



د پوهنې وزارت

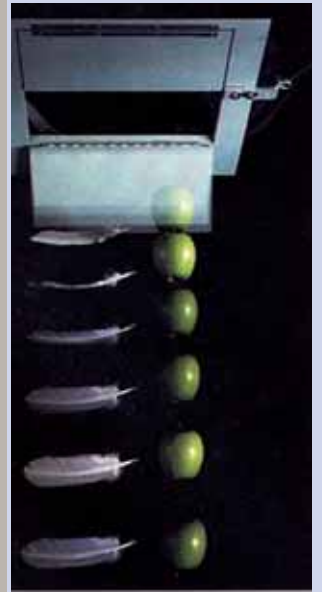
د تعلیمي نصاب، د ښوونکو د روزنې او د ساینس مرکز معینیت  
د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تالیف لوی ریاست

# فزیک

## یواسم ټولگی



فزیک



سسته او خرڅونه یې  
پرې.



د ۲۰۱۹ هـ.ش.

Ketabton.com

یواسم ټولگی





### د پوهني وزارت

د تعليمي نصاب، د ټيكنوژنكو د روزنې او د سانس مركز مهميت  
د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي كتابونو د تاليف لوي رياست

# فيزيک

p h y s i c s

## يو ولسم ټولگي

د چاپ كال: 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.
- کمیټو ز او ډیزاین:**  
خالد هوتک

ب



## 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 اړتياو 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 اړتياو 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

## لومړني خبري

زموږ زمانه د ساينس او ټکنالوژۍ د چټکو بدلونونو زمانه ده، د پوهانو د اټکل له مخې به زموږ زمانه د ساينس او ټکنالوژۍ د چټکو بدلونونو کچه دوه برابره شي. څرگنده ده چې په راتلونکو کالونو کې هره مياشت د علمي اطلاعاتو کچه دوه برابره شي. څرگنده ده چې له دغو بدلونونو 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 بلون کې شي. په دې لارو چارو ټينگار شوی دی، چې زده کوونکي په اسانۍ سره چټکې زده کړې وکړي، وکولاى شي، چې لازم او اړين مهارتونه د زده کړې په پراخولو او د مسايلو 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 کرنازې 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 موږ سره مرسته وکړي.

همدا رنگه له خپلو رغنده وړانديزونو، چې د کتاب د کيفيت په لوړولو کې اغيزې ولري، له هيڅ ډول هڅې او هاند څخه ډوډه 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.

همدا رنگه 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



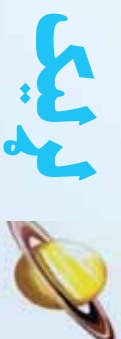
# لړلیک

## مخونه

### لوړوي څپرکي: ميخانيکي تعادل

- ۱.....
- ۲..... قوه، قوه د وکتور په توگه
- ۶..... متلاقي (ضير موازي قوي  
د نقطه يي کتلې تعادل
- 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..... منځني (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 منځني سرعت بدلون
- ۷۸..... منځني، 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 موتمم او امپولس

۱۴۹..... مستقیم الخط حرکت او امپولس

۱۵۱..... موتمم

۱۵۶..... قوه و موتمم

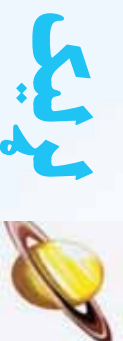
۱۵۹..... ضربه او د خطي موتمم تحفظ

۱۶۲..... ارتجاعي تصادم

۱۶۴..... غیر ارتجاعي تصادم

۱۶۴..... د ثقل مرکز

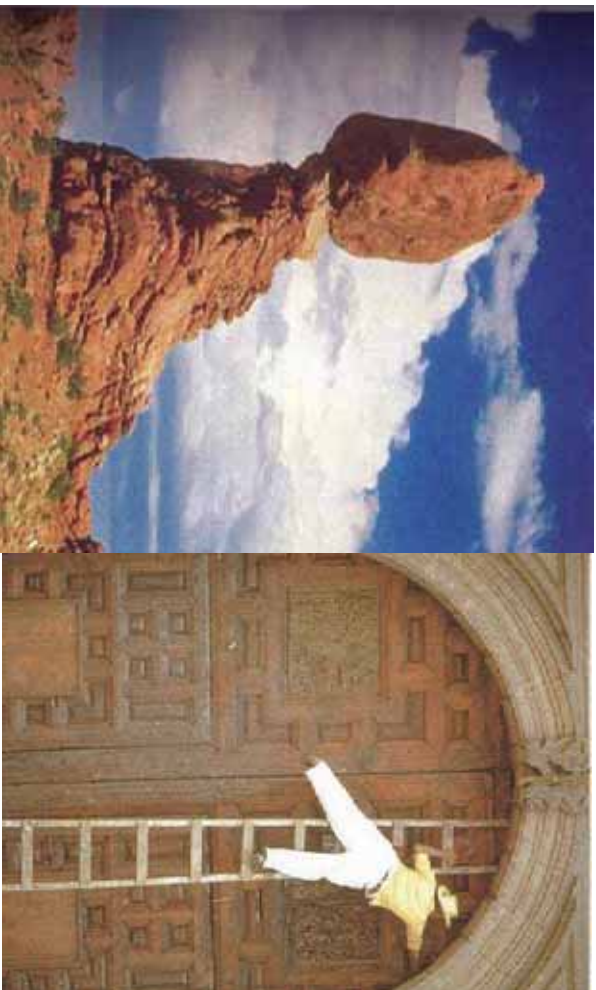
۲۰۹..... د توفاني جریان پدیده



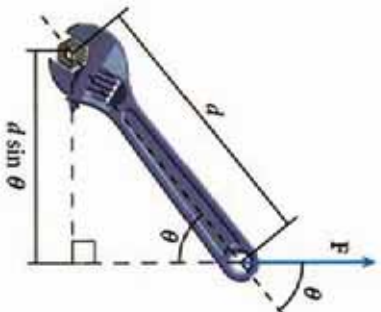
## مخونه

- ۱۷۰..... د سیالونو نسبي سکون.....
- ۱۷۱..... د سیالونو فشار.....
- ۱۷۲..... د مايع د فشار اندازه کول.....
- ۱۷۵..... د اتموسفیر فشار.....
- ۱۷۸..... په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول.....
- ۱۸۰..... په سیالونو کې د فشار انتقال - د اوبو شکنجه.....
- ۱۸۳..... د ارشمیدس قانون.....
- ۱۹۲..... **اتم خپړکی**: 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 چتونونکي قوه.....
- ۲۰۵..... لزوجیت - د لزوجیت مفهوم.....
- ۲۰۹..... د توفاني جریان پدیده.....

# لومړۍ څپرکۍ میخانیکي انډول (تعادل)



میخانیکي تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کېدونکي موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بیلابیلو ډګرونو کې د اړتیا وړ ماشین الاتو او ټکنالوژۍ په پراختیا کې چې نوموړه د پولنې په ورځني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالېږي یو مهم بنسټ جوړوي. ځینې مسایل لکه : د قوو مطالعه، په اجسامو باندې بې د اغیزو څرنگوالی، د رافعي او د هوايي ترانسپورت او دکانونو د استخراج په څیر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولو کې د قوو او دهنو داروندو پلیدو د اغیزو کارول دایول پر هغو قواعدو بناسوي چې میخانیک فزیک او له ځمکنۍ او هوايي ترانسپورت او دکانونو د استخراج په څیر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولو کې د قوو او دهنو د میخانیکي تعادل پر بنسټ تپورې گانې بې تر مطالعې لاندې نیسي. میخانیکي تعادل د انساني او حیواناتو په ژوندانه کې یو له خو را ژورو او طبعي ریزونو څخه دی چې د ځمکې د کرکې پرمخ بې هغو ته د ثبات او ژوندې پاتې کېدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نیولې د سفینو او سیارو ترالوتلو او د ځمکې او بحرونو په ژورو کې نفوذ داټول د علم او ټکنالوژۍ لاسته راوړنې دي چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره او غوره دی. ددې څپرکۍ محتویات دهنو محتویاتو په تړاو جوړشوي چې ناسو په تیرو کلونو کې زده کېدې. قوه چې د فزیک له پخوانیو درسونو څخه یو بحث دی، په دې څپرکۍ کې هم تکرارېږي ترڅو چې یو شمیر ترورو بحثونو لکه قوې یا متقابلې اغیزې(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 یا موازي قوو په څیر ده، همدا رنگه د قوو د تجربه کېدو پوهه، د قوې د مومنت او یا د دوران مومنت، او د زوج قوې په څیر دیو شمیر نورو مفاهیمو د پینځلو 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 دمنډر جو 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 ددی 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 څټک (چکش) په مرسته پریو میخ قوه وارده شي ، ایا میخ هم پخپل وارښیرته پرچکش قوه واردوي ؟ څنگه او ولې ؟ ، د یوه محور پر شاوخوا د یو جسم دوران پېښه څه شی تمثیلوی ؟ 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 تغیر سبب شي. دا تغیرات 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 تغیر سبب ګرځي.

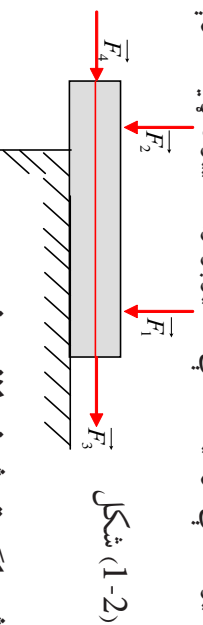
## قوه دوکتور په توګه

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 غني اوردوالی او يا د قوي مقدار يا زياتوالی،  $\overline{AB}$  د غني 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 لاندینې 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.

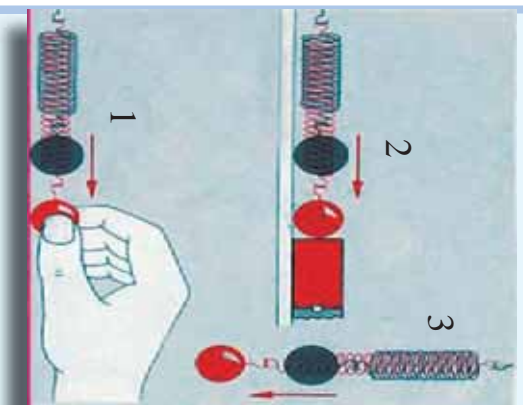


## اوس د بيلابيلو قوو څو بيلګې تر څېړني لاندې نيسو:

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 څړوئ، څه تغیر به وگورئ؟

ایا بیا به هم فز د غونډ اړي د وزن له امله و غځېږي؟ که چېرې تجربه مو په سمه توګه ترسره کړي وي، ددې گورئ چې مقناطیس او د غونډ اړي 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.

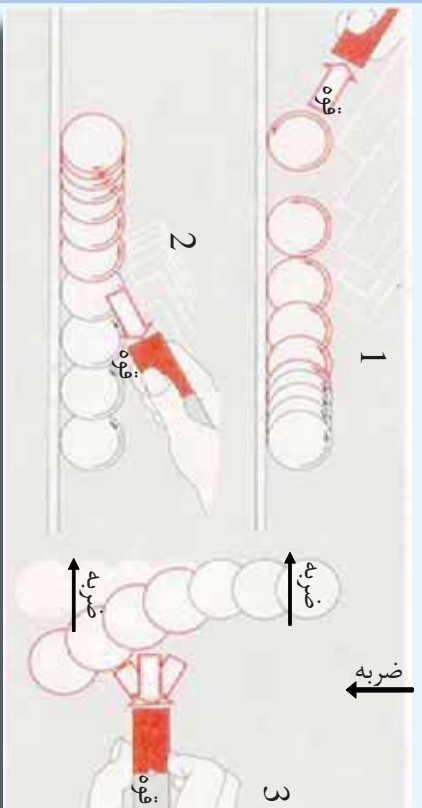
یو شمیر نور ځایونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانۍ سره وگورو د بیلابیل سپورتونه دي چې ددوي له ډلې څخه د والیال او باسکتبال لوبې دي چې په ترڅ کې یې تاسو پخپله کولای شئ په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوبو کې ستاسو د لاس د عضلو قوه توپ ته سرعت ورکوي او یا توپ چې د حرکت په حالت کې دی ولې یې دروي؟ او بیا د حرکت لوري ته تغیر ورکوی؟ 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 غونډاډاري 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 ریلیدل 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 ونی شي د مقناطیسي میلې په مرسته تعقیبوو یعنې د گلولې د حرکت په سرعت کې څه تغیر ونی 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 گوزی؟ هغه پایلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنیو پوښتنو د ځواب په توگه تر لاسه کړی، د یو دلیر کار په ترڅ کې یې په ځپلو کې مطرح کړئ

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

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

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

- c- قوه يو جسم چي ساکن وي په حرکت راولي. کولای شی دا وینا په تجربه ثابتہ کړئ؟
- d- قوه په څه ډول د يوه متحرک جسم د دريلو سبب گرځي؟
- e- يو جسم په يوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، يوه قوه د کينې لوري پرې اغيز کوي، څه پيښېږي؟ د يو شکل په واسطه يې وښئئ. له دې عمل څخه څه پایله ترلاسه کوي؟
- f- پر يوه جسم د يوې قوې داغيز له امله، ممکنه ده چي دهغه جسم شکل ته تغير ورکړي. ايا په جسم باندې دا تغير د يو شکل په مرسته ښودلای شی؟

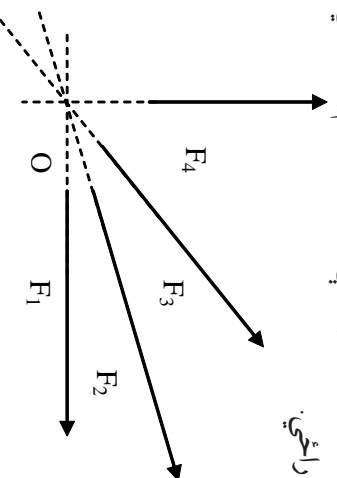
### پوښتي



- د قوې د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تېرو کلونو کې لوستي دي، لاندې پوښتنو ته په ځواب ورکولو پخپل پخواني معلومات په لاندو ډول تکرار کړئ:
- 1. د (SI) په نړيوال سيستم کې بنسټيز (اساسي) واحدونه کوم دي؟ بيان او تعريف يې کړئ.
- 2. د (SI) په نړيوال سيستم کې قوې واحد څه شی دی؟ تعريف يې کړئ.
- 3. د (SI) په نړيوال سيستم کې د قوې واحد بنسټيز واحدی که يو فرعي واحد؟ او ولې؟

## 1-2: متلاقي (غیر موازي) قوې

کله چې پر يوه جسم دوه يا تر دوو زياتې قوې اغيز وکړي، داسې چې د اغيز خطونه يې سره موازي نه وي او په يوه نقطه کې يو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه يادوي. د بيلگې په توگه (1-5) په شکل کې ليدل کېږي چې د  $F_1, F_2, F_3, F_4$  قوو د اغيز خطونه د  $O$  په نقطه کې يو بل قطع کوي، نو د  $O$  نقطه ددې قوو د اغيز مشترکه نقطه ده،  $F_1, F_2, F_3, F_4$  قوې متلاقي قوې بلل کېږي. کله چه څو متلاقي قوې پر يوه جسم باندې عمل وکړي، يوه محصله قوه را منځ ته کوي چې ددې قوې اندازه او لوري په هندسي توگه دوکتورونو له قواعدو څخه په گڼې اخيستلو او هم په حسابي توگه له الجبري قواعدو څخه په گڼې اخيستلو لاس ته راځي.



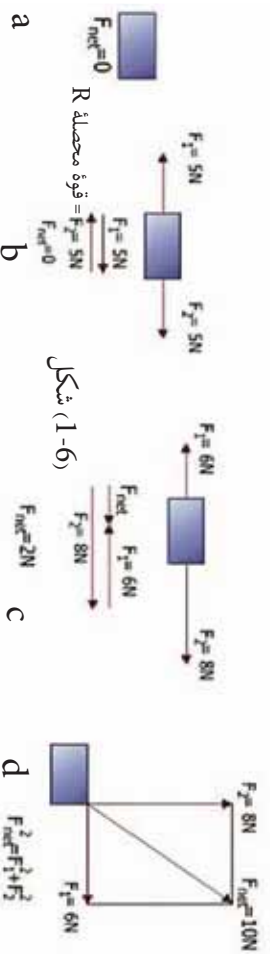
شکل (1-5)





## 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:



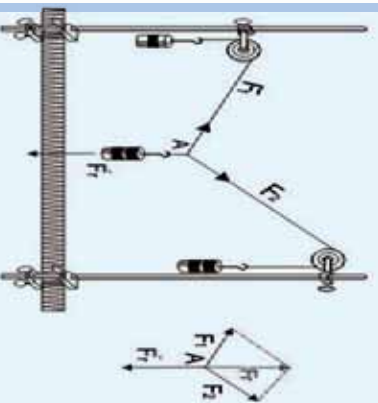
### فعاليت

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 وزنونو 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:

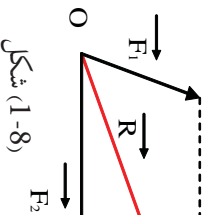
$\vec{F}_1$  او  $\vec{F}_2$  محصله ده. د  $F_r$  له قوې سره مساوي، خو مخالف لوري کې لوري به ولري. که چېرې په رسم کې  $F_r$  وکتور ته په مخالف لوري کې د هغه له خپل اوږدوالي سره مساوي دوام ورکړو،  $\vec{F}_r$  به لاس راکوي. له دې ځايه څخه ليدل کېږي چې د  $F_1$  او  $F_2$  وکتورونه يوه داسې متوازي الاضلاع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

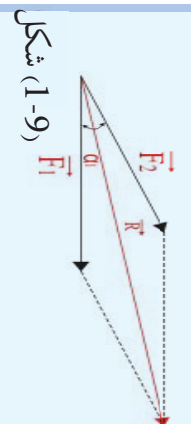
قاعدو: د دوو نا موازي (متلاقي) قوو محصله چې تر یوې زاوې لاندې پریوه جسم باندې اغیز کوي او دوو قوو له مقدار او لورې څخه هغه متوازي الاضلاع په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسېږي. که چېرې موز هغه زاوې ته چې د دوو قوو ترمنځ شتون لري، تغیر ورکړو، د محصله قوې کچه هم تغیر مومي، له دې وینا څخه یوه بله قاعده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



شکل (1-8)

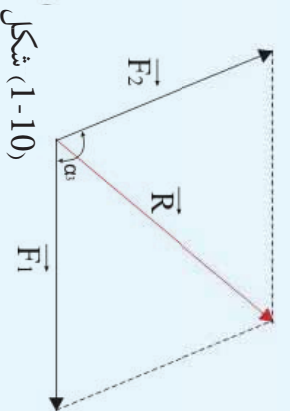
**قاعدو:** د محصله قوې مقدار نه یوازې د دوو قوو په مقدار پورې بلکې د هغې زاوې پر وسعت پورې هم اړه لري کومه چې د دې دوو قوو دانغیز د خطونو ترمنځ شتون لري. د محصله قوې د کچې اړیکه د هغې زاوې له وسعت سره چې ددو ووقوو ترمنځ شتون لري، په لاندې فعالیت کې تشریح اوکلی شو.

## فعالیت

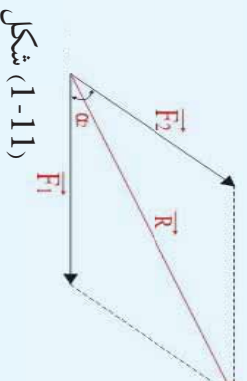


شکل (1-9)

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.



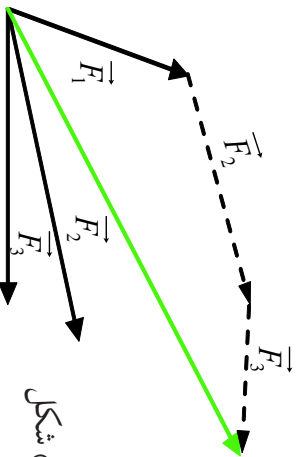
شکل (1-10)



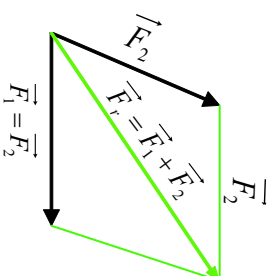
شکل (1-11)

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 مېدا لري او لورې یې له مېدا څخه د انجام په لور دی. په شکلونو کې گورئ 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 زاوې کوچنۍ وي، محصله یې لویه او څومره چې د دوي ترمنځ زاوې 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 طریقې څخه په کار اخیستلو سره دا ډول لاسته راوړو. د  $\vec{F}_1$  د وکتور قوې انجام ته، یو موازی خط د  $\vec{F}_2$  د قوې داغیز د خط په یوه لوري رسموو. 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، رسموو. 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.

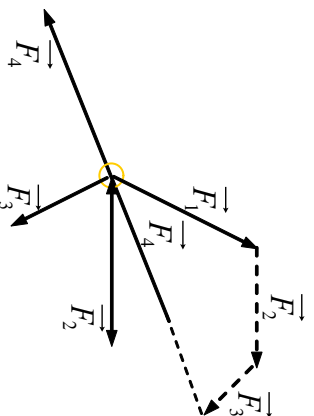


شکل (1-13)

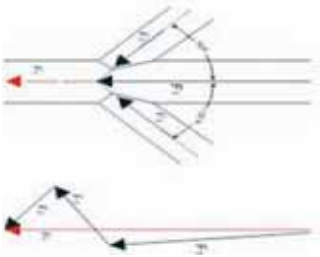


شکل (1-12)

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 تری مصلع ده، د (1-14) شکل په تری مصلع کې د اخري قوې انجام د هغې قوې داغیز له تقطی سره منطبق کېږي. یعنې:  $R = 0$  او یا  $\sum F = 0$



شکل (1-14)



شکل (1-15)

### مثال:

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

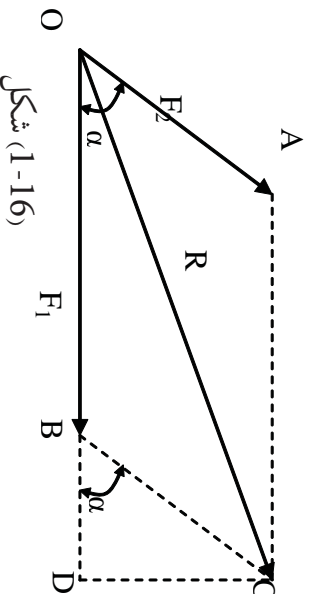
**حل:** تر ټولو د مخه د قوې لپاره د اوږدوالي یو مقیاسي واحد ټاکو. د بیلگې په توگه  $1000N = 1cm$  وروسته د  $F_1$  او  $F_2$  قوې د قبول شوی مقیاسي واحد پر بنسټ، د هغو د کچې او لوري په رعایتولو سره، د قوو په یوه مضلع کې انتقالوو. د قوو دمحصلې اوږدوالی د شکل له مخې له  $5.3cm$  سره مساوي دي. نو د پورتنۍ قبول شوی مقیاس څخه په گټې اخیستلو، سره لرو چې:

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

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 قوې 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 لوری 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:

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

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

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:

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

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

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

$$\vec{R}^2 = (F_1^2 + 2\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 \cos \alpha + F_2^2)$$

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

موز ويلي وو چي د محصله قوي کچه د هغې زاويې په ليروالي 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  $0 = \cos 90^\circ$  دی او لرو چي:

$$\vec{R} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 \times 0}$$

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

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

2. که چیري  $180^\circ = \alpha$  وي، نو  $-1 = \cos 180^\circ$  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:

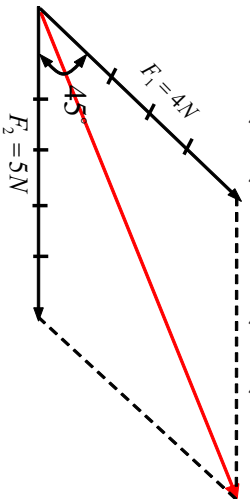
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 (+1)}$$

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

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

$$R = F_1 + F_2$$

**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:

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

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

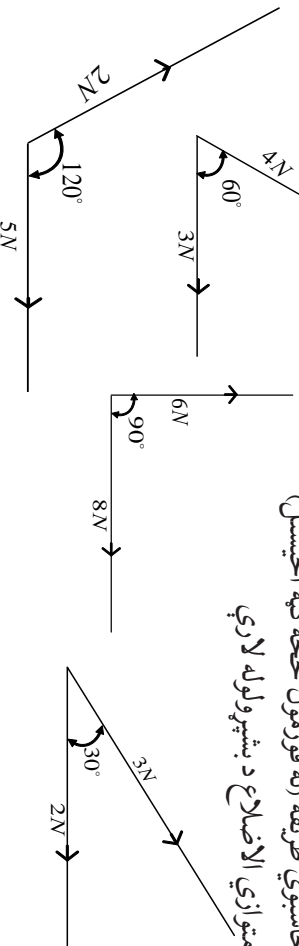
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

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

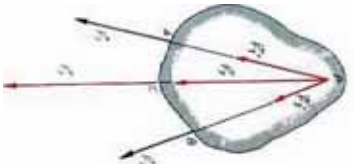
**پوښتنه:**

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 طریقته (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 محاسبي 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:

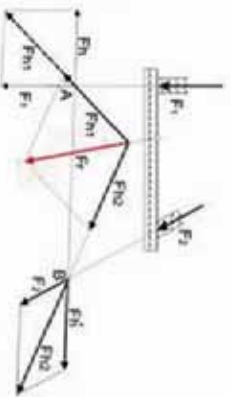
کولای شو يوي قوي ته دهغي د اغيز پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسي چي په مقدار او لوري کي يې هيڅ ډول تغيير رامنځ ته نشي. د همدې قاعدې په مرسته، د دواړو قوو د اغيز خطونو ته د تر نقطې پوري امتداد ورکړو، ترڅو چي يو او بل قطع کړي. د له نقطې څخه د هرې قوي د اغيز پر خطونو، له هغو سره مساوي قوي جلاکوو

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؟**

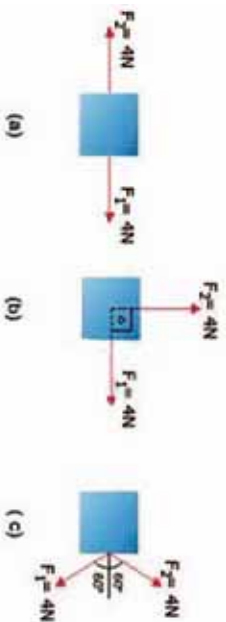
له مرستيالو قوو څخه په گټه اخيستنې د محصلي رسمول:



شکل (1-18)

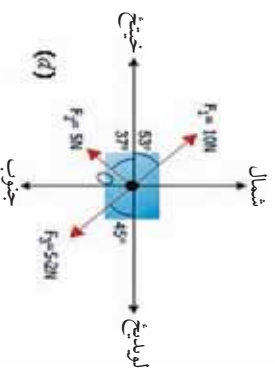
### تمرینونه

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 لږوالی 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. موربه 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 یولېتر خالصو اوبو په C 4° تودوخه کې قبوله کړي ده. یوه بله اصطلاح چې د فزیک د علم په ټاکلو برخو کې بکارېږي، 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 شوي ده، اوس نو دا پوښتنه را پيدا کېږي چې عملا 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 ېې، د يوې ميخانیکي 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.

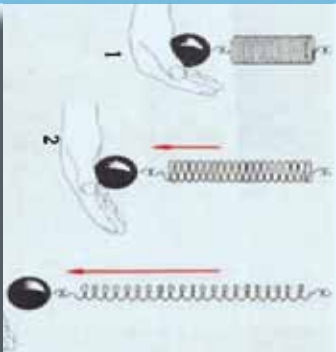
لاندې بېلگې موضوع ته لاروښانېا بخښي:

1. دلبر پړشاو خوا د سپارو د حرکت د محاسبه کولو پر مهال، کولای شو سپارې، نقطوي کتله ومنو. 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 سپارو 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 وغزېږدو 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 مود جسم د عکس العمل په هکله تر اوسه څه نه دي ويلې. موز تر دې مهال په دی اړه څه نه دی 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 ېې 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 تری 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 فترکې 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:

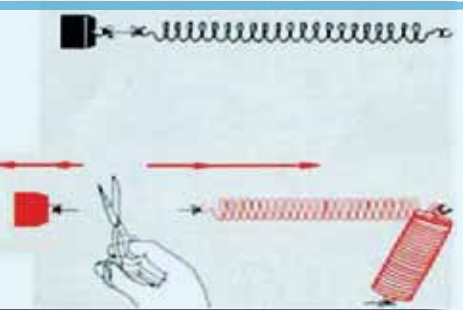
یو جسم (کم وزن) د تار په مرسته له یوه فنر سره خړوو، لیدل کېږي چې د جسم دوزن له کبله کښ او، اوږدېږي او بیا په یوه ټاکلې موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسېږي.

کله چې جسم د سکون حالت ته راشي، سمه سټی 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 لوبېږي
2. فنر په چټکۍ سره پورته خواته 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 څرېدلې ده.

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



شکل (1-20)

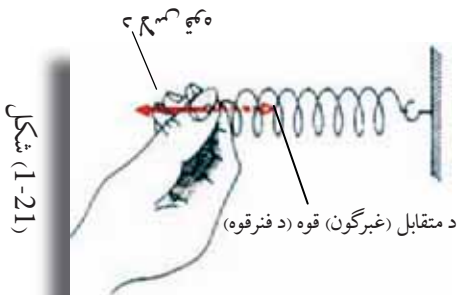
اوس پورتنۍ پوښتنې ته چې ولې فنر د مخکښې فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغېز له امله، نور اوږد نه شو، ځواب ورکولې شو او دې پایلې ته رسېږو چې څو مره چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتېږي، هومره، فنر د بیرته گرځېدو زمانه قوه ښيي، چې دا بیرته گرځونکې قوه د کوچنۍ وزنې له وزن سره په مخالف لوري کې 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 خوره 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

## مقابلله قوه

تاسو د پور تينيو 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 كړي، 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 كړي 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.



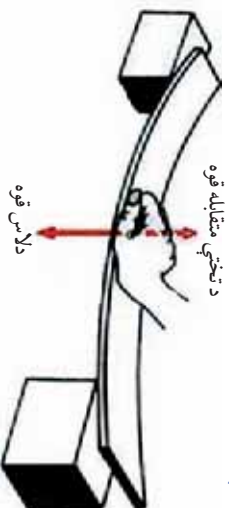
شكل (1-21)

هغه قوه چې پر جسم د اغيز كولو كي قوي اغيز خنثي او په جسم كي د تعادل يا توازن سبب گرځي، د مقابلې قوي په نامه ياديري. په شكل كي ليدل كيږي هغه عامه قوه چې لاس ته راغلي د فنر له مقابلې قوي سره خنثي كيږي او فنر د تعادل حالت ته راوړي. په دي نښاي 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.



