د پوهنې وزارت

د تعليمي نصاب، د ښوونکو د روزنې او د ساينس مرکز معينيت

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

فزيک

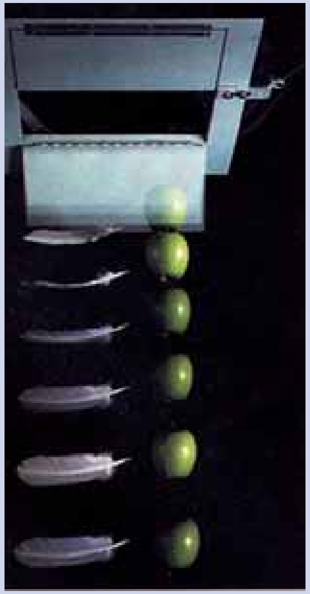
يوولسم ټولګی

(a) (b) (c)

د چاپ کال: ۱۳۹۰ هـ . ش.

فزيک

يوولسم ټولګی



درسي کتابونه د پوهنې په وزارت پورې اړه لري. اخيستنه او خرڅونه يې په کلکه منع ده. له سرغړوونکو سره قانوني چلند کيږي.

د پوهنې وزارت
د تعليمي نصاب، د ښوونکو د روزنې او د ساينس مرکز معينيت
د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف لوی رياست

فزيک

physics

يوولسم ټولګی

د چاپ کال: ۱۳۹۰ هـ .ش.

ليکوالان:

- سرمؤلف گل احمد ساغری د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف د رياست غړی او د نصاب د پروژې متخصص.
- ابو طالب حيدری په افغانستان کې د امريکايي پوهنتون استاد.
- د مؤلف معاون عبدالودود فيضی د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف د رياست غړی.
- دوکتور عبدالکريم ميرزا زاده

علمي او مسلکي ايډيټور:

سرمؤلف گل احمد ساغری د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف د رياست غړی او د نصاب د پروژې متخصص.

د ژبې ايډيټور:

مؤلف اقا محمد گرندی (خوږيانی) د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف د رياست د پښتو څانگې علمي او مسلکي غړی.

ديني، سياسي او کلتوري کميټه:

- حبيب الله راحل د پوهنې وزارت سلاکار د تعليمي نصاب د پراختيا په رياست کې
- مولوی عبدالوکيل

د څارنې کميټه:

- دکتور اسدالله محقق د تعليمي نصاب، د ښوونکو د روزنې او د ساينس مرکز معين
- دکتور شير علي ظريفي د تعليمي نصاب د پراختيا د پروژې مسؤول
- د سرمؤلف مرستيال عبدالظاهر گلستاني د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف لوی رئيس.

کمپوز او ډيزاين:

خالد هوتک

بسم الله الرحمن الرحيم

سرود ملی

سرود ملی

دا وطن افغانستـــان دی — دا عزت د هــر افغان دی

کور د سولې کور د تورې — هر بچی یې قهرمـــان دی

دا وطن د ټولو کور دی — د بلوڅـــو د ازبکـــو

د پښتـــون او هزاره وو — د ترکمنـــو د تاجکـــو

ورسره عرب، ګوجـر دي — پامیـریان، نورستانیـــان

براهوي دي، قزلباش دي — هم ایمـــاق، هم پشه یان

دا هیـــواد به تل ځلیږي — لکــه لمــر پر شنه اسمان

په سینــه کې د اسیـــا به — لکــه زړه وي جـاویدان

نوم د حق مو دی رهبـــر — وایو الله اکبر وایو الله اکبر

بسم الله الرحمن الرحيم

د پوهنې 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 توکی دی چې د معاصر علمي پرمختگ او ټولنې د اړتياوو له مخې رامنځته کيږي. 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 شوې دي. د زده‌کړې په بهير کې د زده‌کوونکو فعال ساتل د تدريسي پلان برخه گرځيدلې ده.

هيله من يم دا کتاب له لارښوونو او تعليمي پلان سره سم د فعالې زده‌کړې د ميتودونو د کارولو له لارې تدريس شي او د زده‌کوونکو ميندې او پلرونه هم د خپلو لوڼو او زامنو په باکيفيته ښوونه او روزنه کې پرله پسې گډه مرسته وکړي چې د پوهنې د نظام هيلې ترسره شي او زده‌کوونکو 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 رېښتوني توگه سرته رسوي.

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

په دې ډگر کې د هېواد له ټولو علمي شخصيتونو، د ښوونې او روزنې له پوهانو او د زده‌کوونکو 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 تأليف کې مرسته وکړي.

له ټولو هغو پوهانو څخه چې د دې کتاب په چمتو کولو او ترتيب کې يې 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 يې مرسته کړې ده، مننه او درناوی کوم.

ومن الله التوفيق

فاروق وردگ

د افغانستان د اسلامي جمهوريت د پوهنې وزير

لومړنۍ خبرې

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

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

همدارنګه له خپلو رغنده وړاندیزونو، چې د کتاب د کیفیت په لوړولو کې اغیزې ولري، له هیڅ ډول هڅې او هاند څخه ډډه ونه کړئ. تاسو ته داډ درکوو، چې انشاء الله ستاسو جوړوونکو او ارزښتمنو نظریاتو او وړاندیزونو ته به د کتاب د نمیګړتیاوو او تیروتنو د مخنیوي په موخه په راتلونکي چاپ کې په مینه هر کلي ووایو.

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

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

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

د فزیک څانګه

لړلیک

مخونه

لومړي څپرکی: میخانیکي تعادل ۱
قوه، قوه د وکتور په توګه ۲
متلاقي (غیر موازي قوې ۶
د نقطه یي کتلې تعادل ۱۴
د قوې مومنت (تورک) ۲۱
موازي قوې ۲۹
د قوې زوج ۳۴
د تعادل عمومي شرطونه ۳۶
دوهم څپرکی: یو بُعدي حرکت ۵۱
د موقعیت او مکان بدلون ۵۲
حرکت د مستقیم خط په امتداد ۵۲
منځنی (متوسط)سرعت ۵۴
د موقعیت – زمان ګراف ۵۸
تعجیل ۶۰
یو نواخته حرکت یو ډوله (متشابه) حرکت ۶۳
ازاد سقوط ۶۶
دریم څپرکی: دوه بُعدي حرکتونه ۷۴
د مکان او منځنی سرعت بدلون ۷۵
منځنی تعجیل او لحظه یي تعجیل ۷۸
غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه ۸۱
مایل غورځول (ویشتل) ۸۳
دایروي حرکت ۸۷
دایروي یو ډوله حرکت ۸۹
تعجیل په دایروي یو ډولي (متشابه) حرکت کې ۹۳

لړلیک

مخونه

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

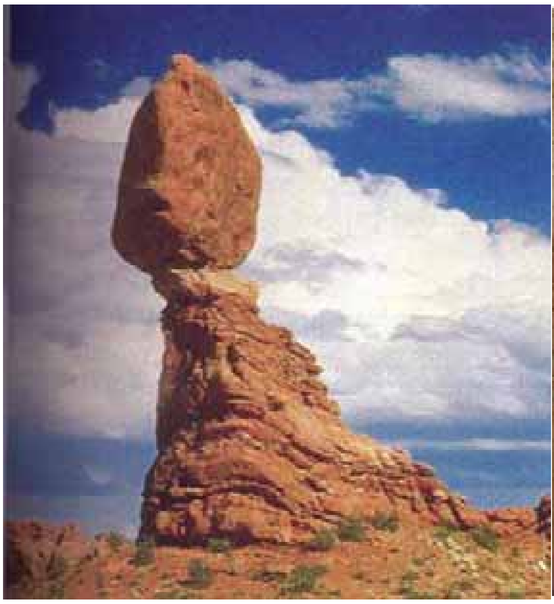
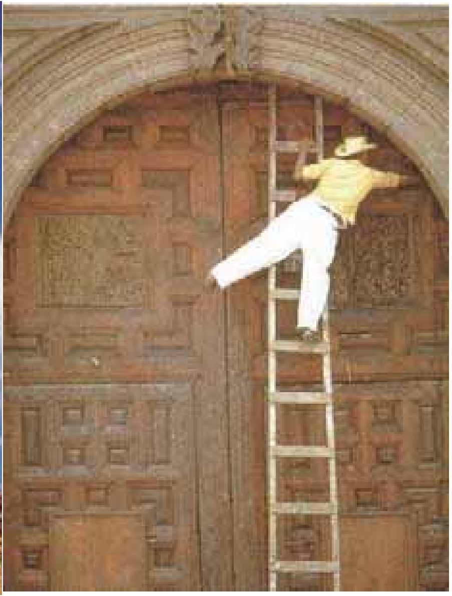
لړلیک

مخونه

اووم څپرکی: د سيالونو نسبي سکون ۱۷۰
سيالونه- د سيالونو فشار ۱۷۱
د مايع د فشار اندازه‌کول ۱۷۲
د اتموسفير فشار ۱۷۵
په محصور شوو مايعاتوکې د فشار اندازه‌کول ۱۷۸
په سيالونوکې د فشار انتقال - د اوبو شکنجه ۱۸۰
د ارشميدس قانون ۱۸۳
اتم څپرکی: متحرك سيالات – خيالي سيالات ۱۹۲
د متماديت معادله ۱۹۴
د برنولي معادله ۱۹۶
د برنولي د قانون تطبيقات ۲۰۰
وينتوري تيوب – د جريان د سرعت اندازه‌کول ۲۰۲
د الوتکې وزرونه او متحركه اوچتوونکې قوه ۲۰۴
لزوجيت – د لزوجيت مفهوم ۲۰۵
د توفاني جريان پديده ۲۰۹

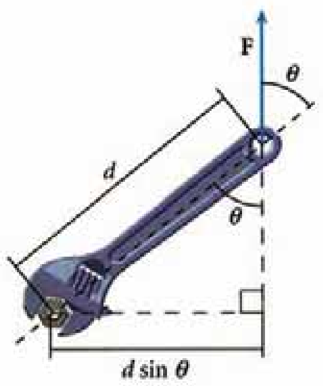
لومړی څپرکی

میخانیکي انډول (تعادل)

میخانیکی تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دئ. په دي بحث کې مطالعه کیدونکي موضوعگاني هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بیلابیلو ډگرونوکې د اړتیا وړماشین الاتو او تکنالوژی په پراختیاکې چې زموږ د ټولنې په ورځني ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالیږي یو مهم بنسټ جوړوي. ځني مسایل لکه : د قوومطالعه، په اجسامو باندې یې د اغیزو څرنگوالی، د رافعې او د ساختماني وسایطولکه تراکتورونو، بلدوزرونو، جرثقیلونو او همدا رنګه د کرنې، صنایعو ځمکنې او هوایی ترانسپورت او دکانونو د استخراج په څیر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولوکې د قوو او دهغو داړوندو پدیدو داغیزو کارول داټول پر هغو قواعدو بناشوي چې میخانیک فزیک او له هغې جملې څخه د میخانیکي تعادل پر بنسټ تیوري گانې یې تر مطالعې لاندې نیسي. میخانیکي تعادل د انسانانو او حیواناتو په ژوندانه کې یو له خو را زورو او طبعي رمزونو څخه دی چې د ځمکې د کرې پرمخ یې هغوته د ثبات او ژوندي پاتي کیدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نیولې د سفینو او سیارو تراالوتلو او د ځمکې او بحرونو په ژوروکې نفوذ دا ټول د علم او تکنالوژی لاسته راوړنې دي چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره اوغوره دی. ددې څپرکی محتویات دهغو محتویاتو په تړاو جوړشوي چې تاسو په تیرو کلونوکې زده کړیدي. قوه چې د فزیک له پخوانیو درسونو څخه یو بحث دی، په دې څپرکي کې هم تکرا ریږي تر څو چې یو شمیرنورو بحثونو لکه قوي یا متقابلې اغیزې(عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلو بنسټ جوړ کړی دی. د قوو د څرګندیدو (منځته راتلو) مطالعه، که څه هم د متلاقي او یا موازي قوو په څیر ده، همدارنگه د قوو د تجزیه کیدو پوهه، د قوې د مومنت او یا د دوران مومنت، او د زوج قوې په څیر دیو شمیر نورو مفاهیمو د پیژندلو او زده کولو لپاره لاره هواروي.

دې ته باید پام وکړو چې قوه د یومهم شاخص په توګه ددې څپرکی په ټولو برخو کې کارول شوې. ددې څپرکی دمندرجو بحثونو دښې پوهې لپاره کوښښ شوی چې موضوعګانې د مثالونو او تمرینونو په راوړلوسره د شاګردانو د مناقشې او تفکر لپاره وړاندې شي.
هیله ده چې زده کوونکي ددې څپرکی په پای کې د ډلییزو کارونو په ترسره کولو او دسوالونو او تمرینو نو په حلولو سره ، ددې بحث فزیکي مفاهیم پخپلو ذهنونو کې لاژور او تحکیم کړي او په پایله کې یې لاندې پوښتنو او ددی په څیرنورو پوښتنو ته ځواب ووایي:



په شکل کې لیدل کیږ چې د رافعې د مټ لوری تل د تطبیق شوي قوې پر لوري عمود دی.

ولې قوه وکتور دی ؟ څه شی د یوجسم د حرکت دګرځندې کیدو یا تعجیل سبب ګرځي؟ کله چې دیو څټک (چکش) په مرسته پریو میخ قوه وارده شي، ایا میخ هم پخپل واربیرته پرچکش قوه واردوي؟ څنګه او ولې؟، د یوه محور پرشاوخوا د یوجسم ددوران پیښه څه شی تمثیلوی؟
او ددې په څیر نورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه ځواب ورکړئ.

1-1: قوه

هغه قوه چې ټول یې پیژنو، د ځمکې د جاذبې قوه یا د جسم وزن دی. په ورځني ژوندانه او هم تخنیک کې له ګڼ شمیر قوو سره بلدتیا لرو. همد ارنګه تاسویه تیروکلونوکې په دې پوه شوئ چې قوې د هغو د اغیزو له مخې کولای شوو پیژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي د یو جسم د سرعت د زیاتیدو یا کمیدو سبب شي او یا د یو جسم د شکل او د حرکت د لوري د تغییر سبب شي. دا تغییرات کله ناکله ډیر کم او واړه وي چې یوازې په ډیرو دقیقو اندازه کولو سره تشخیص کیدای شي. دیو جسم سرعت او د هغه د حرکت لوری دوه داسې ځانګړتیاوی دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتیاوو څخه په ګټې اخستنې سره قوه داسې تعریفوي: قوه هغه عامل دی چې د جسم د شکل او یا حالت د تغییر سبب ګرځي.

قوه دوکتور په توګه

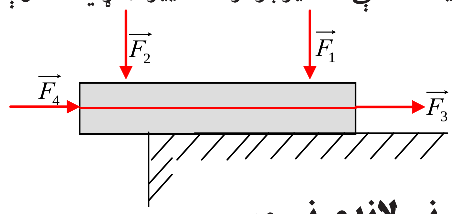
یو جسم تل د خپل ځان یوه لوري ته حرکت ورکولی شي او یا د خپل سرعت یوه لوري ته تغییر ورکوي، چې پرجسم باندې عامله قوه په همغه لوري اغیزکوي. همدا رنګه د قوې د اغیز لوري کولای شي د جسم د شکل د تغییر سبب شي. دا موضوع د اوسپنې په یوه میله کې په ښه توګه کتل کیدای شي، یعنې کله چې میله د یوې قوې تر اغیز لاندې واقع شي، کږیږي. له پورتنیو څرګندونو څخه دې پایلې ته رسیږو چې قوه یو وکتوري کمیت دی او د هغې د توضیح او بیانولو لپاره یې دکچې (اندازې) او لوري پېژند لوته اړتیاده. قوه د یوه وکتور په توګه دیو تیر په مرسته ښیي. د (1-1) په شکل کې لاندې نوم کیښودلوته پام وکړئ:

د A نقطه د تاثیر یا اغیز نقطه، د AB د غښې اوږدوالی او یا د قوې مقدار یا زیاتوالیٔ، $\overrightarrow{AB}$ د غشي یا د قوې لوری یا جهت او د د مستقیم د تاثیر یا اغیز کرښه او یا د قوې استقامت لوری ښیي.

(1-1) شکل

پریوه جسم دیوې قوې اغیزه، په عمومي توګه پرهمغه جسم باندې د قوې د اغیز د نقطې د موقعیت پورې اړه لري. (1-2) په شکل کې لیدل کیږي چې په جسم باندې دوې قوې F_1 و F_2 چې یوله بله سره مساوي دي عمل کوي. لکه څنګه چې د F_1 قوه جسم د لاندینی سطحې پر لور تر فشار لاندې نیسي او د F_2 قوه هغه، لاندې لوري ته کږوي. برعکس د F_3 او F_4 مساوي قوې چې د همغه د اغیزې کرښه پرجسم عمل کوي، مساوی اغیز پر جسم باندې وارده وي چې په پایله کې ویلی شو:

که چیرې د یوې قوې د اغیز د نقطې موقعیت دهغې د اغیز پرکرښه تغییر وکړي، د قوې اغیز تغییر نه کوي.



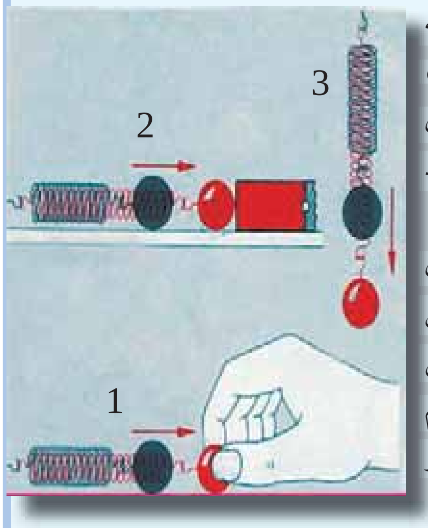
(1-2) شکل

اوس د بیلابیلو قوو څو بیلګې تر څېړنې لاندې نیسو:

له قوو څخه یوه د عضلو قوه ده. ددې قوې په مرسته کولای شو د اجسامو سرعت کم یا زیات کړو اویا د هغوی شکل ته تغییر ورکړو. د عضلو قوه د فزیکي تجربو لپاره لږه مساعده ده. ځکه چې په سختی سره اندازه کیږي. لکه څنګه چې له پخواڅخه پوهیږئ، د وزن قوه یوه بله له قوو څخه ده چې په هغه یوه ځای کې د جسم له کتلې او یا د هغې د مادي اندازې سره چې په جسم کې شتون لري، مستقیماً متناسبه ده. د جسم دوزن قوه تل په عمودي توګه د ځمکې د ثقل په لوري عمل کوي. له یوه تار څخه په ګټې اخستلو سره چې له یوه خرخ څخه تیر شوی دی، د وزن د قوې اغیز پرته له دې چې په مقدار (اندازه) کې تغییر را منځ ته شي، کولای شو نورو لوروته یې متوجه کړو. د اصطکاک قوه یوبل ډول قوه ده.

کله چې دوه جسمونه سره په تماس کې شي او د متقابل حرکت په حالت کې راشي، ددوي ترمنځ د اصطکاک قوه منځته را ځي. موږ په کور، ښوونځي، بازار، د سپورت په ډګرونو او نورو ډېروځایونو کې په خپل ورځني ژوند کې پر جسمونو باندې د ډول ډول قوو لکه د مقناطیس قوې، بریښنایي قوې او نورو اغیز وینو. ددې لپاره چې د قوې اغیزې په ښه او څرګند ډول ولید لای شو او د قوې نورې بیلګې معرفي کړای شو، د لاندې فعالیتونو په تر سره کولو پیل کوو.

فعالیت



(1-3) شکل

د (1-3) شکلونوته نظروکړئ. څه به پیښ شي ، که چیرې فنر په لاس راوکاږو؟ (1حالت)او یا مقناطیس ورته نژدې کړو؟ (2حالت) دغه کار عملي کړئ او د خپلو کتنو پایلې په هره ډله کې وړاندې کړئ. داخل فنر په عمودي ډول له غونډ اري(ګلولې) سره یوځای د (3حالت) د شکل په څیر و ځړوئ، څه تغییر به وګورئ؟

ایا بیا به هم فنر د غونډاري د وزن له امله و غځیږي؟ که چیرې تجربه مو په سمه توګه تر سره کړې وي، ویې ګورئ چې مقناطیس او د غونډاري وزن هم د لاس د عضلو د قوې په څیر د فنر د شکل د تغییر لامل کیږي. نو پایلې ته رسیږو چې: قوه کولای شي د جسم د شکل د تغییر لامل وګرځي او یا بر عکس د شکل هر ډول تغییر ، د یوې قوې د اغیز معلول دی.

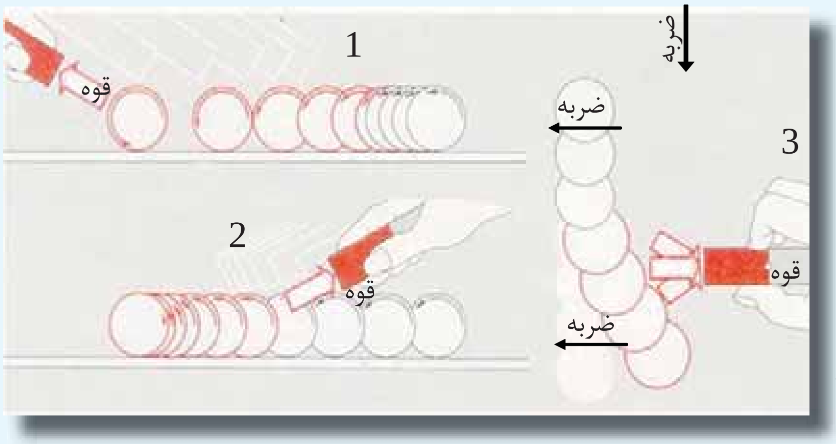
یو شمیر نور ځا یونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانی سره وګورو د بیلابیل سپورتونه دي چې دد وي له ډلې څخه د والیبال او باسکتبال لوبې دي چې په ترځ کې یې تاسو پخپله کولای شئ په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوبوکې ستاسو د لاس د عضلو قوه توپ ته سرعت ورکوي او یا توپ چې د حرکت په حالت کې دی ولې یې دروي؟ او یایې د حرکت لوري ته تغییر ورکوی؟ ایا هغه څه چې وویل شول، دمقناطیس د قوې په هکله هم صدق کوي؟ ایا د مقناطیس قوه د یوجسم د سرعت دزیاتیدو یاکمیدو لامل کیدای شي؟ د مقناطیس د قوې اغیزې د لاندې فعالیت د تر سره کولو په ترځ کې کتلی شو:

فعالیت

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

(1 حالت) پر یو واړه او سپنیز غونډاري چې د میز پرسر پروت دی، ضربه وارد وو.

ګلولې د واردې ضربې له امله د میز پر سر وړو رغړي. په عادي حالت کې ګلولې په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطیسي میله د مخې لخوا ګلولې ته ورنژدې شي، څه پېښه به ولیدل شي؟ د ګلولې د حرکت په سرعت کې څه تغییر لیدل کېږي؟



(4-1) شکل

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

(2 حالت). د اوسپنې ګلولې یوځل بیا د میز پرمخ د رغړېدو په بڼه خوشې کوو ، خو دا ځل هغوی د (2حالت) که وینئ یې د مقناطیسي میلې په مرسته تعقیبوو یعنې د ګلولې د حرکت په سرعت کې څه تغییر وینئ او ولې؟

په دریم حالت کې چې مقناطیسي میله له یوه لورې، رغړېدونکې د اوسپنیزې ګلولې د حرکت مخالف لورې له خوا مقناطیسي میلې ته ورنژدې کېږي، تا سو څه تغییر ګورئ ؟ هغه پایلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنیو پوښتنو د ځواب په توګه تر لاسه کړې، د یو ډلییز کاربه ترڅ کې یې پخپلو کې مطرح کړئ

دلاندې تمرینونو په تر سره کولو سره ، په یو جسم باندې د قوې د اغیزو د څرنګوالي په اړه د ګروپ 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 شئ د یو وکتوري کمیت ځانګړنې بیان کړئ.

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

c- قوه یو جسم چې ساکن وي په حرکت راولي. کولای شئ دا وینا په تجربه ثابته کړئ؟
d- قوه په څه ډول د یوه متحرک جسم د دریدو سبب ګرځي؟
e- یوجسم په یوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، یوه قوه د کیڼې لورې پرې اغیزکوي، څه پیښیږي؟ د یو شکل په واسطه یې وښیئ . له دې عمل څخه څه پایله ترلاسه کوئ؟
f- پر یوه جسم د یوې قوې داغیز له امله، ممکنه ده چې دهغه جسم شکل ته تغییر ورکړي. ایا په جسم باندې دا تغییر د یو شکل په مرسته ښودلای شئ؟

پوښتنې

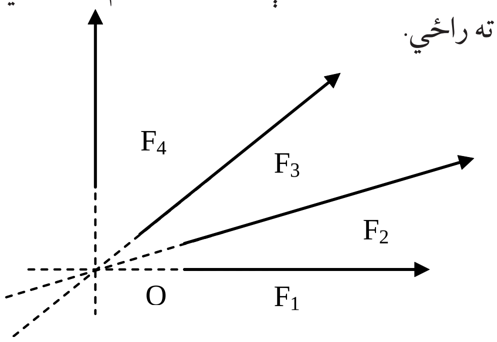
د قوې د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تیرو کلونو کې لوستي دي، لاندې پوښتنوته په ځواب ورکولو خپل پخواني معلومات په لنډ ډول تکرار کړئ:

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

1-2: متلاقي (غیر موازي) قوې

کله چې پر یوه جسم دوه یا تر دوو زیاتې قوې اغیزوکړي، داسې چې د اغیز خطونه یې سره موازي نه وي او په یوه نقطه کې یو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه یادوي.

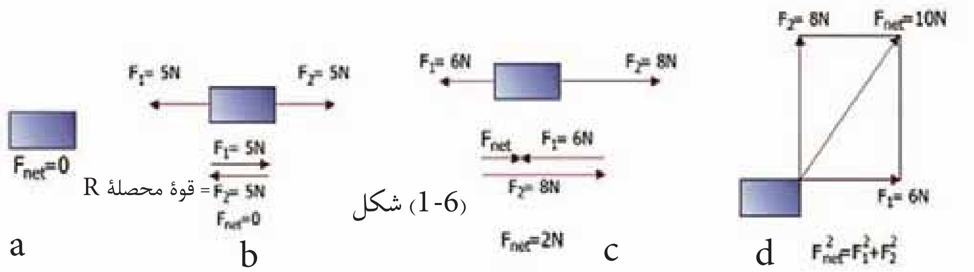
د بیلګې په توګه (1-5) په شکل کې لیدل کیږي چې د F_1, F_2, F_3 او F_4 قوو د اغیز خطونه د O په نقطه کې یو بل قطع کوي، نو د O نقطه ددې قوو د اغیز مشترکه نقطه ده، F_1, F_2, F_3 او F_4 قوې متلاقي قوې بلل کیږي. کله چه څو متلاقي قوې پر یوه جسم باندې عمل وکړي، یوه محصله قوه را منځ ته کوي چې ددې قوې اندازه او لوري په هندسي توګه دوکتورونو له قواعدو څخه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قواعدو څخه په ګټې اخیستلو لاس ته راځي.



(1-5) شکل

د قوو محصله

کله چه په یوه وخت کې پر یوه جسم له یوې څخه زیاتې قوې واردې شي، په دی حالت کې د قوو یو سیستم پر جسم عمل کوي چې د جسم د حرکت پر حالت اغیزه اچوي او پر یوه جسم د اغیز کوونکو ټولو قوو وکتوري مجموعه د محصله قوې په نامه یادیږي او هغه په R ښیي. پوهیږو چې قوې د وکتورو نو د قوانینو پر بنسټ جمع کیږي (لاندې شکلونه دې وکتل شي) باید په یاد ولرو چې محصله قوه تل پر جسم د عمل کوونکو قوو له مجموعې سره معادله نه وي یعنې دا مجموعه په هر حالت کې د هغوی له محصله قوې سره نشو بدلولی، یوازې په هغه حالت کې داکارشونی دی چې قوې سره موازي وي.



شکل (1-6)

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

په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پیداکول:

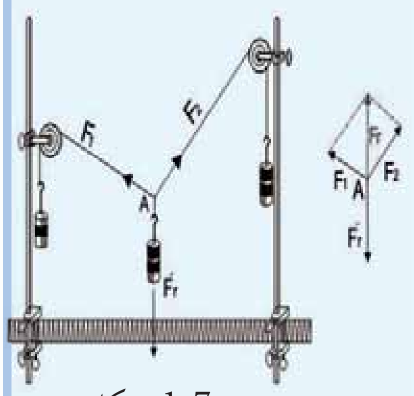
د متلاقي قوو د محصلې د پیداکولو لپاره لاندې فعالیت تر سره کوو:

فعالیت

په یوه تجربه کې له مخامخ شکل سره سم د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې په مایله توګه ، په مختلفو لورو پورته خواته او د $\vec{Fr}$ قوه په عمودي توګه ښکته خواته عمل کوي. د قوو اندازه د هغو وزنونو په مرسته چې ځړول شوي دي، ټاکل شوې ده. که چیرې قوې د غښو په توګه رسم کړو، یوه ساده هندسي هما هنګي په لاس راځي.

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

$\vec{Fr}$ چې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ محصله ده. د $\vec{Fr}$ له قوې سره مساوي، خو مخالف لورې به ولري. که چیرې په رسم کې $\vec{Fr}$ وکتور ته په مخالف لوري کې د هغه له خپل اوږدوالي سره مساوي دوام ورکړو، $\vec{Fr}$ په لاس راکوي. له دې ځا یه څخه لیدل کیږي چې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ وکتورونه یوه داسې متوازي الاضلاع جوړوي چې $\vec{Fr}$ یې وتردی.

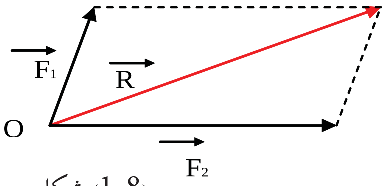


شکل (1-7)

د پورتني فعالیت له پایلې څخه په ګټې اخیستلو، ددوغیر موازي قوو محصله چې په هندسي توګه د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په نامه نومول شوې ده، داسې بیانوو:

قاعده: د دوو نا موازي (متلاقي) قوو محصله چې تر یوې زاویې لاندې پریوه جسم باندې اغیزکوي او دوو قوو له مقدار او لورې څخه هغه متوازي الاضلاع په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسمیږي. که چیرې موږ هغه زاویې ته چې د دوقوو ترمنځ شتون لري، تغییر ورکړو، د محصله قوې کچه هم تغییر مومي، له دې وینا څخه یوه بله قاعده لاس ته راوړو او دا رنګه یې بیا نوو:

قاعده: د محصله قوې مقدار نه یوازې د دووقوو په مقدار پورې بلکې د هغې زاویې پر وسعت پورې هم اړه لري کومه چې د دې دوو قوو داغیز د خطونو ترمنځ شتون لري. د محصله قوې د کچې اړیکه د هغې زاویې له وسعت سره چې ددو وقوو ترمنځ شتون لري، په لاندې فعالیت کې تشریح اوکتلی شو.

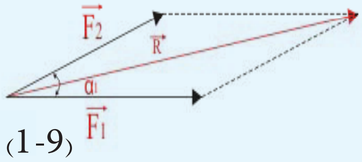


(1-8) شکل

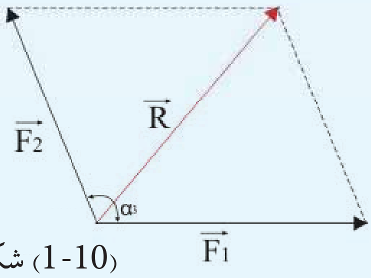
فعالیت

وړاندې وویل شول چې پر یو جسم باندې د اغیزکوونکو دووقوو د محصلې قوې کچه، نه یوازې د دووقوو په مقدار پورې اړونده ده، بلکې د هغې زاویې پر پراخوالي پورې هم اړه لري چې د دوقوو ترمنځ واقع ده. دا یوه قاعده ده چې موږ یې په دې فعالیت کې په ترسیمي ډول ثبوت او مشاهده کوو.

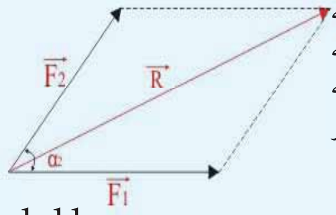
په (1-9)، (1-10) او (1-11) شکلونوکې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې، په دریو حالتونوکې د a_1, a_2 او a_3 تر زاویو لاندې پر یو جسم باندې عمل کوي. د پورتنیو حالتونو د هر یوه حالت لپاره، په داسې حال کې چې قوې په مساوي اندازه دي او د منځ زاویې پراخوالي یې سره توپیر کوي، یوه محصله قوه د متوازي الاضلاع د بشپړولو په طریقه په لاس راوړو. د دې متوازي الاضلاع وتر چې د محصلې قوې کچه په لاس راکوي، اندازه کوو چې دا وتر د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ د قوې له وکتور سره شریکه مبدا لري او لورې یې له مبدا څخه د انجام په لور دی. په شکلونو کې ګورئ چې د $\vec{R}$ د محصلې قوې کچه نظر هغه زاویې ته چې قوې یې پخپلو جوړوي، توپیر لري. لکه څنګه چې وینو، هر څومره چې د دوقوو د وکتورونو ترمنځ زاویه کوچنۍ وي، محصله یې لویه او څومره چې د دوې ترمنځ زاویه لویه وي، محصله یې کوچنۍ وي. دا فعالیت دې هره ډله په جلا ډول تر سره کړي او دخپل کار پایلې دې خپلو ټولګیوالوته وړاندې کړي.



(1-9) شکل

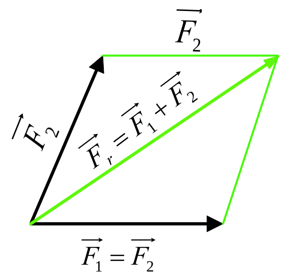


(1-10) شکل

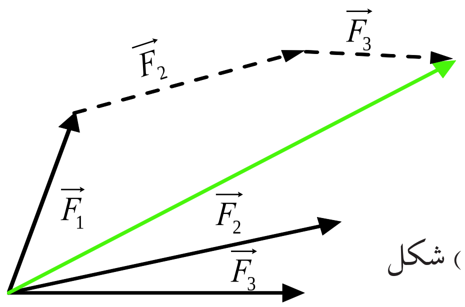


(1-11) شکل

باید ووایو چې موږ کولای شو همدا پایله د وکتورونو د جمع کولو (د وکتورنو د انتقال طریقه) له قاعدې څخه په ګټې 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 ولروچې د متوازي الاضلاع قاعده او د وکتورونو قاعده د جمعی د محصله قوې د پیدا کولو لپاره عین نتیجه لري.

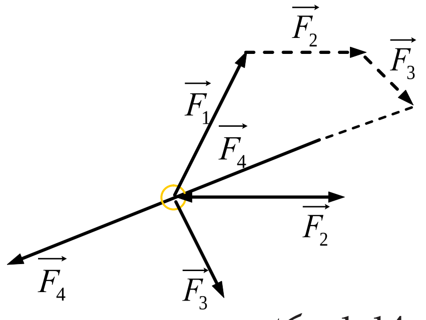


(1-12) شکل



(1-13) شکل

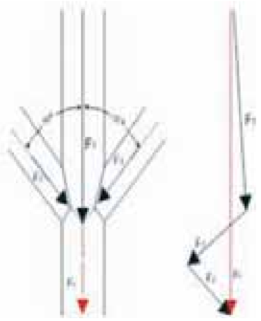
که چیرې یو جسم د تعادل په حال کې وي، د قوو محصله یې له صفر سره مساوي ده او د قوو د مضلع په پایله کې یوه تړلې مضلع ده، د (1-14) شکل په تړلې مضلع کې د اخرې قوې انجام د هغې قوې داغیز له نقطې سره منطبق کیږي. یعنې: $R=o$ او یا $\sum F=o$



(1-14) شکل

مثال:

د يوې پايې د پاسه $F_1 = 3600N$ وزن پورته شوي دي. په همدې وخت کې په دې پايه کې، دوې قوې يوه يې $F_2 = 1200N$ تر 40° زاويې لاندې او بله قوه يې $F_3 = 1440N$ تر 55° زاويې لاندې فشار واردوي.
د محصله قوې اندازه او لورى پيدا کړئ.



(1-15) شکل

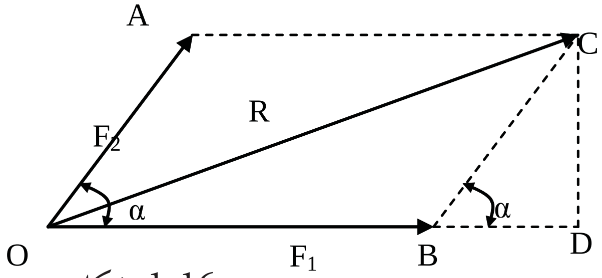
حل: تر ټولو د مخه د قوې لپاره د اوږدوالي يو مقياسي واحد ټاکو. د بيلګې په توګه $1cm = 1000N$ قبلوو. وروسته د F_1, F_2 او F_3 قوې د قبول شوى مقياسي واحد پر بنسټ، د هغو د کچې او لورې په رعايتولو سره ، د قوو په يوه مضلع کې انتقالوو. د قوو دمحصلې اوږدوالى د شکل له مخې له $5.3cm$ سره مساوي دي. نو د پورتني قبول شوى مقياس څخه په ګټې اخيستلو، سره لروچې:

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

او هغه زاويه چې محصله يې له افق سره جوړوي له 86° څخه عبارت ده.

د متلاقي قوو د محصلې د پيداکولو الجبري طريقه

که چيرې د F_1 او F_2 دوې قوې پر يوه جسم باندې داسې عمل وکړي چې داغيز خطونه يې پخپلوکې د α زاويه جوړه کړي (1-16) شکل. په دې صورت کې د محصلې دلوى والي يا کچې او لورې ټاکلو لپاره، دهغو دووقوو د وکتورونو متوازي الاضلاع بشپړوو اوله مخې يې محصله محاسبه کوو.



(1-16) شکل

د $O\hat{D}C$ په قايم الزاويه مثلث کې ليدل کيږي چې:

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

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

اوس که چیرې د (OD) قیمت د 1 په رابطه کې واچوو، نو لروچې:

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

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

د $B\hat{D}C$ قایم الزاویه مثلث له مخې لیکلی شو چې:

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

اوس د $BD^2 + DC^2$ پر ځای د هغو مساوي اندازه یعنې $\left(F_2{}^2\right)$ په 2 رابطه کې وضع کوو:

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

د $B\hat{D}C$ له مثلث څخه د BD کچه پیداکوو او په 3 رابطه کې یې وضع کوو:

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

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

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

موږ ویلي وو چې د محصله قوې کچه د هغې زاویې په لویوالي پورې اړه لري، چې د دوو قوو ترمنځ واقع ده . اوس د $\vec{R}$ د محصلې قیمت نظر د $\hat{\alpha}$ قیمت ته تر مناقشې لاندې نیسو.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

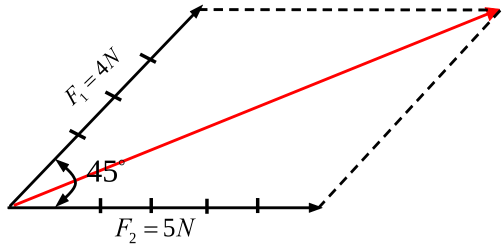
$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2(+1)}$$

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

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

$$R = F_1 + F_2$$

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



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:

$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F_2{}^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos\alpha}$$

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

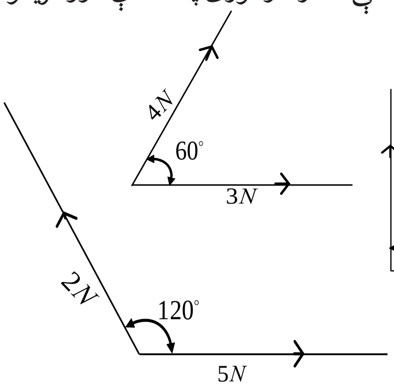
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

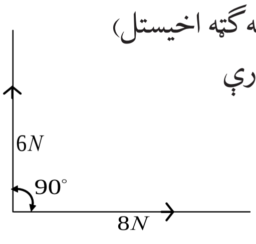
$$R = \sqrt{41 + 20 \cdot 1 \cdot 414} = \sqrt{41 + 28 \cdot 28} = \sqrt{69 \cdot 28} = 8.32N$$

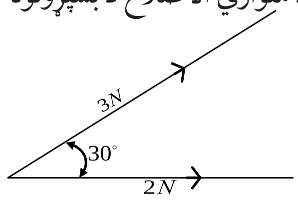
پوښتنه:

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 لورې په لاندې دووطریقو سره لاسته راوړئ:

1. محاسبوي طریقه (له فورمول څخه ګټه اخیستل)
2. د متوازي الاضلاع د بشپړولوله لارې







هغه قوې چې د يوه جسم په مختلفو نقطو کې اغيزه کوي:

موږ په تير لوست کې د متلاقي قوو اغيز چې پر يوه جسم باندې په مختلفو وضيعتونوکې عمل کوي، مطالعه کړ. همدا رنګه مو په ترسيمي او محاسبوی لارو د محصلې له پيداکولو سره هم اشنايي ترلاسه کړه.

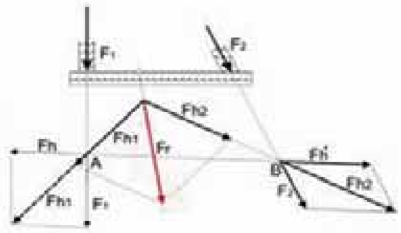
(1-17) شکل

يوبل حالت چې ډېر ځله په تخنيکي پيښوکې را منځ ته کيږي، هغه حالت دی چې که چيرې دوه قوې د يو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، څنګه کولای شو چې محصله يې په هندسي توګه لاس ته راوړو؟ په (1-17) شکل کې ليدل کيږي چې د $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ دوې قوې ديو جسم پر A او B نقطو عمل کوي.
دا دوې نقطې مختلف موقعيتونه لري. څنګه کولای شو چې د دې دوو قوو محصله لاس ته راوړو؟ په تيرو درسو نوکې موولوستل چې:
کولای شو يوې قوې ته دهغې د اغيز پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسې چې په مقدار او لوري کې يې هيڅ ډول تغيير رامنځ ته نشي . د همدې قاعدې په مرسته ، د دواړو قوو د اغيز خطونوته د تر نقطې پورې امتداد ورکوو، ترڅو چې يو او بل قطع کړي. د له نقطې څخه د هرې قوې د اغيز پر خطونو،له هغو سره مساوي قوې جلاکوو

چې عبارت له $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ څخه دي. د محصله قوې د پيداکولو لپاره د متوازي الاضلاع له قاعدې څخه کار اخلو چې د $\vec{F}_r$ محصله قوه لاس ته راځي. دا محصله د $\overline{PC}$ د خط اغيز لرونکې ده او د محصلې د اغيز نقطه کولای شو، په کيفي ډول د هغې د اغيز پر خط د بيلکې په ډول د C په نقطه کې و ټاکو. لکه څنګه چې (په شکل کې $\vec{F}_r$ محصله ښيي.
له دې عملې څخه دا پايله هم لاس ته راځي چې د محصلې قوې اندازه او لوری به همدومره وای که چيرې پر يوه جسم جزئي قوو (مرکبو) په عين نقطه کې اغيز کولای.

څنګه کولای شوچې د دومتلاقي قوو د اغيز د نقطې کچه او موقعيت په لاس راوړو؟

له مرستيالو قوو څخه په ګټه اخيستنې د محصلې رسمول:

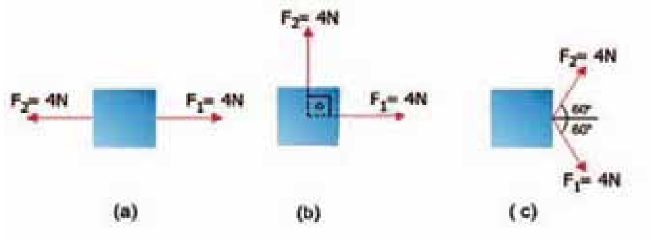


(1-18) شکل

تمرینونه:

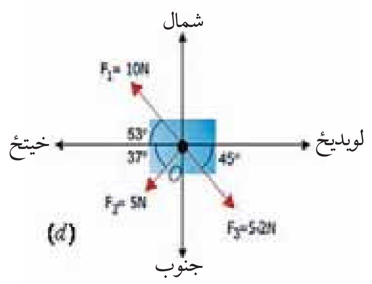
1. د قوو محصله څه شی ده؟ د يوې محصلې قوې د تشکيل لپاره لړترلړه د څو قوو شتون اړين دی. د رياضي له نظره يې محصله څنګه په نبنه کړې ده؟

2. دهغه شمير قوو لويوالی او لوری چې پريوه جسم عمل کوي (a، b او c) په شکلونوکې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پيدا کړئ.



3. د (d) په د ياګرام کې درې قوې پر يوه جسم عمل کوي. محصله قوه چې پرجسم وارديږي پيدا کړئ.

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



1-3: د نقطه يي کتلې تعادل

مخکې له دې چې د تعادل په باره کې و غږيږو، اړينه ده چې د نقطه يي کتلې په هکله لنډې څرګندونې وکړو. موږله تيرو لوستونو څخه، د يو جسم کتله پيژنو او پوهيږو چې کتله د هغو موادو له اندازې څخه عبارت ده چې په جسم کې ځاى شوى وي او د اندازه کولو واحديې کيلوګرام دی، چې په عملي ډول يوکيلوګرام کتله يې د يوليټر خالصو اوبو په $4^\circ C$ تودوخه کې قبوله کړې ده. يوه بله اصطلاح چې د فزيک د علم په ټاکلو برخو کې پکاريږي، له نقطوي کتلې څخه عبارت ده، چې د أسانتيا راوستلو لپاره، د فزيک د علم د پرا بلمونو او مسايلو په حل کې ورڅخه ګټه اخيستل کيږي.

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 معلوميږي چې نقطوي کتله واقعي شتون نه لري او يوازې د محاسبا تو د ترسره کولو او مسايلو د حل لپاره په فرضي توګه منل شوې ده، اوس نو دا پوښتنه را پيداکيږي چې عملاً څنګه کولای شو، يوه نقطوي کتله مجسمه کړو او د نقطوي کتلې رول د فزيکي مسايلو (پرابلم) په حل کې څه دی ؟ هر حقيقي جسم چې جسامت (لويوالی) او شکل يې، د يوې ميخانيکي مسئلې د مطالعې پر مهال رول و نه لري او له نظره د غور څيدو وړوي، کيدای شي د يوجسم يا نقطوي کتلې په توګه ومنل شي.

لاندې بيلګې موضوع ته لا روښانتيا بخښي:

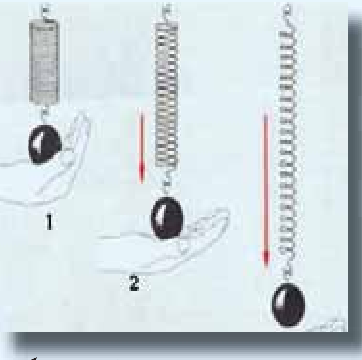
1. دلمر پرشاو خوا د سيارو د حرکت د محاسبه کولو پر مهال، کولای شو سيارې، نقطوي کتله ومنو.
2. د تينس د يو توپ دالوتلو دمدار د محاسبې لپاره ، کولای شو توپ د يوې نقطوي کتلې په توګه ومنو.
3. د هايدروجن د اتوم د ساده موډل، الکترون او پروتون کولای شو د نقطوي کتلو په توګه ومنو.

بايدووايو چې موږ په عملي ډول د نقطوي کتلو په سيستمونو سره سراوکارلرو، چې هر سيستم د ګڼ شمير نقطوي کتلو لرونکي دي. د بيلګې په ډول غازونه، مايعات، ارتجاعي (الاستيکي) اجسام ، جامد اجسام، اتومونه، ماليکولونه، د سياراتو سيستم، دا ټول په ځانګړو او ټاکلو برخو کې د نقطوي کتلې په توګه منل کيدای شي.

تعادل (انډول)

ديوې قوې داغيز په وړاندې د يوجسم عکس العمل: موږ وړاندې له قوې او د هغې له اغيز و او ډولونو څخه وغږيدو او وموويل چې قوه هغه عامل دی چې که پريوه جسم اغيز وکړي، کولای شي، د يوجسم د حرکت په حالت کې بدلون راولي او يا د جسم د شکل د تغيير لامل شي. موږ پر يوه جسم د قوې له اغيز و څخه خبرې وکړې، خو د قوې د اغيز په وړاندې مود جسم د عکس العمل په هکله تر اوسه څه نه دي ويلي. موږ تر دې مهال په دې اړه څه نه دي ويلي چې که چيرې يوه قوه پر يوجسم عمل وکړي، ايا جسم د نوموړې قوې د اغيز په وړاندې څه ډول غبرګون 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 پوهيږئ چې هر جسم وزن لري چې هغه يې د ثقل د قوې په نامه نومولې، بله پوښتنه داده چې ايا کو لای 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:

فعالیت:



(1-19) شکل

1. یو جسم له یوه فنر څخه ځړوو، داسې چې لاندې ترې خپل لاس ونیسو، د جسم د وزن قوه حس کړو (1 حالت)
2. ډېر ورو ورو خپل لاس مخ په کښته ټیټوو، د سپکوالی یوځه احساس کوو او ورسره سم فنر د جسم د وزن د قوې له امله اوږدیږي (2 حالت).
3. فنر یو ټاکلي موقعیت ته په رسیدو، نور نه اوږدیږي او جسم په آزاد حالت په فنرکې ځوړند پاته کیږي (3 حالت).

خو جسم ، نورنشي کولای فنر مخ کښته راکاږي؟

د دې پوښتنې د ځوابولولپاره په لاندې توګه دویم فعالیت ترسره کوو.

فعالیت:

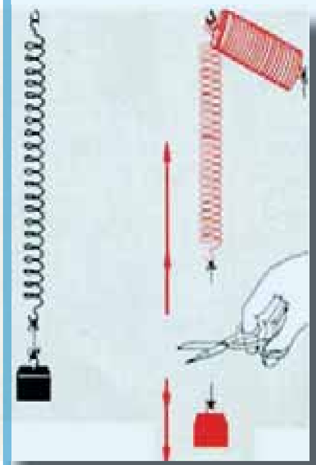
یو جسم (کم وزنه) د تار په مرسته له یوه فنر سره ځړوو. لیدل کیږي چې د جسم دوزن له کبله کش او، اوږدیږي او بیا په یوه ټاکلي موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسیږي.

کله چې جسم د سکون حالت ته راځي،سمدستي تار د قیچې په مرسته لکه د شکل په څیر قطع کوو. څه پیښیږي؟ د قوې دوې اغیزې لیدل کیږي.

1. کوچنی وزن پر مځکه لویږي
2. فنر په چټکی سره پورته خواته راټولیږي او لومړنی حالت ته ورګرځي له دې وضعیت څخه کولای شو، پایله تر لاسه کړو چې دوې قوې باید په کارکې ورګډې وي.

a- د وزن قوه ، کوچنی وزنه چې په فنر پوري ځړیدلې ده.

b- هغه قوه چې وېې کولای شول فنر بیرته خپل لومړني حالت ته راوګرځوي چې دې قوې ته د بیرته ګرځوونکې قوی نوم ورکوو.



(1-20) شکل

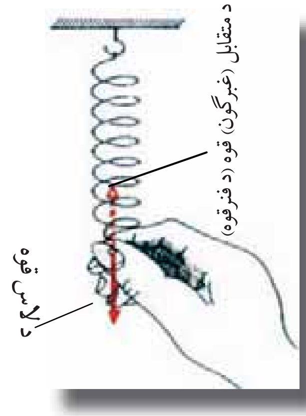
اوس پورتنی پوښتنې ته چې ولې فنر د مخکیني فعالیت په أخره مرحله کې د وزن د اغیز له امله ، نور اوږد نه شو، ځواب ورکولي شو او دې پایلې ته رسیږو چې څو مره چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتیږی، هومره، فنر د بیرته ګرځیدو زیاته قوه ښیي. چې دا بیرته ګرځوونکې قوه د کوچنی وزنې له وزن سره په مخالف لورې کې لري. که چیرې دواړه قوې یعنې د وزنې وزن او دفنر بیرته ګرځیدو قوه سره مساوي شي. په دې حالت کې فنر نور نه اوږدیږي او د سکون حالت غوره کوي، په دې وخت کې ویلی شو چې: دجسم د وزن قوه د فنر له بیرته ګرځوونکې قوې سره برابره ده او څرنګه چې د فنر د بیرته ګرځوونکې قوه د کوچنی وزنې وزن په مقابل لورې کې د متقابلې قوې په توګه عمل کوي. نوویلی شو چې:

د وزن قوه = متقابله قوه

متقابله قوه

تاسو د پورتنيو تجربوله مخې د متقابل (عكس العمل) دقوې له مفهوم سره بلدشوئ او اوس پوهيږئ چې دا قوه د تعادل د حالت په رامنځ ته کولو کې اغيز منه ده.

که چيرې يو جسم د هغې قوې د اغيز په لور حرکت ونه کړي چې په دې يې عمل کړی، په دې حالت کې قوه يوازې په جسم کې د شکل د بدلون سبب ګرځي. وروسته له دې چې په جسم کې د شکل بدلون رامنځ ته شو، جسم د بيا لپاره که څه هم دقوې اغيز دوام ولري، لومړني يعنې د ارامتيا حالت ته راګرځي اوهغه قوې چې له بهرنه يې پر جسم عمل کړی دی، نشي کولای پر جسم د نوي اغيز لامل شي، ځکه چې بله قوه چې د مقابل جسم داتصال له ځايه، لکه د يوال، ميز او نور پر جسم عمل کوي، د بهرنۍ قوې اغيز خنثی کوي، يعنې هغه په تعادل کې راولي.

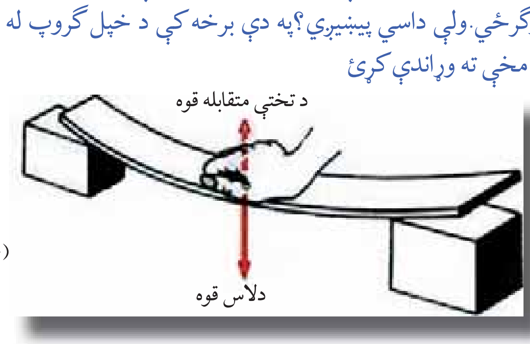


(1-21) شکل

هغه قوه چې پر جسم د اغيز کوونکې قوې اغيز خنثی او په جسم کې د تعادل يا توازن سبب ګرځي، د متقابلې قوې په نامه يادېږي. په شکل کې ليدل کيږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلې د فنرله متقابلې قوې سره خنثی کيږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمايش او په راتلونکې تجربې کې کولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس کړو. عامله قوه او متقابله قوه پخپلوکې سره مساوي دي، خو جهتونه يې مخالف دي. عامله قوه يا هغه قوه چې له بهره پر جسم وارده شوې، نور نشي کولای د اغيز لامل وګرځي. ځکه چې اغيزېې د متقابلې قوې چې د کلك او غبنتلي جسم لخوا عمل کوي، خنثی او د هغې د تعادل سبب ګرځي.

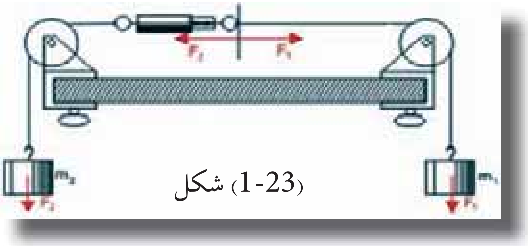
بحث وکړئ

يوه د لرګي تخته چې له شکل سره سم يې دواړه سرونه پر يوه جسم تکيه شوي دي او دلاس پرمټ يې پر منځنی برخه قوه وارده شوې ده. ليدل کيږي چې تخته له کوږوالی سره چې دلاس دقوې له امله يې ترلاسه کړی، مقابله کوي.
ترڅو بيرته خپل لومړني حالت ته را وګرځي.ولې داسې پيښيږي؟په دې برخه کې د خپل ګروپ له غړو سره خبرې وکړئ او د خپلو بحثونو پايلې د ټولګي مخې ته وړاندې کړئ



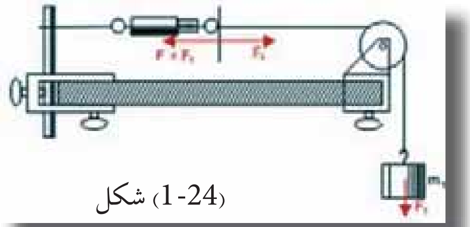
(1-22) شکل

متقابله قوه یا د مخالف عکس العمل قوه (Reaction force) تل د عمل له قوې (Action force) سره مساوي ده، خو په مخالف لوري. باید وویل شي که چېرې یو جسم په یوې کلکې نقطې پورې وتړو، د عکس العمل قوه د اتصال په نقطه کې ، پخپله رامنځ ته کېږي . په دې معنا چې دیوې قوې اغیز، د عکس العمل دقوې له پیداکیدو پرته ناشوني ده. د دې موضوع لاروښانتیا دلاندې تجربوېه لومړیو اودوهمو حالتونو کې په ښه توګه لید لای شئ.



(1-23) شکل

لومړي حالت
پر تار د را ښکلوقوه د دځړېدلو وزنو پرمټ



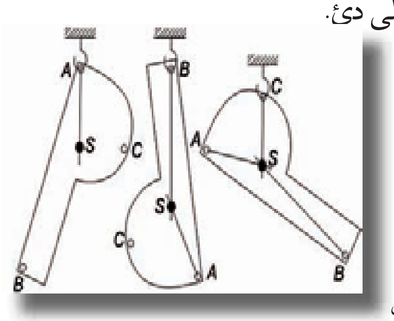
(1-24) شکل

دوهم حالت
پرتار د را ښکلو قوه د یو ځړېدلي وزن پر مټ

په لومړني حالت کې هم د عمل قوه او هم د عکس العمل قوه F_1 او F_2 دواړه د دووځړېدلو وزنونو په مرسته، منځ ته راځي. په دویم حالت کې، هغه قوه چې له میلې سره داتصال له امله منځ ته راځي، د عکس العمل د هغې قوې له امله چې د (F_2) ځړېدلي وزن پرمټ رامنځ ته راغلي ده، وزن یې په تعادل کې راوستي دي. د پورتنیو ځرګندونو په پایله کې د تعادل د مفهوم لنډیز دا رنګه وړاندې کولی شو:
کله چې یوه قوه پر یوه جسم چې په یوه نقطه کې کلک تړل شوی وي، اغیزوکړي، دا جسم یوازې د همدې قوې تر اغیز لاندې نه وي، بلکې یوه بله قوه هم پرې اغیزه لري، چې هغه عبارت د عکس العمل له قوې څخه ده، څرنګه چې دا دواړه قوې یو د بل اغیزې په متقابله توګه له منځه وړي، نو له دې کبله هیڅ ډول حرکت منځ ته نه راځي او یوازې د متقابل عکس العمل قوې په منځ ته را تلو سره په جسم کې بدلون منځته راځي. که چیرې عامله او متقابله قوه چې هغوی ته د عمل او عکس العمل قوه هم وایي، چې د مساوي کچې لرونکې او لوري یې مخالف وي، دو اړه قوې کولای شي د جسم د شکل د بدلون په حالت کې پاتې شي، په بل عبارت سره داسې وایو: قوې په تعادل کې دي . همدا ډول قانونمندي د دوو یاله دووڅخه د زیاتو قوو د عمل کولو پرمهال هم صدق کوي. په دې معنا، کله چې دوه یا له دوو څخه زیاتې قوې پر یوه جسم اغیز وکړي او د جسم د حرکت په حالت کې د بدلون لامل نشي، یا دا چې پر جسم عاملې قوې، یو دبل اغیزې خنثی کړي، په دې صورت کې ویلی شو چې جسم یا قوې د تعادل په حالت کې دي.
باید پام وکړو، هغه ټول شیان او اجسام چې زموږ په محیط او چاپیر یال کې دي، تقریباً ټول د سکون په حالت کې دي. دسکون په حالت کې د هغو شتون ،له دې کبله ندی چې ګواکې هیڅ ډول قوه پرې اغیز نه کوي، بلکې د سکون دلیل یې دادې، چې ټولې قوې یو دبل اغیز له منځه وړي او اجسام یې د تعادل په حالت کې راوستي دي.

په جسمونو کې د تعادل حالتونه او پايښت (ثبات)

مخکې له دې چې، د تعادل او پايښت د حالاتونو د ډولونو په هکله يوڅه و وايو، اړينه ده چې دا په ياد راوړو چې په پخوانيو درسونوکې موږه اجساموکې د ثقل د مرکز په هکله يو شمير مطالب زده کړي وو. اوس د تعادل او دهغې د ډولونو د مفهوم د ښه درک او همدا رنګه د اجسامو د پايښت د حالاتو دپېژندنې لپاره، اړينه ده چې په لنډه توګه د ثقل مرکز په هکله دويم ځلې يادونه وکړو. که چيرې د (1-25) شکل په ځير يو جسم له مختلفو نقطو (B،A او C) ځخه و ځړوو، و به ګورئ چې جسم له يو نوساني لنډ حرکت ځخه وروسته يو ټاکلي حالت غوره کړي. پام وکړئ چې د جسم پر مخ يوه ثابته (د S نقطه) شتون لري چې خپل موقعيت ته په هر حالت کې بدلون نه ورکوي. دا ثابته نقطه د جسم دټولو ذرو دثقل د قوو دمحصلې د اغيز نقطه ده، ځکه چې په جسم کې يوازې يوه نقطه په دې خاصيت شتون لري چې که جسم په هر موقعيت کې د ثقل دقوې د دوران مومنت، په يو عمودي موقعيت کې د هغې قوې د اغيز تر نقطې لاندې قرار نيسي چې ترې ځړيدلی دئ.



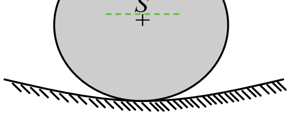
دا چې د ټول جسم د ثقل مجموعي اغيز په دې نقطه کې دی دا نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه يادوي او هغه خطونه چې له دې نقطې ځخه تيريږي، د ثقل د خطونو په نامه ياديږي. کيدای شي داسې فکر وکړو چې د جسم ټوله کتله د دې جسم د ثقل په مرکز کې متمرکزه شوې ده.

د (1-25)شکل
د يو جسم دثقل د مرکز ټاکل

د تعادل حالتونه:

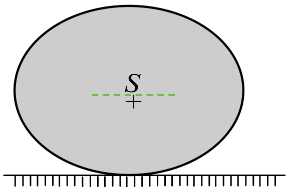
د ثقل د مرکز پيژندل له موږ سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په اسانه توګه تر مطالعې لاندې ونيسو. يو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دی چې پرې د قوو داغيزو له شتون سره سره بیاهم د سکون په حالت کې واقع وي. څرنګه چې په هر جسم کې د ثقل قوه یاد ځمکې د جاذبې قوه د هغې د ثقل په مرکز عمل کوي او جسم ښکته خواته راکاږي، نو له دې امله د تعادل حالت هغه وخت رامنځ ته کيدای شي چې د ثقل مرکز ونشي کولای مخ په ښکته حرکت وکړي. که چيرې يو جسم په يوې نقطې پورې نه وي تړل شوی، بلکې پخپله ښکتنۍ سطحه کې وي، د دې جسم د ممکنه حرکتونو لپاره، لاندې درې حالتونه مطالعه او يوله بله يې توپير کولای شو.

لومړی حالت: کله چې يو جسم د يوې قوې له امله د تعادل له حالت ځخه خارج کړای شي او وروسته له دې چې د قوې د اغيز له قيد ځخه ازاد کړل شي، وکولای شي بيرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. يو مخروط چې پر خپلې قاعدې د ځمکې او يا د ميز پر مخ ايښودل شوی دی، يا يو کروي جسم چې ديو مقعر لوښي په منځ کې ايښودل شوی وي، د دې حالت بيلګې راښيي، دې ډول تعادل ته پايدار باثباته (stable) تعادل وايي. دغه ډول تعادل په ټولو حالتونوکې کار يږي اړينه ده، چې شيان د سکون په دائمن حالت کې کيښودل شي.



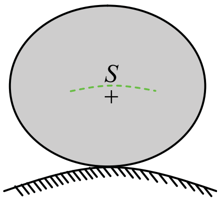
(1-26) شکل
پايښت لرونکي تعادل

دویم حالت: په ټولو هغو حرکتونو کې چې د ثقل د مرکز، لوړوالی د قاعدې له سطحې څخه تغییر ونکړي او جسم پخپل نوي موقعیت کې بیاهم د تعادل په حالت کې راشي یعنې خپل د تعادل حالت وساتي (لکه یو پنډوسکی او یا مخروط چې پخپله اړخ پر میز کیښودل شي)، دغه ډول تعادل ته بې توپیر یا (indifferent) تعادل وایي. د تعادل له دې ډول حالت څخه هغه مهال ګټه اخیستل کیږي چې د دې اړتیاوي چې شیان متحرکه وي. لکه په ترانسپورتي وسایطو او یا په دوراني محوروونوکې:



(1-27) شکل
بې تو پیره تعادل

دریم حالت: که چیرې جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې ځایه شي او ونشي کولای چې بیرته خپل لومړني حالت ته راوګرځي، دې تعادل ته بې ثباته تعادل وایي. د بیلګې په ډول که چیرې یوه کوچنۍ کره د یو جسم په ډېره لوړه نقطه او یاد محدبې سطحې په پورتنۍ برخه کې کیښودل شي او یا یو مخروط چې د راس لخوا پر ځمکه تکیه شوي وي.
دغه جسمونه د (1-28) شکل په خیر له لږ څه ټکان یا لړزې سره د تعادل له حالت څخه وځي، له همدې امله د تعادل ناپایداره حالت له تخنیکي اړخه د استعمال ځای نلري.



(1-28) شکل
پایښت نه لرونکي تعادل

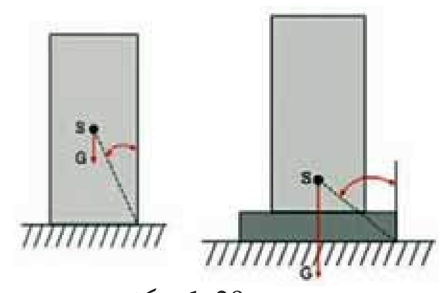
پوښتنه:

یو خط کش د a، b او c په درو حالتونوکې، د شکل په څیر له مختلفو نقطو څخه پر یوې پایې ځړول شوی دی، خط کش په پورتنیو وضعیتونوکې په پایدار، بې تو پیره او ناپایداره حالتونوکې لیدل کیږي. دهر یوه حالت ځانګړنې بیان کړئ.

ثابتوالي (پاینښت)

هغه جسمونه چې د ثقل مرکزيې د هغو د اتکاله لاندیني سطحې څخه پورته واقع وي، د تعادل په ثبات او داړمن حالت کې دي، ځکه چې د چپه کیدو پر مهال يې 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 جانبي سطحه اتکا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکی دی، په داسې حال کې که پخپلی وړې جانبي سطحې اتکاولري، ثبات يې بل قیمت اخیستلای شي.

