

بسم الله الرحمن الرحيم

لومړۍ فصل

د فزیکي کمیتونو اندازه کول

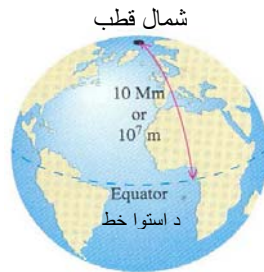
سریزه: فزیک د طبیعي علومو یوه خورا مهمه څانګه او تجربی علم دی. فزیک له تجربو او اندازه کولو سره سروکار لري. د فزیک زده کړه او مطالعه د فزیکي کمیتونو د اندازه کولو له څرنگوالي نه پیل کوي. له دې کمیتونو نه کولې شو له طول، کتلې، وخت، تودوخې، فشار او برېښنايي مقاومت نه نوم واخلو. په فزیک کې د هرې پوښتنې د ځواب لپاره باید تجربه تر سره شي. په فزیک کې هر شی چې د اندازه کولو وړ وي د کمیت په نوم یادېږي یا دا چې کله د یوه عدد ښی اړخ ته واحد ولیکل شي د ایو فزیکي کمیت اړایه کوي لکه 10 C° ، 7 N ، 5 m او داسې نور.

د یوه فزیکي کمیت د توصیف او پیژندنې لپاره لومړۍ واحد معرفي کوي. د هر فزیکي کمیت واحد باید د هغه کمیت له جنسه وي داسې چې نوموړې واحد څو ځله په هغه کمیت کې شامل وي. واحد باید داسې وټاکل شي چې د وخت او ځای په نسبت بدلون ونه کړي او د نړۍ ټول وګړي ورڅخه یوشان ګټه واخلي او یو شان یې وکاروي. له اندازه کولو نه موخه د یوه فزیکي کمیت پرتله د هغه له واحد سره ده. په فزیک کې ډیر زیات کمیتونه وجود لري چې په اصلي او فرعي باندې ویشل کېږي. د میخانیک فزیک اصلي کمیتونه طول، کتله او وخت دي.

۱-۱: مقیاسونه او واحدونه

فزیک یو تجربی علم دی او په معمولي توګه د اندازې اخیستلو د پایلو د بیان لپاره د عددونو او ارقامونه ګټه اخلي. هر عدد چې د یوې فزیکي پدېدې د کمي بیان لپاره کارول کېږي د فزیکي کمیت په نوم یادېږي. ځینې فزیکي کمیتونه دومره زیات بنسټیز دي چې یوازې د اندازې اخیستلو په څرنگوالي سره تعریف او ځانګړي کېږي. دا ډول تعریف ته عملیاتي تعریف وايي. خو په ځینې نورو حالتونو کې یو فزیکي کمیت د نورو اندازه

اخیستلو وړ کمیټونو په مرسته بیانېږي. له دې کبله کمیټونه په لومړۍ او دویم ډول او یا په بنسټیز (اساسي) او فرعي باندې ویشل کېږي. د بیلګې په توګه کله چې طول یا اوږدوالې د یوه درجه لرونکې خط کش او یا وخت د یوه ساعت په مرسته اندازه کوو دا دواړه کمیټونه بنسټیز کمیټونه دي، خو کله چې د یوه خوځنده جسم سرعت د طی کرل شوې واټن (چې د خط کش په مرسته اندازه شوې) او د هغه آړوند وخت (چې د ساعت په مرسته اندازه شوې) له تقسیم څخه په لاس راوړو دویم ډول کمیټ او یا فرعي کمیټ دي. د اندازه کولو په وخت کې همیشه کمیټ د هغه آړوند واحد سره پرتله کېږي. کله چې وایو د یوه موټر اوږدوالې $4.29m$ دي دا مانا لري چې د نوموړې موټر اوږدوالې د یاد شوې درجه لرونکې خط کش 4.29 برابره دي چې د تعریف له مخې د هغه خط کش طول $1m$ دي. دا مقیاس د اندازه کولو د واحد په نوم یادېږي. متر د طول واحد او ثانیه د وخت واحد دي. په فزیک کې د یوه کمیټ د بیان په وخت کې باید د هغه واحد هم ذکر شي. د بیلګې په توګه د پورته یاد شوې موټر د طول د بیان لپاره یوازې د 4.29 عدد ویل هیڅ مانا نه لري. د اندازه کولو لپاره باید واحدونه داسې تعریف او وټاکل شي چې په هیڅ ځای کې بدلون ونه کړي او د نړۍ وګړې په هر ځای کې له هغو نه یو شان ګټه واخلي او د هغو د نمونو جوړول په ټولو ځایونو کې شونې وي. کله چې په ۱۷۹۱ کال کې د پاریس د علومو اکاډمۍ د متریک سیستم بنسټ کېښود نو یو متر یې د ځمکې د کرې د استوا د کرښې او قطب ترمنځ د واټن $(1-1)$ شکل یو پر لس میلیونمه $(\frac{1}{10^7})$ برخه او یوه ثانیه یې د یو متر طول لرونکې رقاصې د مسیر له یوه انجام نه تر بل انجامه پورې د لېږد وخت تعریف کړ.