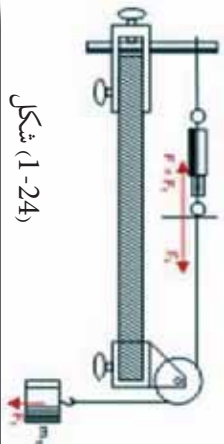
بحث وگړئ

يوه د لرگي تخته چې له شكل سره سم يي دواړه سروونه پر يوه جسم تكه شوي دي او د لاس پرست يي پر منځني برخه قوه وارده شوي ده. ليدل كيږي چې تخته له كوروالي سره چې د لاس دقوي له امله يي ترلاسه كړي، مقابلې كوي. ترڅو بيرته خپل لومړني حالت ته را وگرځي. ولې داسي پيښيري؟ 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)

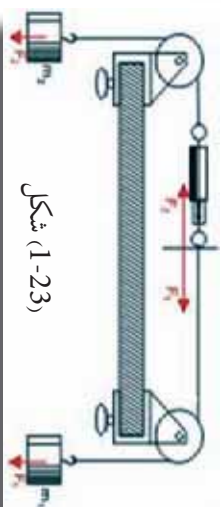
متقابله قوه يا د مخالف عكس العمل قوه (Reaction force) تل د عمل له قوي (Action force) سره مساوي ده، خو په مخالف لوري. بايد وويل شي كه چيري يو جسم په يوي كلكي نقطې پوري وتړو، د عكس العمل قوه د اتصال په نقطه كې، بېخپله رامنځ ته كيږي. په دې معنا چې د يوي قوي اغيز، د عكس العمل دقوي له پيدا كيدو پرته ناشوني 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

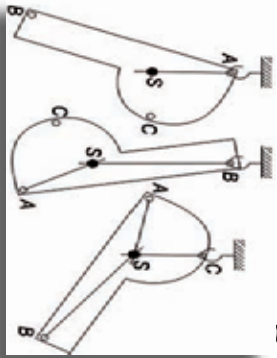
پرتاز د را ښكلكو قوه د دخړيدلو وزنو پر مټ

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 د اتصال 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 لرونكې 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 قانوننندي 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 زياتې 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 تختې 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 دادې، 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 پېژندنې لپاره، اړینه ده چې په لنډه توګه د ثقل مرکز په هکله دویم ځلې یادونه وکړو. که چیرې د (1-25) شکل په څېر یو جسم له مختلفو نقطو (A، B، C) څخه و څړوو، و به 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.

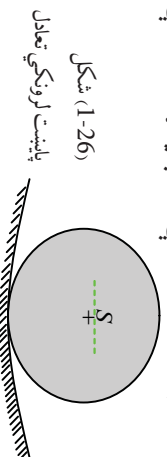


د (1-25) شکل د یو جسم د ثقل د مرکز ټاکل

### د تعادل حالتونه:

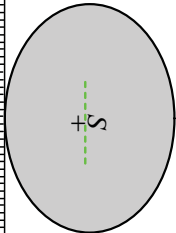
د ثقل د مرکز پیژندنل له مورز سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په اسانه توګه تر مطالعې لاندې ونیسو. یو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دی چې پرې د قوو د اغیزو له شتون سره سره بیاهم د سکون په حالت کې واقع وي. څرنگه چې په هر جسم کې د ثقل قوه یاد ځمکې د جاذبې قوه د هغې د ثقل په مرکز عمل کوي او جسم ښکته خواته 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 کروړی جسم چې د یو مقعر لورښي په منځ کې ایښودل شوی وي، د دې حالت بیلګې رانښيي، دې ډول تعادل ته پایدار بڼه (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)

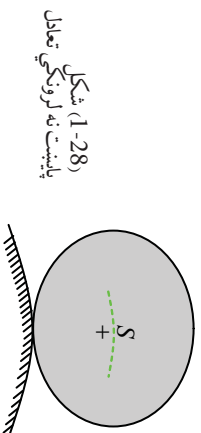
پابندیت لرونکي تعادل



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.

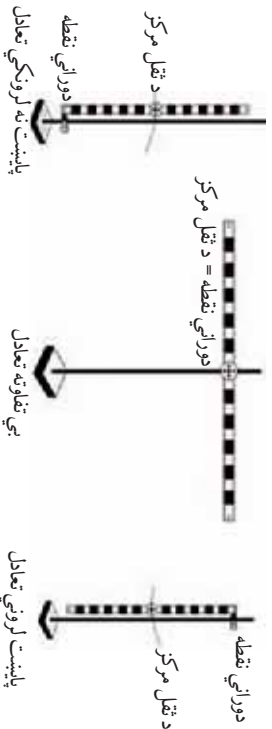


شکل (1-28)  
پایښت نه لرونکي تعادل

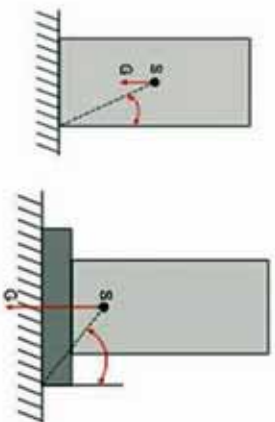
**پوښتنه:**



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 جانيې سطحه اټکا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکی دی، په داسې حال کې که پخپلی وړي جانيې سطحې 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 ښوونکولای 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 شوو 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 دقوي 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، دقوي د مومنت په نامه یادېږي. د دوران مومنت د ټورک په نامه هم یادېږي. د قوي مومنت په  $M$  او ټورک د  $(T)$  په یوناني توري ښيي.

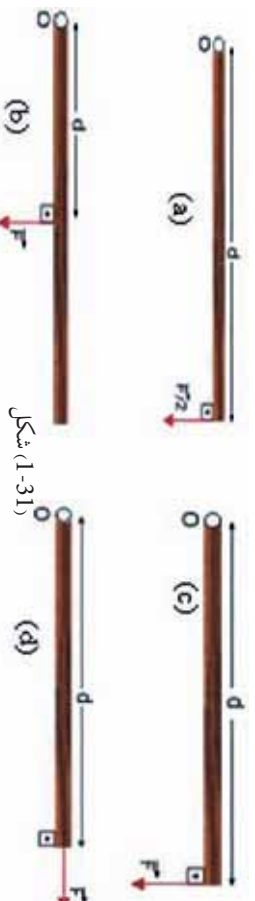
د لاندې بیلگې په وړاندې کولو سره د قوي د مومنت په هکله نوره رڼا اچوو:



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 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 همغه 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.



مومنٽ صفر دی، ځکه 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، یعنې  $F \perp d$  وي، په دې حالت کې هغه مومنٽ چې دا قوه یې تولیدوي، اعظمي قیمت لرونکي وي چې دا مومنٽ 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، یعنې  $(F \parallel d)$  وي، په دې صورت کې هغه مومنٽ چې دا قوه یې تولیدوي، مساوي له صفر سره ده، یعنې:  $M = 0$

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 مومنٽ 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 مومنٽ چې قوه تولیدوي، اعظمي دی.

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

$$M = F_{\perp} \cdot d \qquad M = \vec{F} \cdot d \sin \theta$$

په پورتنۍ 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 مومنٽ 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:

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

$$M = F_y \cdot d$$

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

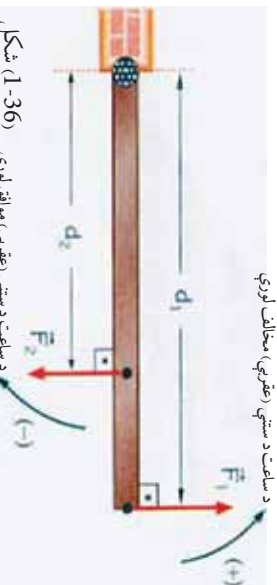


د (1-35) شکل



### 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.

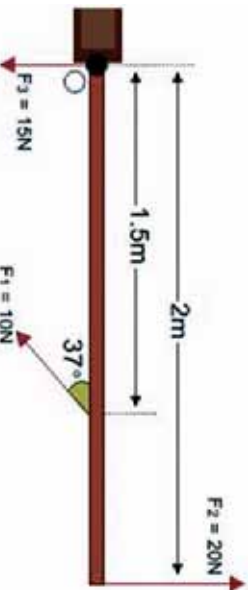
$$M_1 = F_1 d_1 \quad \text{او} \quad M_2 = F_2 d_2$$

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

اوس يو ساکن جسم په نظر کې نيسو:  
 که چيرې د محصلي مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پيل کوي، اوکه چيرې پر جسم د محصلي مومنت منفي وي، جسم د منفي په لور په دوران پيل کوي، په ځانگړي حالت کې که چيرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، يعني د محصلي 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)

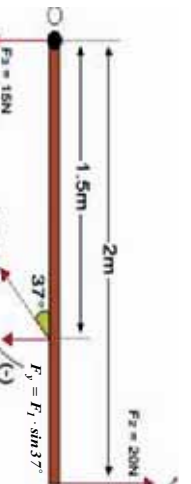
الف: د محصلي مومنت چې پر دروازې عمل کوي، پيدا کړئ.

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

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

$$M_1 = -(10N)(1.5m)0,6$$

$$M_1 = -9Nm$$

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

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

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

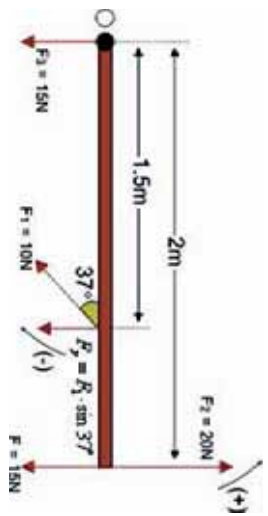
خرنگه چې په دې ځای کې ، د محصلي مومنت ، مثبت په لاس راغلی ، نو له دې کبله دروازه د ساعت دستي مخالف لوري ته څرخي چې قیمت یې 31Nm دی.

ب: څرخنگه چې د محصلي مومنت د ساعت د سني مخالف دی او کچه یې 31Nm ده، دا وینا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي ، باید د ساعت د سني 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

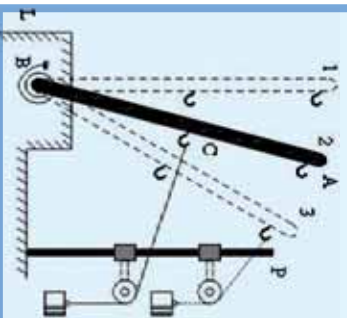
### تجربه:

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 پایې 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)



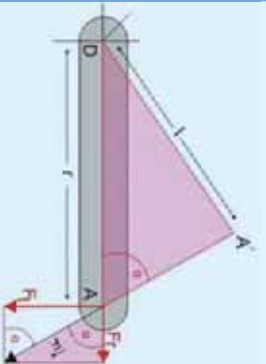
### تجربه:

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 (ناچلانتې) 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:

$$F_1 \cdot r = F_2 \cdot l \quad \text{یا} \quad F \cdot l = F_1 \cdot r$$

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:

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

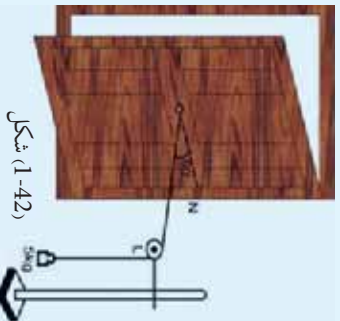
که چېرې قوه په ډاین (dyne) او ولاین په سانتي متر (cm) اندازه کړو، د قوې د مومنت د اندازه کولو واحد له  $\text{dyne} \cdot \text{cm}$  څخه عبارت دی.



### 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 ډولو کې عملي کړو، چې د دروازي له پوي پلې سره تر سره کيږي. د دروازي يو څه درنه پدله 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 پلې سره اړيکه لري. د څرخ مومنت داسې ټاکو چې تار د دروازي پر پلې 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 پلې 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 ځلې چنگاکی له خپل لومړني ځای څخه را ورسو او د دروازی پر پوي پلې نقطې چې له چوکاټ او چيراس سره نژدې ده، نصبوو. په دې حالت کې بيا هم څرخ په داسې موقیعت 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 پلې څخه را اخلو. د  $F_2$  وزن کچه د  $OL$  له طول سره چې دا ځلې په  $d_2$  نيول کيږي، 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 موقیعت د دروازي له چيراس سره ډېر 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 ځلې 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 لولته وړاندې کړئ.

**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 لاندي 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 ښي چې:

$$F_r = F_1 \times F_2$$

**فعاليت ب:**

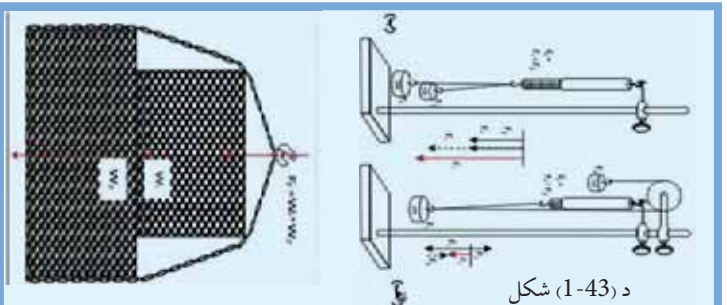
د تجربې دستگانه ته د شکل په څير (ب، 1-43) تغيير ورکړو، داسې چې د  $F_1$  او  $F_2$  قوي يوله بله سره په موازي توگه او يوه لوري کې راشي (واقع شي). په دې حالت کې قوه سنځورنکي، د محصله قوه په لاندي ډول ښي:

$$F_r = F_1 - F_2$$

**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 پورتنيو تجربو مشاهداتو له کتلو سره کيدای 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 پورتنيو جملو څخه کيدای 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،

نومور کولای شو دیوی قوی د اغیز نقطه په کیفی ډول د نوموړې قوی د اغیز پریخت 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 مور کولای شو، ادعا وکړو چې:

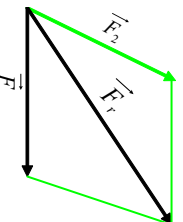
کله چې دوي قوی په همدې یوه نقطه یا په همدې یوه خط کې اغیز وکړي، هغه مهال د تعامل په حال کې را تللی شي چې کچې یې سره مساوي او لوري یې سره مخالف وي.

### د یوې قوی تجزیه

لکه چې وړاندې مو ولوستل، مور له داسې حالتونه سره مخامخ کیږو چې خوقوی پر یوه جسم اغیز کوي او مور اړتیا لرو، تر څو دقو د محصله یا نتیجه وپېژنو او هم د هغو د مقدار کچه پیدا کړای شو. له بل پلوه ویلی شو چې هره هغه قوه چې مور 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.

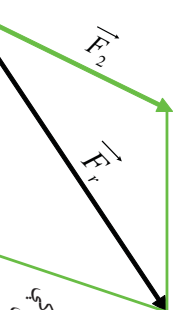
په فزیکي او تخنیکي پېښو کې ډېر ځله له داسې مسائلو سره مخامخ کیږو چې اړیو، تر څو د محاسبو د تر سره کولو لپاره د یوې قوی اجزای وپېژنو. یعنې همغسې چې د قوو د محصلې د پیدا کولو موضوع یا اهمیت ده، دیوی قوی د اجزاو پیدا کول یا په بل عبارت د قوی مرکبې چې د قوی د ترکیب سبب شوي، هم په هماغه کچه ارزښت لري. په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

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



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

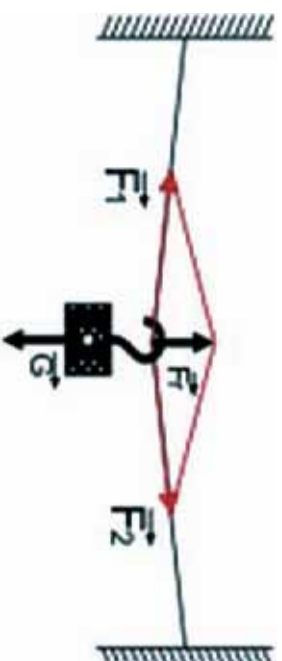




شکل (1-46) د قوی تجزیه، په هغه صورت کې چې لوری ورکړل شوي دي

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.

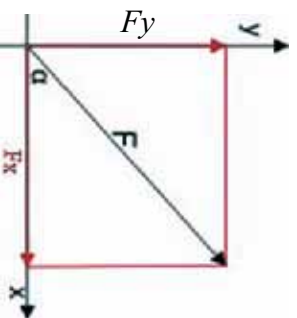
د قوو تجزیه په هغه صورت کې چې لوری ورکړل شوي دي د (1-47) شکل د قوی د تجزیې یو بل مثال په یوه پړي د یوه جسم څړیدل رانښيي او په یو واټ کې د برېښنا زښتې ګروپونه کولای شي، د دې ډول یوه غوره بیلګه وي.



شکل (1-47) د یوې قوی تجزیه د یو جسم په څړیدلې 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:

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

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

$$\frac{F_{2x}}{F_{1x}} = F_1 x + F_2 x + \dots \quad \frac{F_{2y}}{F_{1y}} = F_1 y + F_2 y + \dots$$

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

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 مضلع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې، کولاي شو د مضلعو 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 شوی دی. د مجموعي قوې لوری او کچه محاسبه کړئ.

$$F_1 = 1050 \text{ N} \quad \alpha_1 = 90^\circ$$

$$F_2 = 1500 \text{ N} \quad \alpha_2 = 40^\circ$$

$$F_3 = 1200 \text{ N} \quad \alpha_3 = -20^\circ$$

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

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

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

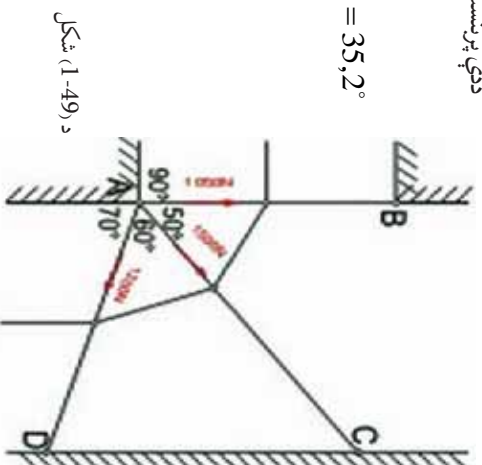
$$F_{rx} = 2276 \text{ N} \quad F_{ry} = 1604 \text{ N}$$

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:

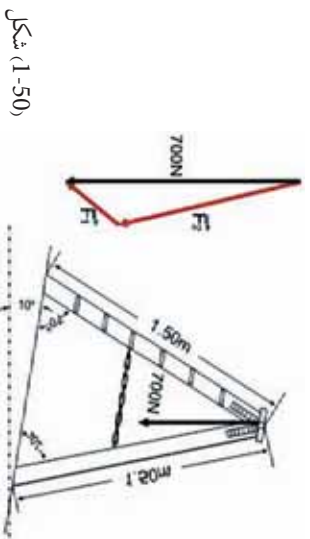
د اوسپينو پنبو يوه زينه د يوې ميلان لرونکې سطحې پر مخ ايښي ده. ديوتن د وزن قوه  $W = 700 \text{ N}$  چې د زینې پر يوه پورتنۍ نقطې ولاړ دی، په څه ډول د زینې پر دوو پنبو ویشل کېږي؟

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:

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

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

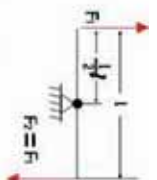


د (1-50) شکل

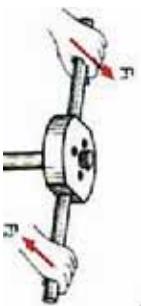
## 1-6: جوړه قوې (دقوې زوج)

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 تکيه 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

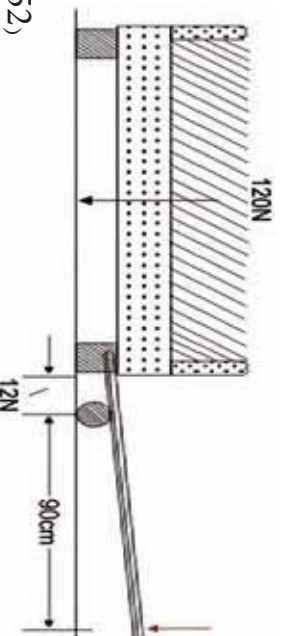


له دې ځايه په اسانۍ سره ويلي شو چې که د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له يوه خط څخه تير شي، خو چې له هغو څخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وړاندې کېدای شي:

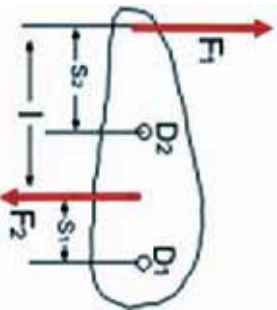
$$M = F_1 (l + S_1) - F_2 S_2 = F \cdot l$$

که چېرې د دوران محور د  $F_1$  او  $F_2$  ترمنځ لکه څنگه 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

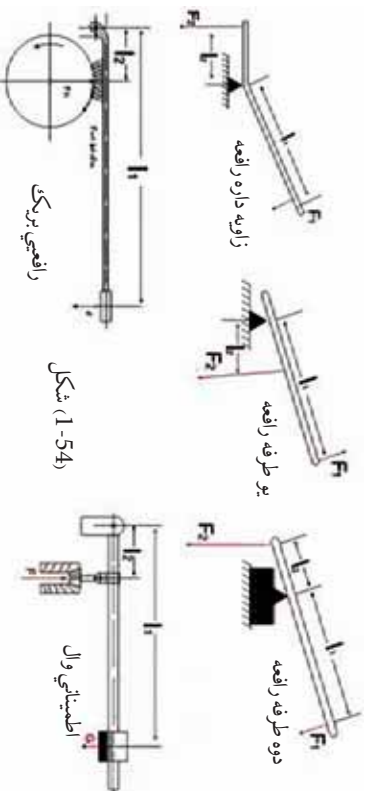
د یو قوي زوج د دوران مومنت،

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 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 قوې د یوه جسم په مختلفو نقطو عمل وکړي او جسم د تعادل په حالت کې وي، دا معنا ورکوي چې پر جسم د ټولو اعیز کوزنکو قوو محصله له صفر سره مساوي ده، برعکس که چیرې دا شرط تحقق ونه مومي، محصله قوه په جسم کې د تعجیل یا ګزندیټوب سبب ګرځي 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 محصلي مومنت، جسم یو دوراني حرکت ته اړباسي. پورتي دواړه شرطونه یې د تعادل د عمومي شرطونو په نامه منلي دي. نو کله چې خو قوې 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 ډبر و مسایلو او حالاتو کې چې مخې ته راځي، قوې به په یوې مستوي کې وي، پرته له دې مسئلې کولای شو، په داسې ګڼو اجزاو کې وویشو چې، ټولې شته قوې، په یوه مستوي کې واقع شي. د دې لپاره چې د تعادل شرایط په ریاضیکي فورمولونو بیان کړای شو، په هغه مستوي کې چې قوې واقع دي، د وضعیه کمیاتو یو سیستم برقراره وو، واردي شوې قوې د  $F_1, F_2$  په علامو په نښه کوو، د قوو مرکبي په  $F_{1x}$  او  $F_{2x}$  او همدا رنگه په  $F_{1y}$  او  $F_{2y}$  او  $\dots$  نښو او نظر د دوران یوې کيفي نقطې ته د قوې متي په  $L_1$  او  $L_2$  او... نومو علامو په نښه کوو. په پایله کې لاندي معادلي لاس ته راځي:

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

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots = 0 \Rightarrow \sum F_y = 0$$

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

$$F_{1l} + F_{2l} + F_{3l} + \dots = 0 \Rightarrow \sum M = 0$$

هغه څه مو چې د تعادل د شرایطو په اړه وویل، دا یې په پیل کې دا تعادل دلومړی شرط په توګه بیانوو او مسایل 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:

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

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

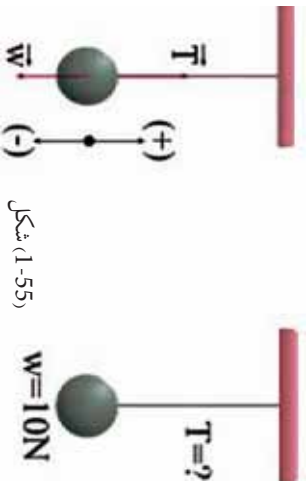
$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0$$

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

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

### 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:

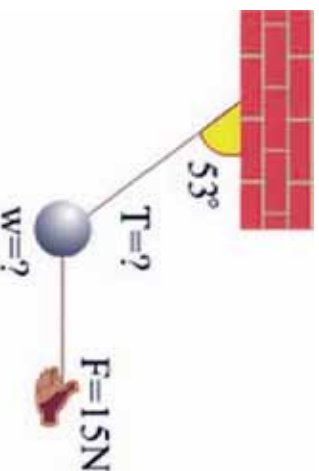
څرنگه چې جسم د سکون په حالت کې دی، نو عاملي قوې پرې د تعادل په حال کې دي یعنې:

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

### 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)

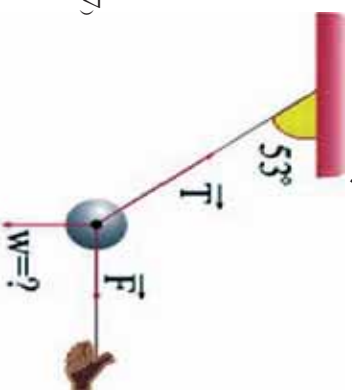
**حل:** په دې ځای کې درې قوې چې د تعادل په حالت کې دي، پر جسم اغیز کوي، دا درې قوې عبارت دي له:

- ۱- 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:

$$\sum F_x = 0$$

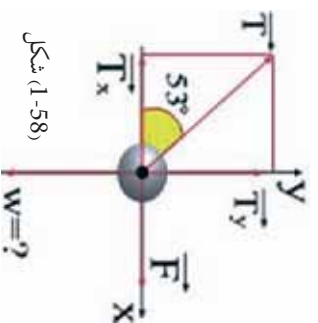
$$F - T_x = 0, \quad T_x = F$$

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



شکل (1-57)

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



شکل (1-58)

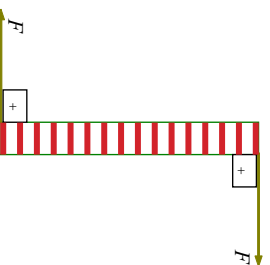
$$\sum F_y = 0$$

$$T_y - W = 0$$

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

### 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:

$$\sum M = 0$$

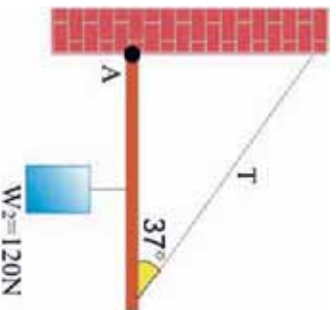
که چېرې د (11) په شمېر، قوې پر جسم، مومنت تولید کړي، لرو چې:

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

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 یې 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 راکښلو 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 یې د لرگي په لاستي وار وړي. هغه مومنتونه (تورکوړنه) چې  $R_x$  او  $R_y$  یې 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:

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

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

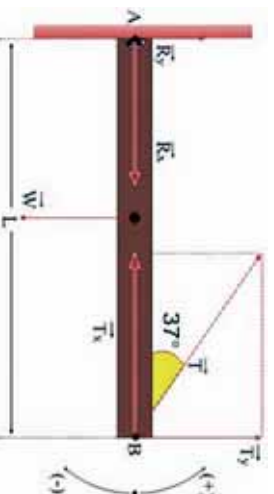
$$(T \sin 37^\circ)L - 120(L/2) = 0$$

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

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

$$T = 100N$$

شکل (1-61)



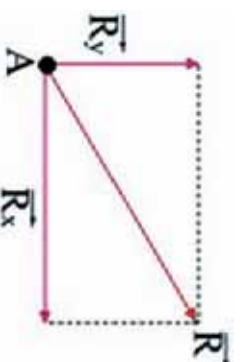
## د تعادل له لومړي شرط څخه لرو چې

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

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ R_y + T_y - w &= 0\end{aligned}$$

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

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



شکل (1-62)

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

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

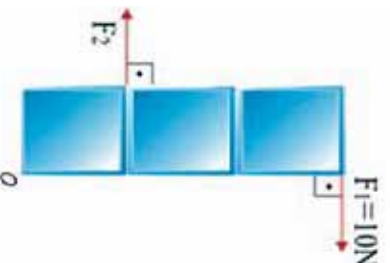
پورتنۍ افاده دا رنگه هم لیکلای شو  $M = F(d \cdot \sin \theta)$  پورتنۍ شکل ښيي چې  $(d \cdot \sin \theta)$ ، د دوران د نقطې او د قوې د اغیز د خط تر منځ عمودي واټن دی.

**مثال:**

یو بکس چې فرض کوو یې وزه دی، د  $O$  د نقطې پر شاو خوا په ازاده توګه دوران کوي، په نظر کې ونیسئ که چیرې  $F_1 = 10\text{ N}$  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:

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

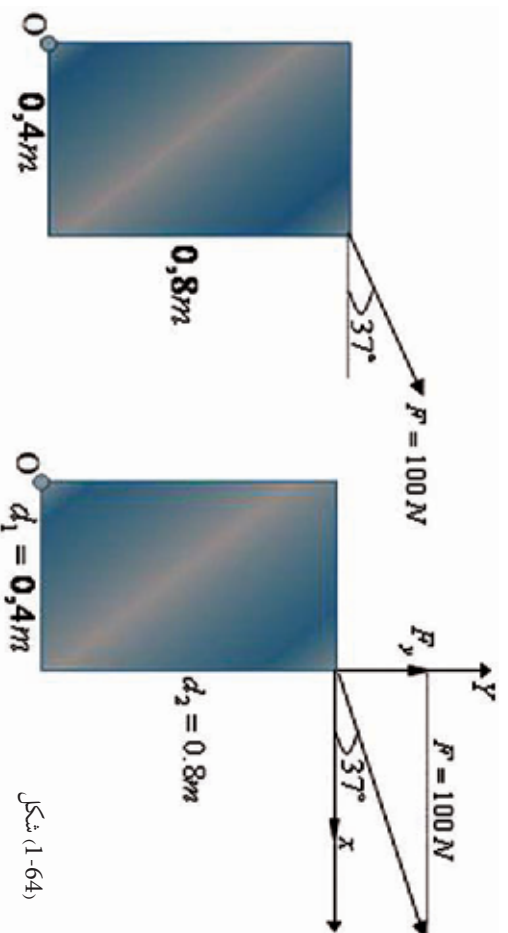


شکل (1-63)

### 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 مخالف شکل کې، هغه مومنت چې د O نقطې پر شاوخوا منځ ته راځي، محاسبه کړئ.



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

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

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

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

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

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

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

$$F_y = 44,7213N$$

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

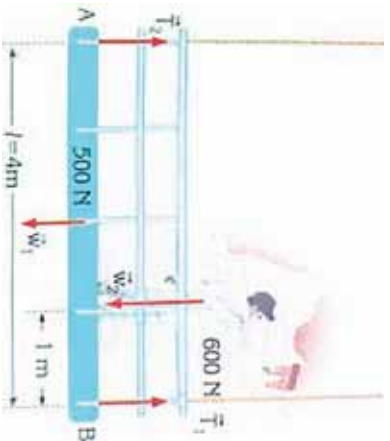
$$F_x^2 = 8000N^2$$

$$F_x = 89,4427N$$

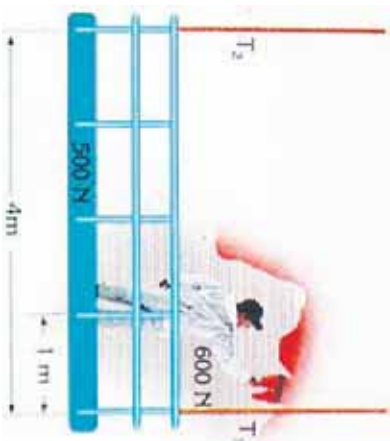
**د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل**  
 کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړی جسم مجموعي مومنت، صرف نظر له دی چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوی دی. نو د دوران د نقطې موقعیت، په هر ځای کې، چې د پرابلم د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کېدای شي.

**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 څرول 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 وزنونو څخه صرف نظر کېږي).