څومره چې دیو جسم د ثقل مرکز ښکته، د جسم وزن زیات او د اتکا سطحه يې لویه وي، پایداري يې زیاته وي. له ویل شوو درو شرطونو څخه دېر ځله د جسم د ثبات د ډېرولو لپاره ګټه اخلي. که چیرې ، لکه په شکل کې چې لیدل کیږي، د یو جسم په کښتني برخه کې یوه درنه او پلنه پایه ور زیاته کړو، د جسم د ثقل مرکز موقعیت لاندې لوېږي، د جسم وزن زیاتیږي او په پایله کې د جسم ثبات زیاتیږي.



(1-29) شکل

1-4: د قوې مومنټ (تورک)

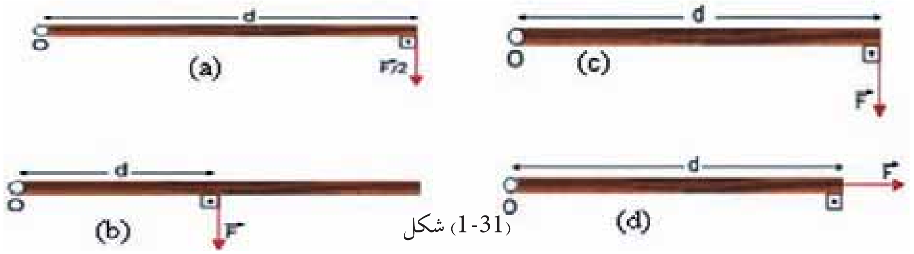
موږ پوهیږو چې قوې، په مختلفو بڼو کولای شي، پر جسمونو اغیزه وکړي، د بیلګې په ډول متلاقي قوې چې مخکې مو د هغې محصله هم په هندسي ډول او هم په محاسبوي توګه پیداکړه او په یوه شوو د دوواو یا له دوو څخه د زیاتو متلاقي قوو د محصلې کچه د هغې زاویې پر اندازې پورې اړه لري، چې د دې قوو د اغیز د خطونو تر منځ جوړیږي. موږ ولیدل چې که چیرې یوه قوه پر جسم اغیز وکړي، جسم د هغې په وړاندې عکس العمل ښیي، له همدې ځایه د متقابلې قوې په شتون وپوهیدو. د تعادل د حالت په پیداکیدو کې د متقابلې قوې په نقش هم پوه شو. له ویل شوو مطالبو څخه څرګندیږي چې قوه په پورتنیو بیلو حالتونو کې، پر جسم ټاکلې اغیزې واردوي. په اکثرو حالتونو کې چې قوه پر جسم اغیز کوي، کولای شي د یو اوږدوالي په امتداد کې د جسم د حرکت سبب شي. خو دقوې اغیزې کولای شي، پر جسم یوبل ډول حرکت هم ورزیات کړي. دبیلګې په توګه یو جسم په نظر کې ونیسئ چې پر یوه محور تکیه ولري، کله چې قوه پرې اغیز کوي، په دې حالت کې، قوه جسم د یو محور پر شاو خوا په دوراني حرکت څرخوي. هغه اغیز چې د قوې په واسطه په دوراني حرکت کې څرګندیږي، دقوې د مومنټ په نامه یادیږي. د دوران مومنټ د تورک په نامه هم یادیږي. د قوې مومنټ په M او تورک د (τ) په یوناني توري ښیي.

د لاندې بیلګې په وړاندې کولو سره د قوې د مومنټ په هکله نوره رڼا اچوو:

گرانه ده چې یو پیچ د لاس په مرسته ښه کلک کړو. په داسې حال کې چې کولای شو هغه د یو رنج په مرسته په اسانۍ سره کلک کړو. ددې لامل دادی چې رنج یو لویه دوراني اغیزه جوړوي.

(1-30) شکل د پیچ ټینګول د رنج په وسیله

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



(1-31) شکل

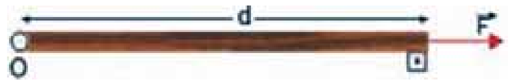
د a او c په شکلونو کې چې قوې په همغه یوه نقطه کې عمل کوي ، څرنګه چې د قوو کچه یوله بلې سره توپیر لري، د دوران پیښنه هم یوه له بلې سره توپیر لري. هغه مومنت چې پرجسم د d په حالت کې عمل کوي، مساوي له (0) سره دی ځکه چې په دې حالت کې قوه د صفر په کچه پر جسم عمل کوي او دپایلې په توګه ویلی شو چې هغه اغیز یا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

1. د قوې کچه
2. دقوې د اغیز دنقطې او دوران د محور ترمنځ واټن او یا هغه فاصله چې جسم یې پرشاو خوا څرخي او د d په توري ښودل شوې دي.
3. هغه زاویه چې د قوې د وکتور او هغه ترمنځ چې محور د قوې د اغیز له نقطې سره نښلوي، شتون لري(θ).

(1-32) شکل، مومنت صفر دی، ځکه چې د قوې د اغیزې کرښه د دوران له ټکي څخه تیریږي.

مومنت صفردی ، ځکه چې د قوې د اغیز خط د دوران له نقطې څخه تیرېږي. که چیرې یوه قوه پورتني 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 مومنت چې دا قوه يې توليدوي، اعظمي قیمت لرونکي وي چې دا مومنت په رياضي کې داسې افاده کوي:

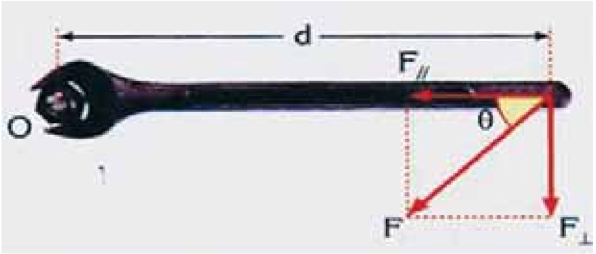
$$M = F \cdot d ....(F \perp d)$$



(1-33) شکل

که چیرې قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوې د اغیز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، یعنې $(F // d)$ وي، په دې صورت کې هغه مومنت چې دا قوه يې توليدوي، مساوي له صفر سره ده، یعنې: $M = 0$

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



(1-34) شکل
کله چې قوه پر جسم باندې عمل کوي او د قوه د تاثیر خط د دوران پر محور عمود وي، نو هغه مومنت چې قوه تولید وي، اعظمي دی.

لکه څرنګه چې په (1-34) شکل لیدل کیږي، هغه مومنت چې د $\vec{F}$ دقوې پرمټ تولیدیږي، له هغه مومنت سره مساوي دی چې د همدې $(F_{\perp})$ قوې عمودي مرکبې د اغیز د نقطې پر واټن د دوران ترمحور پورې عمود دی، را منځ ته کړی ده. ځکه چې دویمه مرکبه $(F //)$ چې د اتصال له خط سره موازي وي، صفردی یعنې:

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

$$M = (F \sin\hat{\theta}) \cdot d \qquad M = \vec{F} \cdot d \sin\hat{\theta}$$

په پورتنی رابطه کې، θ د قوې اوهغه خط تر منځ زاویه ده، چې د دوران نقطه د قوې د اغیز له نقطې سره وصلوي.

مثال:

قوه پر یوې میلې چې 0.2 متره اوږدوالی لري، د شکل په څیر عمل کوي، هغه مومنت چې نوموړې قوه يې توليدوي، پیداکړئ. $(\sin 37^{\circ} = 0.6 \quad \cos 37^{\circ} = 0.8)$ دی.

حل:

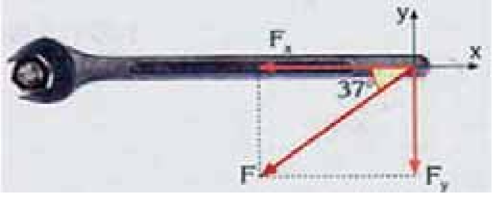
F_x مرکبه قوه د مومنت د تولید سبب نشي کیدای، هغه مرکبه قوه چې د (F_y) د محور په اوږدو چې په رنج عموده او د ساعت د عقربې په لور دوراني حرکت منځ ته راوړي، دا رنګه په لاس راوړو:

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

$$M = F_y \cdot d$$

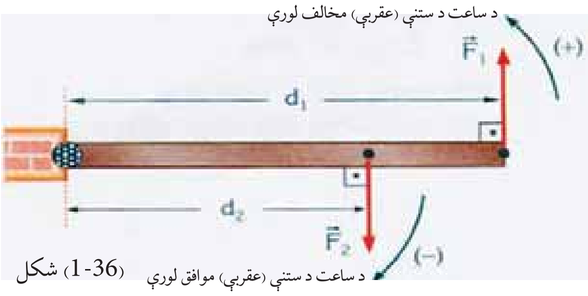
$$M = F \cdot d \sin 37^\circ = (9N)(0.2m) = 1.8Nm$$

د (1-35) شکل



د محصلې تورک (مومنت) او د دوران لوري

که چیرې یوشمیر قوې پر یوه جسم عمل وکړي، د هغو مومنتونو د جمعي حاصل چې د دوی د هرې یوې قوې تر اغیز نظر د دوران همدې یوې نقطې ته منځ ته راځي، د ټولومومنتونو مجموعه یا د جمعي حاصل وي.



(1-36) شکل

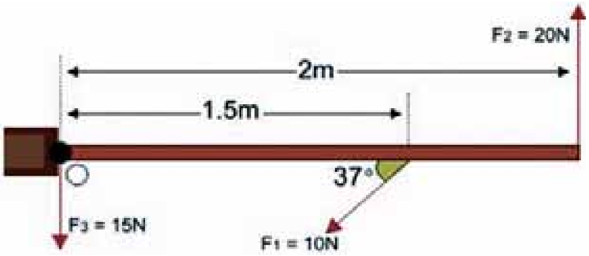
په (1-36) شکل کې د F_1 او F_2 دوې قوې وینو چې پر یوې دروازې یې عمل کړی او په مخالف لوري یې د دوران سبب کیږي. که چیرې د ساعت د ستنې د حرکت مخالف لوری مثبت او د ساعت دستنې د حرکت لوری منفي و منو، هغه مومنت چې دوه ډوله قوې منځته راوړي. پر دروازې له محصله مومنت څخه عبارت دی چې داسې حسابیږي.

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

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

اوس یو ساکن جسم په نظر کې نیسو:
که چیرې د محصلې مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پیل کوي، اوکه چیرې پر جسم د محصلې مومنت منفي وي،جسم د منفي په لور په دوارن پیل کوي،په ځانګړې حالت کې که چیرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، یعنې د محصلې مومنت د ساعت دستنې د ګرځیدو په لورکې مساوي دساعت د ستنې له مخالف مومنت سره (مقدار له نظره) وي، په هغه حالت کې جسم په دوران پیل نه کوي.

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

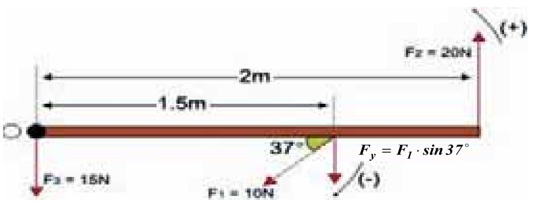


(37-1) شکل

الف: د محصلې مومنت چې پر دروازې عمل کوي،پیداکړئ.
ب : د خلورمې قوې اصغري قیمت محاسبه کړئ چې وکولای شي، د دروازې له دوران څخه مخنیوی وکړي، لوری او د اغیز نقطه یې مشخصه کړئ.

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

حل:
الف: د F_1 قوې عمودي مرکبه د ساعت د ستنې یو موافق دوران (-) او د F_2 قوه د ساعت د ستنې یو مخالف دوران (+) منځ ته راوړي. د F_3 قوه هیڅ دوران منځ ته نه راوړي. څکه چې قوه د دوران په نقطه کې عمل کوي، نو له دې سره سم لیکلای شو:



د (38-1) شکل

$$M_1 = -F_{1y}d_1 = -F_1 d_1 \cdot \sin\theta$$
$$M_1 = -(10N)(1.5m)0.6$$
$$M_1 = -9Nm$$
$$M_2 = F_2 \cdot d_2 = (20N)(2m) = 40Nm$$

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

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

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

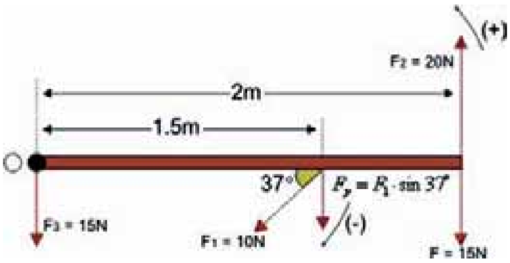
ب: څرنگه چې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې مخالف دی او کچه یې 31Nm ده، دا وینا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي، باید د ساعت د ستنې له لوري سره موافق یو مومنت د 31Nm په کمیت پر هغې اغیز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولید ولی شي، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنې د دوو مترو په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

$$M_2 = F \cdot d$$

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

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

دا قوه باید د F_2 قوې په مخالف لوري اغیز وکړي

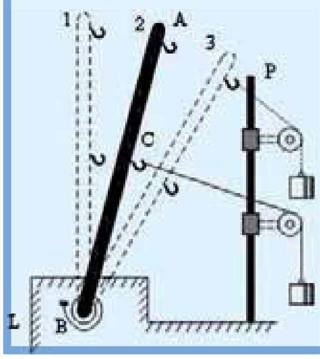


(1-39) شکل

تجربه:

د AB یوه فلزي میله داسې په نظر کې نیسو چې یو لوري یې د L د محور د B په نقطه کې د یو ماربیچ فنر په مرسته ترل شوی دی. په دې میله کې د تار په مرسته و صل شوي چنگکونه چمتو شوی دی او د ا تار د یو ثابت څرخ له مخې تیر یږي چې د پر پایې ترل شوی دی. د تار په بل انجام کې کولای شو، قوې (وزنونه) و ځړوو. په مقابل شکل کې چې میله د 1 په حالت کې ده، هیڅ یوې قوې پرې اغیز نه دی کړی او دوران هم منځ ته ندی را غلی.

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



(1-40) شکل

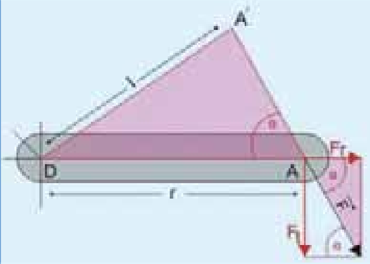
په 3 حالت کې، هم قوه اوهم د قوو مټ زیات شوی دی، دوران هم زیات شوی دی. دا تجربه همدا راز ثابتوي چې د قوې مومنت د قوې د مټ له طول او د قوې له مقدار سره مستقیما متناسب دی. نو دقوې د مومنت لپاره لاندې تعریف وړاندې کولی شو:

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

تجربه:

اوس داسې حالت په نظرکې نیسو لکله په (1-41) شکل کې چې ښودل شوی دی. په دې شکل کې وینو چې د قوه په مایله توگه پر یوه خط اغیزکوي چې هغه خط، د اغیز نقط A د دوران له نقطې D سره وصلوي، په دې حالت کې قوه، نشي کولای چې خپل بشپړ اغیز څرگند کړي، ځکه چې د قوې د اغیز نقطه پر یوه د ایروي خط د دوران د نقطې پرشاو خوا حرکت کوي ، نو په دې حالت کې، یوازې د F_1 د مماس مرکبه (تانجانتي) قوه، دوراني اغیز لري، او د F_r شعاعي مرکبه پر محور د راښکلو د یوې قوې اغیز لري او د قوې مومنت عبارت دی له: $M = F \cdot l$ په وروستی افاده کې (l) له هغه عمودي طول څخه عبارت دی چې د دوران له نقطې څخه د قوې د اغیز پر خط راکښل کیږي. څرنگه چې دواړه مومنتونه یوله بل سره مساوي دي او هم د دوو نښه شوو مثلثونوله ورته والي څخه په لاس راځي چې:

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



(1-41) شکل

که چیرې د دوارن دمټ پرځای، دا عمود وکاروو، بیاهم هغه تعریف چې د قوې د مومنت لپاره شوی و، په دې حالت کې هم په لاس راورو.

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 کیږي. دا تعریف په ټولو حالتونوکې صدق کوي.

د مومنت واحد

که چیرې قوه په نیوټن (N) او واټن په متر (m) اندازه کړو، دقوې د مومنت د اندازه کولو واحد له نیوټن متر څخه عبارت دی چې داسې ښودل کیږي:

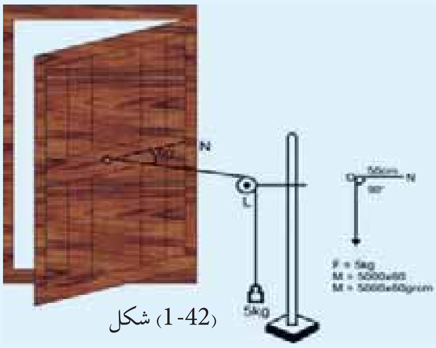
$$[M] = F \cdot L = [N \cdot m]$$

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

فعالیت:

ددې لپاره چې قوې د مومنت اغیز مشاهده او هم دا ثابته کړوچې د قوې مومنت ، مساوي دي دقوې ضرب له حاصل خخه په هغه واټن کې چې د قوې د اغیز نقطه یې د دوران له مرکز څخه لري، لاندې ساده تجربه په ډولوکې عملي کوو، چې د دروازې له یوې پلې سره ترسره کیږي.د دروازې یوڅه درنه پله چې له یوه چوکات سره ټینګه شوې ده او له چوکاټ سره په تار وصل دی، دا تار د یو ثابت خرخ پولې پرمخ تیریږي، داسې چې د تار یو سر د تلې له یوې پلې سره اړیکه لري. د څرخ مومنت داسې ټاکو چې تار د دروازې پر پلې باندې عمود واقع شي. که چیرې څرخ د L په نقطه کې وي او تار د اتصال نقطه د دروازې له منځنې چوکاټ سره په O او دهغه خط د تقاطع نقطه چې د O نقطه د دروازې د جانبي چوکاټ (لخک)سره وصلوي، په N وښودل شي، زاویه د $\hat{LON} = 90^\circ$ وي.اوس دتلې په پله کې تر هغه وخته پورې وزن زیاتوو چې دروازه په حرکت پیل وکړي. کله چې دروازه په حرکت راځي، په دې معنا دی چې وزن (قوه) د یو مومنت د تولید سبب شوی دی. تر دې وروسته وزن د تلې له پلې څخه را اخلو او د وزن کچه او د ON د واټن اوږدوالی نوټ او لیکو. په دی حال کې که چیرې د F_1 قوه او د ON واټن ته $F_1 . d_1$ ووایو ، د قوې مومنت په لاندې توګه افاده کوو:

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



(1-42) شکل

دروازه بیرته خپل لومړني حالت ته ورولو. دا ځلې ځنګک له خپل لومړني ځای څخه را وباسو او د دروازی پر یوې بلې نقطې چې له چوکاټ او چیراس سره نژدې ده، نصبوو.
په دې حالت کې بیاهم څرخ په داسې موقعیت کې ږدو چې تار پر دروازې عمود واقع شي. وروسته بیا دتلې په پله کې وزن زیاتوو، تر هغه پورې چې دروازه په حرکت پیل وکړي.
بیا وزن د تلې له پلې څخه را اخلو. د F_2 وزن کچه د OL له طول سره چې دا ځلې په d_2 ښودل کیږي، اندازه کوو.
لیدل کیږي چې دا ځلې د دروازې په حرکت راوستلو کې (دقوې دمومنت تولید) له لومړي ځل څخه زیات وزن کاریدلې دی، یعنې:

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

داکار د دریم ځل لپاره په همدې شرایطو تکراروو او د O د نقطې موقعیت د دروازې له چیر اس سره ډېر نژدې ټاکو او تجربې ته په هغه پخوانۍ طریقه دوام ورکوو. بیاهم د F_3 وزن (قوې) او d_3 واټن له اندازه کولو څخه پایله لاس ته را ځي چې په دریم ځل د دروازې په حرکت راوستلو کې، د دویم ځل په پر تله زیاتې قوې ته اړتیاوه:

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

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

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

$$M_1 = M_2 = M_3$$

ښایي چې د خپل ډلییزکار پایلې د لا زیات بحث لپاره خپلو ټولګیوالوته وړاندې کړئ.

1-5: موازي قوې

په دې لوست کې به مطالعه کړو چې دوې موازي قوې پر یوه جسم څه ډول اغیز کوي او څنګه کولای شو چې محصله یې پیداکړو، د دې موخې لپاره لاندې فعالیتونه تر سره کوو.

فعالیت الف:

د F_1 او F_2 دوې قوې په موازي او یودبل خلاف لوري، د قوې سنجوونکي پر یو چنګک د (1-43) شکل په څېر خروو. د قوې سنجوونکی اوږدوالی د F_r مجموعي قوې د اغیز لامل اوږدیږي او ښیي چې:

$$F_r = F_1 \times F_2$$

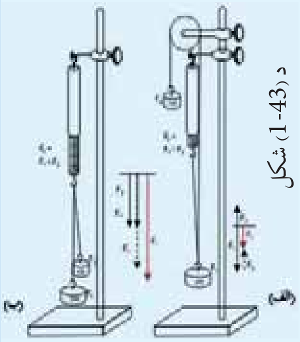
فعالیت ب:

د تجربې دستګاه ته د شکل په څېر (ب،43-1) تغییر ورکوو، داسې چې د F_1 او F_2 قوې یوله بله سره په موازي توګه او یوه لوري کې راشي (واقع شی). په دې حالت کې قوه سنجوونکی، د محصله قوه په لاندې ډول ښیي:

$$F_r = F_1 - F_2$$

فعالیت ج:

دوه جسمونه چې د W_1, W_2 معلومو وزنونو لرونکي دي،د (1-44) شکل په څېر یو د بل له پاسه ږدو او دواړه دیو چنګک په مرسته په قوه سنجوونکي لوری ځړوو په قوه سنجوونکي کې د وزنونو د تعادل پر مهال، لیدل کیږي چې قوه سنجوونکی د دواړو جسمونو مجموعي وزن راښیي یعنې:



د (1-43) شکل

(1-44) شکل

د پورتنیو تجربو مشاهداتو له کتلو سره کیدای شي، دې پایلې ته ورسیږو چې کله چې موازي قوې د یوه جسم پر یوې نقطې عمل وکړي، که چیرې دا قوې یولوري (هم جهت) وي، محصله یې د نومړو قوو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی. که چیرې قوې مخالف لوري ولري،محصله قوه یې د هغو د تفریق له حاصل څخه عبارت ده.

له پورتنیو جملو څخه کیدای شي داسې پایله ترلاسه کړو چې دو قوې یې هغه مهال د تعادل په حالت کې را تلای شي چې محصله یې مساوي له صفر یعنې $\sum F = o$ سره شي، دا هغه مهال شونې ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي وي،

نومورې کولای شو دیوې قوې د اغیز نقطه په کیفي ډول د نومورې قوې د اغیز پرخط تغیر مکان کړو او دا قاعده پر هغو ټولو موازي قوو چې په یوې نقطې یا په همدې یوه نقطه اغیز کوي، تطبیق شي، نو له همدی امله مونږ کولای شو، ادعا وکړو چې:

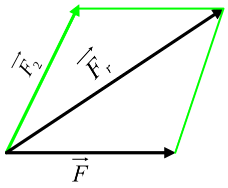
کله چې دوې قوې په همدې یوه نقطه یا په همدې یوه خط کې اغیز وکړي، هغه مهال د تعادل په حال کې را تلی شي چې کچې یې سره مساوي او لوري یې سره مخالف وي.

د یوې قوې تجزیه

لکه چې وړاندې مو ولوستل، موږ له داسې حالتونه سره مخامخ کېږو چې څوقوې پر یوه جسم اغیزکوي او موږ اړتیا لرو، تر څو دقوو محصله یا نتیجه وپیژنو او هم د هغو د مقدار کچه پیداکړای شو. له بل پلوه ویلی شو چې هره هغه قوه چې موږ ورسره سراوکار لرو، کیدای شي پخپله یوه محصله قوه وي چې د دوویا له هغو څخه د زیاتو قوو له ترکیب څخه لاسته راغلې وي.

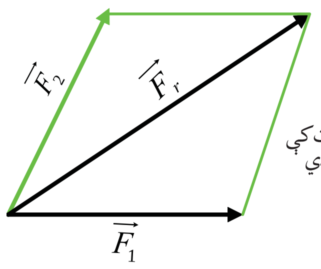
په فزیکي اوتخنیکي پیښوکې ډېرځله له داسې مسایلو سره مخامخ کېږو چې اړیو، تر څود محاسبود تر سره کولو لپاره د یوې قوې اجزاوې وپیژنو. یعنې همغسې چې د قوو د محصلې د پیداکولو موضوع با اهمیته ده، دیوې قوې د اجزاوو پیداکول یا په بل عبارت د قوې مرکبې چې د قوې دٍ ترکیب سبب شوې، هم په همغه کچه ارزښت لري. په دې حالتونوکې معمولاً د جز(مرکبو) قوو لوري ورکول کیږي او کچه (لویوالی) یې پیداکیږي. په هندسي طریقه د مر کبو د پیداکولو لپاره په دې ډول عمل کیږي:

د محصله قوې له انجام څخه هغو خطونوته موازي ګانې کښل کیږي چې د مرکبه قوو لوری ښیي، په پایله کې یوه متوازي الاضلاع منځ ته راځي چې ضلعې یې مرکبې قوې را ښیي، (1-45) شکلونه.



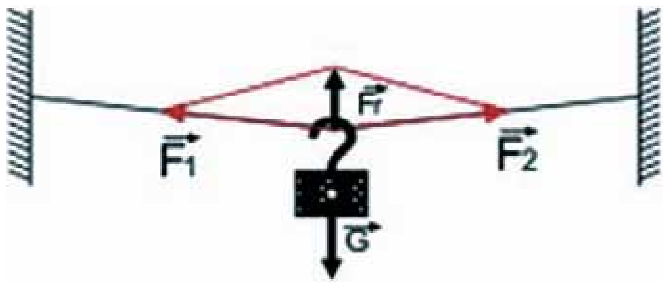
(1-45) شکل
په یوه نا معلومه مرکبه د قوې تجزیه

د (1-45) په شکل کې، په يوه ناخرګنده مرکبه د قوې تجزيه، د (1-45) په شکل کې د قوې تجزيه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي، ښودل شوي.



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

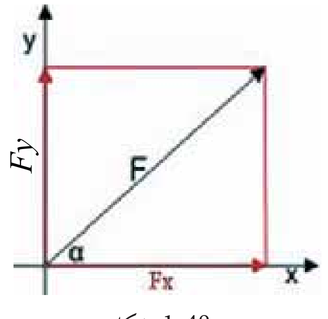
د قوو تجزيه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي د (1-47) شکل د قوې د تجزيې يو بل مثال په يوه پرې د يوه جسم ځړيدل راښيي او په يو واټ کې د بريښنا زينتي ګروپونه کولای شي، د دې ډول يوه غوره بيلګه وي.



(1-47) شکل
د يوی قوې تجزيه د يوجسم په ځړيدلي حالت کې (د واټ د بريښنا ګروپ)

د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

په محاسبوي طريقه د څو قوو د محصلې د لاس ته راوړلو لپاره ، لومړی ټولې قوې د قايم مختصاتو په يوسيستم کې د (x, y) په مرکبو تجزيه کوو، د بيلګې په ډول د (1-48)شکل قوه را ښيي چې د $F_x = F\cos\hat{\alpha}$ او $F_y = F\sin\hat{\alpha}$ په مرکبو تجزيه شوي دي.



(1-48) شکل
د F د قوې تجزيه د هغې په قايمو مرکبو

د پورتني قاعدې پربنسټ د F_1 او F_2 قوې په نظر کې نيسو، مرکبې يې دا رنګه ليکلی شو:

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

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

$$F_{rx} = F_1x + F_2x + \ldots \qquad F_{ry} = F_1y + F_2y + \ldots$$

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

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

$$F_r = \sqrt{F_{rx} + F_{ry}} \quad , \quad \tan\hat{\alpha}_r = F_{ry} / F_{rx}$$

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 مرکبه له صفر سره مساوي شي يعنې:

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

بايد پام وکړو چې د قوو د تجزيې اړوند د يوې مسئلې د حسابي حل لپاره ، هغه لارې چې تر ګټې اخيستلو لاندې نيول کيږي، د ورکړل شوو کميتونو پر بنسټ توپيرلري.

ډېر ځله کولاي شو مطلوبې قوې د مثلثاتو له قاعدو څخه په ګټې اخيستلو د قوو د مضلع له مخې حساب کړو. په نورو حالا توکې ، کولاي شو د مضلعو قوو تشابه له يو معلوم مثلث سره او يا د قايم الزاويه شکلونو پر مهال د فيثاغورث له قانون څخه ګټه واخلو.

مثال:

1. د يو سړک په ګولايي کې چې يو بريښنايي موټړ پرې حرکت کوي، درې هوايي کېسلونه د بريښنايي ګاډې د پاسني کيبل سره د نښلولو لپاره د يو عمارت د A په يوه نقطه کې تړل شوي دي. د راښکلو(کشش) د قوو کچه او لوری په شکل کې ښودل شوی دی. د مجموعي قوې لوری او کچه محاسبه کړئ.

$$F_1 = 1050N \qquad \hat{\alpha}_1 = 90^\circ$$

$$F_2 = 1500N \qquad \hat{\alpha}_2 = 40^\circ$$

$$F_3 = 1200N \qquad \hat{\alpha}_3 = -20^\circ$$

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

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

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

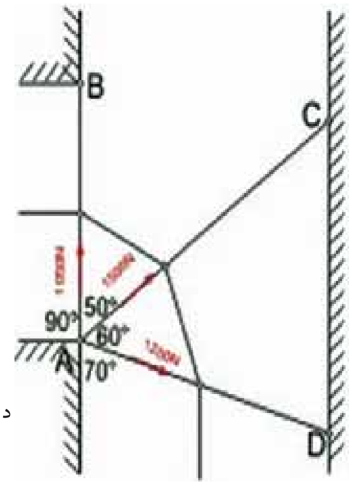
$F_{rx} = 2276N$ $\quad F_{ry} = 1604N$

ددې پرېنسټ:

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

$Fr = 2786N$ او:

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



د (1-49) شکل

دوهم مثال:

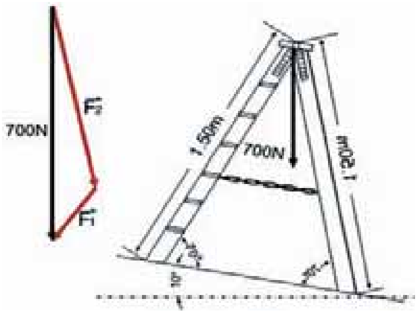
د اوسپينزو پښو يوه زينه ديوې ميلان لرونکې سطحې پر مخ ايښې ده. ديوتن د وزن قوه $W = 700N$ چې د زينې پر يوې پورتنۍ نقطې ولاړ دی، په څه ډول د زينې پر دوو پښو وېشل کيږي؟

حل:

له هغو زاويو څخه چې د تر سيمونو په پايله کې لاس ته راځي، د قوو يوه مضلع په 10°، 30° او 140° زاويو تر لاسته کيږي. د ساين له قاعدې څخه په ګټې اخستلو ليکلای شو:

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

$F_1 = 189N \qquad F_2 = 544N$

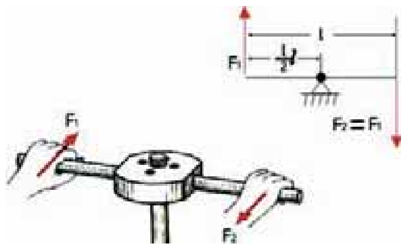


(1-50) شکل

1-6: جوړه قوې (دقوې زوج)

هره قوه چې پر یوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران قابلیت ومومي، دا قوه دراکښلو یا د یوې قوې فشار په توگه د جسم د دوران پر محور عمل کوي. له همدې امله دي، چې دا قوه په هغه نقطو کې چې د دوران محور پر هغو تکیه یا اتصال لري، عکس العمل قوه را منځ ته کوي په پایله کې دا قوه په عمومي توگه د دوران یو مومنت تو لیدوي. که چیرې د محور موقعیت ته تغییر ورکړای شي، په عمومي ډول د قوې مټ او د دوران مومنت چې قوه منځ ته راوړي هم بدلیږي. برعکس کله چې دوې موازي قوې چې متقابل لوري ولري، په عمودي توگه په یوه محور او د یوه جسم پر دوو بېلا بېلو نقطو اغېزې وکړي دوې ته د قوې زوج وایي. د قوې په یوه زوج کې، دواړه قوې یو د بل اغېز پر محور له منځه وړي، د قوې د یو زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې څخه چې د دوران محور په کوم موقعیت کې دي، تل همدا یو قیمت لري. د قوې په یو زوج کې د دوران مومنت د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره د هغود اغیز د خطونو ترمنځ د (L) له متقابل واټن سره د لاندې قیمتونو لرونکي دی.

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



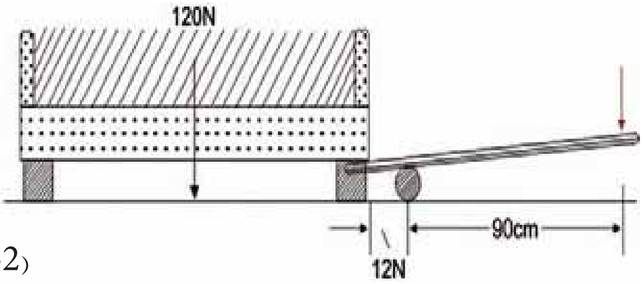
(1-51) شکل
جوړه قوې په یوه چوړې کښې دستگاه کې

له دې ځایه په اسانۍ سره ویلی شو چې که د دوران محور د اغیز د دوو خطو نو له یوه خط څخه تیر شي، خو چې له هغو څخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وړاندې کېدای شي:

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

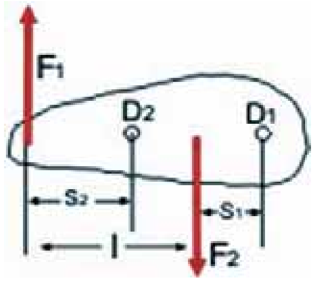
که چیرې د دوران محور د F_1 او F_2 ترمنځ لکه څنگه چې د D_2 په موقعیت کې واقع وي، مومنت داسې لیکو:

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



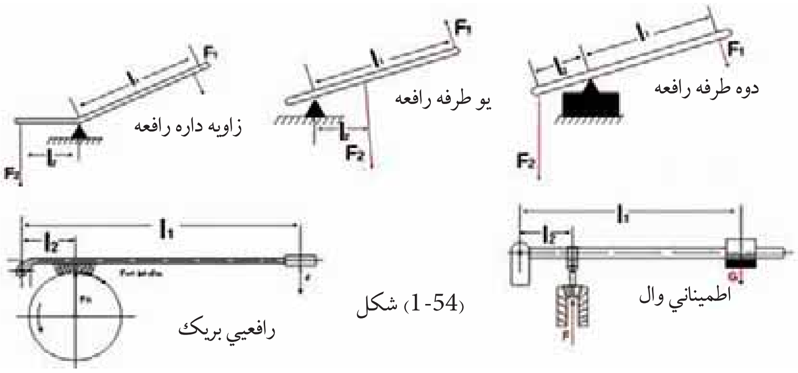
(1-52) شکل

د پورتنيو څرګندونو په مرسته، کولاې شو مومنت داسې بيان کړو:
د قوې يو زوج پرته له دې چې د دوران د مرکز موقعيت (د دوران نقطه)يې په نظر کې ونيسو، تل د دوران همدا يومومنت لرونکی دی.



(1-53) شکل
د يو قوې زوج د دوران مومنت،
د مرکز دوران د موقعيت سره اړيکه نه لري

د يوزوج قوې د دوران مومنت، د دوران د مرکز له موقعيت سره اړيکه نه لري. په تخنيک کې، رافعې د قوی د زوج پر بنسټ کارکوي او معمولاًيې د يوې مستقيمې ميلې يا يوې زاويه لرونکې ميلې په توګه جوړوي.
هغه رافعه چې د ميلې په شکل ده،که چيرې د دوران مرکزيې د ميلې په يو سر کې واقع وي، دې ميلې ته يواړخيزه رافعه وايي. که چيرې د دوران د مرکز په انجامونو کې واقع نه وي، دا رافعه د دوه اړخيزې رافعې په نامه يادېږي او همدارنګه هغه رافعه چې ديوې زاويې شکل لري،هغه د زاويه لرونکې رافعې په نامه يادوي. په (1-54) شکلونوکې تا سو د رافعو مختلف ډولونه کتلې شئ.



(1-54) شکل

د رافعې قانون موږ ته دا اسانتيا راکوي چې د رافعې په يوه اړخ يا لوري کې د لږې کچې قوې په کارولوسره چې پر يو اوږد مټ اغيز کوي، د رافعې په بل اړخ کې له يولنډ مټ سره په لويه کچه يوه قوه لاس ته راوړو. له همدې کبله دی چې رافعې په ورځني ژوندانه او تخنيک کې د کارولو ګڼ او ډېر ځايونه لري. يعنې د رافعې په يو اړخ کې د کمې کچې قوه کاروو او په هغه بل اړخ کې د ډېرې کچې قوه لاس ته راوړو، يعنې په قوه کې ګټه کوو. په همدې ډول د رافعې په استعمال سره، کولې شو په واټن کې هم ګټه وکړو. چې که چيرې د رافعې په يوه اړخ کې يوه قوه د لنډ مټ سره عمل وکړي، د رافعې په هغه بل اړخ کې چې کومه قوه عمل کوي، د يو اوږد مټ لرونکې ده. د انسان لاس او د تايپ ماشين د دې بحث نور اړوند مثالونه کيدای شي.

1-7: د تعادل عمومي شرطونه

که چیرې څو 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 کوونکو قوو محصله له صفر سره مساوي ده، برعکس که چیرې دا شرط تحقق ونه مومي، محصله قوه په جسم کې د تعجیل یا ګرځیدنې سبب ګرځي او داتعجیل، جسم په یوانتقالي 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 کیفي نقطې پرشاو خوا دمومنتونو مجموعه ،هم له صفر سره مساوي شي، که چېرې دا شرط پلې نشي، د محصلې مومنت، جسم یو دوراني حرکت ته اړباسي. پورتني دواړه شرطونه یې د تعادل د عمومي شرطونو په نامه منلي دي. نو کله چې څو قوې د یوه جسم په مختلفو او کیفي نقطو عمل وکړي، دا جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې راتلې شي چې لاندې دوه شرطونه ولري.

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

دویم شرط: د دوران د ټولو مومنتونو مجموعه په یو جسم کې د دوران د یوې کیفي نقطې پرشاوخوا مساوي له صفر سره وي. په ډېر و مسایلو او حالاتوکې چې مخې ته راځي، قوې به په یوې مستوي کې وي، پرته له دې مسئلې کولای شو، په داسې ګڼو اجزاوکې 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 همغه مستوي کې چې قوې واقع دي، د وضعیه کمیاتو یو سیستم بر قراره وو، واردې شوې قوې د F_2, F_1 په علامو په نښه کوو، د قوو مرکبې په F_1x او F_2x او همدا رنګه په F_1y او F_2y او .... ښیو او نظر د دوران یوې کیفي نقطې ته د قوې متې په L_1 او L_2 او.. نوموو علامې په نښه کوو. په پایله کې لاندې معادلې لاس ته راځي:

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

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

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

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

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

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

هغه څه موچې د تعادل دشرایطو په اړه وویل، دا دې په پیل کې دا تعادل دلومړی شرط په توګه بیانوو او مسایل او تمرینونه یې حلوو:

د تعادل لومړی شرط

هرهغه جسم چې د تعادل په حالت کې دی، پر جسم د محصله قوو مجموعه (پرجسم د ټولو قوو وکتوری جمع) باید له صفرسره مساوي وي:

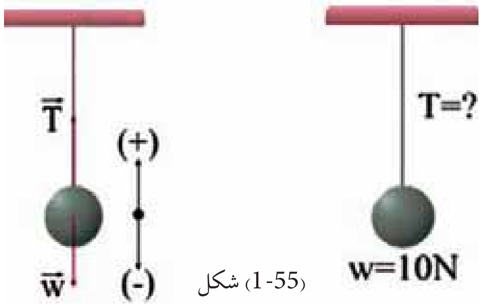
يعني: $\vec{R}=0$ يا $\sum F=0$

که چیرې د N په شمیر قوې پرجسم عمل وکړي، لرو چې:

$$F_1+F_2+F_3+..............+F_n=0$$
$$F_{1x}+F_{2x}+F_{3x}+...........+F_{nx}=0$$
$$F_{1y}+F_{2y}+F_{3y}+...........+F_{ny}=0$$

مثال:

د بریښنا یو ګروپ د 10N په وزن د یوسیم په مرسته د خونې له چت څخه ځړول شوی او د سکون په حالت کې دې. د سیم د راکښلو قوه $(\vec{T})$ محاسبه کړئ.



(1-55) شکل

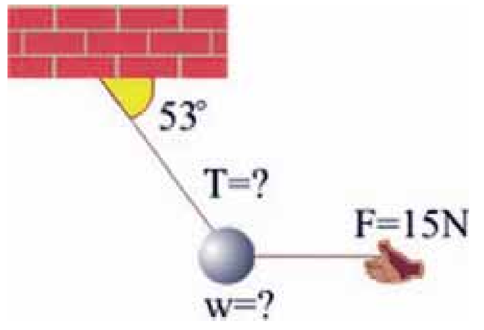
حل:

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

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

مثال:

یو جسم چې د تار په مرسته ځړول شوی دی د $15N$ یوې قوې په واسطه چې په افقي توګه يې عمل کړې او د شکل په څیر یې جسم په تعادل کې ساتلې، راکښل کیږي د راکښلو قوه چې پر تارعمل کوي محاسبه اوهم د جسم وزن په لاس راوړئ په داسې حال کې چې $\sin 53^\circ=0.8$ او $\cos 53^\circ=0.6$ دي.



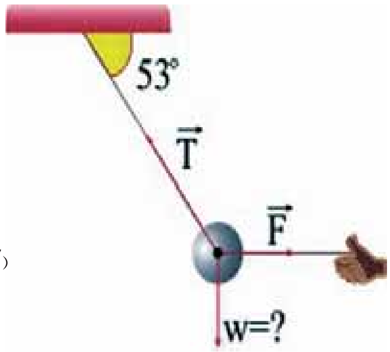
(1-56) شکل

حل:

په دې ځای کې درې قوې چې د تعادل په حالت کې دي، پرجسم اغیز کوي، دا درې قوې عبارت دي له :

۱- د جسم د وزن قوه W، ۲- وارده قوه F چې پرجسم اغیز کوي ۳- د راکښلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړی د ادرې قوې د قایمو مختصاتوسیستم ته انتقالوو. بیا د تعادل لومړنی شرط د X او Y په دواړو محورونوکې پر جسم تطبیقوو.

- د X پر محور باندې د تعادل د شرط تطبیق:



(1-57) شکل

$$\sum F_x = 0$$

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

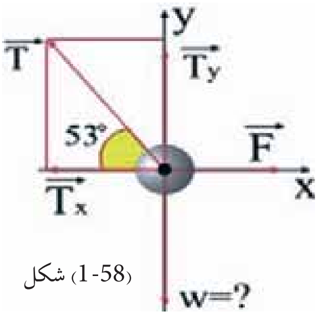
$$T \cdot \cos 53^\circ = 15N \rightarrow T \times 0 \cdot 6 = 15N \Rightarrow T = 25N$$

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

$$\sum F_Y = 0$$

$$T_Y - W = 0$$

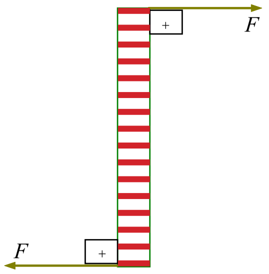
$$T_Y = W \rightarrow T \cdot \sin 53^\circ = W \qquad W = 20N$$



(1-58) شکل

د تعادل دویم شرط:

یو جسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط یې بشپړ کړی دی، له دې سره سره بیا هم کیدای 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 کیدای . له دې څایه ویلی شو: دهغه جسم لپاره چې د تعادل په حالت کې واقع وي، یوبل شرط ته هم اړتیا ده.



(1-59) شکل

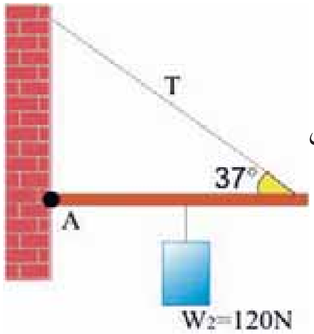
نو دویم شرط د دې لپاره چې یوجسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې باید د مومنتونو محصله (دتورکونومجموعه)چې پرجسم اغیز کوي، مساوي له صفر سره وي. یعني: $\sum M = 0$
که چېرې د (n) په شمېر، قوې پرجسم، مومنت تولید کړي، لروچې:

$$M_1 + M_2 + M_3 + ... + Mn = 0$$

که چیرې $\sum F = 0$ خو $\sum M \neq 0$ وي. په دې ځای کې جسم د انتقالي 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،یعني دا چې جسم په دوران پیل نه کوي، خو تعجیل لري.

مثال:

د یو لرګي د ډېر سپک لاستي چې فرض کوو هیڅ وزن نلري، یو سر د A په نقطه او بل سر یې د یوې رسۍ په مرسته له یوه دیوال سره تړل شوی دی. یو جسم د شکل په څیر د $120N$ په وزن د لاستي له منځنی نقطې څخه ځړول شوی دی.



(1-60) شکل

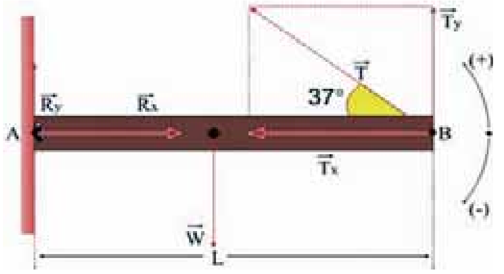
1. د T د راکښلو قوه په رسۍ کې پیداکړئ.
2. دRعکس العمل قوه چې دیوال په لاستي باندې د A په نقطه کې عمل کوي، څومره ده؟ په داسې حال کې چې $(\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$ او $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6)$ وي.

حل:

هغه قوې چې پر جسم عمل کوي، په شکل کې ښودل شوې دي. Rx او Ry د هغو قوو مرکبې دي چې دیوال یې د لرګي په لاستي وارد وي. هغه مومنتونه (تورکونه) چې Rx او Ry یې منځ ته راوړي، له صفر سره مساوي دي. ځکه دا دوې 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:

$\sum M_A = 0$ = د هغه محصلې مومنت چې د T او W د قوو لخوا تولیدیږي.

$$Ty \times L - w(L/2) = 0$$
$$(T \sin 37^\circ)L - 120(L/2) = 0$$
$$T \cdot 0,6 - 60 = 0$$
$$T \cdot 0,6 = 60$$
$$T = 100N$$



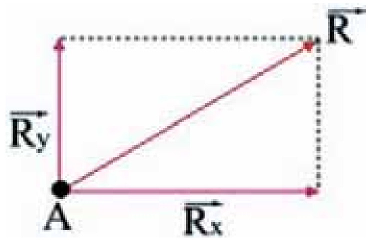
(1-61) شکل

د تعادل له لومړي شرط څخه لروچې

$$\sum F_x = 0$$
$$R_x - T_x = 0$$
$$R_x - 100 \cdot \cos 37^\circ = 0$$
$$R_x = 80N$$
$$\sum F_y = 0$$
$$R_y + T_y - w = 0$$
$$R_y + 100 \sin 37^\circ - 120 = 0$$
$$R_y = 60N$$

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

$$R^2 = R_x^{\ 2} + R_y^{\ 2}$$
$$R_2 = 80^2 + 60^2$$
$$R = 1000N$$



(1-62) شکل

د مومنت له فارمول څخه بل تعبیر (څرګندونه)

موږ لرو چې $M = F.d\sin\theta$

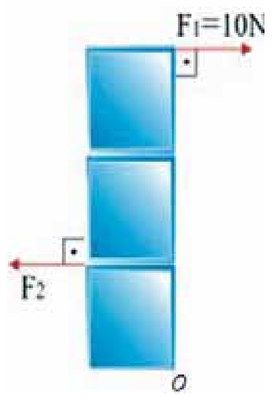
پورتنی افاده دا رنګه هم لیکلای شو $M = F(d.\sin\theta)$

پورتنی شکل ښیي چې $(d.\sin\theta)$، د دوران د نقطې او د قوې د اغیز د خط تر منځ عمودي واټن دی.

مثال:

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

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلی شوچې:



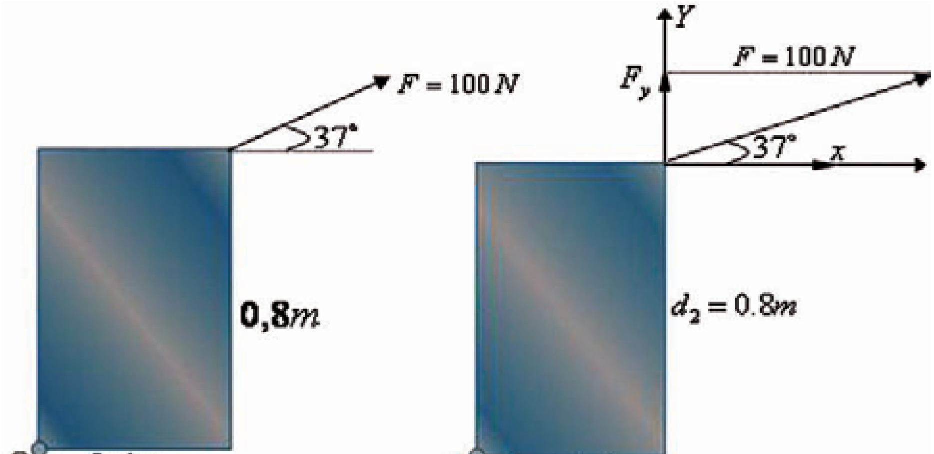
(1-63) شکل

$$\sum M = 0$$
$$F_2 d_2 - F_1 d_1 = 0$$
$$F_2(1m) - (10N)(3m) = 0$$
$$F_2 = 30N$$

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

مومنت مساوي دی، له عمودي قوې ضرب له محور څخه د دوران په واټن، یا مومنت مساوي دی د عمودي واټن د قوې ضرب د دوران له محور څخه. په اکثر وعمومي حالتو نوکې هم د قوې له مرکبې څخه اوهم د واټن له مرکبې څخه، یعنې د دواړو له مرکبو څخه چې سره جمع کیږي، د مومنت دمرکبې د پیداکولو لپاره ترې ګټه اخېستل کیږي.

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



(1-64) شکل

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلی شو:

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

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

$$Fx^2+Fy^2=(100N)^2 \quad . \quad . \quad . (1$$

$$Fx\cdot 0,4-Fy\cdot 0,8=0 \quad . \quad . \quad .(2$$

$$Fx=\frac{0,8Fy}{0,4}=2Fy \qquad (2Fy)^2+Fy^2=(100N)^2$$

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

$$Fy=44,7213N$$

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

$$Fx^2=8000N^2$$

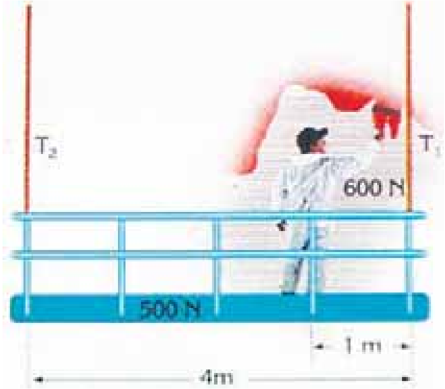
$$Fx=89,4427N$$

د دوران د نقطې د موقعيت ټاکل

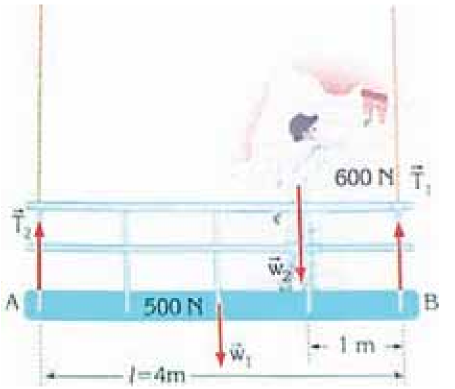
کله چې يو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړی جسم مجموعي مومنت، صرف نظرله دی چې د دوران نقطه چيرته موقعيت لري، له صفر سره مساوی دی. نو د دوران دنقطې موقعيت، په هر ځای کې چې د پرابلم د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کيدای شي.

مثال:

يو رنګمال چې 600 نيوتن وزن لري شکل سره سم په يوټاکلی موقعيت کې، دلرګي د خوازې له پاسه چې وزن يې 500 نيوتن دی او د يوې رسۍ په مرسته ځړول شوی، ولاړ دی او د يوال رنګوي. د راکښلو قوو کچه T_1 او T_2 چې په رسۍ عمل کوي، لاسته راوړئ (په سيستم کې له نورو وزنونو څخه صرف نظر کيږي).



(1-65) شکل



(1-66) شکل

حل:

لومړی د هغو قوو سکيچ چې په سيستم کې عمل کوي رسموو.

ځرنګه چې سيستم د تعادل په حالت کې دی، نوکولای شو چې د مومنتونود اصل تعادل وکاروو د T_1 او T_2 قوو د محاسبې لپاره لومړی د B نقطه يعنې د T_1 قوې د اغيز او بيا وروسته د T_2 قوې د اغيز نقطه يعنې A ټاکو.

ځرنګه چې $\sum M_A = 0$

ويا $T_2 \cdot 0 + T_1 \cdot l - 500 \cdot \frac{l}{2} - 600\,(l\frac{l}{2}) = 0$

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

نو $T_1 = 700N$

او یا $\sum M_B = 0$ همدارنګه

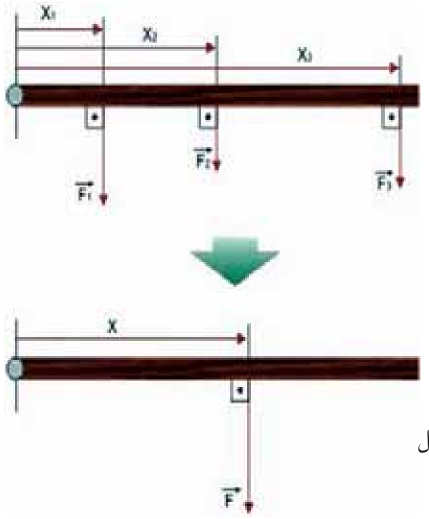
$$T_1 \cdot 0 + T_2 \cdot l - 500 \cdot l/2 - 600 \cdot l/4 = 0$$

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

نو $4T_2 = 1600$

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 بېلوبېلو نقطو کې یو له بل سره موازي دي.



(1-67) شکل

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

خرنګه چې محصله قوې ثابتې باقي پاتې کیږي. نو لروچې: $F = F_1 + F_2 + F_3$

حل:

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

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

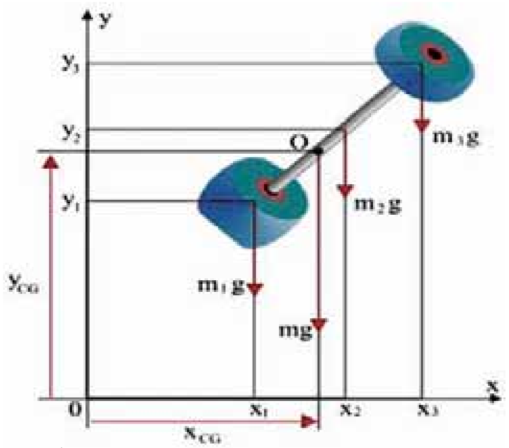
$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot X = F_1X_1 + F_2X_2 + F_3X_3$$

$$X = (F_1X_1 + F_2X_2 + F_3X_3) / F_1 + F_2 + F_3$$

خرنګه چې دثقل د قوې اغیز د جسم په ټولو برخو دی او لوری یې تل د ځمکې د کُرې د مرکز په لوردی، نو لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کیږي،

ټولې قوې په یوه لوري او په موازي ډول عمل کوي.

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 ښيي. د وزن او چتولو يوه ميله په دواړو سرونو کې دوه مختلف وزنونه، د قايمو مختصاتو په سيستم کې داسې په نظرکې نيسو.



(1-68) شکل

چې له درې برخو، يعنې دوه وزني په دوو انجامونو اويوې ميلې څخه جوړ شوی وی. د دې هرې يوې برخې وزن عبارت دی له: m_1g ,m_2g او m_3g د ميلې مجموعي وزن عبارت دی له:

$$mg = m_1g + m_2g + m_3g$$

د O نقطه د mg قوې د اغيز نقطه ده.

د مومنت معادله دا رنګې ليکلای شو:

$$(m_1g + m_2g + m_3g)X_{CG} = m_1g_{x1} + m_2g_{x2} + m_3g_{x3}$$

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

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

له ساده کولو وروسته لرو چې:

$$X_{CG} = \sum(mx)/\sum m$$

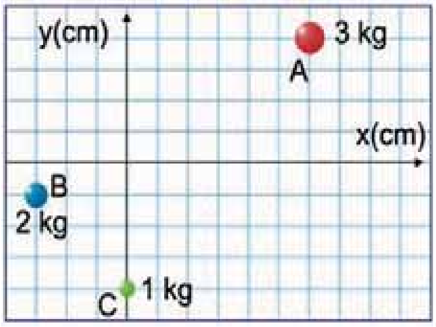
د y محور لپاره لرو چې :

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

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

هغه نقطه چې فرض کيږي د جسم ټوله کتله هلته متمرکزه 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 کیږي، د مختصاتو دسیستم پرمخ موقعیت لري، د دې جسمونوکتلې په ترتیب سره $2kg, 3kg$ او $1kg$ دي، د هغه سیستم د کتلوي مرکز مختصات چې دې درو جسمونو جوړ کړي دي، پیداکړئ.

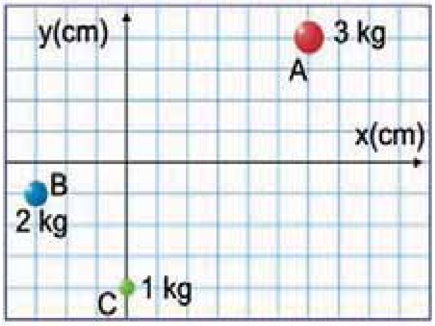
(1-69) شکل

حل: دکتلو مختصات او د جسمونو موقعیتونه عبارت دي له:

$A(6cm,4cm)$ (د $3kg$ کتلې مختصات)

$B(-3cm,-1cm)$ (د $2kg$ کتلې مختصات)

$C(0cm,-4cm)$ (د $1kg$ کتلې مختصات)



(1-70) شکل

د (cm) دکتلوي مرکز مختصاتو مرکز عبارت دی له:

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

له ساده کولو وروسته لروچي:

$$X_{CM} = 2cm$$

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

له ساده کولو وروسته لروچي:

$$Y_{CM} = 1cm$$

د لومړي څپرکي لنډيز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې دشکل او يا حالت د بدلون سبب ګرځي او په نړيوال سيستم کې يې بنسټيز (اساسي) واحدونه داين اونيوتن دي.
- کله چې څو متلاقي قوې پر يوه جسم عمل وکړي، يوه محصله قوه منځ ته راوړي، چې د دې قوې کچه او لوری په هندسي توګه د وکتورونوله قاعدې څخه په ګټې اخيستلو اوهم په حسابي توګه له الجبري قاعدو په ګټې اخيستلو په لاس راځي.
- نقطه يي کتله د يو آيډيال يا خيالي جسم له کتلې څخه عبارت دی چې ټول هغه مواد چې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره کاريدلي، په يوه نقطه کې متمرکز شوي وي.
- دوه قوې هغه مهال په تعادل کې واقع کيدای شي چې محصله يې له صفر سره يعنې $\sum F = 0$ شي او دا په داسې حالت کې شوني ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي او لوري يې سره مخالف وي.
- د محاسبې په طريقه د څو قوو د محصلې د پيداکولو لپاره لومړی ټولې قوې د قايم مختصاتو په سيستم کې د X او Y په مرکبو تجزيه کوو، بيا وروسته د قوو له مرکبوڅخه په ګټې اخيستلو، محصله قوې او هغه زاويې چې X او Y له محورونو سره يې جوړوي، حسابيدای شي. کله چې د محصله قوې د هرې يوې مرکبې مجموعه له صفر سره مساوي کړو، په دې صورت کې تعادل منځ ته راځي اود څوقوو محصله په لاس راځي.
- کله چې دوې موازي قوې چې د متقابلو لورو لرونکې وي، عموماً پر يوه محور او د جسم په دوو بيلابيلو نقطو اغيز وکړي، دوې ته جوړه قوې (د قوو زوج) وايي.
- د قوې يو زوج د دوران موقعيت(د دوران نقطې) ته له نظر کولو پرته، تل د دوران د همدې يوه مومنت لرونکې وي.
- يوجسم د سکون په حالت کې دی او يا دا چې د سکون په حالت کې پاتې شوی دی، ويل کيږي چې د ستاتيک تعادل په حالت کې دی. خو هغه جسم چې په يوه ثابت سرعت د حرکت او يا د دوران په حال کې وي، وايي چې دا جسم د ديناميک تعادل په حالت کې دی.
- د دې لپاره چې يو جسم د تعادل په حال کې وي، دوه لاندينی شرطونه بايد ولري.

1 - پرجسم د ټولو عمل کوونکو قوو محصله (وکتوري جمع) بايد له صفر سره مساوي وي، يعنې:

$$\sum F = 0$$

2 - د محصلو مومنتونه (د مومنتونوجمع چې پرجسم اغيز لري)بايد له صفر سره مساوي وي يعنې:

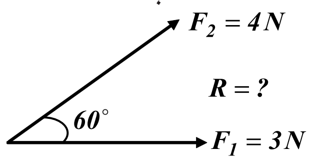
$$\sum M = 0$$

- د قوې دوراني اغيز ته مومنت(ترک) وايي چې مورږ يې په M ښيو او د يوناني تورو په (τ) هم ښودل شوی دی چې: $M = F \cdot d \sin\hat{\theta}$
- مومنت د ساعت د ستنې په لوري اويا دهغې په مخالف لوري عمل کولی شي.
- يوجسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط يې بشپړ کړی دی، له دې سره بياهم کولای شي صفروي، خو جسم د سکون په حالت کې نه دی.
- د يوجسم د ثقل مرکز مختصات د وضعيه کميتونه په قايم سيستم کې له لاندې معادلو څخه لاسته راځي:

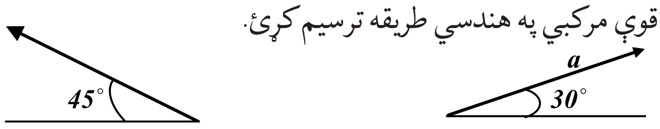
$$X_{CG} = \sum(mx)\, g/\sum mg \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum(my)\, g/\sum mg$$

د لومړي څپرکي پوښتني

1 - قوه تعریف کړئ او په نړیوال (SI) سیستم کې یې بنسټیز (اساسي) واحدونه بیان کړئ.
2 - ولې قوه یو وکتوري مقدار ده؟
3 - دوې موازي کیفي قوې انتخاب کړئ او محصله یې د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په طریقه رسم کړئ.
4 - لاندې شکل په نظر کې ونسئ د قوو محصله یې په الجبري طریقه محاسبه کړئ



5 - نقطه یي کتله تعریف کړئ او د نقطه یي کتلې درې بیلګې بیان کړئ.
6 - د عمل قوه تل د.............. له قوې سره مساوي خو د .... متقابل لرونکې وی
7 - هغه جسمونه چې د هغو .... پورته واقع وي د هغو داتکاله ...... څخه ....د تعادل ...... په حالت کې شتون لري.
8 - هغه مومنت چې یوه قوه یې د دوران په پیښه کې تولیدوي، له کومو درو پارا مترونو سره اړیکې لري، بیان یې ولیکئ.
9. هغه مومنت چې د $25N$ قوې په واسط پر هغه میلې چې اوږوالی یې $0,5m$ دی، تولیدکیږي محاسبه کړئ.
10 - د لاندې هرې محصله قوې مرکبې په هندسي طریقه ترسیم کړئ.



11. په یو زوج قوه کې، د دوران د مومنت د ریاضي رابطه د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره، د هغو د اغیز د خطونو د L له متقابل واټن سره ولیکئ
12. که چیرې د دوران محور د اغیز د دوو خطونو له یوه څخه تیر شوی وي، خو له هغو څخه خارج واقع وي، په دې صورت کې د مومنت دوران څنګه ارایه کیږي؟ ریاضي رابطه یې ولیکئ.
13. د هغه تورک کچه چې د $3N$ قوې د اغیز له امله پر یوې دروازې په $0.25m$ عمومي واټن د دوران له محور څخه تولیدیږي، محاسبه کړئ.
14. یوه ساده رقاصه له $3Kg$ نقطه یي کتلې سره د یو نرې تار په سر کې چې اوږدوالی یې $2m$ دی، ځړول شوې، د محور له یوې نقطې سره وصل شوی دی.

a- تولید شوی تورک(د ځمکې د جاذبې قوې په مرسته)د محور د دې نقطې په شاوخوا کې حساب کړئ. په داسې حال کې چې د 5° زاویه په عمودې ډول له محور سره جوړه کړې.
b- دا محاسبه د 15° زاویې لپاره ترسره کړئ.

15. د یو موټړ دویل د پیچ د خلاصولو لپاره لازم تورک $40Nm$ دی، هغه ډېره کمه قوه چې یو میخانیک یې د $3cm$ رنچ سر باندې د پیچ د خلاصولو لپاره واردوي، څومره ده؟

16. که د یو ګنج د پیداکولو لپاره په یوه نقشه کې د لورو تعقیبولو لپاره، یو یولاروي لومړی $45m$ د شمال په لورځي، بیا راګرځي او $7.5m$ د ختیځ په لور یاد شوی ګنج ته قدم وهي، د لاروي درسیدو لپاره، باید نومورې څومره واټن په مستقیم ډول ووهي؟ د ګنج موقعیت د وضعیه کمیاتو په سیستم کې وښیئ.

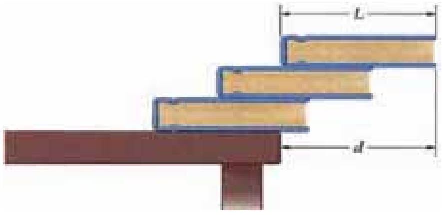
17. یوه لارۍ پر یوې غونډۍ چې 15° ځوړوالی لري، حرکت کوي،که چیرې لارۍ ثابت سرعت $22m/s$ ولري، د لارۍ د سرعت عمودي اوافقي مرکبې پیداکړئ.