جنوب قطب
(۱-۱) شکل

دا تعريفونه مشکل او د نمونو جوړول يې هم خورا گران کار دي. له ۱۸۸۹ کال نه را په دې خوا د اصلي واحدونو تعريف د وزنونو او مقیاسونو د عمومي کنفرانس په واسطه تر سره کېږي. د واحدونو هغه سيستم چې ددې کنفرانس له خوا تعريف شو د متریک سيستم په نوم يادېږي. دا سيستم د SI په توروچې د (System International) لنډيز دي او په فرانسوي ژبه کې د نړيوال سيستم په مانا دي بنودل کېږي. په ميخانيک فزيک کې درې اصلي يا بنسټيز واحدونه وجود لري چې په لاندې ډول مطالعه کېږي.

وخت Time

له ۱۸۸۹ نه تر ۱۹۶۷ کل پورې د وخت واحد د لمريزې منځني شپې ورځې (شېبانه روز) د يوې ټاکلې برخې په توگه تعريف کيده. يوه شپه ورځ هغه وخت ته ويل کېږي چې ځمکه د خپل محور په شاوخوا يو دوران بشپړ کړي او منځني شپه او ورځ د يوه کال د شوا روزونو منځني قيمت دي. خو د وخت هغه واحد چې له ۱۹۶۷ را په دې خوا منل شوې دي ډير دقيق او بدلون نه منونکي دي د وخت واحد ثانيه ده او داسې تعريف کېږي. **يوه ثانيه هغه وخت دي چې د هغه په جريان کې د سيزيم - ۱۳۳ اتوم تشعشع، 9192631770 دورانونه يا سايکلونه تر سره کوي.**

طول Length

په ۱۹۶۰ کال کې د متر اتومي واحد هم د کريپتون - ۸۶ اتوم د تشعشع نارنجی-سره، طول موج پر بنسټ تعريف شو. د ۱۹۸۳ په نومبر کې د طول واحد بېاله سره او پر بنسټيزه توگه تعريف شو او دا د طول تر ټولو دقيق او اساسي تعريف دي. د نوې تعريف پر بنسټ متر هغه واټن دي چې نور يې په خلا کې $1/299792458$ ثانيو کې طی کوي په دې اساس په خلا کې د نور د خپرېدو سرعت مساوي 299792458 m/sec دي.

کټله Mass

د کتلې واحد د هغې استوانې کټله ده چې د پلاتین-ایریديوم له الياژ نه جوړه او پاریس ته نږدې د (Sevres) په ښار کې د وزنونو او مقیاسونو په نړیوال موزیم کې ساتل کېږي. یو کیلو ګرام په 4°C کې د 1dm^3 خالصو اوبو کټله ده.

۱-۲: د اصلي واحدونو اجزا او اضعاف

د اصلي واحدونو له تعریف نه وروسته د نوموړیو فزیکي کمیتونو لپاره د اصلي واحدونو اجزا او اضعاف تعریفوو. په متریک سیستم کې دا اجزا او اضعاف همیشه د اصلي واحدونو $\frac{1}{10}$ یا د 10 مضربونه دي. د بیلګې په توګه یو کیلو متر (1km) مساوي 1000m او یو سانتي متر (1cm) مساوي $\frac{1}{100}$ متر دي او داسې نور. په معمولي توګه دا نسبتونه د طاقتیزو عددونو په توګه ښودل کېږي، یعنې $10^3 = 1000$ او $10^{-3} = \frac{1}{1000}$ او داسې نور.

د طول، کتلې او وخت اجزا او اضعاف په لاندې ډول معرفي کېږي.
طول:

(د یوه آتوم څوچنده) $(1\text{nm}) = 10^{-9}\text{m}$ یونانو متر
(د یوې باکتریا اندازه) $(1\mu\text{m}) = 10^{-6}\text{m}$ یو میکرومتر
(د یوه عادي خود کار قلم د نوک اندازه) $(1\text{mm}) = 10^{-3}\text{m}$ یو ملي متر
(د کوچنۍ ګوتې د نوک قطر) $(1\text{cm}) = 10^{-2}\text{m}$ یو سانتي متر
(په لسو دقیقو کې پلې طي کړي شوې واټن) $(1\text{km}) = 10^3\text{m}$ یو کیلو متر

کټله:

$(1\mu\text{g}) = 10^{-9}\text{kg}$ یو میکروګرام
 $(1\text{mg}) = 10^{-6}\text{kg}$ یو ملي ګرام
 $(1\text{g}) = 10^{-3}\text{kg}$ یو ګرام

وخت:

(د نور په واسطه د $0.3m$ واټن وهلو لپاره لازم وخت) $(1ns) = 10^{-9}S$ یوه نانو ثانیه.

