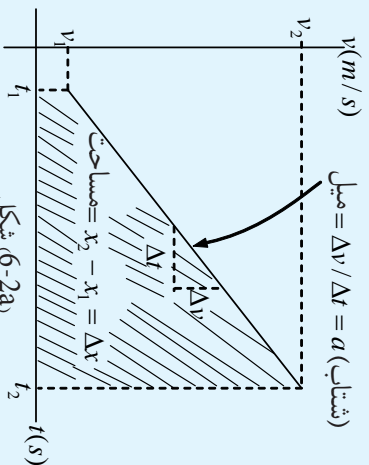
$$\Delta v = v_2 - v_1$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$



(6-1) شکل، د يوې قوې د تطبيق په پايله کې د يو جسم د سرعت او موقعيت تغيير پر نوموړي جسم

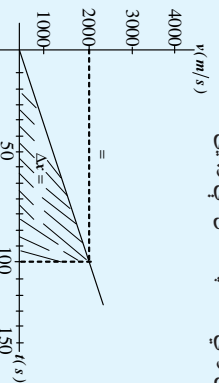
### فعاليت:



د (سرعت- زمان) گراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې ښودل شوي دي. بايد پام وکړو چې د (سرعت - زمان) منځني ميل عبارت له ثابت تعجيل او ددې منځني ترمينځ مساحت او د زمان محور عبارت د  $\Delta x$  له تفسير مکان څخه دي. په دې فعاليت کې زده کوونکي په خپلو اړندو ډلو کې د ښوونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصيلاتو او خصوصياتو بحث وکړي او بيا يې بې خپلو ټولگيو لويه او زوړي.

### فعاليت:

- زده کوونکي په بېلابېلو ډلو کې د (سرعت - زمان) د گراف په مرسته چې د يوې فضايي بېړۍ (سفينې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې ښودل شوي دي، لاندې پوښتنو ته ځواب برابر کړي او د ټولگي په وړاندې يې بيان کړي:
1. بېړۍ په لومړيو 100 ثانيو تعجيلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې ونښئ.
  2. د بېړۍ سرعت د  $t = 150s$  په زمان کې څومره دي؟
  3. د بېړۍ تعجيل حساب کړي.



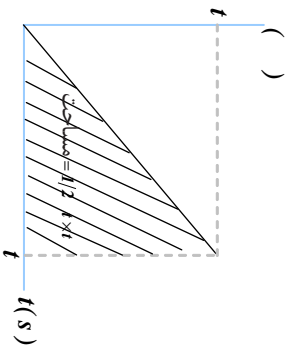
د فضايي بېړۍ د (سرعت - زمان) گراف



## تمرینونه

لاډلې پریښتو ته څر اېونه وړایې.

1. د  $3,7$  یوه ثابتې قوه په  $100$  زمانې ولټن کې عمل کوي. ددې قوې امپولس حساب کړئ.
2. په مخامخ شکل کې د  $r = 2,2$ ، قوه ورکړې شوې ده، ددې قوې امپولس له  $t = 0$  څخه تر  $t = 30s$  زمانې انټروال کې پیدا کړئ.



3. په ورکړل شوي پورته شکل کې  $dv = 55$  ،  $t_1 = 10s$  او  $t_2 = 18s$  دي، ددې قوې امپولس وټاکئ.

4. د  $5N$  ثابتې قوه په  $(t = 1s)$  تر  $t = 3s$  زمانې انټروال کې او د  $2N$  دویمه قوه په  $(t = 5s)$  تر  $t = 10s$  زمانې انټروال کې عمل کوي. ددې دوو قوو امپولسو نه حساب او سره پرتله کړئ.

## 6-2: مو منښم

مو منښم څه شی دی؟ د یوې لارې موټر او یو ګرڼدي ورکوتی موټر ترمنځ د حرکت په حال کې د مو منښم له نظره څه توپیر شتون لري؟

د نیوټن د حرکت دویم قانون د مو منښم له نقطې نظره څنگه کولای شو، تعریف کړو؟ اویا په ساده توګه، د مو منښم او د نیوټن د حرکت د دویم قانون ترمنځ کومې اړیکې شته؟



بحث وکړئ:

دو توپرونه چې دواړه د یو نشان کتلې لري، یو له بله سره تصادم ورکوي، څه به پېښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

په پخواني بحث کې مو د نیوټن د قانون په مرسته پیدا کړل چې:  $m\Delta v = \Delta t$  او د معادلې د کین اړخ مقدار مو د امپولس په نامه یاد کړ. اوس خپل پام د معادلې ښې اړخ ته راګرځوو. پوهېږو چې  $v_1 - v_2 = \Delta v$  لکه څنګه چې  $v_1$  د جسم لومړنۍ سرعت د  $t_1$  په زمانه او  $v_2$  دویم سرعت د  $t_2$  په زمان کې دی. نو کولای شو ولیکو:  $m\Delta v = mv_2 - mv_1$

د معادلې د ښې اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب افاده کوي. دغه حاصل ضرب له مهمو فزیکي کچو یا اندازو څخه یوه بله کچه ده، چې د مو منښم په نامه یاد شوی دی.

د تعريف پر بنسټ د  $M$  يوه کتله چې د  $V$  په سرعت په حرکت کې ده، د  $P$  مومنتم لرونکې ده چې د  $m\vec{V} =$  له معني افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په SI او CGS سيستمونو کې عبارت دي له چې د  $g - m/s$  او  $gr - cm/s$  او ابعاد يې  $(m/t)$  دي.

همدارنگه بايد ووايو چې د ايمپلس 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 شي، کوشنش وکړئ په څير سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو پوځيوالو سره بحث وکړئ.

$$\begin{aligned} &= 3 \times 10^5 m, & &= 5,0 \times 10^{22} kg m/s & \text{a) پروتون} \\ &= 1.67 \times 10^{-27} m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1 \times 10^3 m/s & &= 1 m/s & \text{b) مرمي} \\ &= 20 m/s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1 \times 10^4 m & &= 2 \times 10^3 kg - m/s & \text{c) لاري} \\ &= 3 \times 10^2 m/s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3 \times 10^5 m & &= 9 \times 10^7 kg m/s & \text{d) بروننگ} \\ &= 1 \times 10^4 m/s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 5 \times 10^3 m & &= 5 \times 10^7 kg m/s & \text{e) فضايي يروي (سفينه) لاپولو} \\ &= 3 \times 10^4 m/s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 6 \times 10^{24} m & &= 1.8 \times 10^{29} kg m/s & \text{f) ځمکه} \\ &= 1 \times 10^4 m/s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3 \times 10^{30} m & &= 3 \times 10^{34} kg m/s & \text{g) ستوري} \end{aligned}$$

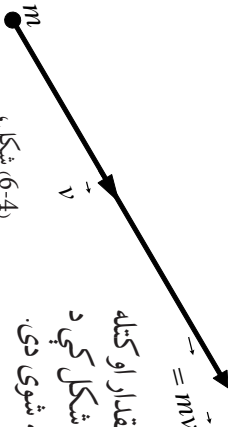
په مختلفو اجسامو کې د مومنتم مثالونه  
شکل (6-3)

## مثالونه

1 - ديو اوبن کتله د هغه له بار سره  $g = 500$  دي او په  $2m/s$  حرکت کوي، مومنت يې حساب کړئ.

**حل:**  $m/s = 10^3 \text{ kg} \times 2m/s = 5 \times 10^2 \text{ kg} \times 2m/s = mV$

له (6-4) شکل سره سم څرنگه چې سرعت يو وکتوري مقدار او کتله يو سکالر دي، نو له دې امله مومنت وکتوري مقدار دی. په شکل کې د  $m$  کتله د  $V$  په سرعت کې ده او مومنت به  $mV$  = اړيه شوی دی.

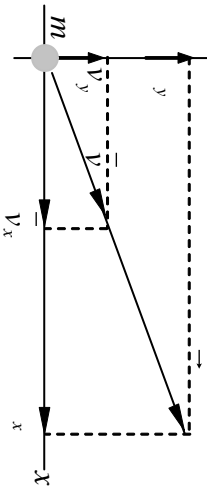


(6-4) شکل،  
د مومنت وکتوري خاصیت ښوونه

لکه څنګه چې د وضعیه کمیټونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، یو وکتور د وضعیه کمیټونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزا تجزیه کېدای شي، ددې له مخې د د مومنت وکتور هم د محورونو پرمخ تجزیه کېدای شي، چې په (6-5) شکل کې ښودل شوي دي. باید په یاد ولرو که چېرې مومنت د د محور د مثبت لوري په نسبت د  $\theta$  زاویه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

$$\begin{aligned} P_x &= \cos \theta \hat{x} = P \cos \theta \\ P_y &= \sin \theta \hat{y} = P \sin \theta \end{aligned}$$

او د فیثاغورث له قضیې څخه:  $x^2 + y^2 = P^2$



(6-5) شکل،  
په اجزاوو د مومنت د وکتور تجزیه

## په خپلو کې بحث وکړئ او د تمرین په حلونو پیل وکړئ

- یوه لاری له  $g = 3000$  کتلې سره، په  $30^\circ$  زاویه د شمال ختیځ په لور په  $72 \text{ m/h}$  سرعت په حرکت کې ده، یو واګون چې د  $g = 1000$  کتلې لرونکی دی، له ځانه سره راکاږي د  $X$  محور په ختیځ لور او د محور د شمال په لور په نظر کې ونیسی. د لاری د مومنت د  $X$  او  $Y$  مرکبې پیدا کړئ.
- د آریانا مسافر وړونکي یوه الوتکه په ټولیزه توګه د  $g = 50000$  کتلې لرونکي ده، او په  $900 \text{ m/h}$  سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتنلو مسیر  $135^\circ$  د جنوب ختیځ په لور وي، د مومنت د ( $X$  او  $Y$ ) مرکبې یې وپاکی.

حل a: لرو چي:  $\hat{\theta} = 30^\circ$

او  $m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72 \text{ m/h}$

$$= 4000 \text{ g} \times \frac{72000m}{3600s}$$

$$= 80000 \text{ g m/s} = 8 \times 10^4 \text{ g - m/s}$$

پس  $x = \cos \hat{\theta} = 8 \times 10^4 \text{ g m/s} \times \cos 30^\circ$

$$= 8 \times 10^4 \times 0,866 \text{ g m/s}$$

$$x = 6,928 \times 10^4 \text{ g m/s}$$

او  $y = \sin \hat{\theta} = 8 \times 10^4 \cdot 0,5 \text{ g m/s}$

$$y = 40 \times 10^4 \text{ g m/s}$$

حل b: لرو چي:  $\hat{\theta} = 135^\circ = -45^\circ$

او  $= 50000 \text{ g} \times 900 \text{ m/h}$

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

$$= 5 \times 10^4 \times 2,5 \times 10^2 \text{ g m/s} = 1,2 \times 10^5 \times 10^2 \text{ g m/s}$$

$$= 1,25 \times 10^7 \text{ g m/s}$$

پس  $x = \cos \hat{\theta} = -1,25 \times 10^7 \cos 45^\circ \text{ g m/s}$

$$= -1,25 \times 10^7 \times 0,707 \text{ g m/s}$$

$$x = -8,84 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

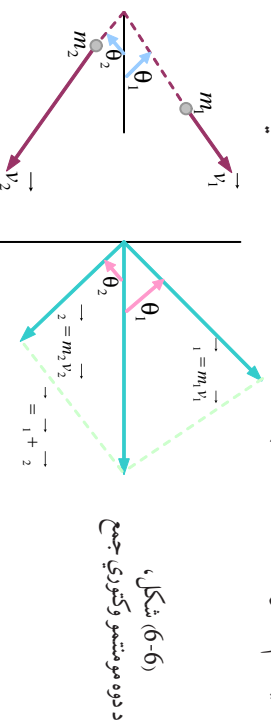
او  $y = \cos \hat{\theta} = -1,25 \times 10^7 \cos 45^\circ \text{ g m/s}$

$$= 1,25 \times 10^7 \times 0,707 \text{ g m/s}$$

$$y = 8,84 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

پوښتنې له حل څخه پایله ترلاسه کېږي، چې مومنټ په دقیقه توګه یو وکتوري کمیت دی. ددې لپاره چې د یو 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 تفسیر وکتورونه، د سرعت وکتورونه او د تعجیل د قوې وکتورونه معرفي کړل او پوره شو چې څنګه کولای شو، دوه یا څو یو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه یې وپېژنو.

په همدې توگه مورډ کولای شو د مومنت دوه یا څو وکتورونه ساده محصلې د یو وکتور د 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  $m_1 V_1 = 1$  مومنت لرونکې او همدارنگه د  $m_2 V_2 = 2$  او د دواړو کتلو د سیستم د مومنت محصله عبارت له  $1 + 2 = 2 + 1$  څخه دي.



د محصلې د مومنت د پیداکولو لپاره کولای شو د متوازي الاضلاع دوو طریقو له یوې څخه او یا د مرکبو له جمع کولو څخه گټه واخلو. په یاد ولرئ چې:

$$\text{مومنت د } X \text{ مرکبه} \quad d_1 = m_1 V_1 \cos \theta_1$$

$$\text{مومنت د } Y \text{ مرکبه} \quad d_1 = m_1 V_1 \sin \theta_1$$

$$\text{مومنت د } X \text{ مرکبه} \quad d_2 = m_2 V_2 \cos \theta_2$$

$$\text{مومنت د } Y \text{ مرکبه} \quad d_2 = m_2 V_2 \sin \theta_2$$

څرنگه چې د محصلې د 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:

$$P_x = m_1 V_1 \cos \theta_1 + m_2 V_2 \cos \theta_2 \quad \text{مومنت د } X \text{ مرکبه}$$

$$P_y = m_1 V_1 \sin \theta_1 + m_2 V_2 \sin \theta_2 \quad \text{مومنت د } Y \text{ مرکبه}$$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولای شو په لاندې درې گونو عددونو باور ولرو:

1. د یو جسم مومنت عبارت دی د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه.
2. مومنت یو وکتوري مقدار دی.
3. د جسمونو د یو سیستم د مومنت مجموعه د هر مومنت له وکتوري جمعې څخه عبارت ده.

د ټولگي په بېلابېلو ډلو کې، په دې هکله چې ولې کله چې يوه لارې او يوه ګرځندې موټر په يو ډول سرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې لارې موټر چې کله يې ډېره ده، د زيات مومنت لرونکې وي؟ پايله يې ټولگي ته ولاروئ.

**توضیح کړئ:** د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونیسئ. که چېرې  $(3m_B = m_A)$  وي، په دې حالت کې د او دوه جسمونه کولای شي، د يو ډول مومنت لرونکي وي. يعنې:  $a = B$  ولې؟

اوس د مومنت د مفهوم په پوهېدو سره ددې پوښتنې په څېړلو پيل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنت ترمنځ کوم ډول اړيکه شته؟ ايا قوه کولای شي د يو جسم مومنت تغير ورکړي؟ ددې موضوع د پوهېدو لپاره لاندي فعالیت ترسره کړئ.



### فعالیت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په محکمې فعالیت کې مو ترسره کړل. کوبښ وکړئ چې همغه دوه توپونو ته له ډېرې قوې سره يو له بله تصادم ورکړئ. څه به پېښ شي؟ توضیح يې کړئ. د پورتنی فعالیت په ترسره کولو به دې پایلې ته ورسېږئ، چې قوه کولای شي چې د يو جسم مومنت کم او يا زيات کړي او يا د مومنت په لورې کې بدلون منځته راوړي.

## 6-3: قوه او مومنت

ددې څپرکي په پيل کې مو د نيوتن قانون د  $\Delta r = m\Delta v$  په بڼه افاده کړ. چې په بنسټيز ډول د نيوتن د دويم قانون ( $= ma$ ) څخه استخراج شوی و. نيوتن د حرکت په باب د خپلو درې گونو قوانينو په بنسټيزه وينا کې، قوه د کتلې او تعجيل له جنسه نه، بلکه د مومنت زماني د تغيراتو د درجې له جنسه افاده کړې دي. په ياد ولړئ چې:  $\Delta = m\Delta v - mV_2 = m\Delta V$  دا رابطه بڼې چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د تغيراتو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنت کې له تغيراتو سره د  $m\Delta v$  د قيمت په تعويضولو سره په لومړۍ رابطه کې پايله کې ترلاسه کېږي، چې  $\Delta r = \Delta v$  په  $\Delta r$  باندې د معادلې د دواړو خواو له تقسيمولو څخه  $\frac{\Delta}{\Delta t} =$  لاس ته راځي. په ياد ولړئ چې  $\Delta$  په مومنت کې د تغير له  $g\ m/s$  واحد سره او  $\Delta t$  د زمان انټروال دي. کله چې د F قوه عمل کوي او د  $\Delta$  د توليد سبب ګرځي. نو په مومنت او د زمان انټروال کې د بدلون نسبت عبارت د مومنت د تغير د زمان له منځنۍ درجې څخه پايله ترلاسه کوو، چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د يو جسم د مومنت د تغيراتو له زماني درجې سره مساوي ده.

وروستی، ادعا تقریباً همغه د نیوتن د دویم قانون اصلی بیان دی چې په خپله د هغه لخوا ارایه شوی دی. (د نیوتن د حرکت د قوانینو اصلی بیان په لاتیني ژبه کې ارایه شوی دی). همدارنگه په اسانی سره کولای شو، د نیوتن دویم قانون ( $\sum \vec{ma} = m\vec{a}$ ) له وروستی رابطې څخه په گټې اخیستلو هم د ثابتې کتلې ( $m = Co s nt$ ) 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، نو:

$$\begin{aligned} \sum \vec{a} &= \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{m\vec{V}_2 - m\vec{V}_1}{\Delta t} = \frac{m(\vec{V}_2 - \vec{V}_1)}{\Delta t} \\ &= m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \end{aligned}$$

له هغه ځایه چې  $\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$  عبارت دی د جسم له تعجیل ( $\vec{a}$ ) څخه نو په (3) رابطه کې د قیمت په وضع کولو سره کولای شو ولیکو: ( $m = Co s nt$ )..... $\sum \vec{ma} = m\vec{a}$

وروستی، لاس ته راغلي رابطه، د نیوتن له دویم قانون څخه عبارت ده.

## د امپولس – مومنتم قانون

مور: په پخوانیو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعریف کړل. اوس ښیو چې هغوی څه ډول په اسانی د نیوتن له دویم قانون سره تړلي دي. مور: په پورته کې وښود چې قوه مساوي ده، د مومنتم د تغیراتو له زماني درجې سره، یعنی:  $\frac{\Delta}{\Delta t}$  او یا کولای شو داسې ولیکو:  $\Delta t = \Delta$

اما  $\Delta t = I$  د  $\vec{F}$  امپولس د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې او  $\Delta$  تولید شوي مومنتم تغیر د  $\vec{F}$  د قوې پرمخت، نو کولای شو چې ولیکو:  $I = \Delta$

وروستی، رابطه بیانوي چې، یوه قوه چې پر یوه جسم عمل کوي، برابره ده، د نوموړي د جسم په مومنتم کې له منتجه تغیراتو څخه چې بیان شوي جمله د (امپولس – مومنتم) د قانون په نامه یادېږي. د (6-7) شکل دا قانون د صفر د لومړنۍ مومنتم لپاره ښیي.

$$V = 0$$

a) 

b) 

c) 

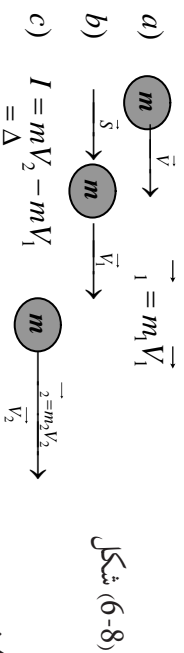
$$= m\vec{V} = I$$

شکل، (6-7)

د صفر لومړنۍ مومنتم لپاره د (امپولس – مومنتم) د قانون ښودنه

د  $m$  کتله په پیل کې د سکون په حالت کې وه او د  $I$  امپولس د  $mV$  په اخري مومنتم کې چې په عددي ډول مساوي له  $I$  سره دی، په کې اعمالېږي. د (6-8) په شکل کې د  $m$  یوه کتله د  $mV_1 =$  لومړني مومنتم لرونکې ده. په همدې ډول د  $I$  یو امپولس د  $mV_2 =$  اخري مومنتم په پایله کې پر کتلې اعمالېږي، نو ددې له مخې کولای شو ولیکو:  $I = mV_2 - mV_1$

د امپولس - مومنتم قانون د نیوټن د دوهم قانون بڼه تفصیل او توسعه ده، لاندې شکل لومړنی د خوښې مومنتم د (امپولس - مومنتم) د قانون پر بنسټ ښيي.



شکل (6-8)

### تمرین

د یوې فضايي سفینې کنټرولونکي انجنونه چې  $g$  15000 کتله لري، د مخې په لور د خپلې بدنې د غورځولو لپاره  $3 \times 10^5$  ټوټه تولید وي. د سفینې د مومنتم بدلونونه په هغه حالت کې چې انجنونه یې د  $10^5$  لپاره اور واخلي حساب کړئ. په سرعت کې په منتهجه بدلونونه څومره وي؟ او د څومره مودې لپاره باید ماشینونه فعالیت وکړي، ترڅو په سفینه کې  $4 \times 10^4$  م/س سرعت تغییر رامنځته شي.

$$\Delta = I = \Delta t = 3 \times 10^5 \times 10^5 = 3 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta}{m} = \frac{3 \times 10^6 \text{ g m/s}}{1.5 \times 10^4} = 200 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta}{m \Delta V} = \frac{1.5 \times 10^4 \times 4 \times 10^4}{3 \times 10^5} = 2 \times 10^3 \text{ s} = 2000 \text{ s}$$

نو په دې مثال کې کله چې انجن د 10 ثانیه لپاره وارد شي د سفینې په مومنتم کې منتهجه بدلونونه نو په دې  $3 \times 10^6$  او په سرعت کې منتهجه تغییرات  $200 \text{ m/s}$  دي. انجنونه باید د  $2000 \text{ s}$  لپاره (تقریبا 33 دقیقې) فعالیت وکړي، ترڅو  $400,000 \text{ m/s}$  د سرعت بدلون تولید کړي. په یاد ولري چې پورتنۍ سرعت  $(m/hr) = 144,000 \text{ m/hr} = 3600 \text{ s/hr} = 40 \text{ m/s} = 4 \times 10^4 \text{ m/s}$  یو خوا ډېر لوړ سرعت دی. پورتنۍ مثال مورته د امپولس - مومنتم د قانون د گټې اخیستنې یو مورد را په گوته کړ.