شکل (1-66)



شکل (1-65)

**حل:**

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

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

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

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

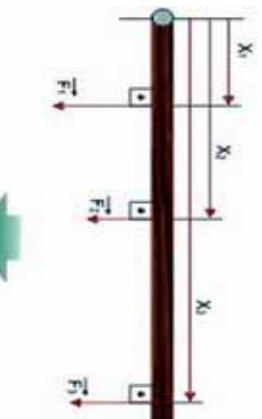
$$T_1 = 700 \text{ N} \quad \text{نو}$$

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

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

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

$$4T_2 = 1600 \quad \text{نو}$$



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 گڼلو 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:**

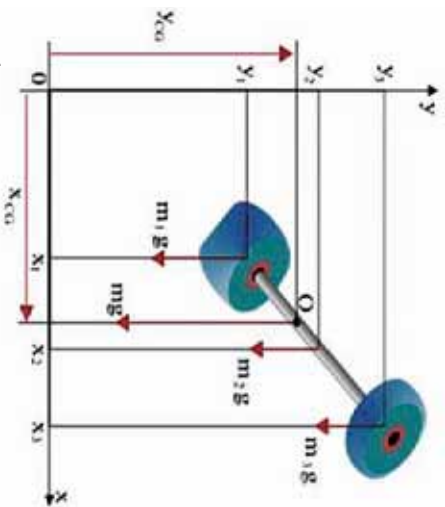
اوس د دوران د مرکز واټن د مومنت د تعادل له اصله، دا رنگه په لاس راوړو:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

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

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

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 وزني 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:

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

خرنگه 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:

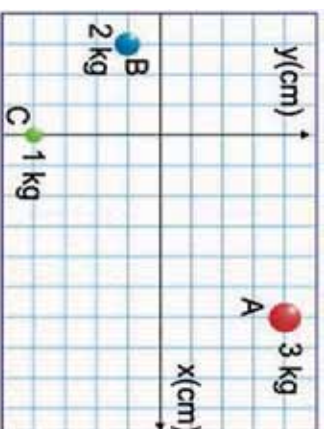
$$Y_{CG} = (m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3) / (m_1 + m_2 + m_3)g$$

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

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.

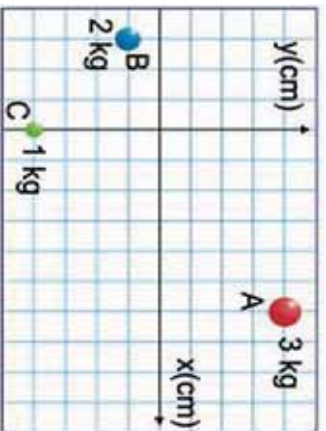
**مثال:** د  $A$ ،  $B$  او  $C$  جسمونه لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، د مختصاتو د سیستم پرمخ موقعیت لري، د دې جسمونو کتلې په ترتیب سره  $3\text{kg}$ ،  $2\text{kg}$  او  $1\text{kg}$  دي، د هغه سیستم د کتلوي مرکز مختصات چې دې درو جسمونو جوړ کړي دي، پیدا کړئ.

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:



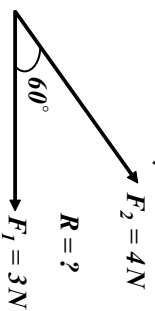
## د لومړۍ څپرکې لنډيز

- 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، دوی 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، د دوران موقعیت (د دوران نقطې) ته له نظر کولو پرته، تل د دوران د همدې یوه مومنت لرونکي وي.
- 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 پوښتنې

- 1- قوه تعريف كړئ او په نړيوال (SI) سيستم كې يې بنسټيز (اساسي) واحدونه بيان كړئ.
- 2- ولې قوه يو وكتورې مقدار ده؟
- 3- 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 داکاله ..... 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 کمه قوه چې یو میخانیک یې د  $3cm$  رنج سر باندې د پیچ د خلاصولو لپاره واردوي، څومره ده؟

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

17. یوه لارۍ پر یوې غونډۍ چې  $15^\circ$  څوړوالی 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.

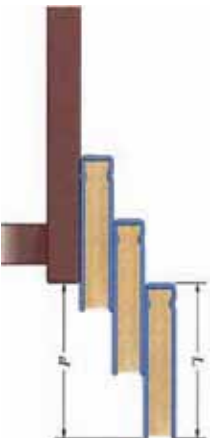
19. یوه الټکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی  $75Km$  واټن له  $30^\circ$  زاوې سره دشمال لویديځ په لور او دویم واټن  $155Km$  له  $60^\circ$  زاوې سره د شمال ختیځ په لور الوتنه کوي. دالټکې لخوا ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

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

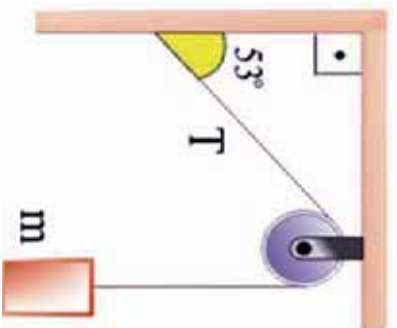


22. یوه متجانسه میله په  $4.25m$  اوږدوالي او  $47Km$  چي له یوه محور سره یې یو سر پر دیوال ایښتی دی، په افقي توګه د یو سیم په مرسته له بل سر سره تړل شوی دی. سیم له افق سره  $30N$  زاویه جوړوي اوسیده د میلی پر محور نصب شوی دی. که چیرې سیم وکولای شي د راکټلو  $1400N$  قوي په وړاندې مخکې له دې چې وشلېږي،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

23. په یوې رسی کې د  $T$  راکټلوقوه  $30N$  دی، لکه چې په شکل کې وښی جسم د تعادل په حالت کې دی.

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

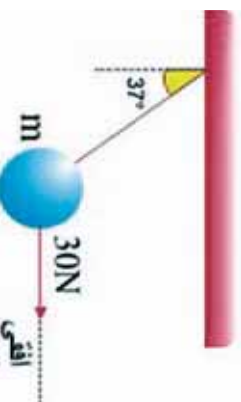
$$\sin 53^\circ = 0,8 \quad \cos 53^\circ = 0,6$$

$$g = 10N/kg$$


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:

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

$$g = 10N/kg$$

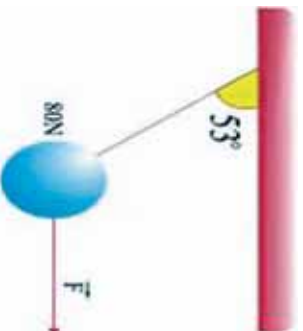


25. لکه څنګه چې په شکل کې وښی، یو جسم له  $80N$  وزن سره دیوې رسی، په مرسته ځړول شوی او د یوې افقي قوي  $F$  په واسطه راکټل کېږي.

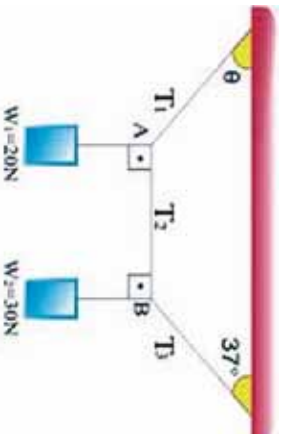
a - په رسی کې د راکټلو قوه پیدا کړئ.

b - د  $F$  قوه محاسبه کړئ.

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



26. هغه سیم چې تاسو یې په شکل کې گورئ، دوه جسمونه پکې 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 کې دي. که چیرې 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 چې په شکل کې یې ویني، د خپلولا سونو په مرسته د گاډي په اشتراک واردوي، که چیرې د اشتراک څرخ د d شعاع ولري، پیدا کړئ:

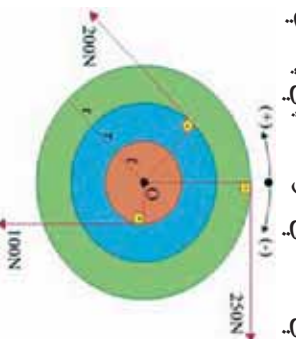
a- محصله قوه

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

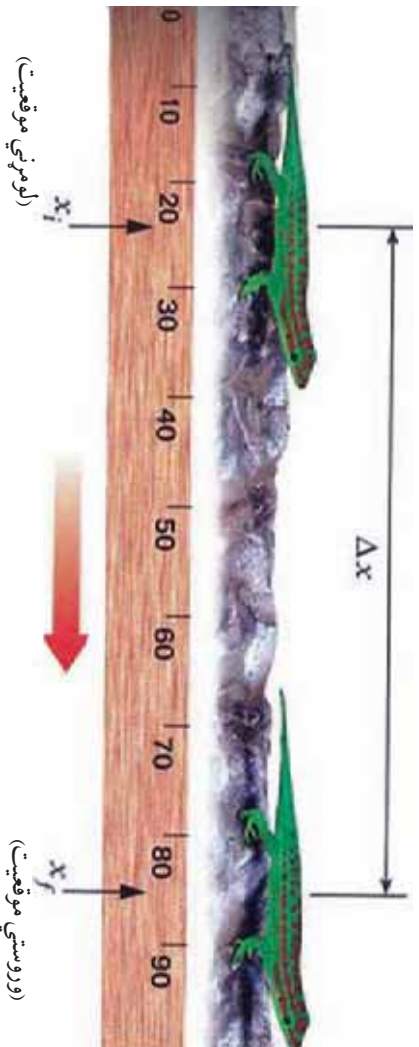


28. درې ټیکلي (دسکونه)، لومړنی د I په شعاع، دویم د 2r په شعاع او درېیم یې د 3r په شعاع یوله بله سره داسې تړل شوي دي چې ټول یې د O نقطې په شاوخوا د  $200\text{ N}, 100\text{ N}$  او  $250\text{ N}$  قوو په اغیز کولو سره دوران کوي.

که چیرې شعاع  $r = 0.1\text{ m}$  وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سیم باندې عمل کوي، پیدا کړئ.



# دورليم څپرکي يو بعدي 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 شاوخوا ته گوري، د حرکتونو بڼلابیل ډولونه گوري؟ د دې حرکتونو د څیړلو 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 ترمالعي لاندې نیسي.

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

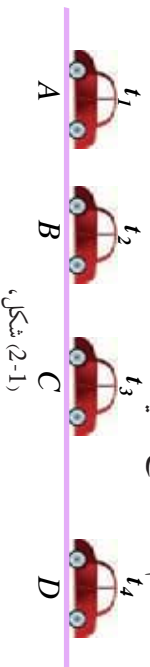
ناسو به د دې څپرکي په پای کې د حرکتونو د ډولونو په هکله ډېر څه زده کړئ او د دې ډول حرکتونو بشپړ تصویر به په خپلو ذهنونو کې ترسیم کولای شئ چې ډول پوښتنو ته چې، د یو مستقیم خط په امتداد حرکت څه شي دی؟ د یو متحرک جسم موقعیت او تغیر مکان څه شي دی؟ او د دې په څېر نورو پوښتنو ته به ځوابونه ووايست.

همدا رنگه د دې څپرکي په پای کې د سینماتیک، منځني سرعت او په یو بعدي حرکت کې دمهغه 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 څیړنه د ثابت التعمیل حرکت د یوې بیلگې په توگه او ځینو نورو مفاهیمو سره باندتیا 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 بیلگه ده:

د یو موټر په څیر یو متحرک جسم په نظر کې ونیسئ، چې په یو مستقیم مسیر کې په حرکت کې دی. شکل (2-1) 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 (OX او OY) د حرکت د مسیر په توګه ونیسئ، کولای شئ د متحرک جسم موقعیت په هره لحظه کې د هغه د مختصې په مرسته (مثلاً د X مختصه) چې 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؟

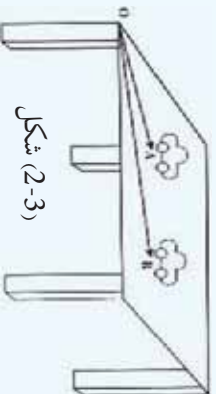
د دې لپاره چې د مکان بدلون تعریف کړای شئ، لاندې فعالیت ترسره کړئ:



### فعالیت:

#### کونلاوه:

- اړین مواد: د لوبې موټر کې (لابراتوارې) خط کش، میز
- 1- موټر د میز پرمخ په یو ټاکلي موقعیت کې کېږدئ او فاصله یې د میز له یوې څنډې څخه (مېدا) د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د  $OA$  په وکتور کې ونښئ.
  - 2- د شکل په څیر موټر کې له لومړني موقعیت څخه بېڅپه او په یو بل موقعیت کې یې کېږدئ او بیا وروسته دمیز له هغه څنډې څخه چې په لومړۍ مرحله کې مو اندازه کړې دي (لومړنۍ مېدا)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د  $OB$  په وکتور کې ونښئ.



شکل (2-3)

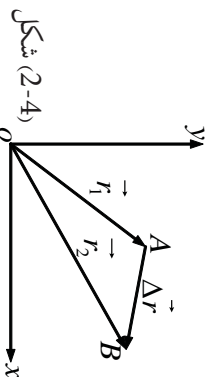
- اوس لاندې پوښتنوته ځواب وولئ:
1. آیا د موټر موقعیت په دواړو مرحلو کې یوښي (مساوی) وه؟
  2. موټر په کومه اندازه د موقعیت تغیر کړی؟
  3. د دواړو حالتونو ترمنځ څه شي په مشترکه توګه ونښئ؟ توضیح یې کړئ.
- په یقین سره هغه موټر چې د میز پرمخ حرکت کوي، د  $t_1$  په لحظه کې د  $A$  په موقعیت کې او د  $t_2$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

په پورتنۍ فعالیت کې، 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 کې وایو. له پورتنۍ فعالیت څخه کېدای شي لاندې پایلونه ورسېږو:

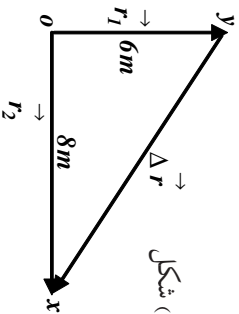
1- د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعیت په هره لحظه کې ټاکي، چې د دې وکتور پیل، درضعیه کمیټونو مېدا او انجام یې د جسم موقعیت دی او په معمول ډول یې د  $r$  په توری ښيي.

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

له پخوا څخه پوهیږو چې په لاندې شکل کې 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 (2-4)



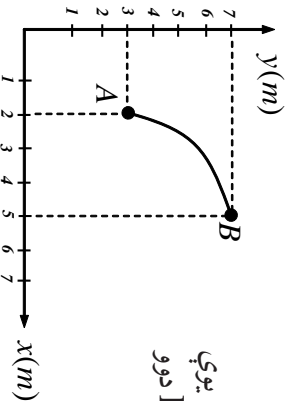
شکل (2-5)

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

**حل:** د  $O$  شکل په پام کې نیولو سره د موقعیت د تغیر وکتور، یعنې  $\Delta r$  عبارت دی، دقايم الزاويه 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.



شکل (2-6)

الف). د  $t_1 - t_0$  او  $t_2 - t_1$  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 فاصلې 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:

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

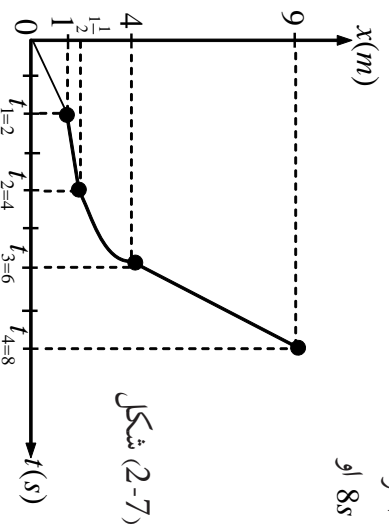
چې د SI په سیستم کې د متوسط سرعت د اندازه کولو واحد  $\text{m/s}$  دی. منځني سرعت وکتوري کمیت دی چې د مکان د تغیر له وکتور سره هم لوری دی.



**اړين مواد:** فیتې بي متر، زمان سنج (استاپ واچ)  
**ګډلاره:** له خپل يوه ټولګوال څخه، وضاړۍ چې په ټولګي کې په يو مستقيم خط په لاره ولاړ شي.  
 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 يوه جدول کې هر زماني انټروال يعنې 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

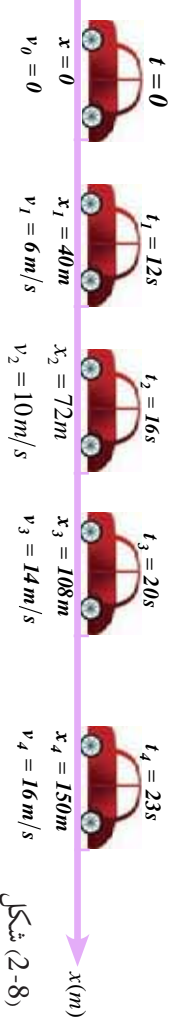
(d) له 1 نه تر 1.001 ثانیو پیدا کړئ.

## 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 وگورو، و به لېدل شي، چې د سرعت سنج ستن په هره لحظه کې يوه ټاکلې اندازه را ښيي. کله چې د موټر سرعت زيات شي، ستن ډېره اندازه راښيي.

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

**مثال:** په (2-8) شکل کې چې يو موټر په مستقيم مسير کې د حرکت په حال کې دی، په 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 کېدای 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 ېې ثبتیږي.

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

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

### څېړنه وکړئ:

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

## 2-4: د موقعیت - زمان گراف $(x-t)$

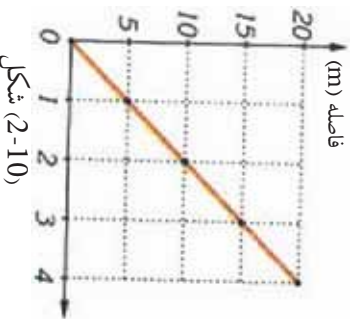
هغه موټر په نظرکي ونیسئ چي په ترتیب سره د  $s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$  په ترتیب سره  $x_1 = 5m, x_2 = 10m, x_3 = 15m, x_4 = 20m$  انټروالونو کي، د لاندې شکل (2-9) په څیر په  $x-t$  گراف څخه په گڼې اخیستلو سره، د یوه متحرک لحظه ېې سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانگړو ډلو په توگه پلټنه وکړئ او پایلې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

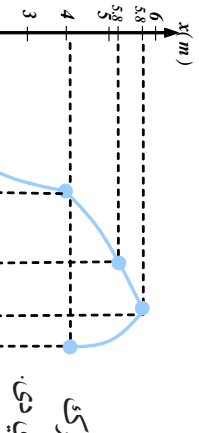
لاکه څنگه چې په گراف کې لیدل کېږي، متحرک (موټر) په هره ثانيه کې، مساوي واټونه وهي. له دې گراف څخه په گټې اخیستلو سره په اسانۍ سره موندلای شو چې متحرک په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان تغیرې د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی. د مثال په توګه په گراف کې لیدل کېږي چې متحرک د  $t_2 = 2s$  په لحظه کې 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 توګه پخپل ټولګي 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 پرمخ 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

$\Delta t$  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 $(v-t)$

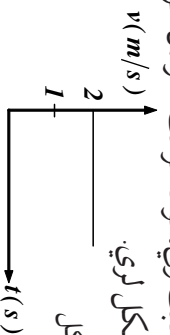
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړه، د مکان - زمان گراف  $(x-t)$ ، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله داسې معلومات لکه سرعت یا متحرک مکان او د هغه د منځني (متوسط سرعت) په باب، په همدې ډول د سرعت - زمان  $(v-t)$  له گراف څخه کولای شو، د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

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 متري واټن کې او د  $t_2 = 12s$  په لحظه کې، له مبدا څخه په 25 متري واټن کې موقعیت لري، د  $(v-t)$  گراف یې رسم کړئ.

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

څرنگه 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)

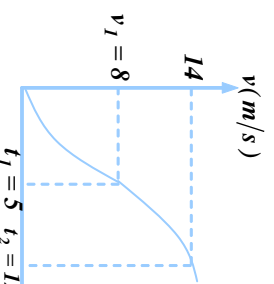
**تمرین:** په لاندې جدول کې د هغه متحرک سرعت چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، په څو زماني لحظو کې مشخص شوی دی. د  $(v-t)$  گراف یې رسم کړئ.

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

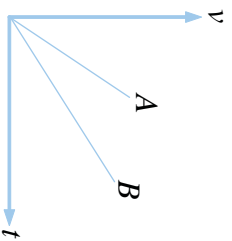
**تمرین:** لاندې شکل د یو متحرک  $(v-t)$  گراف راښيي، توضیح یې کړئ:

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 (تیر) 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 یي گولې، پافلزي ساچمي
4. زمان سنځ (کرونومتر)
5. فیته یي 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 یي گوله د مېلې د هغه بل سر چې پر مکعب هوښتی، له نیم مترۍ څخه یي خوشي کوئ او په دې لحظه کې کرونومتر په کار واچوئ. کولای شې هغه لحظه گوله پر مکعب (د مسير پر پلي) 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 ثابته	$t^2$	$\frac{x}{t^2}$
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:

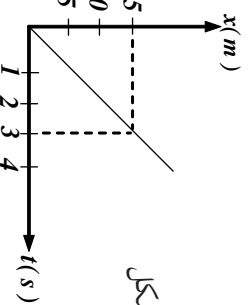
$$\bar{v} = v \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t$$

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  $(0 = v(t - x_0) + x_0)$  اویا  $x = vt + x_0, \dots, (2-5)$  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، بېلای د جسم موقعیت مثبت او یا منفي وي. سرعت هم که چېرې د  $X$  یا  $v$  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 اوبه 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:

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


#### څپړنه وکړئ:

په بیلابیلو ډول کې لاندې پوښتنې ته ځواب ورکړئ او پایله یې ټولګي ته واوروئ. 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  $2m/s^2$  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.

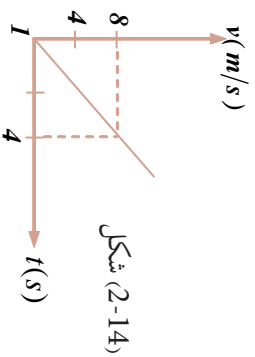
**حل:** څرنگه چې متحرک د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، نو:

$$v_0 = 0$$

$$v_1 = 0 + 2 \cdot 4 = 8m/s$$

$$v_2 = 0 + 2 \cdot 12 = 24m/s$$

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

### له ثابت شتاب سره په 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:

$$v = at + v_0$$

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

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

$(x-t)$  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:

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

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

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.

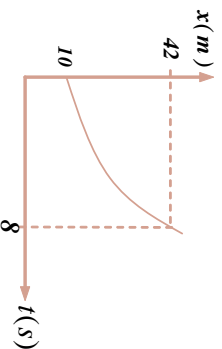
**حل:**

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

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

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

**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 تر سره 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 هماغې ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دريمه پلا دورې سکه له هماغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته يې د رسيدو پر څرنگوالي د خپلې ډلې له غور سره بحث وکړئ او پایله 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 يوي 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 يوجسم سقوط او يا د يوي وړي فلزي گلولې سقوط په هراکې (په يوه مناسب تعريف سره) کولای شو چې سقوط يې فرض کړو.

(2-15) شکل د يوي ساچمې حرکت د آزاد 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 آزاد 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

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

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

د ځمکې يوه ټاکلې نقطه د ټول 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 رابطي 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: پس له خو 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)

**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 پس له يوې ثانيې څخه ځمکې ته رسېږي.

ب)  $9.8 \text{ m/s} = 9.8 \times 1 = v \Rightarrow v = gt \Rightarrow v = 9.8 \text{ m/s}$  د تيرې سرعت  $9.8 \text{ m/s}$  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 لومړني 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  $m/s$  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 کي مثبت دی چي  $v_1 > v_2$  څخه او کېدای شي منفي وي که چيري  $v_2 < v_1$  څخه وي او صفر هغه وخت وي کله چي  $v_1 = v_2$  سره وي.

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

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

يعني:

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

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

• د  $(t - t_0)$  په گراف کي، لحظوي تعجيل د قطعه خطه له ميل (تانجانت) څخه د  $t$  په ځانگړي زمان کي عبارت دی.

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

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

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

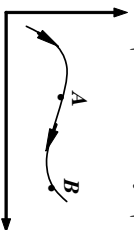
• موقعيت د وخت  $t$  او شتاب  $w$  د تابع په عنوان  $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

کله چي 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 واټن 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 څلورمه برخه 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  $x_1 = 6m$  په مکان کې او د  $t_2$  په لحظه کې  $x_2 = 7m$  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 سرستونه 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 واټن د ساعت په څلورمه موده کې په منځني سرعت  $12m/s$  ډبروي کوي.
- a- د دوو ښارو ترمنځ واټن څو کیلو متره دی؟
- 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؟

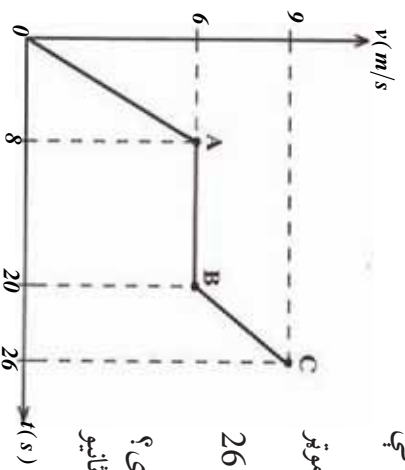
12- یو موټر په یو مستقیم مسیر کې له ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي او پس له 20 ثانیه څخه یې سرعت  $36\text{ km/h}$  ته رسېږي. بیا له همدې سرعت سره د 10 دقیقو لپاره خپل حرکت ته دوام ورکوي له هغې وروسته د یو زر برک نیسي او پس له 5 ثانیه څخه درېږي. که چیرې د برک کولو پر مهال تعجیل ثابت وي:

a- د سرعت لوری او د حرکت تعجیل په هر یو 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- له گراف  $x-t$  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 کوچه چې 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

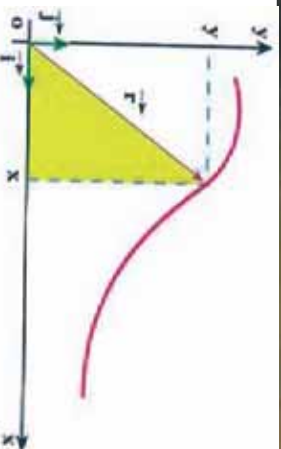
په مخکیني، شپړکی کې تریوي اندازې په یوه بعد کې حرکت مطالعه کړ او د موقعیت، تغیر د موقعیت، منځني سرعت او... کمیتونو سره بلد شو، او یو نواخت او له ثابت تعجیل سره حرکتونه مو د یوه مستقیم خط پر مخ وڅیړل. خو په دې باند یوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر څه ډېر له هغو حرکتونو سره مخامخ یو چې په دوو یا درېو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

دیوي سیاري حرکت د لمر 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:  $(3-2)$ .....  $Y = g(t)$  او  $X = (t)$ . د  $(3-2)$  رابطې د یوه جسم د حرکت معادلي 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:  $\vec{r} = (t) + g(t)$  او په حقیقت کې وړلای شو چې په یوه مستوي (صفحه) کې حرکت، د یو بعدي دوو حرکتونو ترکیب د  $x$  او  $y$  په اوردو 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)

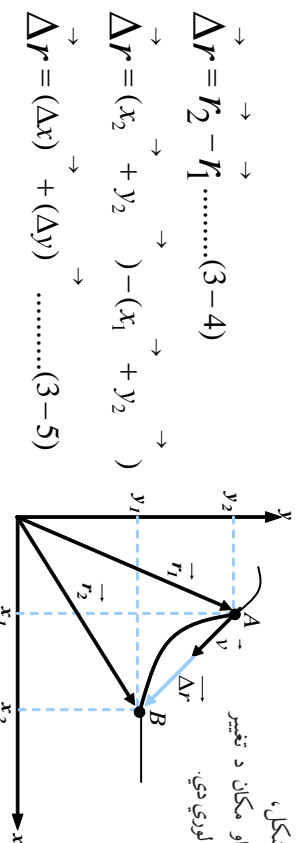


### څېړنه وکړئ:

فرض کړئ چې په یوه لنډه موده کې، د کښپ (سنگ پښت) د حرکت معادلي د SI په سیستم کې د  $x = 10t$  او  $-5t^2 = y$  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 توپيرونه 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:

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

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

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



### 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 ټولگي کې په جلا توگه څرگندونې وکړي.

**مثال:** د یوه جسم د حرکت معادلي په دوو بېلونو 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.

$$\text{حل: (a) په } t_1 = 1s \quad \text{او} \quad y_1 = 3m$$

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

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

په همدې ترتیب په  $t_2 = 2s$

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

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

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

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

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

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

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

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{2} = 2m/s = 2$$

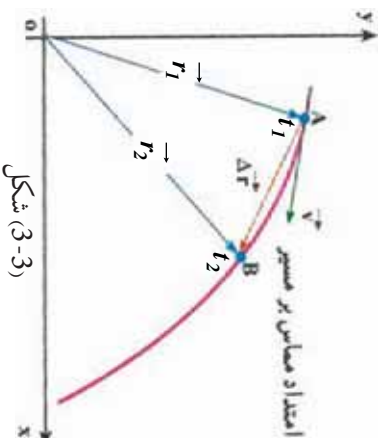
$$\bar{v}_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{1}{2} = 1m/s = 1 \quad \Rightarrow \quad \vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y = 2 +$$

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

**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.



شکل (3-3)

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:

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

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 يې 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 مرکبي په لاس راځي:

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

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

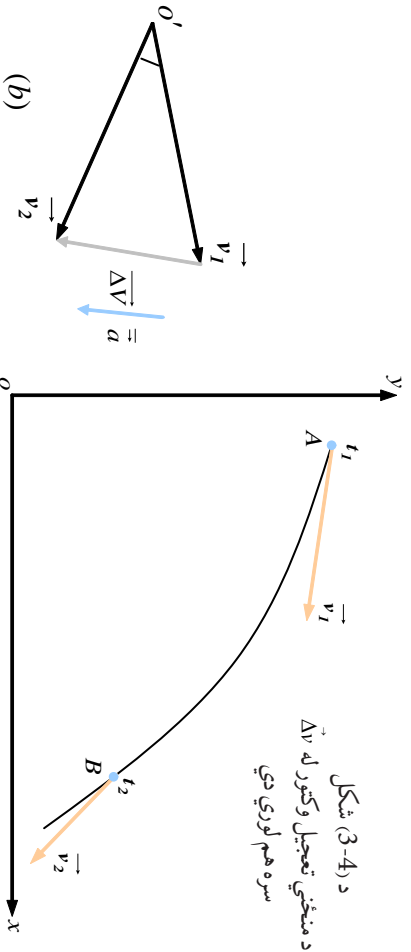
د (3-4-a) په شکل کې د سرعت مرکبي د  $t_1$  او  $t_2$  په دوو لحظو کې د مسیر پرمخ ښودل شوي دي. د سرعت د تغیر د محاسبې لپاره د  $t_1 - t_2 = \Delta t$  په زماني انټروال کې په (3-4) شکل کې د  $\vec{v}$  له نقطې څخه له  $\vec{v}_1$  او  $\vec{v}_2$  سره مساوي وکتورونه رسمو او  $\Delta \vec{v}$  په لاس راوړو. د یو بعدي حرکت په څیر، د منځني تعجیل وکتور د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې په لاندې توگه تعریفوو:

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



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

اویا:



د 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 يو هېرو لحظوي تعجیل د  $t_1$  په لحظه کې کولای شو، د منځني تعجیل د ليمت په شکل کله چې  $\Delta t$  د صفر لورته تقرب وکړي، وليکو. يعنې:

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

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

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

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

د (3-13) رابطې په مرسته کولای شو وليکو 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 هېڅ 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 ډېر نژدې کېږي، بيا هم تعجيل له لحظوي سرعت سره هم لوري نه دی.