(د کمپیوټر په واسطه د جمعې د یوې عملیې د اجرا کولو $(1\mu s) = 10^{-6} sec$ یوه میکرو ثانیه لپاره لازم وخت)

(په هوا کې د صوت په واسطه د $0.35m$ واټن د طی کولو لپاره لازم وخت) $(1ms) = 10^{-3} sec$ یوه ملي ثانیه

$$(1min) = 60sec \text{ یوه دقیقه}$$

$$(1h) = 3600sec \text{ یو ساعت}$$

$$(1d) = 86400sec \text{ یوه ورځ}$$

۱-۳: د واحدونو یو په بل اړول راپول:

د فزیکي کمیتونو تر منځ د اړیکې د بیان لپاره چې په الجبري علامو سره ځانګړې کیږي الجبري اړیکه لیکي. هره الجبري علامه د یوې اندازې او یوه واحد معرفي کونکې ده. د بیلګې په توګه $10m$ ، t ، $5sec$ وخت او v ، $2m/s$ سرعت ښيي.

په یوه فزیکي اړیکه کې باید واحدونه په یوه سیستم کې وي لکه څرنګه چې آنا له منځو سره نه جمع کیږي، همدارنګه دوه کمیتونه هغه وخت یو له بل سره جمع او منفي کیږي چې یوشان واحدونه ولري. د بیلګې په توګه که چیرې یو جسم د v په ثابت سرعت د S واټن د t په وخت کې طی کړي دا کمیتونه په لاندې ډول یو د بل سره اړوندوي:

$$S = v \cdot t \quad (1-1)$$

څرنګه چې S په متر اندازه کیږي، باید $v \cdot t$ هم په متر بیان شي.

که چیرې په پورتنۍ مثال کې عددونه وکارول شي، نو لرو چې:

$$10m = \frac{2m}{sec}(5sec)$$

لیدل کیږي چې $\frac{1}{sec}$ له sec سره اختصار او په پایله کې m پاته کیږي، واحدونه هم د الجبري علامو په شان ضرب او تقسیم کیږي. په دې طریقه په اساني سره کولي شو

واحدونه له يوه سيستم نه په بل سيستم واړوو. که چيرې د يوه کميت اندازه په مختلفو واحدونو سره بيان شي بدلون نه کوي. د مثال په توګه د $1\text{min} = 60\text{sec}$ ويل د 1 او 60 عددونو د تساوي په مانا نه دي، بلکې داسې ويل کيږي چې يوه دقيقه 60 ثانيې ده. (۱-۱) مثال: 3 min په ثانيو واړوی؟

حل:

$$3\text{ min} = 3\text{ min} \frac{60\text{ sec}}{1\text{ min}} = 180\text{ sec}$$

(۱-۲) مثال: ديوې الوتکې سرعت 1019.5 km/h دی دا سرعت د m/sec له

جنسه پيدا کړئ؟

حل: پوهېږو چې $1\text{ km} = 10^3\text{ m}$ او يو ساعت 3600 sec دی، نو ليکلی شو چې: s

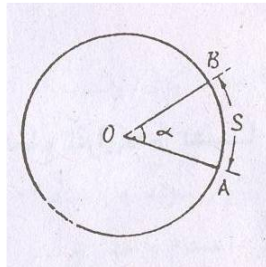
$$1019.5\text{ km/h} = 1019.5 \left(\frac{10^3\text{ m}}{\text{km}} \right) \left(\frac{1\text{ h}}{3600\text{ sec}} \right) = 283.2\text{ m/sec}$$

۱-۴ : زاويه Angle

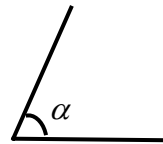
زاويه په دوه ډوله ده، مستوي او فضايي هره يوه يې جدا جدا معرفي کوو:

مستوي زاويه:

مستوي زاويه د فضا يوه برخه ده چې د دوه نيمو خطو په واسطه چې له يوې نقطې نه خارجيږي محدوده شوي ده. (۱-۲) شکل.



(ب)



(الف)

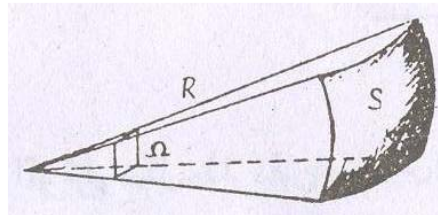
(۱-۲) شکل

د مستوي زاويې واحد راديان دي. يو راديان زاويه د دایرې په مرکز کې هغه زاويه ده چې د مقابل قوس اوږدوالي يې د دایرې له شعاع سره مساوي وي (۱-۲ ب) شکل.