18. د یوې پیشو لخوا د وهل شوي واټن عمودي او افقي مرکبې، چې $5m$ په عمودي ډول ونې ته ختلې ده، پیداکړئ.

19. یوه الوتکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی $75Km$ واټن له 30° زاویې سره دشمال لویدیځ په لور او دویم واټن $155Km$ له 60° زاویې سره د شمال ختیځ په لور الوتنه کوي. دالوتکې لخوا ټول وهل شوی واټن څومره دی؟

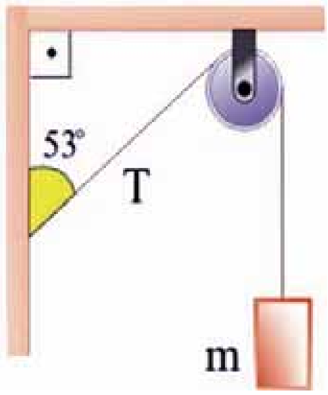
20. د منتجه سرعت د وکتور کچه اولوری په لاندې سرعتونوکې چې پخپلو کې عمود دي پیداکړئ.
a- یوکب نسبت اوبو ته د یو سیند د تګ لورې په استقامت چې $5m/s$ حرکت کوي، د $3m/s$ په چټکتیا لامبووهي.
b- یوه ساحلي څپه نسبت اوبو ته د یوې بلې څپې په لور په $6m/s$ چټکتیا سره حرکت کوي، مخ په وړاندې ځي.

21. درې هم شکله او هم وزنه کتابونه د L په اوږدوالي د شکل په څیر یو دبل پرمخ ایښودل شوي دي. د d د پرمختګ اعظمي واټن چه کتابونه پکې په تعادل کې وي او سقوط ونه کړي، پیداکړئ



22. یوه متجانسه میله په $4.25m$ اوږدوالي او $47Km$ چې له یوه محور سره یې یو سر پردیوال ایښی دی، په افقي توګه د یوسیم په مرسته له بل سر سره تړل شوی دی. سیم له افق سره $30N$ زاویه جوړوي اوسیده د میلې پر محور نصب شوی دی. که چیرې سیم وکولای شي د راکښلو $1400N$ قوې په وړاندې مخکې له دې چې وشلیږي، مقاومت وکړي. له د یوال څخه په څومره واټن یوتن له $68Kg$ کتلې سره پر میله باندې کښیني، تر څو سیم وشکیږي؟

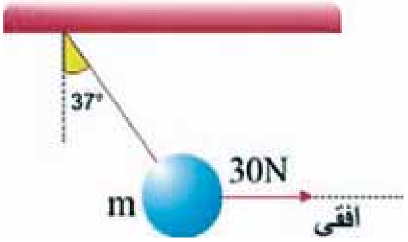
23. په یوې رسۍ کې د T راکښلوقوه $30N$ دی، لکه چې په شکل کې وینئ جسم د تعادل په حالت کې دي.
د کتلې کچه په Kg حساب کړئ په داسې حال کې چې:



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

$g = 10N/kg$

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



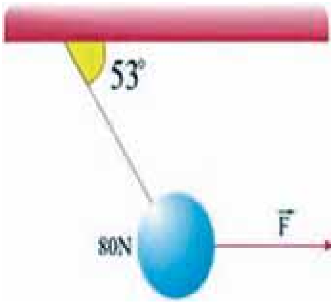
$\sin 37^\circ = 0,6 \qquad \cos 37^\circ = 0,8$

$g = 10N/kg$

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

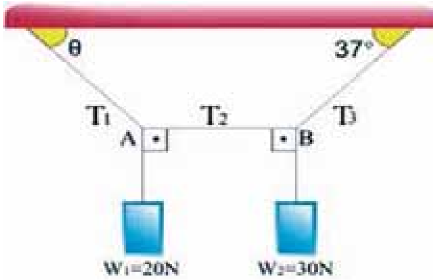
a - په رسۍ کې د راکښلو قوه پیداکړئ.

b - د F قوه محاسبه کړئ.



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

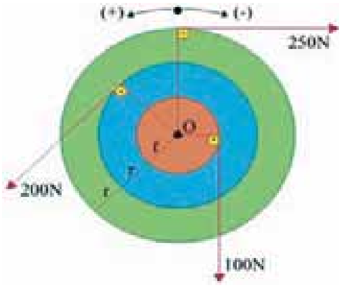
26. هغه سیم چې تاسویې په شکل کې ګورئ، دوه جسمونه پکې په $W_1 = 20N$ وزن او $W_2 = 30N$ وزنونو د رسۍ په مرسته له چت څخه ځړول شوي او د تعادل په حالت کې دي.
که چیرې د AB رسۍ افقي وي، د راکښلو د T_1, T_2, T_3 قوې محاسبه کړئ او همدارنګه د θ زاویې قیمت پیداکړئ.



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

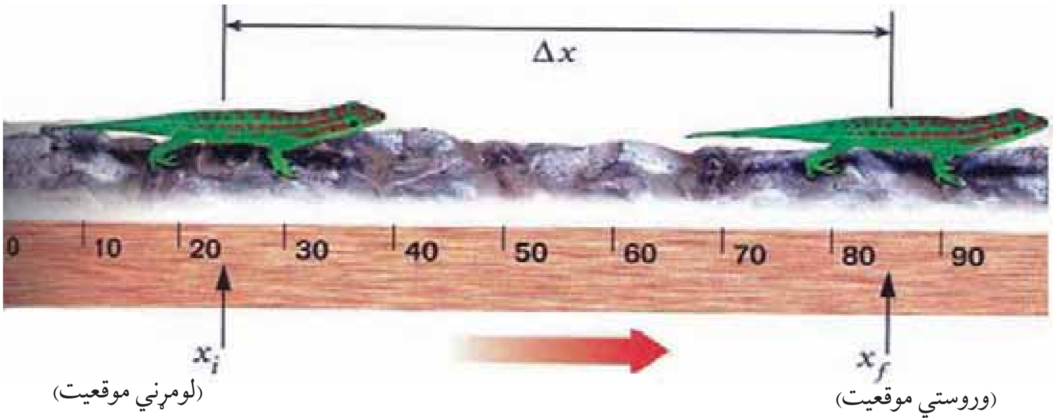
27. یو ډریور د F یوه قوه، لکه چې په شکل کې یې وینې، د خپلولا سونو په مرسته دګاډي په اشترنګ واردوي، که چیرې د اشترنګ څرخ د d شعاع ولري، پیداکړئ:
a- محصله قوه
b- د محصلې مومنت چې اشترنګ پر څرخ عمل کوي.

28. درې ټیکلي (ډسکونه)، لومړنی د r په شعاع، دویم د $2r$ په شعاع او دریم یې د $3r$ په شعاع یوله بله سره داسې ترل شوي دي چې ټول یې د O نقطې په شاوخوا د $200N, 100N$ او $250N$ قوو په اغیزکولو سره دوران کوي.
که چیرې شعاع $r = 0.1m$ وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سیم باندې عمل کوي، پیداکړئ.



دویم څپرکی

یو بعدي حرکت



لکه څنګه 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 غوړځېدل ټول په حرکت کې دي. کله چې د ښوونځي په لاره کې خپل شاو خوا ته ګورئ، د حرکتونوبېلابېل ډولونه ګورئ؟ د دې حرکتونو د څېړلو لپاره له کوم علم څخه باید ګټه واخلو؟ لکه څنګه چې د نهم ټولګي په فزیک کې مو ولوستل، ډینامیک چې دمیخانیک یوه برخه جوړوي، د اجسامو حرکت او د حرکت اړیکې له یو شمیر فزیکي مفاهیمو لکه قوه اوکتلې سره ترمطالعې لاندې نیسي.

مونږ په دې څپرکی کې د اجسامو حرکت د موقعیت (مکان) او زمان د مفاهیمو څخه په ګټې اخیستلو، پرته له دې چې پر اجسامو وارده قوې په نظر کې ونیول شي، مطالعه کوو، چې د میخانیک فزیک دا برخه د سینماتیک په نامه یادوي.

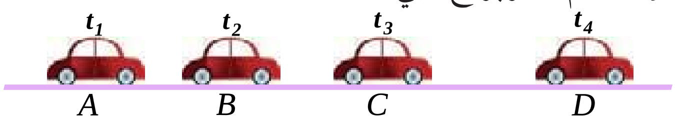
تاسو به د دې څپرکي په پای کې د حرکتونو د ډولونو په هکله ډېر څه زده کړئ او د دې ډول حرکتونو بشپړ تصویر به په خپلو ذهنونو کې تر سیم کولای شی دې ډول پوښتنو ته چې، د یو مستقیم خط په امتداد حرکت څه شي دی؟ د یو متحرک جسم موقعیت او تغییر مکان څه شي دی؟ او د دې په څیر نورو پوښتنو ته به ځوابونه ووایاست.

همدا رنګه د دې څپرکي په پای کې د سینماتیک، منځنی سرعت او په یو بعدی حرکت کې دهغه اړیکې،د موقعیت د اصطلاحګانو تشریح، د موقعیت تغییر او د حرکت معادلې او $(X-t)$ او $(V-t)$ ګرافونو تحلیل، د لحظه یي سرعت تعریف او تشریح ، منځنی تعجیل او لحظه یي تعجیل او د هغو د معادلو په لاس راوړل، له ثابت تعجیل سره، د یو بعدي حرکت تشریح، د حرکت د معادلو لاس ته راوړل له ثابت تعجیل سره، د اجسامو د ازاد سقوط تحلیل او څېړنه د ثابت التعجیل حرکت د یوې بیلګې په توګه او ځینو نورو مفاهیمو سره بلدتیا حاصله کړې.

2-1: حرکت د مستقیم خط په امتداد

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

د یوموټر په څېر یو متحرک جسم په نظر کې ونیسئ، چې په یو مستقیم مسیرکې په حرکت کې دی. (2-1) شکل د دې موټر موقعیتونو ته د t_3, t_2, t_1 او t_4 په زماني لحظو کې په ترتیب سره د A، B، C او D په نقطو کې د یو مستقیم مسیر پرمخ ښیي.



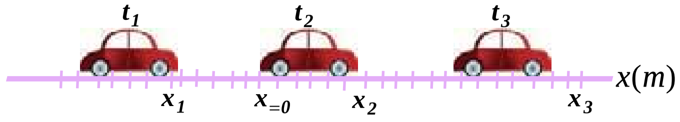
(2-1) شکل،
د مستقیم خط په امتداد حرکت

د یومستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چیرې مبدا د مسیر پرمخ اختیار کړو، د موقعیت او مکان تغییر وکتورونه هم لوري دي، دا د دې لامل ګرځي چې محاسبه د دې وکتورونو پرمخ په أسانی سره ترسره شي.

بحث وکړئ:

د یوګړندي (تیز رفتار) په څېر یو متحرک په نظرکې ونیسئ چې په یو مستقیم سړک په حرکت کې دی.
د دې موټر د حرکت ډول په ټولګي کې له اړوندو ډلوسره تر بحث لاندې ونیسئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

که چیرې د وضعیه کمیتونو د مختصاتو یو محور (OX او OY) د حرکت د مسیر په توګه ونیسئ، کولاې شئ د متحرک جسم موقعیت په هره لحظه کې د هغه د مختصې په مرسته (مثلاً د X مختصه) چې کیداې شي مثبت او یا منفي عدد تشخیص کړي. د (2-2) په شکل کې د حرکت مسیر او متحرک موقعیت د t_2, t_1 او t_3 په لحظو کې ښودل شویدی.



د (2-2) شکل

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

2-2: د موقعیت او مکان بدلون

د اجسامو موقعیت او د مکان بدلون څنګه څېړلی شو؟ د یوه جسم د حرکت د وضیعت او څېړلو لپاره څه باید وکړو؟

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

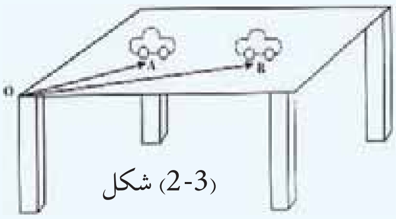
فعالیت:

اړین مواد: د لوبې موټر کې (لابراتواري) خط کش، میز

کړنلاره:

1 - موټر د میز پرمخ په یو ټاکلي موقعیت کې کیږدئ او فاصله یې د میز له یوې څنډې څخه (مبدا) د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OA په وکتوریې وښیئ.

2 - د شکل په څېر موټر کې له لومړني موقعیت څخه بېځایه او په یو بل موقعیت کې یې کېږدئ او بیا وروسته د میز له همغه څنډې څخه چې په لومړۍ مرحله کې مو اندازه کړې دي (لومړنی مبدا)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OB په وکتوریې وښیئ.



(2-3) شکل

اوس لاندې پوښتنوته ځواب ووایئ:

1. ایا د موټر موقعیت په دواړو مرحلوکې یوشي (مساوی) وه؟
2. موټر په کومه اندازه د موقعیت تغییر کړی؟
3. د دواړو حالتونو ترمنځ څه شي په مشترکه توګه وینئ؟ 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.

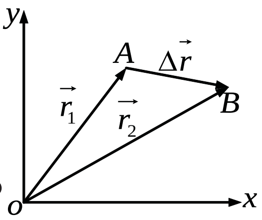
پس د موټر موقعیت په دواړه مرحلوکې یوشي نه دي.

په پورتنی فعالیت کې، هغه مشترک عنصر چې د موټر A او B دوو موقعیتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مبدا څخه دي. د $\overrightarrow{OA}$ او $\overrightarrow{OB}$ وکتورونو تر موقعیت (مکان) د وکتورونو په ترتیب t_1 او t_2 په لحظوکې وایو. له پورتني فعالیت څخه کیدای شي لاندې پایلوته ورسیږو:

1 - د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعیت په هره لحظه کې ټاکي، چې د دې وکتور پیل، دوضعیه کمیتونو مبداء او انجام یې د جسم موقعیت دی او په معمول ډول یې د $\vec{r}$ په توری ښیي.

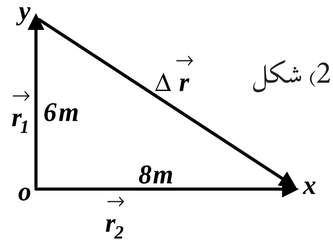
2 - د یوه متحرک د موقعیت تغییر د t_1 او t_2 په دوه لحظوکې، هغه وکتور دی چې پیل یې د متحرک موقعیت د t_1 په لحظه کې او انجام یې د متحرک موقعیت د t_2 په لحظه کې وي.

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



(2-4) شکل

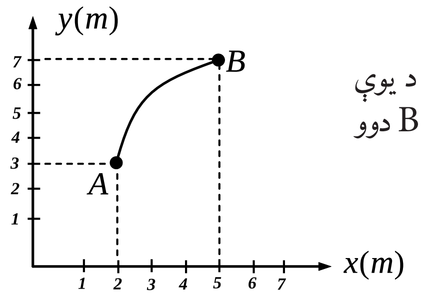
مثال: د یوه متحرک موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې په ترتیب سره r_1 او r_2 دی. که چیري د هر وکتور اندازه په ترتیب سره $6m$ او $8m$ او دهغو ترمنځ زاویه $90°$ وي، د مکان تغییر اندازه د دې دوولحظو ترمنځ څومره ده؟



(2-5) شکل

حل: د O شکل په پام کې نیولو سره د موقعیت د تغییر وکتور، یعنې $\vec{\Delta}_r$ عبارت دی، دقایم الزاویه مثلث له وتر څخه چې ضلعې یې $6m$ او $8m$ دې، له دې کبله د مکان د موقعیت تغییر برابر دی له:

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



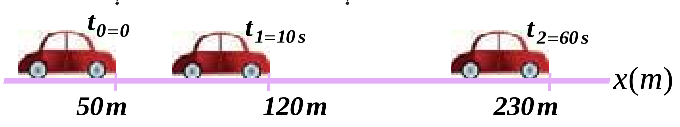
تمرین: په لاندې شکل کې د یو متحرک مسیر د $\overset{\circ}{AB}$ د یوې منحنۍ پر مخ ښودل شوی دی. د مکان تغییر وکتور د A او B دوو نقطو ترمنځ رسم کړئ اوقیمت یې لاس ته راوړئ.

2-3: منځنۍ (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 وختونوکې ووهي. په دې حالت کې په مستقیم مسیر باندې د جسم حرکت د ځانګړتیاوو د بیانولو لپاره، دمنځنۍ سرعت له اصطلاح څخه ګټه اخلو.

د منځنۍ 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 وختونوکې راښیي.



(2-6) شکل

الف). د t_1-t_0 او t_2-t_1 د موقعیت د تغییر کچه د وخت له مخې پیداکړئ.

ب). په ټاکلي وخت (انټروالونو) کې موټر په منځنۍ توګه په هره ثانیه کې د موقعیت څومره تغییر کړی دی؟

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

$\Delta x=x_1-x_0=120-50=70m$ سره او د موقعیت تغییر په $\Delta t=t_2-t_1=50s$ زماني انټروال کې مساوي دی له $\Delta x=x_2-x_1=230-120=110m$ سره.

ب). په هر ټاکلي وخت کې د هغو د اړوندې وهل شوي فاصلې په ویشلو سره، معلومیږي چې متحرک په هره ثانیه کې موقعیت څومره تغییر کړی دی.

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{70}{10} = 7\,{}^{m}\!/_{s}$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{110}{50} = 2.2\,{}^{m}\!/_{s}$$

په دې توګه په یو زماني انټروال کې د مکان د تغییر په معلومولو سره کولای شو، په انټروال کې د هرې ثانیې د مکان د تغییر اوسط پیداکړو، چې هغه ته په زماني انټروال کې متوسط سرعت وایي. منځنی سرعت د $\overline{V}$ په علامې ښیو او لروچې:

$$\overline{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{..........}(2-1)$$

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

فعالیت:

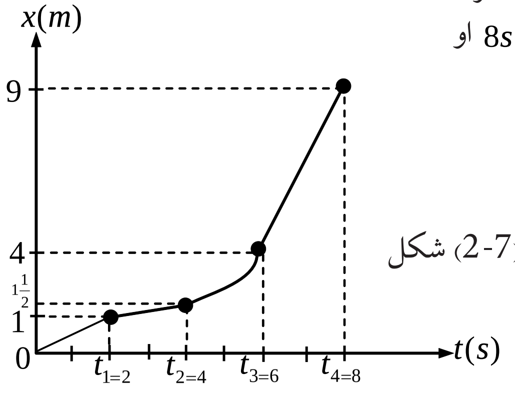
اړین مواد: فیته یې متر، زمان سنج (استاپ واچ)

کړنلاره: له خپل یوه ټولګیوال څخه وغواړئ چې په ټولګي کې په یو مستقیم خط په لاره ولاړشي. وروسته تاسو په متر فاصله او د زمان سنج په مرسته د وخت په لاس راوړئ او په پایله کې دهغه د حرکت منځنی سرعت حساب کړئ.

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

a- په یوه جدول کې هر زماني انټروال یعنی له صفر نه تر $2s, 2s$ نه تر $4s, 4s$ نه تر $6s, 6s$ نه تر $8s$ او د هر انټروال د مکان تغییر وښیئ.

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



(2-7) شکل

د a جز حل: د Δt او Δx قیمتونه په لاندې جدول کې محاسبه شوي دي.

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

د b جزء حل:

$$\overline{V_1} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{1}{2} m/s$$

$$\overline{V_2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{0.2}{2} = \frac{1}{10} m/s$$

$$\overline{V_3} = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{2.8}{2} = 1.4 m/s$$

$$\overline{V_4} = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{5}{2} = 2.5 m/s$$

تمرين: د يوه جسم د حرکت معادله د SI په سيستم کې د $x = 2t^2 + 1$ له رابطې سره ورکړشوې ده. منځنى سرعت يې په لاندې زمانی انټروالونو کې،

a) 1 له 2 نه تر ثانيو،

b) له 1 نه تر 1.1 ثانيي،

c) له 1 نه تر 1.01ثانيي او

d) له 1 نه تر 1.001 ثانيو پيداکړئ.

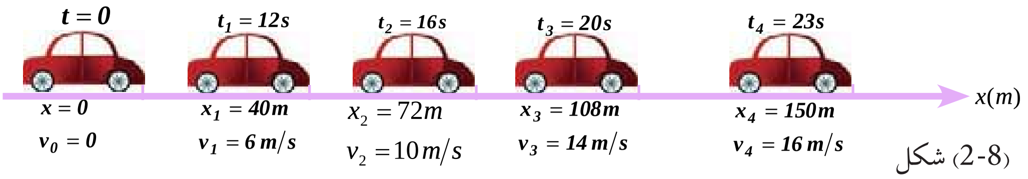
لحظوي سرعت

لحظوي سرعت څه شی دی؟ د منځنی او لحظه يې سرعت ترمنځ کوم توپير شتون لري؟

کله چې يو موټر د حرکت په حال کې وي، که سرعت سنج ته يې وګورو، 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 يې سرعت ترمنځ اړيکه څه شی ده؟ دې پوښتنې ته د ځواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:

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



(8-2) شکل

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

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

حل: الف)

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

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

د (ب) د برخې د ځوابونو له پرتله کولو څخه کيدای شي پايله تر لاسه کړو چې : هر څومره چې زماني انټروالونه کوچني وي، منځنی سرعت به له هغه سرعت سره نژدې وي چې د موټر سرعت سنج يې ښيي.

منځنی سرعت په هغه حدکې چې دوخت انټروال ډېر کميږي، د لحظه يې سرعت په نامه ياديږي، په ډېره دقيقه توګه ويلای شو: کله چې t_2 او t_1 ته نژدې کيږي يعني د Δt قيمت صفر ته تقرب کوي، د $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \overline{V_x}$ نسبت، د جسم لحظه يي سرعت د t_1 په زمان کې راښيي، ليکلای شو چې لحظه يي سرعت د منځني سرعت له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي يعنې:

$$V_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{............}(2-2)$$

خيړنه وکړئ:

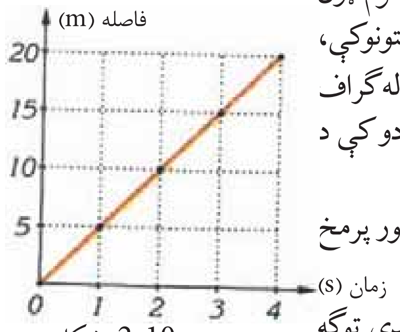
په دې هکله چې څنګه کولای شود $(x-t)$ له ګراف څخه په ګټې اخيستلو سره، د يوه متحرک لحظه يي سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانګړو ډلو په توګه پلټنه وکړئ او پايلې يې وړاندې کړئ.

2-4: د موقعيت - زمان ګراف $(x-t)$

هغه موټر په نظرکې ونيسئ چې په ترتيب سره د $t_1 = 1s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$ په زماني انټروالونوکې، د لاندې شکل (2-9) په څير په $x_1 = 5m, x_2 = 10m, x_3 = 15m$ او $x_4 = 20m$ موقعيتونه غوره کوي.

(2-9) شکل

د دې متحرک (موټر) د حرکت د موقعيت څرګندولو لپاره له کوم ډول ګراف څخه بايدګټه واخلو، تر څو وکولای شي په مختلفو وختونوکې، د جسم موقعيت په ښه توګه وښيي؟ د موقعيت زمان $(x-t)$ له ګراف څخه کار اخيستل به د دې پوښتنې ځواب وي. په ډېرو مواردوکې د دې ګراف رسم د حرکت دڅېړلو لپاره مناسب دی.



(2-10) شکل

د دې ګراف د رسمولو لپاره ، معمولاً وخت (t) د افقي محور پرمخ او موقعيت (x) د قايم محور پرمخ ټاکو.

په پايله کې د نوموړي موټر لپاره به د $(x-t)$ ګراف په لاندې توګه وي:

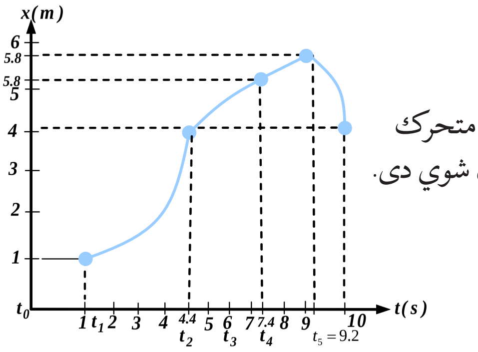
لکه څنګه چې په ګراف کې لیدل کیږي، متحرک (موټر) په هره ثانیه کې، مساوي واټنونه وهي.له دې ګراف څخه په ګټې اخېستلو سره په اسانۍ سره موندلی شو چې متحرک په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان تغییرې د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی.

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

فعالیت:

لاندې جدول د متحرک جسم واټن تر مبدا پورې په ورکړل شـوو لحظو کې ښـیي د متحرک د $(x-t)$ ګراف رسم کړئ

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



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

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

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

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

2-5: تعجیل یا ګړندیتوب

تعجیل یا ګړندیتوب څه شی دی؟ د منځني تعجیل او لحظه يي یا وقفه یي تعجیل ترمنځ څه توپیر دي؟

لکه څنګه چې تاسو پخوا د نهم ټولګي په فزیک کې لوستي دي، کله چې یو متحرک مساوي واټنونه په مساوي وختونوکې ونه وهي، دې ډول حرکت ته، تعجیلي حرکت وایي.

کله چې یو موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، د موټر سرعت سنج ښیي چې سرعت يې ورو ورو زیاتیږي او برعکس د برک نیولو پرمهال، سرعت يې په تدریج سره کمیږي، دا چې په پورتنیو دواړو حالتونوکې، د متحرک سرعت بدلون مومي، نوبنا پردې د متحرک حرکت یو تعجیلي دي، نه یو رنګ. منځنی تعجیل عبارت دی د في واحد وخت د سرعت له تغییر څخه، که چیرې د سرعت تغیر د Δt په زماني انټروال کې مساوي له Δv څخه وي، نو لروچې: $\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ له پورتنی معادلې څخه کولای شو، په اسانی سره د تعجیل واحد چې عبارت له $(\frac{m}{s^2})$ څخه دي، په لاس راوړو.

مثال: د یوه 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.
منځنی تعجیل یې د t_2, t_1 دوو لحظو ترمنځ څومره دی؟

حل:

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

لحضوي تعجیل

په تعجیلي حرکت کې هم ویلی شوچې متحرک په هره لحظه کې یو تعجیل لري چې د لحظه لرونکی په نامه يې نوموو. لکه څنګه موچې په لحظه یي سرعت کې ولیدل، په دې ځای کې هم که د $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ په رابطه کې، Δt ډېر کوچنی شي، منځنی تعجیل له لحظه یي سره ډېر نژدې کیږي، اوس کولای شو لحظه یي تعجیل د لحظه یي سرعت په څیر په ډېر دقیق ډول تعریف کړو:

لحظه يي تعجیل د منځني تعجیل له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي.

که چیرې لحظه یي تعجیل په a_x وښیو، د پورتنیو تعریفونو پر بنسټ لیکلای شو:

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

د سرعت- زمان ګراف $(v-t)$

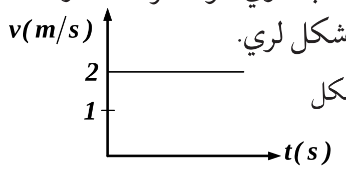
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړ، د مکان – زمان ګراف $(x-t)$، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله داسې معلومات لکه سرعت یا متحرک مکان او د هغه د منځنې (متوسط سرعت) په باب، په همدې ډول د سرعت – زمان $(v-t)$ له ګراف څخه کولای شو، د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت- زمان $(v-t)$ ګراف د ترسیم لپاره د کمیه مختصاتو په سیستم کې، د y قایم محور د سرعت – او د x افقي محور د زمان یا وخت لپاره ټاکو او همغه ترتیب چې مو د زمان موقعیت $(x-t)$ ګراف په هکله کړنه تر سره کړې وه ، د ګراف هم همسې رسموو.

مثال: یو متحرک له ثابت سرعت سره د یومستقیم 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 $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

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

څرنګه چې په یوه نواخت حرکت کې سرعت ثابت وي، نو د سرعت – زمان ګراف $v-t$ د زمان یا وخت له محور سره موازي د یومستقیم خط شکل لري.



(2-11) شکل

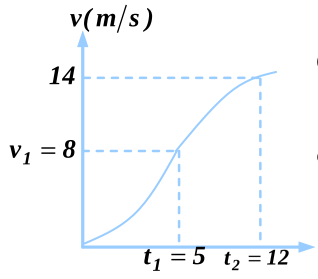
تمرین: په لاندې جدول کې د هغه متحرک سرعت چې دیو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، په څو زماني لحظو کې مشخص شوی دی. د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

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

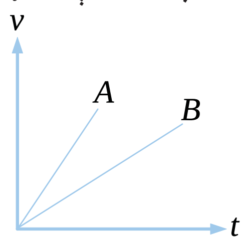
تمرین: لاندې شکل د یو متحرک $(v-t)$ ګراف رابښیي، توضیح یې کړئ:

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

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



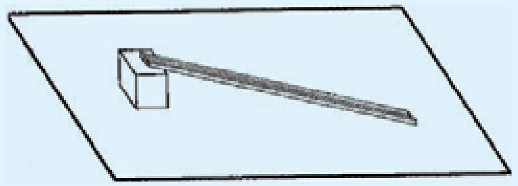
تمرین: د A, B دوو متحرکو د $(v-t)$ گراف په لاندې شکل کې ورکړل شوی دی. د دې دوو متحرکو شتاب (بیړه) سره پر تله کړئ،



فعالیت:

داړتیاوړ وسایل:

1. جریداره تخته د لرگوله میلوسره، پرده له دوه متره اوږدوالی سره
2. د لرگیو مکعبونه په $4cm$ ضخامت سره
3. ښیښه یي گلولې یافلزي ساچمې
4. زمان سنج (کرونومتر)
5. فیته یي متر



(2-12) شکل

کړنلاره:

له (2-12) شکل سره سم د پردې د لرگې د میلې یو سر د لرگیو پر یوه مکعب کیږ دئ. یوه ښیښه یي گلوله د میلې د هغه بل سر چې پر مکعب موایښی، له نیم مترې څخه یې خوشې کړئ او په دې لحظه کې کرونومتر په کارواچوئ. کولاې شئ هغه لحظه گلوله پرمکعب (د مسیر پر پای) لگیږي، کرونومتر ودروئ. ازمایښت د $1m$, $1.5m$ او $2m$ فاصلولپاره تکرار کړئ. پایله په لاندې جدول کې ولیکئ او د له مخې گراف رسم کړئ ازمایل شوې پایله تجزیه او تحلیل کړئ.

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

2-6: يو ډوله (متشابه) حرکت

که چيرې د يوه متحرک جسم لحظه يي سرعت چې پرمستقيم مسير حرکت کوي، په ټولو لحظوکې يو شان وي، حرکت يې يو نواخته نوميږي، په دې ډول حرکت کې د (موقعيت- زمان) گراف، يومستقيم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځني سرعت په پايله کې له لحظه يي سرعت سره مساوي کيږي او له دې امله کولای شو وليکو چې:

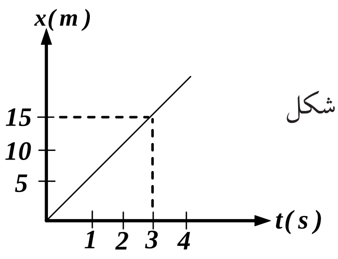
$$\bar{v} = v \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v.\Delta t$$

که چيرې د متحرک جسم واټن ترمبدا پورې د $t = 0$ په لحظه کې له او واټن يې تر مبدا پورې د t په لحظه کې له x سره برابر وي، په هغه صورت کې $x - x_0 = v(t-0)$ او يا $x = vt + x_0 ....(2-5)$ پورتنی معادله د يوه نواخت حرکت له معادلې څخه عبارت دی چې په هغې کې x تر مبدا پورې واټن دی، د متر بربنسټ، v لحظه يي سرعت دی د متر ثانيې پربنسټ، $(\frac{m}{s})$، t وخت د ثانيې پربنسټ او x_0 د صفر په لحظه کې ترمبدا پورې واټن د متر پربنسټ دی.

هغه څه ته په پاملرنې چې مخکې وويل شو، بنايي د جسم موقعيت مثبت او يا منفي وي. سرعت هم که چيرې د x يا y له محور سره هم لورې وي مثبت اوله هغه پرته منفي دی. په يو نواخت حرکت کې، د موقعيت- زمان گراف $(x-t)$ يومستقيم خط اوپه پايله کې د دوولحظو ترمنځ منځنی سرعت، له لحظه يي سرعت سره مساوی کيږي.

مثال:

د (2-13) شکل د $(x-t)$ يو متحرک گراف رانيبي چې د يومستقيم خط پرمخ حرکت کوي.



(2-13) شکل

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

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

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

ب: د $t=0$ په لحظه کې $x=0$ او $x_0=0$ دی، په پایله کې: د حرکت معادله، $x=vt+x_0$ ،
$x_1=5\times2=10m$ او $x_2=5\times5=25m$ د دوو لحظوترمنځ دمکان تغییر،

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

تمرین: یوجسم د v له سرعت سره پر یومستقیم 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 $x-t$ ګراف رسم کړئ.

له ثابت تعجیل سره مستقیم الخط حرکت

که چیرې په یو حرکت کې تعجیل په مختلفو لحظوکې یو شان وي، دې ته د ثابت تعجیل حرکت وایي، په دې ډول حرکت کې د $(x-t)$ ګراف یو مستقیم خط دی. په دې ډول حرکت کې منحنی تعجیل د دوو اختیاري نقطو ترمنځ د متحرک د هرې لحظې له تعجیل سره برابر دی یعنې:

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

که چیرې په پورتنی 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 کیږي او کولای شو ولیکو:

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

له ثابت تعجیل سره په یو حرکت کې، د دوولحظو ترمنځ منحنی سرعت، د همغو دوولحظو د سرعتو نو د مجموعې نیمایي تعریف شوی دی. یعنې:

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

څېړنه وکړئ:
په بیلابیلو ډلوکې لاندې پوښتنې ته ځواب ورکړئ او پایله یې ټولګې ته واوروئ. ولې په مستقیم الحط حرکت کې له ثابت تعجیل سره، د $x-t$ ګراف 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 لحظوکې پیداکړئ، د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

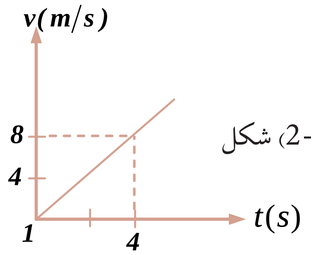
حل: څرنګه چې متحرک د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، نو:

$$v_0=0$$

$$v_1=0+2\cdot4=8m/s \qquad \wedge \qquad v_2 0+2\cdot12=24m/s$$

خرنگه چې تعجیل ثابت دی، د $(v-t)$ گراف یو مستقیم خط دی. نوځکه د رسمولو لپاره یې د گراف دوې نقطې کافي دي.

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



(2-14) شکل

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 تعجیل ثابت وي، سرعت یې د $t_0 = 0$ په لحظه کې پیداکړئ او د $(v-t)$ گراف یې رسم کړئ.

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

د $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ او $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ رابطو پر بنسټ د ثابت تعجیل په حرکت کې لیکلې شوچې:

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

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

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

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

خرنگه چې:

$$v = at + v_0$$

د v قیمت په وضع کولو سره لرو:

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

په پایله کې:

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

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

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

ساده کولو سره لرو:

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

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

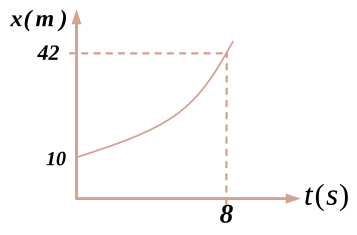
حل:

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

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

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

تمرین: لاندې شکل د $(x-t)$ د متحرک ګراف دی چې په ثابت تعجیل سره دمستقیم خط پرمخ په حرکت کوي. فرض کړئ که $v_0 = 2\,m/s$ وي، د $(x-t)$ ګراف رسم کړئ.



2-7: ازاد سقوط(د جاذبې ساحې مفهوم)

ایا تر اوسه مو له کومې ونې منې ټولې کړیدي؟ ولې کله چې منه ستاسو له لاسه خوشې شي، مخ په کښته (ځمکې ته) لویږي؟ ستاسو په نظر د ځمکې پر سطحې د منې د لویدلو لامل څه شی دی؟ د اجسامو د ازاد سقوط ښکارنده د ریاضي په ژبه څنګه بیانولی شو؟ دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به ورته ددې لوست په پای کې ځواب ورکړئ.

د دې لپاره چې د اجسامو د ازاد سقوط ښکارنده په ښه ډول درک کړئ، لاندې فعالیت تر سره کړئ.

فعالیت:

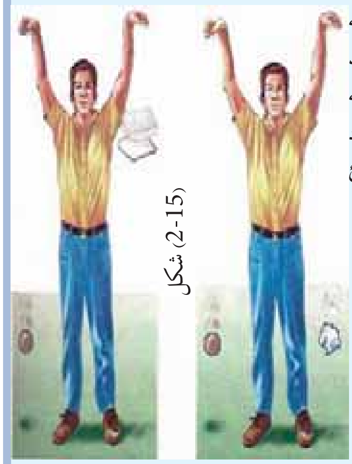
د کاغذ یوه پاڼه چې کلکه شوې نه وي (خلاصه پاڼه) او یوه دانه سکه راواخلئ او په یوه وخت کې یې له ټاکلي ارتفاع څخه خوشې کړئ، په دویمه مرحله کې د کاغذ هماغه پاڼه کلکه (کلوله) کړئ او له سکې سره یې یوځای لـه همغې ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دریمه پلا دوې سکې له همغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته یې د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

په پای کې لاندې پوښتنوته ځوابونه ووایئ:

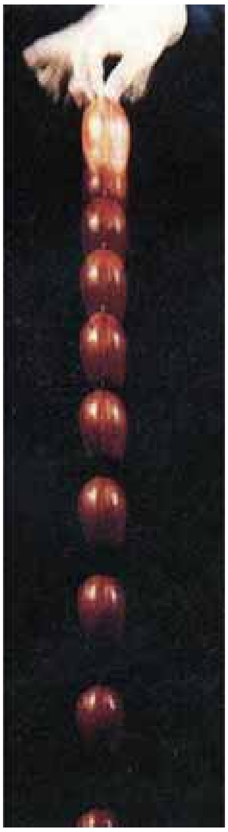
۱. ایا د کاغذ پاڼه اوسکه په یوه وخت ځمکې ته ورسیدل؟

۲. ایا د کاغذ دواړه پاڼې په یوه وخت ځمکې ته ورسیدې؟

۳. کوم لامل د دې سبب شوی چې د کاغذ پاڼه اوسکه د ځمکې په لور لوېږي.



(2-15) شکل



(2-15) شکل

ازاد سقوط، له ثابت تعجیل سره د حرکت یوه طبیعي بیلګه ده. په دې ډول حرکت کې دحرکت مسیر مستقیم دی، او د سقوط پرمهال پرجسم یوازینی وارده قوه همغه د جسم وزن دی. که چېرې یوه سکه یوه پاڼه په یوه وخت له یوې ارتفاع څخه د ځمکې په لور خوشې کړو، په یوه وخت ځمکې ته نه رسیږي. خو که چیرې همدا تجربه په خلاکې تر سره کړو، سکه او پاڼه په یوه وخت ځمکې ته رسیږي. د بیلګې په توګه په خلاکې د یوجسم سقوط او یا د یوې وړې فلزي ګلولې سقوط په هواکې (په یوه مناسب تعریف سره) کولای شو چې سقوط یې فرض کړو.

(2-15) شکل د یوې ساچمې حرکت د أزاد سقوط پر مهال راښیي چې متوالي زمانو (وقفو) $\Delta t = 1/30\,s$ کې ورڅخه تصویرونه اخستل شوي دي. بناپردې که چیرې د هوا له مقاومت څخه ورتیرشو (صرف نظر وکړو)، ټول جسمونه له سطحې سره په نژدیوالي کې له ثابت تعجیل سره سقوط کوي. چې په دا همغه د ځمکې د جاذبې تعجیل دی چې د g په توري ښودل کیږي.

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

د جغرافیه یي عرض البلد له مخې د g د تعجیل کچه، یو څه تغییر کوي او د ځمکې له سطحې څخه د ارتفاع په زیاتیدو، کمیږي. د دې تعجیل کچه د ځمکې د سطحې په نږدې کې $9.8\,m/s^2$ ته نژدې دی، نوکله ناکله د محاسبې د اسانتیا لپاره، $g = 10\,m/s^2$ سره فرض کیږي.

په ازاد سقوط کې د حرکت او سرعت معادلې، همغه له ثابت تعجیل سره د حرکت معادلې دي. په أزاد سقوط کې، د مکان تغییر د قایم په اوږدوکې دی، د متحرك موقعیت معمولاً په y یا h ښودل کیږي او د حرکت مبدا هغه نقطه ده چې سقوط ورڅخه پیل کیږي.

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

د حرکت معادله $y = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t$.............(2−10)

د سرعت معادله $v = gt + v_0$..........(2−11)

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

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

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

د ځمکې یوه ټاکلې نقطه د ټولو جسمونو لپاره یو شی دی خو قیمت د ځمکې د سطې په مختلفو نقطو کې توپیرلري.

اوس له (2-12) معادلې څخه t په لاس راوړو، په (2-13) رابطه کې یې ږدو.

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

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

$$v = \sqrt{2g.y} \quad ....(2-15)$$

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

مثال: یوه کوچنۍ تیږه د ځمکې له 4.9 متري ارتفاع څخه را خوشې کیږي.

الف: پس له څو ثانیو څخه ځمکې ته رسیږي؟

ب : ځمکې ته د رسیدو په وخت کې یې سرعت څو مره دی؟ ($g = 9.8\,m/s^2$ فرض شي)

حل: الف)

$$v_0 = 0 \;,\; y = \frac{1}{2}g\,t^2$$

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

تیږه پس له یوې ثانیې څخه ځمکې ته رسیږي.

ب) $v = g.t \Rightarrow v = 9.8 \times 1 = 9.8\,m/s$ ځمکې ته د رسیدو پرمهال د تیږې سرعت $9.8\,m/s$ دی.

تمرين:

د A او B دوه جسمونه په ترتيب سره له 20 متری او 45 متري ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ پر ته له لومړنی سرعت څخه په ازاده توګه رالويږي. د هر يو د سقوط وخت څومره دی؟ او د B جسم څو ثانيې د A له جسم څخه مخکې يا وروسته ځمکې ته رسيږی، د هر يو سرعت ځمکې ته د رسيدو په لحظه کې څومره دی؟ ($g = 10 m/s^2$ فرض شي)

د دويم څپرکي لنډيز

- د موقعيت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعيت په هره لحظه کې مشخص کوي. د دې وکتور پيل، دوضعيه کميتونو مبداء او پای (انجام) يې د جسم موقعيت دی او د $\vec{r}$ په توري ښودل کيږي.
- د يـو متحرک د موقعيت تغيير t_1 او t_2 د دوو شـيبو (لحظو) تـر منځ له هغه وکتور څخه عبارت دی چې پيل يې د متحرک موقعيت د t_1 په لحظـه کې او انجام يې د متحرک موقعيت د t_2 په لحظه کې دی.
- د موقعيت او د موقعيت د تغيير د اندازه کولو واحد د SI په سيستم کې عبارت له (m) څخه دی.
- منځنی سرعت (V_{av}) په يوه وخت کې د موقعيت له بدلون څخه عبارت دی يا $V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- د $(x-t)$ په ګراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنی سرعت د ميل له دوو نقطو څخه عبارت دی چې د يوه قطعه خط په مرسته يو له بل سره وصل شوی وي.
- د سرعت د اندازه کولو واحد په SI سيستم کې له m/s څخه عبارت دی.
- لحظه يي سـرعت د منځني سـرعت له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر خواته نژدې شي، يعني: $V_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$
لحظه يي سرعت کيدای شي مثبت، منفي او يا صفروي.
- د $(x-t)$ پـه ګـراف کې، لحظه يي سـرعت د t په زمان کې د قطعه خط له ميـل (تانجانت) څخه عبارت دی.
- منځنی د وخت په يوه واحد کې د سـرعت له بدلون څخه عبارت دی. که چيرې د سـرعت تغيير د Δt په زماني انټروال کې له Δv سره برابر وي، لرو چې: $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

- منحنی تعجیل په هغه صورت کې مثبت دی چې $v_2 > v_1$ شخه او کیدای شي منفي وي که چیرې $v_2 < v_1$ څخه وي اوصفرهغه وخت وي کله چې $v_2 = v_1$ سره وي.
- لحظه یي تعجیل د منحني تعجیل له لیمت شخه عبارت دی، کله چې Δt صفرته تقرب وکړي یعنې:

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

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

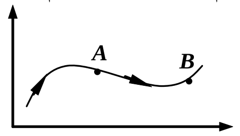
د دویم څپرکي پوښتني

1 - د موقعیت (مکان) وکتور تعریف کړئ

2 - t_2, t_1 دوو لحظو ترمنځ د مکان د بدلون وکتور تعریف کړئ

3 - په لاندې شکل کې د یوه جسم د حرکت مسیر مشاهده کړئ متحرک د t_1 په لحظه کې د A په مکان او د t_2 په لحظه کې د B په مکان کې اوسي.

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 پرمخ 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 دموقعیت وکتورونه او د موقعیت د بدلون وکتورونه سره هم لوري دي؟

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

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

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

9 - یو ډریور د دوو ښارونو ترمنځ فاصله په لاندې توگه وهي:

په پیل کې د یو ساعت لپاره له $15 m/s$ منځني سرعت سره یې ډریوري کړې او ترهغې وروسته د 10 دقیقو لپاره دریږي. بیاله $20 m/s$ منځني سرعت سره د 30 د قیقو لپاره ډریوری ته دوام ورکوي او پاتې واټن د ساعت په څلورمه موده کې په منځني سرعت $12 m/s$ ډریوري کوي.

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

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

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

10 - د يو موټر سرعت د 20 ثانيو په موده کې د يومستقيم مسير پر مخ له $10m/s$ څخه تر $18m/s$ پورې رسيږي.

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

b- که چيرې د موټر سرعت له همدې تعجيل سره تغيير وکړي، وروسته له څومره مودې به يې سرعت $18m/s$ ته ورسيږي؟

11 - د يوې فضايي بېړۍ سرعت له 30 ثانيې حرکت وروسته $1200km/h$ ته رسيږي.منځنی تعجيل يې څومره دی؟ دا تعجيل د $g = 9.8m/s^2$ څو برابره دی؟

12 - يو موټر په يو مستقيم مسيرکې له ثابت تعجيل سره په حرکت پيل کوي او پس له 20 ثانيو څخه يې سرعت $36\ hm/h$ ته رسيږي. بيا له همدې سرعت سره د 10 دقيقو لپاره خپل حرکت ته دوام ورکوي له هغې وروسته ډرېور برک نيسي او پس له 5 ثانيوڅخه درېږي.که چيرې د برک کولو پر مهال تعجيل ثابت وي:

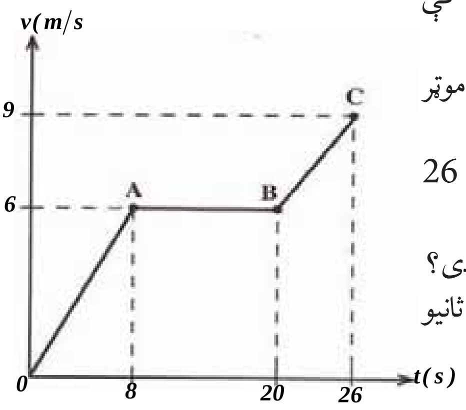
a- د سرعت لوری او د حرکت تعجيل په هر پړاو کې معلوم کړئ.

b- د $(x-t)$ ګراف د حرکت پيل له لحظې څخه د موټر د دربېدو تر لحظې پورې رسم کړئ.

13 - لاندې شکل د يومتحرک د $(v-t)$ ګراف په 26 ثانيوکې ښيي:

a- د OB , AB , BC هر يو پړاونو تعجيل څو مره دی؟

b- په زماني انټروال کې يې له صفر څخه تر 26 ثانيو منځنی تعجيل څومره دی؟



14 - يوه ډبره په عمودي ډول مخ پورته خواته غورځول شوې او 10 ثانيې وخت ته اړتيا ده چې بېرته ځمکې ته را وګرځي. دا تيږه په څومره ارتفاع پورته ځي؟

15 - د $x-t$ له ګراف څخه په ګټې اخيستلو سره منځنی سرعت څنګه ټاکي، د شکل په رسمولوسره يې بيان کړئ.

16 - لحظوي سرعت تعريف او د SI په سيستم کې يې د اندازه کولو واحد ذکر کړئ.

17 - د يوه مستقيم خط پرمخ يو ډوله (متشابه) حرکت تعريف او ددې حرکت معادله پيدا کړئ

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

a- له مبدا څخه د متحرک واټن د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ په لحظو کې پیدا کړئ.
b- د جسم د موقعیت تغییر د دوو لحظو ترمنځ $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ محاسبه کړئ.
c- د متحرک سرعت څومره پر ثانیې دی؟

19 - یو جسم د v په ثابت سرعت د یومستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، که چیرې د $t_1 = 2s$ په لحظه کې واټن ترمبدا پورې 11 متره او $t_2 = 7s$ په لحظه کې یې واټن ترمبدا پورې 31 متره وي:
a- د متحرک سرعت او تر مبدا پورې یې واټن د صفر ثانیې په لحظه کې څومره دی؟
b- د $(x-t)$ رابطه یا د حرکت معادله ولیکئ.

20 - د $(v-t)$ ګراف څنګه رسمیږي؟

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 یومستقیم 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 دي، د متحرک منځنی تعجیل د t_1 او t_2 دوو لحظو ترمنځ حساب کړئ.

23 - لحظه یي تعجیل په څه ډول $v-t$ ګراف په مرسته ټاکی؟ د شکل له مخې یې توضیح کړئ.

24 - یوجسم د ځمکې د سطحې له 520 متري ارتفاع څخه په لومړني $2\,m/s$ سرعت په عمودي ډول د ځمکې پر مخ په کښته غورځول کیږي.
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 کیږي.
a- د A جسم څو ثانیې وروسته د B له جسم څخه د ځمکې سطحې ته رسیږي؟
b- د هر یوه سرعت د ځمکې په سطحه کې محاسبه کړئ.

26 - یوه کوچنۍ ګلوله له لوړې و دانۍ څخه خوشې کیږي، کله چې د ځمکې پرمخ 40 متري ارتفاع ته رسیږي، سرعت یې $10\,m/s$ کیږي.
a- د جسم سرعت ځمکې ته د رسیدو په لحظه کې حساب کړئ.
b- د ودانۍ ارتفاع پیدا کړئ.
c- د ګلولې منځنی سرعت د سقوط (په موده کې) وټاکئ.
d- د $(x-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

دریم څپرکی

دوه بعدي حرکتونه

په مخکینی څپرکی کې تر یوې اندازې په یوه بعد کې حرکت مطالعه کړ او د موقعیت، تغییر د موقعیت، منځني سرعت او... کمیتونو سره بلد شو، او یو نواخت او له ثابت تعجیل سره حرکتونه مو د یوه مستقیم خط پرمخ وڅیړل. خو په دې باید پوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر څه ډېر له هغو حرکتونو سره مخامخ یو چې په دوو یا درېیو بعدونوکې تر سره کیږي او د هغو څیړل موږ ته ډېر اهمیت لري.

دیوې سیارې حرکت دلمر پر شاوخوا او یا د موټر حرکت د یوې لارې په ګولایي کې او د یو توپ د غونډاري حرکت چې کله ویشتل کیږي او ... د دوه بعدي حرکت مثالونه دي. په دوو بعدونوکې حرکت څه شي دي؟ څنګه کولای شو دوه بعدي حرکتونه تحلیل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنګه د ریاضي په ژبه بیانولي شو؟له دوه بعدي حرکتونو څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخېستلای شو؟ دا هغه پوښتني دي چې له تاسو څخه یې د څپرکي په پای کې د ځوابونو توقع کیدای شي. مخکې مووليدل چې د جسم موقعیت په یوه سطحه کې د $\vec{r}$ په وکتور ښودل کیږي. دا وکتور کولاي شو په لاندې ډول ولیکو:

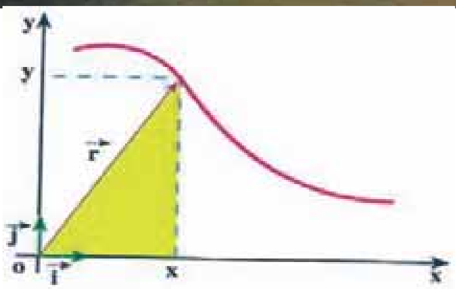
$$\vec{r} = x\vec{\ } + y\vec{\ } \quad ....(3\text{-}1)$$

چې په دې کې $\vec{\ }$ او $\vec{\ }$ په ترتیب سره د واحد وکتورونو څخه عبارت دي چې د X او Y په لورروکې دي.

څرنګه چې د جسم د حرکت پرمهال، د مکان وکتور تغییر کوي، د حرکت پر مهال د جسم د مکان د تشخیصولو لپاره کافي ده چې د X او Y مرکبي د زمان د تابع ګانو په څیرولرو: $Y = g(t)..........(3-2)$

او $X = \ (t)$. د (3-2) رابطې د یوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونوکې ښیي او څرګنده ده چې په هر دوه بعدي حرکت کې، د مکان وکتور هم د زمان یوه تابع ده یعني: $\vec{r} = \ (t)\vec{\ } + g(t)\vec{\ }$

په حقیقت کې ویلي شوچې په یوه مستوي (صفحه) کې حرکت، د یو بعدي دوو حرکتونو ترکیب د X او Y په اوږدوکې دي چې دارونده معادلو په لرلوسره یې مکان (موقعیت) د جسم په ټولو لحظوکې معلوم او په پایله کې د جسم د حرکت مسیر مشخص کیږي. لکه د (3-1) شکل



(3-1) شکل

څېړنه وکړئ:

فرض کړئ چې په يوه لنډه موده کې، د کشپ (سنګ پشت) د حرکت معادلې د SI په سيستم کې $x = 10t$ او $y = -5t^2$ په توګه دي. د دې کشپ د حرکت مسير په بېلابېلو ډلوکې د نقطې پيداکولو له لارې له 0 څخه تر 5 ثانيو زماني انټروال کې رسم کړئ.

3-1: د مکان او منځني سرعت بدلون

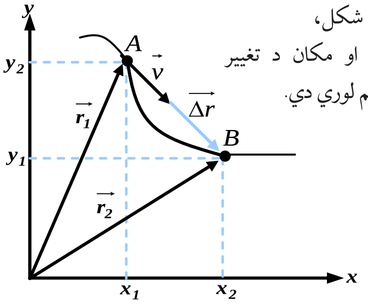
په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان او سرعت بدلون څنګه څېړلي شو؟ کوم توپيرونه د مکان د تغيير او منځني سرعت تر منځ په يو بعدي او دوه بعدي حالتونو کې شتون لري؟

په دوه بعدي حرکتونوکې د مکان د تغيير او منځني سرعت د څېړلو لپاره، فرض کړئ چې متحرک له (3-3)شکل سره سم د t_1 په لحظه کې د $\vec{r}_1$ مکان د A په نقطه کې او د t_2 په لحظه کې د $\vec{r}_2$ مکان د B په نقطه کې دي. لکه څنګه چې په دويم څپرکي کې موولوستل، هغه وکتور چې د A له نقطې څخه B ته رسمېږي، د جسم د مکان تغيير په $\Delta t = t_2 - t_1$ زماني انټروال کې راښيي.
دا وکتور چې د (3-3) په شکل کې هم رسم شوی دی، له لاندې را بطو څخه لاسته راځي.

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

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

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



(3-2) شکل،
د منځني سرعت او مکان د تغيير وکتورونه هم لوري دي.

د جسم منځني سرعت په يوټاکلي زماني انټروال کې، د يو بعدي حالت په څېر په لاندې ډول تعريف کېږي:

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

د (3-5) له رابطې څخه په ګټې اخيستلو منځني سرعت کولاې شو، په لاندې ډول وليکو:

$$\vec{v} = (\frac{\Delta x}{\Delta t})\vec{} + (\frac{\Delta y}{\Delta t})\vec{} \text{...........}(3-7)$$

که چيرې $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ په $\overline{V_x}$ او $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ په $\overline{V_y}$ وښيو، په پايله کې د (3-7) رابطه په لاندې ډول ليکلې شو:

$$\vec{v} = (\vec{v}_x)\vec{} + (\vec{v}_y)\vec{} \text{............}(3-8)$$

فعاليت:

د (3-2) شکل په بيلابيلو ډلوکې تحليل کړئ او ووايئ چې د منځنی سرعت وکتور او د مکان د تغيير وکتور هم لوري دي، او بيا وروسته دې هره ډله په ټولګي کې په جلا توګه څرګندوني وکړي.

مثال: د يوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونوکې، له لاندې رابطو سره د SI په سيستم کې ورکړل شويدي:

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

a- د جسم د مکان (موقعيت) وکتور د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ په لحظوکې پيداکړئ.

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

حل: a) په $t_1 = 1s$

$$x_1 = 2m \text{ او } y_1 = 3m$$

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

په همدې ترتيب په $t_2 = 2s$

$$x_2 = 4m \text{ او } y_2 = 4m$$

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

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

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

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

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

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

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

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

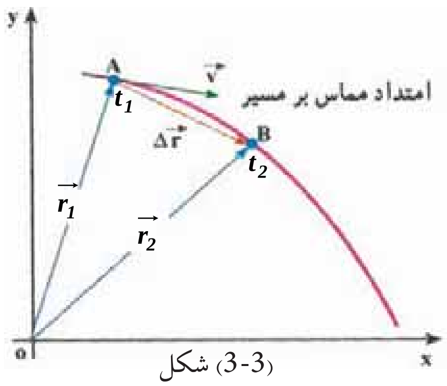
تمرين: فرض کړئ چې په يو لنډ وخت کې، ديوې سويې د حرکت معادلې د SI په سيستم کې د $x = 10t$ او $y = -2t^2$ په توګه دي. د دې سويې منځني سرعت د 0 تر 2 ثانيې په زماني انټروال کې پيداکړئ.

لحظوي سرعت

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

په دوو بعدونوکې د لحظوي سرعت د څیړلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کې ونیسئ. دا شکل، د جسم حرکت د کږې لیکې (منحني) پر مسیر راښیي.

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



(3-3) شکل

لکه څنګه چې په مخکیني څپرکي کې د یو بعدي حرکت په هکله هم وویل شول، که چیرې د Δt زماني انټروال کوچنی او تر ټو کوچنی شي، منځنی سرعت له لحظوي سرعت سره نژدې او ډېر نژدې کیږي. یعني د ریاضي په ژبه، د لحظوي سرعت وکتور د منځنی سرعت له لیمت څخه عبارت دي، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي. یعني:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} (\vec{\bar{v}}) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \ldots\ldots\ldots\ldots (3-9)$$

په بل عبارت ویلی شوچې (لحظوي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي) یعني:

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

نو لدې امله کله چې په یو لیمت کې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، د (3-5) له رابطې څخه په ګټې اخیستلو سره کولاې شو د جسم لحظوي سرعت د هغه د مرکبو پر بنسټ د x او y په دوو امتدادونوکې لاسته راوړو، یعني:

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

$$\vec{v} = (v_x)\vec{} + (v_y)\vec{} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3-11)$$

نوله دې امله، ګورو چې د منځني سرعت وکتور د مکان د تغییر له وکتور سره هم لوري دي، نو په یو لیمت کې چې Δt 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 یوجسم د کږې لیکې (منحني) په مسیر کې حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري یې چې تل د حرکت پرمسیر مماس دي، په هره لحظه کې تغییر کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وایو.

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

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

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

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

3-2: منحنی تعجیل او لحظوي تعجیل

مخکې موولوستل کله چې د جسم سرعت تغییروکړي، حرکت تعجیلي دی. د سرعت تغییر کیدای شي د سرعت په کچه کې د تغییر په معنا یا د سرعت په لورې کې تغییر او یا د واړه وي. وموليدل کله چې د جسم حرکت د منحني مسیر پرمخ دي، په داسې حال کې چې د جسم سرعت تغییر نه کوي، خو د سرعت لوري یې هرومرو تغییر کوي. نو لدې امله که چیرې د سرعت قیمت اندازه هم تغییر ونکړي، کیدای شي حرکت تعجیلي وي. لکه، د منحني مسیر پرمخ حرکت چې په هغه کې یوازې د حرکت لوري تغییر کوي، یو تعجیلي حرکت دی.

خیرنه وکړئ:

د دوو تعجیلي حرکتونو په هکله خیرنه وکړئ چې په هغوکې، دسرعت کچه تغییرونه کړئ.

د (3-4-a) په شکل کې د سرعت مرکبې د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې د مسیر پرمخ ښودل شوي دي. د سرعت د تغییر د محاسبې لپاره د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زماني انټروال کې په (3-4) شکل کې د o' له نقطې څخه له $\vec{v}_1$ او $\vec{v}_2$ سره مساوي وکتورونه رسموو او $\Delta\vec{v}$ په لاس راوړو. د یو بعدي حرکت په څیر، د منځنی تعجیل وکتور د Δt په زماني انټروال کې په لاندې توګه تعریفوو:

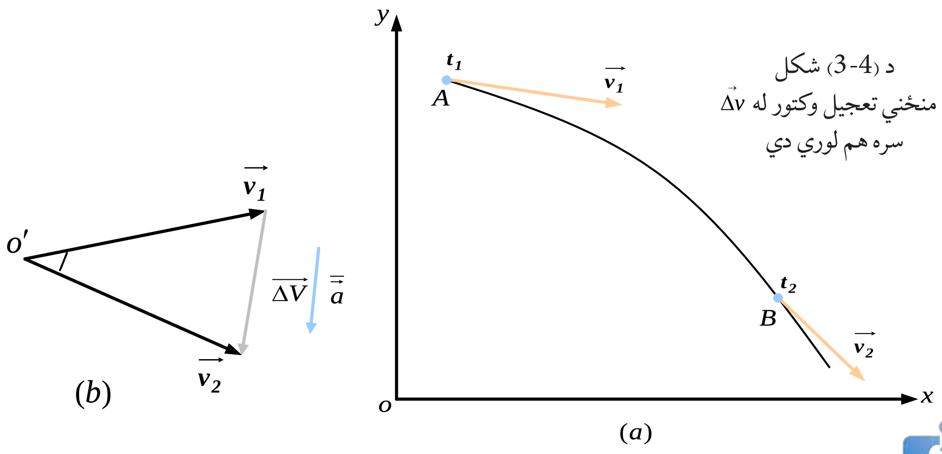
$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \qquad \text{.............(3-12)}$$

د (3-11) له رابطې څخه په ګټې اخيستلو سره لرو چې:

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

او يا:

$$\overline{\vec{a}} = (\bar{a}_x)\vec{i} + (\bar{a}_y)\vec{j} \quad ....(3-13)$$



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

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې په دې هکله چې ولې د منځنی تعجيل وکتور له $\vec{\Delta V}$ سره هم لوري دي، بحث وکړئ او پايله يې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

لکه څنګه چې پوهېږو لحظوي تعجيل د t_1 په لحظه کې کولای شو، د منځنی تعجيل د ليمت په شکل کله چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، وليکو. يعني:

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

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

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

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

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

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

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

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

د (3-12) رابطه دا ښيي چې $\vec{a}$ او $\Delta\vec{v}$ هم لوري دي. خو لکه څنګه چې د (3-5-a) په شکل کې ښودل شوي دي، د منحنی مسير پرمخ حرکت کې هيڅ کله د منحنی تعجيل وکتور $(\vec{a'})$، د سرعت له وکتورونو ($\vec{v_1}$ يا $\vec{v_2}$) سره هم لوري نه دي. کله چې Δt 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 لورى نه دى.

فعاليت:

د ټولګي په مختلفو ډلوکې، د ګراف پرمخ وښيئ چې د منحني مسير پرمخ د ثابت سرعت د حرکت پر مهال،کله چې Δt صفر لوري ته تقرب وکړي، $\Delta\vec{v}$ پر $\vec{v}$ عمود دی.

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

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

د سرعت او تعجيل وکتورونه يې په $t = 1s$ کې پيداکړئ. ايا دا دواړه وکتورونه هم لوري دي؟

حل: د سرعت دو کتور د ټاکلو لپاره، په لومړي پړاوکې د V_x او V_y مرکبې په $t = 1s$ کې دا رنګې په لاس راوړو:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = 40t \overset{t=1s}{\Longrightarrow} v_x = 40$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = -15t^2 \overset{t=1s}{\Longrightarrow} v_y = -15\,m/s$$

په پايله کې دلحظوي سرعت وکتور په $t = 1s$ کې به په دې ډول وي:

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

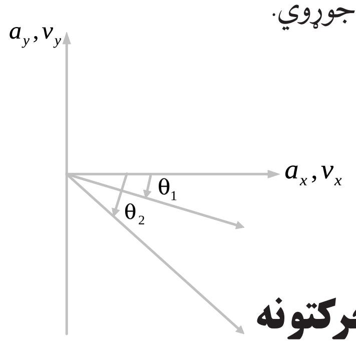
د تعجيل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجيل مرکبې يعنې، a_x او a_y دارنګه پيداکوو:

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

لکه ښنګه چې وينو a_y د t زمان تابع دي او په $t = 1s$ کې برابر دي له: $a_y = -30\,m/s^2$

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

د $\vec{a}$ او $\vec{v}$ وکتورونو له مقایسې 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 $50\,m/s^2$ سره دي، ولې؟ (بحث وکړئ). د (3-5) شکل د منحني مسیر پرمخ حرکت کې، د تعجیل او سرعت وکتور یوله بل سره زاویه جوړوي.



(3-5) شکل
د منحني مسیر پر مخ د شتاب او سرعت وکتورونه له یوه بل سره زاویه جوړ وي.

3-3: غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه

د غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه څه ډول حرکتونه دي؟ غورځوونکي حرکتونه په فضاء کې څه ډول مسیر وهي؟ یو غورځول شوي (وارشوي) جسم اوهغه مسیر چې په هوا (فضا)کې یې وهي، د حرکت د مختلفو ډولونو یوه بیلګه ده، چې هر انسان د ماشو متوب له پیل څخه، په عمل کې ورسره سر اوکار لري. د ویشتلو حرکت د دوه بعدي حرکت یو ډول دي. د دوه بعدي حرکتو د مطالعې او تحلیل لپاره په لومړي پړاوکې باید لاندیني درې فرضیې په نظرکې ونیسو:

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

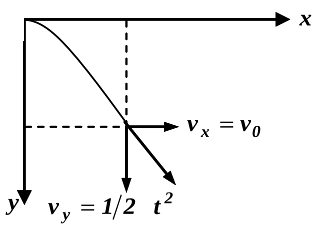
2. د هوا د مقاومت له اغیز څخه کولای شو، صرف نظروکړو.

3. د ځمکې څر خیدل د دې حرکت پرمخ اغیز نه لري.