**فعاليت :**

د ټولگي په مختلفو ډولکي، د گراف پرمخ وښيي، چي د منځني مسير پرمخ د ثابت سرعت د حرکت پر مهال، کله چي  $\Delta t$  صفر لوري ته تقرب کړي،  $\vec{\Delta v}$  پر  $v$  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:

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

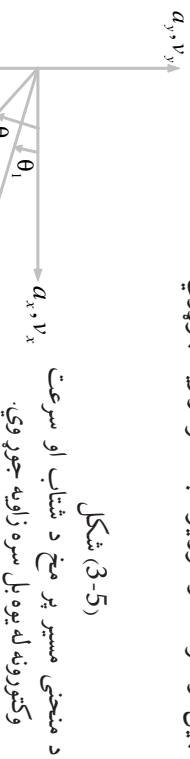
د تعجيل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجيل مرکبي يعني  $a_x$  او  $a_y$  دارنگه پيدا کوو:

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

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

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

د  $a$  او  $v$  وکتورونو له مقایسې د  $t = 1s$  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  $t = 1s$  کې برابر له  $50m/s^2$  سره دي، 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.

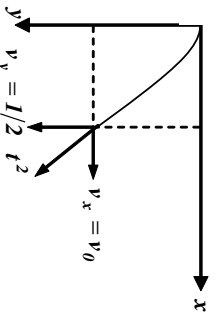
2. د هوا د مقاومت له اغیز څخه کولای شو، صرف نظر وکړو.

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 وضعیه 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 دي د ریاضي له لارې اسانه دي.

## 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 (لحظه 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 ترکيب څخه تر مطالعې لاندې ونيسو. لکه څنگه چې غور ځول شوي جسم منظم مستقيم 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 اغيز 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  $t$  قيمت د (3-19) رابطې څخه پيدا کړو او د (3-20) په رابطه کې يې وضع کړو، وپه مو

موچې:

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

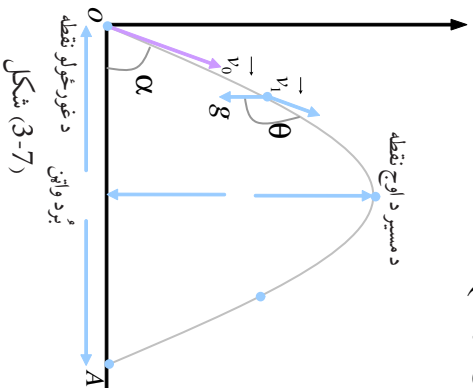
څرنگه چې  $\frac{g}{2v_0^2}$  يو ثابت کميټ دی، هغه په ښو، د (3-21) رابطه لاندې شکل نيسي:

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

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 ویشل (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:

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

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

$a_x = 0$  مېلا، 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.

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

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

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 بېلګې حرکتونو کې، زمان خلاف شي، د حرکت د مسیر معادله لاس ته راځي. له دې لارې څخه په ګټې اخیستلو 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 راښيي چې د غورځونې حرکت مسیره، عبارت له پارابول څخه دی. (ولې؟) هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم یې وهي تر څو بیرته د غورځونې لومړنی ارتفاع ته وګرځي، د غورځول کېدونکي جسم د (Range) په نامه یادوي او هغه د R په توري بڼې.

لومړنی ارتفاع ته د بیرته ګرځیدو د نقطو مختصې، شکل ته په پام کولو سره، د  $\begin{bmatrix} X = \\ = 0 \end{bmatrix}$  په توګه دي.

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

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

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

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

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

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



### 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 گلولي او ميز.  
**کړنلاره:** زده کوونکي دي په درې ډلوو ویشل شي. لومړی ډله دي د (0) له نقطې څخه د  $25^\circ$  زاويې لاندې، دويمه ډله دي د (0) له نقطې څخه د  $45^\circ$  زاويې لاندې، دريمه ډله دي د (0) له نقطې څخه د  $65^\circ$  زاويې لاندې فیر وکړي. کله چې مرمی پر څمکه 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 دي د خپل کار پایلې بوله بله سره پرتله کړي او عمومي پایله دي د شپونکي په منځ کې ټولگي ته وړاندې کړي.



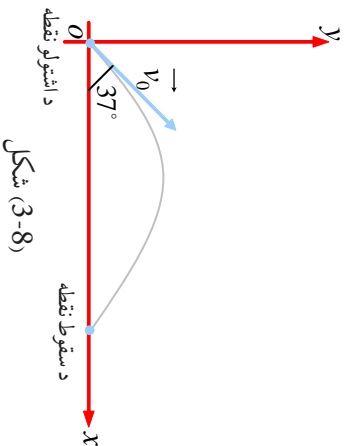
### بحث وکړئ:

ویشل کېدونکي 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، تر ټولو لوړه نقطه ده چې ویشل شوي جسم ورته رسېږي. د (7-3) په شکل کې، د اوج د نقطې ارتفاع په H نښودل شوي، د Y په لور د اوج په نقطه کې سرعت صفر دي، ولې؟  $0 = -gt + v_0 \sin \alpha$  ..... (3-33)  

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

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

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



**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:

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

$$0 = -9.8t^2 + 10 \times 0.6 \Rightarrow t = \frac{6}{9.8} \cong 0.6s$$

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

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

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

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

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.

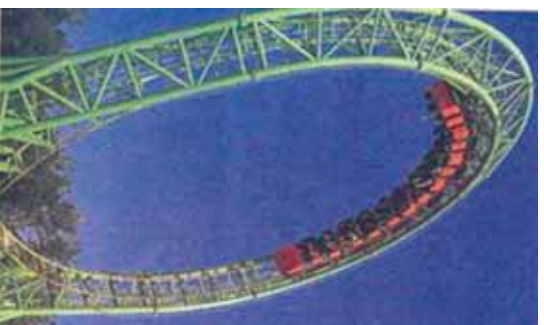
### نمړین: د غورځولو (ویشلو) په حرکت کې

1. د حرکت تر ټولو ساده ډول له \_\_\_\_\_ سره ثابت په سطح کې، د غورځولو حرکت دی.
2. د ویشل شوي جسم تر ټولو لږې 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.

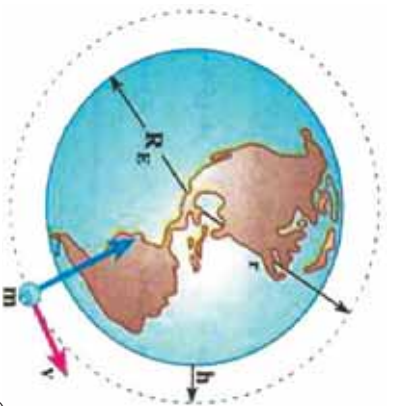


### 3-5: دایروي حرکت

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.



الف



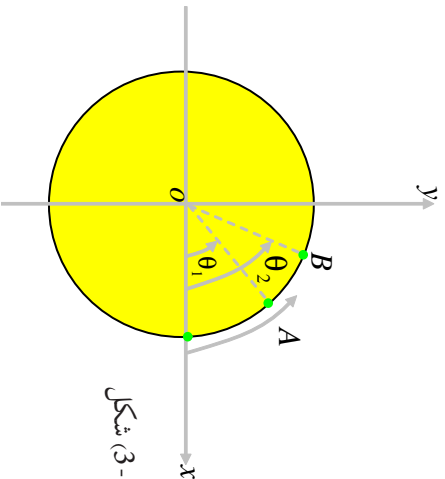
ب  
(9-3) شکلونه



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 پرنشاورخوا دځمکې د حرکت په مهاله په بیلابیلو ډولګې څېړنه وکړئ او د لمر پرنشاورخوا 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. (t 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 دي.

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

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

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

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

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

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

خړنگه چې ذره په هره دوره کې  $2\pi$  رادیان طی 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 خپلو ډلو کې پر یو د او فریکونسي سره پرتله کړئ او لاندې جدول بشپړ کړئ.

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  $r_2 - r_1 = \Delta s$  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 کولای 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:

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

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

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



**څېړنه وکړئ:**

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

**مثال:** د ماشومانو ډلبو یو تړخ، خلک په یوه افقي سطحه کې او په دایروي مسیږ کې گرځوي، داسې چې هر فرد دایروي یو ډوله حرکت لري. که چیرې دوران کونکي 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.

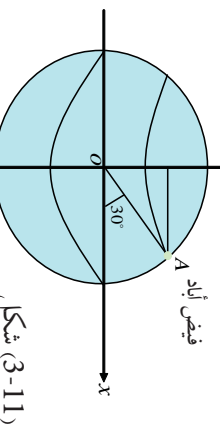


### فکر وکړئ:

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.



فیض اباد  
(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:

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

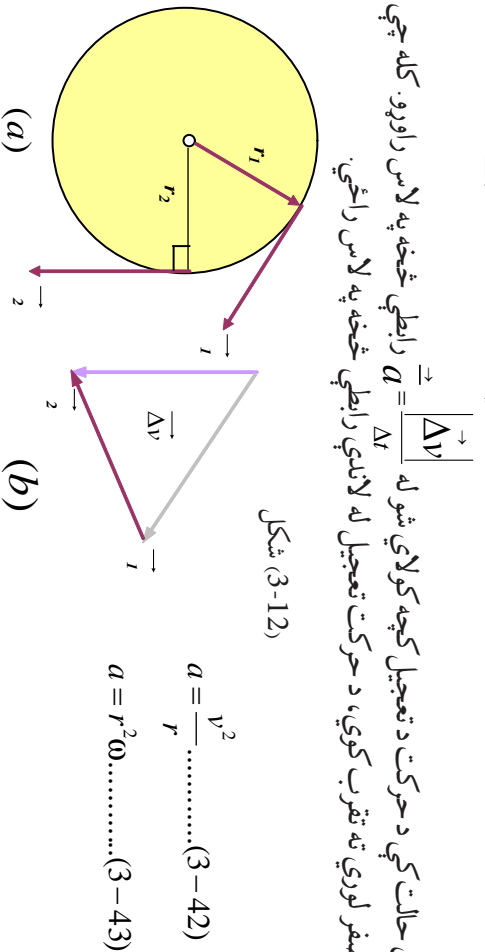
$$r = 6.4 \times 10^6 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5.53 \times 10^6 \text{ m}$$

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 مسير 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 يي سرعت عبارت دی 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 مخ 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.



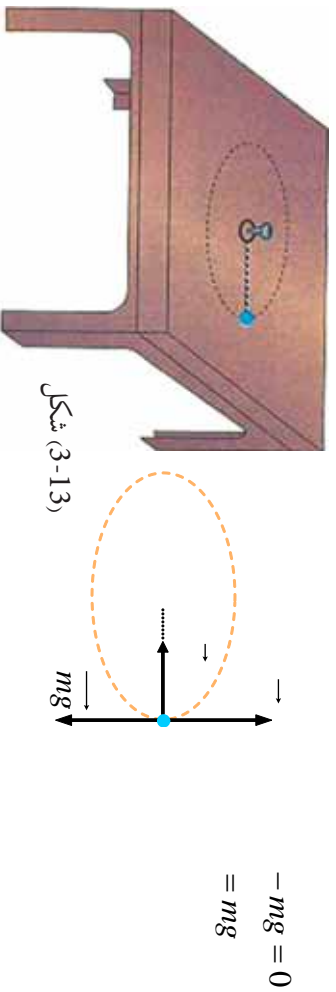
### فعالیت:

مچنونو په خپل لاس کې ونیسئ 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 انگرېسي) دورې ورکړئ. بیا د دوران پر مهال د مچنونو یوه سرخوښي کړئ او د خپلې ډلې له غړوسره د تیرې د تیزۍ د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله یې د ښوونکي تر مخ 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 قوي تیر شوي یو). مېرې واټن له میخ څخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پر مسټرې وادوو، هغه د دایروي مېرې پرمخ په حرکت راولو. پرمېرې وادشوي قوي د یو شکل په رسمولو سره مشخص کړئ.

که چیرې کړۍ په هره ثانیه کې یوه دوره ووېي، 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:



شکل (3-13)

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:**



- 1. په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.
- 2. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې څرخي.
- 3. د لمر پرتاوخوا د سیارو په ګرځېدو.

## د دریم څپرکي لنډیز



- 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:  $\vec{v} = (\vec{v}_x) + (\vec{v}_y)$

- 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.

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

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

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

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

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

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

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{d\vec{v}}{dt}$$

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

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

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

- 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  $a_x = 0$

- په افقي غورځولو کې، د غورځولو 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.

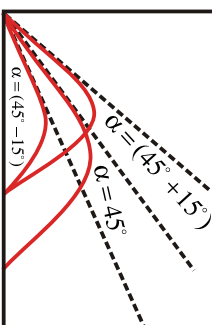
- فریکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمیر څخه چې په یوه ثانيه کې سرته رسېږي د نیو ( $\nu$ ) په لاین توري ښودل کېږي او د اندازه کولو واحدي  $\frac{1}{s}$  او یا  $Z$  (هرتز) دي.

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

## د دریم څپرکي پوښتي

- 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 خراغ په وړاندې ولاړ دی، د خراغ 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.
$$x = 6t \text{ او یا } x = 2t^2 + 1$$
  - 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. رنځونه (برد او فاصلې) مساوي دي... په لاندې شکل کې د دې وینا سموالي ثبوت کړئ.



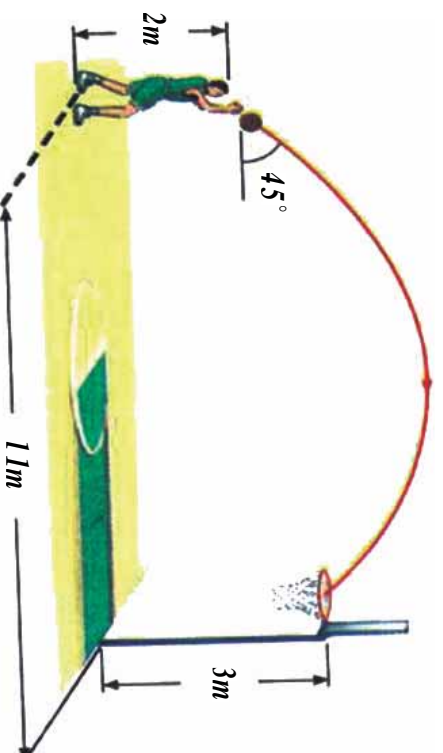
6 - پریوه رود د یو بل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې یو جسم په افقي ډول په  $30m/s$  سرعت غورځوو.

a- څومره موده وروسته به جسم د اوبو بړمخ ولگيږي؟

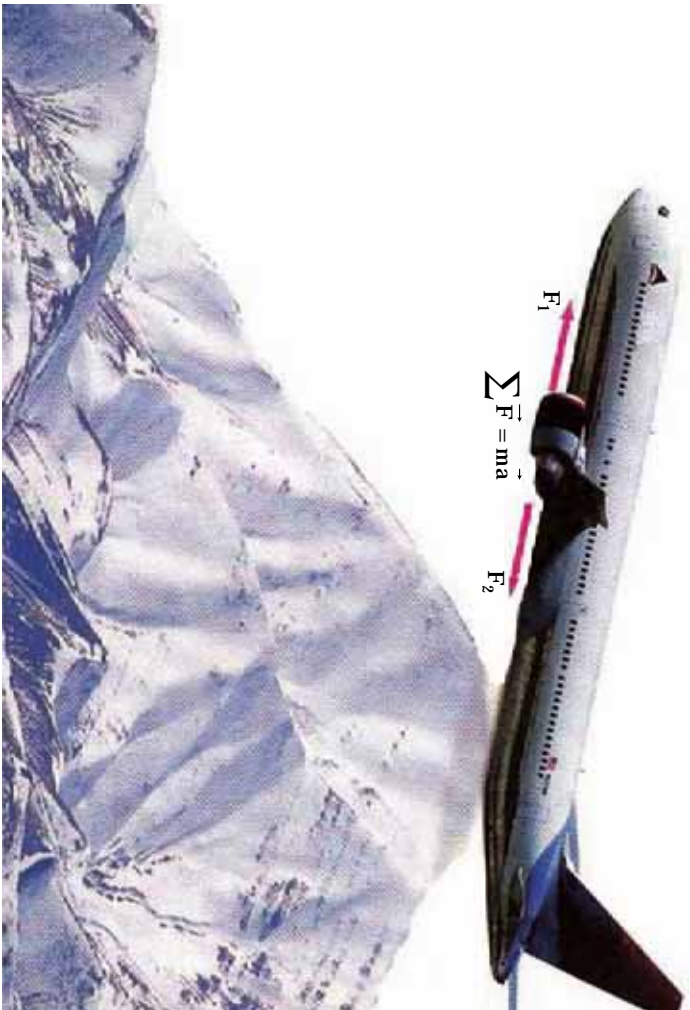
b- له اوبو سره د لگیدو د نقطې افقي واټن، د غورځولوتر نقطې پورې څومره دی؟

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 ولوبږي. ( $g = 10m/s^2$ )



## 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 یادي 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 ښکته کېږئ، که چیرې په یو روان موټر کې ناست اوسئ، په یو ناڅاپي درېدو سره، د مخ لور ته به ډیرکه شی. ایا تراوسه موله ځانه پوښتلې چې د دې پېښې د رامنځ ته کېدو 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 موټر یو شخص د شا په خوا لوبږي، ځکه چې د نوموړي شخص پېښې له موټر سره په حرکت پیل کوي، خو بدن یې چې پر موټر تکیه نلري، د عطالت د خاصیت له مخې غواړي، خپل د سکون حالت وساتي. د تعادل د حالت تر رامنځ ته کېدو 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 پېښې موټر ته په تابعیت ساکن او بدن یې د عطالت له خاصیت سره سم غواړي، خپل حرکت ته دوام ورکړي.

### فعالیت:



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

**ګوټلاره:** کاغذ پر پښېبه یې لوبږي کېږدئ او د کاغذ پر مخ سکه کېږدئ، تر دې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کوئ:

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 پېښ شوی دی، نوټ کوئ او د ټولګي په بیلابیلو ډلو کې بحث وکړئ، پایله یو لګوالو ته وراندې کړئ.

## اوس چي د عطالت (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 عطالت (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 گټه 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، ډبرې 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 ترمينځ 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:

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

او يا  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$



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 ( $m/s^2$ ) 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 قوو محصله څو نیوتن ده؟

**حل:** 
$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow 1.5 = \frac{20}{m} \Rightarrow m = \frac{20}{1.5} = 13.33\text{ kg}$$

**مثال:**  $m_1 = 5\text{ kg}$  او  $m_2 = 12\text{ kg}$  پر هري کتلې باندې  $15\text{ m/s}^2$  قوه ودرده، د هري کتلې تعجیل حساب کړئ.

**حل:** 
$$a_1 = \frac{F}{m_1} = \frac{15}{5} = 3\text{ m/s}^2$$
 او 
$$a_2 = \frac{F}{m_2} = \frac{15}{12} = 1.25\text{ m/s}^2$$



**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؟

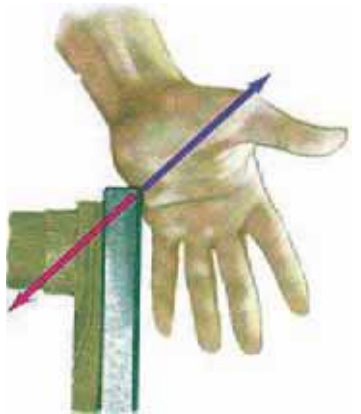
**4-3: د نیوتن دریم قانون**

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 ودریدیږي؟ د نیوتن دریم قانون همدا مسئله خپري چې پر جسم ودرده شوې قوه له کوم ځایه پرې ودریدیږي. 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. یعنې د پښې په مرسته پر توب قوه واردوي. کله چې یو شخص یو جسم د ځمکې پر مخ راکاږي، پر هغې قوه واردوي او یا هغه څپک چې پر میخ وهل کېږي، پر میخ قوه واردوي، د نیوتن د دریم قانون په بیانولو سره، دا څرگندوي چې قوه پر یوه جسم تل د بل جسم لخوا واردېږي او پر دې سر بیره دا څرگنده وي چې د قوې واردول، یوازینی عمل نه بلکې دا پخپله یو دوه اړخیزه (دوه لوري) عمل دی.



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

د نیوتن دریم قانون بیانوي چې « کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واردوي، دویم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري پر هغه واردوي» که چېرې هغه قوه چې لومړنی جسم یې پر دویم جسم واردوي، د (عمل) قوه ونولو، د دویم 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 یې پر دویم واردوي) د عمل قوه او د  $2.1$  (هغه قوه چې دویم جسم یې پر لومړني جسم واردوي) دهغې عکس العمل ده):

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



شکل (4-3)



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

## نور هم وپو هيری:

د نيوتن له دريم قانون څخه په عمل کې د کار اخيستلو يو مهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوايي بيړيو (سفينو) توغول يا ويستل دي. فضايي سفينه د هغه گاز په مرسته چې له ماشين څخه يې خارجيږي، په عمودي توگه د ځمکې پر سطحه قوه واردوي او د نيوتن د دريم قانون له مخې، د سفینې له ماشين څخه خارج شوی گاز هم په هغه کچه قوه خو په خلاف لوري (په پورته لوري) پر فضايي سفینې واردوي



شکل (4-4)



د تړانگې په بيلا بيلو ډلو کې په دې هکله چې «کوم دليل د دی لامل گرځي، چې موثر د مخ لورته حرکت وکړي، بحث وکړی او د خپلو بحثونو پایله ټولگيو الو ته وړاندې کړی.

**مثال:** د (4-5)، شکل په څير ديو طناب يو سر په ديوال کې کلاک کړی او لومړنی سر يې د خپل ځان په لور راکارې. که چيرې طناب له ديوال څخه جلا نه شي، د عمل او عکس العمل قوي (دلاس او طناب) او (ديوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړی.

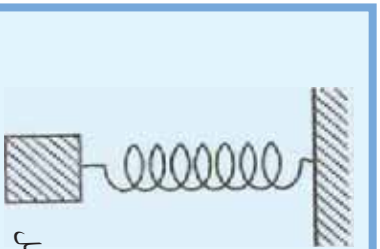


**حل:**

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

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





شکل (4-7)

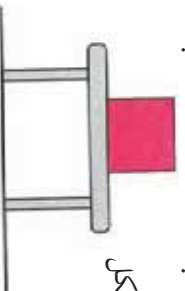


### فعالیت:

- 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؟



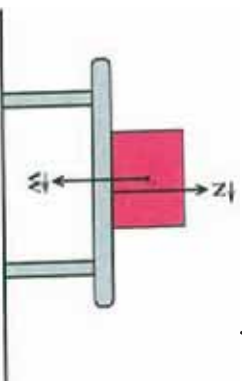
شکل (4-8)

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:

$$ma = 0$$

$$- = 0$$

$$=$$

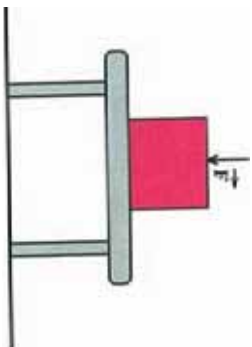


شکل (4-9)

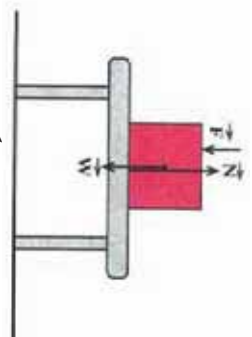
اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څیر، یوه قوه  $F$  په کچه په عمودي ډول اړمخ په بېلګه پر جسم واردوو. ایا میز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم وارديږي، تغیر کوي؟

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 مخ ودرېږئ او هغه عدد چې تله يې په لاندې حالتونو کي رانښتي ولولئ

a- د تلي پر مخ ساکن ولاړئ؟

b- په داسې حال کي چې د تلي پر مخ ولاړئ، پخپل لاس باندې پر هغه ميز چې ستاسو تر څنگ هې ټکيه وکړئ.

### 4-4: د نيوتن د قوانينو پلي (تطبيق) کول



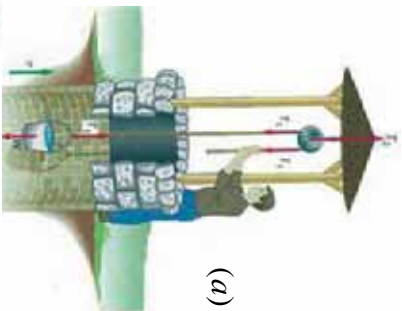
په تصوير کي بوټن چې په رسي کې خړېدلی دی. ښايي هيڅکله د نيوتن د قوانينو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانين قوانين بړي په هره گړي کې چې هغه د خپل جان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخپل او اغيز کوي. هغه پر هغه قوه چې په رسي باندې د هغه د وزن په وړاندې د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدا رنگه پر هغه قوه چې د خړخړنو له امله مطلوبه لوړوڼه موچه شوي هي، باوري دی هغه کولی 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 ټولښې سره په ورځني ژوندانه کې، که چېرې پوهيرو يا نه پوهيرو د نيوتن د قوانينو تابع يو. تاسو نشي کولای دې قوانينو له اصولو څخه په سرغړاوي د خپل بدن غړو ته حرکت ورکړي، 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. دنيوتن قوانين په حيرانونکي ډول په کهکشانونو، سيارو او ان له يوې زني څخه ديروي مټي په لوبدلو چې په ظاهره کې يوه ډېره ساده او طبيعي پېښه گڼل کېږي، په داسې حال کې چې دا قوانين زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پېښو کې د تطبيق وړ او د حرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستې د عالم ډېر مغلق اسرار مورډ ته رابېژني.

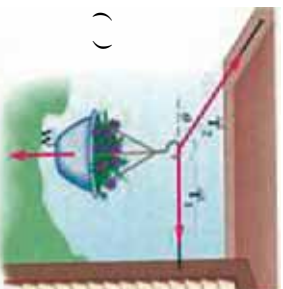
نن ورځ مورډ تراوسه دنيوتن قوانين د فزيک په ټولو برخو کې، بنسټيز او اړين گڼو. غوره ده چې ووايو دا قوانين کولای شي د حرکت دعلم او تحليل او توضيح لپاره، د سمښت ډېر غوره مهر ولاگوي خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پېړۍ لومړيو کې فزيک پوهانو کشف کړه چې د نيوتن قوانين يوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت يې د نور 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 بيلابيلو سيستمونو لکه چې په پخوانيو بحثونو کې مومالمه 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 کړي. 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

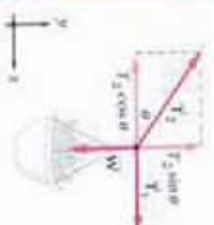
کله چې ووايو چې جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم دواړه قوو محصله صفر ده، يعنې  $\sum \vec{F} = 0$ . د نيوتن د دويم قانون له مخې پورتنی بيان له دې سره معادل دی چې ووايو د جسم تعجيل صفر دی. په دوه بعدي سيستمونو کې انتقالي تعادل په دوو بعدونو کې په مستقل ډول تطبيق کېږي. يعنې  $\sum x = 0$  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)



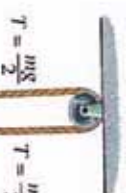
(b)



شکل (4-12)



(c)



(d)



په شکل (4-13) کې د نیوټن د قانون تطبیق د انتقالی تعادل بحث د یوې مایې سطحې بربخ 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 ورکړل شوي زاویه  $31^\circ$  وي، د تار د رابنګلو (کشش) قوه په لاندې وضعیتونو کې پیدا کړئ.

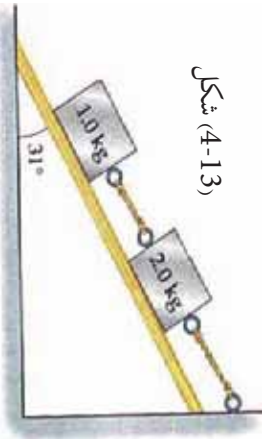
a- د هغه تار رابنګل چې له دواړو بلوکونو سره وصل دی.

b- د هغه تار راکنیل چې له دیوال سره تړلي دی.

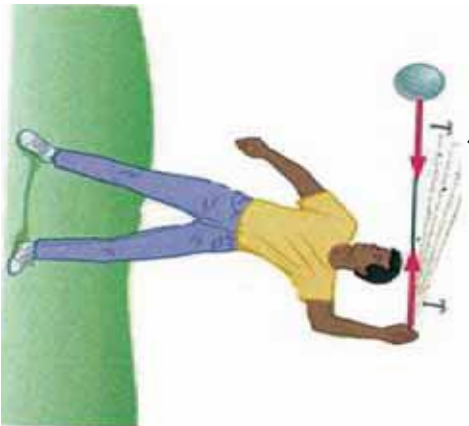
### د نیوټن د دویم قانون تطبیق په دایره یي حرکت کې

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 بربخ 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 شپږمه د یوې قوې په هکله چې د دایروي حرکت د بدلون لامل کېږي، مطالعه کړو.

شکل (4-13)



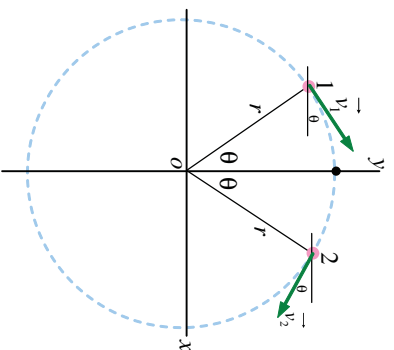
يو د دي قوي لوري او بل بي مقدار. لومړی راځي چې د دي قوي لوري مطالعه كړو. فرض كوو يو پنډوسوكی (توب) چې د (4-14) شكل په څير له يوه تار سره تړل شوی دی زمونږ د سر له پاسه په دايره بي حرکت څرخيږي. كله چې تاسو توب ته دوره وركوئ، د رابنكلو يوه قوه په تار كې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لوري ته راكارېي. په څرگند 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 وركولاي شي، په ثابت سرعت د يوي دايره پرمخ حرکت وكړي، يوه قوه چې لوري يې د دايره د مركز په لور وي، بايد پري عمل وكړي، تر څو نوموړی جسم د دايره د مركز په لور راوكاږي). لكه څنگه چې توب د دايره مركز لوري ته راكښل كيږي، په لومړيو كې دا نا اشنا او غير عادي معلومېږي. چې څرنگه يو توب چې په ثابت سرعت حرکت كوي، د تعجيل لرونكي دی. ځواب دا دی چې تعجيل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او يا د حرکت لوري بدلون ومومي.

په دايرهوي حرکت د حرکت كې لوري هره گړې بدلون مومي. د مركز 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  $a_c$  كچه د هغه جسم لپاره چې د  $v$  په ثابت سرعت د يوي دايره پر مخ  $r$  په شعاع راڅرخي، محاسبه كړو.



شكل (4-15)

يوه ذره د يوه دايره يي مسير د O له مركز سره په حرکت كې دی. ذره ثابتته ده، خو سرعت يې په ثابت ډول د بدلون په حال كې دی.



د (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 وګورئ، لیدل کېږي چې  $\vec{v}_1$  او  $\theta$  زاوې افقي خط له پاسه او  $v_2$  په همدې  $\theta$  زاوې له افقي خط لاندې واقع دی. دواړه  $v_1$  او  $v_2$  د هغه کچې لرونکي دي چې په لاندې توګه دواړه وکتورونه کولای شو ولیکو:

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

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

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 څنګه 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 رنګه 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 دی 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 عمل وکړي تر څو 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:

$$F_c = ma_c = m \frac{v^2}{r}$$

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 پورته 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 جاذبې 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 تر څو د دایره یي حرکت سبب وګرځي.