د مستوي زاويې بل واحد درجه ده. يوه درجه د يوې دایرې د محیط $\frac{1}{360}$ برخه ده.

فضايي زاويه Solid angle

فضايي زاويه د فضا يوه برخه ده چې د يوې کروي سطحې په واسطه محدوده شوې وي. (۱-۳) شکل.



(۱-۳) شکل

فضايي زاويه په Ω سره بنودل کېږي، يعنې

$$\Omega = \frac{S}{R^2}$$

د فضايي زاويې واحد سټيراديان (Steradian) دي او دا هغه فضايي زاويه ده چې د مقابلې ټوټې د سطحې مساحت يې د کرې د شعاع له مربع سره مساوي وي.

د طول يا اوږدوالي ځينې غير سيستمي واحدونه وجود لري لکه: ميل، يارد، فټ او انچ چې په ورځيني ژوند کې ورڅخه زياته گټه اخيستل کېږي ددی ياد شويو واحدونو او متر يا سانتي متر ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$1\text{mile} = 1609\text{m} = 1.609\text{km}$$

$$1\text{yd} = 0.9144\text{m} = 91.44\text{cm}$$

$$1\text{ft} = 0.3048\text{m} = 30.48\text{cm}$$

$$1\text{in} = 0.0254\text{m} = 2.54$$

(۱-۳) مثال: يارد (yard) او متر دواړه د طول واحدونه دي لومړۍ يې غير سيستمي او دويم يې سيستمي دی معلوم کړی چې 100yd اوږد دي او که 100m .

حل: څرنگه چې $1\text{yd} = 0.9144\text{m}$

له پورتنۍ رابطې نه څرگندېږي چې $100\text{yd}=91.44\text{m}$ دي له دې ځايه معلومېږي چې 100m اوږد دي. د دوي تر منځ توپير عبارت دی له:

$$\Delta L = 100\text{m} - 100\text{yd} = 100\text{m} - 91.44\text{m} = 8.56\text{m}$$

(۱-۴) مثال: معلوم کړي چې 8m څو انچه او څو فټه کېږي.

$$8\text{m} = 8 \cdot 3.28\text{ft} = 26.24\text{ft}$$

$$8\text{m} = 8 \cdot 39.37\text{in} = 314.96\text{in}$$

حل:

۱-۵: وکتوری او سکالری کمیتونه Vectors and Scalars

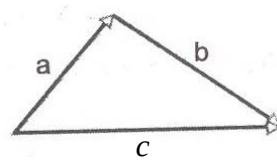
په فزيک کې ټول کمیتونه په دوو ډلو ویشل کېږي، وکتوری او سکالری. وکتوری کمیتونه هغو کمیتو ته ویل کېږي چې د هغو د بشپړې پېژندنې او اړايې لپاره په مقدار او کچې برسیره د هغو لوری او جهت هم باید په ګوته شي. یو وکتور د کچې او لورې یا جهت درلودونکې دي. د وکتوري کمیتونو بیلګې عبارت دي له: قوه، سرعت، تعجیل، امپولس او نور.

سکالر هغه کمیت دی چې یوازې کچه لري او د یوه عدد او علامې په واسطه ښودل کېږي، یعنې سکالري کمیتونه د جهت درلودونکې نه دي د هغو د بشپړې پېژندنې لپاره عدد او علامه کفایت کوي. د سکالري کمیتونو بیلګې عبارت دي له: کتله، کثافت، فشار، د تودوخې درجه، انرژي، لوړوالی، ژوروالی او داسې نور.

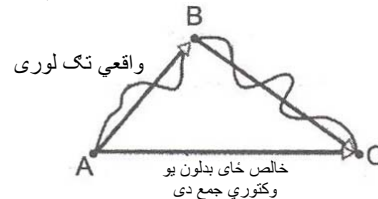
۱-۶: په وکتورونو باندې الجبري عملیې:

الف) د وکتورونو جمع

وکتور عبارت له یوه جهت لرونکې قطعه خط څخه دی. د دوو وکتورونو د جمعې لپاره لاندې مثال په پام کې نیسو. د (۱-۴ الف) شکل سره سم یوه ذره ه د A له نقطې نه په حرکت پیل کوي، لومړۍ د B نقطې ته او وروسته د C نقطې ته رسېږي.



(ب)



(الف)

(۱-۴) شکل

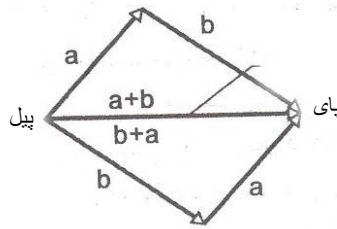
د نوموړې ذرې عمومي تغيير مکان (ځای بدلون) د $\overrightarrow{AB}$ او $\overrightarrow{BC}$ دوو وکتورونو په واسطه ښودلې شو. ددې دوو تغيير مکانونو محصله د $\overrightarrow{AC}$ تغيير مکان دي. (۱-۴ الف) شکل.