یوه له اصطلاحاتو څخه چې د ویشتلو (پرتابي) حرکتونوکې ورسره ډېر مخامخ کیږو عبارت له غورځول شوي جسم څخه دي، غورځول شوي جسم هغه جسم دي چې په پیل کې په لومړني سرعت سره غورځول کیږي او یا د یوې ضربې له امله په یو لوري کې حرکت پیل کړي او بیا وروسته د جاذبې د قوې تر اغیز لاندې، تعجیلي حرکت (کم له کمه دوضعیه کمیتونو د یو محور په اوږدوکې) ولري. هغه مرمي چې له ټوپک څخه راوځي، یوه تیره چې په یوه زاویه غورځول کیږي، د اوبو بهیدل چې له یوه سوري څخه فواره جوړوي، دا ټول د غورځوونکي (پرتابي) حرکت بیلګې دي چې په فضاکې پارابول شکله مسیر وهي. وروسته به وګورو چې د دې مسئلې ثابتول چې د غورځول شوو حرکتو مسیر، پارابول دي د ریاضي له لارې اسانه دي.

افقي غورځول (ويشتل)

څه فکر کوئ که چيرې يو جسم د يو برج له سره په افقي امتداد کې د v_0 په لومړني سرعت سره وغورځوو، څه پيښه به رامنځ ته شي؟ هغه مسير چې غورځول شوي جسم يې وهي، څرنګه مسير به وي؟ يو جسم د قايم مختصاتو (x, y) له مبدا څخه د v_0 له لومړني سرعت سره د x له محور سره په موازي ډول د لاندې شکل په څير غورځوو. ليدل کيږي چې غورځول شوي جسم خپل حرکت ته په افقي توګه دوام نه ورکوي بلکې ورو ورو په ښکته لور راکښل کيږي. يعنې غورځول شوي جسم شيبه په شيبه (لحظه په لحظه) د ځمکې



(3-6) شکل

د جاذبې لخوا مخ په ښکته راکښل کيږي، بالاخره له ځمکې سره تصادم کوي. په دې ډول حرکت کې د غورځول شوي جسم سرعت د v_x او v_y دوو وکتورونو له ترکيب څخه ترمطالعې لاندې ونيسو. لکه څرنګه چې غورځول شوي جسم منظم مستقيم الخط حرکت د محور په اوږدوکې د v_0 په لومړني سرعت تر سره کوي او د y د محور په اوږدوکې د ځمکې د جاذبې قوې تر اغيز لاندې وي، نو له دې امله د غورځول شوي جسم معادلې د x او y محورونو په لوروکې عبارت دي له :

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

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

که چيرې د t قيمت د (3-19) رابطې څخه پيداکړو او د (3-20) په رابطه کې يې وضع کړو، وبه مو موچې:

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

څرنګه چې $\frac{g}{2v_0^2}$ يو ثابت کميت دی، هغه په c ښيو، د (3-21) رابطه لاندې شکل نيسي:

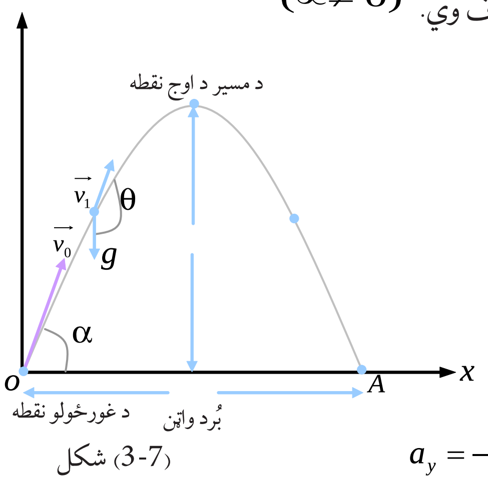
$$y = cx^2 \ldots\ldots\ldots (3-22)$$

د (3-22) له معادلې پايله ترلاسه کيږي چې د ويشتل شوي جسم د حرکت مسير په افقي توګه عبارت له يو پارابول څخه دی. د (3-20) له رابطې څخه څرګنديږي چې په افقي ويشتلو کې هغه وخت چې غورځول شوي جسم يې مخ په ښکته د y د واټن په وهلو کې ترسره کوي، برابر دی له هغه وخت سره چې نو موړي جسم په ازاده توګه سقوط وکړي او همغه د y واټن په عمودي توګه ووهي.

3-4: مایل غورځول (ویشتل)

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

په مایل غورځولو کې د v_0 وکتور د x او د y د دوو محورونو پرمخ په دوو مرکبو تجزیه کوو. د دې حرکت د دقیقې مطالعې لپاره دو ضعیه کمیتونو د مختصاتو سیستم د (3-7) شکل په څیر په نظر کې نیسو چې مبدا یې د غورځولو لومړني محل، دx محور یې په افقي لوري او د y محوریې په قایم لوري او مخ په پورته وي.د محورونو په دې انتخاب کې، لکه څنګه چې تعجیل د y د محور په لوري کې له $(-g)$ سره او د x د محور په لوري کې صفر دی، نو کولای شو ولیکوچې:



(3-7) شکل

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

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

غورځول شوی جسم په $t = 0$ مبدا زمان کې د مختصاتوله مبدا (پیل) څخه د v_0 په لومړني سرعت نسبت افق ته په $\propto$ زاویې غورځول کیږي. په دې حالت کې د لومړني سرعت د x او y مؤلفې عبارت دي له:

$$v_{0y} = v_0 \sin \propto \ldots\ldots\ldots\ldots(3-25)$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \propto \ldots\ldots\ldots\ldots(3-26)$$

$a_x = 0$ دي، یعني د x افقي لوري کې د $v_0 \cos \propto$ له ثابت سرعت سره تر سره کیږي، نو لدې امله د غورځول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلې د x د محور په لوري کې به په لاندې ډول وي:

$$x = (v_0 \cos \propto)\, t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3-27)$$

$$v_x \cos \propto = co\ s\quad nt \ldots\ldots\ldots\ldots(3-28)$$

او لکه څنګه چې وویل شول د y په قایم لوري کې حرکت، د $(-g)$ له ثابت تعجیل سره دي. د اجسامو د ازاد سقوط له رابطو څخه په ګټې اخستلو سره، د غورځول شوي جسم د حرکت معادلې د y په لوري کې به هم په لاندې ډول وي.

$$y = \frac{1}{2} gt^2 + (v_0 \sin \propto)t \ldots\ldots\ldots\ldots(3-29)$$

$$v_y = -gt + v_0 \sin \propto \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3-30)$$

له (27-3) څخه تر (30-3) پورې څلور معادلې، د تعجیل د وکتور مرکبې، د غورځول شوي جسم سرعت او موقعیت په هره موده د x او y د محورو نو پرمخ ښیي.

که چیرې د حرکت په معادلو کې د x او y لپاره په دوه بعدي حرکتونوکې، زمان حذف شي، د حرکت د مسیر معادله لاس ته راځي. له دې لارې څخه په ګټې اخېستلو سره، د xoy د صفحې پرمخ د غورځونې د حرکت د مسیر معادله دارنګې په لاس راځي:

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

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

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

$$y = -\frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \propto} + x \quad \text{n} \propto \text{.........}(3-31)$$

د (31-3) معادله راښیي چې د غورځونې حرکت مسیر، عبارت له پا رابول څخه دی. (ولې؟) هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم یې وهي تر څو بیرته د غورځونې لومړنی ارتفاع ته وګرځي، د غورځول کیدونکي جسم د (Range) په نامه یادوي او هغه د R په توري ښیي.

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

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

$$= \frac{2 v_0^2 . \cos^2}{g} . \frac{\sin \propto}{\cos \propto}$$

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

ځکه چې: $\sin 2 \propto = 2 \sin \propto \cos \propto$

نو:

$$= \frac{2 v_0^2 \sin 2 \propto}{g} \text{.......... ..}(3-32)$$

بحث وکړئ:

د (3-31) رابطه د $(x) = ax^2 + bx + c$ لـه معادلـې سـره پرتله کـړئ او د حرکت د مسـير په اړه يې پخپلوکي بحث وکړئ او پايله يې ټولګي ته وړاندی کړئ.

فعاليت:

د ضرورت وړ مواد: نقاله، خط کش يا متر، دماشومانو د لوبوتو مانچه، پلاستيکي ګلولې او ميز.

کړنلاره: زده کوونکي دې په درې ډلوو ويشل شي. لومړۍ ډله دې د (o) له نقطې څخه د $25°$ زاويې لاندې، دويمـه ډلـه دې د (o) له نقطې څخـه د $45°$ زاويې لاندې، دريمه ډله دې د (o) لـه نقطې څخه د $65°$ زاويې لاندې فيروکړي. کله چې مرمی پرځمکه ولګيده. د (o) د ويشتلو نقطې او دلګيدو د نقطې (x_m) ترمنځ واټن د خط کش يا متر په مرسته اندازه او نوټ کړئ. هره ډله دې د خپل کار پايلې يوله بله سره پرتله کړي اوعمومي پايله دې د ښوونکي په مخ کې ټولګي ته وړاندې کړي.

بحث وکړئ:

ويشتل کيدونکي جسم، تر څو درجو زاويې لاندې وغورځول شي، ترڅو اعظمي رنج (افقي واټن) ووهي؟ د اوج (پورته) نقطه (اعظمي ارتفاع) د غورځولو په حرکت کې، ترټولو لوړه نقط ده چې ويشتل شوی جسم ورته رسيږي. د (3-7) په شکل کې، د اوج د نقطې ارتفاع په H ښودل شوی، د y په لور د اوج په نقطه کې سرعت صفر دی، ولې؟ $o = -gt + v_0 \sin\alpha$

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

له دې فورمول څخه په کار اخيستلو سره کولای شو ترټولو لوړه (اوج) نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسيدو وخت لاس ته راوړو. په (3-29) معادله کې د نوموړي وخت t په اېښودلو سره د اوج د نقطې ارتفاع په لاس راځي.

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

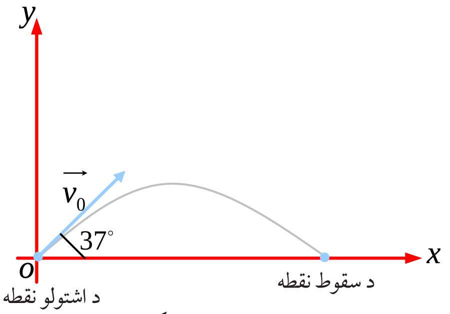
$$= \frac{-v_0^2 \sin^2 \propto + 2v_0^2 \sin^2 \propto}{2g}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \propto}{2g} \quad .... \quad (3-34)$$

مثال: د فوټبال يو لوبغاړي، يو توپ نسبت افق ته تر 37° زاويې لاندې په لومړني سرعت $10m/s$ شوټ 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 رسيدو زمان په لاس راوړئ.

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



(3-8) شکل

حل: الف) د مسير د اوج په نقطه کې لرو چې:

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

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

ب : بيرته ځمکې ته راګرځيدل $y = 0$ دي، يعني:

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

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

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

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

تمرين: د غورځولو (ويشتلو) په حرکت کې

1. د حرکت تر ټولو ساده ډول له ___________ سره ثابت په سطح کې، د غورځولو حرکت دي.

2. د ويشتل شوي جسم تر ټولو لرې واټن د اوج نقطې ته د ____________ له رابطې څخه لاس ته راځي.

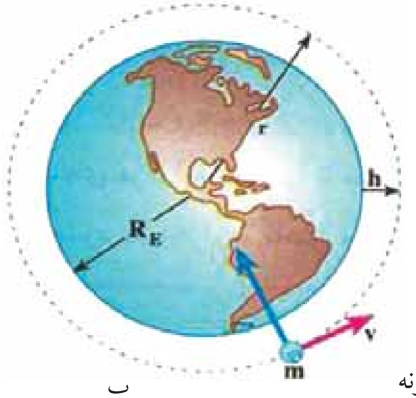
3. د اوج نقطې ته د ويشتل شوي جسم د رسيدو زمان د ________________ له رابطې څخه لاس ته راځي.

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 مچنوغزه لیدلي دي چې څه ډول حرکتونه تر سره کوي؟

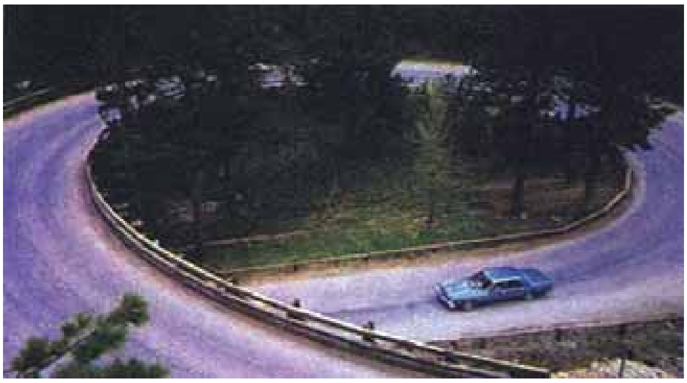
په دایروي مسیر کې د یوجسم حرکت، په دوو بعدونو(مخونو) کې د حرکت یوه بله بیلګه ده. د دې حرکت ډېرې بیلګې هره ورځ ګورو. د ځمکې پرشاوخوا د سپوږمۍ د حرکت مسیر، د هستې پرشاوخوا د الکترون حرکت او د ځینو سپوږمکیو حرکت د ځمکې پر شاوخوا د دایروي حرکت نسبي ډولونه دي. د کور په ځینو وسایلو لکه د جامو مینځلو په ماشین کې، له میوو څخه د اوبو ویستلو ماشین او .... جسمونه د هغو په منځ کې په دایروي مسیر حرکت کوي. په لاندې تصویرونوکې په دایروي مسیر کې د اجسامو د حرکت بیلګې ګورئ.

الف



ب

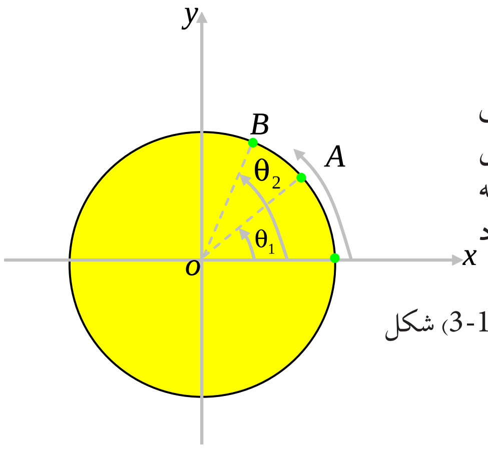
(3-9) شکلونه



ج

زاویوي سرعت

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



(3-10) شکل

د ذرې موقعیت د دایرې پرمخ هره گړی کولای شو، د θ له زاویې سره د xo د محور په نسبت وښیو.

کله چې ذره د A په نقطه کې وي، موقعیت د θ_1 له زاویې سره او کله چې د B په نقطه کې وي، موقعیت د θ_2 په زاویې سره ښیو، او $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ د ذرې د زاویه یي موقعیت تغییر (وهل شوې واټن) بولو. طبیعي ده چې د ذرې زاویه یي منځنۍ سرعت په دایروي حرکت کې، د زاویه یي تغییر موقعیت په نسبت دهغې پر زمان باندې تعریفیږي، یعنې:

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

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

خیړنه وکړئ:

دلمر پرشاوخوا دځمکې د حرکت په هکله په بیلابیلو ډلوکې خیړنه وکړئ او د لمر پرشاوخوا د ځمکې منځنۍ زاویه یي سرعت محاسبه کړئ.

پوښتنه:

a- له دايروي حركت څخه په ورځني ژوندانه كې څه ګټه اخيستل كيږي؟
b- د څو وسيلې چې منځني برخې يې (د منځ اجزاوې) د دايروي حركت لرونكي وي، نومونه يې واخلئ.

لحظوي زاويوي سرعت

زاويه يي لحظوي سرعت په هغه ډول چې د لحظوي سرعت په هكله مو په (۳-۲) لوست كې ولوست، تعريفوو:

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

او يا:

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

تمرين:

ديوې ذرې زاويه يي موقعيت چې د دايروي مسير پرمخ حركت كوي د $\theta = 2t^2 + 6t$ رابطې سره وركړل شوي. (t د ثانيې له مخې او θ د راديان له مخې)

الف: د متحرك زاويه يي منځني سرعت د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ لحظو ترمنځ حساب كړئ.

ب : دمتحرك لحظوي سرعت د $t_3 = 3s$ په لحظه كې حساب كړئ.

بحث وكړئ:

د منځني سرعت او لحظوي سرعت د رابطې د ښه درك لپاره ، څو مثالونه طرحه كړئ او له خپلو ټولګيوالو سره بحث اوخبرې پرې وكړئ او پايله د خپل ښوونكي ترمخ په ټولګي كې بيان كړئ.

3-6: دايروي يو ډوله (متشابه) حركت

كله چې پر دايروي مسير د حركت كوونكي ذرې زاويوي سرعت ثابت باقي پاتې شي، وايوچې ذره يو ډولي دايروي حركت لري.په دې ډول حركت كې، منځني زاويوي سرعت په هره زماني وقفه كې، د ذرې د زاويوي لحظوي سرعت سره برابر دي.

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

او يا:

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

د یو ډوله دایروي حرکت د څېړلو لپاره، په لومړي پړاوکې باید لاندې کمیتونه تعریف کړو:

پريود: هغه زماني موده چې ذره د يو دايروي مسير پرمخ يوه بشپړه دوره وهي، دپريود په نامه ياديږي. پريود د T په توري ښيي او د اندازه کولو واحديې ثانيه ده.

فريکونسي: په يوه ثانيه کې د ذرې د دورانونو شمير ته فريکونسي وايي. فريکونسي د نيو (ν) په لاتين توري ښيي، د فريکونسي د اندازه کولو واحد $\frac{1}{s}$ او يا هرتز دي.

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

څرنګه چې ذره په هره دوره کې 2π راديان طې کوي،نوله دې امله زاويه يي سرعت يې برابر دی له:

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

فعاليت:

پخپلو ډلوکې پر يود او فريکونسي سره پرتله کړئ او لاندې جدول بشپړکړئ.

متحرک	پريود	فريکونسي
د هايدروجن د اتوم الکترون	10^{-17} ثانيه	10^{17} دوره په يوه ثانيه کې
د بريښنا د توليد لپاره د اوبوتوربين	0.33 ثانيه	
ځمکه د هغې د محور په شاوخوا		7.10^{-4} دوره په يوه ثانيه کې
سپوږمی د ځمکې پرشاوخوا	29.7 ورځ	
ځمکه د لمر په شاوخوا		2.7×10^{-3} دوره په يوه ورځ کې

خطي سرعت په دايروي حرکت کې

مخکې مو وليدل چې د مکان وکتور کولای شي، د متحرک موقعيت په سطحه کې وټاکي، (3-2) شکل. که چيرې د يوې ذرې د مکان وکتور د t_1 په وخت کې $\vec{r}_1$ او د t_2 په شيبه کې $\vec{r}_2$ وي، د ذرې د موقعيت د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زماني شيبه کې به برابر له $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ سره وي. ذره د Δt په وخت کې د Δs قوس وهي.که چيرې دا زماني شيبه ډېر کوچنې وي، د $\overset{\frown}{\Delta s}$ قوس کوچني کيږي او کولای شو د Δs قوس اوږدوالی د هغه د مقابل وتر يعني $(\Delta\vec{r})$ له اوږدوالي سره تقريباً برابر ونيسو.

همدارنگه مخکې مو ولیدل چې د متحرک منحني سرعت کولای شو له $\vec{v}=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\ldots(3-32)$ رابطې څخه لاسته راوړو او د لحظوي سرعت کچه هم د لاندې رابطې په مرسته تعریفیږي:

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

او له هغه ځایه چې د لیمت په حالت کې $\left|\Delta\vec{r}\right| = \Delta s$ ټاکل کیدای شي،نو لروچې:

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

په ریاضي کې مو لوستي دي چې د θ زاویه د رادیان له مخې برابر ده، د هغې زاویې د مقابل قوس د طول له نسبت سره پر شعاع د دایرې باندې، یعنې:

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

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

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

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

$$v=r\omega \quad \ldots\ldots\ldots.(3-41)$$

څېړنه وکړئ:

په دایروي حرکت کې له خطي سـرعت څخه ګته اخیستونکي کوم خلک دي؟ او له هغې څخه په کومو برخو کې ګټه اخلي؟ په دې هکله پخپلو ډلوکې بحث وکړئ او خپلو ټولګیوالوته راپور ورکړئ.

مثال: د ماشومانو دلوبو یوخرخ، خلک په یوه افقي سطحه کې او په دایروي مسیرکې ګرځوي، داسې چې هرفرد دایروي یو ډوله حرکت لري. که چیرې دوران کوونکې په هره 10 ثانیه کې یو دور ووهي او د هر کس لپاره د څرخیدو شعاع 5 متره وي، دهر شخص زاویه یي او خطي سرعت په دې دوره کې حساب کړئ.

حل: د څرخیدو د دوري زمان $=10s$ دي، پس زاویه یي سرعت برابر دی له :

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

او خطي سرعت به یې برابروي له:

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

پوښتنې:

1 - د یو دیوالي ساعت د عقربو اوږدوالی، دقیقه اوثانیه ګرد په ترتیب سره $8cm$, $12cm$ دي. د دې عقربو د هرې عقربې څوکو خطي سرعت محاسبه کړئ.

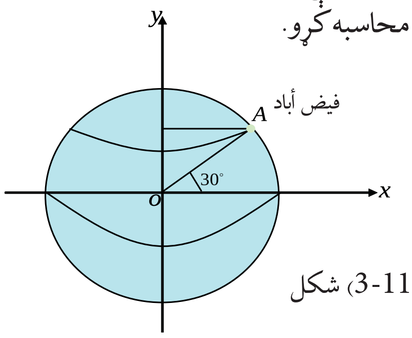
2 - یو متحرك پر دایروي شکله مسیر د 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرك زاویه یي سرعت، پریود او فریکونسي حساب کړئ.

فکروکړئ:

د ځمکې د وضعي حرکت زاویه یي سرعت، د ځمکې په ټولو نقطوکې یوشان دی یانه ؟ (ولې؟)

مثال: د فیض اباد ښار په $30°$ شمالي جغرافیه یي مدارکي واقع دي. هغه تن چې په دې ښارکې اوسیږي زاویه یي سرعت او خطي سرعت یې پیداکړائ. د ځمکې شعاع $= 6.4 \cdot 10^6 m$ په نظرکې ونیسئ.

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



(3-11) شکل

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

$$= 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400 s$$

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

د فیض اباد واټن د ځمکې د څرخیدو له محورڅخه (د 11-3)شکل ته پام کولو سره برابردي له:

$$r = \quad \cos 30° \rightarrow \cos 30° = \sqrt{3/2}$$

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

او د فیض اباد په ښارکې خطي سرعت برابر دی له:

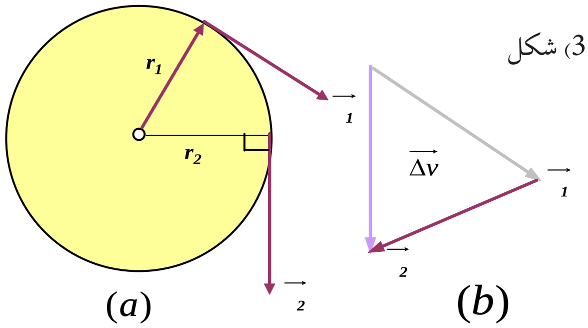
$$v = r\omega = 5.53 \times 10^6 \times 7.27 \times 10^{-5} = 402.03\ m/s$$

3-7: تعجیل په دایروي یو ډوله حرکت کې

یو ذره په نظر کې ونیسئ چې دایروي یو ډوله حرکت لري (3-12-a). شکل. مخ کې مو ولیدل چې د سرعت وکتور په هره لحظه کې پرمسیر مماس دی. که چېرې د ذرې مکان د t_1 په لحظه کې، $\vec{r}_1$ او د t_2 په لحظه کې $\vec{r}_2$ وي، د متحرک د سرعت وکتورونه په دې نقطوکې په ترتیب پر $\vec{r}_1$ او $\vec{r}_2$ عمود دي. د $\Delta\vec{v}=\vec{v}_2-\vec{v}_1$ وکتور د (3-12-b) په شکل کې رسم شوی دی او کتل کیږي. سره له دې چې د سرعت د وکتور کچه ثابته ده، خو د سرعت د وکتور د لوري د تغییر له امله $\Delta\vec{v}\neq 0$ دی.

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

(3-12) شکل



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

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

چې مرکز ته د جذب تعجیل (Centripetal Acceleration) ورته وایي چې د دې تعجیل لوري د شعاع په برید د مرکز په لوروي.

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

حل: د $\omega=\frac{2\pi}{\ }$ له رابطې څخه په ګټې اخستلو سره، د سپوږمۍ زاویه یي سرعت عبارت دي له:

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

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

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

فعالیت:

د خپلې ډلې له غړو سره یوه تیږه په یوه کلک تار سره وتړئ او په یوه قایمه سطحه کې د خپل لاس پرشاوخوا وڅرخوئ اوځمکې ته یې د نه لوېدو په هکله بحث وکړئ او پایله یې پخپل ټولګي کې وړاندې کړئ. کله چې د m یوه کتله له ثابت سرعت سره د یوې دایرې په مخ حرکت کوي، تعجیل پیداکوي چې لوری یې د دایرې مرکز ته متوجه وي.

پوښتنې:

- په پورتني فعالیت کې، که چیرې د وزن له درونداوالي او د هوا له مقاومت څخه ورتیرشو څه پیښیږي؟
- د فعالیت د تر سره کولو پر مهال، که چیرې تار یو ناڅاپي وشلیږي، کومه پیښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کره په هرو 24 ساعتونوکې یوځل د خپل محور پرشاوخوا راڅرخي. خطي سرعت او مرکزته جذبېدونکې شعاع د ځمکې د سطحې په کومو نقطوکې ډېره کچه لري؟ که چیرې د ځمکې د کُرې شعاع $6400km$ په پام کې ونیسو، د کرې خطي سرعت او مرکز ته د جذب تعجیل حساب کړئ.

د یو ډوله دایروي حرکت ډینامیک

په مخکېنۍ برخه کې موولیدل چې په یو ډوله دایروي حرکت کې، د جسم تعجیل د دایرې د شعاع په لوري کې او لوري یې د مرکز خواته دي. دنیوتن د دویم قانون له مخې قوه اوتعجیل هم لوري دي، له دې امله په یو نواخت دایروي حرکت کې، پرجسم دواردیدونکوقوو محصله د شعاع په استقامت او دمرکز په لوردي چې په دایروي حرکت کې پرجسم دغې واردې شوې قوې مرکزته دجذب قوه (Centifugle force) وایي.د نیوتن د دویم قانون رابطوته په پام کولوسره، دغه قوه په یو نواخته دایروي حرکت کې، د خطي سرعت پربنسټ لاندې بڼه نیسئ.

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

او د زاویه یي سرعت پربنسټ $= mr\,\omega^2 ....(3-45)$

په دې رابطه کې، پرجسم دواردو شوو قووکچه د دایرې د شعاع په لوري کې ده.

فعالیت:

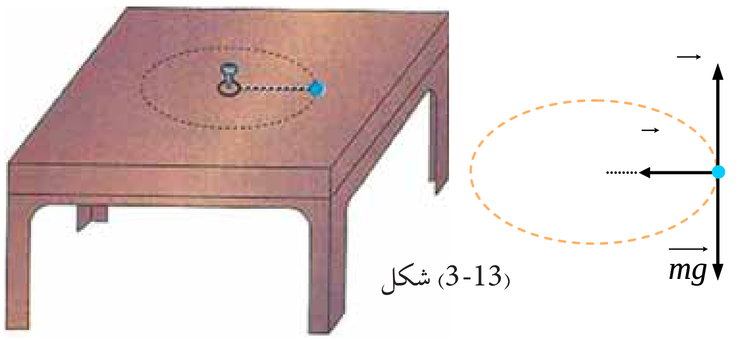
مچنوغزه په خپل لاس کې ونیسئ او په کاسه کې یې یوه وړه تیږه د 4 نه تر 8 گرامه په وزن واچوئ او د خپل لاس په شاوخوا (د ښوونځي په انګړکې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پرمهال د مچنوغزه یوسر خوشې کړئ او د خپلې ډلې له غړوسره د تیږې د تیزۍ د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله یې د ښوونکي ترمخ بیان کړئ.

مثال: یوه مهره له 20g کتلې سره، په یوه تار ترو او د تار له بل سر سره یوه کوچنی کړی ترو. بیا کړی د (3-13-a) شکل په څیر له یوه لنډ میخ سره د یو میز د مخ په برخه کې نصبوو.(له میز سره د اصطکاک له قوې تیر شوي یو). مهرې واټن له میخ څخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پرمسیرېې واردوو، هغه د دایروي مهرې پرمخ په حرکت راولو. پرمهرې واردشوې قوې د یو شکل په رسمولو سره مشخص کړئ.

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

$$ - mg = 0$$

$$ = mg$$



شکل (3-13)

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

زاویه یې سرعت برابر دی له: $\omega = 2\pi\nu = 2\pi \, rad/s$

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

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

پوښتنې:

په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.

1. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې څرخي.
2. د هستې پرشاوخوا دالکترون دګرځیدو.
3. د لمر پرشاوخوا د سیارو په ګرځیدو.

د دریم څپرکي لنډیز

- په دوه بعدي حرکت کې د جسم موقعیت په $\vec{r}$ ښودل کیږي چې په لاندې توګه يې ليکلاي شو:

$\vec{r} = (t) \vec{} + g(t) \vec{}$ له رابطې څخه ښکاري چې د موقعیت وکتور د t د زمان يوه تابع ده.

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

- لحظوي سرعت عبارت دي د منحني سرعت له ليمت څخه، کله چې صفر لورته تقرب وکړي، يا په بل عبارت، لحظه يي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} (\vec{\bar{v}}) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{اويا} \quad \Rightarrow \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

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

- د منحني تعجيل وکتور د Δt په زماني انټروال کې په لاندې ډول تعريفوو:

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

- د $\bar{a}$ د منحني تعجيل وکتور له $\Delta \vec{v}$ سره هم لوري دی.

- لحظوي تعجيل د t_1 په لحظه کې کولای شو د منحني تعجيل د ليمت په توګه وليکو.

کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي يعني: $\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} (\vec{\bar{a}}) = \lim_{\Delta t \to 0} \left(\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}\right)$

- لحظه يي تعجيل د مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخيستلو سره هم ليکلاي شو:

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

- د غورځولو، په حرکتونوکې ، د غورځيدونکي جسم د حرکت مسير په فضا کې عبارت له يو پارابول څخه دی.

- په افقي غورځولوکې، د حرکت معادلې عبارت دي له: $x = v_0 t$ او $y = \frac{1}{2} g t^2$

- په مايل غورځولو کې ، د تعجيل مرکبې په لاندې ډول دي. $a_y = -g$ او $a_x = 0$

- د معادلې د د زمان د تابع په نامه، د غورځولو په حرکتونوکې عبارت دي له:

$$x = (v_0 \cos \propto) t \quad \text{او} \quad y = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin \propto) t$$

- هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم يې د بيرته يا د دويم ځل لپاره د غورځولو لومړنی ارتفاع ته د ګرځيدو لپاره وهي، عبارت د غورځول شوي جسم له g a څخه دی او دارنګې افاده کيږي:

$$= \frac{2\,v_0^2 \sin 2\propto}{g}$$

- د غورځونې په حرکت کې لوړه يا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، ترټولو هغه لوړه نقطه ده، چې غورځول کيدونکی جسم هغې ته رسيږي، د H په توري ښودل کيږي: $= \frac{v_0^2 \sin^2\propto}{2g}$

- د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسيد و زمان عبارت دي له: $t = \frac{v_0 \sin\propto}{g}$

- په دايره يي حرکت کې د ذرې زاويه يي منځنې سرعت د زاويه يي موقعيت د تغيير د نسبت په توګه د هغې پر زمان تعريفيږي. $\overline{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

- زاويوي لحظوي سرعت کولاې شو، د ليمت او مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخيستلو سره په لاندې ډول وليکو:

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

- په دايره يي يو نواخته حرکت کې، د يوې ذرې زاويه يي سرعت چې پريو دايره يي مسير حرکت کوي، ثابت پاتې کيږي.

- پريود عبارت له هغه وخت څخه چې يوه ذره د دايره يي مسير پرمخ، يوه بشپړه دوره وهي او د T په توري ښودل کيږي.

- فريکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمير څخه چې په يوه ثانيه کې سرته رسيږي د نيو (ν) په لاتين توري ښودل کيږي او د اندازه کولو واحدې $\frac{1}{s}$ او يا Z (هرتز)دي.

- د پريود رابطه T اود (ν) فريکونسي په لاندې ډول دي: $= \frac{1}{\nu}$

د دریم څپرکي پوښتنې

1 - د یوجسم د حرکت معادله په SI په سیستم کې د $x = t^3 - 3t^2$ په بڼه دي، مطلوب دي:

a- له 1 نه تر 2 ثانیو زماني انټروال کې د جسم د منځنۍ سرعت کچه.

b- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرك د سرعت کچه.

c- د 2 نه تر 5 ثانیو زماني انټروال کې د متحرك د منځنې تعجیل کچه.

d- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرك د تعجیل کچه.

2 - یو موټر د سره څراغ په وړاندې ولاړ دی، د څراغ په شنه کیدو، موټرله $2 m/s$ تعجیل سره په حرکت پیل کوي. په همدې (لحظه) کې، یوه لارۍ له $36 km/h$ ثابت سرعت سره یې له څنګ څخه تیریږي.

a- د $(x-t)$ او $(v-t)$ وکتور د لارۍ لپاره رسم کړئ.

b- وروسته له څومره مودې څخه به موټر لارۍ ته ورسیږي؟

3 - د یو متحرك موقعیت (مکان)وکتورونه د $t_1 = 5s$ او $t_2 = 25s$ په لحظوکې په ترتیب سره $\vec{r}_1 = 2\vec{\ } + 14\vec{\ }$ او $\vec{r}_2 = 8\vec{\ } + 6\vec{\ }$ دی. د ذرې د منځنۍ سرعت کچه د t_1 او t_2 په دوولحظوکې پیداکړئ او د ګراف په رسمولو، د $\vec{v}$ لوری وښیئ.

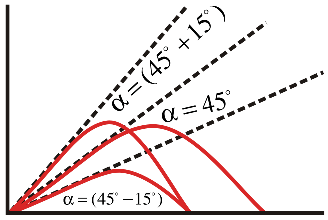
4 - د یوجسم د حرکت معادله د دوولاندنیو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوې ده.

$$x = 6t \text{ او یا } y = 2t^2 + 1$$

a- د سرعت معادله یې ولیکئ او د سرعت کچه یې په $t = 2s$ کې لاس ته راوړئ.

b- د حرکت د مسیر معادله یې لاس ته راوړئ.

5 - گاليله پخپل يو کتاب کې ليکي: د غورځولو د زاويو لپاره چې په يوه کچه له $45°$ زاويې څخه ډېره او يا لږه ده. رنجونه (برد او فاصلې) مساوي دي..... په لاندې شکل کې د دې وينا سموالی ثبوت کړئ.



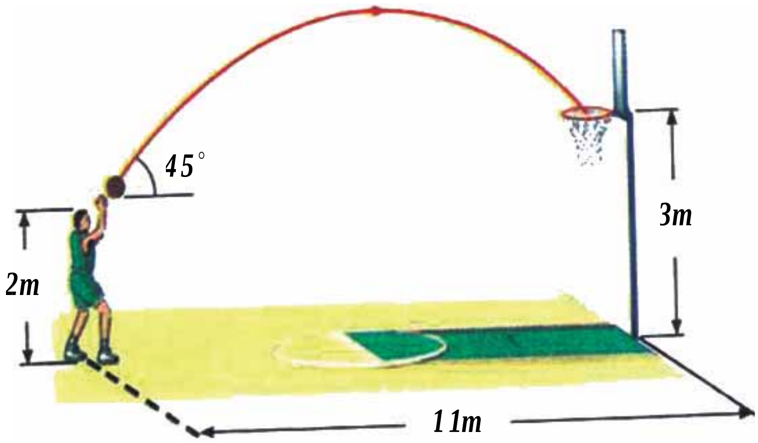
6 - پريوه رود د يوپل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې يو جسم په افقي ډول په $30m/s$ سرعت غورځوو.

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

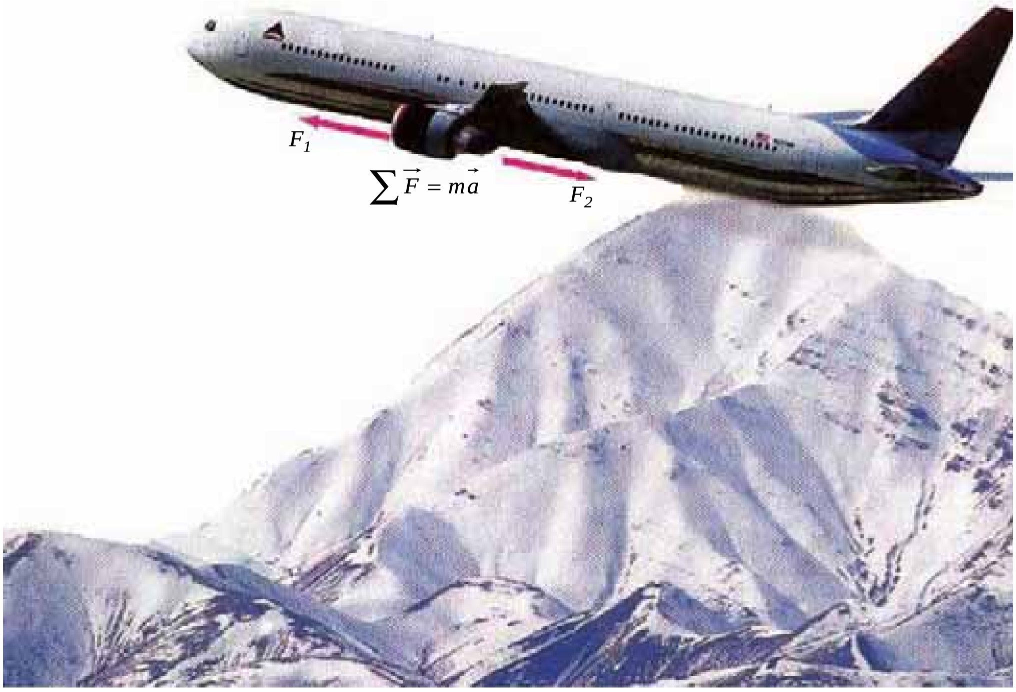
b- له اوبو سره د لګيدو د نقطې افقي واټن، د غورځولوتر نقطې پورې څومره دی؟

c- له اوبو سره د لګيدو دسرعت کچه، څومره ده؟

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



څلورم څپرکی   د نیوټن د حرکت قوانین



په دویم څپرکی کې له ځینو کمیتونو لکه موقیعت، د موقیعت بدلون، سرعت، تعجیل او ... سره اشنا شو او د دې کمیتونو په تعریفولو سره مو حرکت توصیف کړ. ومولوستل 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.

مګر د پوښتنو طرحه کولو او هغو ته د ځواب ورکولو څخه مو ډډه وکړه لکه: په کوم حالت کې یوجسم ساکن پاتې کیږي؟ څنګه کولاې شو یو ساکن جسم په حرکت کې راولو؟ کوم لامل د جسم د سرعت د بدلون سبب ګرځي؟ کوم عامل د حرکت د تغییر او په ټولو کې کوم لامل د جسم د وضیعت د بدلون سبب ګرځي؟ او ... په دې څپرکی کې یادې شوې پوښتنې څیړو، د همدې موخې لپاره د نیوټن د حرکت قوانین تر مطالعې لاندې نیسو، وروسته بیا په ورځنې ژوندانه کې د دې قوانینو د پلې کیدو (تطبیق) ساحې ترڅیړنې لاندې نیسو. هیله کیږي چې تاسو به د دې څپرکي په پای کې د لاندې موضوعګانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نیوټن دري ګوني قوانین
- د اصطکاک د قوې ډولونه او په ورځنې ژوندانه کې یې کارونه
- د نیوټن د جاذبې قانون
- د لفت د حرکت څرنګوالي.
- د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدار

4-1: د نیوټن 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 ډیکه کیږئ، که چیرې په یو روان موټر کې ناست اوسئ، په یو ناڅاپي دریدو سره، د مخ لورته به ډیکه شی. ایا تراوسه موله ځانه پوښتلي چې د دې پیښې د رامنځ ته کیدو لامل څه دی؟

تاسو هغه مهال کولای شئ دې پوښتنې ته ځواب ورکړئ چې قبوله کړئ چې هر جسم د عطالت (انرشیا)لرونکی دی. عطالت عبارت له هغه مقاومت څخه دی چې یوجسم یې د هر حرکت په وړاندې د سکون د حالت په ګډون له ځانه ښیي، او یا په بل عبارت، هیڅ یوجسم دې ته مایل نه دی چې خپل د سکون او یا حرکت حالت ته بدلون ورکړي.که چیرې پر یوه جسم هیڅ بهرنۍ قوه اغیز ونه کړي، نوموړی جسم خپل حالت ساتي، یعنې که جسم د حرکت په حالت کې وي خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته دوام ورکوي او که چیرې د سکون په حالت کې وي، د خپل سکون حالت ساتي. اوس د عطالت د مفهوم په پوهیدلوسره، د هغې پوښتنې ځیرلوته مخه کوو، چې د دې لوست په پیل کې وشوه. کله چې یو شخص په داسې یو موټر کې، چې د حرکت په حال کې نه دی، ولاړوي او موټر یو ناڅاپه په حرکت پیل وکړي، نو موړي شخص د شا په خوا لویږي، ځکه چې د نوموړي شخص پښې له موټر سره په حرکت پیل کوي، خو بدن یې چې پر موټر تکیه نلري، د عطالت د خاصیت له مخې غواړي، خپل د سکون حالت وساتي. د تعادل د حالت تر را منځ ته کیدو وروسته یعنې هغه مهال چې موټر یو ډوله مستقیم الخط حرکت ځان ته غوره کړي، نور نو شخص په موټرکې د حرکت احساس نه کوي، ځکه چې مایل نه دی، یا نه غواړي چې خپل حرکت ودروي. که چیرې موټر یو نا څاپه برک ونیسي، وبه لیدل شي چې شخص د مخ په لور غورځیږي او لامل یې دا دې چې د شخص پښې موټر ته په تا بیعت ساکن او بدن یې د عطالت له خاصیت سره سم غواړي، خپل حرکت ته دوام ورکړي.

فعالیت:

اړین توکي: کاغذ (مقوا)، سکه، ښیښه یي لوښي یا ګیلاس

کړنلاره: کاغذ پرښیښه یي لوښي کیږدئ او د کاغذ پرمخ سکه کیږدئ، تردې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کړئ:

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

پــه دواړو پړاوونوکــې هغه څه چې پېښ شــوی دی، نوټ کړئ او د ټولګي په بیلابیلو ډلوکــې بحث وکړئ، پایله ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

اوس چې د عطالت (انرشیا) په مفهوم ښه پوه شوو، د نیوټن د لومړي قانون په مطالعه پیل کوو:

نیوټن، انګلیسي پوه او عالم د خپلو پخوانیو پوهانو له نظرونو څخه په ګټې اخیستلو سره په دې بریالی شو چې د حرکت قوانین چې نن د هغه پخپل نوم (د حرکت په هکله د نیوټن قوانین) یا دیږي، پخپل کتاب کې بیان کړي. هغه لومړی قانون داسې بیان کړی دی:

«یوجسم خپل د سکون حالت او یا د مستقیم خط پرمخ خپل یو ډوله حرکت ساتي، مګر دا چې دیوې قوې تر اغیز لاندې، د خپل حالت بدلون ته اړکړای شي».

له لومړي قانون څخه پایله ترلاسه کیږي،چې که پر یوه جسم قوه وارده نه شي،که چېرې ساکن وي، ساکن پاتې کیږي او که چیرې په حرکت کې وي، خپل حرکت ته په ثابت سرعت سره دوام ورکوي.

هغه څه په پام کې نیولو سره چې تراوسه وویل شول، د نیوټن لومړي قانون ته ، د عطالت(انرشیا) قانون هم وایي. خپلو شاوخوا جسمونوته وګورئ، ایا کولای شئ داسې یو جسم پیداکړئ چې قوه پرې وارده نشي؟ ترڅو و کولای شي، د نیوټن لومړی قانون په بشپړه توګه پلي کړو.لکه څرنګه چې په ټولو جسمونو د وزن قوه واردیږي،په پایله کې نشو کولای داسې یو جسم پیداکړوچې قوه پرې وارده نشي.

نن پوهان د نیوټن له لومړي قانون څخه د ځمکې بهر ته د سپوږمکیو او فضایي بیړیو د لیږلو لپاره ګټه اخلي. بیړۍ په بشپړه توګه له ځمکې څخه لیږې، په ارام (ګل) ماشین او په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته دوام ورکوي.(ولې؟)

4-2: د نیوټن دویم قانون

د نیوټن په لومړي قانون کې وولوستل چې جسم خپل د سکون حالت ساتي، داسې چې کومه قوه پرې عمل ونه کړي او یا برعکس، که چیرې جسم په حرکت کې وي او قوه پرې عمل ونه کړي، جسم خپل د ثابت حرکت حالت د مستقیم خط پرمخ ساتي.

مګر پرجسم د وارده قوې، کتلې او د حرکت د تعجیل ترمنځ کومه رابطه شتون لري؟

موږ په ورځني ژوندانه کې ګوروچې د یو غټ جسم د حرکت لپاره نسبت یو وړوکي جسم ته، ډیرې قوې ته اړتیاده. همدارنګه پوهیږو چې په همدې عین قوې کولای شو وړوکي جسم ته دلوې جسم پرتله ډېر چټک حرکت ورکړو. له دې ځای څخه پایله تر لاسه کیږي چې د جسمونو د تعجیل ،کتلې او هغه قوې ترمنځ چې پر جسمونو تطبیق کیږي، اړیکه شته. پرجسم باندې د وارده قوې، کتلې او د جسم د حرکت د تعجیل ترمنځ اړیکه، د نیوټن د دویم قانون موضوع ده. د نیوټن دویم قانون دا بیانوي چې «که پر یوجسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجیل اخلي چې پرجسم د واردو شوو قوو له محصلې سره مستقیم نسبت لري، له هغې سره هم لوري دي او دجسم له کتلې سره معکوس نسبت لري».

که چیرې د جسم کتله m او پرې وارده قوه $\vec{\ }$ وي، د نیوټن دویم قانون د لاندې رابطې له مخې بیانیږي:

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

د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N) دی، چې د پورته رابطې له مخې تعریفیږي. که چیرې په دې رابطه کې، کتله د کیلوګرام Kg پربنسټ او تعجیل د متر پر ثانیه مربع (m/s^2) پربنسټ وي، قوه د $kg.m/s^2$ پربنسټ حسابیږي چې دا د نیوټن (N) په نامه یادوو. له دې امله «یونیوټن، د هغې قوې کچه ده چې که پریوه جسم له یو کیلوګرام کتلې سره وارده شي، هغې ته د یو متر مربع پر في ثانیې برابر تعجیل ورکوي».

مثال: یو جسم چې $20kg$ کتله لري، له $1.5\,m/s^2$ تعجیل سره په حرکت کې دی. پرجسم د وارده قوو محصله څو نیوټن ده؟

حل:

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow 1.5=\frac{F}{20} \Rightarrow F=1.5\times 20=30$$

مثال: د $m_1 = 5\ kg$ او $m_2 = 12\ kg$ پر هرې کتلې باندې 15 قوه واردوو، د هرې کتلې تعجیل حساب کړئ.

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

حل:

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

پوښتنه:

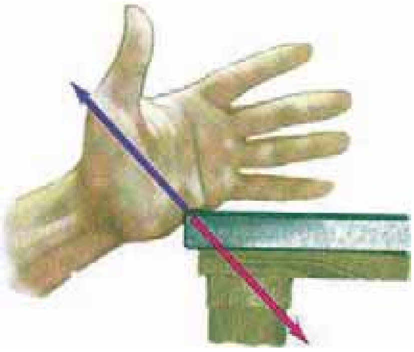
څومره قوه په کار ده چې یو موټر چې له $1500\ kg$ کتلې په لرلو سره له $100\,km/h$ سرعت سره په حرکت کې دی، د $55m$ واټن له وهلو څخه وروسته ودروي؟

3-4: د نیوټن دریم قانون

د نیوټن لومړي قانون د جسم وضیعت د قوې د نه شتون پر مهال او د نیوټن دویم قانون، د جسم وضیعت هغه مهال چې د قوې تراغیز لاندې وي، بیانوي. خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پرجسم وارده قوه له کومه ځایه پرهغې واردیږي؟ د نیوټن دریم قانون همدا مسئله څیړي چې پرجسم وارده شوې قوه له کوم ځایه پرې واردیږي. که چیرې خپلو ورځنیو کړنو ته ځیر سره شو. و به لیدل شي چې یو جسم تل پر بل جسم قوه واردوي.

(4-1) شکل، څټک یوه قوه پرمیخ واردوي اومیخ هم د څټک د قوې په خلاف لوري، پرڅټک قوه واردوي.

د فوټبال لوبغاړي په خپله پښه توپ وهي. يعني د پښې په مرسته پر توپ قوه واردوي. کله چې يو شخص يو جسم د ځمکې پرمخ راکاږي، پر هغې قوه واردوي او يا هغه څټک چې پرميخ وهل کيږي، پر ميخ قوه واردوي، د نيوټن د دريم قانون په بيانولو سره، دا څرګندوي چې قوه پر يوه جسم تل دبل جسم لخوا واردېږي او پردې سر بيره دا څرګنده وي چې د قوې واردول، يوازېنۍ عمل نه بلکې دا پخپله يو دوه اړخيزه (دوه لوري) عمل دی.

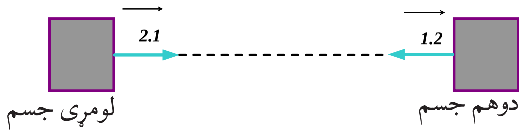


(4-2) شکل، که چيرى ستاسو لاس د ميز پر څنډې قوه وارده کړي، ميز هم په همغه کچه خو ستاسو د لاس دلورى خلاف قوه واردوي.

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

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

$$\vec{\ }_{1.2} = -\vec{\ }_{2.1} \Rightarrow \ _{1.2} = \ _{2.1}$$



(4-3) شکل

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

نور هم وپوهیږئ:

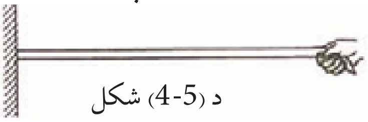
د نیوټن له دریم قانون څخه په عمل کې د کار اخیستلو یومهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوایي بیړیو (سفینو) توغول یا ویشتل دي. فضایي سفینه د هغه ګاز په مرسته چې له ماشین څخه یې خارجیږي، په عمودي توګه د ځمکې پرسطحه قوه واردوي او د نیوټن د دریم قانون له مخې، د سفینې له ماشین څخه خارج شوی ګاز هم په همغه کچه قوه خو په خلاف لوري (په پورته لوری) پر فضایي سفینې واردوي

(4-4) شکل

بحث وکړئ:

د ټولګي پــه بیلابیلو ډلوکې په دې هکله چې «کوم دلیل د دی لامل ګرځي چې موټر د مخ لورته حرکت وکړي، بحث وکړئ او د خپلو بحثونو پایله ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

مثال: د (4-5)، شکل په څیر دیو طناب یو سر په دیوال کې کلک کړئ اوبل سریې د خپل ځان په لور راکاږئ.که چیرې طناب له دیوال څخه جلانه شي، د عمل او عکس العمل قوې (دلاس او طناب) او (دیوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړئ.



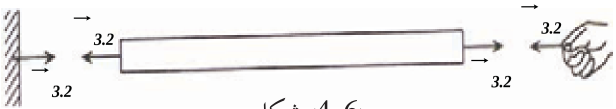
د (4-5) شکل

حل:

د شکل په مختلفو برخوکې، قوې د لاس، طناب او دیوال ترمنځ ښودل شوې دي. په دې شکلونو کې مولاس د 1 جسم، طناب 2 جسم او دیوال 3 جسم په نومونو نومولي:

$\vec{\ }_{1.2} = -\vec{\ }_{2.1}$ عمل و عکس العمل $\Rightarrow$ $_{1.2} = {}_{2.1}$

$\vec{\ }_{2.3} = -\vec{\ }_{3.2}$ عمل و عکس العمل $\Rightarrow$ $_{2.3} = {}_{3.2}$



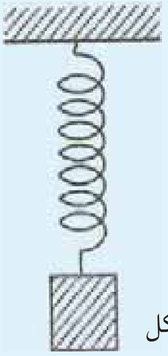
(4-6) شکل

فعالیت:

یو جسم د فنر په یوه سر وصل کړئ او فنرله بل سر څخه وځروئ، که چیري سیستم (جسم – فنر) د سکون په حال کې وي:

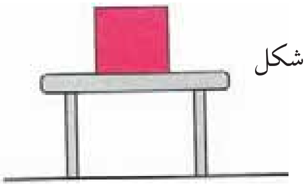
a- پر جسم واردې شوې قوې مشخص کړئ.

b- د دې قوو عکس العمل مشخص کړئ او څرګنده کړئ چې هره یوه په کوم جسم واردیږي؟


(4-7) شکل

د اتکا عمودي قوه

یوجسم په نظرکې ونیسئ چې د (4-8)شکل په څیر د میز پرافقي سطحې د سکون په حالت کې وي، په دې وضعیت کې کومې قوې پرجسم واردیږي؟

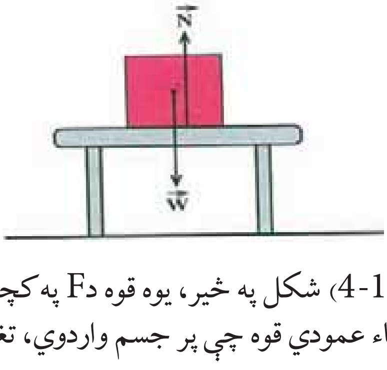

(4-8) شکل

که چیرې د جسم کتله له m سره برابره وي. د جسم د وزن قوه $= mg$ د ځمکې له خوا پرجسم واردیږي او هغه مخ ښکته راکاږي. نو ولې مخ ښکته حرکت نه کوي؟

لکه څنګه چې جسم ساکن دی، د حرکت تعجیل یې صفردی یعنې ($a = 0$). د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي، چې پر جسم د وارد شوو 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، تر څو د وزن د قوې په خنثې کولو سره دجسم له تعجیل اخیستلوڅخه مخنیوی وکړي.په (4-8) شکل کې دجسم و ضعیت ته په پام کولو سره، دا قوه د میز لخوا پرجسم واردیږي.په (4-9) شکل کې پر جسم واردې شوې قوې ښودل شوې دي.دNقوه چې د میز لخوا پر جسم واردیږي د «اتکاء عمودي قوه» بولو. چې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو سره، کولای شو ولیکو: $= ma = 0$

$- \quad = 0$

$=$



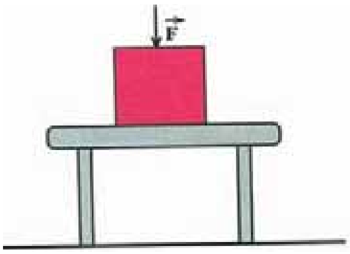
(4-9) شکل

اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څیر، یوه قوه دF په کچه په عمودي ډول اومخ په ښکته پر جسم واردوو. ایا میز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم واردوي، تغییر کوي؟

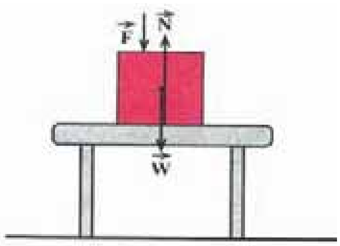
پر جسم واردې شوې قوې مو په (4-11) شکل کې ښودلې ده، لکه څنګه چې د جسم تعجیل صفر دی $(a = o)$ ، په پایله کې د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ کولای شو ولیکو: $= ma = 0$

$- \quad - \quad = 0$

$= \quad +$



(4-10) شکل



(4-11) شکل

نو له دې امله د اتکاء عمودي قوه، د (   ) په کچه زیاته شوې ده.

> **فعالیت:**
>
> د یوې فنرې تلې پرمخ ودربیږئ او هغه عدد چې تله یې په لاندې حالتونوکې راښیي ولولئ
>
> a- د تلې پرمخ ساکن ولاړیې؟
>
> b- په داسې حال کې چې د تلې پرمخ ولاړیئ، پخپل لاس باندې پر هغه میز چې ستاسو تر څنګ دئ تکیه وکړئ.

4-4: د نیوټن د قوانینو پلي (تطبیق) کول

په تصویر کې یوتن چې په رسی کې ځړېدلی دی. ښایي هیڅکله د نیوټن د قوانینو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانین پرې په هره ګړی کې چې هغه د خپل ځان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخیل او اغیز کوي. هغه پر هغه قوو چې په رسی باندې د هغه د وزن په وړاندې د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدارنګه پرهغه قوو چې د ځرخونو له امله مطلوبه لوروته موجه شوې دي، باوري دی هغه کولی شي خپل ذهن ته د اصطکاک د ذاتي قوې چې د هغه د لاسونو او رسی ترمنځ عمل کوي، پراختیا (انکشاف) ورکړي.

موږ له ټولوپیښو سره په ورځني ژوندانه کې، که چیرې پوهیږو یا نه پوهیږو د نیوټن د قوانینو تابع یو. تاسو نشئ کولاې ددې قوانینو له اصولو څخه په سرغړاوي د خپل بدن غړوته حرکت ورکړئ، یو موټر وچلوئ او یا یو توپ پورته واچوئ او.... لنډه دا چې ټول قوانین زموږ دهستی لپاره د همدې درې بنسټیزو بیانونو چې د نیوټن د درې قوانینو څرګندونکې اود مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. دنیوټن قوانین په حیرانوونکي ډول په کهکشانونو، سیارو او ان له یوې ونې څخه دیوې منې په لویدلو چې په ظاهره کې یوه ډېره ساده او طبیعي پیښه ګڼل کیږي، په داسې حال کې چې دا قوانین زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پیښو کې د تطبیق وړ او دحرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستی د عالم ډیر مغلق اسرار موږ ته راپیژني.

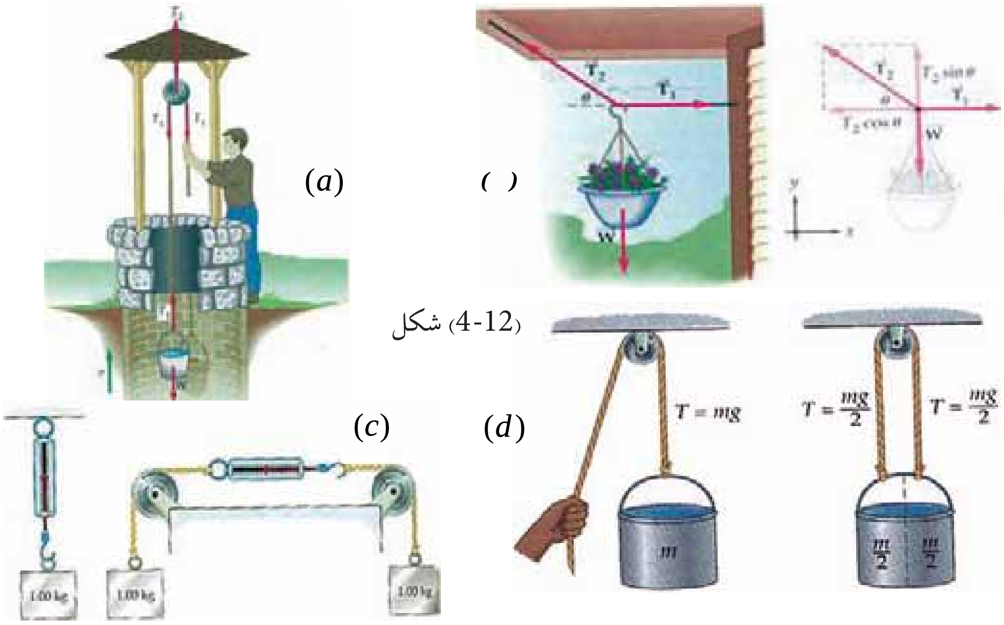
نن ورځ موږ تراوسه دنیوټن قوانین د فزیک په ټولو برخوکې، بنسټیز او اړین ګڼو. غوره ده چې ووایو دا قوانین کولاې شي د حرکت دعلم د تحلیل او توضیح لپاره، د سمبښت ډېر غوره مهر ولګوي خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پیړۍ لومړیو کې فزیک پوهانو کشف کړه چې د نیوټن قوانین یوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت یې د نور له سرعت څخه لږ او یا د نور سرعت ته نږدې وي او همدارنګه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې یې د اندازې له مخې لویې او یا له اتومونو سره برابرې وي، د تطبیق وړ دی. خو د انسانانو په ورځنیو تجربوکې تراوسه هم د نیوټن قوانین د تطبیق ډېره ستره او پراخه ونډه لري.

د نیوټن د حرکت قوانین پر ډیرو او بیلا بیلو سیستمونو لکه چې په پخوانیو بحثونوکې مومطالعه کړل، تطبیق کیداې شي، په دې بحث کې به د نوو قوو ډولونه په نوو سیستمونوکې چې د نیوټن قوانین کولای شي، په مختلفو مسیرونو د حرکت په حال کې جسمونو باندې د تطبیق وړ وي، مطالعه کړئ.

هغه څه چې وویل شول، په نړۍ کې د نیوټن د قوانینو د تطبیق د بې شیمره مواردو ډیرې محدودې بیلګې وې.

د ماشینونو په انتقالي تعادل کې د نیوټن د قانون تطبیق

کله چې وایو چې جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم دوارده قوو محصله صفر ده، یعنې $\sum \vec{F} = 0$. د نیوټن د دویم قانون له مخې پورتنی بیان له دې سره معادل دی چې ووایو د جسم تعجیل صفر دي. په دوه بعدي سیستمونو کې انتقالي تعادل په دوو بعدونو کې په مستقل ډول تطبیق کیږي. یعنې $\sum F_x = 0$ او $\sum F_y = 0$ لکه څنګه چې پوهیږئ، هغه اجسام چې دوه ډوله حرکتونه (خطي او دوراني) لري، په هغو کې دوراني تعادل په همغه کچه مهم دی چې انتقالي تعادل یکې د اهمیت وړګڼل کیږي. اوس کله چې له تعادل څخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالي تعادل دی. لاندې شکلونه د انتقالي تعادل مختلفې بیلګې را ښیي.



(a)

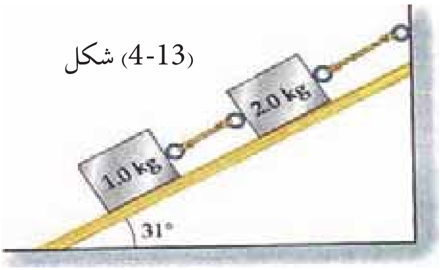
( )

(c)

(d)

(4-12) شکل

په (4-13) شکل کې د نیوټن د قانون تطبیق د انتقالي تعادل بحث د یوې مایلې سطحې پرمخ د یوې عمومي بیلګې په توګه مطالعه کوو. په دې شکل کې لیدل کیږي چې دوه بلوکه د یو تار په مرسته سره وصل شوي او د تار یو سر له دیوال سره تړل شوی دی.



(4-13) شکل

اوس په دې شکل د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو او د انتقالي تعادل د شرط له مخې، که چیرې د لاندني بلوک کتله g 1.0 او د پورتني بلوک کتله g 2.0 او د میلان سطحې ورکړل شوې زاویه 31° وي، د تار د راښکلو (کشش) قوه په لاندې وضیعتونو کې پیداکړئ.

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

b- دهغه تار راکښل چې له دیوال سره تړلي دی.

د نیوټن د دویم قانون تطبیق په دایره یي حرکت کې

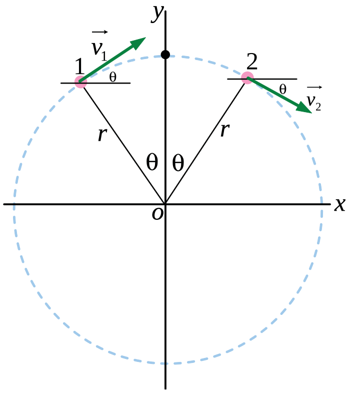
د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ، که چیرې پر یو متحرک جسم کومه قوه عمل و نه کړي، جسم په ثابت سرعت او لوري خپل حرکت ته دوام ورکوي، یعنې د یو جسم د سرعت او حرکت د لوري د بدلون لپاره دې قوې ته اړتیا ده. د بیلګې په توګه که چیرې یو موټر د یو دایروي مسیر پرمخ له ثابت سرعت سره چلوئ، د موټر د حرکت لوري په دومداره توګه په هره ګړۍ کې بدلون کوي. د دې لوري د بدلون لپاره یوه قوه باید پر موټر عمل وکړي، موږ غواړو هغه دوه شیونه دیوې قوې په هکله چې د دایروي حرکت د بدلون لامل کیږي، مطالعه کړو.

يو د دې قوې لوري او بل يې مقدار. لومړی راځئ چې د دې قوې لورى مطالعه كړو.
فرض كوو يو پنډوسكى (توپ) چې د (4-14) شكل په څير له يوه تار سره تړل شوى دى زموږ د سرله پاسه په دايره يي حركت څرخيږي. كله چې تاسو توپ ته دوره وركوئ، د راښكلو يوه قوه په تار كې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لوري ته راكاږي. په څرګند ډول د تار په بل سركې چې له توپ سره وصل دى، د راښكلو دا قوه مخالف لوري يعنې د دايرې د مركز په لور عمل كوي چې په لنډه توګه داسې ويلې شو:

(ددې لپاره چې يو جسم وكولاى شي، په ثابت سرعت د يوې دايرې پرمخ حركت وكړي، يوه قوه چې لورى يې د دايرې د مركز په لور وي، بايد پرې عمل وكړي، تر څو نوموړى جسم د دايرې د مركز په لور راوكاږي).
لكه څنګه چې توپ د دايرې مركز لوري ته راكښل كيږي، په لومړيوكې دا نا اشنا او غير عادي معلوميږي. چې څرنګه يو توپ چې په ثابت سرعت حركت كوي، د تعجيل لرونكى دى. ځواب دا دى چې تعجيل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او يا د حركت لوري بدلون ومومي.

(4-14) شكل

په دايروي حركت د حركت كې لوري هره ګړۍ بدلون مومي. د مركز په لور د تعجيل پايله د تعجيل الي المركز (Centripetal acceleration) په نامه يادوي چې له دې وروسته هغه په a_c ښيو. راځئ چې د $\vec{a}_c$ كچه د هغه جسم لپاره چې د V په ثابت سرعت د يوې دايرې پر مخ د r په شعاع راڅرخي، محاسبه كړو.



(4-15) شكل
يوه ذره د يوه دايره يي مسير د O له مركز سره په حركت كې دى.
ذره ثابته ده، خو سرعت يې په ثابت ډول د بدلون په حال كې دى.