### 4-5: د اصطکاک قوه

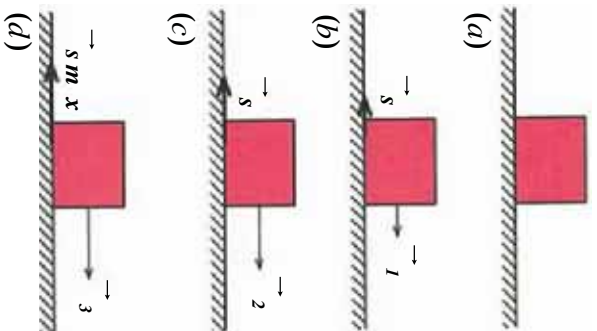
په پخوانیو ټولګیو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول اشنا شوی. ورځنۍ تجربې ښيي چې که چیرې یوه ګلره له افقي سطحې پر مخ په حرکت راشي، نوموړې ګلره د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودرېږي، په داسې حال کې چې د نیوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلره باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي. اوکه چیرې یوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کېږي چې د زمان په تیریدو د رقاصې واټن له عمودي خط څخه ورو و کمېږي 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 رقاصې 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 رقاصې د واټن د کمیدو 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 څېږي.

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 رابتل 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. تر څو 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  $\vec{s}$  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 دی، 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.

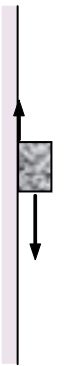
که چیري په همدې ترتیب د  $\vec{F}_2$  قوي کچه ورزیاته کړو او په  $\vec{F}_3$  یې ونښو، جسم د حرکت په بهیر کې واقع کیږي. دا په دې معنا دي چې که چیري د  $F_3$  کچه د  $F_2$  د قوي له کچې څخه لږڅه زیاته شي، جسم ساکن نه پاته کیږي او په حرکت پیل کوي. په دې حالت کې د اصطکاک قوي ته «د حرکت په حال د اصطکاک قوه» ویل کیږي او په  $F_{sm}$  ښودل کیږي. د نیوټن 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،  $F_{sm}$  د ستاتیکی په اصطکاک ضرب نومبږي چې د هغو سطحو یو له بله سره په تماس کې دي، د هغو د نوعیت او طبیعت تابع دي.  $F_{sm}$  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  $F_{sm} \leq \mu_s \cdot F_N$  دی.

**مثال:** یو جسم له  $10\text{kg}$  کتلې سره د افقي سطحې پرمخ  $\mu_s = 0.4$  ستاتیکی اصطکاک له ضرب سره په  $25$  نیوټن قوي سره راکاږو، خو په خوځول قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوټن د قانون له مخې څومره وي؟

$$\left. \begin{aligned} m &= 10\text{kg} \\ \mu_s &= 0.4 \\ F &= 25 \\ V &= 0 \end{aligned} \right\}$$



شکل (4-17)

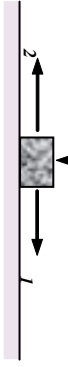
**حل:** څرنگه چې د  $F$  د قوي په واردولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاته کیږي، په پایله کې د اصطکاک څرگنده شوي قوه هم د ستاتیکی اصطکاک قوه ده. په دې حالت کې لرو چې:

$$F = F_{sm} \Rightarrow F = 25$$


**پوښتنه:**

په مداخل 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  $5$  نیوټن ده، پر جسم واردېږي، جسم د حرکت په حال کې دی. د جسم او افقي سطحې ترمنځ د ستاتیکی اصطکاک ضرب پیدا کړئ.

$$= (10 \times 2)$$

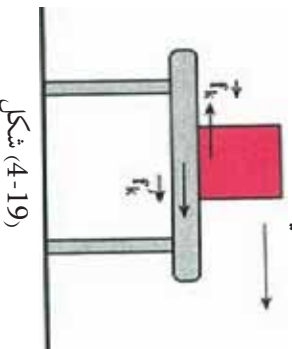


شکل (4-18)

**د حرکتی (دینامیکی) اصطکاک قوه:** فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقي سطحې پرمخ راکاږی. که چېرې صندوق نور نه راکاږی، گورئ به چې سرعت یې ورو، ورو کمېږي او خو شېبې وروسته درېږي. که چېرې موټر چې د افقي سطحې پرمخ د حرکت په حال کې دی، برک نیسي، له لږې مودې وروسته موټر درېږي. دې ته په پام کولو سره چې قوه، د سرعت د بدلون لامل دی، باید یوه قوه د جسم د حرکت په خلاف لوری، په جسم وارده شوې وي. دا قوه اصطکاک له حرکتی (دینامیکی) قوې څخه عبارت ده. کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ 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)



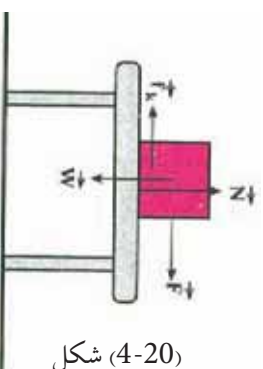
**بحث و کړنې:**

د تیرلگي په بیلابیلو ډولوکې «د ستاتیکي اصطکاک او حرکتی اصطکاک قوه ترمنځ توپیر» په هکله پخپلو کې بحث وکړئ او پایله یې پرلگوالته واورئ.

**مثال:** یو جسم په  $12kg$  کتلې سره د یو تڼاب په مرسته چې ورسره وصل شوی دی، د افقي سطحې پرمخ راکاږو، 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 مخکنی مثال کې، که چیرې تباب 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 واردو 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.

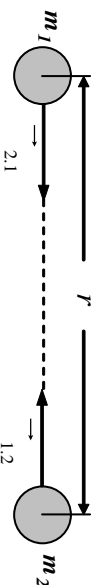


## 4-6: د نیوټن د جاذبي قانون

ایا تر اوسه مو له خپله ځانه پوښتلې چې ولې کله چې یو جسم پورته خواته غورځوو، پس له یوې مودې څخه بیرته ښکته لویږي؟ 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  $m_1$  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.

$$\vec{F}_{1,2} = - \vec{F}_{2,1} \Rightarrow \text{عمل او غیرګون (عکس العمل)}$$

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



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.

**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 تقریباً  $6 \times 10^{24} kg$  او د ځمکې شعاع تقریباً  $6.4 \times 10^6 m$  دی، د ځمکې د جاذبي قوه چې پر تاسو واردېږي، څو نیوټنه ده؟ (د دې قوې د محاسبې لپاره، د ځمکې کتله د ځمکې پر مرکز متمرکز فرض کړئ.

**د وزن قوه - د جاذبي تعجيل**

په دویم 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 دویم قانون څخه يې په دې توگه محاسبه کوو.

( 2 ) 
$$\Rightarrow ma = mg \Rightarrow a = g$$

له بلې خوا پوهیږو چې د وزن قوه، د جسم د سقوط سبب گرځي. که چېرې د وزن قوه په  $W$  وښو، (2) رابطې ته په پام کولو به ولرو: ( 3 ) 
$$\Rightarrow mg \dots \Rightarrow$$

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  $R_e$  وښو، د (1) رابطې څخه به گڼې اخيستلو کولای شو، د جسم وزن، يعنې پر جسم د ځمکې د جاذبي قوه دا ډول حساب کړو.

( 4 ) 
$$\Rightarrow = \frac{m \cdot}{2} \dots$$

( 3 ) او ( 4 ) روا بطو له پر تله کولو دا پایله لاس ته راځي:

( 5 ) 
$$\Rightarrow g = \frac{m \cdot}{2} \dots$$

**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:

$$g' = \frac{g}{(1+h)^2}$$


ڇيڙهه وکړئ ڇي د ڇاڙي نړيوال ضرب  $G$  د لومړي ځل 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 رابنڪلود 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 رابنڪلو 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 رابنڪلو 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 چې پراشوتونه یو ډول دی، گورو به چې د  $b$  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 چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، باید 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 یعنې 15 يې چټک حرکت کېږدی.

**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 چې د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقيماً متناسب دی یعنې همدا 15 ډېر سرعت، د مقاومت قوه 32 زياتوي، یعنې:  $(1,32)^2 = 1,74$

### تمرین

یو پیلوټ خپل ځان له پراشوت سره د ځمکې د سطحې له 2000m ارتفاع څخه له خپلې الوتکې غورځوي. که چیرې د پیلوټ مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چې پیلوټ حلدي سرعت ته رسېږي، څومره ده؟

**مثال:** د باسکټبال یو توپ له پوړلوږ تعمیر څخه راخوښې کېږي.

- a- د توپ لومړنی تعجیل په هغه وخت کې چې توپ خپل حلدي سرعت ته رسېږي حساب کړئ.
- b- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې توپ خپل حلدي سرعت یې د حلدي سرعت نیمایي ته رسېږي پیداکړئ.
- c- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې سرعت یې د حلدي سرعت نیمایي ته رسېږي پیداکړئ.

### د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د  $\gamma$  مثبت محور انتخابو تر څو د معمول په شان یې نقطې د پورته په لور پرمخ په نښه کړو. څرنگه چې توپ د سکون له حالت څخه غورځول کېږي، نو له دې امله هغه یوازینی قوه چې د غورځولو په لومړۍ شیبه کې پرې عمل کوي، د ځمکې د جاذبې قوه ده په دې شیبه کې چې سرعت صفر دی، د هوا د مقاومت قوه هم صفر ده. کله چې توپ په حرکت کې دی، د مقاومت قوه پر جسم په وارده متوجه قوه کې ونډه لري.

### حل:

a. څرنگه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجیل مساوي د ازاد سقوط له تعجیل سره دی، یعنې:

$$\vec{a} \rightarrow (a = g)$$

b. کله چې توپ خپل حلدي سرعت ته رسېږي، د مقاومت د قوي کچه مساوي د توپ له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کې عمل کوي او څرنگه چې په دې حالت کې پر توپ متوجه قوه صفر ده. نو تعجیل په حلدي سرعت صفر وي، یعنې:  $a = 0$

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.

$$d = mg \frac{V^2}{V_t^2}$$

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:

$$\sum_y = d - mg = mg \frac{V^2}{V_t^2} - mg = mg \left( \frac{V^2}{V_t^2} - 1 \right)$$

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:

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

په یوه وخت کې سرعت مساوي له نیم حدي سرعت سره دی، یعنې:  $\frac{V}{V_t} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{V^2}{V_t^2} = \frac{1}{4}$

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

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 په 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:



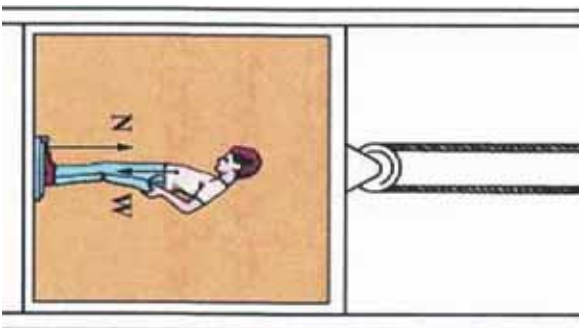
یو لور یا یو اوچت محل ته وختیږئ، پر یوې زنبې پورته شئ اوله هغه ځایه یو توکری، ښکله کاغذ لکه د یکې کاغذې، جامګې او یوه پنځه افغانیګې سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سګې په وړاندې د صرف نظر وړ دی، خو دا چې له ډیرې لوړې ارتفاع څخه خوشې شي. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذې توکری، په وړاندې 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 بوکړی کاغذ کلولاو 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 ډلو کې 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 ډلو کې بحث او مناقشه وکړئ (تصویرونه په زمانې وقفو 1، 15، 30 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.



شکل (4-24)

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 فزري تله ولاړ دی. پرفزري تلي د واردې قوې کچه په لاندې دريو حالتونو کې تر مطالعي لاندې نيسو:

- 1- که چیرې لغت ساکن وي: په دې حالت کې خرنګه 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  $mg$  رانښيي.

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 برابر دی، 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:** نيوتن 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 دي
  - 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 یوې فنري تڼې د پامه ولاړ دی. د نوموړي شخص کتله  $50 \text{ kg}$  ده، په لاندې حالتونو کې فنري تڼه 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؟



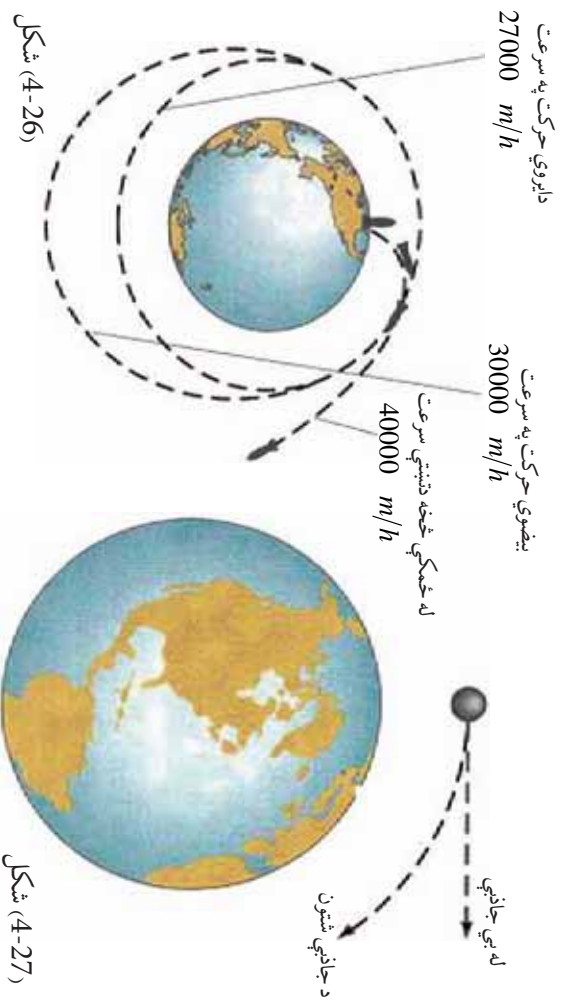
هغه سړی چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، چې مصنوعي سپوږمۍ تل له ځمکې څخه همدا یووالین لري (د دایروي مسیر له امله یې). یا په بل عبارت دغه سړي گوري چې مصنوعي سپوږمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه دی .

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 دی، 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:

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

$$g = \omega^2$$



شکل (4-27)

شکل (4-26)

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 شيان 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 محصلي 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:

$$g = \frac{g}{(1 + h)}$$

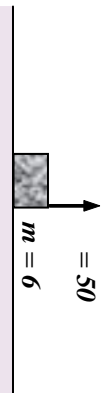
- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، سره، که چيرې لفت له ثابت تعجيل سره منځ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال  $\langle$  څخه، او که چيرې لفت له ثابت تعجيل سره منځ په ښکته حرکت وکړي، په پايله کې  $\langle$  څخه وي.

- 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.

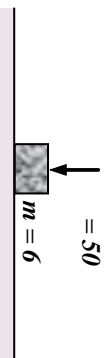
## د څلورم څپرکي پوښتي

1. د نیوټن د حرکت قوانین کوم شیان بیا نوي؟
2. د نیوټن لومړی قانون تعریف کړئ او له دې قانون څخه څه پایله تر لاسه کولی شو؟
3. عطالت یا انرشیا تعریف کړئ.
4. د نیوټن دویم قانون بیان کړئ او اړیکه یې د اندازه کولو له واحدونو سره ذکر کړئ
5. د نیوټن دریم قانون تعریف کړئ.
6. یو موټر ولې په یو افقي سرک چې مخه یې کنگل دی، نشي کولای د سرک له گولایي څخه تابعیت وکړي او د مستقیم خط په امتداد له سرک څخه منحرف کېږي؟
7. د نیوټن له لومړي قانون څخه درې مثالونه بیان کړئ.
8. پر یو جسم له  $2Kg$  کتلې سره ،  $20$  نیوټنه قوه واردېږي:

- a- د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.
- b- که چیرې قوه،  $30$  نیوټنه شي، د حرکت په تعجیل کې څه ډول تغیر رامنځ ته کېږي؟
9. دوه جسمونه له  $m_1$  او  $m_2$  کتلو سره چې پر یوې افقي سطحې د سکون په حالت کې دي ، د یو ډول قوو تر اغیز لاندې په حرکت پیل کوي. که چیرې د  $t$  زمان له تیریدو څخه یې سرعت په ترتیب  $v_1$  او  $v_2$  شي، د  $\frac{v_2}{v_1}$  نسبت محاسبه کړئ.
10. یو جسم د سقوط په حال کې دی (د هوا له مقاومت څخه تیرشي) کومې قوې پرې واردېږي؟ د دې قوو عکس العمل مشخص کړئ.
11. د نیوټن د جاذبې قانون بیان کړئ او رابطه یې ولیکئ.
12. دوه جسمونه له  $2Kg$  او  $5Kg$  کتلو سره یو له بل څخه په  $\sqrt{6.67}$  متري واټن کې لري دي، د هغو ترمنځ جاذبې قوه حساب کړئ.
13. په لاندې شکلونو کې د اټکاء عمودي قوه حساب کړئ ( $g = 10 m/s^2$  دي فرض شي)



(b)



(a)

14. له شکل سره سم، یو جسم له تناب سره تړلی او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلی دی.
- a- که چیرې د ستگاه له  $2 m/s^2$  تعجیل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو اکشش) قوه معلومه کړئ.
- b- که چیرې د ستگاه له  $2 m/s^2$  تعجیل سره مخ په لاندې حرکت وکړي، د تناب د رابنکلو قوه به څو نیوټنه وي؟

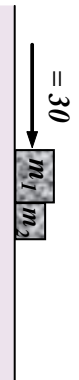


- c- که چیري د ستگاه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تباب د رابنډلو قوه به څومره وي؟
15. د اصطکاک دقوي د ډولونو نومونه واخلئ او څرگنده کړئ، چې دا قوي څه وخت څرگندېږي.
16. یو جسم له  $20\text{Kg}$  کتلې سره د یوې افقي سطحې پرمخ چې ستایيکي ضریب یې  $\mu_s = 0.5$  سره ایښی او هغه په  $25$  نیوتن افقي قوې سره رااکاږو، 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 قوې 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  $0.1$  حرکي 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 اوازې 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 کړي کتله  $6 \times 10^{24} \text{kg}$  او د سپوږمۍ د کړي کتله تقریباً  $7.4 \times 10^{22}$  او د ځمکې د کړي د مرکز واټن د سپوږمۍ د کړي له مرکز څخه تقریباً  $4 \times 10^5 \text{ km}$  دی.
- a- د جاذبې قوه چې ځمکه یې پر سپوږمۍ وادوي، محاسبه کړئ او ووايي 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 برصت په نبي ښايي توپ ته په مترونو د موقعیت تغییر ورکوي، یو داسې کار په ترسره کوي 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 وروستي 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 بکې د نیوتن قوانین عملي ندي، د تطبیق وړ دی. په دې څپرکی کې به 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 څپرکی 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 څپرکی 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 توکلی په فزیک کې تریوې اندازې د کار له مفهوم سره بلل شوی، د هغه څه یادولو لپاره چې د اتم توکلی په فزیک کې مو مطالعه کو، لاندې فعالیت ترسره کوئ.

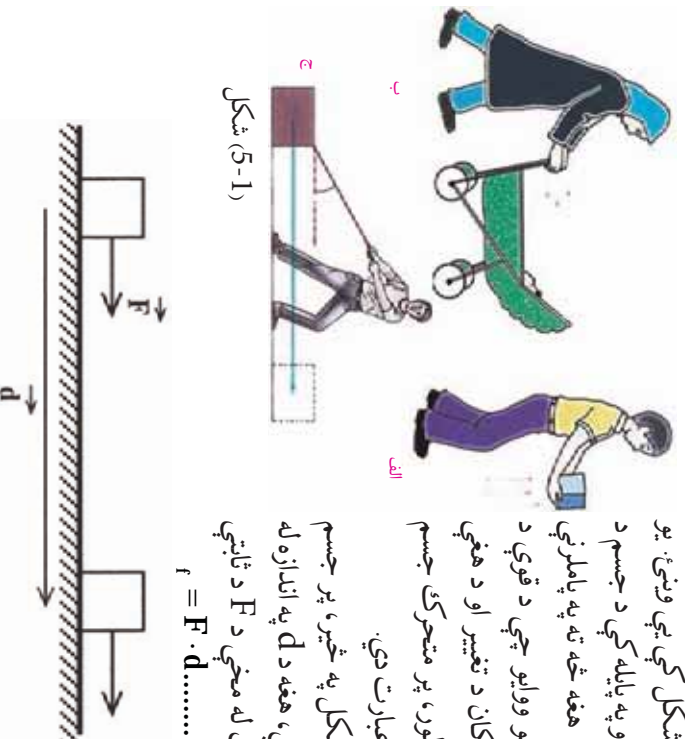
### فعالیت:



هغه شمېر کارونه، چې په خپل چاپېریال کې یې ونډه او یا له هغو سره مخامخ کېږئ یوې لیکې او خپل توکلی ته یې وړاندې کوئ. ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې ځانگړنې او ګڼه عناصر شته؟ دا پوښتنه په بېلابېلو ډلو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیا یې توکلی ته وړاندې کوئ.

پورتنۍ ذکر 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:  $(1) \dots \dots \dots r = F \cdot d$



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 ( $oat - o \text{ d}$ ) 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:

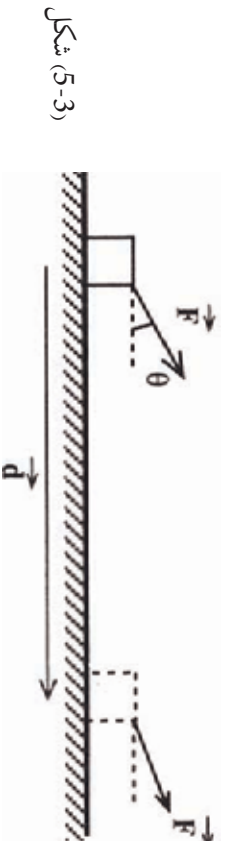
$$= \cdot d$$

$$= (70) (10m) = 700$$



**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:

$$= \cdot d \cos\theta \dots\dots\dots (5) \text{ او یا } = \cos\theta \cdot d$$



شکل (3-5)

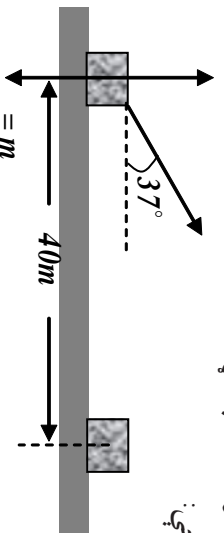
**نوت:** که چیري د (5) په رابطه کې،  $\theta = 0$  شي، په پایله کې د (1) رابطه به لاس ته راشي.  
**مثال:** 10N قوه په یوه جسم د  $60^\circ$  زاويې لاندې واردوو د (F) قوي کار د ځای په شپږمې متري بدلون کې حساب کړئ:

$$= \cdot d \cos \theta$$

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

**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  $F_{in}$  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:  $r = + + +$   
 $r = 0 + 0 + 32000 - 2000 = 12000$

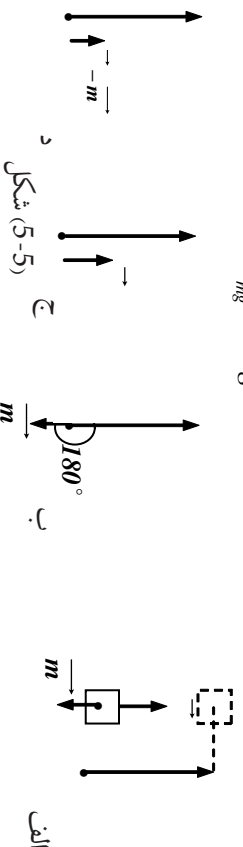
**مثال:** یو جسم د  $m$  له کتلې سره د (5-5) شکل سره سم د  $h$  په اندازه پورته ورو، د وزن د قوې کار

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  $h$  حرکتې اصطکاک له ضریب سره پیلخایه 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 حرکتې انرژي

د پخوانیو معلوماتو له مخې پوهیږو چې د یو جسم حرکتې انرژي 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 حرکتې انرژي 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 حرکتې انرژي د ښکته راتلو پر مهال زیاتیږي.

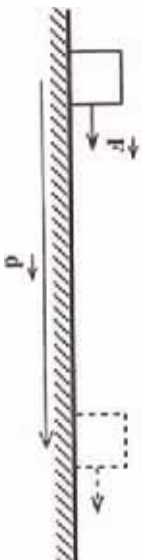
مورن په ورځني ژوندانه کې په خپل چاپېریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې برک یې کوي، حرکتې انرژي یې کمېږي او.....

### فعالیت:

نورې پېلګې چې د حرکتې انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپېریال کې ونډې، وبې لیکې او ټولګې ته یې وړاندې کوي.



د کار او حرکتې انرژي د رابطې د ښې څيړني لپاره، يو جسم  $m$  په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کې ونيسئ. چې د وارده قوو محصله پري ثابتې او له  $\rightarrow$  سره برابر دي او جسم ددې قوي تر اغيز لاندې د  $d$  په اندازه پر يوه افقي سطحه د مکان تغير کوي.



شکل (5-6)

لکه څنگه چې پوهېږو د  $F$  د قوي کار له لاندې رابطې سره حسابېږي.  $d =$  له بلې خوا د نيوتن له دوهم قانون څخه په گټې اخيستلو کولای شو وليکو چې،  $d = m \cdot a = F$  د قوي 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 تغير 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 ایشودلو سره لرو چې:

$$d = m \left( \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \right) \cdot d = m \left( \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \right)$$

$$(2) \dots \dots \dots \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow$$

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 يو 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،  $k_2 \leq k_1$  او حرکتې انرژي کمېږي، او همدارنگه که چېرې د محصلو قوو کار صفر وي،  $k_2 = k_1$  دی او د جسم حرکتې انرژي تغير نه کوي.



### مفهومې پوښتنه: د اجسامو په حرکتې انرژي کې

- a. که چېرې د جسم کتلې دوه برابره شي، حرکتې انرژي به په څومره کچه تغیر وکړي؟  
 b. که چېرې د جسم سرعت دوه برابره شي، د جسم حرکتې انرژي به په څومره کچه تغیر وکړي؟ (په ټولگي 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 گټې 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:

$$x = \overset{f}{=} + \overset{mg}{=} - 300.000 = -300.000$$

**تعمیر:** 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 ترمنځ د اصطکاک ضریب  $0.5$  وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته درېږي؟ ( $g = 10\text{m/s}^2$  فرض شي).

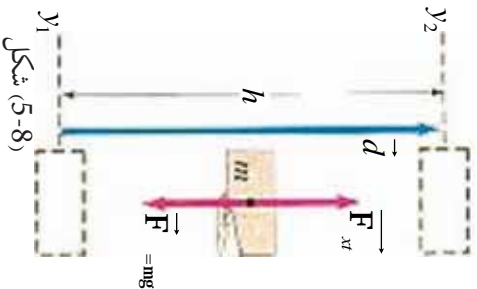
**تعمیر:** یو جسم د  $h$  له ارتفاع څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په گټې اخیستلو سره یې سرعت په  $3/4h$  کې پیدا کړئ. (د هوا له مقاومت څخه تیر شي).  
**تعمیر:** څومره کار به کار دی، ترڅو یو موټر له  $1000\text{Kg}$  کتلې سره د  $20\text{m/s}$  سرعت په لرلو سره  $30\text{m/s}$  ته ورسېږي.

## 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 وولی 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 کمي 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.



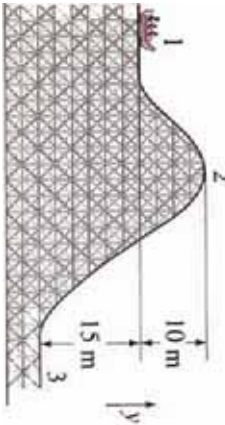
### فنايت:

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 بېلگې په توگه د جسم سرعت زياتېده او د کار يوه کچه د جسم د حروي انرژۍ د زياتېدو لپاره مصرفېده.

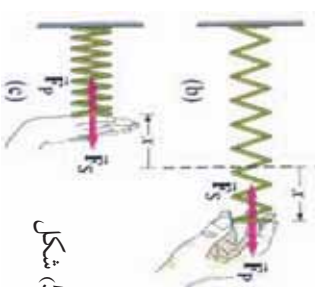
**مثال:** (5-9) شکل ښيي چې يو متحرک له 1000kg کتلې سره له 1 نقطې څخه په حرکت پيل کوي او د 2، 3، له نقطو څخه تېرېږي.  
a. د پوتانسيل جانزوي انرژي د 1 او 2 په نقطو کې لاس ته راوړئ.  
b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتانسيل د انرژۍ توپير حساب کړئ



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. ولي؟ (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:  $\Rightarrow d = kx \cdot dx$

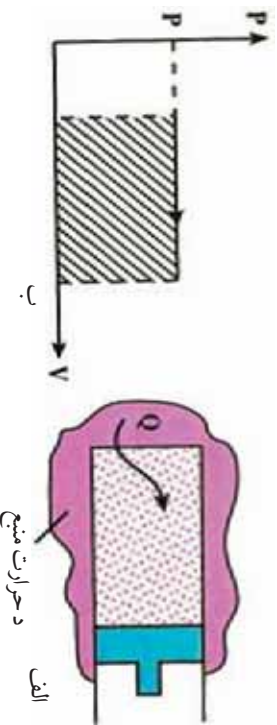
څرګه چې  $F_p$  د  $X_1 = 0$  له موقعیت څخه تر هر وروستي  $X$  موقعیت پورې خطي تحول لري، نو ځکه متوسطه قوه ( $\bar{F}$ ) عبارت له  $X = \frac{1}{2}(0 + X) = \frac{1}{2}X$  څخه او مجموعي سرته رسیدلې کار ( $X^2 = \frac{1}{2}X \times X = \frac{1}{2}\bar{F}X$ ) وي، چې داکار د فنر د پوتانشیالي انرژي په نوم 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 ګاز په مرسته له ثابت فشار سره پر پستون ترسره کېږي:**

هغه کار چې د ګاز لخوا پر پستون ترسره کېږي، د څیړلو لپاره یې یو ګاز 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. ګاز په پیل کې د په فشار او حجم انډول د تعادل په حالت کې دي. (فرض کړئ چې اصطکاک د پستون او استوانې ترمنځ د صرف نظر وړ نه دي) په دې صورت کې د ګاز فشار د چاپیریال له فشار سره برابر دي، ولي؟ 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 چاپېریال یې په پستون واردوي، برابر وي. نو له دې امله وایي 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  $(-V)$  په دې عملیه کې د  $(b, 11-5)$  په شکل کې ښودل شوې دي.