$\overrightarrow{AC}$ وکتور د $\overrightarrow{AB}$ او $\overrightarrow{BC}$ د وکتورونو حاصل جمع دی او په لاندې ډول ليکل کېږي.

$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} \quad (1-2)$$

په پورتنۍ رابطه کې $\vec{c}$ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونو حاصل جمع يا محصله وکتور دي. په (۱-۵) شکل کې د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونو د دوه بعدي جمعي طريقه په ترسيمې يا گرافيکي توگه ښودل شوې ده.

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a} \quad (1-3)$$

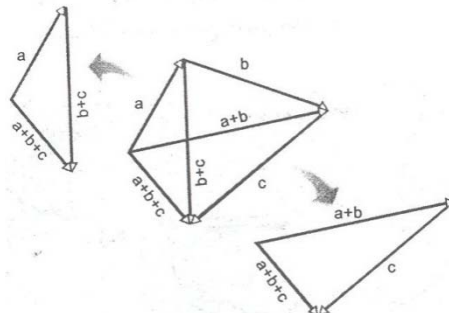


شکل (۱-۵)

(۱-۵) شکل د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونه په هره طريقه جمع کېدۍ شي.

(۱-۳) رابطه د وکتورونو د جمعي د تبديلي قانون بيانوي.

که چيرې له دوو نه زيات وکتورونه ولرو، دا مهمه نه ده چې د جمع کولو په وخت کې هغه څرنگه گروپ بندي کړو، که وغواړو چې د $\vec{a}$ ، $\vec{b}$ او $\vec{c}$ وکتورونه يو له بل سره جمع کړو، لومړې $\vec{a}$ او $\vec{b}$ يو له بل سره جمع او وروسته يې د $\vec{c}$ له وکتور سره جمع کوو. له بلې خوا کولې شو لومړۍ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ سره جمع کړو او وروسته د هغو مجموعه له $\vec{a}$ سره جمع کړو.



شکل (۱-۶)

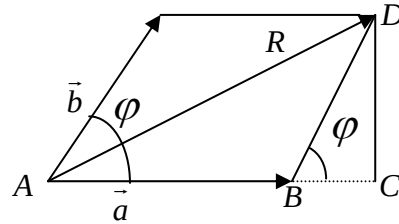
(۱-۶) شکل په مختلفو طريقو سره د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ درې وکتورونو جمع په دواړو طريقو يو شان پایله لاس ته راځي او په لاندې ډول يې ليکلې شو.

$$(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c}) \quad (۱-۴)$$

(۱-۴) رابطه د وکتورونو د جمعي اتحادي قانون دي.

۱-۷: د متوازي الاضلاع طريقه

که چيرې د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ دوه وکتورونه په خپل منځ کې د φ زاويه جوړه کړي د نوموړيو وکتورونو د حاصل جمع يا محصلې د پيدا کولو لپاره د متوازي الاضلاع له طريقې څخه ګټه اخلو. که چيرې د $\vec{a}$ د وکتور له انجام څخه يو خط موازي او مساوي د $\vec{b}$ له وکتور سره او د $\vec{b}$ د وکتور له انجام څخه يو خط موازي



(۱-۷) شکل

او مساوي د $\vec{a}$ له وکتور سره رسم کړو يوه متوازي الاضلاع لاس ته راځي د نوموړې متوازي الاضلاع اوږد قطر د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ د وکتورونو محصله وکتور دی، يعنې

$$\vec{R} = \vec{a} + \vec{b}$$

د محصله وکتور R د اندازې د پيدا کولو لپاره له شکل څخه ګټه اخلو. د $\triangle ACD$ قايمه زاويه مثلث څخه لرو چې:

$$\begin{aligned} \overline{AD}^2 &= \overline{AC}^2 + \overline{CD}^2 = (\overline{AB} + \overline{BC})^2 + \overline{CD}^2 \\ &= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB} \cdot \overline{BC} + \overline{BC}^2 + \overline{CD}^2 \end{aligned}$$

د $\triangle BCD$ له قايمه زاويه مثلث څخه لرو چې:

$$\begin{aligned} \overline{BC} &= \overline{BD} \cdot \cos \varphi \\ \overline{CD}^2 &= \overline{BD}^2 - \overline{BC}^2 \end{aligned}$$