## 6-4: ضربه او د خطي مومتم ساتل (تحفظ)

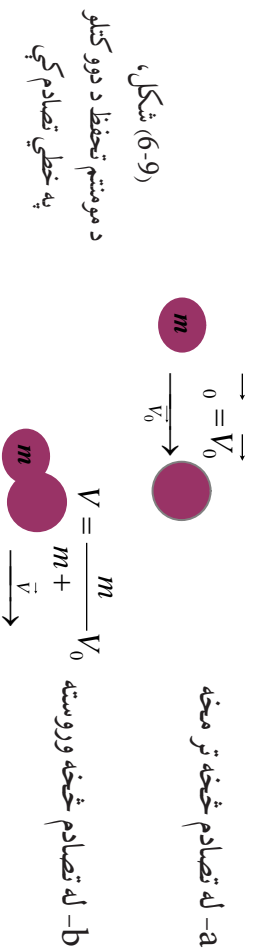
په پخواني څپرکي کې مو د نیوټن دریم قانون په دې اړه چې د هر عمل لپاره هغه ته یو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصیل سره مطالعه کړ. د نیوټن دریم قانون په حقیقت کې په طبیعت کې د قوو د بنسټي خاصیت پایله ده چې تل یې په خپلو کې په جوړه یې ډول عمل او عکس العمل واقع کېږي. کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واره کړي، دوهیم جسم یوه مساوي او مخالف الجته قوه پر لومړي جسم وارد وي. اوس ددې حقیقت یو ځلی کول د نیوټن له دوهم قانون سره د مومتم پر بنسټ، موز ته د مومتم د تحفظ قانون لارښوونه کوي. که چېرې پر یوه سیستم هیڅ قوه واره نشي، په دې حالت کې د یو سیستم مومتم پرته له هر رنگه متقابلو اغیزو د هغه سیستم هیڅ قوه واره نشي، په دې حالت کې د مومتم د تحفظ قانون په بشپړ توګه بیانوي. له پورتنۍ تعریف څخه د نیوټن دوهم قانون دارنگه لیکو:

$$\Delta = \frac{\Delta}{\Delta t} \quad \text{او یا} \quad \Delta = \Delta t$$

په وروستی رابطه کې  $F$  پر جسم  $B$  د اجسامو په سیستم) باندې عامه حاصله قوه،  $\Delta t$  هغه زماني انټروال دی چې د  $F$  قوه عمل کوي او  $\Delta$  د مومتم منته بدلون دی. په څرګنده توګه چې  $F$  صفر وي، یعنې که چېرې کومه منته قوه پر جسم  $B$  (سیستم) عمل ونکړي، په هغه صورت کې  $\Delta$  هم صفر وي، او دا معنا ورکوي چې مومتم ثابت دی. که چېرې د یو کمیت بدلون د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموړي کمیت د  $\Delta t$  په زمان کې ثابت وي. د مومتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کوو دوه جسمونه سره تصادم کوي، راځي 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 مختلف وي. لکه څنګه چې دغه ادعا د تصادم په کړنې کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوي- زمان) منځني د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه پایلې ته رسېږو چې د هرې قوې امواس د مقدار له اړخه یو له بله سره مساوي دی. نو د هر جسم د مومتم بدلونونه مساوي او لوري یې مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سیستم کې د مومتم ټولیز بدلونونه د متقابلو اغیزو (د تصادم عمل) په پایله کې له صفر سره مساوي وي. په دې معنا چې د دوو جسمونو په مومتم کې د بدلونو مجموعه له ټکر څخه تر مخه او ترې وروسته په دقیقه توګه له صفر سره مساوي وي. دا بیان څرګندوي چې مومتم د یو تصادم په متقابلو اغیزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاته کېږي.

**مثال:** په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم ځانګړی ډول ښودل شوی دی.



لومړنۍ جسم د  $m$  په کتله او  $v_0$  سرعت له دویمې جسم سره چې د کتلې لرونکي دي 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:

$$mV_0 = (m + m)v$$

$$mV_0 = 2mv$$

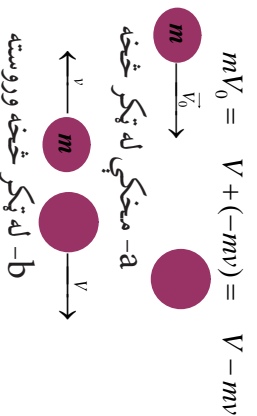
$$V = \frac{m}{2}V_0$$

د مومتم د تحفظ له قانون څخه

ددي له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو ولیکو:  $V = \frac{m}{m+m}V_0$

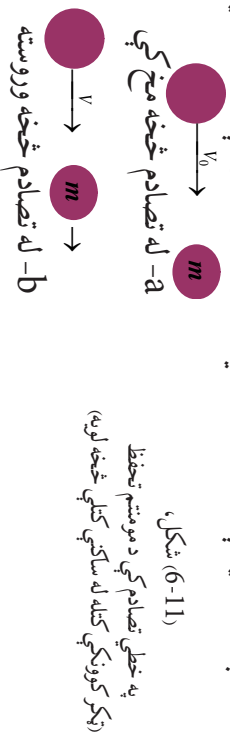
باید یادونه وکړو چې کولای شو چې د  $m$ ، او  $v_0$  د قیمتونو په لرلو سره له تصادم څخه وروسته دواړو یو ځای شوو کتلو د حاصل شوي سرعت محاسبه کړو.

د (6-10) شکل د  $m$  یوه کتله د  $v_0$  له سرعت سره له دویمې ساکنې کتلې سره تصادم (ټکر) کوي او له تصادم څخه وروسته،  $m$  د  $v$  په سرعت او د  $V$  په سرعت یو ډبل په مخالف لوري کې په حرکت راځي. څرنگه چې په دې ټکر کې مومتم محفوظ دي، نو له مخې یې:



په خطي ټکر کې د مومتم تحفظ (ټکر لرونکي کتله له ساکنې کتلې کوچي)

پورتی رابطه په څرگند ډول بیانوي چې له تصادم څخه د مخه مومتم مساوي دی، له تصادم څخه وروسته مومتم سره، که چیرې تصادم کورنکې کتله د مستقیم خط پرمخ په یو تصادم کې له ساکني کتلې څخه لږه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم څخه وروسته یو له بله څخه لږې کېږي او په همدې پړه لوري کې په حرکت راځي. په (6-11) شکل کې ښودل شوي دي.



د دې ځانګړي حالت لپاره، د مومتم د تحفظ قانون لاندې شکل ځانته اختیاري:

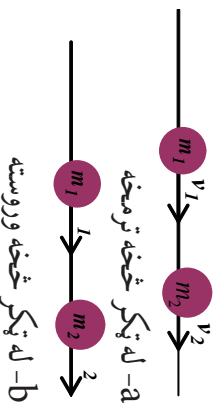
$$V_0 = V + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوي دي. په دې حالت کې:

$$b = m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$$

$$a = m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$$

د  $m_1$  او  $m_2$  ورګر شوو کتلو او  $v_1$  او  $v_2$  ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستي سرعتونه له تصادم څخه وروسته په  $v_1$  او  $v_2$  دي. د لومړني قیمت د ورګرل شویو ټاکلو برخو لپاره  $m_1$ ،  $m_2$ ،  $v_1$  او  $v_2$  د نهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځته کېدای شي. خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قیمتونو لپاره د پورتني معادلې صحت او د مومتم د تحفظ د قانون د صحت په پایله کې په هغو کې تحقق مومي.

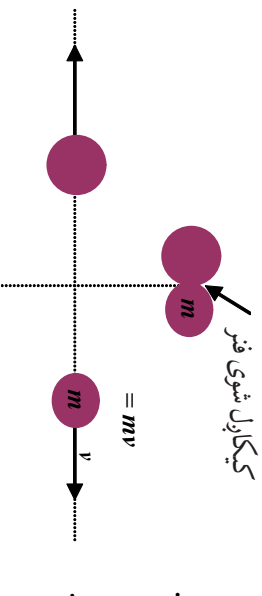


شکل (6-12)،  
د مستقیم خط پرمخ ټکر د مومتم  
د تحفظ عمومي حالت

د مومنتم د تحفظ یول په زړه پورې مثال په (6-13) شکل کې ښودل شوی دی. د  $m$  له کتلو سره دوه جسمونه، د یو فنر 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 فنر قوه یې په دوو اړخو ضربه واردوي. په هر یو جسم باندې د واردې شوې قوې اندازه په هره گړۍ کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول یو له بل سره مساوي او پر کتلو د وارد شوو قوو لوری یو د بل په خلاف دی. ددې له مخې، د هغې قوې امپولس چې په عمل کوي، په کچه کې مساوي، خو د هغه قوې له امپولس سره په مخالف لوري کې دي، چې د  $m$  پر کتلې عمل کوي. هره کتله د شوپ کتلو په پایله کې عین مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه یې صفر دی. یعنې څرنگه چې مومنتم له خوشې کېدو تر مخه صفر وه، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کېدو وروسته صفر دی. له پورتنیو بحثونو څخه که چیرې د مومنتم اسکالري اندازه ته پام وکړو، وپه مومو چې هغوی باید یو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دویم ځلي پاملرنه کولای شو ولیکو:  $m_1 v_1 = m_2 v_2$

شکل (6-13)،

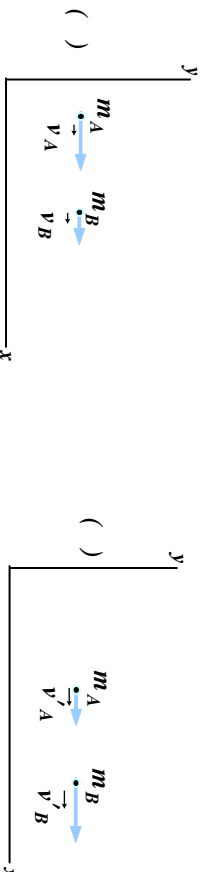
د هغو کتلو د مومنتم تحفظ چې د فنر په واسطه دواړو خوا ته شوتل شوي دي.



دا پایله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقیم تطبیق (برته له پورتنیو څرگندونو) څخه کېدای 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: اړتجاعي ټکر (تصادم)

اړتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزیک له اړخه څنگه څیړل کېږي؟ اړتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په کې د مومنتم د تحفظ او میخانیکي انرژۍ 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) د محور په یوه مستقیم خط حرکت کوي. اوس دا دواړه جسمونه له ټکر څخه تر مخه او له هغې څخه وروسته تر مطالعې لاندې نیسو: فرض کوو چې له (6-14) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له ټکر څخه د مخه په ترتیب سره د  $v_A$  او  $v_B$  سرعتونه او له تصادم څخه وروسته د  $v'_A$  او  $v'_B$  سرعتونه لري.



شکل (6-14)

کله چې  $v > 0$  وي، جسم د X د محور نښي لور ته او کله چې  $v < 0$  وي، جسم د X د محور کېښ لوري ته حرکت کوي.

د مومنتم د تحفظ له قانون سره سم، په دې ډول ټکر کې د سیستم مجموعي مومنتم له ټکر څخه مخکې او وروسته ثابت پاته 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 کونونکو جسمونو د حرکي انرژي مجموعه له ټکر څخه تر مخه او له ټکر څخه وروسته مساوي دي، یعنې:

$$\frac{1}{2} m_A V_A^2 + \frac{1}{2} m_B V_B^2 = \frac{1}{2} m_A V_A'^2 + \frac{1}{2} m_B V_B'^2 \dots\dots\dots(2)$$

په هغه صورت کې د دواړو جسمونو کله او سرعت له تصادم څخه د مخه معلوم دي، د (1) له رابطې څخه به گټې اخېستلو کولای شو، د A او B دواړو جسمونو کله او سرعت له تصادم څخه وروسته داسې به 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 به گټې اخېستلو سره د حرکي انرژي لپاره لیکو چې:

$$m_A (V_A^2 - V_A'^2) = m_B (V_B'^2 - V_B^2) \dots\dots\dots(4)$$

له الجبري  $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$ ، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول لیکلای شو:

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

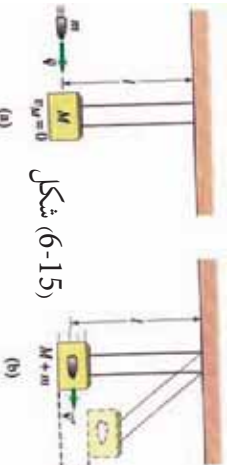
اوس په (3) رابطې باندې د (5) رابطې په ویشلو او د  $V'_A \neq V'_B$  او  $V_A \neq V_B$  په فرضولو سره لرو چې:

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

د (6) اخځني رابطة يوه ډبره مهمه او په زړه پوري رابطة ده، د تصادم دا رابطة ددي بيانونکي ده چې په يو ارتجاعي تصادم کې، نسبي سرعت او يا د دوو ټکر کوونکو جسمونو د سرعتونو تفاضل له ټکر څخه د مخه او وروسته يو له بله سره برابر خو يو له بل څخه په خلاف لوري دي.

### 6-6: غير ارتجاعي ټکر (تصادم)

غير ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ د ارتجاعي او غير ارتجاعي تصادم ترمنځ څه ډول توپير شته؟ غير ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په هغې کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي. خو د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون صدق ونه کړي. په دې ډول تصادم کې د ميخانيکي انرژي د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دليل دي چې د سيستم د حرکې او پوتانسيل انرژي مجموعه ثابت نه پاته کېږي. يعنې په دې ډول تصادم کې شونې ده، چې ميخانيکي انرژي په حراتي انرژي، صوتي انرژي او يا د کار د تغيير شکل ورکړي.



شکل (6-15) (6-15)

نو ددې له مخې د غير ارتجاعي تصادمونو لپاره، يوازې کيدای شي د مومنتم د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونيسو. په غير ارتجاعي تصادمونو، معمولاً تصادم کوونکي جسمونه له تصادم څخه وروسته يو له بله سره نښتي او په عين سرعت حرکت کوي.

د غير ارتجاعي تصادم ډيټرمننډلر لپاره يوه نښه مثال عبارت له بالستیک رقصي (Ballistic Pendulum) څخه دی، چې په مرسته يې کولای شو د مرمی سرعت اندازه کړو.



چینه وکړئ

ته وراندې کړئ

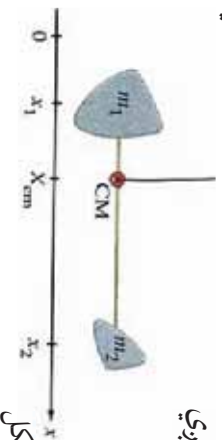
### 6-7: د ثقل مرکز

په پخو انيو ټولگيو کې د ثقل مرکز له مفهوم او دا چې څنگه مو وکولای شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مرکز پيدا کړو، بلدتيا ترلاسه کړه، خو ايا تراوسه مو له ځانه څخه پوښتنه کړې ده، چې څرنگه کولای شو د اجسامو د يو سيستم او يا هغو ذرو د ثقل مرکز چې د يو مستقيم خط پرمخ دي، لاس ته راوړو؟ او يا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سيستم او يا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو. د پيرټينو پوښتنو د ځوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونيسئ، په دې شکل دوه جسمونه د  $m_A$  او  $m_B$  په کتلو شتون لري چې د هريو واټن د  $X$  د محور له مرکز څخه عبارت له  $x_A$  او  $x_B$  څخه دي.

ددې سیستم د ثقل د مرکز د لاس ته راورلو لپاره چې له دوو جسمونو (له دوو ذرو څخه نماینده گي کوي) جوړ شوي دي له لاندې رابطې څخه گټه تر لاسه کېږي

$$m_A x_{cm} + x_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$

$$\text{اویا (1)} \quad X_{cm} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{m_A + x_B}$$



شکل (6-16)

په دې رابطه کې  $X_{cm}$  د سیستم د ثقل د مرکز فاصله د  $X$  محور له مرکز څخه دي. د رابطې د ساده کولو لپاره د  $m_A$  او  $m_B$  د کتلو مجموعه د  $M$  د قیمت په وضع کولو د (1) رابطه لاندې شکل ځانته نیسي:

$$X_{cm} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{m_A + m_B}$$

شکل (6-17)



اوس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - په هغه صورت کې چې یو ه کتله له بلې څخه لویه مثلا  $m_B > m_A$  وي، په دې حالت کې ددې دوه جسمي (دوه ذره یي) سیستم د ثقل مرکز هغه جسم ته نژدې دی چې د لوېې کتلې لرونکی وي.

2 - که چېرې د سیستم ټوله کتله په یوه نقطه مثلا د  $m_B$  په نقطه کې دي، په دې صورت کې به  $m_A = 0$  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 چېرې سیستم له دوو جسمونو (ذرو) زیات تر  $n$  ذرو پورې وي، په داسې حالت کې د (1) د رابطې پر بنسټ کولای شو ولیکو چې:

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

$$= m_1 + m_2 + m_3 + \dots \quad X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i X_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

ووروستي رابطه د اجسامو یا د ذرو د سیستم د ثقل مرکز د لاسته راوړلو لپاره یوه کلې رابطه ده. همدارنگه د  $Y$  محور لپاره په آسانی کولای شو په اثبات ورسوو چې:

$$\sum_{i=1}^n m_i Y_{cm} = \dots$$

## د شپږم څپرکي لنډيز



- د خطي مومنتم او امپولس په مبحث کې دوه اصله (امپولس - مومنتم) او (د خطي مومنتم تحفظ) د بنسټيزو قوانينو او قاعدو په نامه ياد شوي دي.
- امپولس يا ضربه يو وکتوري کميت دی، چې د قوې او وخت له حاصل ضرب څخه عبارت دی.

$$\vec{I} = \sum_{cm} \vec{r} \cdot \Delta t$$

- امپولس د نيوتن د دوهم قانون په نظر کې نيولو سره په حقيقت کې عبارت له  $\Delta$  څخه دی، يعنې:

$$\vec{I} = \sum_{cm} \vec{r} \cdot \Delta t = \Delta$$

- د يو جسم خطي مومنتم د  $m$  له کتلې او  $\vec{v}$  د سرعت سره عبارت له  $m\vec{v} = \vec{I}$  څخه دی.
- مومنتم يو وکتوري کميت او د  $\vec{v}$  له وکتور سره هم لوری دی.
- د څو جسمو څخه په جوړ شوي سيستم کې د ټول سيستم خطي مومنتم عبارت دی له مجموعې د مومنتمونو د هر يو له اجسامو څخه په جلا توګه، يعنې:

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \dots = \sum_{i=1}^n \vec{I}_i$$

- مومنتم د نيوتن د دوهم قانون په نظر کې نيولو سره عبارت له:  $\sum \vec{r} = \frac{\Delta \vec{I}}{\Delta t}$  څخه دی، يعنې پر يوه جسم د واردو شوو قوو مجموعه مساوي د مومنتم له تغيير سره نظر زمان ته دی.
- د يو جسم لپاره د مومنتم تحفظ هغه مهال برقراره کيدای شي چې پر جسم د واردو شوو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په هغې کې د مومنتم د تحفظ بېلګې انرژي او قوانين دواړه صدق کوي.
- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کونکو دواړو جسمونو نسبي سرعت له تصادم څخه مخکې او له وروسته يوه اندازه خو يو دبل په خلاف لوري دي.
- غير ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی، چې په هغې کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون په کې صدق نه کوي.
- د اجسامو يا ذرو د سيستم د نقل مرکز لاس ته راوړلو لپاره له لانديني رابطو څخه ګټه اخيستل کېږي.

$$\sum_{i=1}^n m X_i \Rightarrow X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n m X_i}{\sum_{i=1}^n m} \Rightarrow \text{نظر د } X \text{ محور ته} \quad \Rightarrow \text{نظر د } Y \text{ محور ته}$$

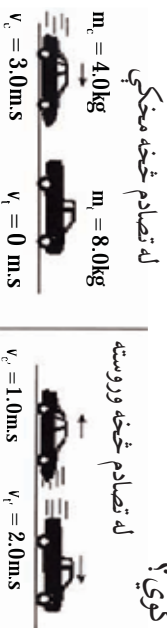


## د شپږم څپرکي پوښتي

1. د یو جسم مومتم عبارت دي د جسم د ..... او ..... له حاصل ضرب څخه.
2. د نیوټن د دوهم قانون له مخې پر یو جسم د وارده قوو مجموعه عبارت له نسبت د ..... پر ..... دی.
3. امپولس عبارت د ..... له تغیراتو څخه دي.
4. په ارتجاعی تصادمونو د دوو تصادم کونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته یو له بله سره ..... خو په ..... لوري یو د بل دي.
5. له لاندې څوابونو څخه کوم یو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.  
الف)  $\frac{m}{s}$       ب)  $m$       ج)  $\frac{m}{s}$       د)  $s$
6. له لاندې څوابونو څخه کوم یو پر جسم د عمل کونکي قوې له مجموعې سره مساوي دي.  
الف)  $\frac{\Delta}{\Delta t}$       ب)  $\frac{\Delta}{\Delta t} \cdot m$       ج)  $m \cdot \Delta v$       د)  $\Delta$
7. که چیرې د دوو جسمونو مومتم یو شان وي، په پایله کې حرکي انرژي له کتلې سره له لاندینو رابطو څخه یوه لري.