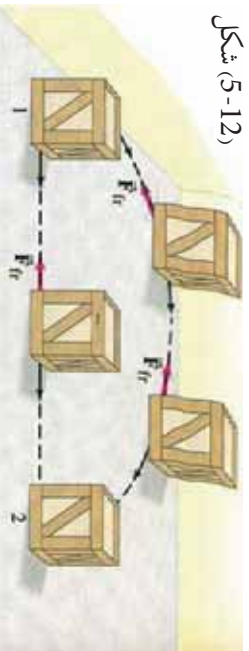
په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېږي، لومړی کار محاسبه کوو. که چیري د گاز فشار  $P$  وي، گاز د عملیې پر مهال د  $A = F \cdot d$  قوه په پستون واردوي، چې په هغې کې  $A$  د پستون له مساحت څخه عبارت دی. که چیري د پستون د ځای بدلون له  $d$  سره برابر وي. د کار چې سیستم یې د چاپېریال پر مخ ترسره کوي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:  $(A \cdot d) = F \cdot d = A \cdot d$  خو  $(4) \Delta v = v_2 - v_1$  په پایله کې:

$$(4) \text{ رابطه له هغه کار څخه عبارت دی چې پستون یې د چاپېریال پر مخ ترسره کوي.}$$

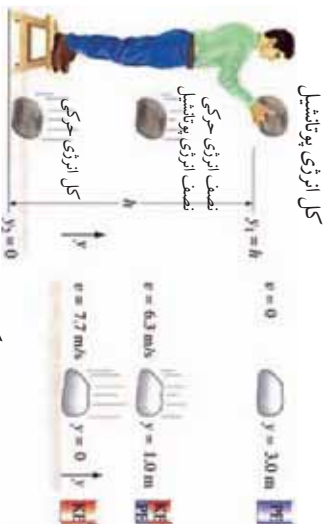
### 5-4: تحفظي او غیر تحفظي قوي

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 وایي. 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 وایي. ددې ډول قوو بڼه بېلګه له اصطکاګ قوې څخه عبارت ده. په همدغه ډول چې په  $(12-5)$  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 اصطکاګ  
د قوې کار د هغه د اصطکاګ  
قوې له کار څخه زیات دی چې  
همغه جسم له مستقیم مسیر څخه  
حرکت کوي.



شکل (5-12)



شکل (5-13)

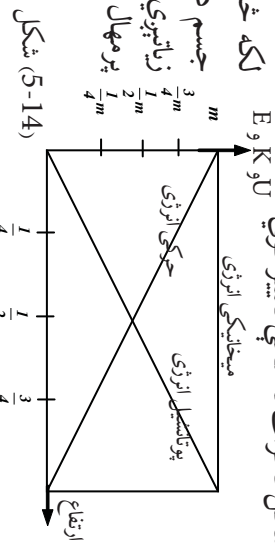
### 5-5: د میخانیکي انرژي ساتنه (تعمف)

د میخانیکي انرژي تعف څه شی دی؟ کله چې یو جسم د  $m$  له کتلې سره د  $h$  له ارتفاع څخه خوشي کوو، د جسم د پوتانسیل انرژي او حرکي انرژي به تغیر وکړي؟ ولې؟ د حرکي او پوتانسیل انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟

په هغه صورت کې چې یوازې تعفني 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 حرکي او پوتانسیل 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 حرکي او پوتانسیل 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 پوتانسیل انرژي له زیاتیدو سره، د حرکي 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 پوتانسیل او حرکي انرژي مجموعه ثابتې وي چې دا قانون د میخانیکي انرژي د تعف د قانون په نامه یادېږي.

**مثال:** یو جسم له  $0.5Kg$  کتلې سره د  $2m$  له ارتفاع څخه د  $10m/s$  له سرعت سره مخ پورته غورځوو. دا جسم تر ډېره حمله تر کومې ارتفاع پورې پورته شي؟

$g = 10m/s^2$  فرض کېږي او د هوا له مقاومت څخه دې صرف نظر وشي.

**حل:** د جسم حرکي انرژي د غورځولو په نقطه کې برابر ده له:  $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(0.5)(10)^2 = 25$   
 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 ليکلاى شو چې:

$$v_1^2 + v_2^2 = 5h_2 + 0$$

**د غير تحفظي قوو پرمت ترسره شوى کار**

په تيرو لوستونو کې له تحفظي او غير تحفظي قوو سره اشنا شوى او همدارنگه د تحفظي قوو پرمت له ترسره شوى کار سره هم بلد شوى. اما تر اوسه مو له خپله څخه پوښتنه کړې ده چې د غير تحفظي قوو کار څنگه دى؟

ايا هغه کار چې د تحفظي او غير تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي، يو شان دى؟ ولې؟  
**تعميرين:** 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 شوى کار د لارې له مسير سره تړاو لري، ددې ډول قوو بڼه بېلگه د اصطکاک له قوې څخه عبارت دى. مثلاً که چيرې تاسو د يو جسم چې د ځمکې پرمخ ايښى دى، ځاى بدل کړئ، (په منځني ډول، په مستقيم، په منکسر يا زنگراکي ډول) هره يوه ځاى 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 کېداى شي، بحث وکړئ او بيا 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:

$$W_c = W_{nc} + W_{fr} + \dots \quad (1)$$

هغه کار چې د تحفظي او  $W_c$  هغه کار دى چې د غير تحفظي قوو پرمت ترسره کېږي. اوس د کار او انرژۍ له قضيې څخه په گټه اخېستلو داسې ليکلاى شو:

$$\begin{aligned} W_c &= \Delta k \\ \rightarrow W_c + W_{nc} &= \Delta k \\ \rightarrow W_c &= \Delta k - W_{nc} \quad (2) \end{aligned}$$



هغه کار چې د تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسيل د انرژۍ په بڼه يې وليکو،

لکه څنگه چې له پخوانيو لوستونو څخه مو زده کړي: (3)  $\dots -\Delta V = e$

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 ټولگي په فزيک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنگه په پخوانيو لوستونو کې مو د ترسره شوي کار په هکله بحث وکړ. خو د هغه زمان په هکله چې دا کار پکې ترسره کېږي، خبرې نه دي شوي. کار 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 حالاتو 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 ټولگي په فزيک کې مو هم ولوستل، د  $W$  کار چې د  $t$  په زمانه کې ترسره کېږي، د  $P$  د توان پرمټ ترسره شوي کار د زمان په واحد کې تعريفېږي. يعنې:  $P = \frac{W}{t} \dots (5-18)$

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 ټولگي په بيلابيلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمېخ اړیکو په هکله لاندې جدول ډک او پايله يې ټولگي ته وړاندې کړئ.

( )	$t (s)$	$= \frac{W}{t}$ ( $att$ )
10	2	
10	1	
20	$\frac{1}{2}$	
80	$\frac{1}{4}$	

**مثال:** يو غر مزلي (کوهورردي) 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 بيرته ورکړي يا اغېزمنتيا (موثریت) په نامه يادېږي.

$$\text{خروجي کار} = \frac{\text{اغېزمنتيا ورکړه وروډی کار}}{100} \times 100$$


## 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  $(\theta)$  تړوبي 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 يورې څخه زياتې قوي عمل وکړي، مجموعي کار عبارت له حاصل ضرب د هر يو کار څخه په جلا توگه دی، يعنې:  $1 + 2 + 3 + \dots + n$
- او يا مجموعي کار کولای شو، په لاندې توگه وليکو:
 
$$d \cos(\theta)_{\text{total}} = d \cos(\theta)_{\text{total}}$$
- د کار د اندازه کولو واحد د (J) په سيستم کې عبارت له ژول (J) څخه دی،  $1 \text{ J} = 1$
- 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 وایي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تړاو ولري، دې ډول قووته غیر تحفظي قوې وایي.

- 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:  $W = F \cdot d = m a \cdot d = m a t$
- 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:  $P = F \cdot v$ .

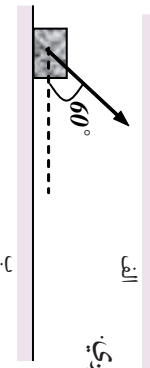
- په SI کې د طاقت د اندازه کولو واحد عبارت له واط (W) څخه دی.

$$\frac{1}{s} = 1 \text{ W}$$

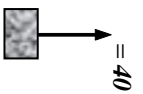
$$736 \text{ W} = 1 \text{ hp}$$

## د پنځم څپرکي یو بنسټي

- کار تعریف کړئ، د اندازه کولو واحد یې د SI په سیستم کې ووایی او ددې (وکتوري یا سکالري) کمیت ډول مشخص کړئ.
- 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.
  - قوه په افقي توګه پر جسم واردېږي.
  - قوه د افق په نسبت تر  $\theta = 60^\circ$  زاوړي لاندې پر جسم واردېږي.



- 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 په صرف نظر کولو:
  - د جسم د حرکت تعجیل لاس ته راوړئ.
  - د  $F$  د قوې کار د جسم په  $10\text{m}$  ارتفاع په اوچتولو کې حساب کړئ.
  - د  $W$  د وزن د قوې کار د جسم په پورته کولو کې وټاکئ.
  - د محصله قوې کار مشخص کړئ.



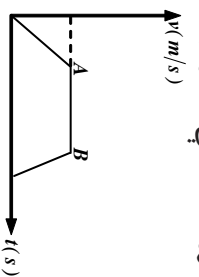
- یو جسم د  $m$  له کتلې سره، د ځمکې له سطحې څخه، مخ پورته په قائمه توګه وپستل کېږي او د  $h$  تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پیدا کړئ.
  - بیان کړئ چې ولې په لاندې هر یو حالت کې، کار له صفر سره مساوي دی؟
    - که چېرې یو تن یو جسم په لاس کې ونیسي (په داسې حال کې چې شخص ستومانه کېږي).
    - که چېرې یو تن یو جسم په لاس کې وساتي او هغه ته په ثابت سرعت په افقي استقامت کې د موقعیت تغیر ورکوي.

- 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):
  - په یوه رسم کې پر جسم باندې ټولې واردې قوې ونښئ.
  - د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.
  - د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

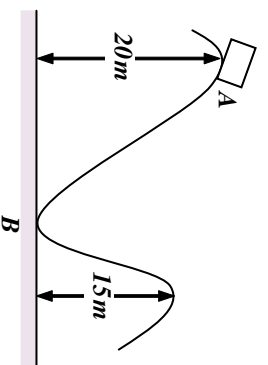


- د یوې قوې پرمخت د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بیلابیلو زاویو کې وڅیړئ.
- حرکي انرژي تعریف کړئ او رابطه یې ثبوت کړئ.

- 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 خوشې کړو، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضيه څخه په گټې اخېستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت يې څمکې ته د رسېدو په لحظه کې حساب کړي.
- 12) په مخامخ شکل کې پر جسم د واردو شوو قوو د محصلې د کار نېټه 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 خوشې کېږي، د ميخانيکي انرژي د تحفظ له قانون څخه په گټې اخېستلو 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) اغېزمنتيا 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 لرونکي 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 پرمخ په حرکت کې دي. 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 لرونکي دي. 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:

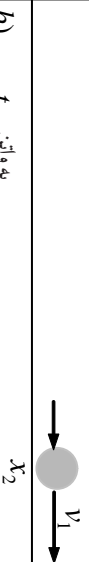
د يوه ثابتې قوې امپولس عبارت دی، د نوموړې قوې او زمانې واټن له حاصل ضرب څخه چې قوه په کې عمل کوي.

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$\Delta v = v_2 - v_1$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

a) په واټن  $t_1$  کې  $x_1$

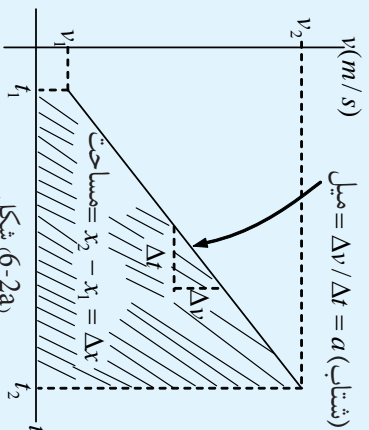


ب) په واټن  $t_2$  کې  $x_2$

شکل 6-1، 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 دی. 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 خپلو ټولگيو لويه او زوروي.

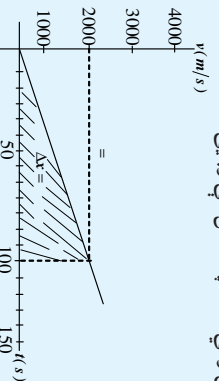
### فعاليت:

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:

- بېړۍ په لومړيو 100 ثانيو تعجيلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې ونښئ.
- د بېړۍ سرعت د  $t = 150s$  په زمان کې څومره دی؟
- د بېړۍ تعجيل حساب کړي.

شکل 6-2b،

د فضايي بېړۍ د (سرعت - زمان) گراف

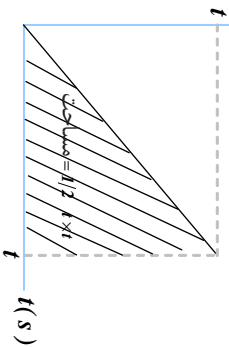




## تمرینونه

لاښاري پرېښتنو ته څر اېږنه وړايی.

- ( )
1. د  $3,7$  يوه ثابتې قوه په  $100$  زمانې واټن 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 پيدا کړئ.



3. په ورکړل شوي پورته شکل کې  $dy = 55$  ،  $t_1 = 10s$  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  $2N$  دويمه قوه په ( $t = 5s$ ) تر ( $t = 10s$ ) زمانې انټروال کې عمل کوي. ددې دوو قوو امپولسو نه حساب او سره پرته کړئ.

## 6-2: مومنتم

مومنتم څه شی دی؟ د يوې لارې موټر او يو ګرڼدي وړکټي موټر ترمنځ د حرکت په حال کې د مومنتم له نظره څه توپير شتون لري؟

د نيوتن د حرکت دويم قانون د مومنتم له نقطې نظره څنگه کولای شو، تعريف کړو؟ اويا په ساده توګه، د مومنتم او د نيوتن د حرکت د دويم قانون ترمنځ کومې اړيکې شته؟



### بحث وکړئ:

دو توپونو ته چې دواړه د يو نشان کتلې لري، يو له بله سره تصادم ورکړئ، څه به پيښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې بحث وکړئ او پایله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

په پخواني بحث کې مو د نيوتن د قانون په مرسته پيدا کړل چې:  $m\Delta v = \Delta t$  او د معادلې د کيڼ اړخ مقدار مو د امپولس په نامه ياد کړ. اوس خپل پام د معادلې ښي اړخ ته راګرځوو. پوهېږو چې  $v_2 - v_1 = \Delta v$  لکه څنگه چې  $v_1$  د جسم لومړنۍ سرعت د  $t_1$  په زمانه او  $v_2$  دويم سرعت د  $t_2$  په زمان کې دی. نو کولای شو وليکو:  $m\Delta v = mv_2 - mv_1$

د معادلې د ښي اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب افاده کوي. دغه حاصل ضرب له مهمو فزيکي کچو يا اندازو څخه يوه بله کچه ده، چې د مومنتم په نامه ياد شوی دی.

د تعريف پر بنسټ د  $M$  يوه کتله چې د  $V$  په سرعت په حرکت کې ده، د  $P$  مومنتم لرونکې 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، کوشن وکړئ په څير سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو پوځيوالو سره بحث وکړئ.

$$= 3 \times 10^5 m_1 \quad = 5,0 \times 10^{22} kg m/s \quad \text{a) پروتون}$$

$$m = 1.67 \times 10^{-27} \quad = 1 \quad m/s \quad \text{b) مرمی}$$

$$= 1 \times 10^3 m/s \quad = 2 \times 10^3 kg - m/s \quad \text{c) لاری}$$

$$m = 1 \times 10^{-3} \quad = 9 \times 10^7 kg m/s \quad \text{d) بونینگ}$$

$$= 20 m/s \quad = 3 \times 10^2 m/s \quad = 5 \times 10^7 kg m/s \quad \text{e) فضايي بیری (سفینه) لاپولو}$$

$$m = 1 \times 10^4 \quad = 1 \times 10^4 m/s \quad = 18.10^{24} = 1.8 \times 10^{29} kg m/s \quad \text{f) ځمکه}$$

$$= 3 \times 10^5 m \quad = 3 \times 10^5 m/s \quad = 3 \times 10^{34} kg m/s \quad \text{g) ستوري}$$

$$m = 3 \times 10^5 \quad = 1 \times 10^4 m/s$$

$$= 5 \times 10^3 m \quad = 3 \times 10^4 m/s$$

$$m = 5 \times 10^3 \quad = 6 \times 10^{24} m$$

$$= 3 \times 10^4 m/s \quad = 1 \times 10^4 m/s$$

$$m = 3 \times 10^4 \quad = 3 \times 10^{30} m$$

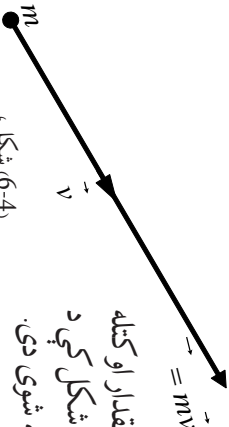
په مختلفو اجسامو کې د مومنتم مثالونه  
شکل (6-3)

## مثالونه

1 - ديو اوبن کتله د هغه له بار سره  $g = 500$  دي او په  $2m/s$  حرکت کوي، مومنت يې حساب کړئ.

**حل:**  $m/s = 10^3 \text{ kg} \times 2m/s = 5 \times 10^2 \text{ kg} = mV$

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 مومنتم په  $mV$  اړايه شوی دی.

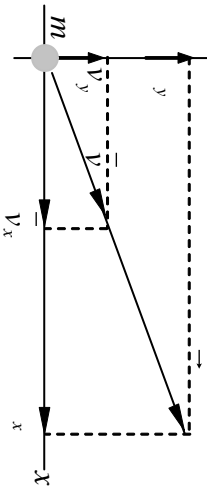


شکل (6-4)،  
د مومنتم وکتوري خاصیت ښوونه

لکه څنګه چې د وضعيه کمیتونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، يو وکتور د وضعيه کمیتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزا تجزيه کېدای شي، ددې له مخې د د مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزيه کېدای شي، چې په (6-5) شکل کې ښودل شوي دي. باید په یاد ولرو که چېرې مومنتم د د محور د مثبت لوري په نسبت د  $\theta$  زاويه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

$$\begin{aligned} P_x &= mV \cos \theta \\ P_y &= mV \sin \theta \\ P^2 &= P_x^2 + P_y^2 \end{aligned}$$

او د فيثاغورث له قضیې څخه:



شکل (6-5)،  
په اجزاوو د مومنتم د وکتور تجزيه

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

- یوه لاری له  $g = 3000$  کتلي سره، په  $30^\circ$  زاویه د شمال ختیځ په لور په  $72 \text{ m/h}$  سرعت په حرکت کې ده، یو واګون چې د  $g = 1000$  کتلي 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  $Y$  مرکبي پیدا کړئ.
- د اریانا مسافر وړونکي یوه الوتکه په ټولیزه توګه د  $g = 50000$  کتلي لرونکي ده، او په  $900 \text{ m/h}$  سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسیر  $135^\circ$  د جنوب ختیځ په لور وي، د مومنتم د ( $X$  او  $Y$ ) مرکبي یې وټاکئ.

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  $x = \cos \hat{\theta} = -1,25 \times 10^7 \cos 45^\circ \text{ g m/s}$

$$= -1,25 \times 10^7 \times 0,707 \text{ g m/s}$$

$$x = -8,84 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

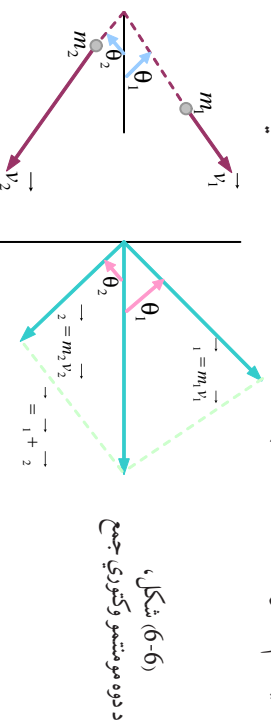
او  $y = \cos \hat{\theta} = -1,25 \times 10^7 \cos 45^\circ \text{ g m/s}$

$$= 1,25 \times 10^7 \times 0,707 \text{ g m/s}$$

$$y = 8,84 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

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  $1 + 2 =$  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 ولري 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 توضیح کړی: 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 یو ډول مومنت لرونکي وي. یعنې:  $a = B$  وای؟

اوس د مومنت د مفهوم په پوهیدو سره ددې پوښتنې په څیړلو پیل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنت ترمنځ کوم ډول اړیکه شته؟ یا قوه کولای شي د یو جسم مومنت تغیر ورکړي؟

ددې موضوع د پوهیدو لپاره لاندې فعالیت ترسره کړئ.



### فعالیت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په محکمې فعالیت کې مو ترسره کول. کوبښ وکړئ چې هماغه دوه توپونو ته له ډېرې قوې سره یو له بله تصادم ورکړئ. څه به پېښ شي؟ توضیح یې کړئ. د پورتنۍ فعالیت په ترسره کولو به دې پایلې ته ورسېږئ، چې قوه کولای شي چې د یو جسم مومنت کم او یا زیات کړي او یا د مومنت په لورې کې بدلون منځته راوړي.

## 6-3: قوه او مومنت

ددې څپرکي په پیل کې مو د نیوټن قانون د  $\Delta r = m\Delta v$  په بڼه افاده کړ. چې په بنسټیز ډول د نیوټن د دویم قانون ( $= ma$ ) څخه استخراج شوی و. نیوټن د حرکت په باب د خپلو درې ګونو قوانینو په بنسټیزه ویناګې، قوه د کتلې او تعجیل له جنسه نه، بلکه د مومنت زماني د تغیراتو د درجې له جنسه افاده کړې دي. په یاد ولرئ چې:  $\Delta r = m\Delta v - mV_1 = \Delta$  کتلې او د هغې د سرعت د تغیراتو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنت کې له تغیراتو سره د کتلې او د هغې د قیمت په تعویضولو سره په لومړۍ رابطه کې پایله کې ترلاسه کېږي، چې  $\Delta r = \Delta$  په  $\Delta r$  باندې د معادلې د دواړو خواو له تقسیمولو څخه  $\frac{\Delta}{\Delta t} =$  لاس ته راځي. په یاد ولرئ چې  $\Delta$  په مومنت کې د تغیر له  $g m/s$  واحد سره او  $\Delta t$  د زمان انټروال دي. کله چې د F قوه عمل کوي او د  $\Delta$  د تولید سبب ګرځي. نو په مومنت او د زمان انټروال کې د بدلون نسبت عبارت د مومنت د تغیر د زمان له منځنۍ درجې څخه پایله ترلاسه کوو، چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د یو جسم د مومنت د تغیراتو 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 اسانۍ 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 شپږ چې هغوی څه ډول په اسانۍ د نیوتن له دویم قانون سره تړلي دي. مور: په پورته کې وینو ده 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  $F$  امپولس د  $\Delta t$  په زماني انټروال کې او  $\Delta$  تولید شوي مومنتم تغیر د  $F$  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 مستقیمه 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 نښي.

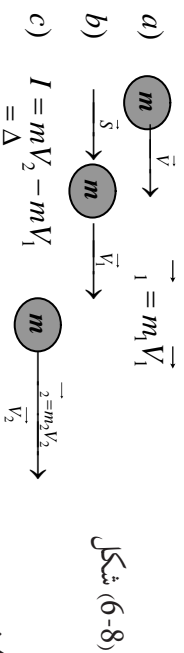
$$\begin{aligned} V &= 0 \\ a) \quad & \textcircled{m} \\ & \xrightarrow{I} \textcircled{m} \\ b) \quad & \textcircled{m} \\ & \xrightarrow{I} \textcircled{m} \\ c) \quad & \textcircled{m} \\ & \xrightarrow{I} \textcircled{m} \end{aligned} \quad = m\vec{V} = I$$

شکل، (6-7)

د صفر لومړنۍ مومنتم لپاره د (امپولس – مومنتم) د قانون نښونه

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 (8-6) 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:  $mV_2 - mV_1 = I$

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  $3 \times 10^5$  قوه 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  $4 \times 10^4$  سرعت تغیر رامنځته شي.

$$\Delta = I = \Delta t = 3 \times 10^5 \times 10s = 3 \times 10^6 \text{ g m/s}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta}{m} = \frac{3 \times 10^6 \text{ g m/s}}{1.5 \times 10^4 \text{ g}} = 200 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta}{a} = \frac{m \Delta V}{a} = \frac{1.5 \times 10^4 \times 4 \times 10^4}{3 \times 10^5} = 2 \times 10^3 s = 2000s$$

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 تغیرات  $200 \text{ m/s}$  دي. انجنونه باید د  $2000s$  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)

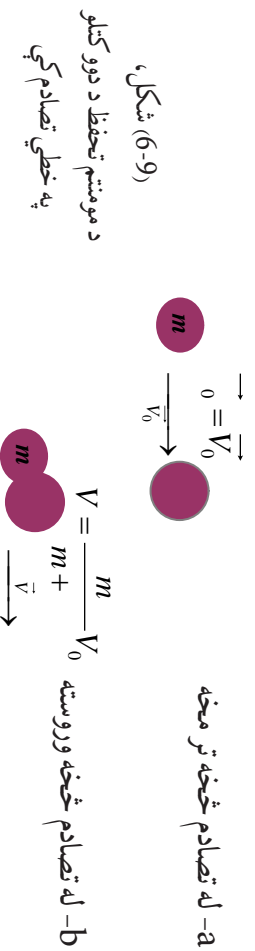
په پخواني څپرکي کې مو د نیوټن دریم قانون په دې اړه چې د هر عمل لپاره هغه ته یو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصیل سره مطالعه کړ. د نیوټن دریم قانون په حقیقت کې په طبیعت کې د قوو د بنسټي خاصیت پایله ده چې تل یې په خپلو کې په جوړه یې ډول عمل او عکس العمل واقع کېږي. کله چې یو جسم پر بل جسم قوه واره کړي، 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 بلون دی. په څرګنده توګه که چېرې  $F$  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  $m$  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:

$$mV_0 = (m + )V$$

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه

$$mV_0 = (m + )V$$

او یا:

ددې له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو ولیکو:  $V = \frac{m}{m+}V_0$

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  $m$  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 مومنتم محفوظ دي، نو له مخې یې:

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

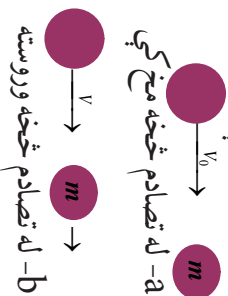
$$mV_0 = V - mv$$

a- مخکې له ټکر څخه

b- له ټکر څخه وروسته

(6-10) شکل،  
په خطي ټکر کې د مومنتم تحفظ  
(ټکر لرونکي کتله له ساکنې کتلې کوچنې)

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 همداې یوه لوري کې په حرکت راځي. په (6-11) شکل کې ښودل شوي دي.



شکل (6-11)،

په خطي تصادم کې د مومتم تحفظ  
(ټکر کورنکې کتله له ساکني کتلې څخه لږه)

د دې ځانگړي حالت لپاره، د مومتم د تحفظ قانون لاندې شکل ځانته اختیاري:

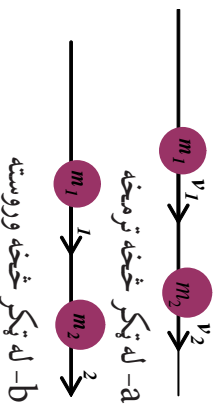
$$V_0 = V + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوي دي. په دې حالت کې:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

د  $m_1$  او  $m_2$  ورکړ شوو کتلو او  $v_1$  او  $v_2$  ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستي سرعتونه له تصادم څخه وروسته په  $v_1$  او  $v_2$  دي. د لومړني قیمت د ورکړل 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.



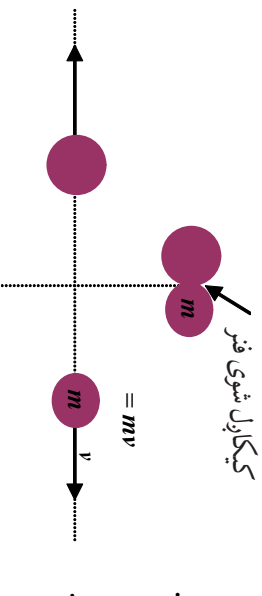
شکل (6-12)،

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 خواو چې تر فنسار 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، وبه مو مو چې هغوی باید یو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دویم ځلي پاملرنه کولای شو ولیکو:  $mv = mv$

شکل (6-13)،

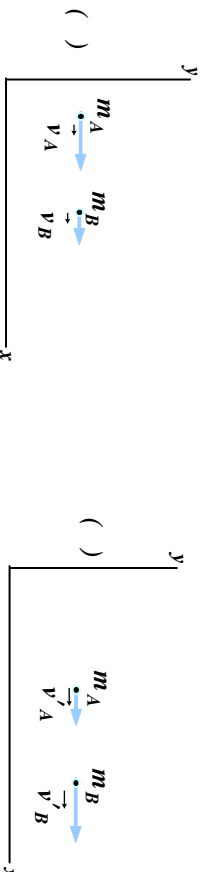
د هغو کتلو د مومنتم تحفظ چې د فنر په واسطه دواړو خوا ته شوتل شوي دي.



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 صفاق 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 کونکو 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 اخیستلو 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 اخیستلو 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:

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

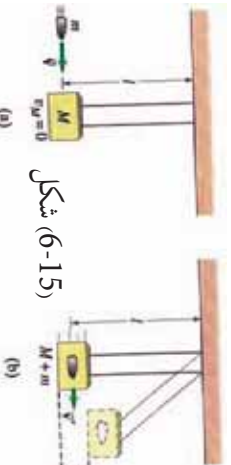
اوس په (3) رابطې باندې د (5) رابطې په ویشلو او د  $V'_A \neq V'_B$  او  $V'_A \neq V_B$  په فرضولو سره لرو چې:

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

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 دمخه 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، ييرازي کېدای 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 رقاصي (Ballistic Pendulum) څخه دی، چې په مرسته يې کولای شو د مرمي سرعت اندازه کړو.



چینه وکړئ

ته وراندې کړئ

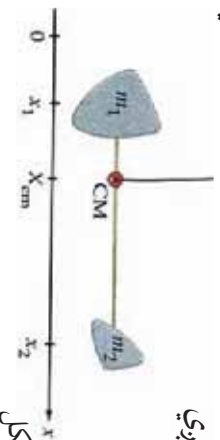
### 6-7: د ثقل مرکز

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

$$m_A x_{cm} + x_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$

$$\text{اویا (1)} \quad X_{cm} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{m_A + m_B}$$



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:

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

## 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 توگه، 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:  $\sum \vec{r} \cdot \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{I}$  څخه دی، يعنې پر يوه جسم د واردو شوو قوو مجموعه مساوي د مومنتم له تغير 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 بېلگې 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 لاندي رابطو څخه گټه اخيستل کېږي.

$$\sum_{i=1}^n m_i X_i = X_{cm} \Rightarrow \text{نظر د } X \text{ محور ته} \quad \sum_{i=1}^n m_i Y_i = Y_{cm} \Rightarrow \text{نظر د } Y \text{ محور ته}$$



## د شپږم څپرکي پوښتي

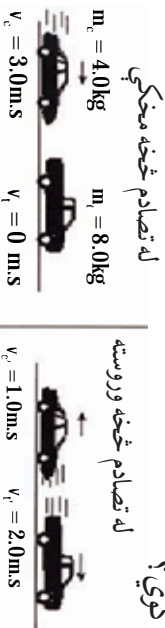
1. د یو جسم مومتم عبارت دي د جسم د ..... او ..... له حاصل ضرب څخه.
2. د نیوټن د دوهم قانون له مخې پر یو جسم د وارده قوو مجموعه عبارت له نسبت د ..... پر ..... دی.
3. امپولس عبارت د ..... له تغییراتو څخه دي.
4. په ارتجاعی تصادمونو د دوو تصادم کونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته یو له 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)  $\frac{\Delta}{\Delta t} m \cdot \Delta v$       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

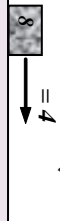
8. لاندې تصویر د دوو لابراتواري موټر ګیر تصادم ښيي، چې په ترتیب سره د 4Kg او 8Kg کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له 1m/s سرعت سره د شا په لور او د B موټر له 2m/s سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پر بنسټ، لاندې څوابونو څخه کوم یو د مومتم او حرکي انرژي په هکله صديق کوي؟



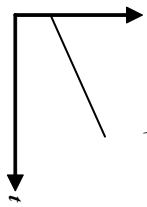
مومتم	حرکي انرژي
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت نه دي موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت موندلی
تحفظ صورت نه دي موندلی	تحفظ صورت نه دي موندلی

- 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  
ج) هغه مجموعي قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي.  
ب) د سفینې سرعت  
د) د سفینې پرمخ ترسره شوي کار
11. یو جسم د  $5$  ثابتي قوې لاندې د سکون له حالت  $1.5 \text{ m/s}^2$  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  $8$  ده واردېږي، ددې کتلې په سرعت کې تغیر وټاکئ (تعیین) کړئ.  
20. یو جسم چې  $10 \text{ gr}$  کتله لري، د  $10 \text{ gr}$  سرعت لرونکی دی. که چیرې  $s - 1000$  امپولس پر دې کتلې وارد شي، د کتلې اُخري سرعت حساب کړئ.