که چيرې دا قيمتونه په پورتنۍ رابطه کې وضع کړو لرو چې:

$$\begin{aligned}\overline{AD}^2 &= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB} \cdot \overline{BD} \cos \varphi + \overline{BD}^2 \cos^2 \varphi + \overline{BD}^2 - \overline{BC}^2 \\ &= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB} \cdot \overline{BD} \cos \varphi + \overline{BD}^2 \cos^2 \varphi + \overline{BD}^2 - \overline{BD}^2 \cos^2 \varphi \\ &= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB} \cdot \overline{BD} \cos \varphi + \overline{BD}^2\end{aligned}$$

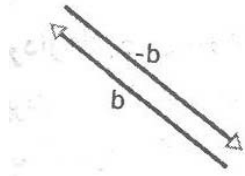
يا

$$\begin{aligned}R^2 &= a^2 + 2ab \cos \varphi + b^2 \\ R &= \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \varphi}\end{aligned}$$

(ب) دوکتورونو تفریق:

د $-\vec{b}$ وکتور د کچې له حیثه د $\vec{b}$ وکتور سره مساوي دی خو د هغه په خلاف لورې دی (۷-۱) شکل. که چيرې وغواړو دا وکتورونه سره جمع کړو نو لرو چې:

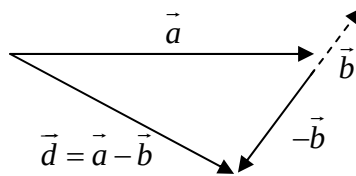
$$\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$$



(۸-۱) شکل د $\vec{b}$ او $-\vec{b}$ وکتورونه

له پورتنۍ رابطې نه معلومېږي چې د $-\vec{b}$ زیاتول یا علاوه کول هم هغه د $\vec{b}$ د منفي کولو اغیزه لري. د دوو وکتورونو د تفریق لپاره له دې خاصیت نه ګټه اخلو، یعنې موږ د $\vec{a} - \vec{b}$ عملیه داسې تعریفوو لکه د $-\vec{b}$ وکتور د $\vec{a}$ په وکتور علاوه یا یې له هغه سره جمع کړي.

$$\vec{d} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b}) \quad (۵-۱)$$



(۸-۱) شکل د دوو وکتورونو تفریق

ج) د وکتورونو ضرب:

د وکتورونو لپاره درې ډوله ضرب وجود لري. دا حاصل ضرب په دقیقه توګه د الجبري ضرب په شان نه دی.

د) د وکتور ضرب په سکالر کې:

که چیرې د $\vec{a}$ وکتور د k په سکالر کې ضرب کړو د $\vec{b}$ نوې وکتور په لاس راځي. د $\vec{b}$ دا نوې وکتور د $\vec{a}$ د وکتور k ځله دي، يعنې:

$$\vec{b} = k\vec{a} \quad (۶-۱)$$

که چیرې k مثبت وي د $\vec{b}$ وکتور او د $\vec{a}$ وکتور هم جهته او که K منفي وي، نو $\vec{b}$ او $\vec{a}$ مختلف الجهت دی.

که چیرې وغواړو چې $\vec{a}$ پر k تقسیم کړو باید $\vec{a}$ په $\frac{1}{k}$ کې ضرب شي يعنې:

$$\frac{\vec{a}}{k} = \vec{a} \frac{1}{k} \quad (۷-۱)$$

و) د وکتورونو سکالري ضرب Dot products

که چیرې د $\vec{a}$ وکتور د $\vec{b}$ په وکتور کې په سکالري توګه ضرب شي، نو حاصل ضرب یې یو سکالر دی، چې په لاندې ډول لیکل کېږي.

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \varphi \quad (۸-۱)$$

سکالري ضرب ته نقطه یي ضرب هم ویل کېږي. په (۸-۱) رابطه کې φ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ تر منځ کوچنی زاویه ده.

هـ) د وکتورونو، وکتوري ضرب Cross products

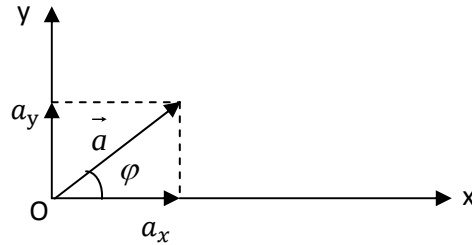
که چیرې د $\vec{a}$ وکتور د $\vec{b}$ په وکتور کې په وکتوري توګه ضرب شي، نو د $\vec{a} \times \vec{b}$ په ډول لیکل کېږي او حاصل ضرب یې د $\vec{c}$ دریم وکتور دی، ددی وکتور کچه مساوي ده په :

$$|\vec{c}| = \vec{a} \times \vec{b} = ab \sin \varphi \quad (۹-۱)$$

وکتوري ضرب ته خارجي ضرب هم وايي. په (۷-۱) رابطه کې φ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ تر منځ کوچنی زاویه ده.