الف) مستقیم ب) معکوس ج) هېڅ اړیکه نه لري د) یو له بل سره متناسب

8. لاندې تصویر د دوو لابراتواري موټر ګیر تصادم ښيي، چې په ترتیب سره د 4Kg او 8Kg کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له 1m/s سرعت سره د شا په لور او د B موټر له 2m/s سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پر بنسټ، لاندې څوابونو څخه کوم یو د مومتم او حرکي انرژي په هکله صلیق کوي؟



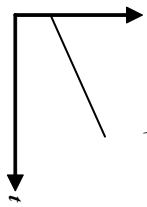
مومتم	حرکي انرژي
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت نه دي موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت نه دي موندلی

- الف):  
ب):  
ج):  
د):

9. په لاندې شکل کې که چیرې د اصطکاک قوه د هر کیلوگرام په وړاندې  $0.25$  نیوټن وي او جسم د سکون له حالت څخه په حرکت کې راشي، له څو ثانیه څخه به یې موتم  $8 \text{ m/s}$  ته ورسېږي؟  
الف)  $1.25$  ثانیه      ب)  $2.5$  ثانیه      ج)  $1.6$  ثانیه      د)  $3.2$  ثانیه



10. د  $Y$  عمودي محور، د  $P$  موتم لاندې گراف او د  $X$  افقي محور،  $t$  زمان د یوې فضايي سفینې لپاره ښيي. له لاندې څوابونو څخه کوم یو د خط له میل څخه عبارت دی.



- الف) د سفینې کتله  
ب) د سفینې سرعت  
ج) هغه مجموعي قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي.  
د) د سفینې پرمخ ترسره شوي کار
11. یو جسم د  $5$  ثابتي قوې لاندې د سکون له حاله  $1.5 \text{ m/s}^2$  تعجیل سره په حرکت راځي، له  $6$  ثانیه څخه وروسته د جسم موتم  $8 \text{ m/s}$  کېږي؟  
الف)  $20$       ب)  $30$       ج)  $22.5$       د)  $45$
12. څه شی باید په یو جسم تطبیق شي، ترڅو د هغه سرعت او یا حالت ته تغیر ورکړي.  
13. د قوې امپولس تعریف کړئ.  
14. د  $m$  د کتلې لرونکې جسم موتم چې د  $V$  په سرعت په حرکت کې دی، تعریف کړئ.  
15. د خطي موتم د تحفظ قانون بیان کړئ.  
16. څه ډول (امپولس) - موتم) او (د موتم تحفظ) د نیوټن قوانین تعقیبوي، بیان یې کړئ.  
17. په شکل کې  $10 \text{ gr} = m$  ،  $5 \text{ gr} = m$  او  $25 \text{ m/s} = v$  ،  
د  $M$  د کتلې لومړنی سرعت حساب کړئ.
18. په لنډ ډول د دوه جسمونو په تصادم کې د موتم تحفظ چې نوموړي جسمونه د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړئ.  
19. د  $s - 300$  یو امپولس پر یو جسم چې کتله یې  $2 \text{ g}$  وه واردېږي، ددې کتلې په سرعت کې تغیر وټاکئ (تعمین) کړئ.  
20. یو جسم چې  $10 \text{ gr}$  کتله لري، د  $10 \text{ gr}$  سرعت لرونکی دی. که چیرې  $s - 1000 \text{ dy}$  امپولس پر دې کتلې وارد شي، د کتلې اخري سرعت حساب کړئ.

21. یو ماشوم له  $g$  21 کيلې سره بړيو وړوکی بایسکل چې  $g$  9.5 کتله لري، سپور او په  $4.5m/s$  سرعت د شمال ختیځ په لور په حرکت کې دی.
- a. د ماشوم او بایسکل مجموعي مومنتم څومره دی؟
- b. د ماشوم مومنتم څومره دی؟
- c. د بایسکل مومنتم حساب کړئ.

22. د فوټ بال یو توپ له  $g$  0.5 کتلي او  $15m/s$  سرعت سره د شمال په لور شوت کېږي، یوساکن شخص په  $0.02s$  زمان کې هغه نیسي او دروي یې. کومه قوه د نیوونکي لخوا په توپ واره شوې ده؟

23. د کرکټ د هر توپ کتله د سکون په حالت کې  $g$  0.5 ده، که چېرې شین رنگه توپ په  $12m/s$  سرعت له ایي رنگه توپ سره چې ساکن دی، برخورد وکړي. (فرض کوو چې د لویي دوخت په اوږدو کې، توپونه له اصطکاکی پرته بېرېرې سطحې حرکت کوي). د ایي رنگه توپ نهایی سرعت په لاندې حالتونو کې پیدا کړئ.

- a. شین رنگه توپ له ایي توپ سره له ټکر څخه وروسته درېږي.
- b. شین توپ له تصادم څخه وروسته خپل حرکت ته له  $2.4m/s$  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  $g$  600 کيلې سره او د M بل واگون له  $g$  900 کتلي سره دي. د واگونونو سرعت له تصادم څخه وروسته چې په خپلو کې سره یو ځای کېږي، محاسبه کړئ. (ځواب:  $0.8m/s$  دی.)

b- فرض کړئ د (b) په شکل کې  $m$  د تینس توپ له  $500gr$  کيلې سره وي. که چېرې د تینس د توپ لومړنی سرعت  $20m/s$  او نهایی سرعت یې  $10m/s$  په هغه لوري کې چې په شکل کې لیدل کېږي، وي. د والبال د توپ سرعت پیدا کړئ. (ځواب:  $3m/s$  دی)

c- د (b) په پورتنی شکل کې فرض کړئ چې یوه  $10gr$  کيلې سکه او یوه  $5gr$  کيلې سکه وي. په هغه صورت کې چې  $V = 2m/s$  او  $V_0 = 1m/s$  وي، د V قیمت وټاکئ. (ځواب:  $2m/s$ )

d- فرض کړئ چې پورتنی دوه جسمونه د هوابي سفینې دوی برخې (مثلا د قوماندې برخه او د سفینې د خدمتونو برخه) وي، او  $g$  10,000 = او  $m = 2000g$  وي. که چېرې یو له بل څخه د برخو تر جلا کېدو وروسته  $V = 5m/s$  وي، د V سرعت قیمت او د  $m$  د کتلي سرعت نسبت ته وټاکئ. (ځواب:  $25m/s$  او  $30m/s$ )

25. یوه تشله له  $0.015kg$  کتلي سره شینې لورته له  $22.5cm/s$  سرعت سره له اصطکاکی څخه پرته بېرېرې سطحې اغېزې، له یوې بلې تشلې سره چې له  $0.015kg$  کتلي او  $18cm/s$  سرعت سره کین لورته حرکت کوي، یو ارتجاعي تصادم کوي. له ټکر څخه وروسته لومړنی، تشله له  $18cm/s$  سرعت سره په حرکت راځي. د دوهمې تشلې سرعت له تصادم څخه وروسته پیدا کړئ.

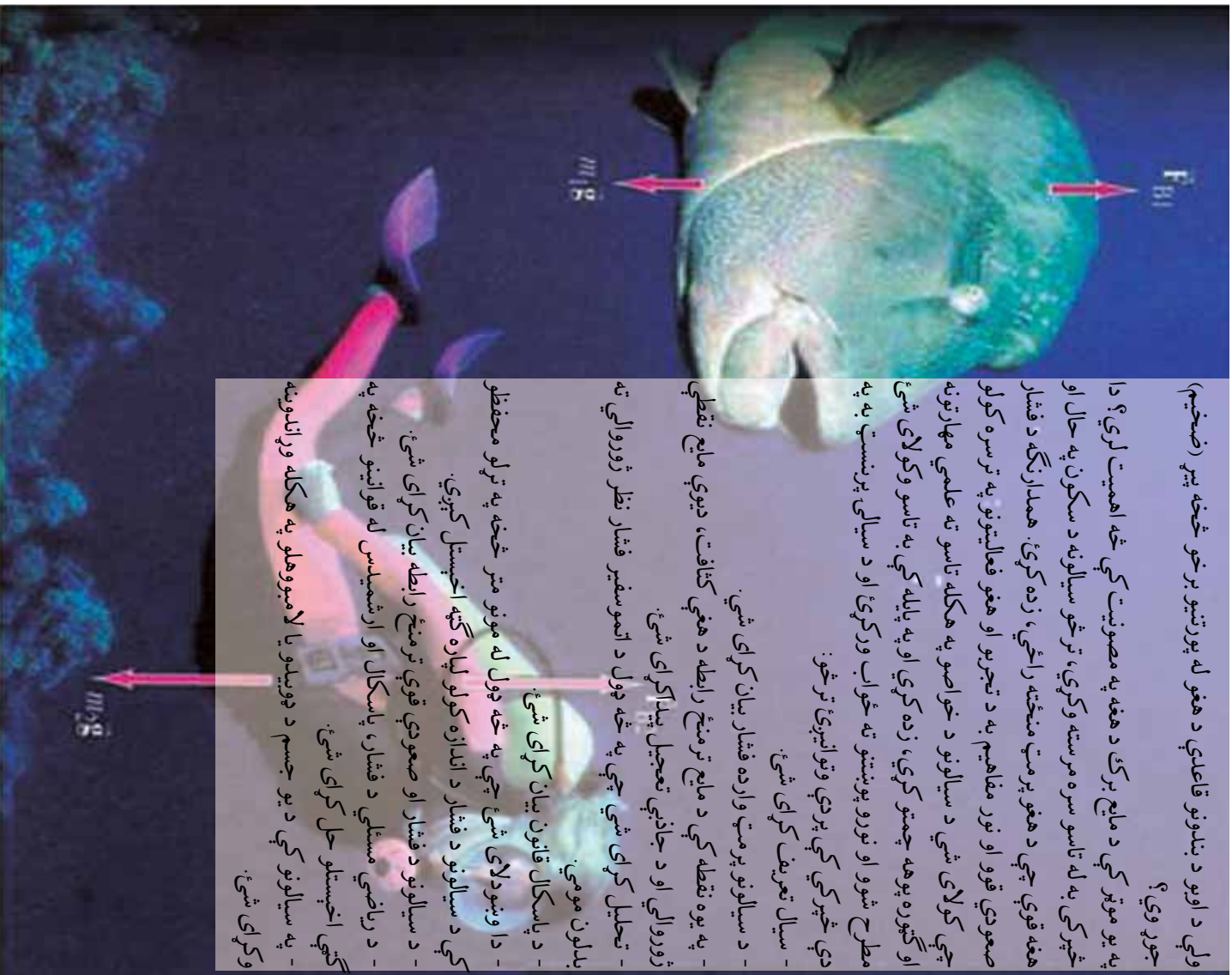
26. یو موټر له  $g$  500 کتلي په  $15m/s$  سرعت د جنوب په لور له یوې  $g$  4500 لاری سره چې د ترافیکي اشارې لپاره د دریډلې ده، ټکر کوي. موټر او لاری یو له بله سره لگیدلي او له ټکر څخه وروسته یو له بل سره یو ځای په حرکت راځي د موټرونو د مجموعي کتلو نهایی سرعت پیدا کړئ.

# اوووم شپړکی د سیالونو نسبي سکون

ولې د اووو د بندونو قاعدې د هغو له پورتنیو برخو څخه پیر (صخیم) جوړوی؟

په یو موټر کې د مایع برک د هغه په مصونیت کې څه اهمیت لري؟ دا څپړکی به له تاسو سره مرسته وکړي، ترڅو سیالونه د سکون په حال او هغه قوې چې د هغو پرست منځته راځي، زده کړي. 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 مهارتونه او ګټوره پوهه چمتو کړي، زده کړي او په پایله کې به تاسو وکولای شي مطرح شوو او نورو پوښتنو ته ځواب ورکړئ او د سیالی پرېست به په دې څپړکي کې پردي وتوانیږئ ترڅو:

- سیال تعریف کړای شي.
- د سیالونو پرست وارده فشار بیان کړای شي.
- په یوه نقطه کې د مایع ترمنځ رابطه د هغې کثافت، د یوې مایع قطعي ژوروالي او د جاذبې تعجیل پیدا کړای شي.
- تحلیل کړای شي چې په څه ډول د اتموسفیر فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.
- د پاسکال قانون بیان کړای شي.
- دا وپوښتل شي چې په څه ډول له مونو متر څخه په ټولو محفوظو کې د سیالونو د فشار د اندازه کولو لپاره ګټه اخیستل کېږي.
- د سیالونو د فشار او صعودي قوې ترمنځ رابطه بیان کړای شي.
- د ریاضي مسئلې د فشار، پاسکال او ارشمیدس له قوانینو څخه په ګټې اخیستلو حل کړای شي.
- په سیالونو کې د یو جسم د جویندو یا لامبووهلو په هکله وړاندوینه وکړای شي.



## 7-1: سیالونه

په مایع حالت کې د اجسامو مالیکولونه د اتصال (ښینلو) له کمزورو قوو سره یو له بله سره تړل شوي دي. هغوی ثابتو موقعیتونو ته مقید نه دي، بلکې یو د بل پرمخ په ښویدلو په ازاده توګه له یو موقعیت څخه بل موقعیت ته د مکان تغیر کوي. بناءً مایعات ټاکلی حجم لري او کولای شي روان اوسې او په هغه لورېني کې چې اچول کېږي، د هغې شکل ځانته اختیاري.

همدا راز د مایعاتو مالیکولونه یو له بله سره نژدې دي او د فشار ورکونکو قوو په وړاندې مقاومت دي. لکه څنګه چې مایعات عملاً د تراکم وړ نه دي.

د ګاز په حالت کې ذرې یو له بله څخه ډېره فاصله لري او اتصال یا ښینلو او لګیدلو قوې یې ترمنځ هومره کوچنۍ دي چې د صرف نظر وړ دي.

له دې امله هغوی د مایعاتو مالیکولونو پرتله ډېر په ازاده توګه یو له بل څخه په لرې واټن کې حرکت کولای شي او ټاکلی حجم او ټاکلی شکل نلري، هرې خوا ته خپریږي او په اسانۍ سره متراکم کېږي. څرنګه چې هم مایعات او هم ګازات له خپل لږ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل تغیر کوي او د سیالیتا وړتیا لري، له همدې امله دي چې هغوي د سیالونو<sup>1</sup> په نامه یادوي.

### د سیالونو فشار

لکه څنګه چې تاسو پوهیږئ فشار په ظرف کې د سیال په هره نقطه کې، عبارت دی د سطحې پر واحد باندې د عمودي وارده قوې له مقدار څخه چې کیدای شي داسې ولیکل شي:

$$\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}$$
$$\text{او یا د سمبول په لیکلو: } = \frac{\quad}{A}$$

د SI د اندازه کولو په سیستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) څخه دی او مساوي دی له:

$$\frac{\text{نیوټن}}{\text{متر مربع}} \quad \text{یا} \quad \frac{N}{m^2}$$

**مثال:**

د یو کتاب لخوا وارده فشار چې  $0.16cm^2$  مساحت او  $8N$  وزن لري، څومره دی؟ حساب یې کړئ.

**حل:**

$$\begin{aligned} \text{لومړۍ مرحله: لاندې معلومات ورکړل شوي دي: } A &= 0.16cm^2 \\ &= 8 \\ \text{دوهمه مرحله: د فشار معادله ولیکئ. } &= \frac{\quad}{A} \end{aligned}$$

1 د سیال کلمه د پیدللو یا جریان پیداکولو د وړتیا مفهوم رسوي او له همدې امله دا کلمه په یوه وخت کې د مایعاتو او ګازاتو لپاره کارېدلای ده.

دریمه مرحله: د ورکړل شوو قیمتونو په وضع کولو سره مساحت او د قوه حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبي قوي له اندازې څخه عبارت دی).

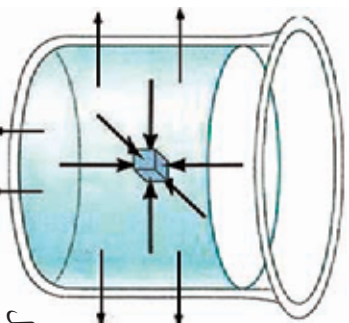
$$= \frac{8}{0.16} = 50 = 50 \frac{m^2}{m^2} = 50 \quad a$$

### پوښتنې:



1. د یو کانتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې 6000 او د قاعدې مساحت یې  $3m^2$  دی، څومره دي؟ بیا یې کړئ.
2. د یوې دښېني تختې وزن پیدا کړئ چې مساحت  $12m^2$  دي او  $a$  فشار پر ځمکې واردوي.

## 7-2: د مایع فشار اندازه کول



شکل (7-1)

کله چې د لامبلو په یوه ډنډه کې تراویو لاندې لامبې، د اویو فشار د خپلو غوړونو په پردو کې حس کولای شې. څه شی ددې فشار سبب کېږي؟ په اسانۍ سره ویلای شو چې ددې فشار لامل، د اویو وزن ستاسو پر بدن دي چې تاسو مقابل لوري ته ډیځه کوي. د (7-1) شکل د اویو په یو ډک لوبښي کې یو غوټه شوي جسم ښیي.

مایع د جسم او د هغې پر جدارونو قوي واردوي، قوي د جسم د سطحې او جدارونو پر هره نقطه په عمودي ډول وارډېږي.



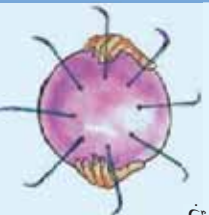
### فعالیت:

اوبه څرنگه پر اجسامو فشار واردوي؟

**اړین توکي:** پلاستیکی کڅوړه، سنجاق او اوبه

### ګړنلاره:

- 1- کڅوړه له اویو څخه ډکه کړئ.
- 2- کڅوړې ته په سختې فشار ورکړئ او په چټکۍ سره یې په څو نقطو کې په سنجاق سوري کړئ.
- 3- خپل مشاهدات ولیکئ.
- 4- له خپلې ډلې سره پر لیکل شورو مشاهداتو بحث وکړئ.
- 5- ستاسو پایله ترلاسه کول له دې فعالیت څخه څه شی ده؟ تاسو ولیدل چې اوبه د کڅوړې د سطحې له سوریو څخه په ټولو لورو کې په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار په ټولو لورو کې د سطحې په هره نقطه کې عمودي دی.



شکل (7-2)

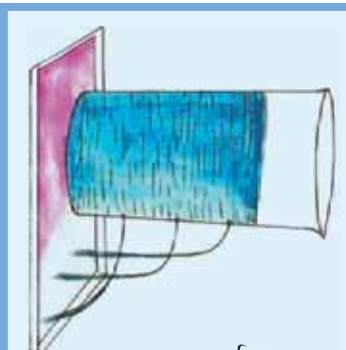
په څه ډول د اوبو د فشار کچه نظر د اوبو عمق ته توپیر کوي؟  
ددي پوښتنې ځواب د لاندې فعالیت په ترسره کولو لاس ته راوړلای شئ.



**فعالیت:** فشار او ژوروالي

### اړین توکي: ګولاره:

- 1- د قطی پوه خوا درې ځایه په مساوي ډول سوري کړئ.
  - 2- سوري په موم یا خمیرې بند کړئ.
  - 3- حلیې قطی له اوبو څخه وکه کړئ.
  - 4- سوري پر لښیزئ.
  - 5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.
- لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب وولئ:
- له کوم سوري څخه اوبه په تیزۍ او ډیر شدت فواره کوي؟
  - په کوم سوري کې فشار ډیر دی؟



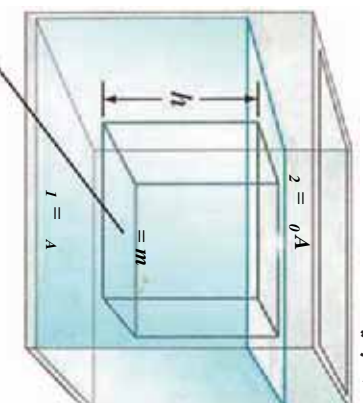
شکل (7-3)

له لاندې فعالیت څخه کولای شو پایله ترلاسه کړو چې د اوبو فشار د ژوروالي په زیاتیدو سره ډیرېږي.

### د مایع په یوه ټاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي تړمښخ رابطنه

کثافت لرونکي ساکنه مایع د یو سر خلاصې لوبښې په منځ کې له (7-4) شکل سره سم په نظر کې نیسو. کله چې وضو اړو د مایع فشار د مایع په منځ د C په نقطه کې چیرې چې د مایع ارتفاع یا ژوروالی په هغې نقطه کې h دی، لاس ته راوړو.

شکل (7-4)



له مایع څخه وکله لوبښې په نظر کې ونیسئ چې د h په ارتفاع او د A په قاعدې یو سلنډر په کې غوټي وهي. ددې بېلگه نیز سلنډر ارتفاع برابره ده، د C نقطې له ژوروالي څخه تر اوبو تر سطحې (h) پورې راځي چې ددې فرضي سلنډر پورتنیو او لاندینو سطحو باندې عامې قوې مطالعه کړو. دغه قوې درې ډوله دي:

$$1 - \text{د بېلگه نیز سلنډر وزن } (W), \quad W = \rho g h A$$

$$2 - \text{د } (F_1) \text{ صعودي قوه چې د مایع د فشار له امله د سلنډر پر قاعدې واردېږي. } F_1 =$$

د ( 2 ) قوه چې د اتموسفیر د فشار له امله د سلنډر پر پورتنۍ سطحه له پاسه عمل کوي، پردي بېلگه ییز سلنډر د نیوتون د دریم قانون په تطبیقولو سره (مایع ساکن او د تعادل په حالت کې دي):

$$\sum = 0$$

$$\begin{aligned} \text{نر ددي له مخې: } A - ( {}_0A + pghA ) &= 0 \\ &= {}_0 + pgh \\ \text{اویا } - {}_0 &= pgh = \end{aligned}$$

P مطلقه فشار دی،  $P_g$  نظر ژوروالي ته د سیال د داخلي فشار په نامه یادېږي. د مطلقه فشار د h په ژوروالي د مایع د سر خلاصې لوړېني په ښکتنې سطحه کې د اتموسفیر له فشار څخه ډېر دی او کچه یې ( $Pgh$ ) ده. له هغه څخه نه مو چې په رابطه کې مطالعه کړ، لاندې پایلې لاسته راوړلای شو:

- 1 - د مایع د داخل 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 لوړېني شکل پر فشار اغیز نه لري.