21. یو ماشوم له  $g$  21 کيلې سره بېر یو 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 ایې رنگه توپ سره چې ساکن دی، برخورد وکړي. (فرض کړو چې د لویې دوخت په اوږدو کې، توپونه له اصطکاکی پرته بېرېرې سطحې حرکت کوي). د ایې رنگه توپ نهایی سرعت په لاندې حالتونو کې پیدا کړئ.

- a. شین رنگه توپ له ایې 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 پورتني شکل کې فرض کړئ چې یوه 10 گرامي سکه او یوه 5 گرامي 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 هوايي سفینې دوی برخې (مثلا د قوماندې برخه او د سفینې د خدمتونو برخه) وي، او  $g$  10,000 = او  $m = 2000$  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 شني 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.

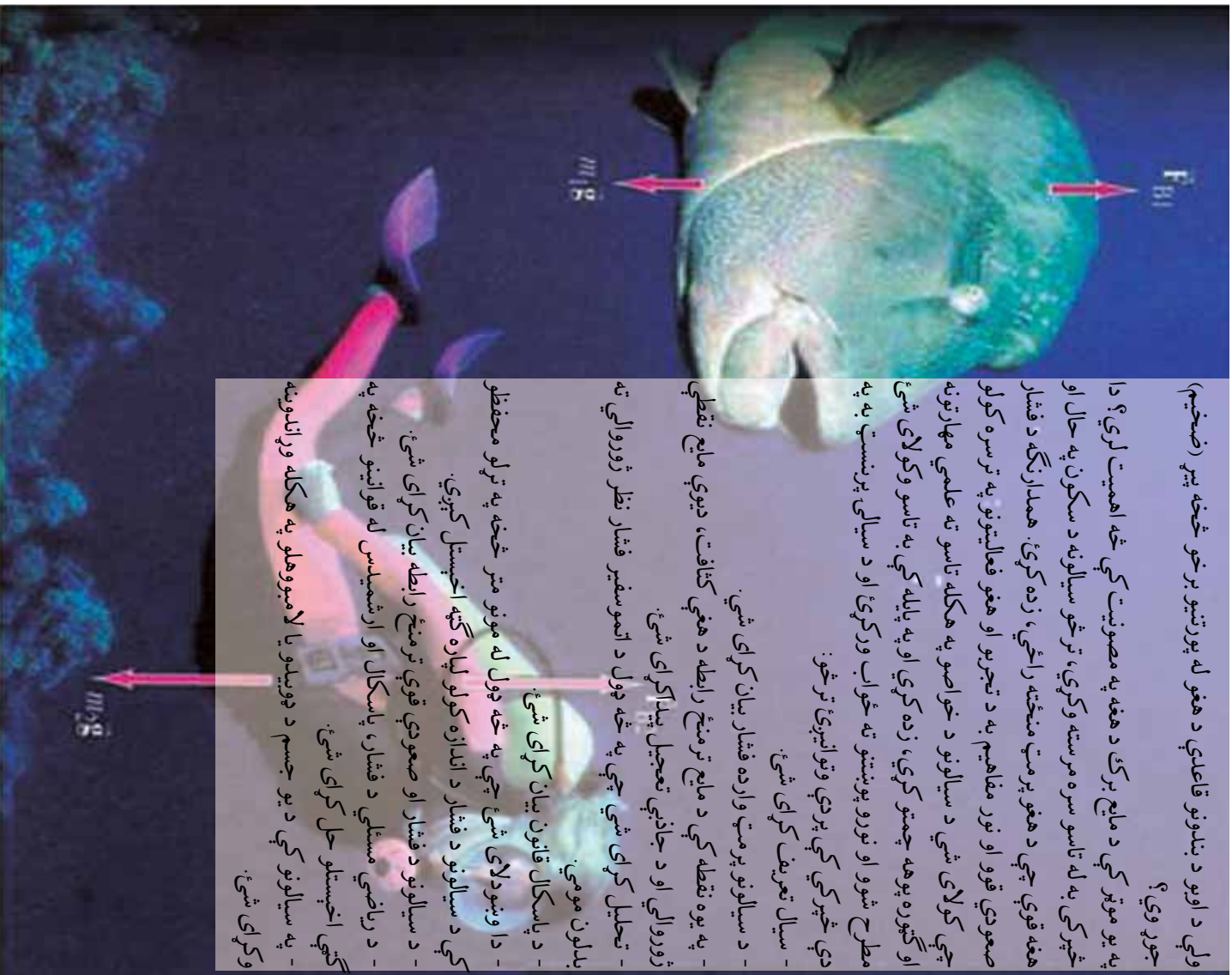
26. یو موټر له  $g$  500 کتلي په  $15m/s$  سرعت د جنوب په لور له یوې  $g$  4500 لاری سره چې د ترافیکي اشارې لپاره د دریډلې ده، ټکر کوي. موټر او لاری یو له بله سره لگیدلي او له ټکر څخه وروسته یو له بل سره یو ځای په حرکت راځي د موټرونو د مجموعي کتلو نهایی سرعت پیدا کړئ.

# اوووم شپړکی د سیالونو نسبي سکون

ولې د اوووم 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، دیوي مایع تقطی 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  $0.16 \text{ cm}^2$  مساحت او  $8 \text{ N}$  وزن لري، څومره دی؟ حساب یې کړئ.

**حل:**

$$\begin{aligned} \text{لومړۍ مرحله: لاندې معلومات ورکړل شوي دي: } A &= 0.16 \text{ cm}^2 \\ &= 8 \\ \text{دوهمه مرحله: د فشار معادله ولیکئ. } &= \frac{\quad}{A} \end{aligned}$$

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).

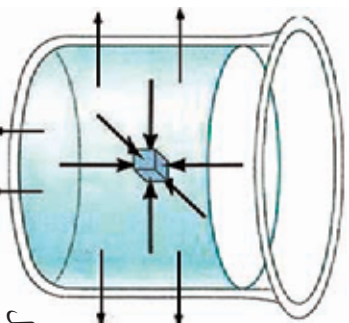
$$= \frac{8}{0.16} = 50 \text{ } m^2 = 50 \text{ } a$$

### 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

### ګڼلاره:

- 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 سوزی 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 سوزیو 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)

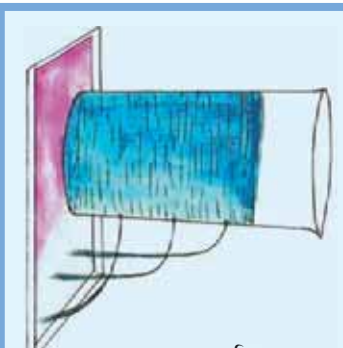
په څه ډول د اوبو د فشار کچه نظر د اوبو عمق ته توپیر کوي؟  
ددي پوښتنې ځواب د لاندې فعالیت په ترسره کولو لاس ته راوړلای شئ.



### فعالیت: فشار او ژوروالي

**اړین توکي:** اوبده حلې قطي، موم، سوري کوونکي او اوبه  
**ګولاره:**

- 1- د قطي پوه خوا درې ځايه په مساوي ډول سوري کړئ.
  - 2- سوري په موم يا خميري بند کړئ.
  - 3- حلې قطي له اوبو څخه وکه کړئ.
  - 4- سوري پر تيزۍ.
  - 5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.
- لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب وولئ:
- له کوم سوري څخه اوبه په تيزۍ او ډېر شدت فواره کوي؟
  - په کوم سوري کې فشار ډېر دی؟



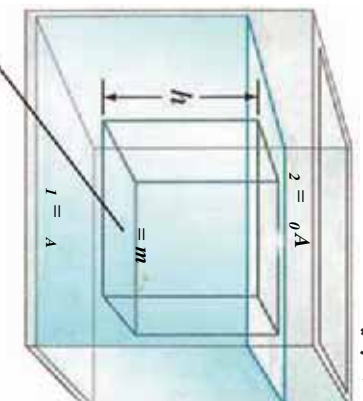
شکل (7-3)

له لاندې فعالیت څخه کولای شو پایله تر لاسه کړو چې د اوبو فشار د ژوروالي په زیاتیدو سره ډېرېږي.

### د مایع په یوه ټاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي تړمنځ رابطه

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 چېرې 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:

$$1 - \text{د بېلگه نیز سلنډر وزن } (W), \quad W = \rho g h A, \quad m g =$$

$$2 - \text{د } (F_1) \text{ صعودي قوه چې د مایع د فشار له امله د سلنډر پر قاعدې واردېږي. } F_1 =$$

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 دی):

$$\sum = 0$$

$$\begin{aligned} \text{نر ددي له مخې: } A - ( {}_0A + pghA ) &= 0 \\ &= {}_0 + pgh \\ \text{اویا } - {}_0 &= pgh = \end{aligned}$$

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 سرخلاصي لوړېني په ښکتنۍ 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  $\frac{kg}{m^3} 1.025 \times 10^3$  ،  $a$  او  $\frac{m}{s^2} 9.8 = g$  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:**

$$\begin{aligned} &= pgh \\ &= 1.025 \times 10^3 \times 9.8 \times 400 \\ &= 4.018 \times 10^6 \quad a \end{aligned}$$



$$= 0 + \quad -2$$

$$= 1.01 \times 10^5 \quad a + 4.018 \times 10^6 \quad a$$

$$= 4.119 \times 10^6 \quad a$$

$$= - \Rightarrow \quad = \times A \quad -3$$

$$= 4.018 \times 10^6 \times 0.8$$

$$= 3.2144 \times 10^6$$

### 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 تورسیلي (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 يو 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 بیا یې په معکوس ډول له سیمابو څخه په ډک لوبښي کې کېږدو، په دې صورت کې  $a = h$  (ولې)؟

ځکه نو:  $0 = P_g h$

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 دی او د سیمابو په دې ستنې باندې د اتموسفیر فشار یو اتموسفیر ( $1_{atm}$ ) دی.

د سیمابو ستنې ارتفاع په  $P$ ،  $g$  او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري. نو له دې کبله د کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبې تعجیل ( $P$ ) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له تغیراتو سره بدلون مومي. ټول دقیق فشار سنخونکي یا بارومترونه (Barometers) له ترمامیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارټونو سره یو ځای جوړېږي.



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؟  
ددې پوښتنې د ځوابو لپاره لاندې فعاليت په عملي توگه تجربه کړئ.



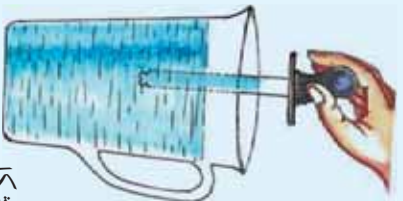
### فعاليت:

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 کوچنې 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. بڼایي تجربه کړي مو وي چې لوړو او ټیټو منطوقو ته د سفر پر مهال مو غوړونه اواز کوي او سبب یې دا دی چې ستاسو د غوړنو د شاوخوا هوا په فضايي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځته شوي او د غوړز 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:**

$$1_{atm} = \rho_g h$$

$$1_{atm} = 13595 \times 9.80666$$

$$1_{atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ a}$$

b- د بحر په سطح کې پر  $2m^2$  مساحت واره 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 اوبه څښئ؟ 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

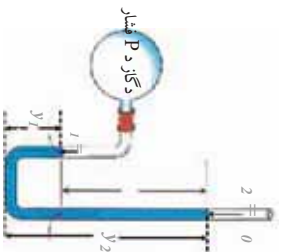
په محصور شوو مایعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له یوې الې خڅه چې د فشار سنځ په نامه یادېږي، کار واخلو. دوه ډوله فشار سنځ شتون لري. یو د سرخلاص نل چې هغې ته شکله موزومتر (U shape manometer) او دویم ډول یې د بورډن موزومتر (Bourdon - type) په نامه یادېږي.

### 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)

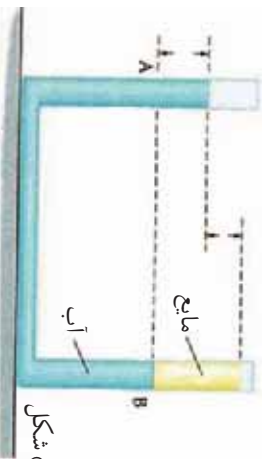
لکه څنګه چې پوهېږئ چې (  $0 -$  ) نظر زوروالي ته، د فشار د توپیر په نامه دی او دا فشار متناسب دی د مایع د ستونزو د ارتفاع له توپیر سره.

### 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 ترمنځ نسبت.
- 2 - که چیرې د مایع د ستون ارتفاع  $20cm$  او  $d = 8cm$  وي، د مایع کثافت پیداګړی.



شکل (7-9)

**حل:**  
 $a = h = 1$  ځکه چې په عین افقي سطحه کې واقع دي. بیا پدې:  $g + \rho_0(d + \rho_0) = g + \rho_0$   
 په رابطه کې  $\rho$  د مایع کثافت او  $\rho_0$  د اوبو کثافت رابښي، د پورتنۍ رابطې له ساده کولو وروسته لرو:

$$2 - \rho = \frac{\rho}{\rho + d} \Rightarrow \rho = \frac{12}{20} = 600 \frac{kg}{m^3}$$

**مثال:**

په خوله خلاصی مونومتر د گاز له یوه ټانک سره تړل شوی دی.

د بڼې 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 چېرې یو مونومتر د سیمايو د ستون ارتفاع  $g = 0.75mm$  وښيي.

a- د گاز مطلق فشار څومره دی؟ ځوابونه په نیوټن 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 مطلق فشار ( $P_{gas}$ ) عبارت له هغه فشار څخه دي چې د سیمايو د کین اړخ ستون پر پورتنۍ سطحې وارديږي او دا فشار مساوي دی د سیمايو د بڼې اړخ ستون په عین افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره. نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = 0 + \rho_{Hg} g = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$

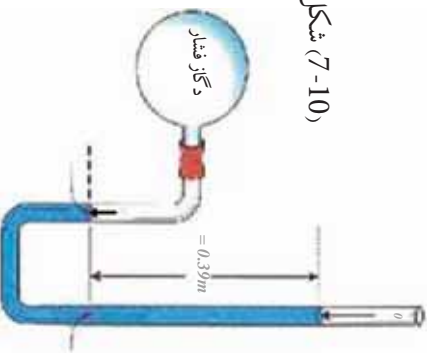
$$1atm = 0.76mHg$$

$$\text{نو ددې له مخې: } 1.14 = \frac{1.14}{0.76} = 1.5atm$$

$$\text{او } 1.5195 \times 10^5 = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 = \frac{N}{m^2}$$

b- د گاز داخلي فشار ( $P_g$ ) داسې په لاس راځي:

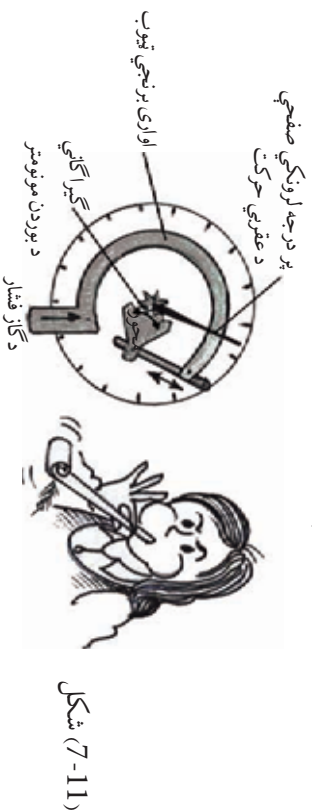
$$= \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$



شکل (7-10)

## 2) د بوردن ډوله فشار سنځ اله

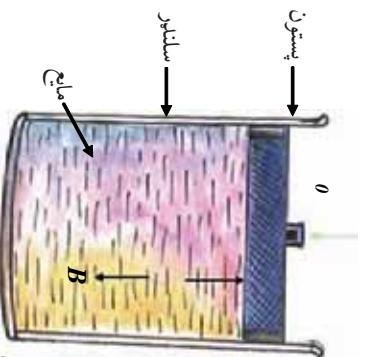
له دې الې، څخه نسبت مایع مونومتر ته د گڼو مقاصدو لپاره په اسانۍ او آرامۍ ډیر کار اخیستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجي هوار ټیوب څخه جوړ شوی دی، چې یو سر یې ټول شوی او په دایره یي ډول کوز شوی دی. ټول شوی سر یې له یوې گیر او کوچني غاښ لرونکي څرخ چې د یوې مندر چې صفحې پر مخ حرکت کوي له یوې عقربې سره وصل 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.



شکل (7-11)

## 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،



شکل (7-12)

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.

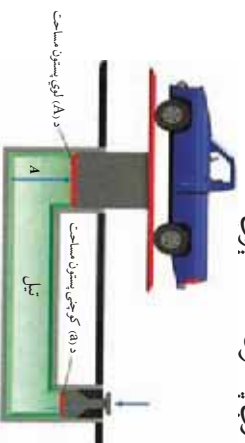
پاسکال د قوي مضاعف کونکي اله اختراع کړه چې د پاسکال د ابې شکنجي په نامه یاده شوې او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبیق مهم ځایونه لري.

## 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 پررټي 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 رابښي چې ابې شکنجه، د قوي مضاعف کونکي له ده چې ميخانیکي خيالي گټه يې له  $\frac{A}{a}$  سره مساوي ده. د سلمايي څوکي، د غاښونو د ډاکټر 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 رکوچني بوتل) حرکت د اوبو په لوبښي کې،  
**اړين توکي:** استوانه يې ورکوټي بوتل له 8 تر 10 سانتي متره اوږد، ښښه يې اوږد مرتبان او د ربر اړتجاصي پرده (د قشچې شوي پوکاټي 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 راکاږئ، خپلې مشاهدې نرټ کړئ او هغه تشرېح کړئ.



شکل (7-14)

د مرتبان په بهرنۍ سطحه کې د هوا د فشار ډیبروالی د مایع له لارې انتقالیږي او ددې لامل ګرځي ترڅو چې د اوبو یوه ډبره اندازه د اب بازګ په منځ کې ورننه وزی. صعودي قوه پکې کميږي او ددې لامل ګرځي چې د اب بازګ بوتل پکې لمباوګرځي. د فشار په دویم ځلي کېدو سره، بوتل خپله صعودي قوه بیا مومي او پورتنۍ سطحې ته پورته ځي.

### مثال

په یوه ابې شکنجه کې که چیرې کوچنی پستون  $5\text{cm}$  قطر او لوی پستون  $40\text{cm}$  قطر ولري، په کوچنی 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:

$$a = \pi r^2 = \pi \times (0.025)^2$$

$$A = \pi^2 = \pi \times (0.2)^2$$

$$= 2 \times 10^4$$

$$\frac{a}{A} \Rightarrow = \frac{a}{A}$$

$$= 2 \times 10^4 \times \frac{0.025 \times 0.025}{0.2 \times 0.2} \Rightarrow = 312.5$$

ایا پوهیږئ چې تاسو کولای شئ، یوه ابې شکنجه ډیزاین کړئ؟

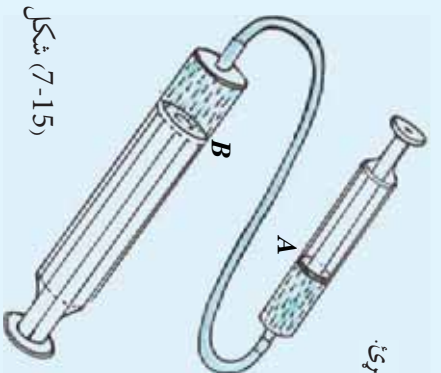


### اضافي فعالیت: هایدرولیکي ماشین

اړین توکي: وړوکي سرنڅ، لوی سرنڅ، نری درې نل او یوه مایع (اوبه، تیل یا ...)

### ګونلاره:

- 1 - د ډیاګرام د شکل په څیر دواړه سرنڅونه یو له بله سره وصل کړئ.
  - 2 - سرنڅونه له مایع څخه وکړئ.
  - 3 - د A کوچنی پستون ته فشار ورکړئ.
  - 4 - خپل مشاهدات ثبت او تشریح کړئ.
- یادونه: د B پستون یو څه شاته رابنګل کېږي ولې؟  
قوه د B په پستون ډبره شوې ده.



شکل (7-15)

$$\frac{\text{د } A \text{ پر پستون قوه}}{\text{د } B \text{ پر پستون قوه}} = \frac{\text{د } A \text{ مساحت}}{\text{د } B \text{ مساحت}}$$



## 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 شکله 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  $\rho$  سیال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتنۍ سطحې واردېږي عبارت دی له:

$$A \rho g h_1 + \rho_0 = \text{نزولي قوه}$$

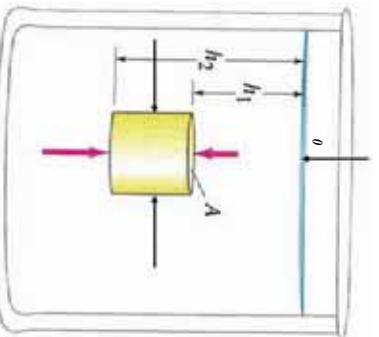
څرخګه چې  $h_2 > h_1$  دي، نو  $\rho_0 >$  او متوجه صعودي قوه به برابر له  $\rho_0$  وي.

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:

$$V = A(h_2 - h_1) = \text{د جسم حجم}$$

$$B = \rho \times V \times g \text{ چې جسم ډوب شي: } B = \rho \times V \times g$$

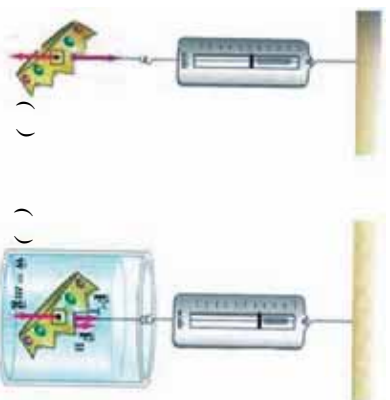
شکل (7-16)



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 مندرجي 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:  $F_B' =$

د جسم ظاهري وزن ( $W'$ ) عبارت دي له:  $W' =$

نو:  $W' = W - F_B =$  د بې خايه شوي سيال وزن

دياگرام نښتي چې: واقعي وزن  $W =$  د فنر د راښکلو قوه

ظاهري وزن  $W' =$

### 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:

$$\rho_{\text{جسم}} \times V \times g < \rho_{\text{سيال}} \times V \times g$$

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:

$$F_{B'} >$$

$$\text{او: } V' \rho g = V \rho_0 g$$

$$V' = \frac{V \rho}{\rho_0} = \frac{V \rho}{\rho}$$

نو، د کثافتونو نسبت مساوي دی، د جسم د ډوب شوي حجم له کسر سره.

**مثال:** د یخ کثافت  $920 \text{ g/m}^3$  دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت  $1025 \text{ g/m}^3$  دی. د لامبو هونکي یخ ټوټې کوم کسر:

a: په اوبو کې ښکته ځي؟

b: له اوبو څخه بهر پاته کېږي؟

$$\begin{aligned} \text{حل: } \frac{V}{1025} = \frac{\rho}{\rho} = \frac{920}{1025} & \text{ په اوبو کې ډوب کسر} \\ -a & = 0.89 = 89 \\ -b & = 100 - 89 = 11 \end{aligned}$$

د ارشمیدس دصعودي قوه پر کچې باندې د مایع د کثافت د اغېز مشاهده کولو لپاره، لاندې فعالیت ترسره کولای شئ.

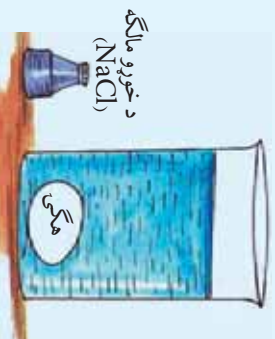


### فعالیت: د یوې هگې لاسو

**اړین توکي:** (زازه هگې، یو بنسټه یي لوښی، اوبه، د خوړو مالگه ( ac ) کاجوغه او لرونکی سیخ).

### کړنلاره:

- 1- د لوښي دوه نلته ( $\frac{2}{3}$ ) 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 خوري 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 زیاتېږي او صعودي قوه هم په تدریج سره زیاتېږي، یعنی کولای شو ووايو: صعودي قوه د مایع له کثافت سره مستقیماً متناسبه ده.

### مثال

یو سری د سرورزو سیت له یوه مارکیټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کورته راځي سره زر نلې 7.84 کپري. په دوهم پړاو کې د همدې سرورزو وزن په اوبو کې پیداکوي، تله دا ځلي 6.86 نښتي. ایا سره زر چې اخیستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوته یا گډ؟ تشریح یې کړئ.

### حل:

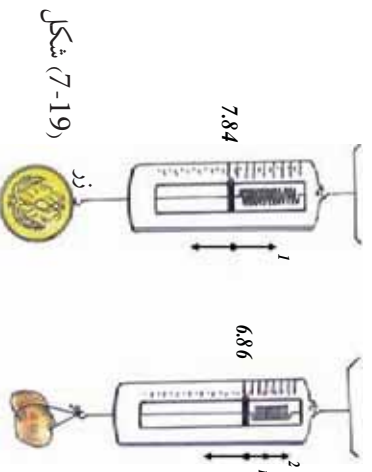
1- هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

$$7.84 = \text{د زرو وزن } g$$

$$6.86 = \text{ظاهري وزن } g$$

$$1.00 \times 10^3 = \rho = \text{د اوبو کثافت } g/m^3$$

$$\rho_g = \text{د سرورزو کثافت } g$$



شکل (7-19)

$$= mg = 7.84 \quad -2$$

$$g - B = \text{ظاهري وزن}$$

$$\therefore B = 7.84 - 6.86 = 0.98$$

$$B = V_0 \rho \quad g$$

$$0.98 = V_0 \times 1.0 \times 10^3 \times 9.8$$

$$V_0 = 1 \times 10^{-4} m^3$$

$$\therefore g = m_o g = V_0 \rho_o g$$

$$\rho_o = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3 \quad \frac{g}{m^3}$$

خود سروزرود کثافت  $g/m^3$  دی  $19.3 \times 10^3$  نو سره زر سوچه یا خالص نه دی.



### پوښتني:

- 1- د سیالونو فشار تل موجه پرکوم لوري وي:
  - a: پورته
  - b: اړخونو ته
  - c: ښکته
  - d: ټولو خوا ته
- 2- کومه یوه له لاندې معادلو څخه د منتهجه قوې ( $F_{net}$ ) سمه معادله ده چې په ډوب شوي جسم عمل کوي؟
  - a:  $F = 0$
  - b:  $F = (\rho_{\text{جسم}} - \rho)gV_{\text{جسم}}$
  - c:  $F = (\rho - \rho_o)gV_o$
  - d:  $F = (\rho + \rho_o)gV_o$

3- په څه ډول لامبوهورونکی جسم د صعودي قوې لخوا اغیزمن کېږي، بیان یې کړئ.  
 4- په اوبو کې د هر ډوب شوي جسم لپاره د ارشمیدس صعودي قوه مساوي له څه شی سره ده؟

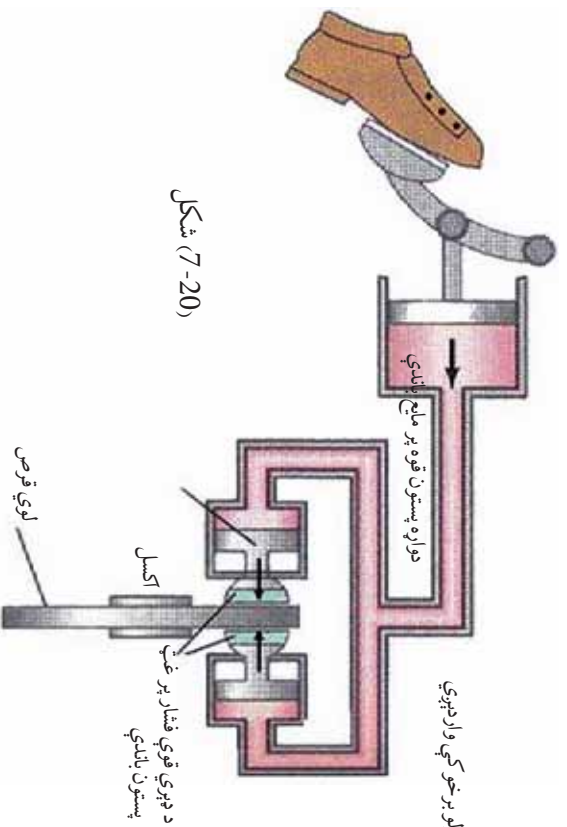
- a- د سرورزو یوه جامه گوته
  - b- د بیخ یو مکعب
  - c- د اوسپني یو پیچ
  - d-  $5m$  اوبه
- 5- فولاد د اوبو پرته ډېر کثافت لري. نو څرنگه فولادي کښتۍ د اوبو پر مخ لامبوړهي؟
  - 6- له لاندې جسمونو څخه کوم یو یې له سیلابو څخه په یو ډک ټیوب کې لامبوړهي؟

مواد	کثافت به $g/m^3$
بیخ	$0.917 \times 10^3$
اوسپنه	$7.86 \times 10^3$
سره زر	$19.3 \times 10^3$
سیلاب	$13.6 \times 10^3$

## دایروی هایدرولیک بریکونه

په یوه موټر پر څلورو ټایرونو د قوو د مساوي تطبیق او پر بریک تطبیق او پر بریک باندي د قوري 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 راټلو 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 لامبووهونکي 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 زبرې 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.  
په یاد ولرئ چې:  $g/m^3$  او  $P_{atm}$ ،  $g = 9.8m/s^2$  دی.
- 8- 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.

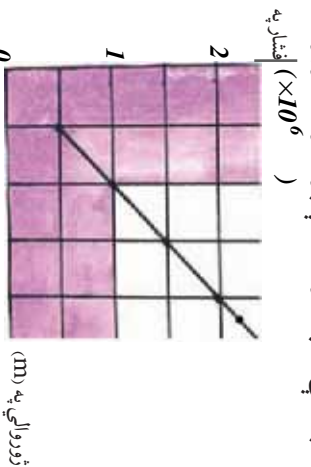


9 - یو ساده یو (V) ډوله بښپښه یې ټیوب د سیمایو لرونکی دی، د ټیوب بڼې اړخ ستون ته یو څه اوبه واچوی ترڅو د ستون ارتفاع  $0,68m$  ته ورسېږي، سیماب به په کپه خوا ستون کې د هغې له اصلي سطحې څخه تر کومې ارتفاع پورې پورته لار شي؟

$$\rho = 13600 \text{ g/m}^3 \text{ او } \rho = 1 \times 10^3 \text{ g/m}^3$$

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 په 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، په 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 سڀالونه

## 1- : خيالي (ايڀال) سڀالونه

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:

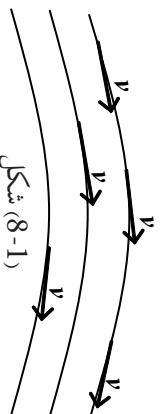
کله چي د ځاڙ د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو ځاڙانو پر حجم د فشار د تغييراتو اغيز تر هغه حده کم دی چي کولای شو، تري صرف نظر شو. د ځاڙ او مايع ترمنځ چي د حرکت په حالت کي وي، د پام وړ توپير شتون نه لري. هغه قوانين چي د متحرکو ځاڙانو لپاره تطبيق کيږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبيق وړتيا 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 تېته 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 ترگډو 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 ورغړي 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 ورسېږو چې په فارمولونو کې هغه برخې چې له هغو سره د اصطکاک اغېز 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 تېرېږي، 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 تېرېږي 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 تېرېږي 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 مقاربت (یو له بل سره نژدې) وي او په هغه ځای کې چې سرعت کم وي، (د نل قطر لوري وي)، د جریان خطونه له متباعد (یو له بله لرې) وي. د موضوع د ښې 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 نيسو، 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 هغه نل قطر چې مایع تری 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.