د (4-15) شکل یو دایره یي مسیر د دایرې له مرکز سره د وضعیه کمیتونو په مبدا کې ښیي. 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.

$$\vec{a}_{av} = \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\overrightarrow{\Delta t}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

لحظه یي تعجیل د P په نقطه کې عبارت دی د $\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$ له لیمت څخه، کله چې د 1 او 2 نقطې یو له بل سره ډېرې نژدې شي. یو ځل بیا پورتني شکل ته وګورئ، لیدل کیږي چې $\vec{v}_1$ او θ زاویې افقي خط له پاسه او $\vec{v}_2$ په همدې θ زاویې له افقي خط لاندې واقع دی. دواړه $\vec{v}_1$ او $\vec{v}_2$ د هغه کچې لرونکي دي چې په لاندې توګه دواړه وکتورونه کولای شو ولیکو:

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

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

د پورتنیو اړیکو د پایلې له تفریق څخه $\vec{a}_{av}$ دا ډول لاس ته راوړو:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{V}_1 - \vec{V}_2}{\Delta t} = \frac{-2v\ \text{i}\ \hat{\theta}}{\Delta t}y$$

په یاد ولرئ چې د $\vec{a}_{av}$ لوري د P په نقطه کې د دایرې د مرکز په لوري دی. د محاسبې د بشپړولو لپاره Δt (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 $d = r(2\hat{\theta})$ دی، وهل شوې فاصله د 1 له نقطې څخه تر 2 نقطې پورې دی په نوموړې رابطه کې θ په رادیان اندازه کیږي، په پورتنۍ رابطه کې د d په وضع کولو سره ، د Δt قیمت دا رنګه په لاس راوړو:

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{2r\hat{\theta}}{v}$$

د له پر تله کولو او د Δt قیمت چې په پورته $\vec{a}_{av}$ ډول حاصل شوی، لرو:

$$\vec{a}_{av} = \frac{-2v\ \text{i}\ \hat{\theta}}{(2r\hat{\theta}/v)}y = -\frac{v^2}{r}\left(\frac{\text{i}\ \hat{\theta}}{\hat{\theta}}\right)y$$

د P په نقطه کې د $\vec{a}$ د پیداکولو لپاره راځئ چې د 1 او 2 نقطې د P نقطې ته تردې حده نژدې کړو چې صفر ته تقرب وکړي. (تاسو پوهیږئ کله چې θ زاویه صفر ته تقرب وکړي، نو په هغه صورت کې $\sin\hat{\theta}/\hat{\theta}$ نسبت د 1 په لور تقرب کوي) یعنې:

$$\lim_{\hat{\theta}\to 0}\frac{\text{i}\ \theta}{\theta} = 1$$

بالاخره لحظه یي تعجیل د P په نقطه کې عبارت دي له:

$$\vec{a} = -\frac{V^2}{r}y = -a_c\ y$$

لکه څنګه چې ووېل شول، د تعجیل لوری د دایرې د مرکز په لوري او لیدل کیږي چې مقدار یې $a_c = \frac{V^2}{r}$ دی. اوس پورتنۍ پایلې دا ډول خلاصه کوو:

کله چې یو جسم د (v) په سرعت په دایره یې مسیر د (r) په شعاع حرکت کوي، الي 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 عاملې قوې کچه په دې ډول د لاندې رابطې له مخې ټاکل کیږي:

$$_c = ma_c = m\frac{V^2}{r}$$

د دې قوې لوري د دایرې د مرکز په لور مواجه دی. باید پوه شو چې الي المرکز قوه $_c$ کولای شي، په یو شمیر ډېرو لارو منځ ته راشي. د بیلګې په توګه $_c$ شونې ده چې په پورته توګه د یو تار راښکل دې، ښایي د اصطکاک له امله د سړک او موټر د ټایرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په یو سړک کې دوره وهي) $_c$ کیداشي د جاذبې داسې قوه وي چې د مصنوعي سپوږمۍ د څرخیدو او یا د ځمکې په شاوخوا د سپوږمۍ د دوران نسبب وي. نو $_c$ عبارت له هغې 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 شوئ. ورځنۍ تجربې ښیي چې که چیرې یوه ګلوله د افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې ګلوله د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودریږي، په داسې حال کې چې د نیوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلوله باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي. اوکه چیرې یوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کیږي چې د زمان په تیریدو د رقاصې واټن له عمودي خط څخه ورو وروکمیږي او په پایله کې رقاصه دریږي.

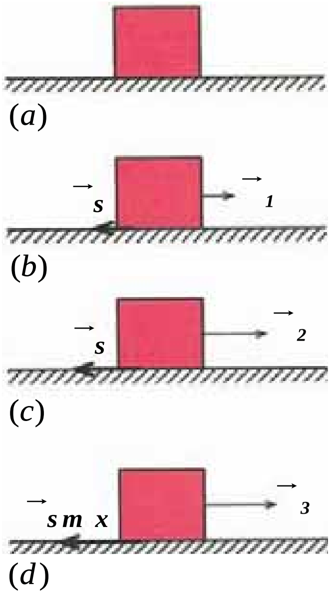
اما د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې ، د پتانسیل انرژي د بدلیدو دلیل په حرکي انرژي باندې او د هغې برعکس ، باید د نوموړې رقاصې اهتزاز له عمودي خط څخه په عین واټن په متناوبه توګه یا د تل لپاره تکرار شي او کموالی په دې واټن کې هیڅکله ونه کتل شي. په افقي سطحې باندې د ګلولې له ساکن کیدو او له عمودي خط څخه د رقاصې د واټن د کمیدو پایله ترلاسه کیږي چې حتماً د هغو د حرکت د لوري په خلاف یوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وایي.

د اصطکاک قوه هغه مهال منځ ته راځي، چې یو جامد جسم پر بل جامد جسم، د مایع او یا ګاز په منځ کې حرکت وکړي. د اصطکاک قوه په دوو حالتونوکې څیړو.

1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښی دی، راښکل کیږي، خو ساکن پاته کیږي په دې حالت کې، د اصطکاک قوه د ستاتیکي (سکون) اصطکاک قوې په نامه یادوي.

2. جسم نسبت هغه سطحې ته چې وربانديې دی، په حرکت کې وي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه ډېناميکي (حرکي) اصطکاک قوه نوموي. په لاندې ډول هر يو تر مطالعې لاندې نيسو:

1 - سکون (ستاتيکي) اصطکاک، د جامداتو ترمنځ اصطکاک چې يوله بل سره په تماس کې دي، د دې له امله منځ ته راځي چې د اجسامو د تماس سطحه هيڅکله اواره او مسطح نه وي. له دې امله کله چې يو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ راښکل کيږي. په دې حالت کې د نومورو اجسامو سطحې يو د بل له پاسه اصطکاک توليدوي.



اوس فرض کړئ يو جسم د (a) د شکل په څير، ديوې افقي سطحې پرمخ د سکون په حالت کې دي. په جسم د $\vec{}$ قوه واردوو.

په پيل کې د دې قوې کچه کوچنۍ او $\vec{}$ له سره برابره نيسو. هغسې چې جسم ساکن پاته شي. د (b) شکل، څرنګه چې جسم ساکن دی، د نيوتن د دويم قانون له مخې بايد پر جسم دوارده قوو محصله صفر وي. نو له دې کبله بايد د $\vec{}_s$ په څير افقي قوه پر جسم وارده شوي وي. تر څو د $\vec{}_1$ قوې د اغيز په خنثي کولو سره، د جسم د حرکت د تعجيل نيولو مخه نيول شوې وي.

(4-16) شکلونه

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

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

$$a=0$$

$$_1 - {}_s = 0 \Rightarrow {}_s = {}_1$$

که په همدې ترتيب سره د $\vec{}_1$ قوې کچه ور زياته شي او د $\vec{}_2$ کچې ته يې ورسوو. په دې حالت کې، که چيرې جسم همدارنګه ساکن پاته شي، استدلال له مخې دې، پايلې ته رسيږو چې د اصطکاک ستاتيکي قوه هم زياتيږي او له $\vec{}_2$ سره برابره شوې ده، له دې امله د $\vec{}$ د قوې په زياتولو سره د ستاتيکي اصطکاک قوه هم زياتيږي.

که چیرې په همدې ترتیب د $\vec{}_2$ قوې کچه ورزیاته کړو او په $\vec{}_3$ یې وښیو، جسم د حرکت په بهیرکې واقع کیږي. دا په دې معنا دی چې که چیرې د $\vec{}_0$ کچه د $\vec{}_3$ د قوې له کچې څخه لږڅه زیاته شي، جسم ساکن نه پاته کیږي او په حرکت پیل کوي. په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته «د حرکت په حال د اصطکاک قوه» ویل کیږي او په $_{s\,m}$ ښودل کیږي. د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې په وروستي حالت کې $_3 = {}_{s\,m}$ دي او همدارنګه د اصطکاک کچه د حرکت پرمهال کولاې شو، له لاندې رابطې څخه لاس ته راوړو: (a). . . . $_{s\,m} = \mu_s \cdot$

په دې رابطه کې N د اتکاء عمومي قوه ده، μ_s د ستاتیکي په اصطکاک ضریب نومیږي چې د هغو سطحو یو له بله سره په تماس کې دي، د هغو د نوعیت او طبیعت تابع دي. μ_s یو فزیکي کمیت بې له واحده دی. ولې؟

یادونه: د a رابطه یوازې په هغه حالت کې سمه ده چې جسم د حرکت په حال کې وي. له دې کبله د ستاتیکي اصطکاک پخپل وارد « μ_s» له کچې څخه کوچنی او زیات حد (Maximum) یې برابر له μ_s یعني: $_s \leq \mu_s \cdot$ دی.

مثال: یو جسم له $10kg$ کتلې سره د افقي سطحې پرمخ د $\mu_s = 0.4$ ستاتیکي اصطکاک له ضریب سره په 25 نیوټن قوې سره راکاږو، خو په خوځول قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوټن د قانون له مخې څومره وي؟

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

شکل (4-17)

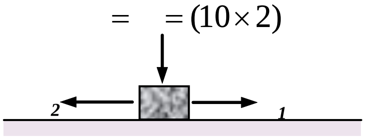
حل: څرنګه چې د F د قوې په وارد ولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاته کیږي، په پایله کې د اصطکاک څرګنده شوې قوه هم د ستاتیکي اصطکاک قوه د ه. په دې حالت کې لرو چې:

$$= {}_s \Rightarrow {}_s = 25$$

پوښتنه:

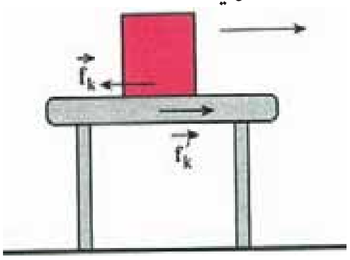
په مخامخ شکل کې یو جسم له $2kg$ کتلې سره د افقي سطحې پرمخ قرارلري او د F_1 او F_2 قوې چې د هرې یوې کچه 5 نیوټن ده، پرجسم واردیږي، جسم د حرکت په حال کې دی. د جسم او افقي سطحې ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب پیداکړئ.

$$= \quad = (10 \times 2)$$



شکل (4-18)

د حرکي (ډيناميکي) اصطکاک قوه: فرض کړئ چې يو صندوق د يوې افقي سطحې پرمخ راکاږئ. که چيرې صندوق نور نه راکاږئ، گورئ به چې سرعت يې ورو، ورو کميږي او څو شيبې وروسته دريږي. که چيرې موټر چې د افقي سطحې پرمخ د حرکت په حال کې دی، برک نيسي، له لږې مودې وروسته موټر دريږي. دې ته په پام کولو سره چې قوه، د سرعت د بدلون لامل دی، بايد يوه قوه د جسم د حرکت په خلاف لورې، په جسم وارده شوې وي. دا قوه د اصطکاک له حرکي(ديناميکي) قوې څخه عبارت ده. کله چې يو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ حرکت وکړي، د هر جسم د تماس سطحې ته موازي يوه قوه ، د يو جسم پر جسم بل وارديږي چې د اصطکاک ډيناميکي(حرکي) قوه نوميږي. په دې ځای کې هم د پورته رابطې په څير لاندې معادله صدق کوي:



$_k = \mu_k \cdot$

μ_k عبارت دی، د ديناميکي (حرکي) اصطکاک له ضريب څخه.

(4-19) شکل

بحث وکړئ:

د ټولگـي پـه بيلابيلو ډلوکې «د سـتاتيکي اصطکاک او حرکي اصطکاک قوو ترمنځ توپير» پـه هکله پخپلو کې بحث وکړئ او پايله يې ټولگيوالوته واوروئ.

مثال: يو جسم په $12kg$ کتلې سره د يو تناب په مرسته چې ورسره وصل شوی دی، د افقي سطحې پرمخ راکاږو، که چيرې د افقي تناب لورې، د دواړوجسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکي اصطکاک ضريب مساوي له 0.25 سره وي. پرجسم وارده شوې حرکي اصطکاک قوه څو نيوټنه ده؟ ($g = 10m/s^2$ سره فرض کړئ).

حل: پر جسم واردې قوې په لاندې شکل کې ښودل شوي دي. څرنگه چې جسم د افقي سطحې په امتداد حرکت کوي، د نيوټن له دويم قانون څخه پايله ترلاسه کيږي، چې پرجسم دوارده قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دی:

$- \quad = 0$

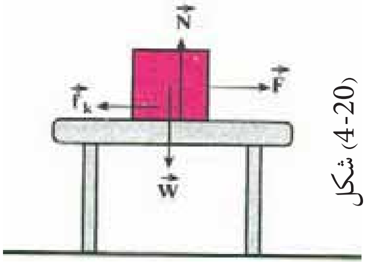
$= \quad = mg$

$= 120(\quad)$

$_k = \mu_k \cdot$

$_k = 0.25 \times 120$

$_k = 30(\quad)$



(4-20) شکل

مثال: په مخکیني مثال کې، که چیرې تناب په $=36$ قوې سره کش کړو، د حرکت تعجیل به څومره وي؟

حل: د تعجیل د محاسبې لپاره د نیوټن له دویم قانون څخه ګټه اخلو. پرجسم د واردو شوو قوو محصله برابره ده له:

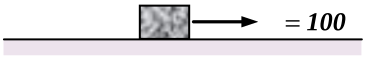
$$_k=30$$

$$=36-30=6$$

$$a=\frac{}{m} \Rightarrow a=\frac{6}{12}=0.5\,m/s^2$$

تمرین:

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

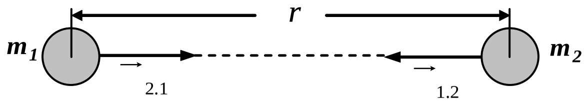


4-6: د نیوټن د جاذبې قانون

ایا تر اوسه موله خپله ځانه پوښتلي 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 جاذبې قوه وایي. نیوټن انګلیسي پوه (عالم) د جاذبې د قانون په بیانولو سره وښودله چې قوه، د دواړو جسمونو ترمنځ شتون لري. د نیوټن د جاذبې د قانون له مخې دواړه کتلې، په یوه وخت یوبل جذبوي. نیوټن د جاذبې قانون په لاندې توګه بیان کړ: «د دوو ذرو ترمنځ د جاذبې قوه د دواړو ذرو د کتلو د ضرب له حاصل سره مستقیم نسبت او د هغو ترمنځ د واټن له مربع شکل سره معکوس نسبت لري» که چیرې د m_1 او m_2 دوو ذرو دکتلو ترمنځ واټن له لاندې رابطې سره سم له r سره برابروي، د جاذبې قوې (F) کچه د دوو ذرو ترمنځ له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

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

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



(4-21) شکل

په دې رابطه کې G د جاذبې نړيوال ثابت نوميږي، په SI سيستم کې د کتلې داندازه کولو واحد، کيلوگرام (Kg)، د قوې د اندازه کولو واحد، نيوټن (N). د فاصلې د اندازه کولو واحد، متر (m) دی، نو G مساوي دی له: $=6.67\times10^{-11}\ \frac{\cdot m^2}{kg^2}$

مثال: دوه جسمونه له $5kg$ او $12kg$ کتلو سره په يو متري واټن کې يوله بله لرې واقع دي، د هغو ترمنځ د جاذبې قوه محاسبه کړئ.

حل: $= \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \Rightarrow \quad =6.67\times10^{-11}\times\frac{5\times12}{1^2} \Rightarrow \quad =4\times10^{-9}$

لکه څنگه چې پورتنی مثال راښيي، د جاذبې قوه د دووجسمونو ترمنځ له وړوکتلو سره، صرف د جاذبې قوه راښيي.

پوښتنه:
د ځمکې کتله تقريباً $6\times10^{24}kg$ او د ځمکې شعاع تقريباً $6.4\times10^6 m$ دي، د ځمکې د جاذبې قوه چې پر تاسو وارديږي، څو نيوټنه ده؟ (ددې قوې د محاسبې لپاره، د ځمکې کتله د ځمکې پرمرکز متمرکزه فرض کړئ.

د وزن قوه – د جاذبې تعجيل

په دويم څپرکي کې، د اجسامو د ازاد سقوط په بحث کې، پوه شوئ 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 کيږي، د نيوټن له دويم قانون څخه يې په دې توگه محاسبه کوو.

$$=ma\ ,\ a=g \Rightarrow \quad =mg\ .\ .\ .\ .\ (\ 2\ \ )$$

له بلې خوا پوهيږو چې د وزن قوه، د جسم د سقوط سبب گرځي. که چيرې د وزن قوه په W وښيو، (2) رابطې ته په پام کولو به ولرو:

$$= \quad \Rightarrow \quad =mg\ .\ \ .\ \ .\ \ .\ (\ 3\ )$$

د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه يې پرجسم واردوي. که چيرې د ځمکې کتله او شعاع په ترتيب سره په M_e او R_e وښيو، د (1) رابطې څخه په گټې اخيستلو کولای شو، د جسم وزن، يعنې پرجسم د ځمکې د جاذبې قوه دا ډول حساب کړو.

$$= \quad \Rightarrow \quad = \quad \frac{m\cdot}{\ \ \ ^2}\ .\ .\ .\ (4)$$

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

$$m.g= \quad \frac{m\cdot}{\ \ \ ^2} \Rightarrow g= \quad \frac{}{\ \ \ ^2}\ .\ .\ .\ .\ (\ \ 5\ \ )$$

نوټ: څو مره چې د ځمکې له سطحې څخه لرې شو، د g کچه کميږي. که چيرې د ځمکې له سطحې څخه د h په کيفي ارتفاع کې، g او g' سره برابر فرض کړو، نو و به لرو:

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

څېړنه وکړئ:

څېړنه وکړئ چې د جاذبې نړيوال ضريب G د لومړي ځل لپاره د چا لخوا محاسبه شـو، د هغه د کار طريقې په لنډه توګه ټولګي ته رپورت ورکړئ.

پوښتنه:

مخکې د G قيمت د (1) رابطې په مرسته محاسبه شوه. دي ته په پام کولو سره چې د g منځنی کچه د ځمکې په سطحه کې د $9.8\,m/s^2$ په شاوخوا او د ځمکې شعاع $6.4\times10^6\,m$ دی. د ځمکې کتله محاسبه کړئ.

پراشوټ

(4-22) شکل

د پراشوټ د حرکت د مطالعه کولو لپاره پکار دي چې د يو جسم ازاد سقوط چې د سقوط پر مهال يې تعجيل د ځمکې په فضاکې د هوا د مقاومت دشتون له امله په تغير کې دي، مطالعه کړو.

يو هوا باز له پراشوت څخه په دې موخه ګټه اخلي چې د هوا د مقاومت يوه ستره قوه يې ګټلې وي ترڅو وکولای شي، د خپل وزن له قوې سره موازنه منځ ته راوړي اوهغه پورته خواته راکاږي. (د راښکلود دي قوې کچه حتي که پراشوټ خلاص هم نه وي، د صرف نظر وړ نه ده، په دې ډول حالت کې به، هوا باز له ډېر سرعت سره سقوط وکړي).

پورته خواته د مقاومت د راښکلو قوه چې پر يوه جسم د سقوط په حال کې په هواکې واردیږي(له دې وروسته به دا قوه په F_d وښيو)، د جسم د سرعت له زياتيدوسره په اتوماتيك ډول زياتيږي اوکچه يې د جسم د سرعت له مربع سره متناسب وي يعني: $d = bV^2$

د b قيمت ثابت دی، د جسم د اندازې او شکل سره اړوند وي اود مقاومت د قوې لوری د حرکت د لورې مخالف وي. څرنګه چې د سرعت له زياتيدو سره، د مقاومت قوه زياتيږي، نوکله چې د راښکلو د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دې حالت کې به خامخا سقوط کوونکی جسم د تعادل په وضعيت کې واقع شي. هغه سرعت چې د مقاومت د قوې کچه په کې د جسم له وزن سره مساوي کيږي، د جسم د حدي سرعت په نامه ياديږي. کله چې د جسم سرعت د يو حد سرعت ته نژدې کيږي، تعجيل کوچنی او ترټولو کميږي. کله چې جسم حدي سرعت ته رسيږي، تعجيل يې صفر کيږي.

که حدي سرعت په V_t وښيو، 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: $d = mg = bV_t^2 \Rightarrow b = mg/V_t^2$

نو له دې امله د د هر اختیاري سرعت لپاره لیکلای شو: $d = mg\dfrac{V^2}{V_t^2}$

د جسم حدي سرعت د هغه د کچې شکل او کتلې سره اړوند وي. لاندې جدول د ځوجسمونو حدي سرعت د بیلګې په ډول ښیي.

جسم	حدي سرعت (m/s)
د چرګ بڼکه	0.5
د واورې دانه	1
د باران څاڅکي	7
هوا باز(له واز پراشوت سره)	$5-9$
الوتونکي عقاب	$50-60$
هوا باز (له الوتونکي پراشوت سره)	80
مرمۍ	100

مثال: دوه هوا بازان چې یو ډول پراشوټونه لري او کتلې یې (د پراشوټونو په ګډون) g 62.0 او g 82.0 دي. کوم هوا باز حدي زیات سرعت لري او د حدي سرعتونو نسبت یې څودي؟

د مثال حل لپاره لارښووني:

څرنګه چې پراشوټونه یو ډول دي، نوهیله دا ده چې په یو ټاکلي سرعت باید د مقاومت راښکوونکي قوې کچه پر دواړو پراشوټونو 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 حدي سرعت ولري. د حدي سرعتونو نسبت د ټاکلو لپاره، په پیل کې بیاموموو چې څرنګه حدي سرعتونه د کتلې مربوط کیږي، وروسته به په دې سرعتونو کار وکړو.

حل: د V_t په حدي سرعت کې د مقاومت قوه باید د جسم له وزن سره مساوي وي یعنې:

$$mg = \quad d = bV_t^2$$

ځرنګه چې پراشوتو نه یو ډول دي، ګورو به چې د b ثابت قیمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله $V_t \propto \sqrt{m}$، نو دروند هواباز حدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، باید چټک حرکت وکړي. نو د حدي سرعتونو نسبت به یې په دې ډول وي:

$$\frac{V_{t2}}{V_{t1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{82,0\ g}{62,0\ g}} = 1,15$$

د 82.0 g وزن لرونکي هواباز حدي سرعت د کم وزنه هواباز له 1,15 چنده حدي سرعت سره برابردی یعنې 15 یې چټک حرکت کړیدی.

مباحثه: د 82.0 g هواباز 32 دروند دی، ځکه: $\frac{82,0\ g}{62,0\ g} = 1,32$ خو حدي سرعت فقط 15 ډېردی او لامل یې دا دی چې د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقیماً متناسب دی یعنې همدا 15ډېر سرعت، د مقاومت قوه 32 زیاتوي، یعنې: $(1\cdot15)^2 = 1\cdot32$

تمرین

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

مثال- د باسکټبال یو توپ له یولوړ تعمیر څخه را خوشې کیږي.

a- د توپ لومړنی تعجیل د سقوط په موده کې څومره دی؟

b- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې توپ خپل حدي سرعت ته رسیږي حساب کړئ.

c- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې سرعت یې د حدي سرعت نیمایي ته رسیږي پیداکړئ.

د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د y مثبت محور انتخابوو تر څو د معمول په شان یې نقطې د پورته په لور پرمخ په نښه کړو. ځرنګه چې توپ د سکون له حالت څخه غورځول کیږي، 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 منتجه قوه کې ونډه لري.

حل:

a.ځرنګه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجیل مساوي د ازاد سقوط له تعجیل سره دی، یعنې: $(\vec{a} = \vec{g})$

b. کله چې توپ خپل حدي سرعت ته رسیږي، د مقاومت د قوې کچه مساوي د توپ له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کې عمل کوي او ځرنګه چې په دې حالت کې پر توپ منتجه قوه صفر ده. نو تعجیل په حدي سرعت صفر وي، یعنې: $\vec{a} = O$

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 (څومره چې په کمه کچه) مخ په ښکته عمل کوي. پوهیږو چې د مقاومت قوه په هر سرعت کې د لاندې رابطې په مرسته ټاکل کیږي.

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

او همدارنګه پوهیږو چې دا قوه د وزن د لوري خلاف په پورته لوري عمل کوي، نو منتجه عمودي 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:

$$\sum{}_y = ma_y$$

ترلاسه 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:

$$V = \frac{1}{2}V_t \Rightarrow \frac{V^2}{V_t^2} = \frac{1}{4}$$

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

نو د توپ تعجیل. $\vec{a} = 3/4\vec{g}$ او د $\vec{a}$ او $\vec{g}$ دواړه لوري مخ په ښکته دي.

مباحثه: څنګه کولای شو، پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دی؟ که چیرې موږ د جسم په حدي سرعت په اټکلي ډول پوه شو، په هغه وخت کې به پوه شو چې څومره د جسم سرعت د هغه د حدي سرعت پرتله لږ وي، په همغه کچه د هوا مقاومت تر ډېره د صرف نظر وړ نه وي.

فعالیت:

یو لوړ یا یو اوچت محل ته وخیږئ، پر یوې زینې پورته شئ اوله هغه ځایه یو توکړې شکله کاغذ لکه د کیک کاغذي جامګی او یوه پنځه افغانیګی سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سکې په وړاندې د صرف نظر وړ دی، خو دا چې له ډیرې لوړې ارتفاع څخه خوشې شي. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذي توکړې په وړاندې ډېر د پام وړدی او توکړې تقریباً یو نا ځایه خپل حدي سرعت ته رسیږي. څو کاغذي توکړې (له دوونه تر څلورو دا نو) سره یوځای کړئ او هغوی له لومړنې توکړې سره یوځای خوشې کړئ. څه به وګورئ؟ د کاغذي توکړیو حدي سرعت زیات دی؟ ولې؟

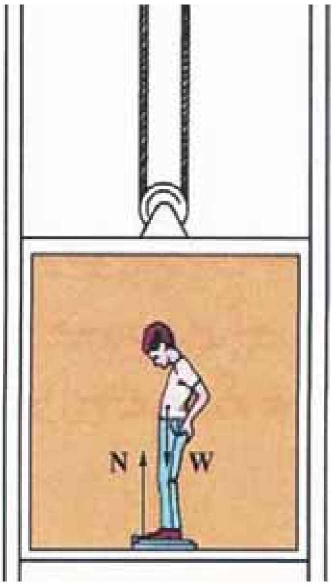
اوس یوه ټوکړې کاغذ کلوله کړئ او بیا هغه په یو وخت له سکې سره خوشې کړئ. و به ګورئ په داسې حال کې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرنې وړ دی. ولې؟
په دې هکله په ډلوکې بحث وکړئ او لاندې شکل ته چې یو ستروبو سکوپیک تصویر دی او د دوو جسمونو سقوط په هواکې له ډېر توپیري حدي سرعتونوسره ښیې، وګورئ، او په مرسته یې د هغه فعالیت په هکله چې ترسره کړی مو دی، په ډلوکې بحث او مناقشه وکړئ (تصویرونه په زماني وقفو $1{,}15\,s$ کې عکاسي شوي دي)

(4-23) شکل

4-7: لفټ

لفټ څه شی دی؟ ایا تراوسه موله ځانه پوښتنه کړې ده چې لفټ د فزیک له نظره څنګه کار کوي؟ کله چې د لفټ د ننه یاست او لفټ د v په ثابت سرعت پورته او یا ښکته حرکت کوي، څه پیښیږي؟ او که چیرې لفټ د a په ثابت تعجیل په حرکت پیل وکړي، څه پیښیږي؟ او..... دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به د دې لوست په پای کې هغو ته د ځواب ورکولو وړتیا ترلاسه کړئ.

پورته پوښتنوته د ځواب ورکولو لپاره، لاندې مثال ته پام وکړئ: فرض کړئ چې یوتن د m له کتلې سره د لفټ د ننه پر یوه فنري تله ولاړ دی. پرفنري تلې د واردې قوې کچه په لاندې دریو حالتونو کې تر مطالعې لاندې نیسو:



(4-24) شکل

1 - که چیرې لفټ ساکن وي: په دې حالت کې څرنګه چې لفټ ساکن دی، په پایله کې د حرکت تعجیل به صفر وي. پر شخص واردې قوې په (4-24) شکل کې ښودل شوې دي، نو د نیوټن ددویم قانون له مخې لیکلای شو:

$$a = 0$$

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

$$= \quad = mg \text{.............(1)}$$

په دې حالت کې داسې پایله ترلاسه کولای شوچې: کله چې یوتن د لفټ د ننه دی اود لفټ تعجیل صفر دی، فنري تله یوازې د جسم د وزن قوه یعنې $= mg$ راښیي.

2 - لفت د a په ثابت تعجیل پورته لوري ته په حرکت پیل کوي: په دې حالت د حرکت تعجیل د a په اندازه مخ په پورته دی او د نیوتن دویم قانون ته په پام کولو سره کولای شو ولیکو چې :

$$= ma$$

$$- \quad = ma$$

$$- mg = ma$$

$$= ma + mg$$

$$= m(a + g) \ldots \quad (2)$$

3 - لفت د a ثابت تعجیل په لرلو ښکته لور په حرکت پیل کوي: په دې حالت کې هم، د حرکت تعجیل د a په کچه مخ په ښکته دی (د حرکت مخ ښکته لوري مثبت په نظرکې نیسو) اود نیوتن دویم قانون ته په پام کولو سره کولای شوولیکو چې:

$$= ma$$

$$- \quad ma$$

$$mg - \quad = ma$$

$$= mg - ma$$

$$= m(g - a) \ldots \quad (3)$$

نوټ: د پورتنیو درو حالتونو ته په پام کولو سره کولای شو، پایله ترلاسه کړو: «کله چې لفت ساکن دی او یا له ثابت سرعت سره حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي، د شخص له ریښتني وزن سره برابردی، یعنې: $(\quad = \quad)$. کله چې لفت له ثابت تعجیل سره مخ پورته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي، د شخص له واقعي وزن څخه ډېر دی، یعنې $(\quad > \quad)$، کله چې لفت د مثبت تعجیل په لرلو سره مخ په ښکته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله یې ښیي د شخص له ریښتني وزن څخه کم دی، یعنې: $(\quad < \quad)$

مثال: یوتن له $70\,kg$ کتلې سره دلفت د ننه ولاړدی، هغه عمودي قوه چې دلفت قاعده یې پرشخص واردوي، په لاندې حالاتوکې محاسبه کړئ.

a- لفت ساکن دی

b- لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.

c- لفت په $2m/s^2$ ثابت تعجیل پورته خواته په حرکت پیل کوي،($g = 10\ m/s^2$ دې فرض شي)

حل: a) څرنګه چې لفت ساکن دی، د حرکت تعجیل صفر دی او په پایله کې: $a = 0$

$$= \quad - \quad = mg$$

$$= \quad = mg$$

$$= 70 \times 10 = 700$$

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 خیر پایله تر لاسه کیږي چې $= 700$ دي.

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:

$$=a$$

$$- \quad =ma$$

$$-700=70\times 2$$

$$=840$$

پوښتنه:

یو تن په لفت کې د یوې فنري تلې د پاسه ولاړ دی. د نوموړي شخص کتله $50\ kg$ ده، په لاندې حالتونو کې فنري تله کوم عدد ښيي:

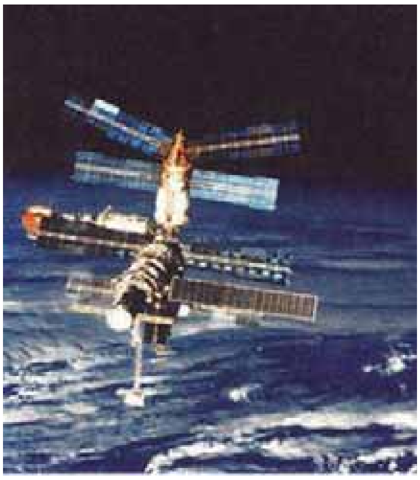
a- لفت له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته خواته حرکت کوي.

b- لفت له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ ښکته خواته حرکت کوي.

c- لفت په ثابت سرعت حرکت کوي.

د مصنوعي سپوږمکیو د حرکت دایروي مدارونه

لکه څنګه چې پوهیږو، مصنوعي سپوږمۍ د ځمکې په شاوخوا کې تقریباً د یوه دایره يي مسیر پرمخ حرکت کوي. اوس فرض کړئ چې یو سړی د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دی ستاسوله نظره نوموړی سړی خپل حرکت نسبت ځمکې ته څنګه ویني؟ کومې قوې په مصنوعي سپوږمۍ عمل کوي؟



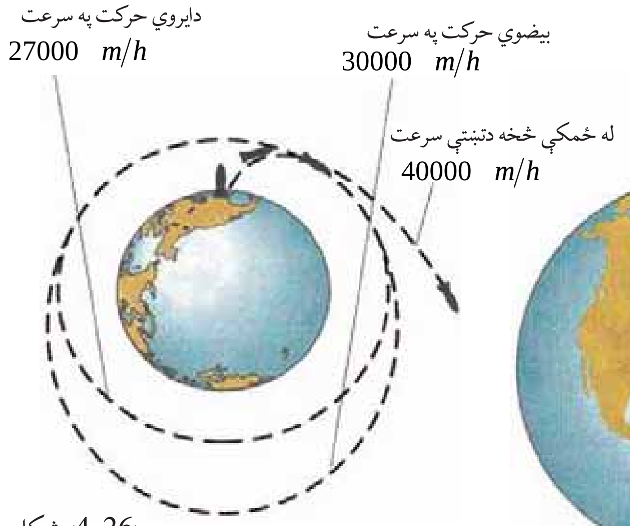
هغه سړی چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، چې مصنوعي سپوږمۍ تل له ځمکې څخه همدا یوواټن لري (د دایروي مسیر له امله يې). یا په بل عبارت د غه سړی ګوري چې مصنوعي سپوږمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه دی .

(4-25) شکل

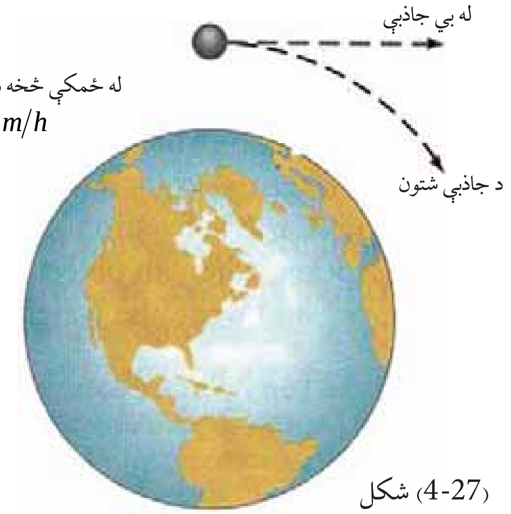
نوله دې امله نوموړې سرې دې پايلې ته رسيږي چې هيڅ يوه قوه پر مصنوعي سپوږمۍ عمل نه کوي. خو هغه څه ته په پاملرنې چې د دايروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولاې شوو وايو چې په مصنوعي سپوږمۍ دوې قوې عمل کوي. يوه د جاذبې قوه mg او بله له مرکز څخه د تيښتې قوه $m\ \ \omega^2$، چې دواړه قوې يوه له بلې څخه په مخالفو لوروکې دي. څرنګه چې مصنوعي سپوږمۍ د هغه سړي له نقطه نظره چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دي، ساکن دی، نوله دې امله ويلی شوې چې دوې پورتنۍ قوې يوه له بلې سره د توازن په حال کې دي. او يا په بل عبارت، دا دوې قوې يوه له بلې سره مساوي دي. يعنې:

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

$$g = \ \ \omega^2$$



(4-26) شکل



(4-27) شکل

څرنګه چې $\omega = \frac{V}{\ }$ دی او V د مصنوعي سپوږمۍ خطي سرعت دی، نو د د قيمت په وضع کولوسره لرو چې:

$$g = \frac{V^2}{\ } \ .\ .\ .\ .\ .\ (2)$$

له دې څخه پايله ترلاسه کيږي هغه سړی او نور شيان د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دحرکت پرمهال بې وزنه کيږي. ځکه د (1) معادلې په اساس د مصنوعي سپوږمۍ وزن مساوي دی، له مرکز څخه تيښتې قوې سره او د هغو محصله صفر ده.

د څلورم څپرکي لنډیز

- دنیوتن د حرکت قوانین، په کلاسیک فزیک کې د حرکت پیژندنې ډېر مهم قوانین دي.
- د نیوتن لومړی قانون (دعطالت یا انرشیا قانون) بیا نوي چې : یو جسم د سکون حالت او د مستقیم خط پرمخ خپل حرکت ساتي، خو کله چې د یوې قوې تراغیزې لاندې، د خپل حالت تغییر ته اړ کړای شي.
- مصنوعي سپوږمکۍ چې د بشر لخوا هوا ته توغول کیږي، د نیوتن له دریم، قانون څخه ګټه اخېستل کیږي.
- د نیوتن دویم قانون بیانوي چې: که چیرې پر یوه جسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجیل اخلې چې پر جسم د وارده قوو له محصلې سره مستقیم نسبت او ورسره عین لوري لري او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري چې په لاندې ډول بیانیږي.

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

- د نیوتن دریم قانون بیا نوي چې: هر کله چې یو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دویم جسم هم په لومړي جسم برابره قوه په مخالف لوري واردوي، چې په لاندې توګه لیکل کیږي.

له وکتوري پلوه .... $\vec{\ }_{2.1} = -\vec{\ }_{1.2}$

له سکالري پلوه .... $_{2.1} = {}_{1.2}$

- د اتکاء عمودي قوه، یو له هغو قوو څخه ده چې ځانګړې قانون ورته نه لري، یعنې داسې رابطه نه شته چې په مرسته یې وکولای شو، د دې قوو کچه محاسبه کړو، لکه څنګه چې موولوستل، د دې قوو کچه د نیوتن د دویم قانون په مرسته محاسبه کوو.
- د ستاتیکي اصطکاک قوه: جسم نسبت و هغه سطحې ته چې پرې ایښې، راکښ شوي خو، ساکن باقي پاتې کیږي، په دې حالت کې، د اصطکاک قوې ته دستاتیکي اصطکاک قوه وایي. د ستاتیکي اصطکاک قوه د لاندې رابطې له مخې لاس ته راځي: $\cdot\ = \mu_S \quad _{S\ m}$
- کله چې جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې حرکت کوي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د حرکي (د ینامیکي) اصطکاک قوه وایو چې په لاندې ډول لیکل کیږي: $\cdot\ = \mu_k \quad _k$

μ_s او μ په ترتیب سره د ستاتیکي او د ینامیکي اصطکاك له ضریب څخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

که چیرې 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 جاذبوي قوې کچه له لاندې رابطې څخه په لاس راځي: $= \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ پورتنۍ رابطه د نیوتن د جاذبې له قانون څخه عبارت ده چې د m_1 او m_2 دوو کتلو له حاصل ضرب سره مستقیمه رابطه او د دې دوو کتلو ترمنځ د واټن له مربع سره معکوسه رابطه لري:

- د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه يې پرجسم واردوي.
- د ځمکې د جاذبې د قوې کچه چې پرجسم واردیږي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:

$$= \frac{m.}{\ \ ^2}$$

- د مقدار د $g = \frac{}{\ \ ^2}$ له رابطې څخه لاسته راځي.
- که چیرې جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع کې وي، په پایله کې پورتنۍ رابطه په لاندې شکل لیکل کیږي: $g = \frac{}{(\ \ +h)}$
- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، $=$ سره ، که چیرې لفت له ثابت تعجیل سره مخ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال ⟨ څخه، اوکه چیرې لفت له ثابت تعجیل سره مخ په ښکته حرکت وکړي، په پایله کې ⟩ څخه وي.
- پر مصنوعي سپوږمکیو دوې قوې عمل کوي، یوه يې د جاذبې قوه (مرکزته د جذب قوه) او دویمه يې له مرکز څخه د تیښتې قوه.

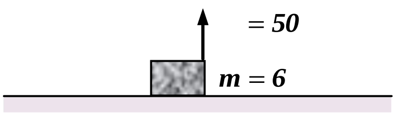
د څلورم څپرکي پوښتني

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 ذکرکړئ
5. د نیوټن دریم قانون تعریف کړئ.
6. یو موټر ولې په یو افقي سړک چې مخه یې کنګل دی، نشي کولای د سړک له ګولایي څخه تابعیت وکړئ او د مستقیم خط په امتداد له سړک څخه منحرف کیږي؟
7. د نیوټن له لومړي قانون څخه دري مثالونه بیان کړئ.
8. پر یو جسم له 2Kg کتلې سره ، 20 نیوټنه قوه واردیږي:

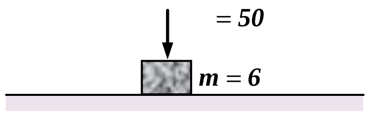
a- د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.

b- که چیرې قوه،30 نیوټنه شي، د حرکت په تعجیل کې څه ډول تغییر رامنځ ته کیږي؟

9. دوه جسمونه له m_1 او m_2 کتلو سره چې پر یوې افقي سطحې د سکون په حالت کې دي ، د یو ډول قوو تر اغیز لاندې په حرکت پیل کوي. که چیرې د t زمان له تیریدو څخه یې سرعت په ترتیب سره V_1 او V_2 شي، د $\frac{V_2}{V_1}$ نسبت محاسبه کړئ.
10. یو جسم د سقوط په حال کې دی (د هوا له مقاومت څخه تیرشئ) کومې قوې پرې واردیږي؟ 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 لرې دي، د هغو ترمنځ جاذبوي قوه حساب کړئ.
13. په لاندې شکلونوکې د اتکاء عمودي قوه حساب کړئ($g = 10 \, m/s^2$ دې فرض شي)



(b)

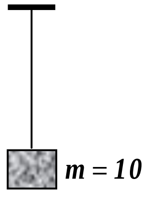


(a)

14. له شکل سره سم، یو جسم له تناب سره تړلی او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلی دی.

a- که چیرې د ستګاه له $2\,m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د راښکلو(کشش) قوه معلومه کړئ.

b- که چیرې د ستګاه له $2\,m/s^2$ تعجیل سره مخ په لاندې حرکت وکړي، د تناب د راښکلو قوه به څونیوټنه وي؟



c- که چيرې د ستګاه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تناب د راښکلو قوه به څومره وي؟

15. د اصطکاک دقوې د ډولونو نومونه واخلئ او څرګنده کړئ، چې دا قوې څه وخت څرګندېږي.

16. يو جسم له 20Kg کتلې سره د يوې افقي سطحې پرمخ چې ستاتيکي ضريب يې $\mu_s = 0.5$ سره ايښی او هغه په 25 نيوټن افقي قوې سره راکاږو، خو په ښور ولو يې قادر نه يو د اصطکاک قوه به د نيوټن پر بنسټ څومره وي؟

17. يو جسم د يوه فنر له څوکې سره په يو لفټ کې ځړول شوی دی، د جسم کتله 5Kg او د فنر ثابت 1000 $/m$ دی. د فنر د اوږدوالي بدلون په لاندې حالتونو کې حساب کړئ:

a- لفت له $3m/s^2$ تعجيل سره مخ پورته په حرکت پيل کوي.

b- لفت له $3m/s^2$ تعجيل سره مخ ښکته په حرکت پيل کوي.

c- لفت له ثابت سرعت سره حرکت کوي.

18. غواړو يو جسم ته چې 10Kg کتله لري، $3m/s^2$ تعجيل ورکړو، د هغې قوې کچه چې بايد پرې وارده يې کړو، په لاندې حالتونو کې حساب کړئ:

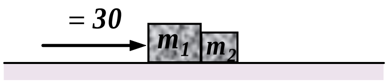
a- جسم د افقي سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه حرکت کوي.

b- جسم پرافقي سطحه له 0.1 حرکي اصطکاک ضريب سره، په حرکت کې دی.

c- جسم په قايم مسير کې مخ پورته حرکت کوي.

d- جسم په قايم مسير کې مخ ښکته حرکت کوي.

19. د m_1 او m_2 دوه جسمونه د يوې اوارې اوصفا افقي سطحې پرمخ دي، د m_1 کتلې کچه له 10Kg او د m_2 کتلې کچه 5Kg ده ، د $\vec{}$ افقي قوه چې کچه يې 30N ده، د شکل په څير، په m_1 واردېږي، هغه په حرکت راولي، پيداکړئ چې د m_2 کتلې لخوا څومره قوه په m_1 کتلې باندې واردېږي؟



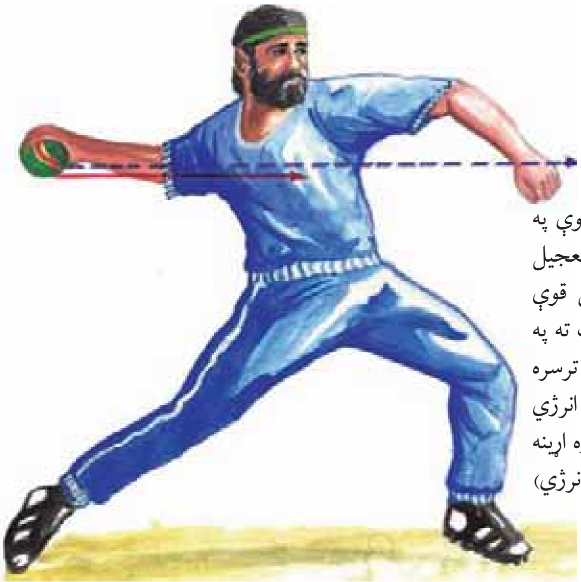
20. دځمکې د کُرې کتله $6\times10^{24}\ kg$ او د سپوږمۍ د کُرې کتله تقريباً 7.4×10^{22} او د ځمکې د کُرې د مرکز واټن د سپوږمۍ د کُرې له مرکز څخه تقريباً $4\times10^5\ km$ دی.

a- د جاذبې قوه چې ځمکه يې پرسپوږمۍ واردوي، محاسبه کړئ او ووايئ چې دا قوه سپوږمۍ ته څومره تعجيل ورکوي؟

b- د سپوږمۍ دجاذبې قوه پرځمکې څومره ده ؟ دا قوه ځمکې ته په کومه کچه تعجيل ورکوي.

پنځم څپرکی

کار، میخانیکي انرژي او طاقت



ورزش کوونکي دبیس بال په توپ د یوې قوې په تطبیقولو سره، په یو لوړ او چټک سرعت سره تعجیل اخیستلو ته چمتو کوي. هغه د یوې داسې قوې په تطبیقولو سره چې پرمټ به یې ښایي توپ ته په مترونو د موقعیت تغییر ورکړي، یو داسې کار به ترسره کړي چې مجموعه به یې له $(\frac{1}{2}mv^2)$ حرکي انرژي سره مساوي چې د توپ د سرعت ورکولو لپاره اړینه ده، وي. همدې لاسته راغلې پایلې ته د (کار- انرژي) قانون وايي.

تر اوسه پورې موږ د یو جسم انتقالي حرکت د نیوټن د درو قوانینوله پلوه مطالعه کړ، د پورتینو قوانینو پر بنسټ، قوې د حرکت ټاکوونکي کمیت په توګه مرکزي رول لوباوه. په دې څپرکي او ترډې وروستي څپرکي کې به، موږ له مختلفو تحلیلونو سره د انرژي او مومنتم کمیتونو له پلوه د اجسامو د انتقالي حرکت په هکله بحث وکړو.

د انرژي او مومنتم بنسټیز اهمیت د هغو د تحفظ په ځانګړي خاصیت کې دی. یعني هغوی په عمومي حالتونو کې ثابت پاته کېږي. د تحفظي مقادیر و شتون نه یوازې دا چې موږ ته د نړۍ په طبیعت کې د ژور لیدلو قدرت راکوي، بلکې د عملي مسایلو حل ته د رسیدو بله لار موږ ته راښیي. د انرژي د تحفظ او مومنتم قوانین په ځانګړي ډول د اجسامو له مختلفو سیستمونو سره چې له بېلابېلو قوو سره سراوکار لري او د هغو اړوندو مسایلو حل چې ډېر ګران اویا ناشونی ښکاري، ډېر د اهیمت وړ دی. دا قوانین په پراخ طیف کې، پدیدې او پیښې د اتوم او هستوي ذرو د نړۍ د پدیدو په ګډون چې نور پکې د نیوټن قوانین عملي ندي، د تطبیق وړ دی. په دې څپرکي کې به تاسو د دوو ډېرو مهمو مفاهیمو یعنې کار او انرژي د بېلابېلو ډولونو په هکله چې له میخانیک سره تړاو لري معلومات ترلاسه کړئ. دغه دوه کمیتونه اسکالر دي او څرنګه چې جهت لرونکي نه دي، مطالعه یې نسبت وکتوري مقدارونو ته أسانه ده. حرکي انرژي چې له حرکت سره اړیکي لري او ذخیره وي انرژي چې د یو جسم له موقعیت سره تړاو لري، د انرژي دوه ډولونه دي چې په دې څپرکي کې به یې مطالعه کړئ. کار، انرژي او طاقت یو له بل سره اړیکي لري. د ماشینونو ډولونه چې په ورځني ژوندانه کې ورسره سراوکار لرو، معمولاً د هغه کاري کچې له مخې چې د هغو په مرسته ترسره کیدای شي او هغه طاقت چې تولیدوي یې تشریح کیدای شي، چې ددې څپرکي په پای کې به د نوموړو مفاهیمو په هکله اړین معلومات او بلدتیا ترلاسه کړئ.

هغه کار چې د ثابتې قوې په مټ ترسره کېږي

د کار مفهوم څه شی دی؟ هغه کار چې د یوې ثابتې قوې پرمټ ترسره کېږي، څه ډول دی؟ څنګه کولای شو کار د فزیک له مخې وڅېړو؟ د اتم ټولګي په فزیک کې تریوې اندازې د کار له مفهوم سره بلد شوئ، د هغه څه یادولو لپاره چې د اتم ټولګي په فزیک کې مو مطالعه کړ، لاندې فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت:

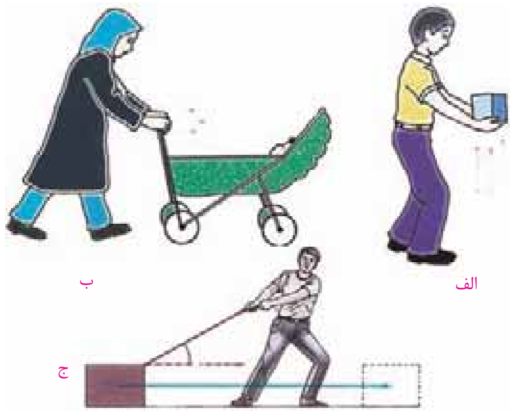
هغه شمېر کارونه چې په خپل چاپېریال کې یې وینئ او یا له هغو سره مخامخ کېږئ وې لیکئ او خپل ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې ځانګړنې او ګډ عناصر شته؟ دا پوښتنه په بېلابېلو ډلو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیایې ټولګي ته وړاندې کړئ.

پورتنی ذکر شوي فعالیت ته په پام کولو سره، په کارونو کې چې ترسره کېږي، دوه ګډ عنصرونه شتون لري.

1. پر اجسامو قوه واردېږي.

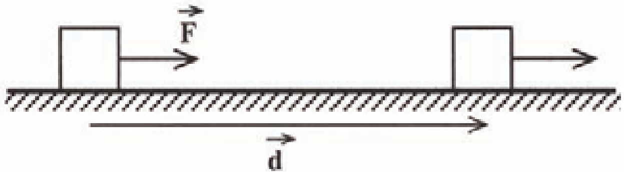
2. پر اجسامو د قوې دا عمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له تغییر سره مخامخ کېږي.



(5-1) شکل

لکه څنګه چې په (5-1) شکل کې یې وینئ. یو سړی پر جسم قوه واردوي او په پایله کې د جسم د مکان د تغییر سبب ګرځي. هغه څه ته په پاملرنې چې وویل شول. کولای شو وواېو چې د قوې د مرکبې ضرب حاصل د مکان د تغییر او د هغې لخوا د وهل شوي واټن په لور، پر متحرک جسم د عاملې قوې له کار څخه عبارت دی.

یعني که چېرې د (5-2) شکل په څېر، پر جسم د $\vec{F}$ په کچه قوه وارده شي، هغه د d په اندازه له ځایه بېځایه کړي، د تعریف له مخې د F د ثابتې قوې کار عبارت دی له: $_f = F \cdot d$.......(1)



(5-2) شکل

دکار د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له $\cdot m$ څخه دی چې ژول نومېږي او د J په نښې ښودل کېږي، یعنې

$$1 \quad \cdot m = 1 \quad ....(2)$$

د cgs په سیستم کې، دکار د اندازه کولو واحد عبارت له ارګ (rg) څخه دي، چې په لاندې توګه وړاندې کېږي:

$$1 \ rg = 1dy \quad \cdot 1cm.......... \ ...(3)$$

په انګلیسي سیستم کې کار په فوټ پونډ $(oot - \quad o \quad d)$ سره اندازه کېږي، چې په دې ډول وړاندې کېږي:

$$1 \quad = 10^7 \ rg = 0.7376 \qquad t - 1b.........(4)$$

پوښتنه: د ټولګي په مختلفو ډلو کې (4) رابطه د ډلو د غړو په مرسته ثابته کړئ.

کار عبارت له یو سکالري کمیت څخه دی. مثلاً که چېرې په (5-2) شکل کې کار د ځای او موقعیت له خو پرله پسې (متوالي) بدلون سره ترسره کړو، ټول کار کولای شو د ترسره شوو کارونو له جبري جمعې 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 کړی دی؟

حل: له (1) رابطې څخه لرو چې:

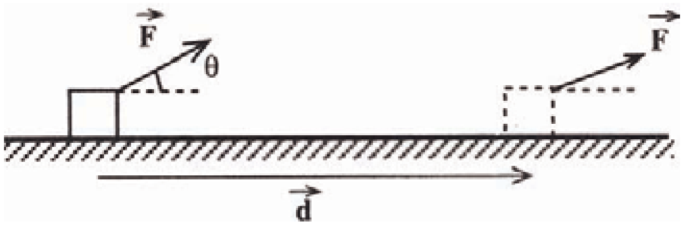
$$= \quad \cdot d$$

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

پوښتنه: که چېرې یو تن له 30 سره برابره قوه پر یوه جسم وارده کړي او هغه د 0.5m په اندازه پورته بوځي، نوموړي تن څومره کار ترسره کړی دی؟

شکل ته په پام کولو سره که چېرې د F وارده قوي او د d ځای د بدلون ترمنځ د θ زاویه شتون ولري. کار څرنګه تعریفولای شو؟ ددې موخې لپاره په لاندې ډول عمل کوو: فرض کړئ چې پر جسم وارده قوه د (5-3) شکل په څیر د ځای د بدلون له وکتور سره د θ زاویه جوړوي. په دې حالت کې د F ثابتې قوې کار په لاندې ډول وړاندې کېږي:

$$\quad \cos\theta \cdot d = \ _1 \times d = \quad$$ او یا $$(5)..........\cos\theta \ d \cdot \quad =$$



(5-3) شکل

نوټ: که چېرې د (5) په رابطه کې، $\theta = 0$ شي، په پايله کې د (1) رابطه به لاس ته راشي.

مثال: 10N قوه په يوه جسم د $60°$ زاويې لاندې واردوو د (F) قوې کار د ځای په شپږ متري بدلون کې حساب کړئ:

حل: د (5) رابطې له مخې لرو چې:

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

$$= (10 \quad)(6m)\cos 60° = 10\cdot 6\cdot\frac{1}{2} = \frac{60}{2} = 30$$

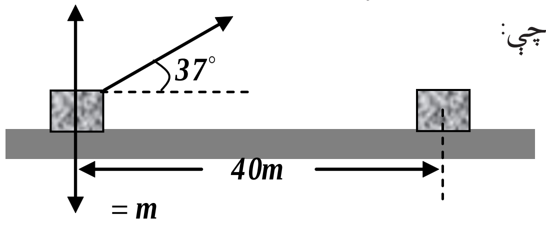
قوه کولای شي چې پر يوه جسم عمل وکړي، خو هيڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسو د ښوونځي خپل بکس په لاس کې ونيسئ او ودرېږئ، په دې حالت کې کار نه ترسره کوئ ولې؟

مثال: يو تن له $=100$ ثابتې قوې سره، 50Kg جسم د 40m په اندازه بې ځايه کوي. که چېرې د زاويې د وکتور او د ځای بدلون وکتور زاويه $37°$ وي او د اصطکاک قوه 50 وي.

a. د هرې قوې کار چې پر جسم عمل کوي، لاس ته راوړئ.

b. پر جسم د ټر سره شوي کار مجموعه حساب کړئ.

حل: شکل ته په پام کولو سره لرو چې:



(5-4) شکل

a) د W او F_n قوو په واسطه ترسره شوي کار له صفر سره مساوي دي، ځکه چې:

$$_g = m\cdot g\cdot d\cos 90° = mgd \times 0 = 0$$

$$= \quad \cdot d\cdot\cos 90° = \quad d\times 0 = 0$$

هغه کار چې د F_p قوې په مرسته ترسره کېږي، مساوي دی له:

$$= \quad d\cos\theta = (100 \quad)(40m)\cos 37° = 3200$$

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

$$_r = \quad _r\cdot d\cos 180° = (50 \quad)(40m)(-1) = -2000$$

b) د ترسره شوي کار مجموعه ($_t$) عبارت ده له: $_t = \quad _g + \quad + \quad + \quad _r$

$$_t = 0 + 0 + 3200 \quad - 2000 \quad = 1200$$

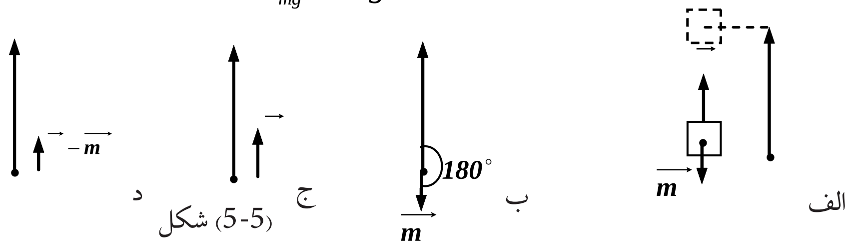
مثال: يو جسم د m له کتلې سره د (5-5) شکل سره سم د h په اندازه پورته وړو، د وزن د قوې کار څومره دی؟

حل: په دې حالت کې د وزن او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه °180 ده.

په پایله کې:

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

$$ \Rightarrow\ {}_{mg} = mgh $$



(5-5) شکل

تمرین: په شکل کې د F ثابته قوه په (افقي امتداد کې په یو جسم د m په کتله واردېږي او هغه دیوې سطحې پرمخ له μ_k حرکي اصطکاک له ضریب سره بېځایه کوي مطلوب دی.

a) د F قوې کار　　b) د اصطکاک قوې کار　　c) د عکس العمل قوې کار

d) د وزن قوې کار　　e) د قوو د محصلې کار

5-2: کار او حرکي انرژي

د پخوانیو معلوماتو له مخې پوهېږو چې د یو جسم حرکي انرژي د m کتله او د v سرعت له $=\frac{1}{2}mv^2$ رابطې سره ښودل کېږي.

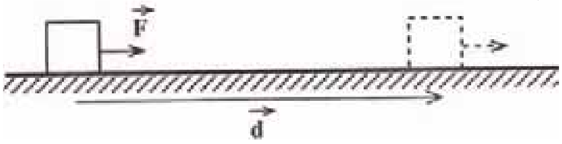
کله چې یو توپ لومړی په عمودي ډول هوا ته غورځوو، د توپ سرعت په تدریجي توګه کمېږي. په دې معنا دې چې د توپ حرکي انرژي د پورته تلو پر مهال کمېږي، ددې پر خلاف که چېرې توپ د سکون له حالت څخه له یو لوړ ځایه را خوشې کړو، په پایله کې د توپ حرکي انرژي د ښکته راتلو پرمهال زیاتېږي.

موږ په ورځنۍ ژوندانه کې په خپل چاپېریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې برک یې کړئ، حرکي انرژي یې کمېږي او......

فعالیت:

نورې بېلګې چې د حرکي انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپېریال کې وینئ، وې لیکئ او ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

د کار او حرکي انرژي د رابطې د ښې څېرنې لپاره، یو جسم د m په کتله (5-6) شکل سره سم په نظر کې ونیسئ. چې د وارده قوو محصله پرې ثابته او له $\vec{\ }$ سره برابر دي او جسم ددې قوې تر اغېز لاندې د d په اندازې پر یوه افقي سطحه د مکان تغییر کوي.



(5-6) شکل

لکه څنګه چې پوهېږو د F د قوې کار له لاندې رابطې سره حسابېږي. $= \quad \cdot d$ له بلې خوا د نیوټن له دوهم قانون څخه په ګټې اخیستلو کولای شو ولیکو چې، $= m \cdot d$ د F د قوې د اعمال له امله، د جسم سرعت د v_1 له کچې څخه (1) په نقطه کې د v_2 په کچه (2) په نقطه کې تغییرکوي او دا چې له پخوا څخه پوهېږو:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \quad \text{او یا} \quad v_2^2 - v_1^2 = 2ad \quad . \ . \ . \ .(1)$$

د $\quad _t = m \cdot g$ په رابطه کې ددې رابطې په ایښودلو سره لرو چې:

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

$$\Rightarrow \quad = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \quad . \ . \ . \ . \ (2)$$

ددې رابطې د ښې اړخ اول حد، د جسم حرکي انرژي په (2) نقطه کې، او دوهم حدیې دجسم حرکي انرژي په (1) نقطه کې دي.

په پایله کې که چېرې دوې حرکي انرژي په ترتیب سره په K_2 او K_1 وښیو لاندې رابطه په لاس راځي:

$$= k_2 - k_1 \quad \text{او یا:} \quad (3) \quad . \ . \ . \ . \ = \Delta k$$

(3) رابطه د کار او انرژي قضیې په نامه یادېږي. او ددې قضیې له مخې پر یو جسم د محصله قوو ورکړشوي کار د ځای په بدلون کې، د جسم د حرکي انرژي له بدلون سره په همغه د ځای له بدلون برابر دی. ددې قضیې پر بنسټ که چېرې د محصله ثابتو قوو کار وي، $k_2 \angle k_1$ دی او حرکي انرژي کمېږي، او همدارنګه که چېرې د محصلو قوو کار صفر وي، $k_2 = k_1$ دی او د جسم حرکي انرژي تغییر نه کوي.

مفهومي پوښتنه: د اجسامو په حرکي انرژي کې

a. که چېرې د جسم کتله دوه برابره شي، حرکي انرژي به په څومره کچه تغيير وکړي؟

b. که چېرې د جسم سرعت دوه برابره شي، د جسم حرکي انرژي به په څومره کچه تغيير وکړي؟ (په ټولګي کې پرې بحث وکړئ)

مثال: يو جسم له 1Kg کتلې سره له 10m ارتفاع څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضيې څخه په ګټې اخيستلو، وټاکئ، کله چې جسم ځمکې ته رسېږي، حرکي انرژي يې څومره ده؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

حل: په دې مثال کې پر جسم يوازينۍ وارده قوه، د وزن قوه ده او ددې قوو کار برابر دی له:

$$= \quad \cdot d \cdot \cos\theta = m \cdot g \cdot h \cos 0° = (1kg)(10 m/s^2)(10m)(1) = 100$$

دا چې د جسم اوليه حرکي انرژي صفر ده، نو کولای شو وليکو:

$$= k_2 - k_1$$

$$100 = k_2 - 0 \Rightarrow k_2 = 100$$

مثال: يو موټر په 1500kg کتلې او 72 m/h سرعت په حرکت کې دی، که چېرې ډرېور برک ونيسي، موټر له يو څه واټن څخه وروسته درېږي. د اصطکاک د قوې کار پيداکړئ.

حل: د موټر سرعت له برک کولو څخه تر مخه برابر دی له:

$$V_1 = \frac{72.1000}{3600} = 20 m/s$$

او حرکي انرژي يې مخکې له برک کولو څخه مساوي دي له:

$$k_1 \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2}(1500kg)(20 m/s)^2 = 300.000$$

دا چې موټر له برک کولو څخه وروسته درېږي $k_2 = 0$ دی. له بلې خوا د اصطکاک قوه، د اتکا عمودي قوه او د وزن قوه، هغه قوې دي چې پر جسم اغېز کوي او په پايله کې:

$$_t = \quad + \quad + \quad _{mg}$$

خو د اتکا د عمودي قوې کار او د وزن قوه له صفر سره برابر ده (ولې؟) په پايله کې:

$$_t = \quad = k_2 - k_1 = 0 - 300.000 = -300.000$$

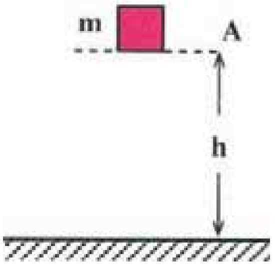
تمرين: يو موټر چې له يو تن کتلې او له 36 m/h سره په حرکت کې دی. د موټر ډرېور ناڅاپه برک کوي. که چېرې د سړک او د موټر د ټايرونو ترمنځ د اصطکاک ضريب 0.5 وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته ودرېږي؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

تمرين: يو جسم د h له ارتفاع څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضيې څخه په ګټې اخيستلو سره يې سرعت په $3/4h$ کې پيداکړئ. (د هوا له مقاومت څخه تير شي).

تمرين: څومره کار په کار دی، تر څو يو موټر له 1000Kg کتلې سره د $20m/s$ سرعت په لرلو سره $30m/s$ ته ورسېږي.

کار او د پټانسیل 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 څېړنې ته مخه کوو چې دکار او پوتانسيل انرژي ترمنځ رابطه څنګه ده؟ لکه څنګه چې پوهېږو د پوتانسيل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې يو جسم يې د ځمکې له سطحې څخه د خپلې ارتفاع له امله لري. يعنې که چېرې يو جسم د (5-7) شکل په څېر د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع کې واقع وي، د پوتانسيل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره بايد کار ترسره کړو. نو ددې کار ترسره کېدو له امله جسم د پوتانسيل جاذبوي انرژي لاس ته راوړي ده، نو ويلی شو چې د پوتانسيل د انرژۍ په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخيره کېږي.



(5-7) شکل

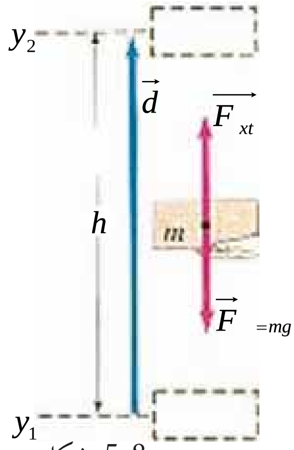
په دې لوست کې د انرژي په کمي ډول تعريف او له کار سره به يې رابطه لاس ته راوړو.