### مثال

یو لامبورهنګی په  $400m$  ژوروالي تر سمندر لاندې په افقي توګه لامبورهي. که چېرې د بحر د اوبو کثافت  $1.025 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$ ،  $a = 1.01 \times 10^5$  او  $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$  وي، حساب کړئ.

- 1 - د  $P_g$  داخلي فشار په دې ژوروالي کې.
- 2 - منځنۍ فشار په دې ژوروالي کې.
- 3 - پر لامبورهنګی جسم د اوبو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبورهنګی جسم مساحت  $0.8m^2$  وي.

**حل:**

$$\begin{aligned} &= pgh \\ &= 1.025 \times 10^3 \times 9.8 \times 400 \\ &= 4.018 \times 10^6 \quad a \end{aligned}$$



$$= 0 + \quad -2$$

$$= 1.01 \times 10^5 a + 4.018 \times 10^6 a$$

$$= 4.119 \times 10^6 a$$

$$= - \Rightarrow = \times A \quad -3$$

$$= 4.018 \times 10^6 \times 0.8$$

$$= 3.2144 \times 10^6$$

### 7-3: د اتموسفیر فشار

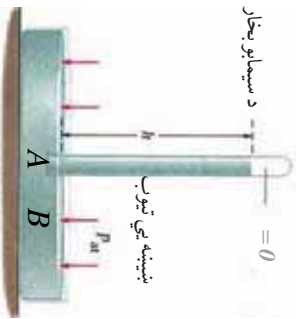
ځمکه د نایټروجن، اکسیجن او غازاتو د یو قشر په واسطه احاطه شوې ده، چې د اتموسفیر په نامه یادېږي. د اتموسفیر د قشر پیلوالی له ځمکې څخه د هغې تر پورتنې پورې تقریباً 150km ته رسېږي، د اتموسفیر شاوخوا 80 غازونه د ځمکې د سطحې په 10 کیلومتری ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفیر په پورتنۍ برخه کې صفر ته نژدې کېږي، لکه چې پوهېږو فشار د اتموسفیر په هره نقطه کې مساوي وي، د هغه هوایي ستوني له وزن سره، چې طول یې 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 د ارتفاع په زیاتیدو سره تناقص پیدا کوي، اوس گورو چې څنګه کولای شو، د اتموسفیر فشار اندازه کړو؟

دې موخې لپاره مورز د توریرچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنخ) څخه چې په 1643 زېږدیز کال اختراع شوي دي ګټه اخلو.

په (7-5) شکل کې ښه ښه یې اوږد تيوب تقريباً د یو متر په اوږدوالي او د  $1cm^2$  قاعدې مساحت سره ونښي، چې سر یې بند دی. کله چې هغه له سیمابو (Hg) څخه ډک کړو او بیایي په معکوس ډول له سیمابو څخه په ډک لوبښي کې کېږدو، په دې صورت کې  $a = b$  (ولې؟) ځکه نو:  $0 = \rho_g g h$

د بحر په سطح او تر معیاري شرایطو لاندې د ځمکې د جاذبې تعجیل او د سلسیوس صفر درجې تودوخې، د سیمابو د ستنې ارتفاع 76cm دي او د سیمابو په دې ستنې باندې د اتموسفیر فشار یو اتموسفیر ( $1_{atm}$ ) دی.

د سیمابو ستنې ارتفاع په  $\rho$ ،  $g$  او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري. نو له دې کبله د کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبې تعجیل ( $\rho$ ) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له تغیراتو سره بدلون مومي. ټول دقیق فشار سنخوونکي یا بارومترونه (Barometers) له ترمامیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارټونو سره یو ځای جوړېږي.



شکل (7-5)



شکل (7-6)



### اضافي معلومات:

خښې مروضعات چې بايد پرې پوه شو:  
هرڅومره چې غواص (لامبووهونکي) د بحر د اوبو په ژورو کې ښکته شي، فشاري بدن زياتېږي، تنفس ورته گرانېږي، نو له همدې امله لامبووهونکي ددې ستونزې د رفع کولو لپاره له فشار تنظيمونکو څخه گټه اخلي.  
د (7-6) شکل د غواصانو ځانگړي لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر 610m ژوروالي پورې په تعادل کې ساتي او د تنفس عمل اسانه کوي.

ايا د سيال د جاري کيدو لوري ټاکلې شي؟  
ددي پوښتنې د ځوابو لپاره لاندې فعاليت په عملي توگه تجربه کړئ.



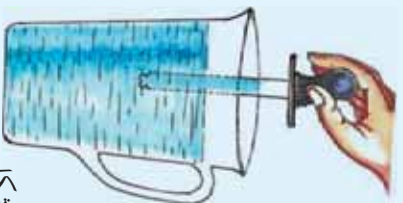
### فعاليت:

د فشارونو توپير او د سيالونو جريان پيدا کول.

**اړين توکي:** قطره څڅوونکي، پياله او اوبه

### کړنلاره:

- 1- دواړو زده کوونکو ته يوه دانه پلاستيکي قطره څڅوونکي او د اوبو يوه کوچنۍ پياله ورکړئ.
- 2- له هغو څخه وضوړئ چې د قطره څڅوونکي د کار د څرنګوالي په هکله يو پاراګراف وليکي.
- 3- توضيح کړئ چې ولې اوبه په قطره څڅوونکي کې پورته شي؟ او ولې کولای شو اوبه پر فشار له قطره څڅوونکي څخه خارجي کړو؟ دواړه پوښتنې دې ددې حقيقت پر بنسټ چې سيالونه د جگ فشار له ساحې څخه د تپت فشار لوري ته جريان پيدا کوي، 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 رامنځته شي؟ کله چې په یوه سفر لور و او یا ټیټو نقطه ته ولاړ شي، باید ځان د اتموسفیر له فشار سره عیار کړی ترڅو د بدن د داخلي او خارجي فشار تعادل رامنځته شي. ښایي تجربه کړي مو وي چې لوړو او ټیټو منطوقو ته د سفر پر مهال مو غوږونه اواز کوي او سبب یې دا دی چې ستاسو د غوږونو د شاوخوا هوا په فضايي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځته شوي 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 کړی. په هغه صورت کې چې:

$$\rho_g = 13595 \frac{kg}{m^3} \quad \text{او} \quad g = 9.80666 \frac{m}{s^2}$$

**حل:**

$$1_{atm} = \rho_g h$$

$$1_{atm} = 13595 \times 9.80666$$

$$1_{atm} = 1.013 \times 10^5 \quad a$$

b- د بحر په سطح کې پر  $2m^2$  مساحت واړه قوه حساب کړی.

$$20 \text{ ټنه وزن} \approx 2.026 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 \times 2 \Rightarrow \frac{0}{A}$$

ولیل شوه چې دا قوه یوه ستره قوه ده.

**پوښتي:**



1. ولې تاسو دومره ستر او څیزینکی فشار نشئ حس کولای؟
2. ولې د الرتکر کابینه بله د تنظیم شوي هوا فشار ولري؟
3. څه پېښېږي کله چې په یوې نیچې، د میوو او په څښنې؟ تشریح یې کړی.



4. ولې فشار تیر ژور ونډو په قاعده کې نسبت د یو لوی او کم ژور جهیل له قاعدې له فشار څخه زیات دی؟

## 7-4: په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول

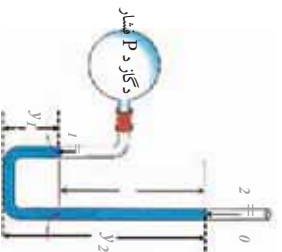
په محصور شوو مایعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له یوې الې خڅه چې د فشار سنځ په نامه یادېږي، کار واخلو. دوه ډوله فشار سنځ شتون لري. یو د سرخلاص نل چې هغې ته شکله موزومتر (U shape monometer) او دویم ډول یې د بورډن موزومتر (Bourdon - type) په نامه یادېږي.

### 1 - خوله خلاصی موزومتر

دا ډول موزومتر له ډوله نښېته یې نل خڅه جوړ شوي دي، چې په منځ کې یې مایع وي. یو سربې خلاصی او بل سربې له یو سیستم (ټانک) چې د ( فشاريې اندازه کوو وصل شوي دي. د کین اړخ د ستنې په قاعده کې د مایع فشار مساوي دی له  $Pgy_1 +$  سره، په داسې حال کې چې د نسبي اړخ په قاعده کې، د مایع فشار  $Pgy_2 +$  دی.

P عبارت د موزومتر د مایع له کثافت خڅه دی. له هغه ځایه چې دواړه تعریف شوي فشارونه له هغه نقطې سره اړیکه لري، نو ددې له مخې لیکلای شو:

$$\begin{aligned} + Pgy_1 &= 0 + Pgy_2 \\ - 0 &= Pg(y_2 - y_1) \\ - 0 &= Pgh \end{aligned}$$



شکل (7-8)

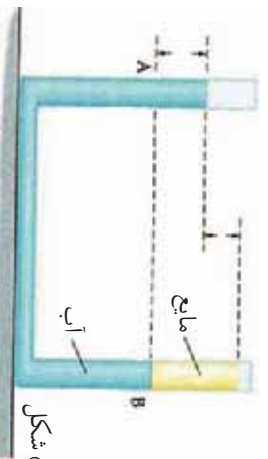
لکه څنګه چې پوهېږئ چې (  $0 -$  ) نظر زوروالی ته، د فشار د توپیر په نامه دی او دا فشار متناسب دی د مایع د ستونزو د ارتفاع له توپیر سره.

### مثال:

یو ډولې نښېته یې نل له اوبو خڅه یوڅه ډک شوی دی، یوه بله مایع چې له اوبو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په یو انجام کې اچول شوي ده. ترڅو دا مایع د  $d$  په فاصله کې د اوبو په پورتنۍ سطحه په بل سټون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.

### پیداګړی:

- 1 - د مایع د کثافت او اوبو د کثافت ترمینځ نسبت.
- 2 - که چېرې د مایع د ستون ارتفاع  $20cm$  او  $d = 8cm$  وي، د مایع کثافت پیداګړی.



شکل (7-9)

**حل:**  

$$P_a = P_0 + \rho g h$$

$$P_0 + \rho g(d + h) = P_0 + \rho g h$$
 په رابطه کې  $P$  د مایع کثافت او  $P_0$  د اوبو کثافت رابښي، د پورتنۍ رابطې له ساده کولو وروسته لرو:

$$2 - \rho = \frac{\rho}{\rho + d} \Rightarrow \rho = 600 \frac{kg}{m^3}$$

**مثال:**

په خوله خلاصی مونومتر د گاز له یوه ټانک سره تړل شوی دی.

د ښي اړخ په ستون کې د سیمايو سطحه د (7-10) شکل په څیر،  $0.39m$  نسبت د مونومتر د کین اړخ سطحې ته لوړه واقع ده. که چیرې یو مونومتر د سیمايو د ستون ارتفاع  $g = 0.75mm$  وښيي.

a- د گاز مطلقه فشار څومره دی؟ ځوابونه په نیوتن پر متر مربع ( $\frac{N}{m^2}$ ) او اتموسفیر ( $atm$ ) وړاندې کړئ.

b- د گاز داخلي فشار نظر د ( $P_g$ ) ژوروالي ته محاسبه کړئ.

**حل:**

a- د گاز مطلقه فشار ( $P_{gas}$ ) عبارت له هغه فشار څخه دی چې د سیمايو د کین اړخ ستون پر پورتنۍ سطحې وارډېږي او دا فشار مساوي دی د سیمايو د ښي اړخ ستون په عین افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره. نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + \rho_{Hg} h = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$

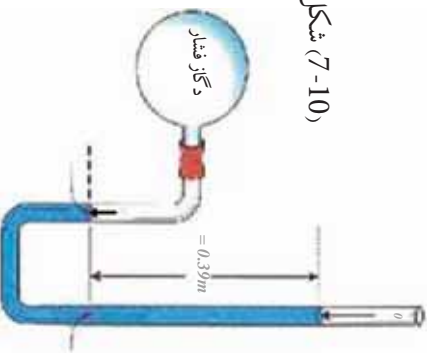
$$1atm = 0.76mHg$$

$$\text{نو ددې له مخې: } 1.14 = \frac{1.14}{0.76} = 1.5atm$$

$$\text{او } 1.5195 \times 10^5 = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 = \frac{N}{m^2}$$

b- د گاز داخلي فشار ( $P_g$ ) داسې په لاس راځي:

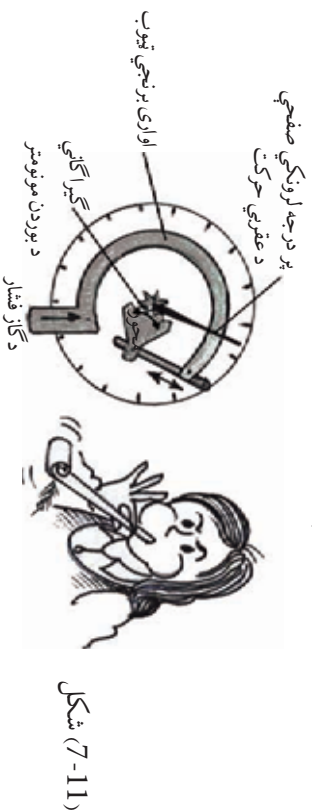
$$= \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$



شکل (7-10)

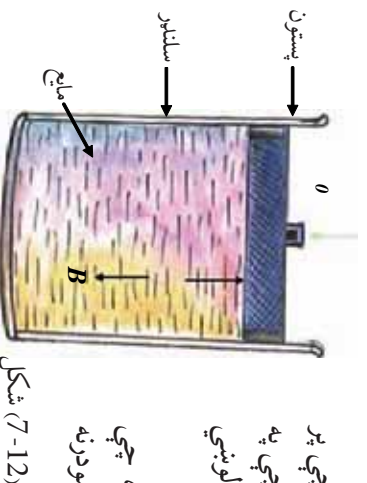
## 2) د بوردن ډوله فشار سنځ اله

له دې الې، څخه نسبت مایع مونومتر ته د گڼو مقاصدو لپاره په اسانۍ او آرامۍ ډیر کار اخیستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجي هوار ټیوب څخه جوړ شوی دی، چې یو سر یې ټول شوی او په دایره یي ډول کوز شوی دی. ټول شوی سر یې له یوې گیر او کوچني غاښ لرونکي څرخ چې د یوې مندر چې صفحې پر مخ حرکت کوي له یوې عقربې سره وصل شوی دی. د (7-11) شکل دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د ټیوب خلاص انجام له هغې الې سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوی دی. کله چې فشار د هوار ټیوب په سر راوړل کېږي، ټیوب ورو ځان سیخوي او دنل د خلاص انجام (چې له عقربې سره وصل دی) د حرکت په پایله کې عقربه حرکت کوي.



## 7-5: په سیالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (7-12) شکل یو سیال په یو سلنډر کې نښتي چې له مایع څخه ډک شوی دی او یو پستون لري. ددې پستون په مرسته کولای شو د سلنډر داخلي فشار ته تغیر ورکړو. فشار د مایع د داخل په هره نقطه کې د مثال په ډول د (b) په نقطه کې د  $P_{gh} + 0 =$  معادلې په مرسته حسابیدای شي. راځئ چې داخلي فشار د  $\Delta 0$  په اندازه زیات کړو. په دې حالت کې د قیمت هم د پورتنۍ رابطې پر بنسټ زیاتېږي. دا پایله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه،



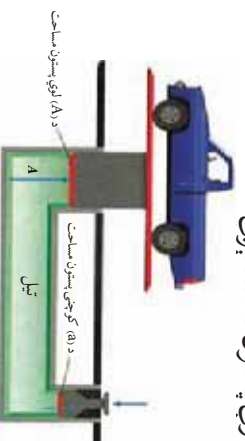
چې د پاسکال د قاعدې په نامه یادېږي. هغه فشار چې پر یوې محصور شوي مایع تطبیق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې یې کموالي راشي د مایع ټولو برخو او د لورنښي جدارونو ته انتقالېږي. پاسکال د قوي مضاعف کونکي اله اختراع کړه چې د پاسکال د ابې شکنجي په نامه یاده شوې او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبیق مهم ځایونه لري. (7-12) شکل

## ابې شکنجه )

په بنسټيزه توگه ابې شکنجه له دوو سلنډرونو څخه جوړه شوي ده، چې له غليظي مايع څخه ډکه شوي ده او د متحرکو پستونونو په مرسته يې پرترتي سطحې بندي شوي چې په (7-13) شکل کې ښودل شوي دي. لوی ستون د (A) او کوچنی پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

ابې شکنجه څنگه کار کوي؟

1- کله چې تاسو د (F) يوه کوچنۍ قوه په يوه واړه پستون واره کړئ. د مايع (تيل) پر سطحې وارد شوی فشار  $= \frac{F}{a}$  ، د ارتباطي فل له لارې پستون ته انتقالېږي.



شکل (7-13)

2- څرنگه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوي دی، نو:  $\frac{F}{a} = \frac{F'}{A} \Rightarrow F' = \frac{A}{a} \times F$  وروستی رابطه رابندي چې ابې شکنجه، د قوي مضاعف کونکي له ده چې ميخانيکي خيالي گټه يې له  $\frac{A}{a}$  سره مساوي ده. د سلمايي څوکي، د غاښونو د ډاکتر څوکي، 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 لاندي جيرانوزونکي فعاليت ترسره کړئ.



### فعاليت:

يود د اوبو بازاک رکوچنی بوتل) حرکت د اوبو په لوبني کې، **اړين توکي:** استوانه يي ورکوټي بوتل له 8 تر 10 سانتي متره اوږد، ښښه يي اوږد مرتبان او د ربر اړتجاصي پرده

(د قشچې شوي پوکاني يوه برخه)، اوبه او يوه دانه تشله.

### ګونډاره:

- 1- مرتبان له اوبو ښه ډک کړئ.
- 2- په ورکوټي بوتل کې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په سطحه کې پلټې شي او په مرتبان کې په غوټه کېدو سره لاس ووهي.
- 3- تشله په ربري پرده د شکل په څير وټړئ، او پرده د مرتبان له پاسني څنډې سره کلک کړئ.
- 4- پرده له تشلې سره ونيسئ او فشار ورکړئ او دوهم ځل بې پورته راکارئ، خپلې مشاهدې نږت کړئ او هغه تشرېح کړئ.



شکل (7-14)

د مرتبان په بهرنۍ سطحه کې د هوا د فشار دېبروالی د مايع له لارې انتقالېږي او ددې لامل گرځي ترڅو چې د اوبو يوه ډبره اندازه د اب بازگ په منځ کې ورننه وزی. صعودي قوه پکې کمېږي او ددې لامل گرځي چې د اب بازگ بوتل پکې لمباو کړي. د فشار په دويم ځلي کېدو سره، بوتل خپله صعودي قوه بيا مومي او پورتنۍ سطحې ته پورته ځي.

### مثال

په يوه ابې شکنجه کې که چيرې کوجنې پستون  $5\text{cm}$  قطر او لوی پستون  $40\text{cm}$  قطر ولري، په کوجنې پستون باند کومه وزنه کېږدو ترڅو هغه موثر چې  $2 \times 10^4$  وزن لري، د لوی پستون د پاسه په توازن کې وساتي؟

**حل:** لرو چې:

$$a = \pi r^2 = \pi \times (0.025)^2$$

$$A = \pi^2 = \pi \times (0.2)^2$$

$$= 2 \times 10^4$$

$$\frac{a}{A} \Rightarrow = \frac{a}{A}$$

$$= 2 \times 10^4 \times \frac{0.025 \times 0.025}{0.2 \times 0.2} \Rightarrow = 312.5$$

ايا پوهېږئ چې تاسو کولای شئ، يوه ابې شکنجه ديزاين کړئ؟

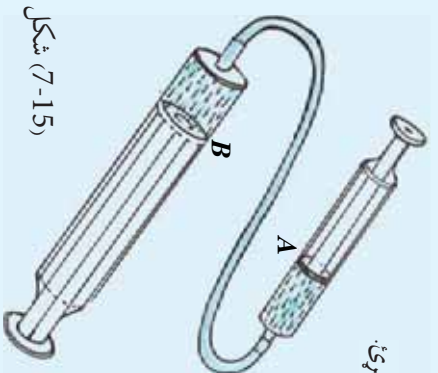


### اضافي فعالیت: هایدرولیکي ماشین

اړين توکي: وړوکې سرنج، لوی سرنج، نری درېږي تل او يوه مايع (اوبه، تيل يا ...)

### ګڼلاره:

- 1 - د ډياگرام د شکل په څير دواړه سرنجونه يو له بله سره وصل کړئ.
  - 2 - سرنجونه له مايع څخه وکړ کړئ.
  - 3 - د A کوجنې پستون ته فشار ورکړئ.
  - 4 - خپل مشاهدات ثبت او تشریح کړئ.
- يادونه: د B پستون يو څه شاته راټيکل کېږي ولې؟  
قوه د B په پستون ډبره شوې ده.



شکل (7-15)

$$\frac{\text{د B پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}} = \frac{\text{د A پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}}$$



## 7-6: د ارشمیدس قانون )

ولې اجسام تر اوبو لاندې سپک کېږي؟ تاسو مخکې ولوستل چې سیالونه پر اجسامو یوه صعودي قوه واردوي، چې په پایله کې اجسام یو څه او یا په بشپړ ډول په سیال کې هوښېږي. دغه قوه د لاملو (buoyancy) قوې په نامه نومول شوې ده. د لاملو صعودي قوه د جسم د وزن (د ځمکې د جاذبې قوه) په وړاندې عمل کوي او څرخګه چې د جسم وزن له صعودي قوې څخه ډېر دي، جسم په اوبو کې نښکته ځي. په دې حالت کې جسم سپک ښکاري او د هغه د ظاهري وزن په نامه یادېږي، (په یاد ولرئ چې صعودي قوه ددې سبب ګرځي چې اجسام په مایعاتو کې ډوب شي او یا لمبا وکړي). فکر وکړئ چې یو مکعب شکلګه جسم په یو سیال کې بشپړ ډوب شوی دی، په (7-16) شکل کې ښودل شوي دي.