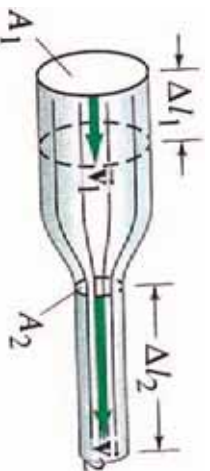
په ډبرو جریانونو کې د جریان د خطونو تصویر په مختلفو وختونو کې یو شان باقي پاتې کېږي. داسې چې د مایع هره ذره، د فضا یوه مطلقه نقطه په عین سرعت سره عبور کوي. په دې جریانونو کې د ذرو د سرعت کمیت او لوري چې له مایع څخه تیرېږي، مساوي دي او هغه مشخص چې لیدل کېږي دی، تل له جریان څخه عین تصویر په خپلو سترگو 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 هغه 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 د  $t$  په زمان کې د  $A_1$  له مقطع څخه تیرېږي، د  $V_2$  له مقطع څخه د  $t$  په عین وخت کې تیرېږي، په هغه 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  $v_1 \cdot t = v_2 \cdot t$  واثبونه 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:

$$A_1 \cdot v_1 \cdot t = A_2 \cdot v_2 \cdot t \Rightarrow A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \dots \dots \dots (3)$$

(3) رابطه د  $(A_1, A_2, v_1, v_2)$  او  $\dots$  د مقاطعو د هرې جوړې لپاره د تطبیق وړ دی. په دې ډول په عمومي توګه ورپې شو چې د  $(A \cdot V)$  کمیت، د نه تراکم کیدونکي مایع لپاره د جریان په هره مقطع کې یو شان دی. او ډنل له سره تر پایه عین جریان یو ثابت کمیت باقي پاتې کېږي او دا جریان مسلسل او پرله پسې دی، یعنی:  $A \cdot v = \text{const}$

له وروستۍ رابطې څخه پایله تر لاسه کېږي چې د  $(A)$  ډنل 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 ډل کې چې د بیلابیلو مقطعو لرونکي دي، د مایع د جریان سرعت معکوساً د ډل له مقطع سره متناسب دی.**

یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت کم او په کوچنی 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 ډل 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 ډل 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.

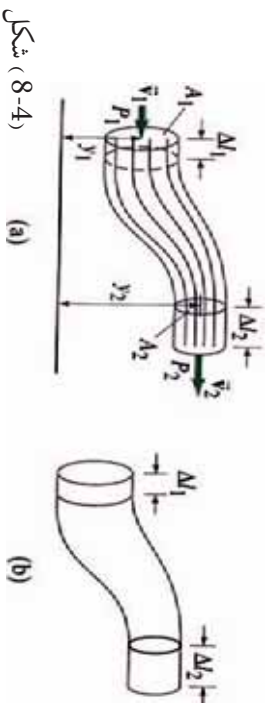
### 3- : د برنولي معادله

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:

$$\begin{aligned} &= P_1 A_1 \\ &= P_1 A_1 t \\ &= P_1 A_1 \cdot v_1 \cdot t = V \end{aligned}$$

خزګه چې



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:

$$\begin{aligned} 1 - & \text{ د } A_2 \text{ مقطع د } P_2 \text{ د فشار له کبله د } A_2 \text{ موقعیت ته داسې رغړول کېږي، چې هغه حجم چې د } A_1 \\ & \text{ او } A_2 \text{ مقطعو ترمنځ قرار لري، عین هماغه د } P_2 \text{ قیمت لري چې د } A_1 \text{ او } A_2 \text{ د مقطعو ترمنځ یې لاره} \\ & \text{ او د اړتیا وړ کار عبارت له } P_2 \cdot V = P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = P_2 \cdot V_2 = P_2 \cdot V_1 \end{aligned}$$

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:

$$m = \rho \cdot V$$

$$= mg(h_2 - h_1)$$

$$= \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1)$$

3- هغه اندازه مایع چې په لاندیني سطح کې ده، د  $v_1$  سرعت لري او حرکي انرژي یې عبارت دی له:

څرنگه چې دا اندازه مایع په لاندیني سطحه کې زینپیل (فشرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتنی حجم کې د  $v_2$  له سرعت او  $2$   $mv_2^2/2 = m$  حرکي انرژي سره نفوذ کوي. د حرکي انرژي د کچې د زیاتولو لپاره، د اړتیا وړ کار عبارت دی له:

که چېرې د انرژي له هغې کچې څخه چې دنل د جدار او مایع د زرو ترمنځ د اصطکاک د بې اغېزې کولو لپاره دنل په اوږدو کې اړینه ده، صرف نظر وشي، د برنولي قانون  $3$   $v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 = 2$  له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي:  $(1/2\rho V_2^2 - 1/2\rho V_1^2) + (\rho g h_2 - \rho g h_1) + \rho V = V$

که چېرې د  $m = \rho V$  پرخای تعویض شي او ټوله معادله په  $V$  سره اختصار شي لرو چې:

$$1/2\rho v_1^2 - 1/2\rho v_2^2 + \rho g h_2 + 1/2\rho v_2^2 - \rho g h_1 + 1/2\rho v_1^2 = 2$$

$$\rho g h_1 + 1/2\rho v_1^2 = 2 + \rho g h_2 + 1/2\rho v_2^2$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او اسانه کړو: د برنولي قانون د جریان په هکله په دې ډول لاسته راوړو:

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 رېښو 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  $\rho g h_1$  او  $\rho g h_2$  اجزاء په معادله کې یو اوبل افنا کوي او له اغېزو څخه یې کولای شو صرف نظر وکړو.

بیا وویل 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:

$$v_1^2/2 + v_2^2/2 = 2 + 1$$

پورتی، افاده داینامی چې فشار په هغه نقطو کې کم دی چېرته چې سرعت ډېروي. د  $A_1$  او  $A_2$  مقطع په کيفي ډول انتخاب شوي دي او وېلي شو، دلوی په هره مقطع کې د  $(\rho v^2/2 + \rho gh + p)$  د جریان افاده د عین قیمت لرونکي دي.

ددي لپاره چې په پورته معادله کې ډېر دقت رامنځته شي، د  $A$  عرضي نقطه صفر ته تقرب ورکوه، چې په دې صورت کې د جریان لوله د جریان یو خط ته تقرب کوي او د  $V$  او  $h$  کمیته چې د معادلي د واړو خواو ته شتون لري، کېدای شي داسې تلقي شي چې د جریان همدا عین خط له دوو کيفي نقطو سره تعلق لري، په پایله کې نېټي چې د جریان د هر خط په اوږدو کې په یوه خیالي ملیع کې دغه شرط صدق کوي.  $ct = \rho gh + \rho v^2/2 + p$  وروستی، رابطه د برنولي د معادلي بل شکل دي. موزر دغه معادله د یوې خیالي ملیع لپاره لاس ته راوړه، چې د حقیقي ملیعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک ډېر زیات نه دي، هم د تطبیق قابلیت لري.

### فشار د اوبو بند په قاعده کې

یو بل حالت چې موزر د سیال د جریان د سرعت اړیکې له مقطع او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوه، د اوبو بند دی.

فرض کوه چې د یوې ملیع په وړاندې چې په افقي ډول جریان لري، یو بند جوړ شي. په هغه صورت کې طبیعي ده چې د هغه زیات فشار له کبله چې د بند په کاسه کې منځته راځي، ملیع د سکون حالت ته ورگرځي. دغه د ډېر فشار تولیدیل د بند د فشار په نامه یادېږي او په  $P_s$  ښودل کېږي، چې عبارت دی له:  $s - 1 = 2 - 1 = 1/2 \rho v_1^2$  دا فشار هغه مهال کولای شو، محاسبه کوه چې د برنولي په معادله کې  $v_2 = 0$  سره تعویض شي. په هغه صورت کې به ولرو چې:  $s - 1 = 1/2 \rho v_1^2$  د  $(1/2 \rho v^2)$  د بند د فشار قیمت ورکوي چې کولای شو، هغه په یوه نقطه کې چې د  $V$  سرعت لري، د جریان په ودرولو سره لاس ته راوړو. دا فشار د بند په ټولو نورو نقطو کې د بند د فشار مشخص کونکي دی. نو ددې له مخې په افقي جریان د برنولي قانون داسې بیان کوه:

**د یو افقي جریان په ټول بهیر کې د  $P$  د فشار مجموعه او د  $(1/2 \rho v^2)$  بند فشار ثابت دي.** متحرکوه گازونو کې د فشار توپیرونه ترکومه حله پورته ځي.

### مثال

$$\begin{aligned} \text{د هراکثافت } \rho &= 0,125 \text{ kg/m}^3 \text{ خڅه عبارت دي او په لوړو سرعتونو کې } c = 40 \text{ m/s} \\ s &= 1/2 \rho v^2 = 1/2 \cdot 0,125 \text{ kg/m}^3 \cdot 1600 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1000 \text{ kgm/s}^2/\text{m}^2 \\ &= 1000 \text{ a} = 0,01 \text{ bar} \end{aligned}$$



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 دي چې متحرک گازونه د تراکم کيدو وړنه گڼل کېږي.

### مثال

يو ربرې 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  $1\text{m} = \gamma$  په ارتفاع د ځمکې له سطحې څخه واقع شي، (د اوبو کثافت  $1000\text{kg}/\text{m}^3$  په نظر کې ونيسئ).

**حل:** د برنولي او متماديت قانون پر بنسټ چې د پيپ جهت د پيل او پای په نقطو تطبيق کېږي، لرو چې:

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{2}{\rho} (p_1 - p_2)$$

له بله پلوه د متماديت له معادلې څخه لرو:

$$V_2 A_2 = V_1 A_1$$

$$V_1 = (V_2 A_2) / A_1 = V_2 \left( \frac{\pi A_2 / 2}{\pi A_1 / 2} \right)^2 = V_2 \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

د دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې:  $V_1^2 = V_2^2 (d_2/d_1)^4$

که چېرې د  $v_1$  له قيمت څخه چې پورته مو په لاس راوړی دی، په وروستی معادله کې يې برخای تعويضوو، لرو چې:

$$V_2^2 \left[ - (d_2/d_1)^4 \right] = 2/\rho (p_1 - p_2)$$

$$d_1/d_2 = 5\text{mm}/12.7\text{mm} = 0.394, \quad 2/\rho = 2\text{m}^3/1000\text{kg} = 0.002\text{m}^3/\text{kg}$$

$$1 - 2 = 1.8\text{bar} = 1.8 \cdot 10^5 / \text{m}^2$$

په پورته معادلو کې ددې قيمتونو له ځای پر ځای کولو څخه د  $v_2$  قيمت لاس ته راوړو:

$$v_2^2 = (0.002\text{m}^3/\text{kg} \cdot 1.8 \cdot 10^5 / \text{m}^2) / (1 - 0.394^4) = (360\text{m}^2/\text{s}^2) / 0.759 = 562.18\text{m}^2/\text{s}^2$$

$$v_2 = 23.7\text{m}/\text{s}$$

له افقي غورځونې څخه پوهېږو چې:

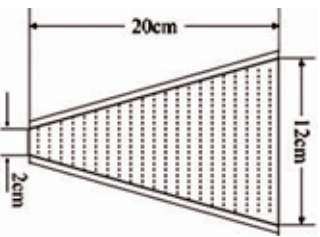
$$X = v_2 \cdot t \quad y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 = -1\text{m}$$

$$t = \sqrt{2m/9.81\text{m}/\text{s}^2} = 0.45\text{s} \Rightarrow x = 23.7\text{m}/\text{s} \cdot 0.45\text{s} = 10.665\text{m}$$



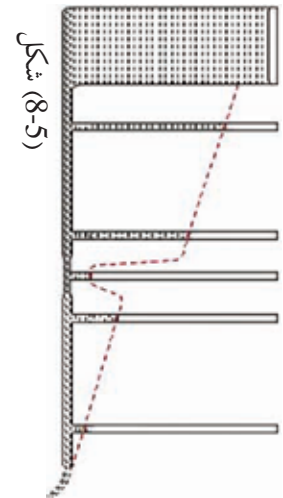
### پوښتني

1. د فشار توپير پيدا کړي، په هغه صورت کې 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 کړای شي، او په هره ثانيه کې  $1.8\text{ t}$  بنزين له  $0.7\text{ kg/dm}^3$  کثافت سره ترې تېر شي.
  2. د يو قيپ ډولې لوښي قطر له  $20\text{cm}$  ارتفاع سره، له پورتنۍ  $d_1 = 12\text{cm}$  قيمت څخه کېښتې قيمت  $d_2 = 2\text{cm}$  ته کمېږي، په کومه کچه فشار د پورتنیو او ښکته مقطعو ترمنځ رامنځته کېږي؟ که چېرې؟
1. لوښي په بشپړ ډول له ساکو اوبو څخه وک وک وي.
  2. په هره ثانيه کې  $0.3$  ليتره اوبه له لوښي څخه تېرېږي شي.



## 4- : د برنولي د قانون تطبیقات

په اوسني لوست کې د برنولي د قانون دکارزني څو موارد مطالعه کوو، چې لومړني يې د ځيښلو (چوشش) د اغېز منځته راتلل دي.

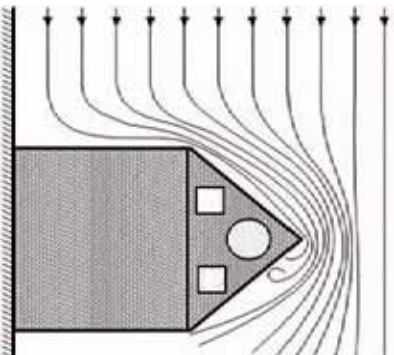


شکل (8-5)

له وروستۍ افادې څخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شو، داسې پايله ترلاسه شوي ده، چې په هغه ټولو حالاتو کې چې لور فشار لري، د جريان سرعت د ټيټ قيمت لرونکي دی او برعکس د ټيټ فشار په شتون سره د جريان سرعت لور قيمت لري. د همداډب د قانون پر بنسټ د جريان سرعت

په تنگو موقعيتونو کې ډېر دی.

په دې موقعيتونو کې برعکس هغه څه چې د غاډې له مخې قبول شوي دي، د فشار يو تناقص موجود دی. دغه وينا کولای شو په لاندې شکل کې د ليدلو وړ وگرځوو. که چېرې له يو نل سره چې د تنگ محل اندازه يا معبر لرونکی وي، څو نرې نور نلونه د مياغونو د فشار سنځ په توگه برابر کړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مایع په هر نل کې پورته تاللي، د هغه فشار د کچې ښودونکي دي چې په نوموړو نلونو کې شتون لري. لکه چې ليدل کېږي، په هغو موقعيتونو کې چې نلونه نرې دي، د مایع سطحه په نل کې ټيټه ده او په پايله کې وبلې شو چې په نوموړو موقعيتونو کې فشار ټيټ دی. دا واقعيت هغه سوال ته چې ولې په ځينو مياغونو د ځيښلو چوشش اغېزه شتون لري، ځواب ورکوي.

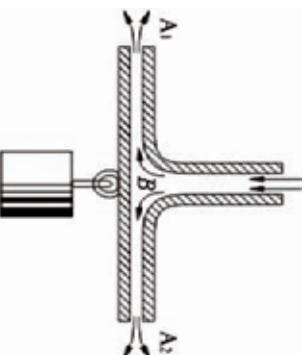


شکل (8-6)

**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 «هايډروليک پارادوکس» بنکارنډي په نامه يادېږي، تر بحث لاندې نيسو چې د رودلو اغيز په سيالونو کې په خرنگه توگه د ليدلو وړ گرځوي. له يو ډبرنوي نل (جست) څخه د هوا فشار تيرېږي او له يوې تنگې 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

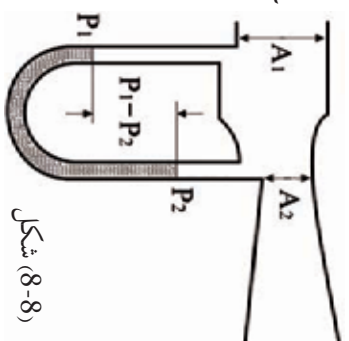
د برنولي قانون دا آسانتيا رامنځته کوي چې کولای شو د مايعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې موخې لپاره له نلوزو څخه د مايعاتو د جريان پر مهال په عمومي ډول له وینتوري ټيوب څخه گټه اخيستل کېږي.

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:

$$P_1 - P_2 = 1/2 \rho v_2^2 - 1/2 \rho v_1^2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$



(8-8) شکل

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ (v_1 A_1 / A_2)^2 - v_1^2 \right\}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ (v_1^2 A_1^2 / A_2^2) - v_1^2 \right\}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left\{ v_1^2 (A_1^2 / A_2^2 - 1) \right\}$$

$$v_1^2 \cdot \frac{1}{2} \rho (A_1^2 / A_2^2 - 1) = P_1 - P_2$$

$$v_1 = \sqrt{2(P_1 - P_2) / \rho (A_1^2 / A_2^2 - 1)}$$

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 شوې، 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 څرېدلې 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.

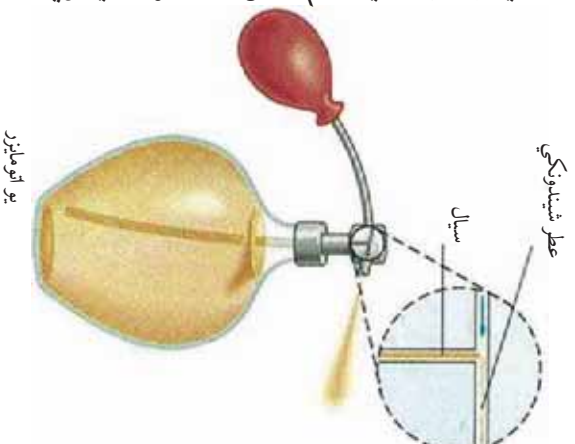
د برنولي د قانون اغېز  
د کاغذ پر سطحې



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.

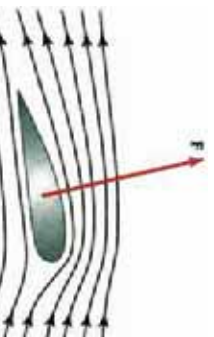
په پایله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته شاته تپله کېږي. په بل عبارت څرنگه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطرو د اتومایزر د پورتنۍ تپوب له لوري، لګېدلي دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې دلوسنې د داخله مایع په سطحې عمل کوي، لږ دي. نو اتموسفیر فشار د تپوب پورتنۍ برخې 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.



شکل (8-10)

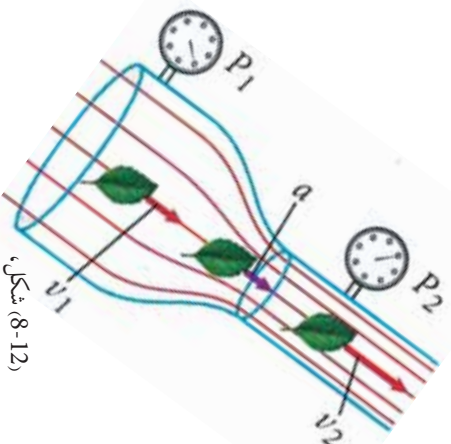
## 6- د الوتکي وزرونه او متحرکه او چتونکي قوه ) (

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 دوو 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 متماديته 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 سيل جريان په هغه نل کې چې متغارت 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 قوي 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

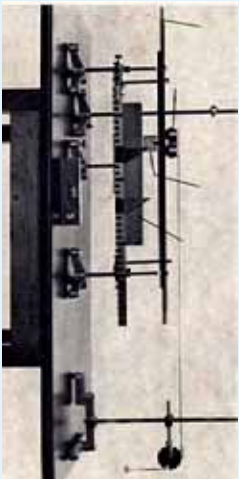
### د لزوجيت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پيدايښت او محاسبه):

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 نلزونو 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 راولو. 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 اړيكي له مايع سره د جسم د تماس د سطحي له لوبوالي، د هغې مايع له ځاگړنو سره چې جريان لري او د مايع د حرکت له سرعت سره كيداى شي تر مطالعي لاندې ونيول شي.

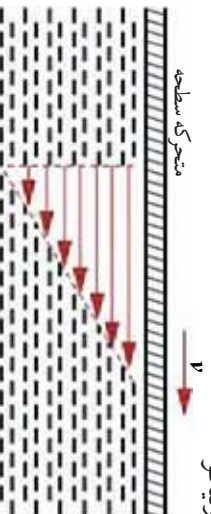


شكل (8-13)

د ټپ جوړښت داسې دى 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 څړول شوي وزن له امله منځته راځي، د اصطكاك د قوې د عين قيمت لرونكې دى چې د پليټ لخوا منځته راغلي. كه چېرې وزه ډېره شي، سرعت زياتېږي او كله چې پليټ په مايع كې ژور ښكته شي، سرعت كمېږي او هم كله سرعت كمېږي چې پليټ د ټپ له سوروزې برخې څخه د ټپ نري برخې ته ورسېږي.

پورتنۍ تجربه هغه تيوري تايدوي، چې له امله يې د داخلي اصطكاك اړيكي له لاندې كميتونو سره څرگندېږي.

- 1 - د مايع لزوجيت ( $\eta$ )
  - 2 - له مايع سره د جسم د تماس له سطحي 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 سطحي ضخامت دى چې په يوه وخت حرکت كوي او د مايع د يو گاونډي قشر اړوند دى چې د هغې په تعقيب د سرعت كميدل منځته راځي.
- د مايع هغه شمېر ذرې چې په مستقيمه توگه د سطحي په گاونډو كې دى، دپيوژن له امله له سطحي سره نښلې او خپل سرعت اخلي او له وروستي قشر څخه يو څه شاته پاتې کېږي. د تماس په هغو سطحو كې چې هواري دي، د مايع د ذراتو سرعت د  $d$  د ټاكي ضخامت په اندازه د  $v$  له بشپړ قيمت څخه په منظم ډول د صفر تر قيمت پورې كمېږي چې په پايله كې د  $\Delta v / \Delta d$  نسبت د  $v / d$  له كسر سره تعويض كېږي او له دې ځايه څخه كولاى شو د داخلي اصطكاك فازمول په لاندې ډول وليكو:
- $$\eta = 10 \cdot A \cdot v / d$$



شكل (8-14)

د متحرکې سطحي د سرعت خطي  
تقیص ه مايع كې 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 اویو 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 واحدېي د واحدونو په نږواله کچه عبارت دی له:

$$[n] = [d / Av] = m/m^2 \cdot m/s = s/m^2 = kg\ m/s^2 \cdot s/m^2 = kg/ms$$

لاندي 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 لاندي توګه یو له بل سره توپیر لري.

$$\text{داخلي اصطکاک او } \mu_0 = \mu \cdot \text{خارجي اصطکاک}$$

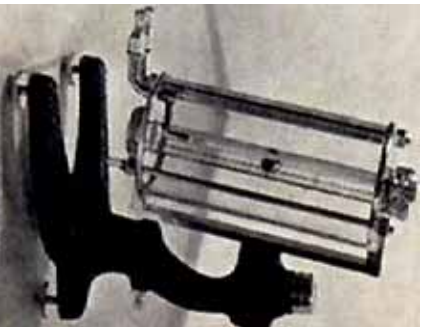
خارجي اصطکاک د نورمالې قوې په زیاتیدو سره زیاتیږي، چې پر داخلي اصطکاک هېڅ اغیز نه لري. ددې برعکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوړیدو زیاتیږي، په داسې حال کې چې خارجي اصطکاک له دې دوو سره هېڅ ډول اړیکې نه لري.

## د لزوجیت د ضریب اندازه کول

د یوې ملیع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره اکثراً له یوې آلې خڅه چې د وسکو زیمتر هوبیل (Hoeppl - Viskosimeter) په نامه یادېږي او په شکل کې بیټورل شوی، کار اخلي. ځکه چې له دې آلې او ددې په څیر نوروآلو سره کار کول چې د سین پرنسپ ټرنسټ کار کوي، ساده توپ او لازم دقت په اندازه کولو کې نامین کېږي.

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، په یوه نل کې چې یو کمزوری کوپروالی لري، یوه کرۍ مخ بڼکه سقوط کوي. د تودوخې د درجې د ثابت ساتلو لپاره، دغه دستګاه له اویو څخه ډک یوه لوښي کې ځای پر ځای 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 ډبر لوړ لزوجیت لرونکي وي.



شکل (8-15)

### 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 تر وهلو 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:  $\eta = 6 \cdot \pi \cdot r \cdot h / t = 6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta h$  ،  $\rho_b = \rho_2 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g$  ،  $\rho_1 = \rho_1 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g$  ، همدا رنگه لرو چې:  $\eta = -$   $h$

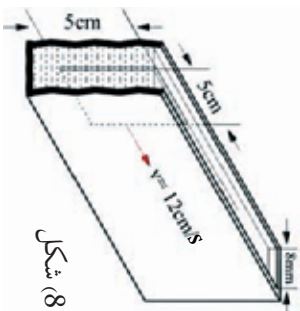
$$\eta = \frac{t}{6\pi \cdot r \cdot h} \left( \rho_1 - \rho_2 \right) = \frac{(\rho_1 \cdot \pi \cdot d / 2 \cdot h \cdot g - \rho_2 \cdot \pi \cdot d / 2 \cdot h \cdot g) \cdot t}{6\pi \cdot d / 2 \cdot h}$$

$$\eta = 7 \text{ g/cm} \cdot \text{s} \text{ د خڅه وروسته: } \eta = 7 \text{ g/cm} \cdot \text{s}$$



### 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.

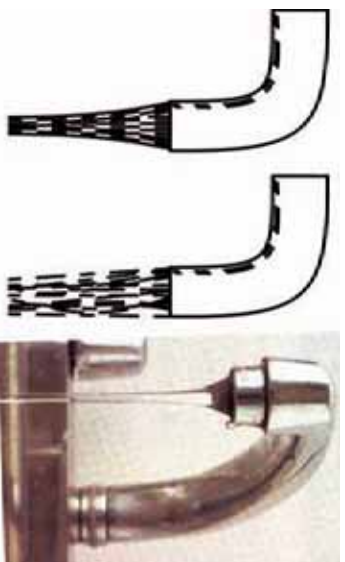


شکل (8-16)

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)

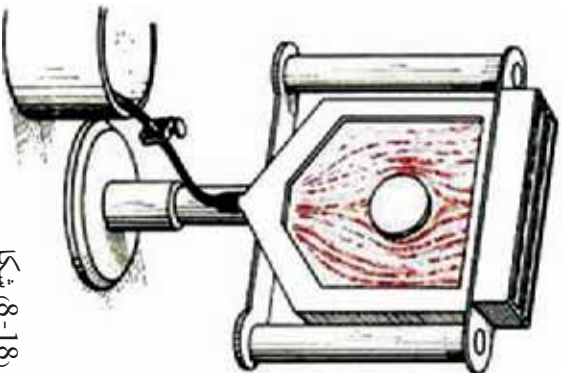
په مختلفو سرعتونو کې د يو جريان د واقع کېدو څرنگوالي: داخلي اصطکاک هغه مهال منځته راځي چې د مايع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، يو د بل له څنګ څخه تېر شي. دا پېښه، تر ټولو د مخه د مايعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحد قشرونو کې څرګندېږي. د دې داخلي اصطکاک د غلبي لپاره يانې د اغېزو 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 ډېرو 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 توريلنت (Turbulent) په نامه يادېږي.

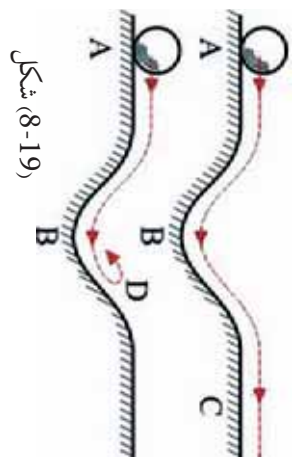


شکل (8-18)

که چیري د اوبو شیردان لر، څه خلاص کړو، اوبه په کراوه او نرمی له شیردان څخه خارج چیري او که چیري شیردان نور هم خلاص کړو، د اوبه جریان یو ټاکلي سرعت ته تر رسېلو وروسته په نا کرای- 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 رنگي اوبه له دوو لوښو څخه په یوه فضا کې چې د دوو نښته یي پلیټونو تر منځ 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 رڼي 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 چیري په لوښي کې مانع نه وي، د جریان رښتني د سور رنگه موازي خطونو په څېر تر سترگو کېږي، او که چیري 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

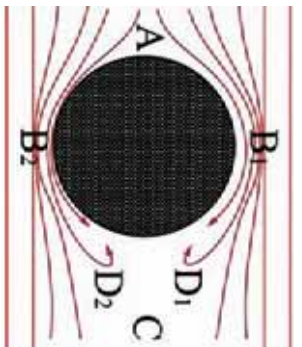


شکل (8-19)

د ګرد اوبو پیدا کیدل کولای شو په آسانې له یوې میخانیکي عملې سره په پرتله د فهم وړ وګرځوو. که چیري یوه کړۍ د یو بېل بېل په منځ کې د جریان په مسیر کې راښي، دغه کړۍ 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 کړۍ 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 هماغه قیمت لري چې په پیل کې یې د A په نقطه کې لږ درلود. که چیري د اصطکاک قیمت کم هم وي، کړۍ 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 تمه‌دیت 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  $2 + (p v_2^2) = 1 + (p v_1^2/2)$  عبارت دي د برنولي له ساده رابطې څخه او بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډېروي لږ دی.
- د  $ct + pgh + p v^2/2$  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 ( $\frac{1}{2} p v^2$ ) 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) پرمټ اندازه کېدای شي، او د برنولي قانون پرنسټ د ( $1 + 1/2 p v_2^2 = 2 + 1/2 p v_1^2$ ) 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 (زیټل) 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 کېدو 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 زیټر هویل له الې څخه د یوې مایع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.

• که چیري يوه کره د يو بلول په منځ کې د جريان په مسير کې واقع شي، دغه کره د رغوړېدو پر مهال خپله د پوتنسيال انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې يې ډېروالي راځي. د سرعت په زياتېدو سره داخلي اصطکاک لورځي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مايع ذرې، کافي حرکي 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 يورې خيالي مايع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت ده له ..... څخه.
- 6-  $\rho V^2 + \rho g h = \text{constant}$  فشار د ..... فشار په نامه يادېږي.
- 7- د ..... دقانون پر بنسټ په ويتوري ټيوب کې ..... رابطه صدق کوي.
- 8- د لزوجيت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړيوال سيستم کې د  $[h] = [d/Av]$  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 يورې 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 ورننوي. 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**