(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 دې له:

$$= \quad \cdot d\cos\theta = m\cdot g\cdot h\cos 0^\circ = mg(h_2 - h_1)$$

په پايله کې کولای شو وليکو چې: $= mgh_2 - mgh_1 = \Delta$

يعنې 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 مصرفېږي، په هغې کې د پوتانسيل د انرژي له تفاضل څخه عبارت دی، يعنې: $= \Delta$



(5-8) شکل

پورتنيو ټکو ته په کتو کولای شو، د پوتانسيل جاذبوي انرژي په لاندې توګه تعريف کړو:

د يو جسم د پوتانسيل جاذبوي انرژي نسبت ځمکې ته په يوه نقطه کې برابر دی، له هغه کار سره چې موږ يې ترسره کوو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د ځمکې له سطحې څخه تر يادې شوې نقطې پورې يوسو.

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې (5-8) شکل ته په پام کولو، د جاذبې قوه لاس ته راوړئ. په ډلو کې بحث وکړئ او پايله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

فعالیت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې لاندې جدول دیادو شوو ارتفاعګانو لپاره، بشپړ کړئ. او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

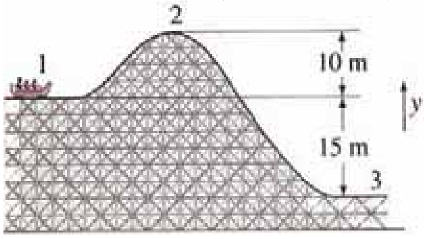
ارتفاع	حرکي انرژي	سرعت	د پوتانسیل انرژي	د حرکي او پوتانسیل انرژیو مجموع
h				
$1/2$				
$1/4h$				
0				

نوت: د یادولو وړ ده، چې که چېرې له ثابت سرعت سره شرط د پوتانسیل د انرژي په تعریف کې نه واي ذکر شوی، د بېلګې په توګه د جسم سرعت زیاتیده او د کار یوه کچه د جسم د حرکي انرژۍ د زیاتیدو لپاره مصرفیده.

مثال: (5-9) شکل ښیي چې یو متحرک له $1000kg$ کتلې سره له 1 نقطې څخه په حرکت پیل کوي او د 2، 3 له نقطو څخه تیرېږي.

a. د پوتانسیل جاذبوي انرژي د 1 او 2 په نقطو کې لاس ته راوړئ.

b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوتانسیل د انرژۍ توپیر حساب کړئ



(5-9) شکل

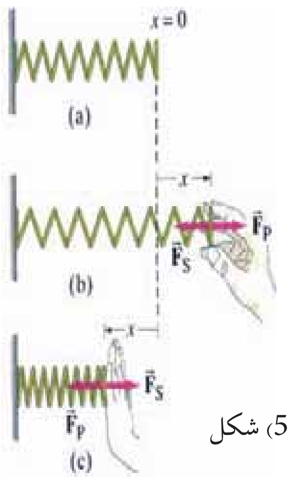
5-3: هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي

څنګه کولای شو هغه کار چې د یو فنر لخوا پر یوې کتلې ترسره کېږي، اندازه کړو.

ددې موضوع د څېړلو لپاره، یو فنر د لاندې شکل په څېر په نظر کې ونیسئ.

که چېرې فنر د غږو د قوې په مرسته د d_x په اندازه راکاږو، په دې حالت کې د غږو قوې د $(d = F \cdot d_x)$ کار ترسره کړی دی.

که چېرې د خپل لاس په مرسته په فنر د F قوه وارده کړو او فنر د X په اندازه راکاږو او یایې کښېکاږو، ددې قوې کچه د فنر د X له واټن سره مستقیمه رابطه لري، نو له دې امله:



(5-10) شکل

$$F \alpha X \Rightarrow F = X \text{............}(1)$$

په دې رابطه کې F د فنر ثابت ضریب دی، راښکل شوی او کښېکاږل شوی فنر هم یوه قوه د F_p د قوې خلاف لورې په لاس ورادوي. ولې؟ (بیان یې کړئ)

نو کولای شوو لیکو چې: $F_s = -\ \ X\ .\ .\ .\ .\ .\ (2)$

په دې رابطه کې د منفي نښه ښیي چې F_s د X د لورې په خلاف عمل کوي او د F_p او F_s دوې قوې، یو دبل په خلاف لورې کې دي. لکه څنګه چې پوهېږو د (2) رابطې د هوک قانون څرګندوي او په پایله کې لیکلای شو: $F = -F_s\ .\ .\ .\ .\ (3)$

هغه کار چې د $X = -F$ د قوې پرمټ ترسره کېږي، عبارت دی له: $d = -F \cdot d_x$

د (2) له رابطې څخه لرو چې: $\Rightarrow d = k\vec{x} \cdot d\vec{x}$

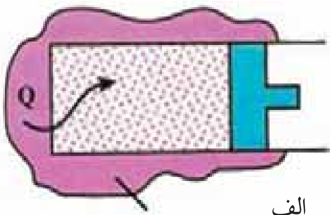
څرنګه چې F_p د $X_1 = 0$ له موقعیت څخه تر هر وروستني X موقعیت پورې خطي تحول لري، نو څکه متوسطه قوه $(\overline{F})$ عبارت له $(\overline{F} = \frac{1}{2}(0 + \ X) = \frac{1}{2}\ X)$ څخه او مجموعي سرته رسیدلي کار $(\ = \overline{F}X = \frac{1}{2}X \times X = \frac{1}{2}\ X^2)$ وي، چې دا کار د فنر د پوتانشیلي انرژي په نوم هم یادېږي.

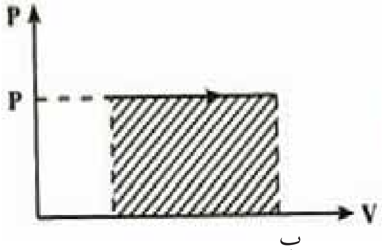
مثال: د یو فنر ثابت ضریب $405\ ^{N}/_{m}$ دی، څومره کچه کار په کار دي. ترڅو فنر د 3cm متره اوږد شي؟

حل: $= \frac{1}{2}(405\ ^{N}/_{m})(0.03m)^2 = 0.182$

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 څېړلو لپاره یې یو ګاز د (الف، 11-5) شکل په څېر د یو پستون په منځ کې چې د تودوخې له سرچینې سره په تماس کې 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 استواني ترمنځ د صرف نظر وړ نه دي) په دې صورت کې د ګاز فشار د چاپېریال له فشار سره برابر دي، ولې؟ د سرچینې او سیستم ترمنځ د تودوخې د توپیر له کبله د تودوخې کمه کچه ګاز ته لېږدوي چې په پایله کې ګاز لږ منبسط کېږي او پستون یوڅه لږ بنې لورته د شا پلو ته چلوي.





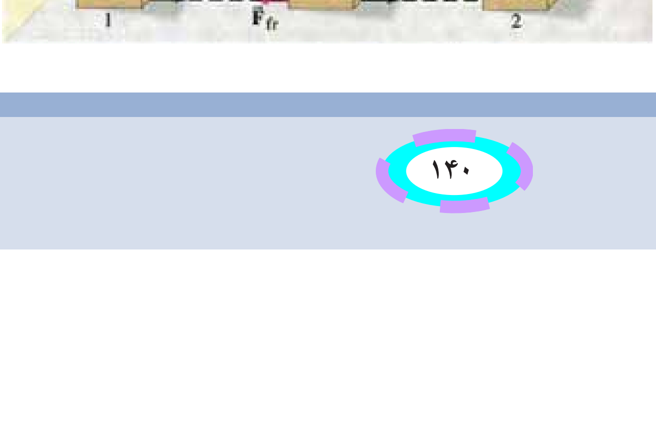
(11-5) شکل

که چېرې په همدې ترتیب د ګاز تودوخې ورکولو ته ورو ورو دوام ورکړو. ګاز په څنډ سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو ښې لورته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل ډېر کوچنی وي.
په پایله کې هغه قوه چې ګاز يې پر پستون واردوي، باید له هغه قوې سره چې چاپېریال يې په پستون واردوي، برابروي. نو له دې امله ویلې شو چې د تودوخې ورکولو په بهیر کې د ګاز فشار د محیط له فشار سره یو شان دی، یعنې ددې عمل پر مهال د ګاز فشار ثابت پاته کېږي. د حجم د فشار ګراف $(-v)$ په دې عملیه کې د (ب، 11-5) په شکل کې ښودل شوي دي.
په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېږي، لومړی کار محاسبه کوو.
که چېرې د ګاز فشار P وي، ګاز د عملیې پر مهال د $F = \cdot A$ قوه په پستون واردوي، چې په هغې کې A د پستون له مساحت څخه عبارت دی. که چېرې د پستون د ځای بدلون له d سره برابر وي. دWs کار چې سیستم يې د چاپېریال پرمخ ترسره کوي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي: $= F \cdot d = (\ \cdot A)d$ خو Ad د استوانې له حجم څخه عبارت دی چې برابر دی له: $\Delta v = v_2 - v_1$ په پایله کې: $= \Delta V$.................(4)
(4) رابطه له هغه کار څخه عبارت دی چې پستون يې د چاپېریال پرمخ ترسره کوي.

5-4: تحفظي او غیر تحفظي قوې

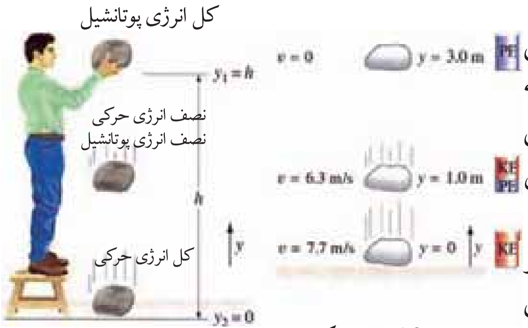
تحفظي او غیرتحفظي قوې څنګه قوې دي؟ ددې دوو قوو ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟
لکه څنګه چې پوهېږو که یو جسم د h_1 له ارتفاع څخه د h_2 ارتفاع ته پورته کړو. باید انرژي مصرف کړو او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو نه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تړاو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوې وایي. د ځمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه ښه بېلګه ده. په داسې حال کې چې د F قوې پرمټ ترسره شوي کار د لارې له مسیر سره تړاو لري. په دې صورت کې دې ډول قوو ته، غیر تحفظي قوې وایي. ددې ډول قوو ښه بېلګه له اصطکاک قوې څخه عبارت ده. په همغه ډول چې په (5-12) شکل کې وینئ، کله چې یو جسم ته له یوې نقطې څخه بلې نقطې ته حرکت ورکول کېږي، هغه کار چې ترسره شو، د جسم پرمټ 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 منحني مسیر، که چیرې جسم له 1 موقعیت څخه موقعیت پورې له منحني مسیر څخه حرکت وکړي، د اصطکاک د قوې کار د هغه د اصطکاک قوې له کارڅخه زیات دی چې همغه جسم له مستقیم مسیر څخه حرکت کوي.



(5-12) شکل

5-5: د میخانیکي انرژۍ ساتنه (تحفظ)



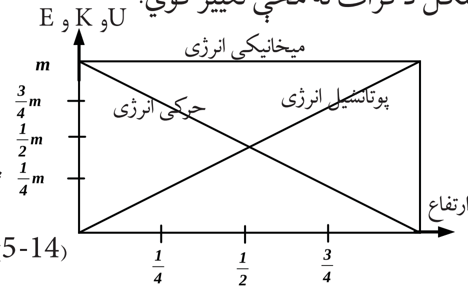
(5-13) شکل

د میخانیکي انرژۍ تحفظ څه شی دی؟ کله چې یو جسم د m له کتلې سره د h له ارتفاع څخه خوشې کوو، د جسم د پوتانسیل انرژي او حرکي انرژي به تغییر وکړي؟ ولې؟ د حرکي او پوتانسیل انرژۍ ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟

په هغه صورت کې چې یوازې تحفظي قوې پر جسم عمل وکړي، موږ یوې اسانې او ښکلې پایلې ته رسیږو.

دې پایلې د توضیح او پورتنیو پوښتنوته 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 خوشې شوی دی.

په مخامخ شکل کې لیدل کېږي، چې د سقوط پر پایله کې د جسم حرکي او پوتانسیل انرژۍ د لاندې شکل د ګراف له مخې تغییر کوي.



(5-14) شکل

لکه څنګه چې لیدل کېږي، د سقوط پر مهال، د جسم د پوتانسیل انرژي کمېږي او حرکي انرژي یې زیاتېږي. خو دې دوو انرژیګانو مجموعه د حرکت پرمهال په هره لحظه کې ثابته پاتې کېږي.

د پورته مفاهیمو په پوهیدو سره، اوس یو نوې کمیت چې میخانیکي انرژي (E) نومېږي، څېړو چې عبارت د حرکي او پوتانسیل انرژۍ له مجموعې څخه ده، او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو ولیدل، دې کمیت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاتې کېږي، یعنې د پوتانسیل انرژۍ له زیاتیدو سره، د حرکي انرژۍ کچه کمېږي او برعکس، یعنې: = Co s nt = + که څه هم په پورته مثال کې د میخانیکي انرژۍ تحفظ ښودل شوی دی، خو کولای شو وښیو چې له یو شمېر قوو د فنر راښکلو، برېښنایي قوې او .... سره هم میخانیکي انرژي ثابته باقي پاتې کېږي. له پورتنی معادلې څخه پایله ترلاسه کېږي چې په یوه سیستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوتانسیل او حرکي انرژۍ مجموعه ثابته وي چې دا قانون د میخانیکي انرژۍ د تحفظ 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 حده تر کومې ارتفاع پورې پورته ځي؟

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

حل: د جسم حرکي انرژي د غورځولو په نقطه کې برابره ده له: $_1 = \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}(0.5)\ (10)^2 = 25$

او د پوتانسیل انرژي یې په همدې نقطه کې برابره ده له: $V_1 = mgh_1 = 0.5\times10\times2 = 10$

همدارنګه د جسم حرکي انرژي تر ټولو په لوړه نقطه کې $_2 = 0$ او د پوتانسیل جاذبوي انرژي یې په دې نقطه کې برابر ه ده له: $V_2 = mgh_2 = 0.5\times10\times h_2 = 5h_2$

د میخانیکي انرژي د تحفظ پر بنسټ لیکلای شو چې:

$$_1 + \ _1 = \ _2 + \ _2$$

$$10 + 25 = 5h_2 + 0$$

$$\Rightarrow 35 = 5h_2 \Leftrightarrow h_2 = 7m$$

د غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار

په تیرو لوستونو کې له تحفظي او غیر تحفظي قوو سره اشنا شوئ او همدارنګه د تحفظي قوو پرمټ له ترسره شوي کار سره هم بلد شوئ. اما تر اوسه مو له خپله ځانه څخه پوښتنه کړې ده چې د غیر تحفظي قوو کار څنګه دی؟

ایا هغه کار چې د تحفظي او غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، یو شان دی؟ ولې؟

تمرین: مخکینو زده کړو ته پا ملرنې، د غیر تحفظي قوو یو مثال راوړئ او په هکله یې بحث وکړئ.

د غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو لري، ددې ډول قوو ښه بېلګه د اصطکاک له قوې څخه عبارت دی. مثلاً که چیرې تاسو د یو جسم چې د ځمکې پرمخ ایښی دی، ځای بدل کړئ، (په منحني ډول، په مستقیم، په منکسر یا زیګزاکي ډول) هره یوه ځای بدلونه د اصطکاک د قوو پرمټ ترسره شوي اوکارېې یو له بله توپیر لري.

بحث وکړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلو کې په دې هکله چې ولې د پوتانسیل انرژي د تحفظي قوو لپاره تعریف کیدای شي، بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

اوس د کار او انرژۍ له قضیې څخه په ګټې اخېستلو ($_t = \Delta k$) د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار دقیقي څېړنې پیل کوو، چې د پوتانسیل انرژي هم رانغاړي.

فرض کړئ چې په یوه جسم څو قوې عمل کوي او جسم ددې قوو تر اغېزې لاندې د حرکت تغییر کوي، او فرض کړئ چې ددې قوو یو شمېر تحفظي او نورې غیر تحفظي قوې دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمټ ټول ترسره شوي کار کولای شو داسې ولیکو:

$$_t = \ _c + \ _c \text{..........(1)}$$

W_c هغه کار دی چې د تحفظي او $_c$ هغه کار دي چې د غیرتحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي.

اوس د کار او انرژۍ له قضیې څخه په ګټه اخېستلو داسې لیکلای شو:

$$_t = \Delta k$$

$$\rightarrow \ _c + \ _c = \Delta k \qquad , \Delta k = k_2 - k_1$$

$$\rightarrow \ _c = \Delta k - \ _c \text{..........(2)}$$

هغه کار چې د تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسیل د انرژۍ په بڼه یې ولیکو، لکه څنګه چې له پخوانیو لوستونو څخه مو زده کړي: $_{c} = -\Delta V$.......(3)

اوس له (3) رابطې څخه (2) رابطې ته د W_c په تعویضولو سره لیکلای شو چې:

$$_{c} = \Delta k - (-\Delta v)$$

$$\rightarrow (\quad _{c} = \Delta k + \Delta V)\text{.......(4)}$$

(4) رابطه د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار لپاره یوه کلي رابطه ده.

5-6: طاقت (توان)

توان څه شی دی؟ د کار او زمان توان یو له بله سره څه ډول رابطه لري؟

د اووم ټولګي په فزیک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنګه په پخوانیو 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 شوې. کار کیدای شي پخ او یا ډېر چټک ترسره شي، یو جسم کولای شو په 10 یا 15 ثانیو کې یوې ټاکلې ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالتونو کې ترسره شوی کار یو ډول دی، خو په اول حالت کې کار ډېر چټک ترسره شوی دی. د کار د ترسره کولو د وخت په نظر کې نیولو لپاره، یو مناسب کمیت د توان په نامه تعریفوو. په همغه ډول چې د اووم ټولګي په فزیک 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 تعریفېږي.

یعني: $= \frac{}{t}$ . . . . (5−18)

په SI سیستم کې د توان د اندازه کولو واحد ژول پر ثانیه $(\frac{}{s})$ دی. چې د جیمز واټ د علمي کارونو په ویاړ په (W) نومول کېږي.

فعالیت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمنځ اړیکو په هکله لاندې جدول ډک او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

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

مثال: یو غر مزلی (کوهنوردی) له 60 kg کتلې سره د 4 ثانیو په موده کې 4.5m ارتفاع وهي. د غر مزلي توان لاس ته راوړئ، ($g = 9.8 m/s^2$ فرض کړئ).

حل: لومړی د غر مزلي لخوا ترسره شوی کار لاس ته راوړو:

$$= m \cdot g \cdot h = (60\ kg)(9.8\ m/s^2)(4.5\ m) = 2646$$

$$= \frac{}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{2646}{4} = 661.5$$

د موټر، برېښنايي جارو، لفت او نورو په څير هره وسيله چې کار ترسره کوي، انرژي مصرفوي. له دې وسيلو څخه د ګټې اخېستلو لپاره بايد هغو ته انرژي ورکړو، دې انرژي ته ورودي يا مصرفي انرژي وايي. څرنګه چې ددې انرژۍ 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 ګټوره خروجي انرژي د هغې له ورودي انرژي سره برابر نه ده. په پايله کې د ورو دې انرژۍ يوازې يو څه کچه د ګټې اخېستلو وړ ده. دغه کچه معمولاً د فيصدي په ډول بيانېږي او د بېرته ورکړې يا اغېزمنتيا (موثريت) په نامه يادېږي.

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

د پنځم څپرکي لنډيز

- د قوې د ترکيبې ضرب حاصل د هغې د مکان د تغيير او وهل شوي واټن په لور، په متحرک جسم باندې د عاملې قوې کار په نامه يادېږي. او کولای شو چې په اسانۍ سره ووايو چې کار په واټن کې د قوې له حاصل ضرب د ځای له بدلون څخه عبارت دی. يعني: $= \cdot d$

- که چېرې يوه قوه د (θ) تريوې ټاکلې زاويې لاندې پر جسم وارده شي او جسم د x په اندازه بې ځايه کړي، د F د قوې پرمټ ترسره شوې کار به عبارت وي له: $= (\ \cos\theta)d = \ d\cos\theta$

- د F د قوې پرمټ ترسره شوی کار به منفي وي، په هغه صورت کې چې: $\theta > 90^\circ$ وي.

- په هغه وخت کې چې پر جسم له يوې څخه زياتې قوې عمل وکړي، مجموعي کار عبارت له حاصل ضرب د هر يو کار څخه په جلاتوګه دی، يعني: $_{tota} = {}_1 + {}_2 + {}_3 + \ldots$

او يا مجموعي کار کولای شو، په لاندې توګه وليکو:

$$_{tota} = (\ _{tota}\cos\theta)d = \ _{tota}\ d\cos\theta$$

- د کار د اندازه کولو واحد د (SI) په سيستم کې عبارت له ژول (J) څخه دی، $1 \ = 1 \ \cdot m$

- هغه کار چې د د بېلابېلو قوو پرمټ ترسره کېږي، عبارت د تغييرمکان قوې د منحنی ترمنځ له مساحت څخه د x د محور پرمخ دی.

- د يو فنر پرمټ ترسره شوی کار چې د x په اندازه کښېکارل شوی او يا راښکل شوی عبارت دی له:

$$= \frac{1}{2}kx^2$$

- که چیرې د F د قوې پرمټ ترسره شوی کار د لارې پر مسیر پورې تړاو ونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره اړیکې ولري، دې ډول قووته، تحفظي قوې وایي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تړاو ولري، دې ډول قوو ته غیرتحفظي قوې وایي.

- مجموعي کار عبارت دی له تفاضل د حرکي انرژۍ څخه د 1 او 2 په دوو نقطو کې، یعنې:

$$_{tota} = \Delta k = \frac{1}{2}mV_1^2 - \frac{1}{2}mV_2^2$$

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 ثابته پاتې کېږي. $nt = \quad = \cos \quad +$

- هغه کار چې د ګاز پرمټ پر پستون ترسره کېږي عبارت دی له: $\Delta v \quad = (v_2 - v_1) = \quad =$

- طاقت عبارت دی له ترسره شوي کار څخه، د هغه کار د ترسره کولو لپاره د مصرف شوي زمان په کچې باندې یعنې:

$$= \frac{}{t}$$

او همدارنګه کولای شو طاقت داسې ولیکو: $\cdot V \quad =$

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

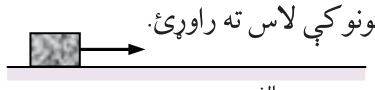
$$1 \quad = 1 \diagup s$$

$$736 \quad = 1\, h$$

د پنځم څپرکي پوښتني

1) کار تعریف کړئ، د اندازه کولو واحد يې د SI په سیستم کې ووایئ او ددې (وکتوري یا سکالري) کمیت ډول مشخص کړئ.

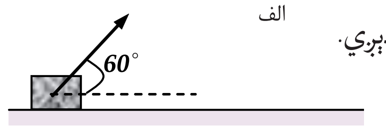
2) پر یو جسم د $=100$ قوه واردېږي او هغې ته په افقي لوري کې د 20m په اندازه د مکان تغییر ورکوي. ددې قوو په مرسته ترسره شوی کار په لاندې حالتونو کې لاس ته راوړئ.



الف

a. قوه په افقي توګه پر جسم واردېږي.

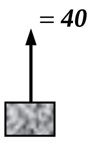
b. قوه د افق په نسبت تر $\theta = 60^\circ$ زاویې لاندې پر جسم واردېږي.



ب

3) پر یوه جسم له $m = 3kg$ کتلې سره، د F قوه د لاندې شکل په څیر واردېږي، او هغه په قایم (عمودي) لوري کې پورته وړي، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو:

a. د جسم د حرکت تعجیل لاس ته راوړئ.



b. د F قوې کار د جسم په 10m ارتفاع په اوچتولو کې حساب کړئ.

c. د w د وزن د قوې کار د جسم په پورته کولو کې وټاکئ.

d. د محصله قوې کار مشخص کړئ.

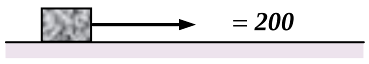
4) یو جسم د m له کتلې سره، د ځمکې له سطحې څخه مخ پورته په قایمه توګه ویشتل کېږي او د h تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پیداکړئ.

5) بیان کړئ چې ولې په لاندې هر یو حالت کې، کار له صفر سره مساوي دی؟

a. که چیرې یو تن یو جسم په لاس کې ونیسي (په داسې حال کې چې شخص ستومانه کېږي).

b. که چیرې یو تن یو جسم په لاس کې وساتي او هغه ته په ثابت سرعت په افقي استقامت کې د موقعیت تغییر ورکړي.

6) له شکل سره سم پر یوه جسم له $m = 10kg$ کتلې سره د $=200$ افقي قوه واردېږي، او جسم ته د 20m په اندازه په افقي لوري کې د موقعیت تغییر ورکوي. (د حرکي اصطکاک قوه 20N ده):



a. په یوه رسم کې پر جسم باندې ټولې وارده قوې وښیئ.

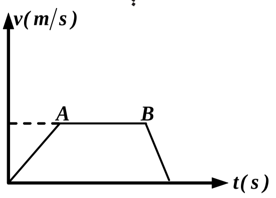
b. د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.

c. د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

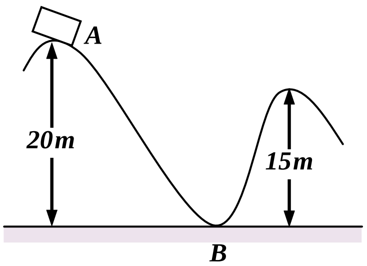
7) د یوې قوې پرمټ د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بېلابېلو زاویو کې وڅیړئ.

8) حرکي انرژي تعریف کړئ او رابطه يې ثبوت کړئ.

9) دکار او انرژي قضیه بیان او رابطه یې ولیکئ.
10) کار او انرژي قضیې ته په پاملرنې بیان کړئ.
a. کله د جسم حرکي انرژي زیاتېږي؟
b. کله د جسم حرکي انرژي کمېږي؟
c. کله د جسم حرکي انرژي تغییر نه کوي؟
11) یو جسم له 20Kg کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه په 45m ارتفاع خوشې کوو، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخېستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت یې ځمکې ته د رسیدو په لحظه کې حساب کړئ.
12) په مخامخ شکل کې پر جسم د واردو شوو قوو د محصلې د کار نښه د حرکت په هره مرحله کې د دلیل له ذکر کولو سره مشخص کړئ.



13) د پوتانسیل انرژي تعریف او د درې ډولو نمونه یې واخلئ.
14) د پوتانسیل جاذبوي انرژي تعریف کړئ او رابطه یې ولیکئ.
15) د فنر د پوتانسیل انرژي له کومې لارې رامنځ ته شوې او پکې ذخیره شوې.
16) د میخانیکي انرژي د تحفظ قانون بیان کړئ.
17) یو جسم د (A) له نقطې څخه پرته له لومړني سرعت څخه د یوې سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه خوشې کېږي، د میخانیکي انرژۍ د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخېستلو سره دجسم سرعت د B او C په نقطو کې پیداکړئ.



18) یو جسم له 2Kg کتلې او له ثابت سرعت سره د 1m په واټن د 0.2 ثانیې په موده کې پورته وړو، داکار په څومره طاقت ترسره کېږي؟
19) ورودي یا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بیان یې کړئ.
20) اغېزمنتیا تعریف کړئ او رابطه یې ولیکئ.

شپږم څپرکی خطي مومنتم او امپولس

په دې څپرکی کې د میخانیک علم د لاپراختیا لپاره، د ضربې (Impulse) او مومنتم (Momentum) په نومونو له دوو نوو کمیتونو په مصرف کولو سره به خپل بحث ته دوام ورکړو.
کله چې یوه قوه پر یوه جسم په یوه ټاکلي وخت کې عمل کوي، نوموړې قوه په جسم کې د سرعت یو بدلون رامنځته کوي. ددې قوې امپولس (د ثابتې قوې لپاره) عبارت له حاصل ضرب د قوې او هغه زمان څخه دی چې قوه په کې عمل کوي او یا په بل عبارت کولای شو ووایو چې د (قوې – زمان)، (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منحني لاندې مساحت عبارت له امپولس څخه دی. همدا ډول د جسم په سرعت کې بدلون هم د هغه قوې د امپولس په توګه تعریف شوی دی چې پر جسم عمل کوي. او همدارنګه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب یې د مومنتم په نامه چې یو مهم فزیکي کمیت دی او د M په سمبول ښودل کېږي، یادېږي.
امپولس او مومنتم دواړه فزیکي وکتوري کیمتونه دی، په دې څپرکي کې، په موږ دوه مهم اصلونه مطالعه کړو. یو د امپولس – مومنتم اصل او دویم د خطي مومنتم د تحفظ اصل. ددې څپرکي د محتویاتو په ارایه کولو کې ارینه ده، پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصلونه (چې کله ناکله د قوانینو او یا بنسټېزو قواعدو په نامه یاد شوي)، په حقیقت کې د نیوټن د قوانینو د بحث دوام دي چې په تیر څپرکي کې مو مطالعه کړل. په دې معنا چې دا دوه اساسي قاعدې، د نیوټن د قوانینو پراختیا ده چې په واقعیت کې د امپولس او مومنتم فزیکي مقدارونو په پیژندلو سره بشپړ شوی دی.
په دې څپرکي کې به په لاندې ډول ددې مبحث په باب مطالعه کړو:

- د یو جسم موقعیت او سرعت کیدای شي د یوې قوې په تطبیق بدلون ومومي.
- د هغې قوې چې د جسم پر ټاکلي کتلې عمل کوي، او د نوموړي جسم د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بیانول (د نیوټن دوهم قانون).
- د یوې قوې د امپولس او مومنتم تعریفول.
- د مومنتم د تحفظ شرحه د دوو جسمو په تصادم کې چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.
- د خطي مومنتم د تحفظ د طبیعت مثالونو بیانول.
- د ارتجاعي او غیرارتجاعي ټکرونو د مفاهیمو تعریف او توضیح کول.

مستقیم الخط حرکت او امپولس (ضربه)

(6-1) امپولس (ضربه)

ایا تراوسه مو له ځان څخه پوښتنه کړي دي، چې ضربه څه شی دی؟ کله چې پر یوه جسم ضربه وارد وي، څه پيښېږي؟ د تعریف له مخې ضربه یا امپولس عبارت له حاصل ضرب د F قوې او t له زمان څخه دي، یعني: $I = \ \cdot t$

لکه څنګه چې له پورتنۍ رابطې څخه لیدل کېږي. امپولس د I په توري ښيي چې له قوې او زمان سره مستقیمې اړيکې لري. امپولس او مومنتم د اندازه کولو د یو ډول واحد لرونکي دی. ولې؟

په ډېرو حالتونو کې په یو نقطه يي جسم د قوې د اغېز زمان هومره لنډوي چې موږ اړکيږو، د مشتق او انتيګرال له مفاهيمو څخه ګټه پورته کړو، چې تاسو به يې د دولسم ټولګي په رياضي کې زده کړئ. اوس فرضوو چې د F قوه د Δt په زمانه کې پر یوه جسم عمل کوي. په دې صورت کې د F د قوې ضربه د Δt په زمان کې په Δt داسې ښيو: $\Delta I = \ \cdot \Delta t$

په ورځني ژوندانه کې ګورو چې موږ د یو جسم د موقعیت او یا سرعت د بدلولو لپاره، باید پر نوموړي جسم قوه وارده کړو. په پخوانيو بحثونو کې د نيوټن د حرکت د قوانينو په پيل کې د قوې او د هغې د اغېزو او همدارنګه د قوې د واحدونو (داين او نيوټن) د تعریف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل. په (6-1) شکل کې جسم د m له کتلې سره د x_1 په موقعیت او v_1 په سرعت په t_1 زمانه کې د x د محور پرمخ د F ثابتې قوې پرمټ په حرکت کې دي. موږ دا ډول حرکت پخوا لوستي و، خود پخوانيو معلوماتو د تکرار او پراختيا لپاره بیاله هغې څخه يادونه کوو. د کار د اسانتيا لپاره خپل مطالعات د x پر محور په حرکت او یا له هغه سره موازي محدود ساتو. د t_2 په زمان کې جسم د x_2 په موقعیت کې د v_2 سرعت لرونکي دي. نوکولای شو وليکو:

$$\Delta x = (x_2 - x_1)\ m = \text{په موقعیت کې تغییر}$$

$$\Delta v = (V_2 - V_1)\, m/s = \text{په سرعت کې تغییر}$$

$$\Delta t = (t_2 - t_1) s = \text{زماني واټن}$$

د حرکت تعجیل د Δt په زماني واټن کې د a له تعجیل سره په دې ډول افاده کېږي.

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

د نيوټن په دوهم قانون کې تعجیل همغه د کتلې او قوې نسبت تعریف شوی دی، چې عبارت دی له: $a = \frac{}{m}$ په پورتنۍ رابطه کې د د تعجیل له قيمتونو څخه کولای شو لاندې تناسب وليکو:

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

اویا

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

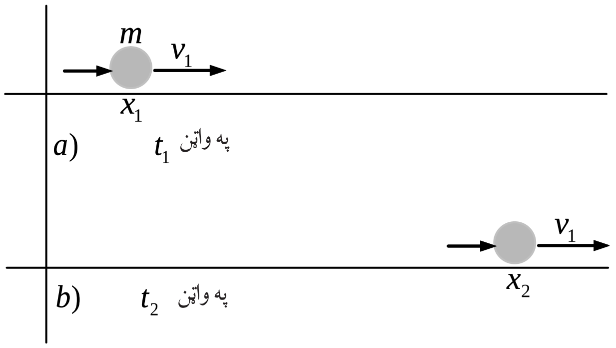
وروستي افاده په دې خپرکي کې زموږ د بحث کُلي بنسټ جوړوي او لکه څنګه چې ددې خپرکي په مقدمه کې ذکر شول، اوس امپولس کولای شو، په لاندې ډول تعریف کړو:

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

$\Delta t = t_2 - t_1$

$\Delta v = v_2 - v_1$

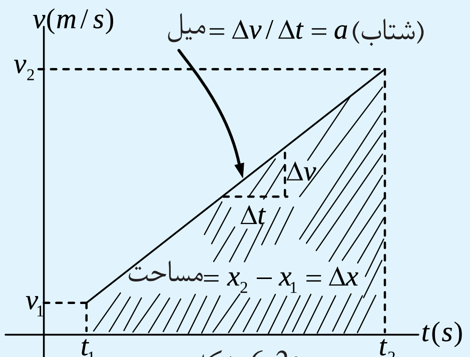
$\Delta x = x_2 - x_1$



(6-1) شکل، د یوې قوې د تطبیق په پایله کې د یو جسم د سرعت او موقعیت تغییر پر نوموړي جسم

فعالیت:

د (سرعت- زمان) ګراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې ښودل شوی دی. باید پام وکړو چې د (سرعت – زمان) منحني میل عبارت له ثابت تعجیل او ددې منحنۍ ترمنځ مساحت او د زمان محور عبارت د Δx له تغییر مکان څخه دی. په دې فعالیت کې زده کوونکي په خپلو ارېندو ډلو کې د ښوونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصیلاتو او خصوصیاتو بحث وکړئ او پایلې یې خپلو ټولګیوالو ته واوروئ.

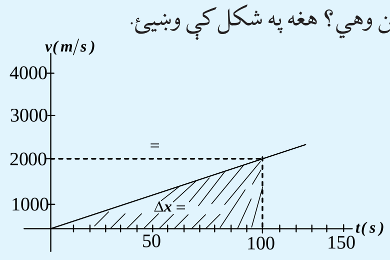


(6-2a) شکل

فعالیت:

زده کوونکي په بېلابېلو ډلو کې د (سرعت – زمان) د ګراف په مرسته چې د یوې فضایي بېړۍ (سفینې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې ښودل شوی دی. لاندې پوښتنو ته ځواب برابر کړئ او د ټولګي په وړاندې یې بیان کړئ:

1. بېړۍ په لومړیو 100 ثانیو تعجیلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې وښیئ.
2. د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې څومره دی؟
3. د بېړۍ تعجیل حساب کړئ.

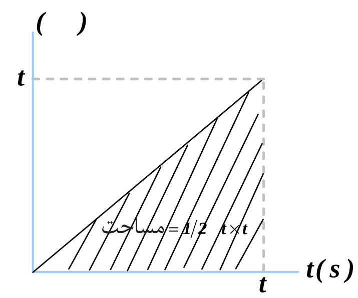


(6-2b) شکل،
د فضایي بېړۍ د (سرعت – زمان) ګراف

تمرینونه:

لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووایئ.

1. د 3,7 یوه ثابته قوه په 100_s زماني واټن کې عمل کوي. ددې قوې امپولس حساب کړئ.



2. په مخامخ شکل کې د $_t = 2,2$ قوه ورکړې شوې ده، ددې قوې امپولس له $t = 0$ څخه تر $t = 30s$ زماني انټروال کې پیداکړئ.

3. په ورکړل شوي پورته شکل کې $_0 = 55dy$ ، $t_1 = 10s$ او $t_2 = 18s$ دي، ددې قوې امپولس وټاکئ.

4. د 5N ثابته قوه په ($t = 1s$ تر $t = 3s$) زماني انټروال کې او د 2N دویمه قوه به ($t = 5s$ تر $t = 10s$) زماني انټروال کې عمل کوي. ددې دوو قوو امپولسو نه حساب او سره پرتله کړئ.

2-6: مومنتم

مومنتم څه شی دی؟ د یوې لارۍ موټر او یو ګړندي ورکوټي موټر ترمنځ د حرکت په حال کې د مومنتم له نظره څه توپیر شتون لري؟

د نیوټن د حرکت دویم قانون د مومنتم له نقطې نظره څنګه کولای شو، تعریف کړو؟ اویا په ساده توګه، د مومنتم او د نیوټن د حرکت د دویم قانون ترمنځ کومې اړیکې شته؟

بحث وکړئ:

دوو توپونو ته چې دواړه د یو شان کتلې لري، یو له بله سره تصادم ورکړئ، څه به پیښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

په پخواني بحث کې مو د نیوټن د قانون په مرسته پیداکړل چې: $\Delta t = m\Delta v$ او د معادلې د کیڼ اړخ مقدار مو د امپولس په نامه یادکړ. اوس خپل پام د معادلې ښي اړخ ته راګرځوو. پوهېږو چې $\Delta v = v_2 - v_1$ لکه څنګه چې v_1 د جسم لومړنی سرعت د t_1 په زمانه او v_2 دویم سرعت د t_2 په زمان کې دي. نو کولای شو ولیکو: $m\Delta v = mv_2 - mv_1$

د معادلې د ښي اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب افاده کوي. دغه حاصل ضرب له مهمو فزیکي کچو یا اندازو څخه یوه بله کچه ده، چې د مومنتم په نامه یاد شوی دی.

د تعریف پربنسټ د m یوه کتله چې د v په سرعت په حرکت کې ده، د P مومنتم لرونکې دي چې د $\vec{P} = m\vec{V}$ له مخې افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په SI او cgs سیستمونو کې عبارت دي له $g - m/s$ او $gr - cm/s$ او ابعادیې (m/t) دي.

همدارنګه باید ووایو چې د امپولس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواړه یو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (6-3) شکل کې ورکړل شوي دي. په دې شکل کې هر یو له مومنتمونو حساب شوي چې په څرګنده توګه لیدل کېږي. ددې لپاره چې د مومنتم په مفهوم ښه پوه شئ، کوښښ وکړئ په ځیر سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولګیوالو سره بحث وکړئ.

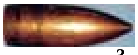
a) پروتون $= 5{,}0\times10^{22}\,kg\,m/s$

$= 3\times10^{5}\ m/$

$m = 1\ 67\times10^{-27}$

b) مرمی $= 1\quad m/s$

$= 1\times10^{3}\ m/s$



$m = 1\times10^{-3}$

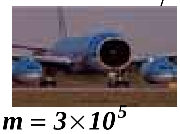
c) لاری $= 2\times10^{3}\,kg - m/s$

$= 20\,m/s$

$m = 1\times10^{4}$

d) بووینګ $= 9\times10^{7}\,kg\,m/s$

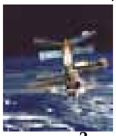
$= 3\times10^{2}\ m/s$



$m = 3\times10^{5}$

e) فضايي بیړی (سفینه) لاپولو $= 5\times10^{7}\,kg\,m/s$

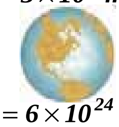
$= 1\times10^{4}\ m/s$



$m = 5\times10^{3}$

f) ځمکه $18.10^{24} = 1.8\times10^{29}\,kg\,m/s$

$= 3\times10^{4}\ m/s$



$m = 6\times10^{24}$

g) ستوري $= 3\times10^{34}\,kg\,m/s$

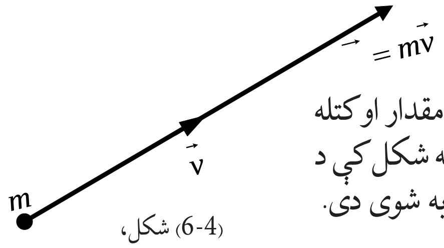
$= 1\times10^{4}\ m/s$

$m = 3\times10^{30}$

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

مثالونه

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



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

حل: $= mV = 5\times10^2 kg \times 2m/s = 10^3 kg\, m/s$

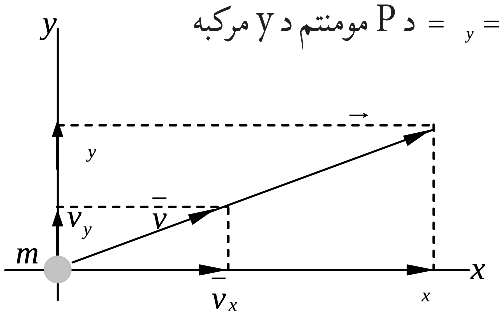
له (6-4) شکل سره سم څرنګه چې سرعت يو وکتوري مقدار او کتله يو سکالر دي، نو له دې امله مومنتم وکتوري مقدار دی. په شکل کې د m کتله د V په سرعت کې ده او مومنتم په $= mv$ ارايه شوی دی.

لکه څنګه چې د وضعيه کميتونو په هر سيستم کې ورکړ شوي دي، يو وکتور د وضعيه کميتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزا تجزيه کيدای شي، ددې له مخې د مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزيه کيدای شي، چې په (6-5) شکل کې ښودل شوي دي. بايد په ياد ولرو که چېرې مومنتم د د محور د مثبت لوري په نسبت د θ زاويه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

$$= \quad _x = \quad \cos\hat{\theta}$$ د P د مومنتم د X مرکبه

$$= \quad _y = \quad \sin\hat{\theta}$$ د P د مومنتم د Y مرکبه

او د فيثاغورث له قضيې څخه: $^2 = \quad _x^2 + \quad _y^2$



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

په خپلو کې بحث وکړئ او د تمرين په حلولو پيل وکړئ

a. يوه لارۍ له 3000 g کتلې سره، په 30° زاويه د شمال ختيځ په لور په 72 m/h سرعت په حرکت کې ده، يو واګون چې د 1000 g کتلې لرونکی دی، له څانه سره راکاږي د X محور په ختيځ لور او د محور د شمال په لور په نظر کې ونيسئ. د لارۍ د مومنت د X او Y مرکبې پيداکړئ.

b. د آريانا مسافر وړونکې يوه الوتکه په تولېزه توګه د 50000 g کتلې لرونکې ده، او په 900 m/h سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسير 135° د جنوب ختيځ په لور وي، د مومنتم د (X او Y) مرکبې يې وټاکئ.

حل a: لرو چې: $\hat{\theta} = 30^\circ$

او
$$= m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72 \quad m/h$$
$$= 4000 \quad g \times \frac{72000\,m}{3600\,s}$$
$$= 80000 \quad g\, m/s = 8 \times 10^4 \quad g - m/s$$

پس
$$_x = \quad \cos\hat{\theta} = 8 \times 10^4 \quad g\, m/s \times \cos 30^\circ$$
$$= 8 \times 10^4 \times 0{,}866 \quad g\, m/s$$
$$_x = 6{,}928 \times 10^4 \quad g\, m/s$$

او
$$y = \quad \sin\hat{\theta} = 8 \times 10^4 \cdot 0{,}5 \quad g\, m/s$$
$$y = 40 \times 10^4 \quad g\, m/s$$

حل b: لرو چې: $\hat{\theta} = 135^\circ = -45^\wedge$

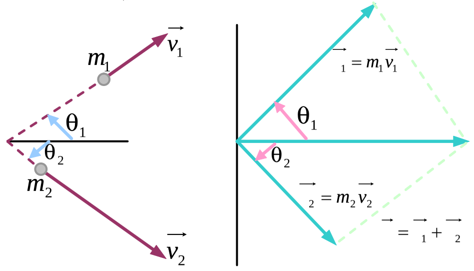
او
$$= 50000 \quad g \times 900 \quad m/h$$
$$= 5 \times 10^4 \quad g \times \frac{900 \times 10^3\,m}{3600\,s}$$
$$= 5 \times 10^4 \times 2{,}5 \times 10^2 \quad g\, m/s = 1{,}2 \times 10^5 \times 10^2 \quad g\, m/s$$
$$= 1{,}25 \times 10^7 \quad g\, m/s$$

پس
$$x = \quad \cos\hat{\theta} = -1{,}25 \times 10^7 \cos 45^\circ \quad g\, m/s$$
$$= -1{,}25 \times 10^7 \times 0{,}707 \quad g\, m/s$$
$$x = -8{,}84 \times 10^6 \quad g\, m/s$$

او
$$y = \quad \cos\hat{\theta} = -1{,}25 \times 10^7 \cos 45^\circ \quad g\, m/s$$
$$= 1{,}25 \times 10^7 \times 0{,}707 \quad g\, m/s$$
$$y = 8{,}84 \times 10^6 \quad g\, m/s$$

پوښتني له حل څخه پایله ترلاسه کېږي، چې مومنت په دقیقه توګه یو وکتوري کمیت دی. ددې لپاره چې د یو جسم مومنتم په بشپړه توګه مشخص کړو، موږ باید د کتلې او سرعت حاصل ضرب او همدا راز د هغې د حرکت لوري و پیژنو. په تیرو څپرکو کې مو د مکان د تغییر وکتورونه، د سرعت وکتورونه او د تعجیل د قوې وکتورونه معرفي کړل او پوه شو چې څنګه کولای شو، دوه یا څو یو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه یې وښیو.

په همدې توګه موږ 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 $_1 = m_1V_1$ مومنت لرونکې او همدارنګه د m_2 کتلې مومنت $_2 = m_2V_2$ او د دواړو کتلو د سیستم د مومنت محصله عبارت له $_2 + _2 =$ څخه دي.



(6-6) شکل،
د دوه مومنتمو وکتوري جمع

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 ګټه واخلو. په یاد ولرئ چې:

$_1$ د x مرکبه مومنت $= m_1V_1\cos\hat{\theta}_1$

$_1$ د y مرکبه مومنت $= m_1V_1\sin\hat{\theta}_1$

$_2$ د x مرکبه مومنت $= m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$

$_2$ د y مرکبه مومنت $= m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$

څرنګه 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 د x مرکبه مومنت $= \ _x = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1 + m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$

او:

P د y مرکبه مومنت $= \ _y = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1 + m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولای شو په لاندې ډول ګونو عددونو باور ولرو:

1. د یو جسم مومنتم عبارت دی د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه.

2. مومنتم یو وکتوري مقدار دی.

3. د جسمونو د یو سیستم د مومنتم مجموعه د هر مومنت له وکتوري جمعې څخه عبارت ده.

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې په دې هکله چې ولې کله چې یوه لارۍ او یوګرندۍ موټر په یو ډول سـرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې لارۍ موټر چې کتله یې ډېره ده، د زیات مومنتم لرونکې وي؟ پایله یې ټولګي ته واوروئ.

توضیح کړئ: د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونیسئ. که چیرې ($m_A = 3m_B$) وي، په دې حالت کې د او دوه جسمونه کولای شي، د یو ډول مومنتم لرونکي وي. یعني: $_B$ = $_A$ ولې؟

اوس د مومنتم د مفهوم په پوهیدو سره ددې پوښتنې په ځېرلو پیل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنتم ترمنځ کوم ډول اړیکه شته؟ ایا قوه کولای شي د یو جسم مومنتم تغییر ورکړي؟

ددې موضوع د پوهیدو لپاره لاندې فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په مخکینې فعالیت کې مو ترسره کړل. کوښښ وکړئ چې همغه دوه توپونوته له ډېرې قوې سره یو له بله تصادم ورکړئ. څه به پیښ شي؟ توضیح یې کړئ. د پورتني فعالیت په ترسره کولو به دې پایلې ته ورسیږئ، چې قوه کولای شي چې د یو جسم مومنتم کم او یا زیات کړي او یا د مومنتم په لوري کې بدلون منځته راوړي.

6-3: قوه او مومنتم

ددې څېرکې په پیل کې مو د نیوټن قانون د $\Delta t = m\Delta V$ 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 وېناکې، قوه د کتلې او تعجیل له جنسه نه، بلکې د مومنتم زماني د تغییراتو د درجې له جنسه افاده کړې دي. په یاد ولرئ چې: $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta$ دا رابطه ښیي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د تغییراتو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنتم کې له تغییراتو سره د $m\Delta v$ د قیمت په تعویضولو سره په لومړۍ رابطه کې پایله ترلاسه کېږي، چې $\Delta t = \Delta$ په Δt باندې د معادلې د دواړو خواو له تقسیمولو څخه $= \frac{\Delta}{\Delta t}$ لاس ته راځي. په یاد ولرئ چې Δ په مومنتم کې تغییر له $g\,m/s$ واحد سره او Δt د زمان انټروال دی. کله چې د F قوه عمل کوي او د Δ د تولید سبب ګرځي. نو په مومنتم او د زمان انټروال کې د بدلون نسبت عبارت د مومنتم د تغییر د زمان له منځنۍ درجې څخه پایله ترلاسه کوو، چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د یو جسم د مومنتم د تغییراتو له زماني درجې سره مساوي ده.

وروستنی ادعا تقریباً همغه د نیوټن د دویم قانون اصلي بیان دی چې په خپله د هغه لخوا ارایه شوی دی. (د نیوټن د حرکت د قوانینو اصلي بیان په لاتیني ژبه کې ارایه شوی دی). همدارنګه په اسانی سره کولای شو، د نیوټن دویم قانون ($\sum \vec{} = m\vec{a}$) له وروستی رابطې څخه په ګټې اخېستلو هم د ثابتې کتلې ($m = Co\ s\ \ nt$) په نظر کې نیولو سره په دې توګه لاس ته راوړو.

فرض کړئ چې $\vec{V_1}$ د جسم لومړنی سرعت $\vec{V_2}$ د جسم نهایي سرعت د Δt په زماني انټروال کې وي، نو:

$$\sum \vec{} = \frac{\Delta}{\Delta t} = \frac{m\vec{V_2} - m\vec{V_1}}{\Delta t} = \frac{m(\vec{V_2} - \vec{V_1})}{\Delta t}$$

$$= m\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$$

له هغه ځایه چې $\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$ عبارت دي د جسم له تعجیل ($\vec{a}$) څخه نو په (3) رابطه کې د قیمت په وضع کولو سره کولای شو ولیکو: $(m = Co\ s\ \ nt)$ .... $\sum \vec{} = m\vec{a}$

وروستی لاس ته راغلې رابطه، د نیوټن له دویم قانون څخه عبارت ده.

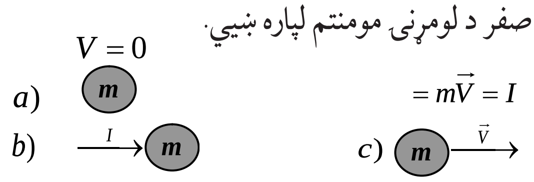
د امپولس – مومنتم قانون

موږ په پخوانیو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعریف کړل. اوس ښیو چې هغوی څه ډول په اسانی د نیوټن له دویم قانون سره تړلي دي. موږ په پورته کې وښو ده چې قوه مساوي ده، د مومنتم د تغیراتو له زماني درجې سره، یعنې: $= \frac{\Delta}{\Delta t}$ او یا کولای شو داسې ولیکو: $\Delta t = \Delta$

اما $\Delta t \ = I = $ د F امپولس د Δt په زماني انټروال کې او $\Delta =$ تولید شوي مومنتم تغییر د F د قوې پرمټ، نو کولای شو چې ولیکو: $I = \Delta$

وروستی رابطه بیانوي چې، یوه قوه چې پر یوه جسم عمل کوي، برابره ده، د نوموړي د جسم په مومنتم کې له منتجه تغییراتو څخه چې بیان شوې جمله د (امپولس – مومنتم) د قانون په نامه یادېږي. د (7-6) شکل دا قانون د صفر د لومړنی مومنتم لپاره ښیي.

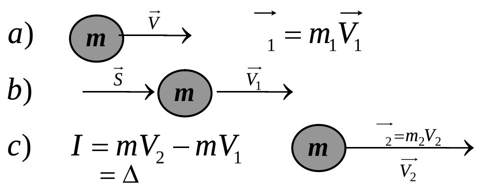
$= m\vec{V} = I$



(7-6) شکل،
د صفر لومړنی مومنتم لپاره د (امپولس – مومنتم) د قانون ښوونه

د m کتله په پيل 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 دي، په کې اعماليږي. د (8-6) په شکل کې د m يوه کتله د $mV_1 = {}_1$ لومړنی مومنتم لرونکې ده.په همدې ډول د I يو امپولس د $mV_2 = {}_2$ اخري مومنتم په پايله کې پر کتلې اعماليږي، نو ددې له مخې کولای شو وليکو: $I = {}_2 - {}_1 = mV_2 - mV_1$

د امپولس – مومنتم قانون د نيوټن د دوهم قانون ښه تفصيل او توسعه ده، لاندې شکل لومړنی د خوښې مومنتم د (امپولس – مومنتم) د قانون پرنسپ ښيي.



(8-6) شکل

تمرين

د يوې فضايي سفينې کنټرولونکي انجونه چې g 15000 کتله لري، د مخې په لور د خپلې بدنې د غورځولو لپاره 3×10^5 قوه توليد وي. د سفينې د مومنتم بدلونونه په هغه حالت کې چې انجونه يې د $10s$ لپاره اور واخلي حساب کړئ. په سرعت کې په منتجه بدلونونه څومره وي؟ او د څومره مودې لپاره بايد ماشينونه فعاليت وکړي، ترڅو په سفينه کې $4\times10^4\ m/s$ د سرعت تغيير رامنځته شي.

$$\Delta \quad = I = \quad \Delta t = 3\times10^5 \quad \times 10s$$

$$= 3\times10^6 \quad g\,m/s$$

$$\Delta V = \frac{\Delta}{m} = \frac{3\times10^6 \quad g\,m/s}{1{,}5\times10^4 \quad g} = 200\,m/s$$

$$\Delta t = \frac{\Delta}{} = \frac{m\Delta V}{} = \frac{1{,}5\times10^4 \times 4\times10^4}{3\times10^5} = 2\times10^3 s$$

$$= 2000s$$

نو په دې مثال کې کله چې انجن د 10 ثانيو لپاره وارد شي د سفينې په مومنتم کې منتجه بدلونونه g 3×10^6 او په سرعت کې منتجه تغييرات $200m/s$ دي. انجونه بايد د $2000s$ لپاره (تقريباً 33 دقيقې) فعاليت وکړي، ترڅو $400{,}000m/s$ د سرعت بدلون توليد کړي. په ياد ولري چې پورتنی سرعت $(4\times10^4\ m/s = 40\quad m/s \times 3600\,s/hr = 144{,}000\quad m/hr)$ يو خوا ډېر لوړ سرعت دي. پورتنی مثال مورډ ته د امپولس – مومنتم د قانون دګټې اخيستنې يو مورد را په ګوته کړ.

6-4: ضربه او د خطي مومنتم 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 بنسټ 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 وارده کړي، دوهم جسم یوه مساوي او مخالف الجهته قوه پر لومړي جسم وارد وي. اوس ددې حقیقت یو ځای کول د نیوټن له دوهم قانون سره د مومنتم پر بنسټ، موږ ته د مومنتم د تحفظ قانون لارښوونه کوي. که چېرې پر یوه سیستم هیڅ قوه وارده نشي، په دې حالت کې د یو سیستم مومنتم پرته له هر رنګه متقابلو اغېزو د هغه سیستم د اجزاو ترمنځ ثابت دی. پورتنی جمله د مومنتم د تحفظ قانون په بشپړ توګه بیانوي. له پورتنی تعریف څخه د نیوټن دوهم قانون دارنګه لیکو:

$$\Delta \;=\; \Delta t \quad \text{او یا} \quad = \frac{\Delta}{\Delta t}$$

په وروستی رابطه کې F پر جسم (یا د اجسامو په سیستم) باندې عامله محصله قوه، Δt هغه زماني انټروال دی چې د F قوه عمل کوي او Δ د مومنتم منتجه بدلون دی. په څرګنده توګه که چېرې F صفر وي، یعنې که چېرې کومه منتجه قوه پر جسم (یا سیستم) عمل ونکړي، په هغه صورت کې Δ هم صفر وي، او دا معنا ورکوي چې مومنتم ثابت دی. که چیرې د یو کمیت بدلون د Δt په زماني انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموړي کمیت د Δt په زمان کې ثابت وي.

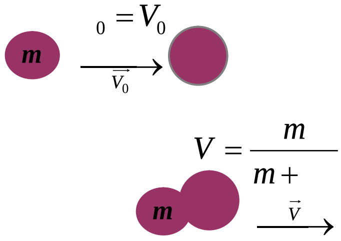
د مومنتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کوو دوه جسمونه سره تصادم کوي، راځئ چې په لنډ ډول د هغو تصادم بیان کړو.

کله چې دوه جسمونه د تصادم د پیل په لحظه کې په خپلو کې سره لګېږي، هر یو پربل باندې یوه قوه واردوي، چې ددې قوو کچه سره مساوي او لوري یې مختلف وي. لکه څنګه چې دغه ادعا د تصادم په کوچنی کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوې- زمان) منحنی د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه پایلې ته رسېږو چې د هرې قوې امپولس د مقدار له اړخه یو له بله سره مساوي دي. نو د هر جسم د مومنتم بدلونونه مساوي او لوري یې مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سیستم کې د مومنتم ټولیز بدلونونه د متقابلو اغېزو (د تصادم عمل) په پایله کې له صفر سره مساوي وي. په دې معنا چې د دوو جسمونو په مومنتم کې د بدلونو مجموعه له ټکر څخه تر مخه او ترې وروسته په دقیقه توګه له صفر سره مساوي وي. دا بیان څرګندوي چې مومنتم د یو تصادم په متقابلو اغېزو 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 ځانګړې ډول ښودل شوی دی.

a- له تصادم څخه تر مخه $\vec{\ }_0 = \vec{V_0}$

b- له تصادم څخه وروسته $V = \frac{m}{m+}V_0$



(6-9) شکل،
د مومنتم تحفظ د دوو کتلو
په خطي تصادم کې

لومړنی جسم د m په کتله او v_o سرعت له دویمې جسم سره چې د کتلې لرونکي دي ټکر کوي او په پایله کې دواړه کتلې یو له بله سره یو ځای کېږي او د v په سرعت خپل حرکت ته دوام ورکوي. اوس له تعریف سره سم کولای شو ولیکو:

له تصادم څخه ترمخه مومنتم $= \ _0 = mV_0$

له تصادم څخه وروسته مومنتم= $= (m+ \quad)V$

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه $\ _0 =$

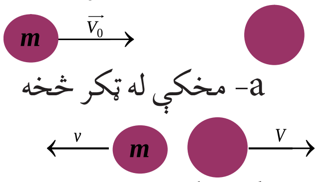
او یا: $mV_0 = (m+ \quad)V$

دې 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 دویمې ساکنې کتلې سره تصادم (ټکر) کړې او له تصادم څخه وروسته، m د v په سرعت او د V په سرعت یو دبل په مخالف لوري کې په حرکت راځي. څرنګه چې په دې ټکر کې مومنتم محفوظ دی، نو له مخې یې:

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

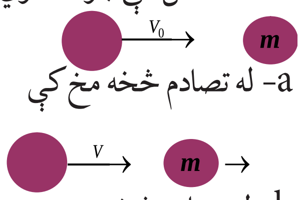


a- مخکې له ټکر څخه

b- له ټکر څخه وروسته

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

پورتنی رابطه په ښکاره ډول ښیي چې له تصادم څخه د مخه مومنتم مساوي دی، له تصادم څخه وروسته مومنتم سره، که چیرې تصادم کوونکې کتله د مستقیم خط پرمخ په یو تصادم کې له ساکنې کتلې څخه لویه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم څخه وروسته یو له بله څخه لرې کیږي او په همدې یوه لورې کې په حرکت راځي. په (6-11) شکل کې ښودل شوي دي.



a- له تصادم څخه مخ کې

b- له تصادم څخه وروسته

(6-11) شکل،
په خطي تصادم کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه لويه)

ددې ځانګړې حالت لپاره، د مومنتم د تحفظ قانون لاندې شکل ځانته اختیاروي:

$$V_0 = \quad V + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوی دی.

په دې حالت کې:

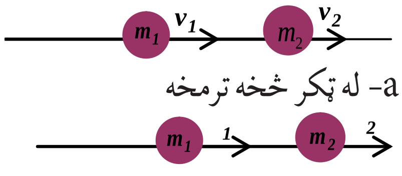
$_b = m_1v_1 + m_2v_2$ =له تصادم څخه د مخه مومنتم

$_a = m_1V_1 + m_2V_2$ =له تصادم څخه وروسته مومنتم

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه: $_b = \ _a$

نو ددې له مخې: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$

د m_1 او m_2 ورکړ شوو کتلو او v_1 او v_2 ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستني سرعتونه له تصادم څخه وروسته په v_1 او v_2 وي. د لومړني قیمت د ورکړل شوو ټاکلو برخو لپاره m_1، m_2، v_1 او v_2 د نهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځته کیدای شي. خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قیمتونو لپاره د پورتنی معادلې صحت او د مومنتم د تحفظ د قانون د صحت په پایله کې په هغو کې تحقق مومي.

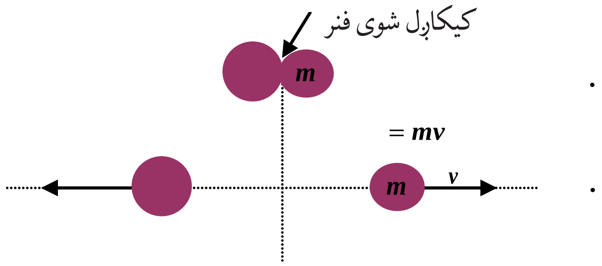


a- له ټکر څخه ترمخه

b- له ټکر څخه وروسته

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

د مومنتم د تحفظ يوبل په زړه پورې مثال په (6-13) شکل کې ښودل شوي دي. د   او m له کتلو سره دوه جسمونه، د يو فنر په دواړو خواو چې تر فشار لاندې نيول شوي، يو له بل سره کلک نيول شوي دي. په هغه ګړۍ کې چې جسمونه خوشې شي، د فنر قوه يې په دوو اړخو ضربه واردوي. په هر يو جسم باندې د واردې شوې قوې اندازه په هره ګړۍ کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول يو له بل سره مساوي او پرکتلو د وارد شوو قوو لوري يو د بل په خلاف دي. 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 پرکتلې عمل کوي. هره کتله د شوټ کيدلو په پايله کې عين مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه يې صفر دی. يعنې څرنګه چې مومنتم له خوشې کيدو ترمخه صفر وه، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کيدو وروسته صفر دی. له پورتنيو بحثونو څخه که چېرې د مومنتم اسکالري اندازو ته پام وکړو، ويه مومو چې هغوی بايد يو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دويم ځلي پاملرنه کولای شو وليکو: V $= mv$

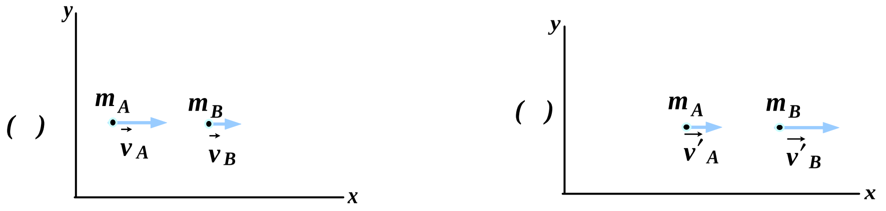


(6-13) شکل،
د هغو کتلو د مومنتم تحفظ چې د فنر په واسطه دواړو خواته شوټ شوي دي.

دا پايله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقيم تطبيق (پرته له پورتنيو څرګندونو) څخه کيدای شي لاس ته راشي چې له مخې يې لومړنی مومنتم بايد له نهايي مومنتم سره مساوي وي، او په دې مثال کې د دواړو مومنتمونو برخې په بشپړه توګه صفر دي.

6-5: ارتجاعي ټکر (تصادم)

ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزيک له اړخه څنګه څېړل کېږي؟
ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په کې د مومنتم د تحفظ او ميخانيکي انرژۍ قوانين دواړه صدق وکړي. ددې ډول ټکر د ښه درک لپاره د A او B دوه واړه جسمونه په نظر کې نيسو، داسې چې دواړه جسمونه د (X) د محور په يوه مستقيم خط حرکت کوي.
اوس دا دواړه جسمونه له ټکر څخه ترمخه او له هغې څخه وروسته تر مطالعې لاندې نيسو:
فرض کوو چې له (6-14) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له ټکر څخه د مخه په ترتيب 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 $V > o$ وي، جسم د X د محور ښي لورته او کله چې $V < o$ وي، جسم د X د محور کيڼ لوري ته حرکت کوي.