سیال د جسم پر ټولو سطحو کې عمودي قوه واردوي. هغه قوه چې د مکعب د قاعدې پر سطحې واردېږي عبارت ده له:  $A \rho g h_2 + \rho_0 =$  صعودي قوه، چې په هغې کې د  $P$  سیال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتنۍ سطحې واردېږي عبارت دی له:

$$A \rho g h_1 + \rho_0 =$$

څرخګه چې  $h_2 > h_1$  دي، نو  $\rho_0 >$  او متوجه صعودي قوه به برابر له  $\rho_0$  وي.

متوجه صعودي قوه په  $B$  نښو لیکو:  $A(h_2 - h_1) \rho g = B$   
 څرخګه چې  $(h_2 - h_1)$  د جسم ارتفاع ده نو له مخې یې:

$$V = A(h_2 - h_1) = \text{جسم حجم}$$

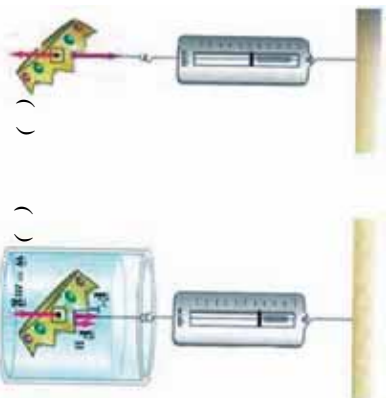
$$B = \rho \times V \times g \text{ چې جسم ډوب شي: } B = \rho$$

شکل (7-16)

په وروستۍ رابطه کې  $\rho$  او  $V$  په ترتیب د سیال کثافت او د ډوب شوي جسم حجم دی. متوجه صعودي قوه (buoyant force) برابره ده، د جسم لخوا دې ځایه شوي سیال د حجم له وزن سره، دا حقیقت په فزیک کې یو له پخوانیو کشفیاتو څخه دی چې شاوخوا په 250 قبل المیلاد کال کې د ارشمیدس (Archimedes) یوناني فیلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشمیدس قانون په لاندې توګه تشریح کېدای شي:

هر جسم چې یو څه او یا بشپړ په یو سیال کې ډوب شي، په وړاندې یې یوه صعودي قوه عمل کوي چې په پایله کې یې وزن کمېږي.



شکل (7-17)

چي ددي بايللي وزن کچه په جسم کي مساوي ده، د نوموړي جسم لخوا د بيخايه شوو اوبو د حجم له وزن سره، يعني: دې خايه شوي سيال وزن مساوي دي له  $F_B$  سره. د جسم د واقعي وزن ( $W$ ) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول د يو فنر له سر څخه خړوو او د فنر د مقابل مندرجې صفحه کي له مخي يي رېښتني وزن لولو. که چيري همدا څرېدلې جسم ټول په مايع (سيال) کي ډوب کړو، ليدل کېږي چي د ارشميدس د صعودي قوې له امله يي وزن کمېږي، په دې حالت کي:  $F_B =$

$$\begin{aligned} \text{د جسم ظاهري وزن ( ' ) عبارت دي له: } & F_B - W \\ \text{نو: } & W - F_B = \text{د بې خايه شوي سيال وزن} \\ \text{دياگرام نښتي چي: واقعي وزن} & = \text{د فنر د راښکلو قوه} \\ \text{ظاهري وزن} & = F_B - W' \end{aligned}$$

### کله يو جسم لامبو وهي او يا ډوبېږي؟

ددي پرېښتني د څو اوبو لږ لپاره راځي درې لاندېني حالتونه تر مباحثي لاندې ونيسو:

- 1 - کله چي د ارشميدس صعودي قوه د جسم له رېښتني وزن څخه کمه وي:  $F_B <$  «منتېجه قوې لوړي مخ په ښکته وي او بناړدې جسم په سيال کي ښکته ځي او په بشپړ ډول ډوبېږي»، يعني:  $\rho \times V \times g < \rho \times V \times g$  (د سيال کثافت د جسم له کثافت څخه کم دی).
- 2 - که چيري د ارشميدس قوه مساوي د جسم له رېښتني وزن سره وي:  $F_B =$

«منتخبه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دی، یعنې نه ښکته ځي او نه صعود کوي».  $\rho \times V \times g = \rho \times V \times g$  او یا  $\rho = \rho$  د سیال کثافت مساوي دی، د جسم له کثافت سره (د جسم د ظاهري وزن کچه په دې حالت کې خومره ده؟)

3 - که چېرې صعودي قوه د جسم له رښتیني وزن څخه ډېره وي او ټول جسم تر سیال لاندې شي (منتخبه قوه 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 دي د جسم له وزن سره  $\rho \times V \times g > \rho \times V \times g$  او یا  $\rho > \rho$

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:

$$F_{B'} > V' \rho g = V \rho_0 g$$

او:

$$\frac{V}{V'} = \frac{\rho_0}{\rho}$$

( $V'$  مساوي دی د جسم د دویمې شوي 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  $g/m^3$  920 دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت  $g/m^3$  1025 دی. د لامبو هونکي یخ ټوټې کوم کسر:

- a: په اوبو کې ښکته ځي؟
- b: له اوبو څخه بهر پاته کېږي؟

**حل:** 
$$\frac{V}{1025} = \frac{\rho}{\rho} = \frac{920}{1025}$$

$$-a = 0.89 = 89$$

$$-b = 100 - 89 = 11$$

د ارشمیدس د صعودي قوې پر کچې باندې د مایع د کثافت د اغېز مشاهده کولو لپاره، لاندې فعالیت ترسره کولای شئ.

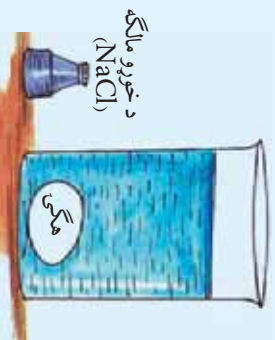


### فعالیت: د یوې هگې لاسو

**اړین توکي:** (زازه هگې، یو بنسټه یي لوښی، اوبه، د خوړو مالگه (ac) ) کاجوغه او لرونکی سیخ).

### ګونلاره:

- 1 - د لوښي دوه ټلته ( $\frac{2}{3}$ ) له اوبو څخه ډک کړئ.
- 2 - هگې ورو د اوبو په منځ کې ټینګه کړئ، و به گورئ، چې هگې په اوبو کې جوړېږي، بیان کړئ چې ولې؟



شکل (7-18)

3 - یوه ډکه چلی خوړي کاجوغه مالگه په اوبو کې واچوئ او وپي لړئ او هگې مشاهده کړئ.

4 - مالگه ډېروئ ترڅو هگې د اوبو سرته راشي او یو څه په اوبو کې لاسو وکړي.

5 - د صعودي قوې په کچه په هر پړاو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

بې له شکه پللي ته به ورسېږئ چې د مالگې په زياتولو سره په تدریج د مالگو اوبو کثافت زياتېږي او صعودي قوه هم په تدریج سره زياتېږي، يعنې کولای شو ووايو: صعودي قوه د مايع له کثافت سره مستقيماً متناسبه ده.

### مثال

يو سړی د سرورزوږيو سيټ له يوه مارکيټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کورته راځي سره زر نلې 7.84 کپري. په دوهم پړاو کې د همدې سرورزو ووزن په اوبو کې بېلاکوي، تله دا ځلي 6.86 نښتي. ايا سره زر چې اخيستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوته يا گډ؟ تشریح يې کړئ.

### حل:

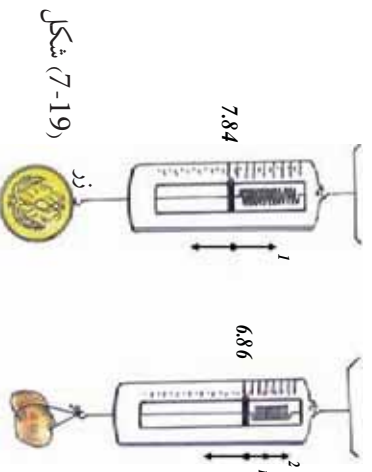
1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

$$7.84 = d \text{ زرو وزن}$$

$$6.86 = \text{ظاهري وزن}$$

$$1.00 \times 10^3 \text{ g/m}^3 = \rho = d \text{ اوبو کثافت}$$

$$\rho_g = d \text{ سرورزو کثافت}$$



شکل (7-19)

$$= mg = 7.84 \quad -2$$

$$g - B = \text{ظاهري وزن}$$

$$\therefore B = 7.84 - 6.86 = 0.98$$

$$B = V_0 \rho \quad g$$

$$0.98 = V_0 \times 1.0 \times 10^3 \times 9.8$$

$$V_0 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\therefore g = m_0 g = V_0 \rho_0 g$$

$$\rho_0 = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3 \quad \frac{g}{m^3}$$

خود سروزرود کثافت  $g/m^3$  دی  $19.3 \times 10^3$  نو سره زرد سوچه یا خالص نه دی.



### پوښتني:

- 1 - د سيالونو فشار تل موجه پرکوم لوري وي:
  - a: پورته
  - b: اړخونو ته
  - c: ښکته
  - d: ټولو خوا ته
- 2 - کومه يوه له لاندې معادلو څخه د منتهجه قوي ( $F_{net}$ ) سمه معادله ده چې په ډوب شوي جسم عمل کوي؟
  - a:  $F = 0$
  - b:  $F = (\rho_{\text{جسم}} - \rho)gV_{\text{جسم}}$
  - c:  $F = (\rho - \rho_0)gV_0$
  - d:  $F = (\rho + \rho)gV_0$

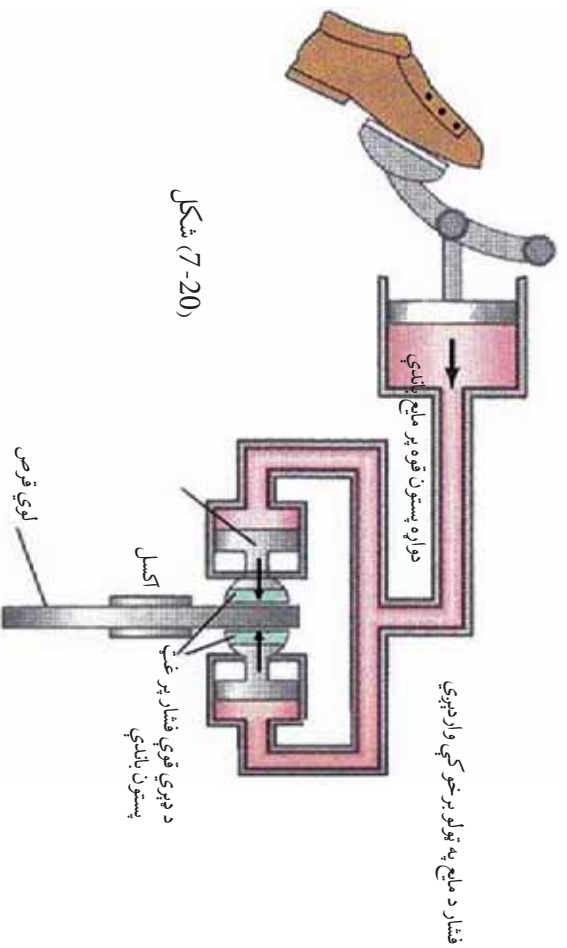
- 3 - په څه ډول لامبوهورونکی جسم د صعودي قوي لخوا اغيزمن کېږي، بيان يې کړئ.
- 4 - په اوبو کې د هر ډوب شوي جسم لپاره د ارشميلس صعودي قوه مساوي له څه شی سره ده؟

- 5 - فولاد د اوبو پرته ډېر کثافت لري. نو څرنگه فولادي کښتۍ د اوبو پر مخ لامبوړهي؟
- 6 - له لاندې جسمونو څخه کوم يوي له سيمابو څخه په يو ډک ټيوب کې لامبوړهي؟
  - a- د سروزره يوه جامه گوته
  - b- د بيخ يو مکعب
  - c- د اوسپني يو پيچ
  - d-  $5m$  اوبه

مواد	کثافت به $g/m^3$
بيخ	$0.917 \times 10^3$
اوسپنه	$7.86 \times 10^3$
سره زر	$19.3 \times 10^3$
سيماب	$13.6 \times 10^3$

## دایروی هایدرولیک بریکونه

- په یوه موټر پر څلورو ټایرونو د قوو د مساوي تطبیق او پر بریک تطبیق او پر بریک باندي د قوي د کچي د زیاتولو لپاره د پاسکال له قانون څخه گټه اخیستل شوي ده. دا کار څنگه ترسره کېږي؟
- 1 - د ډبرو رینه پسته پسته ته فشار ورکوي ترڅو د بریک پر مایع فشار راشي.
  - 2 - فشار د مایع له لارې پستونونو کې د دایروي لویو قوسونو یا صفحو دواړو خواو ته چې د موټر له اکسل سره کلک شوي انتقال کوي.
  - 3 - دا فشار، پستونونه له قوسونو سره لگوي، ترڅو د موټر حرکت وروشي. فشار د مایع په ټولو برخو کې واردېږي.



شکل (7-20)

## د اووم څپرکي لنډيز



- 1 - سیال د هغو موادو څخه عبارت دي، چې جریان کولای شي، له دې امله ټاکلې شکل نه لري. غازات او مايعات دواړه سیالونه دي.
- 2 - د سطحې پر واحد د وارده قوې کچه عبارت له فشار څخه دی.
- 3 - فشار د ژوروالي له زیاتیدو سره زیاتېږي.
- 4 - د اتموسفیر وزن د فشار د منځته راتلو سبب گرځي چې د اتموسفیر د فشار په نامه یادېږي.
- 5 - سیالونه د لوړ فشار له سیمې څخه د ټیټ فشار سیمې ته جاري کېږي.
- 6 - پر یو محصور شوي سیال تطبیق شوی فشار د سیال په هره نقطه او د لوریني په جدارونو کې په مساوي توگه انتقال کوي، (د پاسکال قاعده).
- 7 - صعودي قوه د هغې قوې څخه عبارت ده، چې د سیال لخوا مخ په پورته لور پر یوه جسم چې یو څه او یا په بشپړ ډول ډوب شوی وي، عمل کوي.
- 8 - صعودي قوه په مایع کې د فشار د اختلاف له امله منځته راځي.
- 9 - د ارشمیدس قاعده بیانوي چې ((پر یوه جسم صعودي قوه مساوي ده، د نوموړي جسم لخوا د بې ځایه شوي سیال له وزن سره)).
- 10 - په یوه لامپوهونکي جسم د صعودي قوې کچه مساوي ده د جسم له وزن سره (سیستم په تعادل کې دی).

## داووم څپرکي پوښتي

- 1- لاندې مفاهیم او کلمات په خپله ژبه تعریف کړئ:  
سیال، د اتموسفیر فشار، د ارشمیدس صعودي قوه.
- 2- له لاندې بیانو څخه کوم یوې د سیالونو په باره کې سم دی؟
  - a. سیالونه په ډیره تیزی سره د هغو لوښو شکل ځانته نیسي چې په کې وي.
  - b. سیالونه مایعات او غازات راغاري.
  - c. سیالونه له ټیټ فشار څخه د لوړ فشار په لوري جریان پیدا کوي.
  - d. سیالونه ډېر فشار په ښکته لوري واروي.
- 3- ولې تاسو د اتموسفیر د فشار له امله نه شکجه کېږئ؟

### مسائل:

- 4- د لمبلو د یو ډنډو د قاعدې فشار چې  $3m$  ژور دی، څومره دی؟  
 $1.013 \times 10^5 =$  د اتموسفیر فشار)
- 5- د یوې ټوټې فلز وزن په هوا کې  $50$ ، په اوبو کې  $36$  او په ناڅرگنده مایع کې  $41$  دی. د فلز او ناڅرگندي مایع کثافتونه پیدا کړئ.
- 6- ډبرې کښتې له پلاسټیک او نورو ترکیبي موادو څخه جوړې شوي ده. چې کثافت یې د اوبو له کثافت څخه زیات دی، څرنگه دا کښتې کولای شي په اوبو کې لامبوروهي؟
- 7- یو زبري تش بالون د  $g$  ( $0.012$ ) کتلي لرونکی دی. دا بالون د  $0^\circ c$ ، په  $1atm$  فشار او  $g/m^3$  ( $0.179$ ) کثافت د هیلیم له گاز څخه ډک شوی دی. بالون کروي شکل لري او د  $0.5m$  شعاع لرونکی دی.
  - a. پر بالون د صعودي عاملي قوې کچه څومره ده؟
  - b. پر بالون منتهجه عامله قوه حساب کړئ.
- 8- په یاد ولرئ چې:  $g/m^3$  او  $P_{atm}$ ،  $g = 9.8m/s^2$  دی.  
د ارتفاع ته د اوبو د پمپ کولو لپاره د تعمیر په ډیره لوړه نقطه کې کوم داخلي فشار ( $P_g$ ) ته اړتیا ده ترڅو اوبه د تعمیر له قاعدې څخه نوموړې ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت  $g/m^3$  او  $1.29$  او  $g = 9.8m/s^2$  دی.

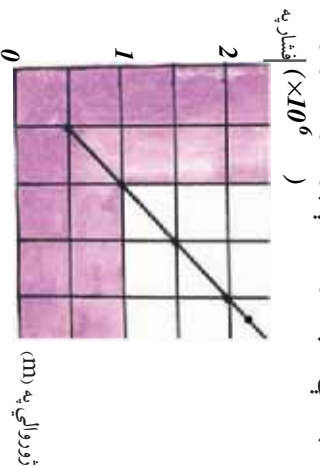


9 - یو ساده یو (V) ډوله بښپښه یې ټیوب د سیمابو لرونکی دی، د ټیوب بڼې اړخ ستون ته یو څه اوبه واچوی ترڅو د ستون ارتفاع  $0,68m$  ته ورسېږي، سیماب به په کپه خوا ستون کې د هغې له اصلي سطحې څخه تر کومې ارتفاع پورې پورته لاړ شي؟

$$\rho = 13600 \text{ g/m}^3 \text{ او } \rho = 1 \times 10^3 \text{ g/m}^3$$

10 - تاسو به لیدلې وي چې د بندونو قاعدې نسبت د هغې پورتنۍ برخې ته ضمیمې جوړوي. ولې؟ تشریح یې کړئ.

11 - لاندې گراف د اوبو فشار چې د یو ساینس پوه لخوا د بحر په مختلف ژوروالي کې اندازه شوی دی بښي. له دې گراف څخه به گټې اخیستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه وړایې.



1. فشار پر یوه جسم کله چې د اوبو په  $100m$  ژوروالي کې وي، څومره دی؟

(a)  $1.0 \times 10^6 \text{ a}$  (b)  $1.5 \times 10^6 \text{ a}$

(c)  $2.0 \times 10^6 \text{ a}$  (d)  $1.1 \times 10^6 \text{ a}$

2. په گراف کې د ثبت شویو ارقامو پرنسټ له لاندې فشارونو څخه، به کوم یو تر بحر لاندې د اوبو په  $250m$  ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر ښه تخمین وي؟

(a)  $1.7 \times 10^6 \text{ a}$  (b)  $2.6 \times 10^6 \text{ a}$

(c)  $2.2 \times 10^6 \text{ a}$  (d)  $5.0 \times 10^6 \text{ a}$

12 - دوه استوانه نوي لوبښي په نظر کې ونیسئ چې دواړه د A په مساحت همدې یوې قاعدې لرونکي وي او په یوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د (P) په کثافت د یوې مایع لرونکي دي، خو په یو سلنډر کې د مایع ارتفاع ( $h_1$ ) او په دویم سلنډر کې ( $h_2$ ) دي. د جاذبې د 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 شوي وي).

# الڳڻم شپهر کي متحرک يا خو ڇنڊه سڀالو نه

## 1- : خيالي (ايڀال) سڀالو نه

په خو ڇنڊه مایعاتو او ځاڙانو کي د تشابه او يا توپير ونو ځانگړتياوي:



لکه چي تاسو له پخوا پوهيږئ چي ماده په طبيعت کي په درو حالتونو جامد، مايع او ځاڙ پيدا کيږي. سڀال د موادو يا اجسامو هغه حالت ته وايي چي د مايع او ځاڙ په حالت کي وي، سڀال د مایعاتو او ځاڙانو شريک نوم دی. هغوي په ځنو مواردو کي شريکي ځانگړني لري، په داسي حال کي چي په ځينو خواصو کي د هغو ترمنځ توپيرونه شتون لري. يعني دا چي د هغو ترمنځ مشابه ځانگړتياوي او هم د ځانگړتيا توپيرونه شته دي. مخکي مو سڀالونه د سکون په حالت کي مطالعه کول او دهغو د ځانگړنو په هکله مو معلومات ترلاسه کول. په دې څپرکي کي تاسو سڀالونه د حرکت په حالت کي مطالعه کوئ. تاسو له پخوانيو معلوماتو څخه پوهيږئ چي مایعات څه د سکون په حالت کي وي اويا د حرکت په حال کي متراکم (زینښل) کيږي نه، يعني د مايع حجم د فشار له امله تغيير نه کوي. برعکس د يوې کچي ځاڙو حجم چي په يوه تړلي محفظه کي ځای پرځای شوي او د سکون په حالت کي وي، د فشار له امله تغيير کوي. خو کله چي ځاڙ د جريان په حالت کي وي، هغه کولای شو غير متراکم و منو مگر په هغو حالاتو کي چي په لاندې ډول توضیح کيږي:

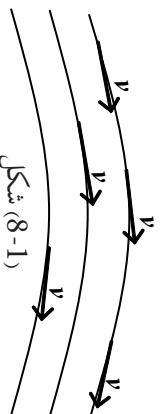
کله چي د ځاڙ د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو ځاڙانو پر حجم د فشار د تغييراتو اغيز تر هغه حده کم دی چي کولای شو، تري صرف نظر شو. د ځاڙ او مايع ترمنځ چي د حرکت په حالت کي وي، د پام وړ توپير شتون نه لري. هغه قوانين چي د متحرکو ځاڙانو لپاره تطبيق کيږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبيق وړتيا لري. خو باند پام وساتو، که چيري د سڀال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه زيات شي، مثلا د انفجار په څير حالاتو کي او يا په هغو حالاتو کي چي ځاڙ په ډېره تېټه سطحه کي واقع وي، (د مثال په توگه که چيري له 0.1Imba څخه کم فشار په هغو بلونو کي چي قطري له 1mm څخه زيات وي). د مایعاتو او ځاڙانو مطالعه ترگڼو او يو شان قواعدو لاندې شونې نه دی.