۸-۱: د وکتور تجزيه او د هغه مرکبي

که چيرې د (۹-۱) شکل سره سم د $\vec{a}$ وکتور د XY په مستوي کې ولرو د نوموړي وکتور مرکبي په لاندې ډول پيدا کړو.



(۹-۱) شکل د وکتور تجزيه

د $\vec{a}$ وکتور له انجام نه يو عمود د X په محور او يو عمود د Y په محور رسموو د نوموړو عمودونو تقاطع د X او Y له محور سره د $\vec{a}$ د وکتور افقي مرکبه a_x او عمودي مرکبه a_y په لاس راكوي داسې چې:

$$a_x = a \cos \varphi \quad (۱۰-۱)$$

$$a_y = a \sin \varphi$$

۹-۱: د فزيک بنسټيز کميتونه

په ۱۹۷۱ ميلادي کال کې د وزنونو او مقياسونو خوارلسم کنفرانس په نړيواله سطحه د فزيک اوه بنسټيز (اساسي) کميتونه په لاندې ډول معرفي کړل: طول، کتله، وخت، د برېښنا د جريان شدت، د تودوخې درجه، نوري قوه او د ذرو کچه (مقدار). د پورته ياد شويو کميتونو له جملې نه لومړۍ درې يې، يعنې طول، کتله او وخت د ميخانيک فزيک بنسټيز کميتونه دي. د بنسټيزو کميتونو واحدونه په کيفي او اختياري توگه ټاکل شوې دي. د فزيکي کميتونو د واحدونو نړيوالې سيستم (System International) SI دي. په

دې سیستم کې د طول واحد متر (m)، د کتلې واحد کیلوگرام (kg)، دوخت واحد ثانیه (sec)، د برېښنا د جریان د شدت واحد امپیر (A)، د تودوخې د درجې واحد کلوین (k)، د نوري قوې واحد کاندیلا (cd) او د ذرو د مقدار واحد مول (mole) دي.

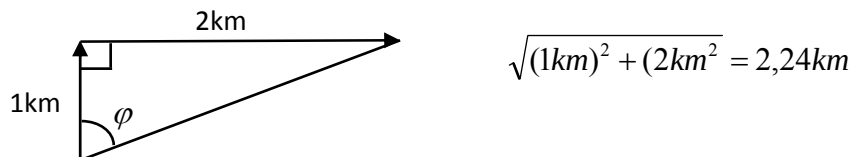
په بنسټیزو کمیتونو برسیره په فزیک کې زیات شمیر فرعي او یا اشتقايي کمیتونه او د هغو واحدونه وجود لري. فرعي واحدونه د اصلي یا بنسټیزو واحدونو له ضرب او تقسیم څخه حاصلېږي. د بیلګې په توګه سرعت یو فرعي کمیت دي او واحد یې د SI په سیستم کې $\frac{m}{sec}$ دي، چې د دوو اصلي واحدونو له تقسیم نه حاصلېږي. کار په فزیک کې یو فرعي کمیت دي واحد یې Joule دي، $1J = N \cdot m = kg \cdot \frac{m}{sec^2} \cdot m$ دلته هم وینو چې ژول د دریو اصلي واحدونو له حاصل ضرب او تقسیم نه حاصلېږي.

(۱-۵) مثال: د اسکي لوبغاړې لومړۍ 1km شمال خواته او ورسته 2km د ختیځ خواته تغیر مکان کوي پیدا کړي:

الف) له مبدأ نه د هغه فاصله څومره ده او د هغه د تغیر مکان جهت نسبت لومړنۍ جهت ته څومره انحراف لري.

ب) د تغیر مکان دوکتور کچه او جهت.

حل: د اسکي د لوبغاړې تغیر مکان د ګراف په واسطه په مناسب مقیاس سره رسموو.



د φ زاویه د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخیستنه پیدا کوو

$$\tan \varphi = \frac{\text{مقابلہ ضلع}}{\text{مجاورہ ضلع}} = \frac{2km}{1km}$$

$$\varphi = \tan^{-1}(2) = 63.4^\circ$$

۱-۱۰: د فصل لنډيز

د مېخانيک فزيک اصلي يا بنسټيز کمپټونه کتله، طول او وخت دي او په نړيوال سيستم يا SI کې د هغو د اندازه کولو واحدونه په ترتيب سره کيلوگرام، متر او ثانيه دي.

يو سکالري کميت د يوه عدد په واسطه ځانگړې کيږي او په دا ډول کمپټونو باندې محاسبه د عادي يا معمولي حساب د قاعدو تابع دي.

د يو وکتور مرکبي عبارت دی له:

$$\begin{aligned} a_x &= a \cos \varphi \\ a_y &= a \sin \varphi \end{aligned} \quad (1-11)$$

د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ دوو وکتورونو سکالري ضرب يو سکالري کميت دي او په لاندې ډول تعريف کيږي.