د مومنتم د تحفظ له قانون سره سم، په دې ډول ټکر کې د سيستم مجموعي مومنتم له ټکر څخه مخکې او وروسته ثابت پاته کېږي، نو کولای شو وليکو چې:

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V'_A + m_B V'_B \quad ....(1)$$

په همدې ډول د ميخانيکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د ټکر کوونکو جسمونو د حرکي انرژي مجموعه له ټکر څخه ترمخه او له ټکر څخه وروسته مساوي دي، يعنې:

$$\frac{1}{2}m_A V_A^{\,2} + \frac{1}{2}m_B V_B^{\,2} = \frac{1}{2}m_A V_A'^{2} + \frac{1}{2}m_B V_B'^{2} \quad ....(2)$$

په هغه صورت کې د دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه د مخه معلوم دي، د (1) له رابطې څخه په ګټې اخيستلو کولای شو، د A او B دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه وروسته داسې په لاس راوړو:

$$m_A(V_A - V'_A) = m_B(V'_B - V_B) \quad ....(3)$$

په همدې ترتيب له (2) رابطې څخه په ګټې اخيستلو سره د حرکي انرژۍ لپاره ليکو چې:

$$m_A(V_A^{\,2} - V_A'^{2}) = m_B(V_B'^{2} - V_B^{\,2}) \quad ....(4)$$

له الجبري $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$ ، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول ليکلای شو:

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

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

$$V_A + V'_A = V'_B + V_B$$

اويا

$$V_A - V_B = V'_B - V'_A$$

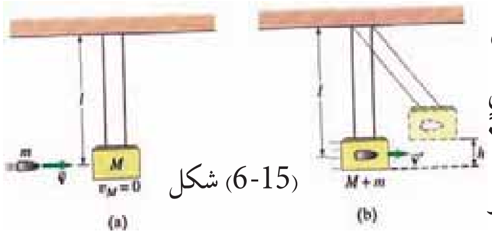
$$V_A - V_B = -(V'_A - V'_B) \quad ....(6)$$

د (6) اخرنۍ رابطه یوه ډېره مهمه او په زړه پورې رابطه ده، د تصادم دا رابطه ددې بیانوونکې ده چې په یو ارتجاعي تصادم کې، نسبي سرعت او یا د دوو ټکر کوونکو جسمونو د سرعتونو تفاضل له ټکر څخه د مخه او وروسته یو له بله سره برابر خو یو له بل څخه په خلاف لوري دي.

6-6: غیر ارتجاعي ټکر (تصادم)

غیر ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ د ارتجاعي او غیر ارتجاعي تصادم ترمنځ څه ډول توپیر شته؟ غیر ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په هغې کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي. خو د میخانیکي انرژۍ د تحفظ قانون صدق ونه کړي. په دې ډول تصادم کې د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دلیل دي چې د سیستم د حرکي او پوتانسیل انرژي مجموعه ثابت نه پاته کېږي. یعني په دې ډول تصادم کې شوني ده، چې میخانیکي انرژي په حرارتي انرژي، صوتي انرژي او یا د کار د تغییر شکل ورکړي.

نو ددې له مخې د غیر ارتجاعي تصادمونو لپاره، یوازې کېدای شي د مومنتم د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونیسو. په غیر ارتجاعي تصادمونو، معمولاً تصادم کوونکي جسمونه له تصادم څخه وروسته یو له بله سره نښتي او په عین سرعت حرکت کوي.



(6-15) شکل

د غیرارتجاعي تصادم د پېژندلو لپاره یو ښه مثال عبارت له بالستیک رقاصي (Ballistic Pendulum) څخه دی، چې په مرسته یې کولای شو د مرمۍ سرعت اندازه کړو.

خېړنه وکړئ:

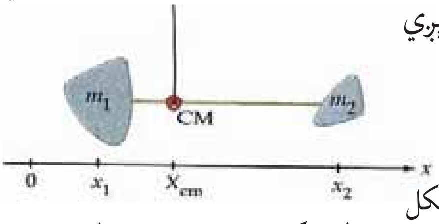
د ټولګي په مختلفو ډلو کې د مرمۍ د سرعت د پیدا کولو یو طریقه د بالستیک رقاصي پرمټ وڅېړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

6-7: د ثقل مرکز

په پخوانیو ټولګیو کې د ثقل مرکز له مفهوم او دا چې څنګه مو وکولای شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مرکز پیداکړو، بلدتیا ترلاسه کړه، خو ایا تراوسه مو له ځانه څخه پوښتنه کړې ده، چې څرنګه کولای شو د اجسامو د یو سیستم او یا د هغو ذرو د ثقل مرکز چې د یو مستقیم خط پرمخ دي. لاس ته راوړو؟ او یا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سیستم او یا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو.

د پورتنیو پوښتنو د ځوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونیسئ، په دې شکل دوه جسمونه د m_A او m_B په کتلو شتون لري چې د هر یو 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 راوړلو لپاره چې له دوو جسمونو (له دوو ذرو څخه نماینده ګي کوي) جوړ شوي دي له لاندې رابطې څخه ګټه ترلاسه کېږي



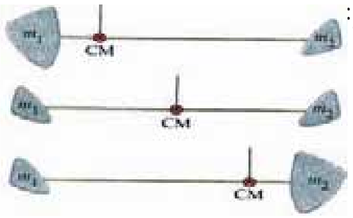
(6-16) شکل

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

اویا (1).......... $X_{cm} = \dfrac{m_A x_A + m_B x_B}{m_A + x_B}$

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 په نښه شیو، یعنې: $= m_A + m_B$

د M د قیمت په وضع کولو د (1) رابطه لاندې شکل خائته نیسي:



$$X_{cm} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{}$$

(6-17) شکل

اوس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - په هغه صورت کې چې یوه کتله له بلې څخه لویه مثلاً $m_A > m_B$ وي، په دې حالت کې ددې دوه جسمي (دوه ذره یي) سیستم د ثقل مرکز هغه جسم ته نژدې دی چې د لویې کتلې لرونکی وي.

2 - که چیرې د سیستم ټوله کتله په یوه نقطه مثلاً د m_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 چیرې 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:

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

$$= m_1 + m_2 + m_3 + ...$$

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + ...}{} \qquad X_{cm} = \frac{\sum_{-1} m\, X}{}$$

وروستنۍ رابطه د اجسامو یا د ذرو د سیستم د ثقل مرکز د لاسته راوړلو لپاره یوه کلي رابطه ده. همدارنګه د y محور لپاره په اسانۍ کولای شو، په اثبات ورسوو چې:

$$_{cm} = \frac{\sum_{-1} m}{}$$

د شپږم څپرکي لنډیز

- د خطي مومنتم او امپولس په مبحث کې دوه اصله (امپولس – مومنتم) او (د خطي مومنتم تحفظ) د بنسټېزو قوانینو او قاعدو په نامه یاد شوي دي.
- امپولس یا ضربه یو وکتوري کمیت دی، چې د قوې او وخت له حاصل ضرب څخه عبارت دي.

$$\vec{I} = \overrightarrow{\quad}_{av} \cdot \Delta t$$

- امپولس د نیوټن د دوهم قانون په نظر کې نیولو سره په حقیقت کې عبارت له Δ څخه دی، یعنې:

$$\vec{I} = \overrightarrow{\quad}_{av} \cdot \Delta t = \overrightarrow{\Delta\quad}$$

- د یو جسم خطي مومنتم د m له کتلې او $\vec{v}$ سرعت سره عبارت له $\overrightarrow{\quad} = m\vec{V}$ څخه دي.
- مومنتم یو وکتوري کمیت او د $\vec{v}$ له وکتور سره هم لوری دي.
- د څو جسمو څخه په جوړ شوي سیستم کې د ټول سیستم خطي مومنتم عبارت دی له مجموعې د مومنتمونو د هر یو له اجسامو څخه په جلا توګه، یعنې:

$$\overrightarrow{\quad} = \overrightarrow{\quad}_1 + \overrightarrow{\quad}_2 + \overrightarrow{\quad}_3 + \dots\dots\dots = \sum_{-1}$$

- مومنتم د نیوټن د دوهم قانون په نظر کې نیولو سره عبارت له: $\sum \overrightarrow{\quad} = \frac{\overrightarrow{\Delta\quad}}{\Delta t}$ څخه دی، یعنې پر یوه جسم د واردو شوو قوو مجموعه مساوي د مومنتم له تغییر سره نظر زمان ته دي.
- د یو جسم لپاره د مومنتم تحفظ هغه مهال بر قراره کیدای 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 بیلګي انرژي او قوانین دواړه صدق کوي.
- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کوونکو دواړو جسمونو نسبي سرعت له تصادم څخه مخکې او له وروسته یوه اندازه خو یو دبل په خلاف لوري دي.
- غیر ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی، چې په هغې کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د میخانیکي انرژي د تحفظ قانون په کې صدق نه کوي.
- د اجسامو یا ذرو د سیستم د ثقل مرکز لاس ته راوړلو لپاره له لاندې رابطو څخه ګټه اخیستل کېږي.

$X_{cm} = \frac{\sum_{-1} m\,X}{\quad}$ ⇐ نظر د X محور ته $_{cm} = \frac{\sum_{-1} m}{\quad}$ ⇐ نظر د Y محور ته

د شپږم څپرکي پوښتنې

1. د يو جسم مومنتم عبارت دي د جسم د .... او .... له حاصل ضرب څخه.

2. د نيوټن د دوهم قانون له مخې پر يو جسم د وارده قوو مجموعه عبارت له نسبت د .... پر .... دی.

3. امپولس عبارت د .... له تغييراتو څخه دي.

4. په ارتجاعي تصادمونو د دوو تصادم کوونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته يو له بله سره .... خو په .... لوري يو د بل دي.

5. له لاندې ځوابونو څخه کوم يو د امپولس د اندازه کولو واحد دي.

الف) ب) $\cdot m$ ج) $/s$ د) $\cdot s$

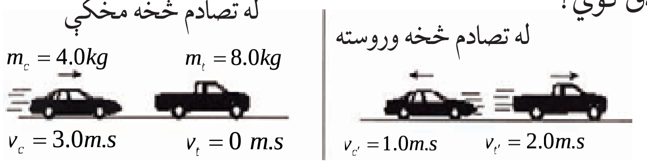
6. له لاندې ځوابونو څخه کوم يو پر جسم د عمل کوونکي قوې له مجموعې سره مساوي دي.

الف) $\frac{\Delta}{\Delta t}$ ب) $\frac{}{\Delta t}$ ج) $m \cdot \Delta v$ د) Δ

7. که چيرې د دوو جسمونو مومنتم يوشان وي، په پايله کې حرکي انرژي له کتلې سره له لاندينيو رابطو څخه يوه لري.

الف) مستقيم ب) معکوس ج) هيڅ اړيکه نه لري د) يو له بل سره متناسب

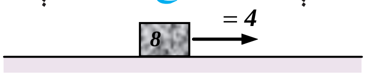
8. لاندې تصوير د دوو لابراتواري موټرګيو تصادم ښيي، چې په ترتيب سره د 4Kg او 8Kg کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له $1m/s$ سرعت سره د شا په لور او د B موټر له $2m/s$ سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پربنسټ، لاندې ځوابونو څخه کوم يو د مومنتم او حرکي انرژي په هکله صدق کوي؟



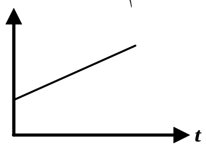
	حرکي انرژي	مومنتم
الف:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ب:	تحفظ صورت نه دي مونډلی	تحفظ صورت مونډلی
ج:	تحفظ صورت مونډلی	تحفظ صورت نه دي مونډلی
د:	تحفظ صورت نه دي مونډلی	تحفظ صورت نه دي مونډلی

9. په لاندې شکل کې که چيرې د اصطکاک قوه د هر کيلوگرام په وړاندې 0.25 نيوټن وي او جسم د سکون له حالت څخه په حرکت کې راشي، له څو ثانيو څخه به يې مومنتم $g\,m/s$ 5 ته ورسيږي؟

الف) 1.25 ثانيې ب) 2.5 ثانيې ج) 1.6 ثانيې د) 3.2 ثانيې



10. د y عمودي محور، د P مومنتم لاندې گراف او د x افقي محور، t زمان د يوې فضايي سفينې لپاره ښيي. له لاندې ځوابونو څخه کوم يو د خط له ميل څخه عبارت دي.



الف) د سفينې کتله ب) د سفينې سرعت

ج) هغه مجموعي قوه چې د سفينې پرمخ عمل کوي. د) د سفينې پرمخ ترسره شوې کار

11. يو جسم د 5 ثابتې قوې لاندې د سکون له حاله $1.5 m/s^2$ تعجيل سره په حرکت راځي، له 6 ثانيې څخه وروسته د جسم مومنتم څو $g\,m/s$ کيږي؟

الف) 20 ب) 30 ج) 22.5 د) 45

12. څه شی بايد په يو جسم تطبيق شي، تر څو د هغه سرعت او يا حالت ته تغيير ورکړي.

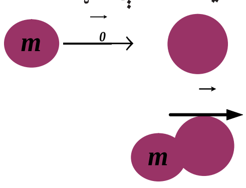
13. د قوې امپولس تعريف کړئ.

14. د m د کتلې لرونکي جسم مومنتم چې د v په سرعت په حرکت کې دي، تعريف کړئ.

15. د خطي مومنتم د تحفظ قانون بيان کړئ.

16. څه ډول (امپولس – مومنتم) او (د مومنتم تحفظ) د نيوټن قوانين تعقيبوي، بيان يې کړئ.

17. په شکل کې $=10gr$ ، $m = 5gr$ ، $V = 2cm/s$ او $v = 25m/s$ دي، د M د کتلې لومړنی سرعت حساب کړئ.



18. په لنډ ډول د دوو جسمونو په تصادم کې د مومنتم تحفظ چې نوموړي جسمونه د مستقيم خط پرمخ حرکت کوي، تشريح کړئ.

19. د $s-$ 300 يو امپولس پر يو جسم چې کتله يې g 2 ده وارديږي، ددې کتلې په سرعت کې تغيير وټاکئ (تعيين) کړئ.

20. يو جسم چې $10gr$ کتله لري، د $10gr$ سرعت لرونکی دی. که چيرې $s-$ $1000dy$ امپولس پر دې کتلې وارد شي، د کتلې اخري سرعت حساب کړئ.

21. يو ماشوم له g 21 کتلې سره پر يو وړوکي بايسکل چې g 5.9 کتله لري، سپور او په $4.5m/s$ سرعت د شمال ختيځ په لور په حرکت کې دی.

a. د ماشوم او بايسکل مجموعي مومنتم څومره دي؟

b. د ماشوم مومنتم څومره دی؟

c. د بايسکل مومنتم حساب کړئ.

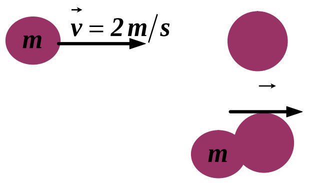
22. د فوټ بال يو توپ له g 0.5 کتلې او $15m/s$ سرعت سره د شمال په لور شوټ کېږي، يوساکن شخص په $0.02s$ زمان کې هغه نيسي او دروي يې. کومه قوه د نيوونکي لخوا په توپ وارده شوې ده؟

23. د کرکټ د هر توپ کتله د سکون په حالت کې g 0.5 ده، که چيرې شين رنګه توپ په $12m/s$ سرعت له ابي رنګه توپ سره چې ساکن دی، برخورد وکړي. (فرض کوو چې د لوبې دوخت په اوږدوکې، توپونه له اصطکاک پرته پر يوې سطحې حرکت کوي). د ابي رنګه توپ نهايي سرعت په لاندې حالتونو کې پيداکړئ.

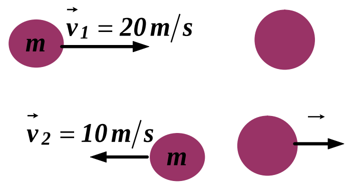
a. شين رنګه توپ له ابي توپ سره له ټکر څخه وروسته درېږي.

b. شين توپ له تصادم څخه وروسته خپل حرکت ته له $2.4m/s$ سرعت سره په عين لوري کې دوامورکوي.

24. د لاندې تمرينونو لپاره مناسب شکلونه رسم او هغه حل کړئ.



a- فرض کړئ چې د m کتله د (a) په شکل کې يو واګون دی له g 600 کتلې سره او د M بل واګون له g 900 کتلې سره دي. د واګونونو سرعت له تصادم څخه وروسته چې په خپلو کې سره يو ځای کېږي. محاسبه کړئ. (ځواب: $0.8m/s$ دي).



b- فرض کړئ د (b) په شکل کې m د تينس توپ له $500gr$ کتلې سره وي. که چېرې د تينس د توپ لومړنی سرعت $20m/s$ او نهايي سرعت يې $10m/s$ په هغه لوري کې چې په شکل کې ليدل کېږي، وي. د واليبال د توپ سرعت پيداکړئ. (ځواب: $3m/s$ دي)

c- د (b) په پورتنې شکل کې فرض کړئ چې يوه 10 ګرامي سکه او يوه 5 ګرامي سکه وي. په هغه صورت کې چې $V_0 = 2m/s$ او $V = 1m/s$ وي. د V قيمت وټاکئ. (ځواب: $2m/s$)

d- فرض کړئ چې پورتنی دوه جسمونه د هوايي سفينې دوې برخې (مثلاً د قوماندې برخه او د سفينې د خدمتونو برخه) وي، او g 10,000= او g $m = 2000$ وي. که چيرې يو له بل څخه د برخو تر جلا کېدو وروسته $V = 5m/s$ وي، د V سرعت قيمت او د m د کتلې سرعت نسبت ته وټاکئ. (ځواب: $25m/s$ او $30m/s$)

25. يوه تشله له $0.015kg$ کتلې سره بنې لورته له $22.5cm/s$ سرعت سره له اصطکاک څخه پرته پر يوې سطحې اغيزېږي، له يوې بلې تشلې سره چې له $0.015kg$ کتلې او $18cm/s$ سرعت سره کيڼ لورته حرکت کوي، يو 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 پيداکړئ.

26. يو موټر له g 500 کتلې په $15m/s$ سرعت د جنوب په لور له يوې g 4500 لارۍ سره چې د ټرافيکي اشارې لپاره و دريدلې ده، ټکر کوي. موټر او لارۍ يو له بله سره لګيدلي او له ټکر څخه وروسته يو له بل سره يو ځای په حرکت راځي د موټرونو د مجموعي کتلو نهايي سرعت پيداکړئ.

اووم څپرکی د سیالونو نسبي سکون

ولې د اوبو د بندونو قاعدې د هغو له پورتنیو برخو څخه پیړ (ضخیم) جوړ وي؟

په یو موټر کې د مایع برک د هغه په مصونیت کې څه اهمیت لري؟ دا څپرکی به له تاسو سره مرسته وکړي، ترڅو سیالونه د سکون په حال او هغه قوې چې د هغو پرمټ منځته راځي، زده کړئ. همدارنګه 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 شئ مطرح شوو او نورو پوښتنو ته ځواب ورکړئ او د سیالی پربنسټ به په دې څپرکي کې پردې وتوانیږئ ترڅو:

- سیال تعریف کړای شئ.
- د سیالونو پرمټ وارده فشار بیان کړای شي.
- په یوه نقطه کې د مایع ترمنځ رابطه د هغې کثافت، دیوي مایع نقطې ژوروالي او د جاذبې تعجیل پیداکړای شئ.
- تحلیل کړای شي چې په څه ډول د اتموسفیر فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.
- د پاسکال قانون بیان کړای شئ.
- دا وښودلای شئ چې په څه ډول له مونو متر څخه په تړلو محفظو کې د سیالونو د فشار د اندازه کولو لپاره ګټه اخېستل کېږي.
- د سیالونو د فشار او صعودي قوې ترمنځ رابطه بیان کړای شئ.
- د رياضي مسئلې د فشار، پاسکال او ارشمیدس له قوانینو څخه په ګټې اخیستلو حل کړای شئ.
- په سیالونو کې د یو جسم د ډوبیدو یا لامبووهلو په هکله وړاندوینه وکړای شئ.

7-1: سیالونه

په مایع حالت کې د اجسامو مالیکولونه د اتصال (نښتلو) له کمزورو قوو سره یو له بله سره تړل شوي دي. هغوی ثابتو موقعیتونو ته مقید نه دي، بلکې یو د بل پرمخ په ښویدلو په ازاده توګه له یو موقعیت څخه بل موقعیت ته د مکان تغییر کوي. بناءً مایعات ټاکلی حجم لري او کولای شي روان اوسي او په هغه لوښي کې چې اچول کېږي، د هغې شکل ځانته اختیاروي.

همدا راز د مایعاتو مالیکولونه یو له بله سره نژدې دي او د فشار ورکوونکو قوو په وړاندې مقاوم دي. لکه څنګه چې مایعات عملاً د تراکم وړنه دي.

دګاز په حالت کې ذرې یو له بله څخه ډېره فاصله لري او اتصال یا نښتلو او لګیدلو قوې یې ترمنځ هومره کوچنۍ دي چې د صرف نظر وړدي.

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 خواته خپرېږي او په اسانۍ سره متراکم کېږي.

څرنګه چې هم مایعات او هم غازات له خپل لږ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل تغییر کوي او د سیالتیا وړتیا لري، له همدې امله دي چې هغوی د سیالونو [1] په نامه یادوي.

د سیالونو فشار

لکه څنګه چې تاسو پوهېږئ 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:

$$\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}$$

او یا د سمبول په لیکلو: $= \frac{}{A}$

د SI د اندازه کولو په سیستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) څخه دی او مساوي دی له:

$$\frac{\text{نیوټن}}{\text{مترمربع}} \quad \text{یا} \quad \frac{}{m^2}$$

مثال:

د یو کتاب لخوا وارده فشار چې $0.16cm^2$ مساحت او 8N وزن لري، څومره دی؟ حساب یې کړئ.

حل:

لومړی مرحله: لاندې معلومات ورکړل شوي دي: $A = 0.16m^2$

$= 8$

$=$

دوهمه مرحله: د فشار معادله ولیکئ. $= \frac{}{A}$

1 د سیال کلمه د بهیدلو یا جریان پیداکولو د وړتیا مفهوم رسوي او له همدې امله دا کلمه په یوه وخت کې د مایعاتو او غازاتو لپاره کارېدلې ده.

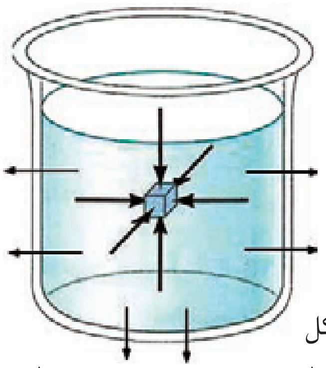
دریمه مرحله: د ورکړل شوو قیمتونو په وضع کولو سره مساحت او د قوه حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبې قوې له اندازې څخه عبارت دی).

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

پوښتني:

1. د یو کانتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې 6000 او د قاعدې مساحت یې $3m^2$ دی، څومره دی؟ پیدایې کړئ.
2. د یوې ډبرینې تختې وزن پیداکړئ چې مساحت $12m^2$ دی او 25 a فشار پر ځمکې واردوي.

7-2: د مایع فشار اندازه کول



(7-1) شکل

کله چې د لامبلو په یوه ډنډ کې تراوبو لاندې لامبئ، د اوبو فشار د خپلو غوږونو په پردو کې حس کولای شي. څه شی ددې فشار سبب کیږي؟ په اسانی سره وېلای شو چې ددې فشار لامل، د اوبو وزن ستاسو پر بدن دی چې تاسو مقابل لوري ته ډیکه کوي.

د (7-1) شکل د اوبو په یو ډک لوښي کې یو غوټه شوي جسم ښیي.

مایع د جسم او د هغې پر جدارونو قوې واردوي، قوې د جسم د سطحې او جدارونو پر هره نقطه په عمودي ډول واردیږي.

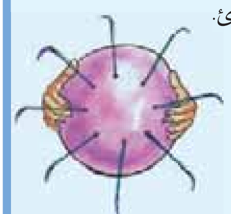
فعالیت:

اوبه څرنګه پر اجسامو فشار واردوي؟

اړین توکي: پلاستیکي کڅوړه، سنجاق او اوبه

کړنلاره:

1- کڅوړه له اوبو څخه ډکه کړئ.
2- کڅوړې ته په سختی فشار ورکړئ او په چټکی سره یې په خو نقطو کې په سنجاق سوری کړئ.
3- خپل مشاهدات ولیکئ.
4- له خپلې ډلې سره پر لیکل شوو مشاهداتو بحث وکړئ.
5- ستاسو پایله ترلاسه کول له دې فعالیت څخه څه شی ده؟



(7-2) شکل

تاسو ولیدل چې اوبه د کڅوړې د سطحې له سوریو څخه په ټولو لوروکې په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار په ټولو لوروکې د سطحې په هره نقطه کې عمود دی.

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

فعالیت: فشار او ژوروالی

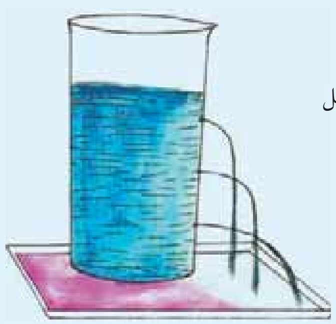
اړین توکي: اوږده حلبي قطی، موم، سوري کوونکي او اوبه

کړنلاره:

1- د قطی یوه خوا درې ځایه په مساوي ډول سوری کړئ.
2- سوري په موم یا خمیرې بند کړئ.
3- حلبي قطی له اوبو څخه ډکه کړئ.
4- سوري پرانیزئ.
5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.

لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب ووایئ.

- له کوم سوري څخه اوبه په تیزی او ډېر شدت فواره کوي؟
- په کوم سوري کې فشار ډېر دی؟

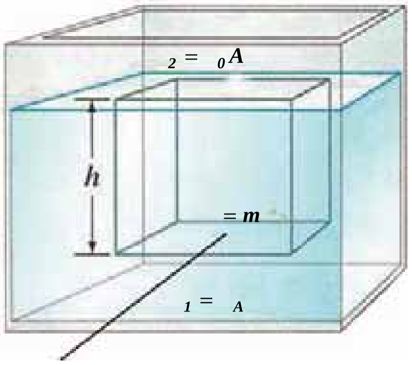


(7-3) شکل

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

د مایع په یوه ټاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي ترمنځ رابطه

کثافت لرونکې ساکنه مایع د یو سرخلاصي لوښي په منځ کې له (7-4) شکل سره سم په نظر کې نیسو. کله چې وغواړو د مایع فشار د مایع په منځ د c په نقطه کې چېرې چې د مایع ارتفاع یا ژوروالی په هغې نقطه کې h دی، لاس ته راوړو.



(7-4) شکل

له مایع څخه ډک لوښی په نظر کې ونیسئ چې د h په ارتفاع او د A په قاعدې یو سلنډر په کې غوټې وهي. ددې بېلګه ییز سلنډر ارتفاع برابره ده، د c نقطې له ژوروالي څخه تر اوبو تر سطحې (h) پورې. راځئ چې ددې فرضي سلنډر پورتنیو او لاندینیو سطحو باندې عاملې قوې مطالعه کړو. دغه قوې درې ډوله دي:

1 - د بېلګه ییز سلنډر وزن (W)، $= mg = \rho Vg = \rho ghA$

2 - د ($_1$) صعودي قوه چې د مایع د فشار له امله د سلنډر پر قاعدې واردېږي. A $_1 =$

د ($_2$) قوه چې د اتموسفير د فشار له امله د سلنډر پر پورتنۍ سطحه له پاسه عمل کوي. پردې بېلګه ییز سلنډر د نیوټن د دریم قانون په تطبیقولو سره (مایع ساکن او د تعادل په حالت کې دي):

$$\sum = 0$$

نو ددې له مخې: $A-(\ _0A+\rho ghA)=0$

نو: $= \ _0+\rho gh$

اویا $- \ _0=\rho gh=$

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 لوښي په ښکتنی سطحه کې د اتموسفیر له فشار څخه ډېر دی او کچه یې (ρgh) ده. له هغه څه 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 لوښي شکل پر فشار اغېز نه لري.

مثال

یو لامبووهونکی په 400m ژوروالي تر سمندر لاندې په افقي توګه لامبووهي. که چیرې د بحر د اوبو کثافت $1.025\times10^3\ \frac{kg}{m^3}$، $_0=1.01\times10^5\ \ a$ او $g=9.8\frac{m}{s\ c^2}$ وي، حساب کړئ.

1 - د P_G داخلي فشار په دې ژوروالي کې.

2 - منځنی فشار په دې ژوروالي کې.

3 - پر لامبووهونکي جسم د اوبو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبووهونکي جسم مساحت $0.8m^2$ وي.

حل:

$$= \rho gh$$

1 - $=1.025\times10^3\times9.8\times400$

$$=4.018\times10^6\ \ a$$

-2

$$= \quad _0 +$$
$$= 1.01\times10^5 \quad a + 4.018\times10^6 \quad a$$
$$= 4.119\times10^6 \quad a$$

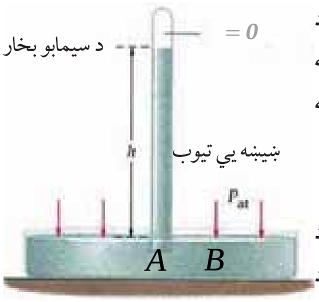
-3

$$= \frac{}{A} \Rightarrow \quad = \quad \times A$$
$$= 4.018\times10^6 \times 0.8$$
$$= 3.2144\times10^6$$

7-3: د اتموسفیر فشار

ځمکه د نایتروجن، اکسیجن او غازاتو د یو قشر په واسطه احاطه شوې ده، چې د اتموسفیر په نامه یادېږي. د اتموسفیر د قشر پنډوالی له ځمکې څخه د هغې تر پورتني پوړ پورې تقریباً $150km$ ته رسېږي. د اتموسفیر شاوخوا 80 غازونه د ځمکې د سطحې په 10 کیلومتري ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفیر په پورتنی 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 همغه نقطې څخه د اتموسفیر تر پورتنی برخې پورې وي او د سطحې پر واحد باندې په همغه نقطه کې واردېږي. نو له دې امله فشار د ارتفاع په زیاتېدو سره تناقص پیداکوي. اوس ګورو چې څنګه کولای شو، د اتموسفیر فشار اندازه کړو؟

دې موخې لپاره مورږ د توریچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) څخه چې په 1643 زیږدیز کال اختراع شوی دی ګټه اخلو.



(7-5) شکل

په (7-5) شکل کې ښېښه یې اوږد تیوب تقریباً د یو متر په اوږدوالي او د $1cm^2$ قاعدې مساحت سره وینئ، چې سر یې بند دی. کله چې هغه له سیمابو (Hg) څخه ډک کړو او بیایې په معکوس ډول له سیمابو څخه په ډک لوښي کې کېږدو، په دې صورت کې $_b \; = \; _a$ (ولې)؟

څکه نو: $_0 = \rho \;_g gh$

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 ρ ، g او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري. نو له دې کبله د کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبوي تعجیل (ρ) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له تغییراتو سره بدلون مومي. ټول دقیق فشار سنجوونکي یا بارومیترونه (Barometers) له ترمامیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارتونو سره یو ځای جوړېږي.

اضافي معلومات:

ځينې موضوعات چې بايد پرې پوه شو:
هرڅومره چې غواص (لامبووهونکی) د بحر د اوبو په ژورو کې ښکته ځي، فشارېې پر بدن زياتيږي، تنفس ورته ګرانيږي، نو له همدې امله لامبووهونکي ددې ستونزې د رفع کولو لپاره له فشار تنظيموونکو څخه ګټه اخلي.
د (7-6) شکل د غواصانو ځانګړې لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر $610m$ ژوروالي پورې په تعادل کې ساتي او د تنفس عمل اسانه کوي.

(7-6) شکل

ايا د سيال د جاري کيدو لوري ټاکلی شئ؟
ددې پوښتنې د ځوابو لپاره لاندې فعاليت په عملي توګه تجربه کړئ.

فعاليت:

د فشارونو توپير او د سيالونو جريان پيداکول.

اړين توکي: قطره څڅونکی، پياله او اوبه

کړنلاره:

1 - دوارو زده کوونکو ته يوه دانه پلاستيکي قطره څڅونکی او د اوبو يوه کوچنۍ پياله ورکړئ.

2 - لـه هغو څخه وغـواړئ چې د قطره څڅونکـی د کار د څرنګوالي په هکله يو پاراګراف وليکي.

3 - توضيـح کـړئ چـې ولې اوبه په قطـره څڅونکی کـې پورته ځي؟ او ولې کولای شـو اوبه پر فشار له قطره څڅونکی څخه خارجي کړو؟ دواړه پوښتنې دې ددې حقيقت پر بنسټ چې سيالونه د جګ فشار له ساحې څخه د ټيټ فشار لوري ته جريان پيداکوي، تشريح شي.

(7-7) شکل

ستاسو پر جسم باندې د فشار بدلون

ستاسو په جسم څه پېښېږي کله چې د اتموسفير په فشار کې بدلون رامنځته شي؟

کله چې په يوه سفر لوړو او يا ټيټو نقطه ته ولاړ شئ، بايد ځان د اتموسفير له فشار سره عيار کړئ ترڅو د بدن د داخلي او خارجي فشار تعادل رامنځته شي. ښايي تجربه کړې مو وي چې لوړو او ټيټو منطقو ته د سفر پر مهال مو غوږونه اواز کوي او سبب يې دا دی چې ستاسو د غوږونو د شاوخوا هوا په فضايي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځته شوي او د غوږ پرده مو اغېزمنه کوي.

مثال:

a- د اتموسفير فشار د سلسيوس په صفر درجه او د ځمکې د جاذبې په معياري تعجيل کې د بحر په سطحه کې حساب کړئ. په هغه صورت کې چې:

$$\rho_g = 13595\frac{kg}{m^3} \text{ او } g = 9.80666\frac{m}{s\ c^2}$$

حل:

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

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

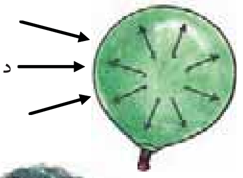
$$1_{atm} = 1.013\times10^5\ a$$

b- د بحر په سطح کې پر $2m^2$ مساحت وارده قوه حساب کړئ.

$$_0 = \frac{}{A} \Rightarrow \quad = 1.013\times10^5 \times 2 = 2.026\times10^5 \quad \approx 20 \text{ ټنه وزن}$$

وليدل شوه چې دا قوه يوه ستره قوه ده.

پوښتنې:



1. ولې تاسو دومره ستر او ځپونکی فشار نشئ حس کولای؟

2. ولې د الوتکو کابينونه بايد د تنظيم شوي هوا فشار ولري؟

3. څه پېښېږي کله چې په يوې نيچې، د ميوو اوبه څښئ؟ تشريح يې کړئ.

4. ولې فشار ډېر زور ډنډ په قاعده کې نسبت د يو لوي او کم زور جهيل د قاعدې له فشار څخه زيات دی؟

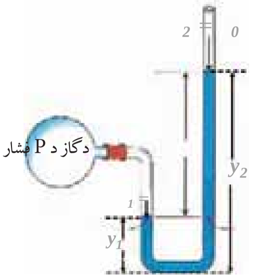
7-4: په محصور شوو مايعاتو کې د فشار اندازه کول

په محصور شوو مايعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له يوې الې څخه چې د فشار سنج په نامه ياديږي، کار واخلو. دوه ډوله فشار سنج شتون لري. يو د سرخلاص نل چې هغې ته شکله مونومتر (U shape monometer) او دويم ډول يې د بورډن مونومتر (Bourdon - type) په نامه ياديږي.

1 - خوله خلاصى مونومتر

دا ډول مونومتر له ډوله ښښنه يي نل څخه جوړ شوي دي، چې په منځ کې يې مايع وي. يو سر يې خلاصي او بل سر يې له يو سيستم (ټانک) چې د ( ) فشارې اندازه کوو وصل شوي دي. د کين اړخ د ستنې په قاعده کې د مايع فشار مساوي دى له $+ \rho g y_1$ سره، په داسې حال کې چې د نسبې اړخ په قاعده کې، د مايع فشار $_0 + \rho g y_2$ دی.

ρ عبارت د مونومتر د مايع له کثافت څخه دی. له هغه ځايه چې دواړه تعريف شوي فشارونه له همغه نقطې سره اړيکه لري، نو ددې له مخې ليکلای شو:



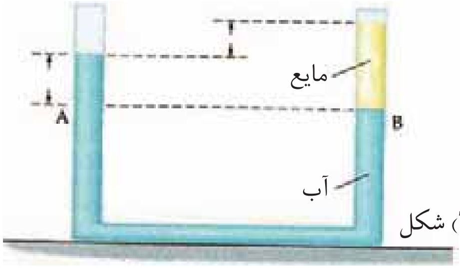
$$+ \rho g y_1 = \ _0 + \rho g y_2$$
$$- \ _0 = \rho g (y_2 - y_1)$$
$$- \ _0 = \rho g h$$

(7-8) شکل

لکه څنگه چې پوهيږئ چې ($-$ $_0$) نظر ژوروالي ته، د فشار د توپير په نامه دي او دا فشار متناسب دی د مايع د ستونونو د ارتفاع له توپير سره.

مثال:

يو ډولي ښښنه يي نل له اوبو څخه يوڅه ډک شوی دی، يوه بله مايع چې له اوبو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په يو انجام کې اچول شوي ده. ترڅو دا مايع د d په فاصله کې د اوبو په پورتنی سطحه په بل ستون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.



(7-9) شکل

پيداکړئ:

1 - د مايع د کثافت او اوبو د کثافت ترمنځ نسبت.

2 - که چيرې د مايع د ستون ارتفاع $20cm$ او $d = 8cm$ وي، د مايع کثافت پيداکړئ.

حل:

1 - $_h = \ _a$ ځکه چې په عین افقي سطحه کې واقع دي. بناپردې: $_0+\rho\ g = \ _0+\rho\ g(d+\ )$ په رابطه کې ρ د مایع کثافت او ρ د اوبو کثافت راښیي، د پورتنی رابطې له ساده کولو وروسته لرو: $\frac{\rho}{\rho} = \frac{}{+d}$

2 - ځنګه چې: $\frac{\rho}{1000} = \frac{12}{20} \Rightarrow \rho\ = 600\frac{kg}{m^3}$

مثال:

یو خوله خلاصی مونومتر دګاز له یوه ټانګ سره ترل شوی دی.

د ښي اړخ په ستون کې د سیمابو سطحه د (7-10) شکل په څیر، 0,39m نسبت د مونومتر د کیڼ اړخ سطحې ته لوړه واقع ده. که چیرې یو مونومتر د سیمابو د ستون ارتفاع g – 0,75mm وښیي.

a- دګاز مطلقه فشار څومره دی؟ ځوابونه په نیوټن پر متر مربع ($\frac{}{m^2}$) او اتموسفیر (atm) وړاندې کړئ.

b- دګاز داخلي فشار نظر د (P_G) ژوروالي ته محاسبه کړئ.

حل:

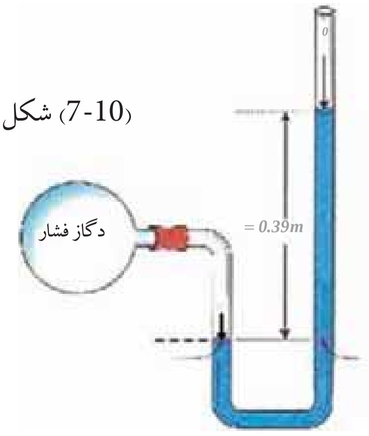
a- د ګاز مطلقه فشار ($_{gas}$) عبارت له هغه فشار ځخه دي چې د سیمابو د کیڼ اړخ ستون پر پورتنی سطحې واردیږي او دا فشار مساوي دی د سیمابو د ښي اړخ ستون په عین افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره. نو ددې له مخې:

$$_{gas} = \ _0 + \ _{Hg} = 0.75+0.39 = 1.14m-Hg$$

$$1atm = 0.76mHg$$

نو ددې له مخې: $_{gas} = \frac{1.14}{o.76} = 1.5atm$

او $_{gas} = 1.5\times1.013\times10^5 = 1.5195\times10^5\frac{N}{m^2}$



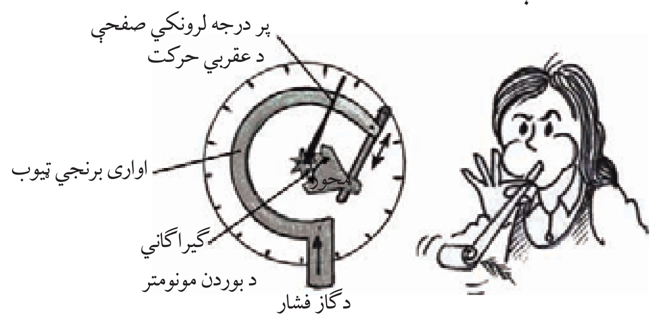
(7-10) شکل

b- دګاز داخلي فشار (P_G) داسې په لاس راځي:

$$= \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538\times10^5\frac{N}{m^2}$$

2) د بوردن ډوله فشار سنج اله

له دې الې څخه نسبت مایع مونومتر ته دګڼو مقاصدو لپاره په اسانۍ او ارامۍ ډېر کار اخېستل کېږي. دغه مونومتر له یوه برنجي هوار ټیوب څخه جوړ شوی دی، چې یو سر یې تړل شوي او په دایره یي ډول کوږ شوی دی. تړل شوی سرېې له یوې ګیرا او کوچنۍ غابښ لرونکي څرخ چې د یوې مندرجې صفحې پرمخ حرکت کوي له یوې عقربې سره وصل شوي دي. د (11-7) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د ټیوب خلاص انجام له هغې الې سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوی دی. کله چې فشار د هوار ټیوب په سر راوړل کېږي، ټیوب ورو ځان سیخوي او دنل د خلاص انجام (چې له عقربې سره وصل دی) د حرکت په پایله کې عقربه حرکت کوي.

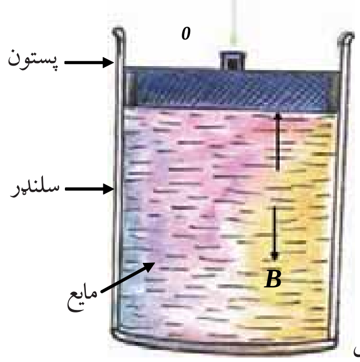


(7-11) شکل

7-5: په سیالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (7-12) شکل یو سیال په یو سلنډر کې ښیي چې له مایع څخه ډک شوی دی او یو پستون لري. ددې پستون په مرسته کولای شو د سلنډر داخلي فشار ته تغییر ورکړو. فشار د مایع د داخل په هره نقطه کې د مثال په ډول د (b) په نقطه کې د ρgh + $_0$ = معادلې په مرسته حسابیدای شي.

راځئ چې داخلي فشار د $_0$ Δ په اندازه زیات کړو. په دې حالت کې د قیمت هم د پورتنی رابطې پر بنسټ زیاتېږي. دا پایله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه،



(7-12) شکل

چې د پاسکال د قاعدې په نامه یادېږي. هغه فشار چې پر یوې محصور شوې مایع تطبیق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې یې کموالي راشي د مایع ټولو برخو او د لوښي جدارونو ته انتقالیږي.

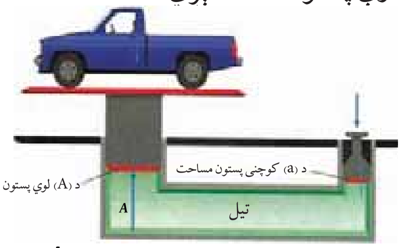
پاسکال د قوي مضاعف کوونکې اله اختراع کړه چې د پاسکال د ابي شکنجې په نامه یاده شوې او په مودرنه تکنالوژي کې د تطبیق مهم ځایونه لري.

ابې شکنجه (   )

په بنسټېزه توګه ابي شکنجه له دوو سلنډرونو څخه جوړه شوې ده، چې له غليظې مايع څخه ډکه شوې ده او د متحرکو پستونونو په مرسته يې پورتنی سطحې بندې شوې چې په (7-13) شکل کې ښودل شوي دي. لوی ستون د (A) او کوچنی پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

ابي شکنجه څنګه کار کوي؟

1 - کله چې تاسو د (f) يوه کوچنی قوه په يوه واړه پستون وارده کړئ. د مايع (تيل) پر سطحې وارد شوی فشار $= \frac{\quad}{a}$ ، د ارتباطي نل له لارې پستون ته انتقالېږي.



(7-13) شکل

2 - څرنګه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوي دی، نو: $\times \frac{A}{a} \quad = \quad \Rightarrow \frac{\quad}{A} = \frac{\quad}{a} =$

وروستی رابطه راښيي چې ابي شکنجه، د قوې مضاعف کوونکې اله ده چې ميخانيکي خيالي ګټه يې له $\frac{A}{a}$ سره مساوي ده. د سلماني څوکی، د غاښونو د ډاکتر څوکی، د موټرو جکونه او هايدروليکي برکونه دا ټول هغه وسايل دي چې د پاسکال له قاعدې څخه په ګټې اخېستلو جوړ شوي دي.

تاسو کولای شی د پاسکال د قاعدې په تطبيقولو سره لاندې حيرانوونکي فعاليت ترسره کړئ.

فعاليت: يو د اوبو بازک (کوچنی بوتل) حرکت د اوبو په لوښي کې.

اړين توکي: اسـتوانه يي ورکوټې بوتل له 8 تر 10 سـانتي متره اوږد، ښېښه يي اوږد مرتبان او د ربړ ارتجاعي پرده (د قيچي شوي پوکانۍ يوه برخه)، اوبه او يوه دانه تشله.

کړنلاره:

1 - مرتبان له اوبو ښه ډک کړئ.

2 - پـه ورکوټـي بوتـل کې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په سـطحه کې پاتې شـي او په مرتبان کې په غوټه کيدو سره لامبو ووهي.

3 - تشله په ربړي پرده د شکل په څېر وتړئ، او پرده د مرتبان له پاسنی څنډې سره کلک کړئ.

4 - پرده له تشلې سره ونيسئ او فشار ورکړئ او دوهم ځل يې پورته راکاږئ، خپلې مشاهدې نوټ کړئ او هغه تشريح کړئ.

(7-14) شکل

د مرتبان په بهرنۍ سطحه کې د هوا د فشار ډېروالی د مایع له لارې انتقالیږي او ددې لامل گرځي ترڅو چې د اوبو یوه ډېره اندازه د اب بازک په منځ کې ورننه وزي. صعودي قوه یکې کمیږي او ددې لامل گرځي چې د اب بازک بوتل یکې لمباوکړي. د فشار په دویم ځلي کمیدو سره، بوتل خپله صعودي قوه بیامومي او پورتنۍ سطحې ته پورته ځي.

مثال

په یوه ابي شکنجه کې که چیرې کوچنی پستون $5cm$ قطر او لوی پستون $40cm$ قطر ولري، په کوچنی پستون باید کومه وزنه کېږدو ترڅو هغه موټر چې 2×10^4 وزن لري، د لوی پستون د پاسه په توازن کې وساتي؟

حل: لرو چې:

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

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

$$=2\times10^4$$

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

$$=2\times10^4\times\frac{0.025\times0.025}{0.2\times0.2}\Rightarrow\ \ =312.5$$

ایا پوهېږئ چې تاسو کولای شئ، یوه ابي شکنجه دیزاین کړئ؟

اضافي فعالیت: هایدرولیکي ماشین

ارین توکي: وروکې سرنج، لوی سرنج، نرۍ ربړي نل او یوه مایع (اوبه، تیل یا.....)

کړنلاره:

1 - د دیاگرام د شکل په څېر دواړه سرنجونه یو له بله سره وصل کړئ.

2 - سرنجونه له مایع څخه ډک کړئ.

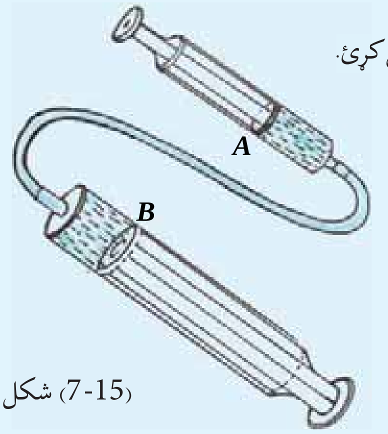
3 - د A کوچنی پستون ته فشار ورکړئ.

4 - خپل مشاهدات ثبت او تشریح کړئ.

یادونه: د B پستون یو څه شاته راښکل کېږي ولې؟

قوه د B په پستون ډېره شوې ده.

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

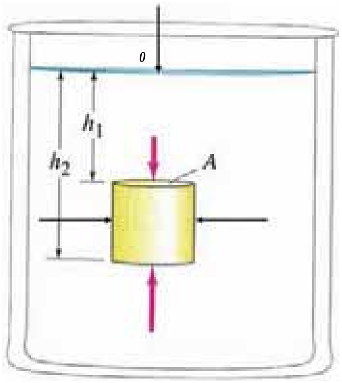


(7-15) شکل

7-6: د ارشميدس قانون (   )

ولې اجسام تر اوبو لاندې سپک کېږي؟ تاسو مخکې ولوستل چې سيالونه پر اجسامو يوه صعودي قوه واردوي، چې په پايله کې اجسام يو څه او يا په بشپړ ډول په سيال کې ډوبېږي. دغه قوه د لامبلو (buoyancy) قوې په نامه نومول شوې ده. د لامبلو صعودي قوه د جسم د وزن (د ځمکې د جاذبې قوه) په وړاندې عمل کوي او ځرنګه چې د جسم وزن له صعودي قوې څخه ډېر دي، جسم په اوبو کې ښکته ځي. په دې حالت جسم سپک ښکاري او د هغه د ظاهري وزن په نامه يادېږي، (په ياد ولرئ چې صعودي قوه ددې سبب ګرځي چې اجسام په مايعاتو کې ډوب شي او يا لمبا وکړي). فکر وکړئ چې يو مکعب شکله جسم په يو سيال کې بشپړ ډوب شوی دی، په (7-16) شکل کې ښودل شوی دی.

سيال د جسم پر ټولو سطحو کې عمودي قوه واردوي. هغه قوه چې د مکعب د قاعدې پر سطحې واردېږي عبارت ده له: $=(\ _0+\rho\ \ gh_2)A$ = صعودي قوه، چې په هغې کې د ρ سيال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتنۍ سطحې واردېږي عبارت دی له:



شکل (7-16)

$\ _{do}\ =(\ _0+\rho\ \ gh_1)A$ = نزولي قوه

ځرنګه چې $h_2>h_1$ دی، نو $\ _{do}$ > او منتجه صعودي قوه

به برابر له $\ -\ _{do}$ وي.

منتجه صعودي قوه په $_B$ ښيو ليکو: $_B=\rho\ \ g(h_2-h_1)A$

ځرنګه چې (h_2-h_1) د جسم ارتفاع ده نو له مخې يې:

$=V=A(h_2-h_1)$ د جسم حجم

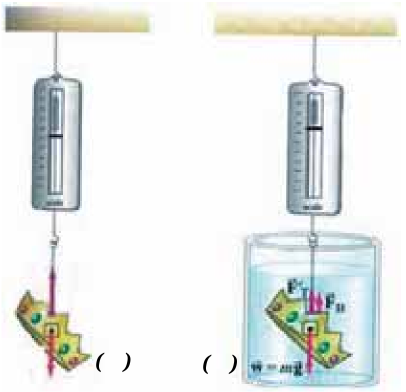
نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي: $_B=\rho\ \ \times V\times g$

په وروستی رابطه کې ρ او V په ترتيب د سيال کثافت او د ډوب شوي جسم حجم دی.

منتجه صعودي قوه (buoyant force) برابره ده، د جسم لخوا دبې ځايه شوي سيال د حجم له وزن سره، دا حقيقت په فزيک کې يو له پخوانيو کشفياتو څخه دی چې شاوخوا په 250 قبل الميلاد کال کې د ارشميدس (Archimedes) يوناني فيلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشميدس قانون په لاندې توګه تشريح کېدای شي:

هر جسم چې يو څه او يا بشپړ په يو سيال کې ډوب شي، په وړاندې يې يوه صعودي قوه عمل کوي چې په پايله کې يې وزن کمېږي.



(7-17) شکل

چې ددې بایللي وزن کچه په جسم کې مساوي ده، د نوموړي جسم لخوا د بېځایه شوو اوبو د حجم له وزن سره، یعني: دبې ځایه شوي سیال وزن مساوي دي له F_B سره. د جسم د واقعي وزن (W) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول د یو فنر له سر څخه ځړوو او د فنر د مقابل مندرجې صفحې له مخې یې ریښتنې وزن لولو. که چیرې همدا ځړېدلی جسم ټول په مایع (سیال) کې ډوب کړو، لیدل کېږي چې د ارشمیدس د صعودي قوې له امله یې وزن کمېږي، په دې حالت کې: $\quad _B - \quad =$

د جسم ظاهري وزن (′) عبارت دی له: $\quad _B - \quad = \,'$

نو: $\quad ' - \quad = \quad _B = \quad =$ د بې ځایه شوي سیال وزن

دیاګرام ښیي چې: واقعي وزن $= \quad = \quad =$ د فنر د راښکلو قوه

ظاهري وزن $= \quad _B - \quad = \,'$

کله یو جسم لامبو وهي او یا ډوبېږي؟

ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره راځئ درې لاندیني حالتونه تر مباحثې لاندې ونیسو:

1 - کله چې د ارشمیدس صعودي قوه د جسم له ریښتیني وزن څخه کمه وي: $\quad _B < \quad$ «منتجه قوې لوري مخ په ښکته وي او بناپردې جسم په سیال کې ښکته ځي او په بشپړ ډول دوبېږي»، یعني: $\rho \quad \times v \times g < \rho \times v \times g$ (د سیال کثافت د جسم له کثافت څخه کم دی). $\rho \quad < \rho$

2 - که چیرې د ارشمیدس قوه مساوي د جسم له ریښتني وزن سره وي:

$\quad _B =$

«منتجه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دی، یعني 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 څومره ده؟)

3 - که چېرې صعودي قوه د جسم له رښتیني وزن څخه ډېره وي او ټول جسم تر سیال لاندې شي: (منتجه قوې لورى مخ پورته وي او جسم پورته خوا ته تیله 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 ترمایع لاندې وي او دسکون حالت لري، یعني په تعادل کې دی. نو له دې امله:

$$F_{B'} >$$

او:

$$V'\rho\ g = V\rho_0 g$$

(V' مساوي دی د جسم د ډوبې شوې برخې له حجم سره په مایع کې).

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

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

مثال: د یخ کثافت $920\ g/m^3$ دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت $1025\ g/m^3$ دی. د لامبووهونکې یخ ټوټې کوم کسر:

a: په اوبو کې ښکته ځي؟

b: له اوبو څخه بهر پاته کېږي؟

حل: $\frac{920}{1025} = \frac{\rho}{\rho} = \frac{V}{V}$ په اوبو کې ډوب کسر

-a $= 0.89 = 89$

-b $89 - 100 =$ له اوبو څخه بهر کسر
$= 11$

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

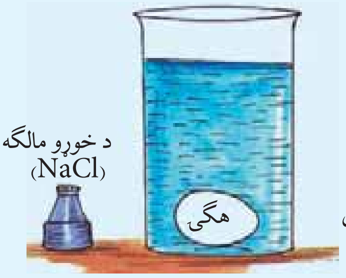
فعالیت: د یوې هګۍ لامبو

اړین توکي: (تازه هګۍ، یو ښېښه یي لوښی، اوبه، د خوړومالګه (ac) کاچوغه او لړونکی سیخ).

کړنلاره:

1 - د لوښي دوه ثلثه ($\frac{2}{3}$) له اوبو څخه ډک کړئ.

2 - هګۍ ورو د اوبو په منځ کې ښکته کړئ، و به ګورئ، چې هګۍ په اوبو کې ډوبېږي، بیان کړئ چې ولې؟



(7-18) شکل

3 - یوه ډکه چای خوري کاچوغه مالګه په اوبو کې واچوئ او وېې لړئ او هګۍ مشاهده کړئ.

4 - مالګه ډېروئ ترڅو هګۍ د اوبو سرته راشي او یو څه په اوبو کې لامبو وکړي.

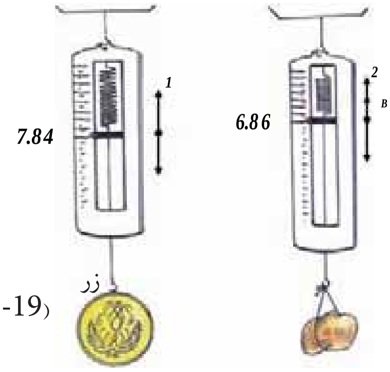
5 - د صعودي قوې په کچه په هر پړاو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

بې له شکه پایلې ته به ورسېږئ چې د مالګې په زیاتولو سره په تدریج د مالګو اوبو کثافت زیاتېږي او صعودي قوه هم په تدریج سره زیاتېږي، یعنې کولای شو ووایو: صعودي قوه د مایع له کثافت سره مستقیماً متناسبه ده.

مثال

یو سړی د سروزرویو سیټ له یوه مارکیټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کورته راځي سره زر تلي 7.84 کېږي. په دوهم پړاو کې د همدې سروزرو وزن په اوبو کې پیداکوي، تله دا ځلي 6.86 ښيي. ایا سره زر چې اخېستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوته یاګډ؟ تشریح یې کړئ.

حل:



(7-19) شکل

1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

د زرو وزن $= \; _g = 7.84$

ظاهري وزن $= 6.86$

د اوبو کثافت $= \rho \; = 1.00 \times 10^3 \;\; g/m^3$

د سروزرو کثافت $= \rho_g =$

2 -

$= mg = 7.84$

$_B - _g =$ ظاهري وزن

$\therefore \; _B = 7.84 - 6.86 = 0.98$

$_B = V_0 \rho \; g$

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

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

$\therefore \; g = \; = m_o g = V_0 \rho_0 g$

$\rho_0 = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3 \; g/m^3$

خو د سروزرو کثافت $19.3 \times 10^3 \; g/m^3$ دی. نو سره زر سوچه یا خالص نه دي.

پوښتني:

1 - د سیالونو فشار تل موجه پرکوم لوري وي:

a: پورته b: ارخونو ته c: ښکته d: ټولو خواوته

2 - کومه یوه له لاندې معادلو څخه د منتجه قوې (F_{net}) سمه معادله ده چې په ډوب شوي جسم عمل کوي؟

a: $_t = 0$

b: $_t = (\rho_{جسم} - \rho) g V_{جسم}$

c: $_t = (\rho - \rho_0) g V_0$

d: $_t = (\rho + \rho) g V_0$

3 - په څه ډول لامبووهوونکی 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؟

5 - فولاد د اوبو پرتله ډېر کثافت لري. نو څرنګه فولادي کښتی د اوبو پر مخ لامبووهي؟

6 - له لاندې جسمونو څخه کوم یو یې له سیمابو څخه په یو ډک ټیوب کې لامبووهي؟

a- د سروزرو یوه جامده ګوټه

b- د یخ یو مکعب

c- د اوسپنې یو پیچ

d- $5m$ اوبه

مواد	کثافت به g/m^3
یخ	0.917×10^3
اوسپنه	7.86×10^3
سره زر	19.3×10^3
سیماب	13.6×10^3

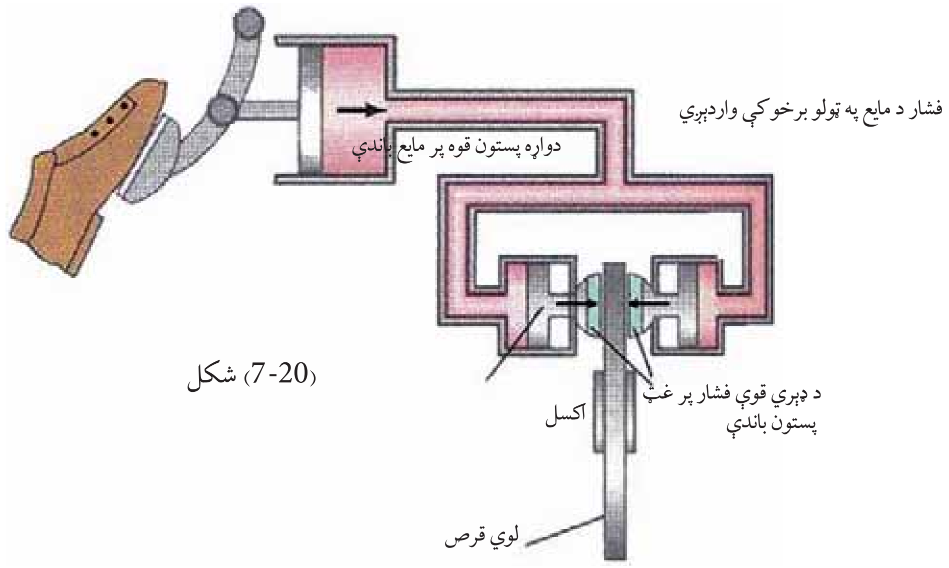
دایروي هایدرولیک بریکونه

په یوه موټر پر څلورو ټایرونو د قوو د مساوي تطبیق او پر بریک باندې د قوې د کچې د زیاتولو لپاره د پاسکال له قانون څخه ګټه اخیستل شوې ده. داکار څنګه ترسره کېږي؟

1 - د ډریور پښه پستون ته فشار ورکوي ترڅو د بریک پر مایع فشار راشي.

2 - فشار د مایع له لارې پستونونو کې د دایروي لویو قرصونو یا صفحو دواړو خواوته چې د موټر له اکسل سره کلک شوي انتقال کوي.

3 - دا فشار، پستونونه له قرصونو سره لګوي، ترڅو د موټر حرکت ورووشي. فشار د مایع په ټولو برخو کې واردېږي.



(7-20) شکل

د اووم څپرکي لنډيز

1 - سيال د هغو موادو څخه عبارت دي، چې جريان کولای شي، له دې امله ټاکلي شکل نه لري. غازات او مايعات دواړه سيالونه دي.

2 - د سطحې پر واحد د وارده قوې کچه عبارت له فشار څخه دی.

3 - فشار د ژوروالي له زياتيدو سره زياتيږي.

4 - د اتموسفير وزن د فشار د منځته راتلو سبب گرځي چې د اتموسفير د فشار په نامه ياديږي.

5 - سيالونه د لوړ فشار له سيمې څخه د ټيټ فشار سيمې ته جاري کيږي.

6 - پر يو محصور شوي سيال تطبيق شوی فشار د سيال په هره نقطه او د لوښي په جدارونو کې په مساوي توگه انتقال کوي، (د پاسکال قاعده).

7 - صعودي قوه د هغې قوې څخه عبارت ده، چې د سيال لخوا مخ په پورته لور پر يوه جسم چې يو څه او يا په بشپړ ډول ډوب شوی وي، عمل کوي.

8 - صعودي قوه په مايع کې د فشار د اختلاف له امله منځته راځي.

9 - د ارشميدس قاعده بيانوي چې ((پر يوه جسم صعودي قوه مساوي ده، د نوموړي جسم لخوا د بې ځايه شوي سيال له وزن سره)).

10 - په يوه لامبووهونکي جسم د صعودي قوې کچه مساوي ده د جسم له وزن سره (سيستم په تعادل کې دی).

د اووم څپرکي پوښتني

1 - لاندې مفاهيم او کلمات په خپله ژبه تعريف کړئ:
سيال، د اتموسفير فشار، د ارشميدس صعودي قوه.

2 - له لاندې بيانيو څخه کوم يوېي د سيالونو په باره کې سم دي؟
a. سيالونه په ډېره تيزی سره د هغو لوښو شکل څانته نيسي چې په کې وي.
b. سيالونه مايعات او غازات رانغاړي.
c. سيالونه له ټيټ فشار څخه د لوړ فشار په لوري جريان پيداکوي.
d. سيالونه ډېر فشار په ښکته لوري واردوي.

3 - ولې تاسو د اتموسفير د فشار له امله نه شکنجه کېږئ؟

مسايل:

4 - د لمبلو د يو ډنډ د قاعدې فشار چې 3m ژور دی، څومره دی؟
(د اتموسفير فشار $=1.013\times10^5\ {}_a$)

5 - د يوې ټوټې فلز وزن په هوا کې 50، په اوبو کې 36 او په ناخرګنده مايع کې 41 دی. د فلز او ناخرګندې مايع کثافتونه پيداکړئ.

6 - ډېرې کښتۍ له پلاستيک او نورو ترکيبي موادو څخه جوړې شوې ده. چې کثافت يې د اوبو له کثافت څخه زيات دی، څرنګه دا کښتۍ کولای شي په اوبو کې لامبووهي؟

7 - يو ربړي تش بالون د g (0.012) کتلې لرونکی دی. دا بالون د $0^\circ c$، په $1atm$ فشار او g/m^3 (0.179)کثافت د هيليوم له ګاز څخه ډک شوی دی. بالون کروي شکل لري او د $0.5m$ شعاع لرونکی دی.

a. پر بالون د صعودي عاملې قوې کچه څومره ده؟

b. پر بالون منتجه عامله قوه حساب کړئ.

په ياد ولرئ چې: $\rho_{ar}1.29\ \ g/m^3$ او $g=9.8m/s^2$ دی.

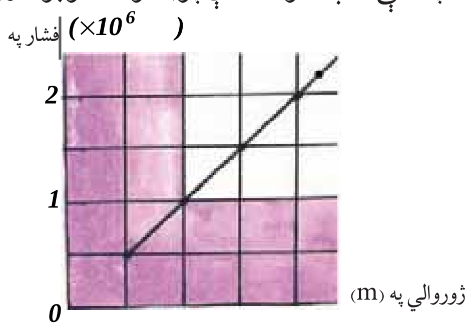
8 - ارتفاع ته د اوبو د پمپ کولو لپاره د تعمير په ډېره لوړه نقطه کې کوم داخلي فشار (P_G) ته اړتيا ده ترڅو اوبه د تعمير له قاعدې څخه نومورې ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت g/m^3 1.29 او $g=9.8m/s^2$ دی.

9 - یو ساده یو (V) ډوله ښېښه یي تیوب د سیمابو لرونکی دی، د تیوب ښي اړخ ستون ته یو څه اوبه واچوئ ترڅو د ستون ارتفاع $0,68m$ ته ورسیږي، سیماب به په کینه خوا ستون کې د هغې له اصلي سطحې څخه ترکومې ارتفاع پورې پورته لاړشي؟

$\rho_g = 13600 \ g/m^3$ او $\rho = 1\times10^3 \ g/m^3$

10 - تاسو به لیدلي وي چې د بندونو قاعدې نسبت د هغې پورتنۍ برخې ته ضخیمې جوړوي. ولې؟ تشریح یې کړئ.

11 - لاندې ګراف د اوبو فشار چې د یو ساینس پوه لخوا د بحر په مختلف ژوروالي کې اندازه شوی دی ښیي. له دې ګراف څخه په ګټې اخېستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووایې.



1. فشار پر یوه جسم کله چې د اوبو په $100m$ ژوروالي کې وي، څومره دی؟

(a 1.0×10^6 a (b 1.5×10^6 a

(c 2.0×10^6 a (d 1.1×10^6 a

2. په ګراف کې د ثبت شوو ارقامو پربنسټ له لاندې فشارونو څخه، به کوم یو تر بحر لاندې د اوبو په $250m$ ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر ښه تخمین وي؟

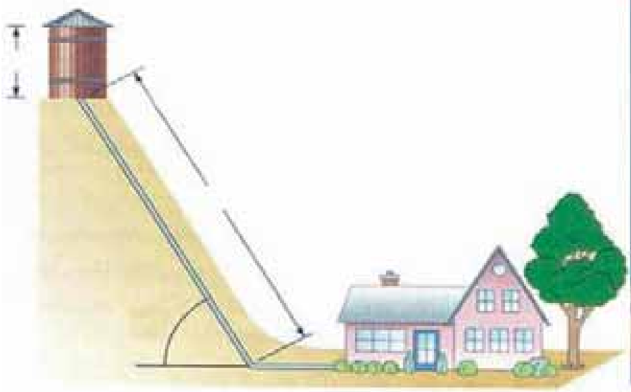
(a 1.7×10^6 a (b 2.6×10^6 a

(c 2.2×10^6 a (d 5.0×10^6 a

12 - دوه استوانه نوي لوښي په نظر کې ونیسئ چې دواړه د A په مساحت همدې یوې قاعدې لرونکي وي او په یوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د (ρ) 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، یعني د عین ارتفاع لرونکي شي؟ (البته هغه وخت چې دواړه سلنډرونه سره وصل شوي وي).