کله چې مایع د یو لوبښي او یا یو نل په منځ کې جریان ولري، د مایع د زرو او هغه لوبښي د جدار (دیوال) ترمنځ چې مایع په کې جریان لري، یو اصطکاک منځته راځي. ددې اصطکاک قیمت، په گازانو او په ځنو مایعاتو کې ټیټ دی، ځکه چې د زرو رغړیدل (ښودل) یې یو ډبل پرمخ په ډیره اسانۍ کېږي. نو له دې کبله د سیالونو (مایع، گاز) د جریان فارمولونه ځانته ډیره ساده ښه نیسي.

ځکه چې له اصطکاک څخه صرف نظر کېږي او د دوو ځانګړنو، اصطکاک او تراکم وړتیا له نظره کولای شو خیالي سیال داسې تعریف کوو:

یو سیال (مایع، گاز) ته هغه مهال خیالي (ایډیال) ویلی شو چې پرته له اصطکاک، د تراکم وړتیا ونه لري. خو په حقیقت کې هغه مایعات چې یو قشر یې د بل قشر پرمخ ورغوي او اصطکاک تولید کېږي، اصلاً شتون نه لري. پام وکړئ کله چې له اصطکاک څخه خبرې کوو، زموږ موخه د سیال داخلي اصطکاک دی. هغه قوانین چې ددې ډول سیالونو په هکله تطبیق کېږي، د هغو گازونو او مایعاتو په باب چې د کمزوري اصطکاک لرونکي وي، هم په تقریبي ډول تطبیق کېږي او د نورو سیالونو او واقعي سیالونو په برخه کې هغه مهال کولای شو رښتیني حالت ته ورسیږو چې په فارمولونو کې هغه برخې چې له هغو سره د اصطکاک اغیز هم په نظر کې نیول کېږي، باید ورنیات کوو.

په لاندې شکل کې د یوې مایع د حرکت څرنګوالی ګورو. که چېرې د هرې فضايي نقطې لپاره چې مایع تړي تیرېږي، د سرعت وکتور د وخت د تابع په توګه وي، د  $V$  وکتورونو مجموعه چې د نوموړو ټولو فضايي نقطو رانغاړونکي دي، د سرعت د وکتور ساحه تشکیلوي.



شکل (8-1)

په متحرکو مایعاتو کې خطونه داسې تیرېږي چې د  $v$  د سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس دي چې دا خطونه د جریان د خطونو په نامه یادوي.

تجربه ښيي چې د جریان د خطونو تراکم (علاظ، کثرت یا ګڼوالي) متناسب دی، د مایع د جریان د سرعت له کمیت سره په هماغه محل کې چې د  $\Delta A$  په افاده یې ښيي.  $\Delta$  د جریان د خطونو شمېر او  $\Delta A$  هغه سطحه ده چې د جریان خطونه تړي تیرېږي او پر هغې عمود دي. د جریان د خطونو د تصویب له مخې کولای شو د  $v$  د وکتور د لورې او کمیت په هکله د فضا په مختلفو نقاطو کې قضاوت وکړو، یعنې: په هغه ځای کې چې سرعت زیات وي (د نل قطر کوچنی وي)، د جریان خطونه په مقدار ب ډیر له بل سره تړدي وي او په هغه ځای کې چې سرعت کم وي، (د نل قطر لوري وي)، د جریان خطونه له متباعد (یو له بله لري) وي. د موضوع د ټیټ تشریح لپاره لاندې تصویري تجربه ترسره کوو:

## تجربه

تجربه: ذري له پوي 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 عکاسي د یوې دستگانه پرمت چې وکولای شي د ډبرو لنډو وختونو لپاره عکاسي کړي، 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 ډیوي مایع د جریان مسیر کوچنی کېږي، یعنی د همغه نل قطر چې مایع ترې 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 ډبرو جریانونو کې د جریان د خطونو تصویر په مختلفو وختونو کې یو شان باقي پاتې کېږي. داسې چې د مایع هره ذره، د فضا یوه مطلقه 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 همغه شخص چې لیدل کېږي دی، تل له جریان څخه عین تصویر په خپلو سترگو گوري چې دې ډول جریان ته مستوي جریان وايي.

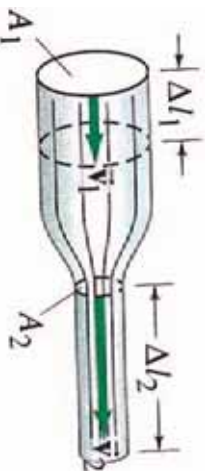
په دې ډول جریانونو کې د مایعاتو د جریان هیڅ یو کمیت لکه (فشار، سرعت، اصطکاک، د عبوري مایع کچه) د وخت تابع نه دي. که چیرې ډاکمیتونه د مایع په یو جریان کې د وخت په تیریدو سره بدلون ومومي، دې مایع ته غیر مستقره مایع وايي. د مایع همغه برخه چې د جریان د خطونو لخوا محدودېږي، د جریان د لولې په نامه یادېږي. د (V) د مایع سرعت وکتور چې په هره نقطه کې د جریان پر خط تماس دی، د جریان د لولر پر سطحې هم تماس وي او دا ددې لامل کېږي چې د مایع ذرې د خپل حرکت پر مهال د جریان د لولې دیرالونه قطع نه کړي.

## 2- : د متماذیت معادله

د یوې ایډه ال مایع، د جریان د سرعت اړیکې له فشار او مقطع سره:

که چیرې یوه مایع چې د تراکم وړ نه دي، یا په بل عبارت کثافت یې په هر ځای کې یو شان او ثابت دی. که له یو نل څخه چې د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، عبور وکړي، د مایع د جریان سرعت د نل په منځ کې تغیر کوي، ځکه چې مایع نه متراکمه کېږي.

د (8-2) په شکل کې مایع د  $V_1$  په حجم چې  $t$  په زمان کې د  $A_1$  له مقطع څخه تیرېږي، د  $V_2$  له مقطع څخه  $t$  په عین وخت کې تیرېږي، په همغه حالت کې  $V_1 = V_2$  دی.



شکل (8-2)

که چیري  $v_1$  او  $v_2$  په ترتیب سره د جریان سرعت د  $A_1$  او  $A_2$  په مقاطعو کې وي، د مایع ذري د په ټاکلي وخت کې  $v_1 \cdot t = v_2 \cdot t$  او  $v_2 = v_1 \cdot t$  وایونه وهي. له دې روابطو څخه مجموعه په دې ډول لاس ته راوړو: (1)  $v_1 \cdot t = v_2 \cdot t$  او (2)  $v_1 \cdot t = v_2 \cdot t$  چې:

$$V_1 = V_2 \quad (1) \quad A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (2)$$

دا چې:  $V_1 = V_2$ ، نو کولای شو ولیکو چې:

$$A_1 \cdot v_1 \cdot t = A_2 \cdot v_2 \cdot t \Rightarrow A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \dots \dots \dots (3)$$

(3) رابطه د  $(A_1, A_2)$ ،  $(v_1, v_2)$  او  $\dots$  د مقاطعو د هرې جوړې لپاره د تطبیق وړ دي. په دې ډول په عمومي توګه ورپلي شو چې د  $(A \cdot V)$  کمیت، د نه تراکم کیدونکي مایع لپاره د جریان په هره مقطع کې یو شان دي. او د نل له سره تر پايه عین جریان یو ثابت کمیت باقي پاتې کېږي او دا جریان مسلسل او پرله پسې دي، یعنې:  $A \cdot v = \text{const}$

له وروستۍ رابطې څخه پایله تر لاسه کېږي چې د  $(A)$  د نل د مقطع غټوالی د مایع د  $(V)$  جریان له سرعت سره معکوس نسبت لري. که چیرې د (3) رابطې د  $A_2 = A_1$ ؛  $v_2 = v_1$  شکل ته تغیر ورکړو. پورتنۍ رابطه د متعادیت یا پیوستګۍ (تسلسل) د معادلې په نامه یادوي، چې داسې وایي:

**په یو داسې نل کې چې د بیلابیلو مقطعو لرونکي دي، د مایع د جریان سرعت معکوساً د نل له مقطع سره متناسب دی.**

یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت کم او په کوچني مقطع کې د جریان سرعت ډېر دی.  $\cos t = A \cdot v$  له افادې څخه همدا راز کولای شو استنباط کړو چې که  $A$  یعنې د هغه نل مقطع چې مایع ترې تیرېږي، تغیر وکړي، د مایع د جریان سرعت تغیر کوي. څرنگه چې د سرعت تغیر په زمان کې د تعجیل په معنای، نو د مایع ذري تعجیلي حرکت پیدا کوي. دا وینا په دې معناده چې د نل د محور په اوږدو کې یو غیر ثابت فشار منځته راځي، چې د تعجیل لامل کېږي. په هغه نقاطو کې چې سرعت لږ دی، فشار باید ډېر وي او برعکس.



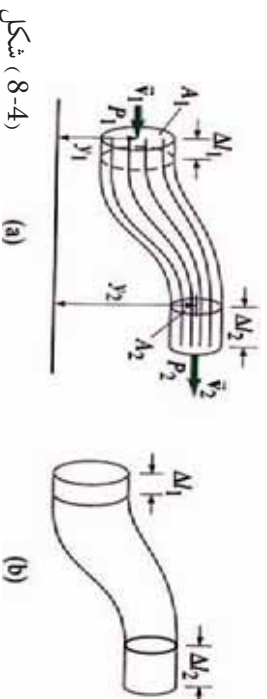
د تسلسل او متعادیت قضیه د واقعي مایعاتو په جریان کې او حتی په ګازونو کې په هغو حالتونو کې د تطبیق وړ ده چې د تراکم له قابلیت څخه یې تیر شو. لکه څنګه چې په پورته کې مو وویل، په یاد باید ولرو چې که مایعات او ګازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي، غیر متراکم ورته ویل کېږي.

### 3- : د برنولي معادله

د یوې مايع د جريان د سرعت اړیکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پیوستګي) او متمادیت په قضیه کې ولیدل. اوس دا رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

ګټې اخیستلو سره کولای شو، د هغو کمیټونو ترمنځ چې د سیال جريان مشخص کوي، بنسټیزه رابطه لاس ته راوړو. ددې مطلب د لاتوضیح کولو لپاره یوه خیالي مايع په نظر کې نیسو. چې په ثابت او یو ډول په یو نل کې جريان لري. په دې مايع کې د یو جريان پوه لوله چې کوچنۍ مقطع لري، مطالعه کوو. د (8-4) شکل ته پام وکړئ. هغه حجمونه چې مايع په کې جريان لري، له یوې خوا د جريان د لورې د ډیوالونو او له بلې خوا د  $A_1$  او  $A_2$  مقطعو لخوا چې د جريان په خطونو عمود دي، محدود شوي دي. ددې نل په ټولو برخو کې چې مايع یې له منځ څخه تیرېږي، فشار شتون لري. د بېلګې په توګه د  $A_1$  په موقعیت کې د  $P_1$  فشار او د  $A_2$  په موقعیت کې  $P_2$  فشار عمل کوي. که د هغې مايع د جريان له کبله چې له شا څخه راځي د  $A_1$  مقطع د  $A_1$  موقعیت نه د مخې خوا ته یو ډول شي، هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین دی، په لاندې ډول افاده کېږي:

$$\begin{aligned} &= P_1 A_1 \\ &= P_1 A_1 t = V \\ &= P_2 A_2 t = V \end{aligned}$$



شکل (8-4)

که چیرې د یوې مايع کچه چې د  $A_1$  او  $A_2$  په مقطعو کې جريان لري، په نظر کې ونیسو، د ( ) کار د نسبي یا جزئي کارونو د رامنځته کېدو سبب ګرځي داسې چې:

$$\begin{aligned} 1 - & \text{ د } A_2 \text{ مقطع د } P_2 \text{ د فشار له کبله د } A_2 \text{ موقعیت ته داسې رغړول کېږي، چې هغه حجم چې د } A_1 \\ & \text{ او } A_2 \text{ مقطعو ترمنځ قرار لري، عین هماغه د } P_2 \text{ قیمت لري چې د } A_1 \text{ او } A_2 \text{ د مقطعو ترمنځ یې لاره} \\ & \text{ او د اړتیا وړ کار عبارت له } P_2 \cdot V_2 \cdot t = P_1 \cdot V_1 \cdot t = \end{aligned}$$

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  $2$  څخه دی:

$$2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V \\ 2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1)$$

3- هغه اندازه مایع چې په لاندیني سطح کې ده، د  $v_1$  سرعت لري او حرکي انرژي یې عبارت دی له:

$$1 = mv_1^2 / 2$$

څرنگه چې دا اندازه مایع په لاندیني سطحه کې زینپیل (فشده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتنۍ حجم کې د  $v_2$  له سرعت او  $2 = mv_2^2 / 2$  حرکي انرژي سره نفوذ کوي. د حرکي انرژي د کچې د زیاتولو لپاره، د اړتیا وړ کار عبارت دی له:

$$3 = m_2^2 + m_1^2$$

که چېرې د انرژي له هغې کچې څخه چې دنل د جدار او مایع د زو ترمنځ د اصطکاک دې اغېزې کولو لپاره دنل په اوږدو کې اړینه ده، صرف نظر وشي، د برنولي قانون  $3$  +  $2$  =  $1$  له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي:  $(1/2mV_1^2 - 1/2mV_2^2) + (\rho g h_1 - \rho g h_2) + (V\rho g h_2 - V\rho g h_1) = (2V)$

که چېرې د  $V\rho = m$  پرخای تعویض شي او ټوله معادله په  $V$  سره اختصار شي لرو چې:

$$1 = 2 + \rho g h_2 - 1/2\rho V_1^2$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او اسانه کړو: د برنولي قانون د جریان په هکله په دې ډول لاسته راوړو:

$$1 + \rho g h_1 + 1/2\rho V_1^2 = 2 + \rho g h_2 + 1/2\rho V_2^2$$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یو نل په منځ کې جریان لري صدق کوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په ازاده توګه او یا هم د یوې مایع د ذرو په هکله چې د ریښتو په بڼه د نلونو ترمنځ یو ډبل ترڅنګ پرته دي چې یو له بل سره مخلوط شي جریان ولري، د تطبیق وړتیا لري.

که چېرې په یو جریان کې د  $h_1$  او  $h_2$  ارتفاع سره مساوي او یا یو له بله څخه ډېر کم توپیر ولري، د  $gh_1$  او  $gh_2$  اجزاء په معادله کې یو اوبل افنا کوي او له اغېزو څخه یې کولای شو صرف نظر وکړو.

بیا د ویل شي چې له اخیریني ساده افادې څخه ترټولو دمخه په ګازانو کې ګټه اخیستل کېږي، ځکه چې د ګازانو کثافت کوچنی دی. د برنولي د قانون په ساده رابطه کې دا شکل ځانته نیسي:

$$1 + \rho v_1^2 / 2 + \rho v_2^2 / 2 = 1 + \rho v_1^2 / 2 + \rho v_2^2 / 2$$

پورتني افاده دا بيانوي چي فشار په هغه نقطو کي کم دی چېرته چي سرعت ډېروي. د  $A_1$  او  $A_2$  مقطع په کيفي ډول انتخاب شوي دي او ويلي شو، ډلوکي په هره مقطع کي د  $(\rho v^2/2 + \rho gh + p)$  د جريان افاده د عین قيمت لرونکي دي.

ددې لپاره چي په پورته معادله کي ډېر دقت رامنځته شي، د  $A$  عرضاني نقطه صفر ته تقرب ورکوو، چي په دې صورت کي د جريان لوله د جريان يو خط ته تقرب کوي او د  $V$  او  $h$  کميتونه چي د معادلي د واړو خواو ته شتون لري، کېدای شي داسې تلقي شي چي د جريان همدا عين خط له دوو کيفي نقطو سره تعلق لري، په پايله کي نښتي چي د جريان د هر خط په اوږدو کي په يوه خيالي مایع کي دغه شرط صدق کوي.  $ct = \rho gh + \rho v^2/2 + p$  وروستني رابطه د برنولي د معادلي بل شکل دي. موزر دغه معادله د يوې خيالي مایع لپاره لاس ته راوړه، چي د حقيقي مایعاتو لپاره چي داخلي اصطکاک ډېر زيات نه دي، هم د تطبيق قابليت لري.

### فشار د اوبو بند په قاعده کي

يو بل حالت چي موزر د سيال د جريان د سرعت اړيکي له مقطع او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوو، د اوبو بند دي.

فرض کوو چي د يوې مایع په وړاندې چي په افقي ډول جريان لري، يو بند جوړ شي. په هغه صورت کي طبيعي ده چي د هغه زيات فشار له کبله چي د بند په کاسه کي منځته راځي. مایع د سکون حالت ته ورگرځي. دغه د ډېر فشار توليديل د بند د فشار په نامه يادېږي او په  $P_s$  ښودل کېږي، چي عبارت دي له:  $s - 1 = 2 - 1 = 1/2 \rho v_1^2$  دا فشار هغه مهال کولای شو، محاسبه کوو چي د برنولي په معادله کي  $v_2 = 0$  سره تعويض شي. په هغه صورت کي به ولرو چي:  $s - 1 = 1/2 \rho v_1^2$  د  $(1/2 \rho v^2)$  د بند د فشار قيمت ورکوي چي کولای شو، هغه په يوه نقطه کي چي د  $V$  سرعت لري، د جريان په ودرولو سره لاس ته راوړو. دا فشار د بند په ټولو نورو نقطو کي د بند د فشار مشخص کونکي دی. نو ددې له مخي په افقي جريان د برنولي قانون داسې بيان کوو:

**د يو افقي جريان په ټول بهير کي د  $P$  د فشار مجموعه او د  $(1/2 \rho v^2)$  بند فشار ثابت دي.** متحرکو گازونو کي د فشار توپيرونه ترکومه حمله پورته ځي.

### مثال

$$\begin{aligned} \text{د هراکنافت } \rho &= 0,125 \text{ kg/m}^3 \quad \text{خځه عبارت دي او په لوړو سرعتونو کي } c = 40 \text{ m/s} \\ s &= 1/2 \rho v^2 = 1/2 \cdot 0,125 \text{ kg/m}^3 \cdot 1600 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1000 \text{ kgm/s}^2 \\ &= 1000 \text{ a} = 0,01 \text{ bar} \end{aligned}$$



په دې صورت چې د جریان سرعت په دې توگه يو لوړ قيمت ولري. فشار يوازې 1 د هوا نورمال فشار دي. د حجم توپير هم په همدې تناسب کوچنی وي. له همدې کبله دې چې متحرک گازونه د تراکم کيدو وړنه گڼل کېږي.

### مثال

يو ربري پيپ چې په باغچه کې ترې گټه اخيستل کېږي، د  $d_1 = 12.7\text{mm}$  قطر لرونکي دي. ددې پيپ په اخره برخه کې يوه بله وصله پوپه شتون لري چې داخلي قطريې د نل (اخري سوري) ترخولې پورې  $d_2 = 5\text{mm}$  ورو ورو تنگېږي. کله چې اوبه دې وصل شوي پوپې ته ورسېږي. فشار يې د شاوخوا چاپير په وړاندې  $1.8\text{bar}$  دی. د اوبو د وتلو سرعت محاسبه کړي، په هغه صورت کې چې له اصطکاک څخه صرف نظر وشي.

اوبه د  $x$  په کومه فاصله کې ځمکې ته رسېږي؟ په هغه صورت کې چې د پيپ خوله له افقي محور سره د  $1\text{m}$  په ارتفاع د ځمکې له سطحې څخه واقع شي، (د اوبو کثافت  $1000\text{kg/m}^3$  په نظر کې ونيسئ).

**حل:** د برنولي او ممانديت قانون پر بنسټ چې د پيپ جهت د پيل او پای په نقطو تطبيق کېږي، لرو چې:

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{2}{\rho} (\rho_1 - \rho_2)$$

له بله پلوه د ممانديت له معادلې څخه لرو:

$$V_2 A_2 = V_1 A_1$$

$$V_1 = (V_2 A_2) / A_1 = V_2 \left( \frac{\pi A_2 / 2}{\pi A_1 / 2} \right)^2 = V_2 \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

$$d_1^4 = V_2^2 (d_2 / d_1)^4$$

که چېرې د  $v_1$  له قيمت څخه چې پورته مو په لاس راوړی دی، په وروستۍ معادله کې يې برخای تعويضوو، لرو چې:

$$V_2^2 \left[ - (d_2 / d_1)^4 \right] = 2 / \rho (\rho_1 - \rho_2)$$

$$d_1 / d_2 = 5\text{mm} / 12.7\text{mm} = 0.394, \quad 2 / \rho = 2\text{m}^3 / 1000\text{kg} = 0.002\text{m}^3 / \text{kg}$$

$$\rho_1 - \rho_2 = 1.8\text{bar} = 1.8 \cdot 10^5 \text{ / m}^2$$

په پورته معادلو کې ددې قيمتونو له ځای پر ځای کولو څخه د  $v_2$  قيمت لاس ته راوړو:

$$v_2^2 = (0.002\text{m}^3 / \text{kg} \cdot 1.8 \cdot 10^5 \text{ / m}^2) / (1 - 0.394^4) = (360\text{m}^2 / \text{s}^2) / 0.759 = 562.18\text{m}^2 / \text{s}^2$$

$$v_2 = 23.7\text{m/s}$$

له افقي غورځونې څخه پوهېږو چې:

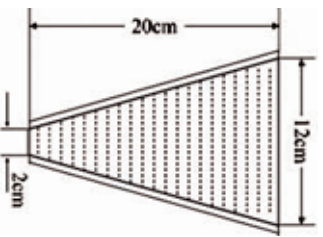
$$X = v_2 \cdot t \quad y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 = -1\text{m}$$

$$t = \sqrt{2m / 9.81\text{m/s}^2} = 0.45\text{s} \Rightarrow x = 23.7\text{m/s} \cdot 0.45\text{s} = 10.665\text{m}$$



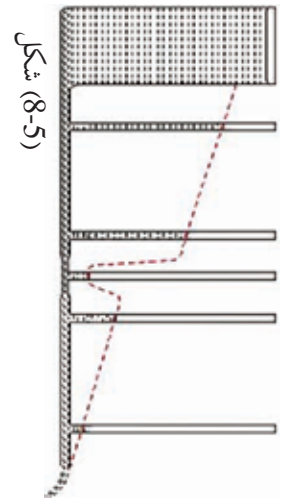
### پوښتني

1. د فشار توپير پيدا كړئ، په هغه صورت كې چې د يو نل د دوو سسرونو ترمنځ د نل د مقطع مساحت له  $15\text{cm}^2$  څخه  $5\text{cm}^2$  ته تنقيص كړاى شي، او په هره ثانيه كې  $1.8\text{ t}$  بنزين له  $0.7\text{ kg/dm}^3$  كثافت سره تړي تېر شي.
2. د يو قيپ ډولې لوښي قطر له  $20\text{cm}$  ارتفاع سره، له پورتي  $d_1 = 12\text{cm}$  قيمت څخه كښتني قيمت  $d_2 = 2\text{cm}$  ته كمېږي، په كومه كچه فشار د پورتيو او ښكښتو مقطعو ترمنځ رامنځته كېږي؟ كه چېرې؟
  1. لوښي په بشپړ ډول له ساكنو اوبو څخه وك وئ.
  2. په هره ثانيه كې  $0.3$  ليتره اوبه له لوښي څخه تېرېږي شي.



## 4- : د برنولي د قانون تطبيقات

په اوسني لوست كې د برنولي د قانون دكارونې څو موارد مطالعه كوو، چې لومړني يې د ځښېنلو (چوشش) د اغېز منځته راتلل دي.

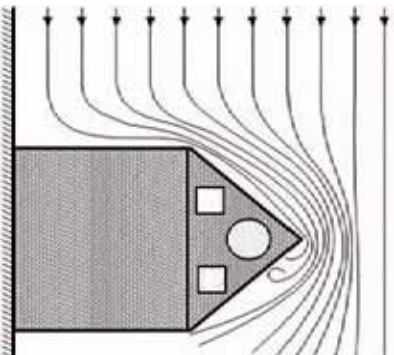


شكل (8-5)

له وروستۍ افادې څخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شو، داسې پايله ترلاسه شوي ده، چې په هغه ټولو حالاتو كې چې لور فشار لري، د جريان سرعت د ټيټ قيمت لرونكې دى او برعكس د ټيټ فشار په شتون سره د جريان سرعت لور قيمت لري. د متماديت د قانون پر بنسټ د جريان سرعت

په تنگو موقعيتونو كې ډېر دى.

په دې موقعيتونو كې برعكس هغه څه چې د غاډې له مخې قبول شوي دي، د فشار يو تناقص موجود دي. دغه وينا كو لاى شو په لاندې شكل كې د ليدلو وړ وگرځوو. كه چېرې له يو نل سره چې د تنگ محل يا معبر لرونكې وي، څو نري نور نلونه د مياغونو د فشار سنخ په توگه برابر كړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مایع په هر نل كې پورته تاللي، د هغه فشار د كچې ښودونكې دي چې په نوموړو نلونو كې شتون لري. لكه چې ليدل كېږي، په هغو موقعيتونو كې چې نلونه نري دي، د مایع سطحه په نل كې ټيټه ده او په پايله كې وياى شو چې په نوموړو موقعيتونو كې فشار ټيټ دى. دا واقعيت هغه سوال ته چې ولې په ځينو مياغونو د ځښېنلو چوشش اغېزه شتون لري، ځواب ورکوي.

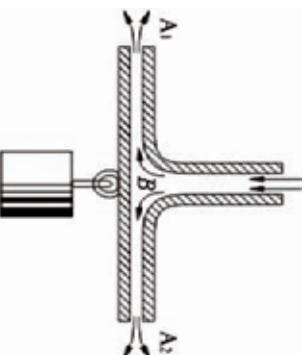


شکل (8-6)

**دي موضوع ته له يوه بل مثال سره دوام ورکولو:**  
 د باد يو توپان پر يو تعمير الوزي، لکه چې په شکل کې په خرنگه توگه ليدل کېږي، کله چې د هوا اکتلي د تعمير په هغو برخو کې چې ځمکې ته نژدې دي لگېږي، برک کېږي يا دا چې سرعت يې کمېږي. يعنې د  $A$  د موقعيت په ساحو کې د سرعت قيمت کم دی خو د فشار قيمت لوړ دی. له دې امله د هوا اکتلي اړيندي دي چې پورته خواته حرکت وکړي او د تعمير له بام څخه تيرېږي. د  $B$  د موقعيت په ساحو کې د هوا د جريان په مسير کې د هوا د جريان د مقطع يو تقیص او د جريان د سرعت تزايد منځته راځي ... له همدې امله دي چې د ځواکمنو توپانونو د الوتلو پر مهال نه يوازې د تعميرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته لگېږي.

### مثال

د څښپنلو (چوشش) اغيز د يو بل اثر په اړيه کولو چې د «هايډرولیک پارادوکس» بنکارنډي په نامه يادېږي، تر بحث لاندې نيسو چې د رودلو اغيز په سيالونو کې په خرنگه توگه د ليدلو وړ گرځوی. له يو ډبرنوي نل (جست) څخه د هوا فشار تيرېږي او له يوې تنگي فضا څخه چې د دوو پليټونو چې يو د بل پرمخ ايښي دي، تيرېږي. لکه څنګه چې په شکل ليدل کېږي، خرنگه چې د  $A$  ساحه کې د پليټونو ترمنځ د هوا فشار شتون لري، له همدې کبله دي چې فشار په ډبره تنگه ساحه کې د هغه سوري په شاوخوا کې چې هوا ترې د  $B$  ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې جريان لري، د هوا د فشار پرتله کم دي. لکه چې ليدل کېږي، بنګتې پليټ لکه څنګه چې هيله کېږي، د هوا د جريان له امله نه يوازې دا چې نه دی چلېدلي، بلکې له يوې قوي سره د پورتنۍ پليټ لورته رابنګل کېږي ان تردې چې يوه وزن چې له هغې سره څرېدلې دی، له خانه سره راکاږي.



شکل (8-7)

## 5- : وینتوري ټيوب - د جريان سرعت اندازه کول

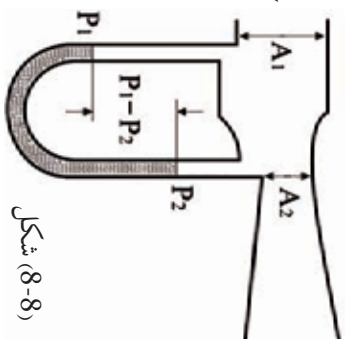
د برنولي قانون دا آسانتيا رامنځته کوي چې کولای شو د مايعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې موخې لپاره له نلوزو څخه د مايعاتو د جريان پر مهال په عمومي ډول له وینتوري ټيوب څخه گټه اخيستل کېږي.

لکه چې په شکل کې ليدل کېږي، دغه ټيوب له نرې نل (جت) څخه جوړ شوی دی. چې په هغې کې د ډبرو پراخو او ډبرو تنگو (نرې) برخو ترمنځ د فشار توپير، د يو فشار سنځ (د مايع مانومتر) پر مټ اندازه کېدای شي. د برنولي د قانون پر بنسټ په وینتوري ټيوب کې دغه رابطه صديق کوي.

$$P_1 + 1/2 \rho v_1^2 = P_2 + 1/2 \rho v_2^2$$

همدارنگه د متعاديت د معادلې له مخې لرو چې:  $v_2 = v_1 \cdot A_1 / A_2$  چې په هغې کې چېرې د  $(A_1 / A_2)$  سطحو نسبت په وینيو، لرو چې:  $v_2 = v_1$  او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعويضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:

$$P_1 - P_2 = 1/2 \rho v_2^2 - 1/2 \rho v_1^2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$



شکل (8-8)

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \{ (v_1 A_1 / A_2)^2 - v_1^2 \}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \{ (v_1^2 A_1^2 / A_2^2) - v_1^2 \}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \{ v_1^2 (A_1^2 / A_2^2 - 1) \}$$

$$v_1^2 \cdot \frac{1}{2} \rho (A_1^2 / A_2^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1 = \sqrt{2(P_1 - P_2) / \rho (A_1^2 / A_2^2 - 1)}$$

د  $v_1$  له دې قيمت سره، همدا راز کولای شو د  $V$  (د جريان حجم) او يا په يوه ثانيه کې تيره شوي مايع په لاندې توگه محاسبه کړو:

$$V = A_1 \cdot v_1 \quad \text{په يوه ثانيه کې}$$

## اتومایزر (عطر شیندونکی)

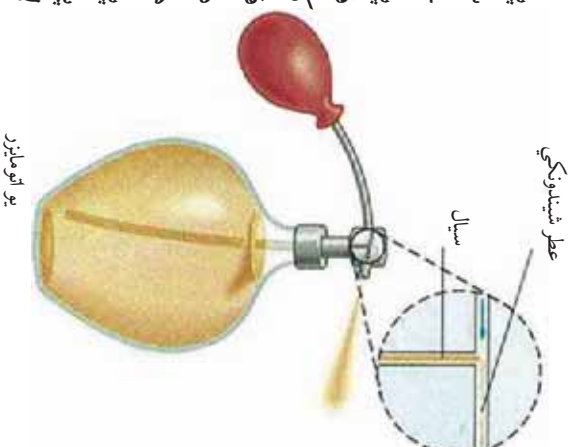
په تیرو بحثونو کې په سیالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړیکو سره بللده شوی، او همدا رنگه د فشار توپیر مود سیال په دوو برخو کې په طبیعي شرایطو او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړیکو د بنودلو اسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر یوې تړاوي (رېښې) باندې پوکول دي. که چېرې ناسو کاغذ د (8-9) شکل په څیر کلاک ونیسئ او بیا په پورتنۍ سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړني څړېدلې حالت څخه مخ په پورته کېږي، چې دلیل یې عبارت دی د هوا د سرعت له توپیر څخه. د کاغذ د تړاوي د پورتنیو او ښکتنیو برخو ترمنځ په پایله کې همدا محصله پورته کونکې قوه د لفت په څیر عمل کوي او د کاغذ ترانگه تقریبا د افق تر سطحې پورته کېږي.

د برنولي د قانون اغېز  
د کاغذ پر سطحې



شکل (8-9)

دې ته ورته اغېزې په یو اتومایزر (عطر شیندونکی) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شیندې تر سترگو کېږي، کله چې د مخزن پوکاڼۍ د (8-10) شکل په څیر د هوا یو تیز باد شوت کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نري سوري څخه چې د هوا د سرعت د زیاتیدو سبب ګرځي تیرېږي.



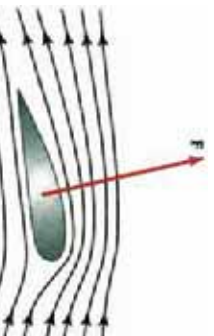
یو اتومایزر

شکل (8-10)

په پایله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته شاته تپله کېږي. په بل عبارت څرنگه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطرو د اتومایزر د پورتنۍ تپوب له لوري، لګېدلي دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې دلوسنې د داخله مایع په سطحې عمل کوي، لږ دي. نو اتموسفیر فشار د تپوب پورتنۍ برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دي عطرونه تپله کوي. د یو اتومایزر د کار کړنلاره د برنولي د معادلې څخه په ګټې اخیستلو هم توضیح کېدای شي. د هوايي ستون لوړ سرعت چې د پوکاڼۍ په فشار ورکولو سره منځته راځي، د عموډي تپوب په پورتنۍ برخه کې یو تپست فشار منځته راوړي. دا کار ددې لامل ګرځي چې مایع له تپوب څخه د باندې ډيکه شي او د یو نري شاور، د هوا ډولې سستي سره بهرته شیندل کېږي.

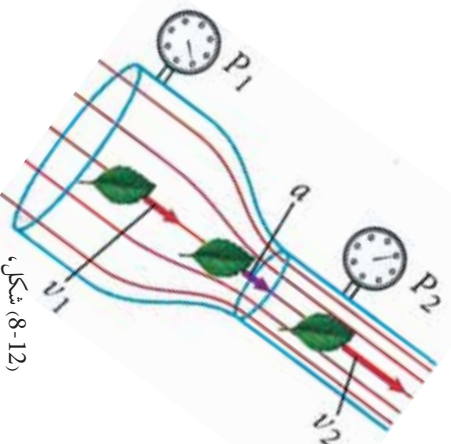
## 6- د الوتکي وزرونه او متحرکه او چتونکي قوه ) (

د الوتکي په وزرونو کې يوه اوچتونکي قوه شتون لري، چې ددې سبب گرځي چې هغوي په هوا کې اوچتي وساتي، او دا هغه مهال واقع کېږي، چې الوتکه د هوا په پرتله په کافي توگه په لوړ سرعت حرکت وکړي، لکه څنگه چې په (8-11) شکل کې د هوا جريان يو قوي بهير ښودل شوی چې د الوتکي له وزره سره لگېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکي سپرلی د الوتکي په عطالتي نظام کې وي او ددې په څېر دی لکه د الوتکي په وزرونو چې ناست وي). پورته خواته د وزره ميلان کول همغه د پورتنۍ سطحې گولرالی يې دی چې ددې سبب گرځي ترڅو د الوتکي تر وزره لاندې د هوا د بهير جريان د يوې قوي په مرسته پورته خواته فشرده شي او د وزره د پورتنۍ برخې هوا متراکمه شي او د فشار لږه ساحه منځته راشي.



(8-11) شکل، د الوتکي د وزره د پورته تلو پر مهال موز د وزره په عطالتي نظام کې يو او د هوا جريان په کې نظاره کوو.

د سيلان د دوه خطونو د هوا جريان مساحت په هره برخه کې د هوا د جريان مساحت د دوه سيلانونو د خطونو ترمنځ په هره برخه کې د خطونو يو بل ته په نژدې کېدو سره کمېږي. نو ددې له مخې د متمادييت له  $(A_1 V_1 = A_2 V_2)$  معادلې څخه د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې چې هلته د سيلان خطونه يو بل ته نژدې کېږي، زياتېږي.



(8-12) شکل،

د سيلان جريان په هغه نل کې چې متغرات قطرونه لري

د پورته دليل پر بنسټ يوه محصله قوه په پورته لوري د الوتکي پر وزره عمل کوي چې د اوچتونکي (Dynamic Lift) محصله قوه په نامه يادېږي. تجربې ښيي د وزره د پورتنۍ برخې د هوا سرعت حتی د وزره د لاندینۍ برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کېدای شي. (د هوا او وزره ترمنځ اصطلاک، شاته د رابنکلو قوه توليد وي چې د الوتکي د انجنونو قوه پرې غالبه شي).

يو وزر تل او يا يو وزر له متناظري مقطع سره تر هغې پورې چې مخکښي برخه يې پورته لورته انحنا لري، د انحنا صعودي زاويې لرونکې دي). د پورته کېدو خپل کارته دوام ورکوي. د (11-8) شکل حتی هغه مهال چې د صعودي انحنا زاويه له صفر سره مساوي هم وي وزر بيا هم د پورته کېدو په حالت کې شينې، ځکه چې گول شوي پورتنۍ برخه، هوا پورته خواته تپله کوي مسير ته يې انحنا ورکوي او د سيلان د خطونو يو له بل سره د تراکم سبب گرځي. که چېرې د انحنا صعودي زاويه کافي حد ته ورسېږي چې وکولای شي د سيلان خطونه په پورته لورته کارې يا تر فشار لاندې ونيسي ترڅو يو بل ته بڼه نژدې شي، په هغه صورت کې الوتکه سرکونډې (خرڅي) وهي (په وزرو را خرڅي). که چېرې د انحنا صعودي زاويه د درجو په شاوخوا کې وي، د خرڅيدو طولفان (Turbulence) واقع کېږي. لکه څنگه چې په (11-8) شکل کې ډېر رابنګل د شا په لور او د وزره لږ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کېږي چې وزر له حرکت څخه ولږېږي او الوتکه سقوط وکړي. په بل تحليل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقي توګه د وزره په وړاندې په حرکت کې ده مخ بڼګنه کې کارې او د هوا مالیکولونه چې شاوخوا ته خرڅي د مومتم بدلون سبب گرځي او په وزره کې د صعودي قوې د توليد سبب گرځي، (د نيوتن دريم قانون).

## 7- : لزوجيت

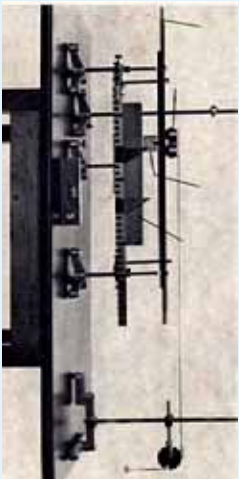
### د لزوجيت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پيدايښت او محاسبه):

مورز په تېرو درسونو کې وويل چې خيالي (ايده ال) مايع هغې مايع ته وايي چې د تراکم وړتيا او اصطکاک ونه لري. همدا رنگه زياته موکړه چې خيالي مايع په حقيقت کې شتون نه لري، ځکه چې ټول سيلانونه د گازاتو او مايعاتو په ګډون چې رېښتيني شتون لري، د اصطکاک لرونکي دي او هم تر يوه حده د تراکم وړتيا لري، يعنې په حقيقت کې خيالي مايع يوه مجرد افاده ده. کله چې په مايعاتو کې له اصطکاک څخه غېږېږو، موخه مو د هغو څخه داخلي اصطکاک دی. دغه داخلي اصطکاک په يو بل نوم هم يادوي، چې په مايع او يا گاز کې عبارت له لزوجيت (ښتل) څخه دي. هره حقيقي مايع او گاز يو څه داخلي لزوجيت لري او دا هغه مهال څرګندېږي چې په مايع او گاز کې حرکت رامنځته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کېدو څخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شوي، ورو ورو قطع کېږي. داخلي اصطکاک نه يوازې دا چې له نلنزو او د بيرل او نورو په څېر لوښو سره د مايع د سطحو د تماس او يا په مايع کې هم کله چې د مايع قشرونه د جريان توپيري سرعت ولري او يو بل پرمخ په خپله د مايع په منځ کې هم کله چې د مايع قشرونه د جريان توپيري سرعت ولري او يو بل پرمخ بهېږي، هم منځته راځي. له همدې امله دي چې برعکس جامد اجسام چې خارجي اصطکاک لري، دې اصطکاک ته داخلي اصطکاک وايي. د داخلي اصطکاک شتون په مايعاتو کې حتی په خپلو لاسونو هغه مهال حس کوو چې کله يو جسم د مايع په منځ کې په خپل لاس سره په حرکت راوړو. مورز په دې حالت کې يو مقاومت حس کوو، چې په مايع کې د داخلي اصطکاک له امله رامنځته کېږي.



### تجربه:

له دې تجربه سره د داخلي اصطكاك اړيكې له مايع سره د جسم د تماس د سطحې له لوبوالي، د هغې مايع له ځاځگړنو سره چې جريان لري او د مايع د حرکت له سرعت سره كيداى شي تر مطالعې لاندې ونيول شي.

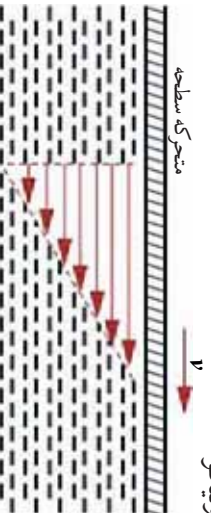


شكل (8-13)

د ټپ جوړښت داسې دی چې يوه نيمالي (12mm) په سور او بله نيمه برخه يې  $gmm$  سور لري. په يو نواخت حرکت کې د رابنكلو د هغه قوې چې د ځړول شوي وزن له امله منځته راځي، د اصطكاك د قوې د عين قيمت لرونکې دی چې د پليټ لخوا منځته راغلي. که چېرې وزه ډېره شي، سرعت زياتېږي او کله چې پليټ په مايع کې ژور ښکته شي، سرعت کمېږي او هم کله سرعت کمېږي چې پليټ د ټپ له سوروزې برخې څخه د ټپ نري برخې ته ورسېږي.

پورتنۍ تجربه هغه تيوري تاييدوي، چې له امله يې د داخلي اصطكاك اړيكې له لاندې کميتونو سره څرگندېږي.