1- : خيالي (ايډيال) سيالونه

په خوځنده مايعاتو اوګازاتو کې د تشابه او يا توپيرونو ځانګړتياوې:



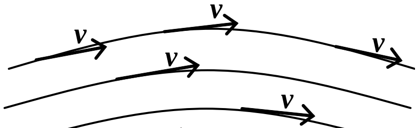
لکه چې تاسو له پخوا پوهېږئ چې ماده په طبيعت کې په درو حالتونو جامد، مايع او ګاز پيداکېږي.
سيال د موادو يا اجسامو هغه حالت ته وايي چې د مايع او غاز په حالت کې وي، سيال د مايعاتو او غازاتو شريک نوم دی. هغوی په ځنو موارد وکې شريکې ځانګړنې لري، په داسې حال کې چې په ځينو خواصو کې د هغو ترمنځ توپيرونه شتون لري. يعني دا چې د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتياوې او هم د ځانګړتيا توپيرونه شته دي. مخکې مو سيالونه د سکون په حالت کې مطالعه کړل او دهغو د ځانګړنو په هکله مو معلومات ترلاسه کړل. په دې څپرکی کې تاسو سيالونه د حرکت په حالت کې مطالعه کوئ.
تاسو له پخوانيو معلوماتو څخه پوهېږئ چې مايعات څه د سکون په حالت کې وي اويا د حرکت په حال کې متراکم (زبيبنل) کېږي نه، يعني د مايع حجم د فشار له امله تغيير نه کوي. برعکس د يوې کچې غازو حجم چې په يوه تړلي محفظه کې ځای پرځای شوي او د سکون په حالت کې وي، د فشار له امله تغيير کوي. خو کله چې غاز د جريان په حالت کې وي، هغه کولای شو غير متراکم و منو مګر په هغو حالاتو کې چې په لاندې ډول توضيح کېږي:
کله چې د غاز د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکو غازاتو پر حجم د فشار د تغييراتو اغېز تر هغه حده کم دی چې کولای شو، تري صرف نظر شو. د ګاز او مايع ترمنځ چې د حرکت په حالت کې وي، د پام وړ توپير شتون نه لري. هغه قوانين چې د متحرکو غازاتو لپاره تطبيق کېږي، د متحرکو مايعاتو لپاره هم د تطبيق وړتيا لري. خو بايد پام وساتو، که چېرې د سيال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه زيات شي، مثلاً د انفجار په څير حالاتو کې او يا په هغو حالاتو کې چې ګاز په ډېره ټيټه سطحه کې واقع وي، (د مثال په توګه که چيرې له $0.1mba$ څخه کم فشار په هغو نلونو کې چې قطريې له $1mm$ څخه زيات وي). د مايعاتو او ګازاتو مطالعه ترګډو او يو شان قواعدو لاندې شوني نه دی.

کله چې مایع د یو لوښي او یا یو نل په منځ کې جریان ولري، د مایع د ذرو او هغه لوښي د جدار (دیوال) ترمنځ چې مایع په کې جریان لري، یو اصطکاک منځته راځي. ددې اصطکاک قیمت، په ګازاتو او په ځنو مایعاتو کې ټیټ دي، ځکه چې د ذرو رغړیدل (ښویدل) یې یو دبل پرمخ په ډېره اسانی کېږي. نو له دې کبله د سیالونو (مایع، ګاز) د جریان فارمولونه ځانته ډېره ساده بڼه نیسي.

ځکه چې له اصطکاک څخه صرف نظر کېږي او د دوو ځانګړنو، اصطکاک او تراکم ورتیا له نظره کولای شو خیالي سیال داسې تعریف کړو:

یو سیال (مایع، ګاز) 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 ګازونو 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 ورزیات کړو.

په لاندې شکل کې د یوې مایع د حرکت څرنګوالی ګورو. که چېرې د هرې فضایي نقطې لپاره چې مایع ترې تیرېږي، د سرعت وکتور د وخت د تابع په توګه وي، د v وکتورونو مجموعه چې د نوموړو ټولو فضایي نقطو رانغاړونکي دي، د سرعت د وکتور ساحه تشکیلوي.



(8-1) شکل

په متحرکو مایعاتو کې خطونه داسې تیرېږي چې د v د سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس دي چې دا خطونه د جریان د خطونو په نامه یادوي.

تجربه ښیي چې د جریان د خطونو تراکم (غلظ، کثرت یاګڼوالي) متناسب دی، د مایع د جریان د سرعت له کمیت سره په همغه محل کې چې د Δs / Δ په افاده یې ښیي. Δ د جریان د خطونو شمېر او Δs هغه سطحه ده چې د جریان خطونه ترې تیرېږي او پر هغې عمود دي. د جریان د خطونو د تصویر له مخې کولای شو د v د وکتور د لوري 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 متقارب (یو له بل سره نژدې) وي او په هغه ځای کې چې سرعت کم وي، (د نل قطر لوي وي)، د جریان خطونه له متباعد (یو له بله لرې) وي. د موضوع د ښې تشریح لپاره لاندې تصوري تجربه ترسره کوو:

تجربه

تجربه: ذرې له يوې متحركې مايع سره چې له يوه نل څخه تيرېږي، مخلوط كوو، داسې چې ددې ذرو كثافت په خپلو كې ډېر كم توپير ولري. اوس د مايع د جريان حالت د مايع په منځ كې د ذرو له حركت څخه په ګټې اخېستلو، د عكاسى د يوې دستګاه پرمټ چې وكولاى شي د ډېرو لنډو وختونو لپاره عكاسي كړي، تر مطالعې لاندې نيسو، په عكسونو كې مخلوط شوي ذرات هر يو د خپل سرعت له كچې سره سم يو اوږد يا لنډ خط ښيي، چې په حقيقت كې همغه د جريانونو خطونه دي. همدارنګه په عكسونو كې ليدل كېږي چې څومره چې ديوې مايع د جريان مسير كوچنى كېږي، يعنې د هغه نل قطر چې مايع ترې تيرېږي، كوچنى كېږي، په همغه تناسب د جريان خطونه يو له بله سره نژدې واقع كېږي او كه چيرې قطر لوي شي، د خطونو ترمنځ واټن زياتېږي.

په ډېرو جريانونو كې د جريان د خطونو تصوير په مختلفو وختونو كې يو شان باقي پاتې كېږي. داسې چې د مايع هره ذره، د فضا يوه مطلوبه نقطه په عين سرعت سره عبور كوي. په دې جريانونو كې د ذرو د سرعت كميت او لوري چې له مايع څخه تيرېږي، مساوي دي او هغه شخص چې ليدل كېږي دى، تل له جريان څخه عين تصوير په خپلو سترګو ګوري چې دې ډول جريان ته مستوي جريان وايي.

په دې ډول جريانونو كې د مايعاتو د جريان هيڅ يو كميت لكه (فشار، سرعت، اصطكاك، د عبوري مايع كچه) د وخت تابع نه دي. كه چيرې دا كميتونه د مايع په يو جريان كې د وخت په تيريدو سره بدلون ومومي، دې مايع ته غير مستقره مايع وايي. د مايع هغه برخه چې د جريان د خطونو لخوا محدودېږي، د جريان د لولې په نامه يادېږي. د (V) د مايع سرعت وكتور چې په هره نقطه كې د جريان پر خط مماس دى، د جريان د لولر پر سطحې هم مماس وي او دا ددې لامل كېږي چې د مايع ذرې د خپل حركت پر مهال د جريان د لولې ديوالونه قطع نه كړي.

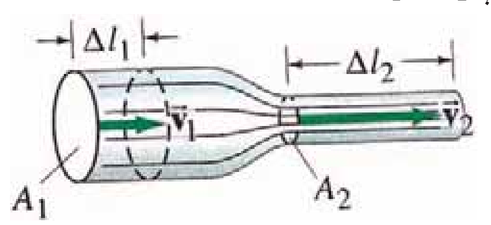
2- : د متماديت معادله

د يوې ايده ال مايع، د جريان د سرعت اړيكې له فشار او مقطع سره:

كه چېرې يوه مايع چې د تراكم وړ نه دي، يا په بل عبارت كثافت يې په هر ځاى كې يو شان او ثابت دى.

كه له يو نل څخه چې د مختلفو مقاطعو لرونكى وي، عبور وكړي، د مايع د جريان سرعت د نل په منځ كې تغيير كوي، ځكه چې مايع نه متراكمه كېږي.

د (2-8) په شكل كې مايع د v_1 په حجم چې د t په زمان كې د A_1 له مقطع څخه تيرېږي، د v_2 له مقطع څخه د t په عين وخت كې تيرېږي، په هغه حالت كې $V_1 = V_2$ دى.



(2-8) شكل

که چیرې v_1 او v_2 په ترتیب سره د جریان سرعت د A_1 او A_2 په مقاطعو کې وي، د مایع ذرې د په ټاکلي وخت کې $\ _1 = v_1 \cdot t$ او $\ _2 = v_2 \cdot t$ واټنونه وهي. له دې روابطو څخه حجمونه په دې ډول لاس ته راوړو: $V_1 = A_1 \cdot \ _1 = A_1 \cdot v_1 \cdot t$.........(1) او $V_2 = A_2 \cdot \ _2 = A_2 \cdot v_2 \cdot t$.......(2)

دا چې: $V_1 = V_2$ دی، نو کولای شو ولیکو چې:

$$A_1 \cdot v_1 \cdot t = A_2 \cdot v_2 \cdot t \quad \Rightarrow \text{اویا} \quad A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 ....(3)$$

(3) رابطه د (A_2, A_1)، (A_3, A_2) او..... د مقاطعو د هرې جوړې لپاره د تطبیق وړ دي.

په دې ډول په عمومي توګه ویلي شو چې د $(A \cdot V)$ کمیت، د نه تراکم کیدونکې مایع لپاره د جریان په هره مقطع کې یو شان دي. او دنل له سره تر پایه عین جریان یو ثابت کمیت باقي پاتې کېږي او دا جریان مسلسل او پرله پسې دي، یعني: $A \cdot v = \cos t$

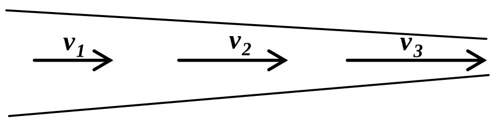
له وروستی رابطې څخه پایله ترلاسه کېږي چې د (A) د نل د مقطع غټوالی د مایع د (V) جریان له سرعت سره معکوس نسبت لري. که چیرې د (3) رابطې د $v_1 : v_2 = A_2 : A_1$ شکل ته تغییر ورکړو.

پورتنی رابطه د متمادیت یا پیوستګی (تسلسل) د معادلې په نامه یادوي، چې داسې وایي:

په یو داسې نل کې چې د بیلابیلو مقطعو لرونکي دي، د مایع د جریان سرعت معکوساً د نل له مقطع سره متناسب دی.

یعني په لویه مقطع کې د جریان سرعت کم او په کوچنی مقطع کې د جریان سرعت ډېر دی.

د $A \cdot v = \cos t$ له افادې څخه همدا راز کولای شو استنباط کړو چې که A یعني د هغه نل مقطع چې مایع ترې تیرېږي، تغییر وکړي، د مایع د جریان سرعت تغییر کوي. څرنګه چې د سرعت تغییر په زمان کې د تعجیل په معنا دی، نو د مایع ذرې تعجیلي حرکت پیداکوي. دا وینا په دې معنا ده چې د نل د محور په اوږدوکې یو غیر ثابت فشار منځته راځي، چې د تعجیل لامل کېږي. په هغه نقاطو کې چې سرعت لږ دی، فشار باید ډېروي او برعکس.



(8-3) شکل

د تسلسل او متمادیت 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 موویل، په یاد باید ولرو چې که مایعات اوګازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي، غیر متراکم ورته ویل کېږي.

3- : د برنولي معادله

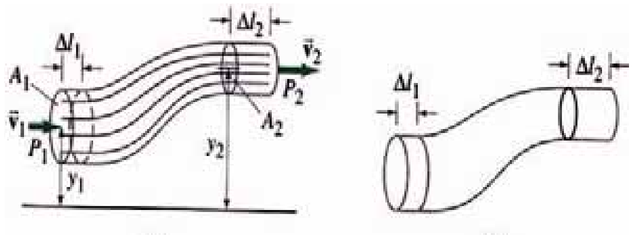
د يوې مايع د جريان د سرعت اړيکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پيوستگی) او متماديت په قضيه کې وليدل. اوس دا رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

په يو سيال چې له اصطکاک څخه په کې صرف نظر شوی وي، د انرژي د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخېستلو سره کولای شو، د هغو کميتونو ترمنځ چې د سيال جريان مشخص کوي، بنسټيزه رابطه لاس ته راوړو. ددې مطلب د لاتوضيح کولو لپاره يوه خيالي مايع په نظر کې نيسو. چې په ثابت او يو ډول په يو نل کې جريان لري. په دې مايع کې د يو جريان يوه لوله چې کوچنی مقطع لري، مطالعه کوو. د (8-4) شکل ته پام وکړئ. هغه حجمونه چې مايع په کې جريان لري، له يوې خوا د جريان د لولې د ديوالونو 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 يې له منځ څخه تيرېږي، فشار شتون لري. د بېلګې په توګه د A_1 په موقعيت کې د $_1$ فشار او د A_2 په موقعيت کې $_2$ فشار عمل کوي. که د هغې مايع د جريان له کبله چې له شا څخه راځي د A_1 مقطع د A_1' موقعيت نه د مخې خواته يو ورل شي، هغه کار چې ددې موخې لپاره اړين دی، په لاندې ډول افاده کېږي:

$$= \quad _1 \cdot \, _1$$

$$= \quad _1A_1 \, _1 = \quad _1A_1v_1t$$

څرنګه چې $A_1 \cdot v_1 \cdot t = V$ دي، نو کولای شو وليکو: $_1 \cdot V \quad =$



(8-4) شکل

که چيرې د يوې مايع کچه چې د A_1 او A_2 په مقطعو کې جريان لري، په نظر کې ونيسو، د ( ) کار د نسبي يا جزيي کارونو د رامنځته کيدو سبب ګرځي داسې چې:

1 - د A_2 مقطع د $_2$ د فشار له کبله د A_2 موقعيت ته داسې رغړول کېږي، چې هغه حجم چې د A_1 او A_2 مقاطعو ترمنځ قرار لري، عين همغه د v قيمت لري چې د A_1' او A_2' د مقاطعو ترمنځ يې لاره او د اړتيا وړ کار عبارت له څخه دی: $_2 \cdot V \;=\; _2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = \; _2 \cdot s_2 = \; _1 =$

2 - د V په حجم یوه اندازه مایع د h_1 له ارتفاع څخه داسې موقعیت ته راوړل کېږي چې د h_2 ارتفاع لري. نو هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین دی، عبارت له $_2$ څخه دی:

$$_2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$
$$_2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1)$$

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

$$_1 = mv_1^2 / 2$$

څرنگه چې دا اندازه مایع په لاندینۍ سطحه کې زېښنل (فشرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتني حجم کې د v_2 له سرعت او $_2 = mv_2^2 / 2$ حرکي انرژۍ سره نفوذ کوي. د حرکي انرژۍ د کچې د زیاتولو لپاره، د اړتیا وړ کار عبارت دی له: $_3 = \quad m \; _2^2 + \quad m \; _1^2$

که چیرې د انرژۍ له هغې کچې څخه چې د نل د جدار او مایع د ذرو ترمنځ د اصطکاک د بې اغېزې کولو لپاره د نل په اوږدو کې اړینه ده، صرف نظر و شي، د برنولي قانون $_3$ $_2$ + $_1$ + = له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي: $_1V = (\;_2V) + (V\rho\, g\, h_2 - V\rho\, g\, h_1) + (1/2V_2^2 - 1/2\, mV_1^2)$

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

$$_1 = \;_2 + \rho\, g\, h_2 - \rho\, g\, h_1 + 1/2\, \rho\, V_2^2 - 1/2\, \rho\, V_1^2$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او اسانه کړو: د برنولي قانون د جریان په هکله په دې ډول لاسته راوړو: $_1 + \rho\, gh_1 + 1/2\, \rho V_1^2 = \;_2 + \rho\, gh_2 + 1/2\, \rho V_2^2$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یو نل په منځ کې جریان لري صدق کوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په ازاده توگه او یا هم د یوې مایع د ذرو په هکله چې د ریښو په بڼه د نلونو ترمنځ یو د بل ترڅنگ پرته دې چې یو له بل سره مخلوط شي جریان ولري، د تطبیق وړتیا لري.

که چیرې په یو جریان کې د h_1 او h_2 ارتفاع سره مساوي او یا یو له بله څخه ډېر کم توپیر ولري، د $\rho\, gh_1$ او $\rho\, gh_2$ اجزاء په معادله کې یو او بل افنا کوي او له اغېزو څخه یې کولای شو صرف نظر وکړو.

باید وویل شي چې له اخیرنۍ ساده افادې څخه ترټولو دمخه په گازاتو کې گټه اخیستل کېږي، ځکه چې د گازاتو کثافت کوچنی دی. د برنولي د قانون په ساده رابطه کې دا شکل ځانته نیسي:

$$\rho\, v_1^2 / 2 + \;_1 = \rho\, v_2^2 / 2 + \;_2$$

پورتنی افاده دا بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې کم دی چېرته چې سرعت ډېروي. د A_1 او A_2 مقطع په کیفي ډول انتخاب شوي دي او ویلي شو، دلولې په هره مقطع کې د($+\rho gh+\rho v^2/2$) د جریان افاده د عین قیمت لرونکي دي.

ددې لپاره چې په پورته معادله کې ډېر دقت رامنځته شي، د A عرضاني نقطه صفر ته تقرب ورکوو، چې په دې صورت کې د جریان لوله د جریان یو خط ته تقرب کوي او د V , او h کمیتونه چې د معادلې د واړو خواو ته شتون لري، کیدای شي داسې تلقي شي چې د جریان همدا عین خط له دوو کیفي نقطو سره تعلق لري، په پایله کې ښیي چې د جریان د هر خط په اوږدو کې په یوه خیالي مایع کې دغه شرط صدق کوي. $\rho v^2/2+\rho gh+ \quad =ct$ وروستنۍ رابطه د برنولي د معادلې بل شکل دي.

موږ دغه معادله د یوې خیالي مایع لپاره لاس ته راوړه، چې د حقیقي مایعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک ډېر زیات نه دې، هم د تطبیق قابلیت لري.

فشار د اوبو بند په قاعده کې

یو بل حالت چې موږ د سیال د جریان د سرعت اړیکې له فشار او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوو، د اوبو بند دي.

فرض کوو چې د یوې مایع 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 راځئ. مایع د سکون حالت ته ورګرځي. دغه د ډېر فشار تولیدیدل د بند د فشار په نامه یادېږي او په P_s ښودل کېږي، چې عبارت دي له: $_s \;=\; _1 - \; _2$ دا فشار هغه مهال کولای شو، محاسبه کړو چې د برنولي په معادله کې $v_2=0$ سره تعویض شي. په هغه صورت کې به ولرو چې: $_s = \; _2 - \; _1 = 1/2\,\rho\, v_1^{\,2}$

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 کوونکی دی. نو ددې له مخې په افقي جریان د برنولي قانون داسې بیان کړو:

د یو افقي جریان په ټول بهیر کې د P د فشار مجموعه او د ($1/2\,\rho v^2$) بند فشار ثابت دي.

د بند د فشار د مفهوم په درک کولو سره، اوس کولای شو چې په عددي توګه حساب کړو چې په متحرکو ګازونو کې د فشار توپیرونه ترکومه حده پورته ځي.

مثال

د هوا کثافت $\rho = 0{,}125\,kg/m3$ شخه عبارت دي او په لوړو سرعتونو کې $v = 40\,m/s$ c

$$_s = 1/2\,\rho\, v^2 = 1/2\cdot 0{,}125kg/m3\cdot 1600\, m^2/_{s^2} = 1000kgm/s^2/_{m^2} = 1000 \quad /m^2$$

$$= 1000 \quad _a = 0{,}01bar$$

په دې صورت چې د جريان سرعت په دې توګه يو لوړ قيمت ولري. فشار يوازې 1 د هوا نورمال فشار دی. د حجم توپير هم په همدې تناسب کوچنی وي. له همدې کبله دی چې متحرک ګازونه د تراکم کيدو ورنه ګڼل کېږي.

مثال

يو ربړي پيپ چې په باغچه کې ترې ګټه اخيستل کېږي، د $d_1 = 12{,}7mm$ قطر لرونکی دی. ددې پيپ په اخره برخه کې يوه بله وصليه ټوټه شتون لري چې داخلي قطريې د نل (اخري سوري) ترخولې پورې $d_2 = 5mm$ ورو ورو تنګيږي. کله چې اوبه دې وصل شوې ټوټې ته ورسيږي. فشار يې د شاوخوا چاپير په وړاندې $1{,}8bar$ دی. د اوبو د وتلو سرعت محاسبه کړئ، (په هغه صورت کې چې له اصطکاک څخه صرف نظر وشي).

اوبه د x په کومه فاصله کې ځمکې ته رسيږي؟ په هغه صورت کې چې د پيپ خوله له افقي محور سره د $y = 1m$ په ارتفاع د ځمکې له سطحې څخه واقع شي، (د اوبو کثافت $1000kg/m^3$ په نظر کې ونيسئ).

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

$$_1 + 1/2\,\rho v_1^2 = \;_2 + 1/2\,\rho v_2^2 \text{ يا} \Rightarrow 1/2\,\rho(v_2^2 - v_1^2) = \;_1 - \;_2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2/\rho\,(\;_1 - \;_2)$$

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_1^2 له قيمت څخه چې پورته مو په لاس راوړی دی، په وروستی معادله کې يې پرځای تعويضوو، لرو چې:

$$V_2^2\left[1 - (d_2/d_1)^4\right] = 2/\rho\,(\;_1 - \;_2)$$

$$d_1/d_2 = 5mm/12{,}7mm = 0{,}394 \quad , \quad 2/\rho = 2m^3/1000kg = 0{,}002\,m^3/kg$$

$$_1 - \;_2 = 1{,}8bar = 1{,}8 \cdot 10^5 \quad /m^2$$

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

$$v_2^2 = (0{,}002\,m^3/kg \cdot 1{,}8 \cdot 10^5 \quad /m^2)/(1 - 0{,}394^4) = (360\,m^2/s^2)/0{,}759 = 562{,}18\,m^2/s^2$$

$$v_2 = 23{,}7\,m/s$$

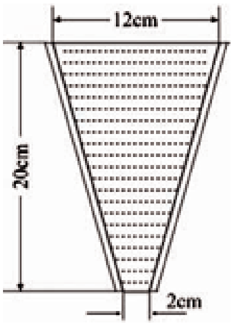
له افقي غورځونې څخه پوهېږو چې:

$$X = v_2 \cdot t \qquad y = -\tfrac{1}{2}\,g \cdot t^2 = -1m$$

$$t = \sqrt{2m/9{,}81\,m/s^2} = 0{,}45s \Rightarrow x = 23{,}7\,m/s \cdot 0{,}45s = 10{,}665m$$

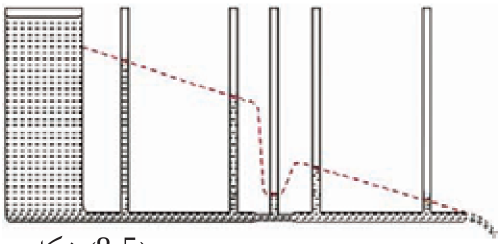
پوښتنې

1. د فشـار توپير پيداکړئ، په هغه صورت کې چې د يو نل د دوو سـرونو ترمنځ د نل د مقطع مسـاحت له $15cm^2$ څخه $5cm^2$ ته تنقيص کړای شي، او په هره ثانيه کې $1,8 \ t \ r$ بنزين له $0,7 \, kg/dm^3$ کثافت سره ترې تير شي.
2. د يو قيف ډولي لوښي قطر له $20cm$ ارتفاع سره، له پورتني $d_1 = 12cm$ قيمت څخه کښتني قيمت $d_2 = 2cm$ ته کمېږي، په کومه کچه فشار د پورتنيو او ښکتنيو مقطعو ترمنځ رامنځته کېږي؟ که چېرې؟
1. لوښي په بشپړ ډول له ساکنو اوبو څخه ډک وي.
2. په هره ثانيه کې 0.3 ليتره اوبه له لوښي څخه تيرېږي شي.



4- : د برنولي د قانون تطبيقات

په اوسني لوست کې د برنولي د قانون د کارونې څو موارده مطالعه کوو، چې لومړني يې د ځېښنلو (چوشش) د اغېز منځته راتلل دي.



(8-5) شکل

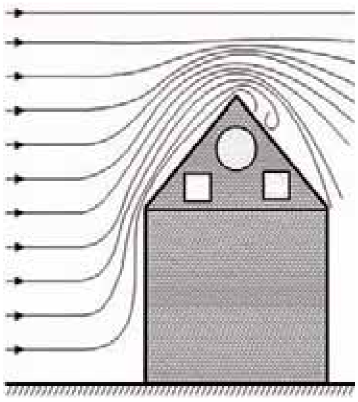
له وروستی افادې څخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شو، داسې پايله ترلاسه شوې ده، چې په هغه ټولو حالاتو کې چې لوړ فشار لري، د جريان سرعت د ټيټ قيمت لرونکی دی او برعکس د ټيټ فشار په شتون سره د جريان سرعت لوړ قيمت لري. د متماديت د قانون پربنسټ د جريان سرعت په تنګو موقعيتونو کې ډېر دی.

په دې موقعيتونو کې برعکس هغه څه چې د غلطی له مخې قبول شوي دي، د فشار يو تناقص موجود دي. دغه وينا کولای شو په لاندې شکل کې د ليدلو وړ وګرځوو. که چيرې له يو نل سره چې د تنګ محل يا معبر لرونکی وي، څو نري نور نلونه د مايعاتو د فشار سنج په توګه برابر کړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مايع په هر نل کې پورته تللې، د هغه فشار د کچې ښودونکې دي چې په نوموړو نلونو کې شتون لري. لکه چې ليدل کېږي، په هغو موقعيتونو کې چې نلونه نري دي، د مايع سطحه په نل کې ټيټه ده او په پايله کې ويلی شو چې په نوموړو موقعيتونو کې فشار ټيټ دی. دا واقعيت هغه سوال ته چې ولې په ځينو مايعاتو د ځېښنلو چوشش اغېزه شتون لري، ځواب ورکوي.

دي موضوع ته له يوه بل مثال سره دوام ورکوو:

د باد يو توپان پر يو تعمير الوزي، لکه چې په شکل کې په څرګنده توګه ليدل کېږي، کله چې د هوا کتلې د تعمير په هغو برخو کې چې ځمکې ته نژدې دي لګېږي، برک کېږي يا دا چې سرعت يې کمېږي. يعني د A د موقعيت په ساحو کې د سرعت قيمت کم دی خو د فشار قيمت لوړ دی. له دې امله د هوا کتلې اړمندې دي چې پورته خواته حرکت وکړي او د تعمير له بام څخه تيرېږي.

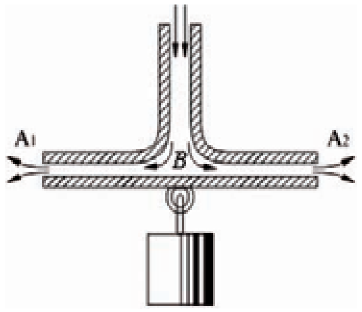
د B د موقعيت په ساحو کې د هوا د جريان په مسير کې د هوا د جريان د مقطع يو تنقيص او د جريان د سرعت تزايد منځته راځي ... له همدې امله دي چې د ځواکمنو توپانونو د الوتلو پرمهال نه يوازې د تعميرونو باموته نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته لګېږي.


(8-6) شکل

مثال

د ځيبنلو(چوشش) اغېز د يو بل اثر په ارايه کولو چې د «هايدروليک پارادوکس» ښکارندې په نامه يادېږي، تر بحث لاندې نيسو چې د رودلو اغېز په سيالونو کې په څرګنده توګه د ليدلو وړ ګرځوي.

له يو ډېرنوي نل (جټ) څخه د هوا فشار تيرېږي او له يوې تنګې فضا څخه چې د دوو پليټونو چې يو د بل پرمخ ايښې دي، تيرېږي. لکه څنګه چې په شکل ليدل کېږي، څرنګه چې د A_1A_2 ساحه کې د پليټونو ترمنځ د هوا فشار شتون لري، له همدې کبله دې چې فشار په ډېره تنګه ساحه کې د هغه سورې 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، ښکتنۍ پليټ لکه څنګه چې هيله کېږي، د هوا د جريان له امله نه يوازې دا چې نه دی چليدلي، بلکې له يوې قوې سره د پورتنۍ پليټ لورته راښکل کېږي ان تردې چې يوه وزن چې له هغې سره ځړېدلې دی، له ځانه سره راکاږي.



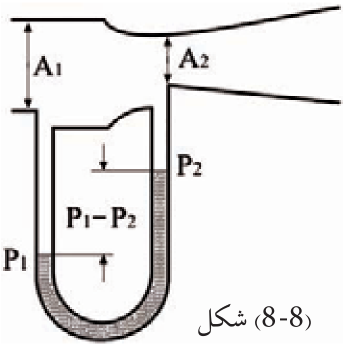
(8-7) شکل

5- : وینتوري ټیوب – د جریان سرعت اندازه کول

د برنولي قانون دا آسانتیا رامنځته کوي چې کولای شو د مایعاتو او متحرکو گازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې موخې لپاره له نلونو څخه د مایعاتو د جریان پر مهال په عمومي ډول له وینتوري ټیوب څخه گټه اخېستل کېږي.

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، دغه ټیوب له نري نل (جټ) څخه جوړ شوی دی. چې په هغې کې د ډېرو پراخو او ډېرو تنگو (نریو) برخو ترمنځ د فشار توپیر، د یو فشار سنج (د مایع مانومتر) پرمټ اندازه کیدای شي. د برنولي د قانون پربنسټ په وینتوري ټیوب کې دغه رابطه صدق کوي.

$$_1 + 1/2\,\rho\, v_1^2 = \ _2 + 1/2\,\rho\, v_2^2$$



(8-8) شکل

همدارنگه د متمادیت د معادلې له مخې لرو چې: $v_2 = v_1 \cdot A_1/A_2$

که چیرې د (A_1/A_2) سطحو نسبت په وښیو، لرو چې: $v_2 = \ \cdot v_1$

او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعویضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:

$$_1 - \ _2 = 1/2\,\rho\, v_2^2 - 1/2\,\rho\, v_1^2 = \frac{1}{2}\rho\,(v_2^2 - v_1^2)$$

$$_1 - \ _2 = \frac{1}{2}\rho\,\{(v_1 A_1/A_2)^2 - v_1^2\}$$

$$_1 - \ _2 = \frac{1}{2}\rho\,\{(v_1^2\ ^2) - v_1^2\}$$

$$_1 - \ _2 = \frac{1}{2}\rho\,\{v_1^2(\ ^2 - 1)\}$$

$$v_1^2 \cdot \tfrac{1}{2}\rho\,(\ ^2 - 1) = \ _1 - \ _2$$

$$v_1 = \sqrt{2(\ _1 - \ _2)/\rho\,(\ ^2 - 1)}$$

د v_1 له دې قیمت سره، همدا راز کولای شو د V (د جریان حجم) او یا په یوه ثانیه کې تیره شوې مایع په لاندې توگه محاسبه کړو:

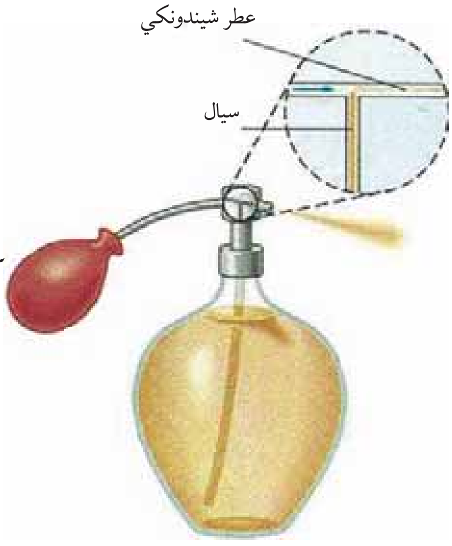
$V = A_1 \cdot v_1$ په یوه ثانیه کې

اتومایزر (عطرشیندونکی)

په تیرو بحثونو کې په سیالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړیکو سره بلد شوئ، او همدارنگه 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 ښودلو اسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر یوې تراړې (ربښې) باندې پوکول دي. که چیرې تاسو کاغذ د (8-9) شکل په څیر کلک ونیسئ او بیایې په پورتنۍ سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړني ځړېدلي حالت څخه مخ په پورته کېږي، چې دلیل یې عبارت دی د هوا د سرعت له توپیر څخه. د کاغذ د تراړې د پورتنیو او ښکتنیو برخو ترمنځ په پایله کې همدا محصله پورته کوونکې قوه د لفت په څیر عمل کوي او د کاغذ تراڼگه تقریباً د افق تر سطحې پورته کېږي.

(8-9) شکل

دې ته ورته اغېزې په یو اتومایزر (عطرشیندونکي) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شیندې تر سترگو کېږي. کله چې د مخزن پوکانۍ د (8-10) شکل په څیر د هوا یو تیز باد شوټ کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نرۍ سورې څخه چې د هوا د سرعت د زیاتیدو سبب گرځي تیرېږي.

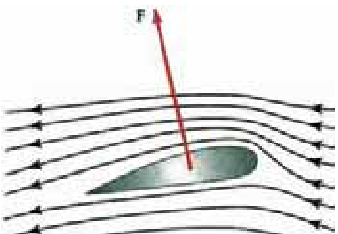


(8-10) شکل

په پایله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته شاته ټیله کېږي. په بل عبارت څرنگه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطرو د اتومایزر د پورتنۍ ټیوب له لورې، لگیدلې دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې دلوښې د داخله مایع په سطحې عمل کوي، لږ دي. نو اتموسفیر فشار د ټیوب پورتنۍ برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دي عطروته ټیله کوي. د یو اتومایزر د کار کړنلاره د برنولي د معادلې څخه په گټې اخېستلو هم توضیح کیدای شي. د هوایي ستون لوړ سرعت چې د پوکانۍ په فشار ورکولو سره منځته راغلي، د عمودي ټیوب په پورتنۍ برخه کې یو ټیټ فشار منځته راوړي. دا کار ددې لامل گرځي چې مایع له ټیوب څخه د باندې ډیکه شي او د یو نرۍ شاور، د هوا ډولې ستنې سره بهرته شیندل کېږي.

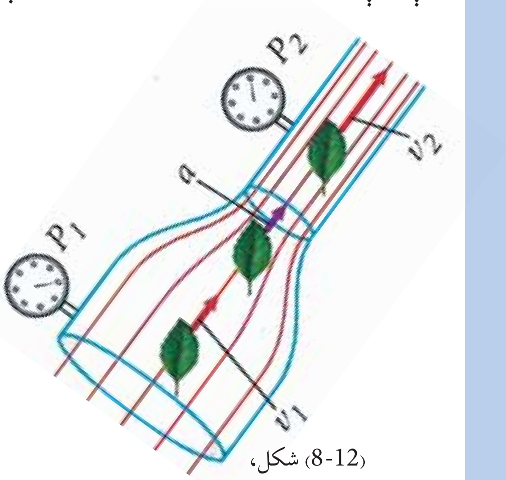
6- : د الوتکې وزرونه او متحرکه او چتوونکې قوه ( )

د الوتکې په وزرونو کې یوه اوچتوونکې قوه شتون لري، چې ددې سبب ګرځي چې هغوی په هوا کې اوچتې وساتي، او دا هغه مهال واقع کېږي، چې الوتکه د هوا په پرتله په کافي توګه په لوړ سرعت حرکت وکړي، لکه څنګه چې په (8-11) شکل کې د هوا جریان یو قوي بهیر ښودل شوی چې د الوتکې له وزره سره لګېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکې سپرلی د الوتکې په عطالتي نظام کې وي او ددې په څیر دي لکه د الوتکې په وزرونو چې ناست وي). پورته خواته د وزره میلان کول همغه د پورتنۍ سطحې ګولوالی یې دی چې ددې سبب ګرځي تر څو د الوتکې تر وزره لاندې د هوا د بهیر جریان د یوې قوې په مرسته پورته خواته فشرده شي او د وزره د پورتنۍ برخې هوا متراکمه شي او د فشار لړه ساحه منځته راشي.



(8-11) شکل، د الوتکې د وزره د پورته تلو پر مهال موږ د وزره په عطالتي نظام کې یو او د هوا جریان په کې نظاره کوو.

د سیلان د دوو خطونو د هوا جریان مساحت په هره برخه کې د هوا د جریان مساحت د دوه سیلانونو د خطونو ترمنځ په هره برخه کې د خطونو یو بل ته په نژدې کېدو سره کمېږي. نو ددې له مخې د متمادیت له ($A_1V_1 = A_2V_2$) معادلې څخه د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې چې هلته د سیلان خطونه یو بل ته نژدې کېږي، زیاتېږي.



(8-12) شکل، د سیال جریان په هغه نل کې چې متفاوت قطرونه لري

همدارنګه له پخوا څخه په یاد لرئ چې سیلان د خطونونه د تراکم له امله د پیپ په نري مقطع کې د هوا سرعت په فشرده شوې برخه کې ډېروي، د (8-12) په شکل کې په څرګنده توګه لیدل کېږي.

له دې امله چې د هوا سرعت د وزره په پورتنۍ برخه کې د هغې له لاندینۍ برخې څخه ډېر دی، نو ددې له مخې فشاریه پورتنۍ لوړه برخه کې د هغې تر ښکتنۍ برخې لږ دی (برنولي قانون).

د پورته دلیل پربنسټ یوه محصله قوه په پورته لوري د الوتکې پر وزره عمل کوي چې د اوچتوونکې (Dynamic Lift) محصله قوې په نامه یادېږي.

تجربې ښیي د وزره د پورتنۍ برخې د هوا سرعت حتي د وزره د لاندینۍ برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کېدای شي. (د هوا او وزره ترمنځ اصطکاک، شاته د راښکلو قوه تولید وي چې د الوتکې د انجنونو قوه پرې غالبه شي).

یو وزر تل او یا یو وزر له متناظرې مقطع سره تر هغې پورې چې مخکنۍ برخه یې پورته لورته انحنا لري، (د انحنا صعودي زاویې لرونکې دي). د پورته کیدو خپل کارته دوام ورکوي. د (8-11) شکل حتي هغه مهال چې د صعودي انحنا زاویه له صفر سره مساوي هم وي وزر بیاهم د پورته کیدو په حالت کې ښیي، ځکه چې ګول شوي پورتنۍ برخه، هوا پورته خواته ټیله کوي مسیر ته یې انحنا ورکوي او د سیلان د خطونو یو له بل سره د تراکم سبب ګرځي. که چیرې د انحنا صعودي زاویه کافي حد ته ورسیږي چې وکولای شي د سیلان خطونه په پورته لورته کارېږي یا تر فشار لاندې ونیسي ترڅو یو بل ته ښه نژدې شي، په هغه صورت کې الوتکه سر کوندې (څرخې) وهي (په وزرو را څرخي ....). که چیرې د انحنا صعودي زاویه د درجو په شاوخوا کې وي، د څرخیدو طوفان (Turbulence) واقع کېږئ. لکه څنګه چې په (8-11) شکل کې ډېر راښکل د شا په لور او د وزره لږ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کېږي چې وزر له حرکت څخه ولوېږي او الوتکه سقوط وکړي. په بل تحلیل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقي توګه د وزره په وړاندې په حرکت کې ده مخ ښکته کې کارېږي او د هوا مالیکولونه چې شاوخواته څرخي د مومنتم د بدلون سبب ګرځي او په وزره کې د صعودي قوې د تولید سبب ګرځي، (د نیوټن دریم قانون).

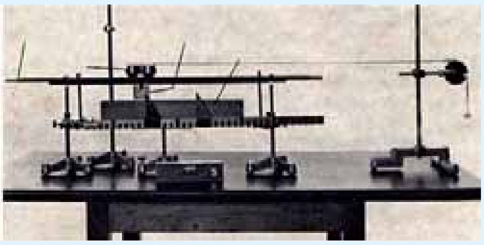
7- : لزوجیت

د لزوجیت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پیدایښت او محاسبه):

موږ په تیرو درسونو کې وویل چې خیالي (ایده ال) مایع هغې مایع ته وایي چې د تراکم وړتیا او اصطکاک ونه لري. همدارنګه زیاته موکړه چې خیالي مایع په حقیقت کې شتون نه لري، ځکه چې ټول سیالونه د ګازاتو او مایعاتو په ګډون چې ربښتیني شتون لري، د اصطکاک لرونکې دي او هم تر یوه حده د تراکم وړتیا لري، یعنې په حقیقت کې خیالي مایع یوه مجرده افاده ده. کله چې په مایعاتو کې له اصطکاک څخه غږیږو، موخه مو د هغو څخه داخلي اصطکاک دی. دغه داخلي اصطکاک په یو بل نوم هم یادوي، چې په مایع او یاګاز کې عبارت له لزوجیت (نښتل) څخه دي. هره حقیقي مایع اوګاز یو څه داخلي لزوجیت لري او دا هغه مهال څرګندیږي چې په مایع اوګاز کې حرکت رامنځته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کیدو څخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شوي، ورو ورو قطع کېږي. داخلي اصطکاک نه یوازې دا چې له نلونو او د بیرل او نورو په څیر لوښو سره د مایع د سطحو د تماس او یا په مایع کې د شیانو د حرکت پر مهال د هغو د تماس له امله رامنځته کېږي، بلکې په خپله د مایع په منځ کې هم کله چې د مایع قشرونه د جریان توپیري سرعت ولري او یو دبل پرمخ بهېږي، هم منځته راځي. له همدې امله دي چې برعکس جامد اجسام چې خارجي اصطکاک لري، دې اصطکاک ته داخلي اصطکاک وایي. د داخلي اصطکاک شتون په مایعاتو کې حتي په خپلو لاسونو هغه مهال حس کوو چې کله یو جسم د مایع په منځ کې په خپل لاس سره په حرکت راولو. موږ په دې حالت کې یو مقاومت حس کوو، چې په مایع کې د داخلي اصطکاک له امله رامنځته کېږي.

تجربه:

له دې تجربې سره د داخلي اصطکاک اړیکې له مایع سره د جسم د تماس د سطحې له لویوالي، د هغې مایع له ځانګړنو سره چې جریان لري او د مایع د حرکت له سرعت سره کیدای شي تر مطالعې لاندې ونیول شي.


(8-13) شکل

په شکل کې لیدل کېږي چې یوه تجربوي عرادګۍ چې یو پلیټ ورسره تړل شوي دي، په نظر کې نیسو. دغه عراده د یو وزن پرمټ د اوسپنې پر یو خط راښکل کېږي. د اوسپنې ددې خط لاندې یو کم عرضه لوښې (ټپ) چې له تیلو سره ککړ شوی ایښودل شوی دی. دغه پر تیلو ککړ لوښي تر یوه حده پورته خواته راښکل کېږي چې پلیټ یو څه او یا په بشپړ ډول په کې ډوبېږي.

د ټپ جوړښت داسې دی چې یوه نیمایي ($12mm$) په سور او بله نیمه برخه یې $6mm$ سور لري. په یو نواخت حرکت کې د راښکلو د هغه قوې چې د ځړول شوي وزن له امله منځته راځي، د اصطکاک د قوې د عین قیمت لرونکې دی چې د پلیټ لخوا منځته راغلي. که چیرې وزنه ډېره شي، سرعت زیاتېږي او کله چې پلیټ په مایع کې ژور ښکته شي، سرعت کمېږي او هم کله سرعت کمېږي چې پیلټ د ټپ له سوروري برخې څخه د ټپ نري برخې ته ورسېږي.

پورتنی تجربه هغه تیوري تاییدوي، چې له امله یې د داخلي اصطکاک اړیکې له لاندې کمیتونو سره څرګندېږي.

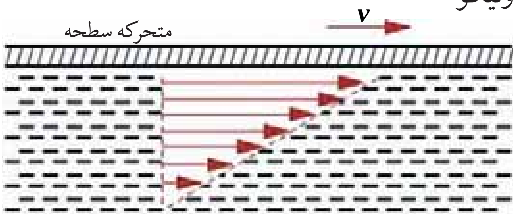
1 - د مایع لزوجیت (η)

2 - له مایع سره د جسم د تماس له سطحې لویوالي.

3 - د $\Delta v/\Delta d$ نسبت چې دغه نسبت د Δv د سرعت او Δd د ضخامت د تناقص له امله لاس ته راځي. Δd د هغې سطحې ضخامت دی چې په یوه وخت حرکت کوي او د مایع د یو ګاونډي قشر اړوند دي چې د هغې په تعقیب د سرعت کمیدل منځته راځي.

د مایع هغه شمېر ذرې چې په مستقیمه توګه د سطحې په ګاونډ کې دي، دیفوژن له امله له سطحې سره نښلي او خپل سرعت اخلي او له وروستي قشر څخه یو څه شاته پاتې کېږي. د تماس په هغو سطحو کې چې هواري دي، د مایع د ذراتو سرعت د d د ټاکلي ضخامت په اندازه د v له بشپړ قیمت څخه په منظم ډول د صفر تر قیمت پورې کمېږي چې په پایله کې د $\Delta v/\Delta d$ نسبت د v/d له کسر سره تعویض کېږي او له دې ځایه څخه کولای شو د داخلي اصطکاک فارمول په لاندې ډول ولیکو:

$$=\eta \cdot A \cdot v/d \quad \Rightarrow \text{یا} \quad =\eta \; A\Delta v/\Delta d$$



(8-14) شکل،
د متحرکې سطحې د سرعت خطي تنقیص ه مایع کې بنیي.

په پورتني فارمول کې η چې د لزوجيت د ضريب په نامه يادېږي، د هرې مادې لپاره ټاکلې ده او يو مهم ثابت دی. دغه ثابت په مايعاتو کې په اسانۍ سره جريان کوي لکه: (ايتر، بنزين او هم په اوبو کې) د کم قيمت لرونکی او په هغو مايعاتو کې چې اسان (سهل) جريان نه لري، لکه: (گليسيرين، گريس او قير) لوړ قيمت لري. دغه ضريب په عين وخت کې د اندازه کولو يو مقياس دی. د هغه د کوهيژني د اندازه کولو لپاره چې د مايعاتو د هر ماليکول په منځ کې موجود دي.
لزوجيت د تودوخي د درجې له لوړېدو سره په ډېر شدت زياتېږي او د اندازه کولو واحديې د واحدونو په نړيواله کچه عبارت دی له:

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

لاندې جدول د ځينو جسمونو د لزوجيت ضريب ښيي:

اوبه د تودوخې په $o^\circ c$ کې	0.00179	هوا د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.000017	گريس د تودوخې په $20^\circ c$ کې	1.2...0.1
اوبه د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00101	هوا د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.000018	گريس د تودوخې په $80^\circ c$ کې	0.25...0.02
اوبه د تودوخې په $50^\circ c$ کې	0.00055	الکول د تودوخې په $o^\circ c$ کې	0.0018	قير د تودوخې په $20^\circ c$ کې	100 تقريباً
اوبه د تودوخې په $100^\circ c$ کې	0.00029	الکول د تودوخې په $o^\circ c$ کې	0.0012		
ايتر د تودوخې په $20^\circ c$ کې	0.00024	گليسيرين د تودوخې په $20^\circ c$ کې	1.50		

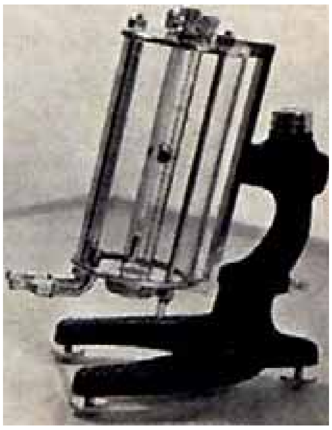
هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او خارجي اصطکاک د محاسبې لپاره ترې گټه اخيستل کېږي، په لاندې توگه يو له بل سره توپير لري.

$$=\eta\, A \cdot v/d \quad = \text{داخلي اصطکاک او} \qquad \mu \cdot {}_{o} = \quad = \text{خارجي اصطکاک}$$

خارجي اصطکاک د نورمالې قوې په زياتېدو سره زياتېږي، چې پر داخلي اصطکاک هيڅ اغېز نه لري. ددې پرعکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوېيدو زياتېږي، په داسې حال کې چې خارجي اصطکاک له دې دوو سره هيڅ ډول اړيکي نه لري.

د لزوجیت د ضریب اندازه کول

د یوې مایع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره اکثراً له یوې آلې څخه چې د ویسکو زیمتر هوپیل (Hoeppl – Viskosimeter) په نامه یادېږي او په شکل کې ښودل شوی، کار اخلي. ځکه چې له دې الې او ددې په خیر نوروآلو سره کار کول چې د عین پرنسیپ پربنسټ کار کوي، ساده توب او لازم دقت په اندازه کولو کې تامین کېږي.



(8-15) شکل

لکه چې په شکل کې لیدل کېږي، په یوه نل کې چې یو کمزوری کوږوالی لري، یوه کره مخ ښکته سقوط کوي. د تودوخې د درجې د ثابت ساتلو لپاره، دغه دستگاه له اوبو څخه ډک یوه لوښي کې ځای پرځای شوی دی چې د تودوخې درجه یې د یو ترموستات په مرسته په یو ثابت قیمت کنترول کېږي.

د زمان د سقوط له محاسبه کولو څخه، کولای شو لزوجیت لاسته راوړو. له هغو کرېو څخه په گټې اخېستلو چې مختلف قطرونه لري، له همدې الې سره د گازونو او هغو موادو لزوجیت په لاس راوړي چې د ډېر لوړ لزوجیت لرونکي وي.

مثال

د گریس د لزوجیت ضریب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې کثافت یې $\rho_1 = (0.9\, g/cm^3)$ او یوه المونیمي کرې له ($\rho_2 = 2.8\, g/cm^3$) کثافت او $2mm$ قطر سره، له $h = 24cm$ ارتفاع څخه د 18 ثانیو مودې کې په منځ کې سقوط وکړي.

حل:

یوه کرې دگریس په منځ کې دیوې لنډې فاصلې تر وهلو وروسته، خپله یو نواخته حرکت خپلوي، پوهېږو چې داخلي مقاومت عبارت دی د وزن ( ) او صعودي قوې (bouncy) دکچې له حاصل تفریق څخه، یعني: $= 6\cdot\pi\cdot r\eta v = 6\cdot\pi\cdot r\eta h/t$ ، $_b = \rho_2\pi\frac{d}{2}\cdot h\cdot g$ ، $= mg = \rho_1\pi\frac{d}{2}\cdot h\cdot g$

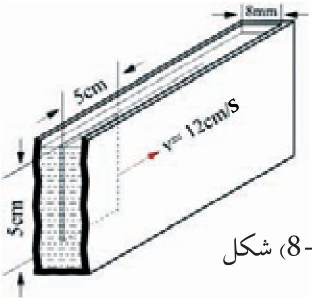
همدارنگه لرو چې: $= \; - \; _b$

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

د قیمتونو له وضع کولو څخه وروسته: $\eta = 7g/cms$

پوښتنې:

1 - په يو ټپ کې چې له تيلو څخه ډک شوی، يو نرۍ پليټ چې 8 ملي متره سور او 55 سانتي متره مربع مساحت لري، له 0.1 نيوټن قوي سره د طول په لوري کې راښکل کېږي. د لزوجيت کچه يې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې، کوم سرعت چې رامنځ ته کېږي، $12 cm/s$ قيمت ولري.



(8-16) شکل

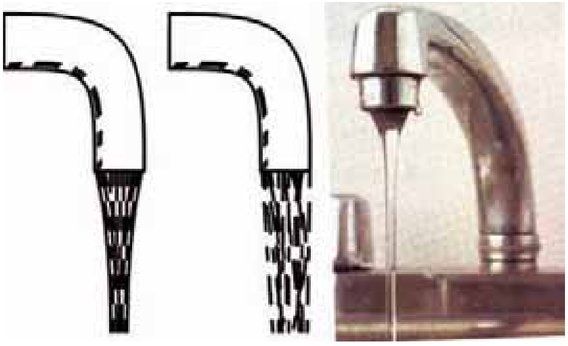
2 - د يو موټر په يو برک کې چې $20cm^3$ گلسيرين په کې کاريدلي او د لزوجيت ضريب يې ms/ $\eta = 1.5$ دی، د يو نل په واسطه چې $12.5cm$ طول او $2.5mm$ قطر لري تر $18.10^6 bar$ يو منځنی توپيري فشار لاندې پرس (کيکاږل) کېږي. هغه زماني موده چې ددې عمليې لپاره کاريدلي، محاسبه کړئ.

- : د توپاني بهير ښکارنده (پديده)

په مختلفو سرعتونوکې د يو جريان د واقع کيدو څرنگوالي:

داخلي اصطکاک هغه مهال منځته راځي چې د مايع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، يو د بل له څنگ څخه تير شي.

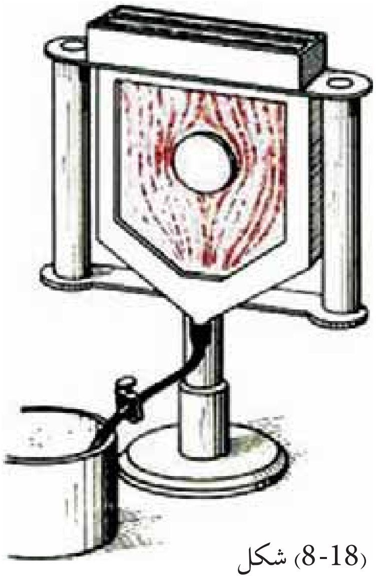
دا پيښه، تر ټولو د مخه د مايعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحد قشرونو کې څرگنديږي. د دې داخلي اصطکاک د غلبې لپاره يايي د اغېزو د لرې کولو لپاره، د انرژۍ يوه برخه چې د مايع په جريان کې ده، مصرفيږي.


(8-17) شکل،
له څڅکوري (شيردهن) څخه د لامينار او توربلنت بهيرونه

په کوچينو سرعتونو کې داخلي اصطکاک هم کوچنی وي. نو له دې امله د فشار تغيير او د انرژۍ ضياع چې د سرعت له کموالي څخه را پيدا شوي، هم تر هغه حده کوچنی دی چې د مايع هغه قشرونه چې يو دبل له څنگ څخه تيريږي، نه څيرې څيرې کېږي، بلکې يو د بل له اړخه په صاف ډول تيرېږي او جريان ته لامينار (Laminar) وايي.

اما د ډېرو سرعتونو په حالت کې چې اصطکاک ډېر قوي دي، د جريان تصوير به د پام وړ ډول څانته تغيير ورکوي. په دې حالت کې د اوبو څرخ (گرداب) منځته راځي.
رامنځته شوی جريان د توربولينت (Turbulent) په نامه يادېږي.

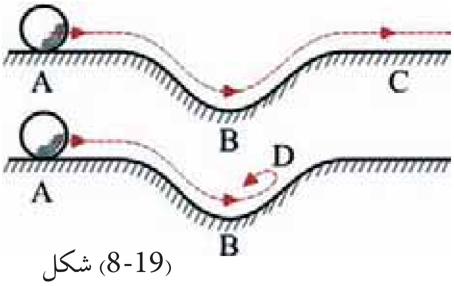
که چیرې د اوبو شیردان لږ څه خلاص کړو، اوبه په کراره او نرمۍ له شیردان څخه خارجېږي او که چیرې شیردان نور هم خلاص کړو، د اوبه جریان یو ټاکلي سرعت ته تر رسیدو وروسته په نا کرارۍ پیل کوي او د اوبو خرخ تولید وي. په (8-18) شکل کې هم دا پدیده په ډېر ښه ډول په هغه اله کې چې د «جریان له لارې د ثبت الې» په نامه یادېږي، لیدلای شئ. ددې الې د کار طریقه داسې ده چې بې رنګه شفافې اوبه او سور رنګې اوبه له دوو لوښو څخه په یوه فضاکې چې د دوو ښېښه یې پلېټونو ترمنځ وي، له پورته لورې څخه له یو شمېر نریو سوریو څخه چې تیار شوې دي، جریان پیداکوي. د اوبو جریان له سوریو څخه په دې ډول دي چې صفا او رڼې اوبه له لومړي او دریم سوري او سرې رنګه اوبه له دوهم او څلورم سوري څخه تیرېږي.


(8-18) شکل

د دواړو مایعاتو د جریان خروجي سرعت له هغه قید سره چې په پیپونو کې کارېږي، کولای شو تنظیم کړو. که چیرې په لوښې کې مایع نه وي، د جریان ریښې د سور رنګه موازي خطونو په څیر تر سترګو کېږي. او که چېرې کومه مانع هم وي. د دوو رنګو اختلاط بیاهم نه تر سترګو کېږي. هغه څه چې لیدل کېږي عبارت دي د جریان د متجانسو رشتو له یو عبور څخه چې په دواړه خواو کې یې صورت موندلي دي.

د ګردابونو پیداکیدل

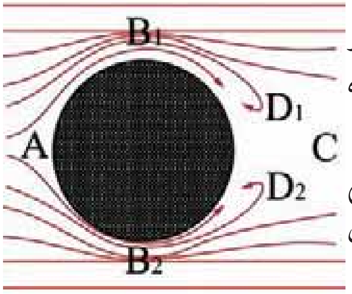
دګردابو پیدایښت کولای شو په اسانۍ له یوې میخانیکي عملیې سره په پرتله د فهم وړ وګرځوو. که چېرې یوه کرۍ د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې راشي، دغه کرۍ در غړیدو پر مهال خپله پوتانسیلي انرژي له لاسه ورکوي او ورسره یو ځاي یې په سرعت کې زیاتوالي منځته راځي، شکل ته پام وکړئ.



(8-19) شکل

کله چې کرۍ منحني مخ په پورته وهي، له سرعت څخه یې کمېږي. ددې سرعت قیمت که له اصطکاک څخه تیر شو د C په نقطه کې عین همغه قیمت لري چې په پیل کې یې د A په نقطه کې لر درلود. که چیرې د اصطکاک قیمت کم هم وي، کرۍ یو څه پورته ځي، خو د سرعت قیمت د C په نقطه کې نسبت د سرعت قیمت ته د A په نقطه کې کم دی.

که چېرې انرژي د اصطکاک له امله ډېره ضایع شي، هغه حرکي انرژي چې باید د B په نقطه کې وي تر څو کړې پورته یوسي او هغه C نقطې ته ورسوي، کفایت نه کوي او کړې تر D نقطې رسیږي او سرعت یې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بیرته ګرځي.



(8-20) شکل

عین مناسبتوته په هغه حالت کې شته، کله چې یوه مایع له یوې مانع سره مخ شي، مثلاً که چیرې یوه مایع له یوې استوانې سره ولګیږي او له خارجي سطحې څخه عبور کړي، (8-20) شکل.

لیدل کېږي چې د B_1 او B_2 ساحې محدودې او تنګې دي، نو د متمادیت د معادلې له نظره د سرعت قیمت زیاتیږي 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 لړو اصطکاکونو کې لومړۍ غیر مهم تغییرونه منځته راځي. خو کله چې د سرعت قیمت ډېروي، داخلي اصطکاک پورته ځي او بالاخره داسې حالت منځته راځي چې د مایع ذرې د B_1 او B_2 په ساحو کې نور هغه حرکي کافي انرژي نه لري، ترڅو د لوړ فشار په وړاندې د C په ساحه کې حرکت ته دوام ورکړي، بلکې سرعت یې کمېږي او بالاخره د D_1 او D_2 په څیر ساحو کې صفر ته تقرب کوي او په پایله کې د مایع ذرې بیرته راګرځي او ارمند دي چې شاته جریان پیداکوي. د بیرته راګرځیدو پر مهال په دوران پیل کوي او ګرداو تشکیلوي. یعنې هغه مایع چې مخکې یو لامینار مایع و، دادې په یو توربولنیت مایع تبدیل شوې دي. هغه ګرداونه له دواړو خواو څخه چې په پرله پسې منځته راځي، د خارج جریان په واسطه نیول کېږي او د مانع شاته اصطلاحاً یوه ګرداوې 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 اغېز هومره کم دی چې کولای شي ترې تیر شو.

• یو سیال (مایع یا گاز) ته هغه مهال خیالي (ایده ال) ویلی شوچې د تراکم وړتیا ونه لري او له اصطکاک څخه هم بې برخې وي.

• د متمادیت معادله بیانوي چې په یو نل کې چې د متغیرو مقطعو لرونکې وي، د مایع د جریان سرعت د نل له مقطع سره معکوساً متناسب دی. یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت لږ او په کوچنی مقطع کې د جریان سرعت ډېروي.

• د $_2 + (\rho v_2^2/2) = {}_1 + (\rho v_1^2/2)$ عبارت دي د برنولي له ساده رابطې څخه او بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډېروي لږ دی.

• د $ct = \quad + \rho gh + \rho v^2/2$ هم د برنولي د معادلې بل شکل دی چې د یوې خیالي مایع لپاره لاس ته راغلي او د حقیقي مایعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک یې ډېر نه دی، هم د تطبیق وړتیا لري.

• په افقي جریانونو کې کولای شو، د برنولي قانون په دې ډول بیان کړو، چې د افقي جریان په ټول بهیر کې د   د فشار او د بند فشار ($\frac{1}{2}\rho V^2$)مجموعه ثابت دی.

• وینتوري ټیوب له یو نري نل (جیټ) څخه جوړ شوی دی، چې په هغې د فشار توپیر په ډېرو پلنو برخو او ډېرو تنگو (کم سوري) برخو کې فشار د مایع په یوه فشار سنجوونکي (مانومتر) پرمټ اندازه کیدای شي، او د برنولي قانون پربنسټ د ($_2 + 1/2\rho V_2^2 = \quad {}_1 + 1/2\rho V_1^2$) رابطه په وینتوري ټیوب کې صدق کوي.

• د الوتکې په وزرونو کې یوه اوچتوونکې قوه شته، چې ددې لامل گرځي (کله چې په کافي توگه د هوا پرتله په ډېر لوړ سرعت حرکت وکړي) هغه په هواکې اوچته ساتي.

• د مایعاتو لزوجیت یا چسپیدل (نښتل) 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 اغېزو له قطع کیدو څخه وروسته چې د حرکت لامل گرځیدلي ورو ورو قطع کېږي.

• د داخلي اصطکاک فورمول ($= \eta \cdot A \cdot V/d$) دظ. η یې د لزوجیت د ضریب په نامه یادېږي چې یو مهم ثابت دی او د هرې مادي لپاره مشخص دی.

• د ویسکو زیمتر هوپیل له الې څخه د یوې مایع د لزوجیت د ضریب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.

• که چېرې یوه کره د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې واقع شي، دغه کره د رغړېدو پرمهال خپله د پوټنسیل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې یې ډېروالي راځي. د سرعت په زیاتیدو سره داخلي اصطکاک لوړېږي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مایع ذرې، کافي حرکي انرژي له لاسه ورکړي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولی او سرعت یې صفر ته تقرب کوي. په پایله کې ذرې بیرته راګرځي او شاته جاري کېږي او د بیرته راګرځیدو په مهال په څرخیدو دوران پیل کوي او ګرداو جوړوي چې وایې نورنو نوموړې مایع په یو توربولنیت مایع بدله شوې ده.

د اتم څپرکي پوښتنې

1 - یو سیال (مایع – ګاز) تعریف کړئ.

2 - د متمادیت یا پیوستوالي معادله څه شی بیانوي؟

3 د $A_1V_1 = A_2V_2$ رابطه د .... او .... هرې مقطع لپاره د تطبیق وړ ده.

4 - که چیرې مایعات او ګازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي .... ورته ویل کېږي.

5 - د یوې خیالي مایع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت ده له .... څخه.

6 - د $\frac{1}{2}\rho V^2 = {}_1 - {}_2 = {}_s$ فشار د .... فشار په نامه یادېږي.

7 - د .... دقانون پرینسټ په وینتوري ټیوب کې .... رابطه صدق کوي.

8 - د لزوجیت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړیوال سیستم کې د $[\eta]=[\ d/A_V]$ له رابطې څخه ترلاسه کړې.

9 - ایا په ډېره کچه فشار تل د ډېرې قوي پرمټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضیح کړئ.

10 - کله چې د یوې نیچې له لارې اوبه چښئ د هوا په تخلیه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموئ او مایع په حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. أیاکولای شئ ددې موخې لپاره په سپوږمۍ کې هم له نیچې څخه د اوبو د چښلو لپاره کار واخلئ؟ ولې، توضیح کړئ.

11 - له لاندې معادلو څخه کومه یوه د اوبو سرعت د A په نقطه کې (V_A) او د اوبو سرعت د B په نقطه کې (V_B) توضیح کوي؟

الف) $d_AV_A = d_BV_B$

ب) $d_A{}^2V_A = d_B{}^2V_B$

ج) $d_Ad_B = V_AV_B$

د) $1/2\,d_AV_A{}^2 = 1/2\,d_BV_B{}^2$

12 - که چیرې 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 څو ځلې د B له نقطې څخه تیز دی؟

13 - اوبه په یو افقي نل کې په $3\times10^5\ _a$ فشار په $1m/s$ سرعت جاري دي، نل د خپل اصلي طول د $\frac{1}{4}$ په اندازه نرۍ کېږي، د جریان سرعت د نل په نرۍ برخه کې څومره دی؟

14 - د یو نل د شیردان د سوري قطر $2cm$ دی او په هره ثانیه کې په $2,5\times10^{-2}m^3$ کچه اوبه ترې خارجېږي، هغه سرعت چې اوبه په کې له نل څخه خارجېږي، پیداکړئ.

ماخذونه

1. C (R NC A CA ON), b Do s C. in co i, b is d b 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 , b is d b b is in Com n , in d in R , 1996.
5. F nd m n s o sics, b is d b ni si o i i in s, Co o d c ion, M ni , 1976.

6. الفیزیاء (للمرحلة الثانویة / الفرع العلمي)، و زارة التربیة و التعلیم، ادارة المناهج والکتب المدرسیة، الکتاب في مدارس المملکة الاردنیة الهاشمیه، ۲۰۰۵م.

7. د «فزیک (2) و ازمایشګاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د څېړنې او ازموینې د پلان جوړولو سازمان، د ایران د درسي کتابونو د چاپ او خپریدو شرکت، 1385 هـ . ش.

8. د «فزیک (3) و ازمایشګاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د څېړنې او ازموینې د پلان جوړولو سازمان، د ایران د درسي کتابونو د چاپ او خپریدو شرکت، 1385 هـ . ش.

9. د عمومي تعلیماتو ښوونځیو د دولسم ټولګي د فزیک درسي کتاب، د تالیف او ترجمې ریاست، د افغانستان د ښوونې او روزنې وزارت، 1388 هـ . ش.