- 1 - د مايع لزوجيت ( $\eta$ )
  - 2 - له مايع سره د جسم د تماس له سطحې لوبوالي.
  - 3 - د  $\Delta v / \Delta d$  نسبت چې دغه نسبت د  $\Delta v$  د سرعت او  $\Delta d$  د ضخامت د تناقص له امله لاس ته راځي.  $\Delta d$  د هغې سطحې ضخامت دی چې په يوه وخت حرکت کوي او د مايع د يو گاونډي قشر اړوند دي چې د هغې په تعقيب د سرعت کميدل منځته راځي.
- د مايع هغه شمېر ذرې چې په مستقيمه توگه د سطحې په گاونډو کې دي، دپيوژن له امله له سطحې سره نښلې او خپل سرعت اخلي او له وروستي قشر څخه يو څه شاته پاتې کېږي. د تماس په هغو سطحو کې چې هواري دي، د مايع د ذراتو سرعت د  $d$  د ټاکلي ضخامت په اندازه د  $v$  له بشپړ قيمت څخه په منظم ډول د صفر تر قيمت پورې کمېږي چې په پايله کې د  $\Delta v / \Delta d$  نسبت د  $v / d$  له کسر سره تعويض کېږي او له دې ځايه څخه کولای شو د داخلي اصطكاك فازمول په لاندې ډول وليکو:
- $$\Rightarrow \eta = \frac{A \Delta v}{\Delta d} = \eta \cdot A \cdot v / d$$



شكل (8-14)

د متحرکې سطحې د سرعت خطي  
تثقیص ه مايع کې ښيي.



په پورتنۍ فارمول کې  $n$  چې د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي، د هرې مادې لپاره ټاکلې ده او یو مهم ثابت دی. دغه ثابت په مایعاتو کې په اسانۍ سره جریان کوي لکه: (ایتر، بنزین او هم په اوبو کې) د کم قیمت لرونکي او په هغو مایعاتو کې چې اسان (سهل) جریان نه لري، لکه: رگلیسین، گریس او قیر لور قیمت لري. دغه ضریب په عین وخت کې د اندازه کولو یو مقیاس دی. د هغه د کوهرشنې د اندازه کولو لپاره چې د مایعاتو د هر مالیکول په منځ کې موجودی.

لزوجیت د تودوخې د درجې له لوړیدو سره په ډېر شدت زیاتیږي او د اندازه کولو واحدیې د واحدونو په نږواله کچه عبارت دی له:

$$[n] = [d / Av] = m/m^2 \cdot m/s = s/m^2 = kg\ m/s^2 \cdot s/m^2 = kg/ms$$

لاندې جدول د ځینو جسمونو د لزوجیت ضریب ښيي:

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 $20^\circ C$ کې	0.00101	اوبه د تودوخې په $20^\circ C$ کې
100	قیر د تودوخې په $20^\circ C$ کې	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

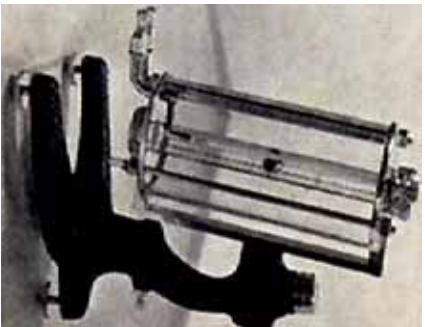
هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او خارجي اصطکاک د محاسبې لپاره ترې ګټه اخېستل کېږي، په لاندې توګه یو له بل سره توپیر لري.

$$\text{داخلي اصطکاک او } \mu_0 = \mu \cdot \text{خارجي اصطکاک}$$

خارجي اصطکاک د نورمالې قوې په زیاتیدو سره زیاتیږي، چې پر داخلي اصطکاک هیڅ اغېزه نه لري. ددې برعکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوړیدو زیاتیږي، په داسې حال کې چې خارجي اصطکاک له دې دوو سره هیڅ ډول اړیکې نه لري.

## د لزوجیت د ضریب اندازہ کول

د یوې ملیع د لزوجیت د ضریب د اندازہ کولو لپاره اکثرآ له یوې آلې خضه چې د وسکو زیمتر هوبیل (Hoeppl – Viskosimeter) په نامه یادېږي او په شکل کې بیورول شوی، کار اخلي. ځکه چې له دې آلې او ددې په خیر نوروآلو سره کار کول چې د سین پرنسیپ پرنسیست کار کوي، ساده توپ او لازم دقت په اندازہ کولو کې نامین کېږي.



شکل (8-15)

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، په یوه نل کې چې یو کمزوری کوږوالی لري، یوه کرۍ مخ بڼکه سقوط کوي. د تودوخې د درجې د ثابت ساتلو لپاره، دغه دستگاه له اوبو څخه ډک یوه لوښي کې ځای پرځای شوی دی چې د تودوخې درجه یې د یو ترموسټات په مرسته په یو ثابت قیمت کنټرول کېږي.

د زمان د سقوط له محاسبه کولو څخه، کولای شو لزوجیت لاسته راوړو. له هغو کرپو څخه په گټې اخیستلو 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 گریس د لزوجیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې کثافت یې  $\rho_1 = (0.9 \text{ g/cm}^3)$  او یوه المونیمي کرۍ 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 مودې کې په منځ کې سقوط وکړي.

حل:

یوه کرۍ د گریس په منځ کې د یوې لنډې فاصلې تروهلو وروسته، خپله یو نواخته حرکت خپلوي، پوهېږو چې داخلي مقاومت عبارت دی د وزن ( ) او صعودي قوې (bouncy) د کچې له حاصل تفریق څخه، یعنې:  $\eta = \frac{6 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h}{t} = 6 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \eta$  ،  $h = \rho_2 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g$  ،  $b = \rho_1 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g$  ،

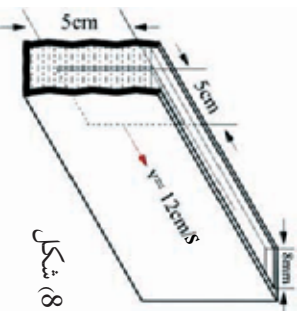
$$\eta = \frac{(\rho_1 - \rho_2) \cdot t}{6\pi \cdot r \cdot h} = \frac{(\rho_1 \cdot \pi \cdot d/2 \cdot h \cdot g - \rho_2 \cdot \pi \cdot d/2 \cdot h \cdot g) \cdot t}{6\pi \cdot d/2 \cdot h}$$

د قیمتونو له وضع کولو څخه وروسته:  $\eta = 7 \text{ g/cm s}$



### پوښتنې:

- 1- په يو ټپ کې چې له تيلو څخه ډک شوی، يو نری پلټ چې 8 ملي متره سور او 55 سانتي متره مربع مساحت لري، له 0.1 نيوتن قوې سره د طول په لوري کې رابټکل کېږي. د لزوجيت کچه يې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې، کوم سرعت چې رامنځ ته کېږي،  $12 \text{ cm/s}$  قيمت ولري.

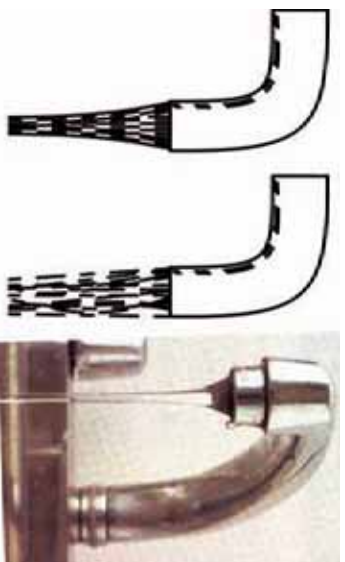


شکل (8-16)

- 2- د يو موټر په يو برک کې چې  $20 \text{ cm}^3$  گلسيرين په کې کارېدلی او د لزوجيت ضريب يې  $\eta = 1.5 \text{ ms}$  دی، د يو بل په واسطه چې  $12.5 \text{ cm}$  طول او  $2.5 \text{ mm}$  قطر لري تر  $18.10^6 \text{ bar}$  يو منځی، توپيري فشار لاندې برس رځکارېدل کېږي. هغه زماني موده چې ددې عمليې لپاره کارېدلې، محاسبه کړئ.

## - د توپاني بهير ښکارنده (پدیده)

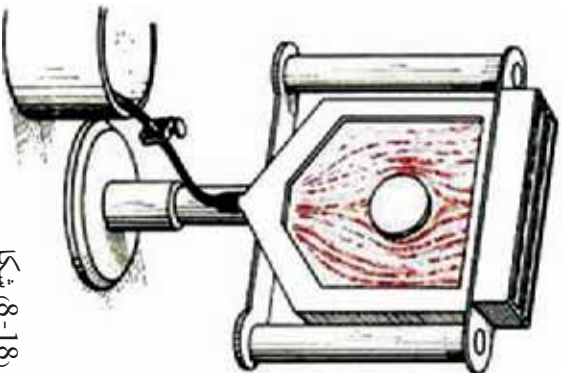
**په مختلفو سرعتونو کې د يو جريان د واقع کېدو څرنگوالي:**  
داخلي اصطکاک هغه مهال منځته راځي چې د مايع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، يو د بل له څنګ څخه تير شي.  
دا پېښه، تر ټولو د مخه د مايعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحد قشرونو کې څرگندېږي. د دې داخلي اصطکاک د غلبي لپاره يانې د اغېزو د لرې کولو لپاره، د انرژۍ يوه برخه چې د مايع په جريان کې ده، مصرفېږي.



شکل، (8-17)

له چټکوزي (شيرهن) څخه د لامينار او توريلنت بهيرونه

اما د ډبرو سرعتونو په حالت کې چې اصطکاک ډېر قوي دي، د جريان تصوير به د پام وړ ډول ځانته تغير ورکوي. په دې حالت کې د اوبو څرخ (گرداب) منځته راځي.  
رامنځته شوی جريان د توربوريلنت (Turbulent) په نامه يادېږي.

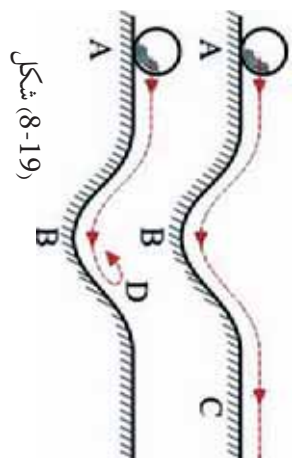


شکل (8-18)

که چیرې د اوبو شیردان لږ څه خلاص کړو، اوبه په کراوه او نرمۍ له شیردان څخه خارجېږي او که چیرې شیردان نور هم خلاص کړو، د اوبه جریان یو ټاکلي سرعت ته تر رسېدو وروسته په نا کرایۍ پیل کوي او د اوبو څرخ تولید وي. په (8-18) شکل کې هم دا پدیده په ډېر ښه ډول په هغه اله کې چې د «جریان له لارې د ثبت الې» په نامه یادېږي، لیدلای شئ. ددې الې د کار طریقه داسې ده چې بې رنگه شفافې اوبه او سور رنگې اوبه له دوو لوښو څخه په یوه فضا کې چې د دوو نښته یي پلیټونو ترمنځ وي، له پورته لوري څخه له یو شمېر نړبو سوربو څخه چې تیار شوي دي، جریان پیدا کوي. د اوبو جریان له سوربو څخه په دې ډول دي چې صفا او رڼې اوبه له لومړي او دریم سوري او سرې رنگه اوبه له دوهم او څلورم سوري څخه تېرېږي.

د دواړو مایعاتو د جریان خروجي سرعت له هغه قید سره چې په پیټونو کې کارېږي، کولای شو تنظیم کړو. که چیرې په لوښي کې مانع نه وي، د جریان رښتني د سور رنگه موازي 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 عبارت دي د جریان د متجانسو رشتو له یو عبور څخه چې په دواړه خوا کې بې صورت موندلې دي.

## د ګرد اوبو نو پیدا کیدل

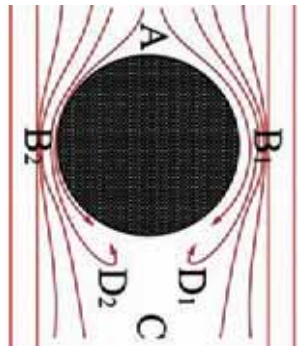


شکل (8-19)

د ګرد اوبو پیداېښت کولای شو په آسانۍ له یوې میخانیکي عملې سره په پرتله د فهم وړ وګرځوو. که چیرې یوه کرۍ د یو بېلول په منځ کې د جریان په مسیر کې راشي، دغه کرۍ در غږېدو پر مهال خپله پوتانسېلي انرژي له لاسه ورکوي او ورسره یو ځلي بې په سرعت کې زیاتوالي منځته راځي، شکل ته پام وکړئ.

کله چې کرۍ منځني مخ په پورته وهي، له سرعت څخه یې کمېږي. ددې سرعت قیمت که له اصطکاک څخه تیر شو د C په نقطه کې عین همغه قیمت لري چې په پیل کې یې د A په نقطه کې لږ درلود. که چیرې د اصطکاک قیمت کم هم وي، کرۍ یو څه پورته ځي، خو د سرعت قیمت د C په نقطه کې نسبت د سرعت قیمت ته د A په نقطه کې کم دی.

که چیرې انرژي د اصطکاک له امله ډیره ضایع شي، هغه حرکتې انرژي چې باید د  $B$  په نقطه کې وي تر څو کړۍ پورته یوسي او هغه  $C$  نقطې ته ورسوي، کفایت نه کوي او کړۍ تر  $D$  نقطې رسېږي او سرعت یې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بیرته گرځي.



عین مناسبتونه په هغه حالت کې شته، کله چې یوه مانع له یوې مانع سره مخ شي، مثلاً که چیرې یوه مانع له یوې استوانې سره ولگېږي او له خارجي سطحي څخه عبور کړي، (8-20) شکل.

شکل (8-20)

لیدل کېږي چې د  $B_1$  او  $B_2$  ساحې محدودې او تنګې دي، نو د متعادلي د معادلي له نظره د سرعت قیمت زیاتېږي او د فشار قیمت کمېږي.

که چېرې اصطکاک 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 وه.

په لږو اصطکاکونو کې لومړۍ غیر مهم تغیرونه منځته راځي. خو کله چې د سرعت قیمت ډېروي، داخلي اصطکاک پورته ځي او بالاخره داسې حالت منځته راځي چې د مانع ذرې د  $B_1$  او  $B_2$  په ساحو کې نور هغه حرکتې انرژي نه لري، ترڅو د لوړ فشار په وړاندې د  $C$  په ساحه کې حرکت ته دوام ورکړي، بلکې سرعت یې کمېږي او بالاخره د  $D_1$  او  $D_2$  په څېر ساحو کې صفر ته تقرب کوي او په پایله کې د مانع ذرې بیرته راگرځي او اړمنډ دي چې شاته جریان پیدا کوي. د بیرته راگرځیدو پر مهال په دوران پیل کوي او گډاو تشکیلوي. یعنې هغه مانع چې مخکې یو لامینار مانع و، داډې په یو توربولنس مانع تبدیل شوي دي. هغه گډاونه له دواړو خوا څخه چې په پرله پسې منځته راځي، د خارج جریان په واسطه نیول کېږي او د مانع شاته اصطلاحاً یوه گډاوي لاره جوړوي.



## د اتم څپرکي لنډيز

- کله چې د گاز د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو گازونو حجم د فشار د تغییرونو اغیز هومره کم دی چې کولای شي ترې تیر شو.
- یو سیال (مایع یا گاز) ته هغه مهال خیالي (ایده ال) ویلی شو چې د تراکم وړتیا ونه لري او له اصطکاک څخه هم بې برخې وي.
- د متناهیات معادله بیانوي چې په یو نل کې چې د متغیرو مقطعو لرونکې وي، د مایع د جریان سرعت د نل له مقطع سره معکوسا متناسب دی. یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت لږ او په کوچني مقطع کې د جریان سرعت ډېروي.
- د  $v_1 + \frac{p_1}{\rho} = v_2 + \frac{p_2}{\rho}$  عبارت دي د برنولي له ساده رابطې څخه او بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډېروي لږ دی.
- د  $ct + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2}$  هم د برنولي د معادلي بل شکل دی چې د یوې خیالي مایع لپاره لاس ته راځي 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 جریان په ټول بهیر کې د فشار او د بند فشار ( $\frac{1}{2}\rho v^2$ ) مجموعه ثابت دی.
- وینټوري ټیوب له یو نري نل (جیټ) څخه جوړ شوی دی، چې په هغې د فشار تغییر په ډېرو پلنو برخو او ډېرو تنګو (کم سوري) برخو کې فشار د مایع په یوه فشار سنجونکي (مانومتر) پرمخت اندازه کیدای شي، او د برنولي قانون پرنسټ د  $v_1^2 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = v_2^2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$  رابطه په وینټوري ټیوب کې صدق کوي.
- د الرټکي په ووزونو کې یوه اوچتونونکي قوه شته، چې ددې لامل ګرځي (کله چې په کافي توګه د هوا پراتله په ډېر لوړ سرعت حرکت وکړي) هغه په هوا کې اوچته ساتي.
- د مایعاتو لزوجیت یا چسپیدل (ښتل) عبارت دي د هغو له داخلي اصطکاک څخه، او لزوجیت هغه مهال تبارز کوي چې په مایع یا گاز کې داخلي حرکت منځته راشي، او د هغو اغیزو له قطع کیدو څخه وروسته چې د حرکت لامل ګرځیدلي ورو ورو قطع کېږي.
- د داخلي اصطکاک فورمول ( $\eta = \frac{1}{10} \cdot A \cdot V / d$ ) دظ  $\eta$  یې د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي چې یو مهم ثابت دی او د هرې مادې لپاره مشخص دی.
- د ویسکو زیمتر هوبیل له الې څخه د یوې مایع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره کار اخلې.

• که چیري يوه کره د يو بلول په منځ کې د جريان په مسير کې واقع شي، دغه کره د رغوړيدو پر مهال خپله د پوتنسيل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې يې ډېروالي راځي. د سرعت په زياتيدو سره داخلي اصطکاک لورځي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مايع ذرې، کافي حرکت انرژي له لاسه ورکوي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولې او سرعت يې صفر ته تقرب کوي. په پايله کې ذرې بيرته راگرځي او شاته جاري کېږي او د بيرته راگرځيدو په مهال په څرخيدو دوران پيل کوي او گرداو جوړوي چې وايي نوزنو نوموړي مايع په يو توربولنيت مايع بدله شوي ده.

## د اتم څپرکي پوښتي

- 1- يو سيال (مايع - گاز) تعريف کړئ.
- 2- د متعادليت يا پيوستوالي معادله څه شی بيانوي؟
- 3 د  $A_1V_1 = A_2V_2$  رابطه د ..... او ..... هري مقطع لپاره د تطبيق وړ ده.
- 4- که چيرې مايعات او گازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي ..... ورته ويل کېږي.
- 5- د يوې خيالي مايع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت ده له ..... څخه.
- 6-  $\rho V^2 = \frac{1}{2} \rho V^2 = 1 - 2$  فشار د ..... فشار په نامه يادېږي.
- 7- د ..... دقتون پر بنسټ په ويتوري ټيوب کې ..... رابطه صدق کوي.
- 8- د لزوجيت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړيوال سيستم کې د  $[h] = [d/A_v]$  له رابطې څخه تر لاسه کړئ.
- 9- ايا په ډبره کچه فشار تل د ډبرې قوي پر مټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضيح کړئ.
- 10- کله چې د يوې نېچې له لارې اوبه چينې د هوا په تخليه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموي او مايع به حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. ايا کولای شئ ددې موخې لپاره په سپورسي کې هم له نېچې څخه د اوبو د چينلو لپاره کار واخلئ؟ ولې، توضيح کړئ.
- 11- له لاندې معادلو څخه کومه يوه د اوبو سرعت د A په نقطه کې ( $V_A$ ) او د اوبو سرعت د B په نقطه کې ( $V_B$ ) توضيح کوي؟
  - الف)  $d_A V_A = d_B V_B$
  - ب)  $d_A^2 V_A = d_B^2 V_B$
  - ج)  $d_A d_B = V_A V_B$
  - د)  $1/2 d_A V_A^2 = 1/2 d_B V_B^2$

- 12 - که چیري د نل مساحت د  $A$  په نقطه کې  $2,5cm^2$  او د  $B$  په نقطه کې مقطع  $5cm^2$  وي، د اوبو جریان د  $A$  په نقطه کې خوځلي د  $B$  له نقطې څخه تیز دی؟
- 13 - اوبه په یو افقي نل کې په  $3 \times 10^5$  فشار په  $1m/s$  سرعت جاري دي، نل د خپل اصلي طول د  $\frac{1}{4}$  په اندازه نری کېږي، د جریان سرعت د نل په نری برخه کې څومره دی؟
- 14 - د یو نل د شیردان د سوري قطر  $2cm$  دی او په هره ثانيه کې په  $2,5 \times 10^{-2} m^3$  کچه اوبه تری خارجېږي، هغه سرعت چې اوبه په کې له نل څخه خارجېږي، پیدا کړئ.

## ماخذونه

1. C ( R NC A CA ON ), b Do s C. in co i, bis db son d c ion nc, 2005.
2. C b m s . , son d c ion nc. A, N s , 2004.
3. C b R.A. nd . . F n, 2006 b o , Rin nd ins on.
4. C ,A boo , bis db bis in Com n , in d in R , 1996.
5. F nd m n s o sics, bis db ni si o i i in s, Co o d c ion, M ni , 1976.
6. الفيزياء (المرحلة الثانوية / الفرع العلمي)، و وزارة التربية والتعليم، ادارة المناهج والكتب المدرسية، الکتاب في مدارس المملكة الاردنية الهاشمية، ۲۰۰۵ م.
7. «فزيک (2) و ازمايشگاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د خپرنې او ازموينې د پلان جوړولو سازمان، د ايران د درسي کتابونو د چاپ او خپرېدو شرکت، 1385 هـ . ش.
8. «فزيک (3) و ازمايشگاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د خپرنې او ازموينې د پلان جوړولو سازمان، د ايران د درسي کتابونو د چاپ او خپرېدو شرکت، 1385 هـ . ش.
9. د عمومي تعليماتو ښوونځيو د دولسم ټولگي د فزيک درسي کتاب، د تاليف او ترجمې رياست، د افغانستان د ښوونې او روزنې وزارت، 1388 هـ . ش.



**Get more e-books from [www.ketabton.com](http://www.ketabton.com)  
Ketabton.com: The Digital Library**