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \varphi \quad (1-12)$$

د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ دوو وکتورونو وکتوري حاصل ضرب د $\vec{c}$ دريم وکتور دی چې د هغه اندازه مساوي ده په:

$$|\vec{c}| = \vec{a} \times \vec{b} = ab \sin \varphi \quad (1-13)$$

د فزيک اوه بنسټيز کمپټونه عبارت دی له: طول، کتله، وخت، د برېښنا د جريان شدت، د تودوخې درجه، نوري قوه او د ذرو کچه يا مقدار.

د لومړۍ فصل سوالونه

1. یوه فضايي سپوږمکې د 300km په ارتفاع د ځمکې په شاو خوا راگرځي دا ارتفاع د یارد او ملي متر له جنسه پیدا کړي؟ ځوابونه: $(3.282 \cdot 10^5 \text{ yd} : 3 \cdot 10^8 \text{ mm})$
2. د ځمکې د کرې شعاع $6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ ده. د هغې محیط په کیلو متر او مساحت یې په کیلو متر مربع حساب کړي؟ ځوابونه: $(4 \cdot 10^4 \text{ km} ; 5.096 \cdot 10^8 \text{ km}^2)$
3. د یو یارد مربع او یو سانتي متر مربع، یو کیلو متر مربع او یو سانتي مربع تر منځ رابطه پیدا کړي؟ ځوابونه: $(1 \text{ yd}^2 = 8361.27 \text{ cm}^2 : 1 \text{ km}^2 = 10^{10} \text{ cm}^2)$
4. هکتار د مساحت واحد دی $(1 \text{ Ha} = 10^4 \text{ m}^2)$ د ډبرو سکرو په یوه کان کې هر کال 75 هکتاره ځمکه د 26m په ژوروالي لوڅیږي او لیږدول کیږي معلوم کړي چې په دې موده کې د ځمکې خومره حجم د کیلومتر مکعب په حساب لیږدول شوې دي؟ ځواب: (0.0195 km^3)
5. یو نوري کال هغه فاصله ده چې نور یې په 300000 km/sec سرعت سره په یوه کال کې طی کوي دا فاصله د متر له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: $9.46 \cdot 10^{15} \text{ m}$
6. د نور سرعت $3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$ دی دا سرعت د mm/sec له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: $3 \cdot 10^{11} \text{ mm/sec}$
7. د ځمکې او لمر تر منځ واټن $1.496 \cdot 10^8 \text{ km}$ دي د لمر سرعت $3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$ دی معلوم کړي چې د لمر نور په خومره وخت کې ځمکې ته را رسیږي؟ ځواب: (8.44 min)
8. د اوبو کثافت 1 gr/cm^3 دي دا کثافت د kg/m^3 له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: 1000 kg/m^3
9. په یوه مخزن کې 5700 m^3 اوبه دي د نوموړو اوبو کتله په کیلوگرام او ملي گرام حساب کړي؟ ځوابونه: $5.7 \cdot 10^{12} \text{ mg} ; 5.7 \cdot 10^6 \text{ kg}$
10. د 8.50 in^3 حجم په m^3 تبدیل کړي؟ ځواب: $(1.39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3)$

11. د یوه سالون طول 150 ft او سوریې 100 ft دي د سالون مساحت په m^2 محاسبه کړي؟ ځواب: $(1393.9m^2)$

12. د ځمکې د کرې شعاع $6.37 \cdot 10^6\text{ m}$ او د سپوږمۍ شعاع $1.74 \cdot 10^8\text{ cm}$ دي له دې ارقامونه پیدا کړي

(الف) د ځمکې د سطحې د مساحت او سپوږمۍ د مساحتونو نسبت.

(ب) د ځمکې د حجم او د سپوږمۍ د حجم نسبت په داسې حال کې چې د کرې مساحت مساوي دی په $4\pi r^2$ او حجم یې $\frac{4}{3}\pi r^3$. ځوابونه: (الف) 13.4، (ب) 49

13. د مس د اتوم کتله $1.06 \cdot 10^{-22}\text{ g}$ او کثافت یې 8.9 gr/cm^3 دي. په 1 cm^3 مسو کې د اتومونو تعداد پیدا کړي؟ ځواب: $(8.4 \cdot 10^{22}\text{ atom})$

14. د نور سرعت په خلا کې $3 \cdot 10^8\text{ m/sec}$ دي، دا سرعت د mile/h له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: $(6.7 \cdot 10^8\text{ mile/h})$

15. د یوه جسم کتله 23.94 g او حجم یې 2.10 cm^3 دي د نوموړي جسم کثافت د SI په سیستم کې پیدا کړي؟ ځواب: $(1.14 \cdot 10^4\text{ kg/m}^3)$

16. یو کال (365.25 ورځې) څو ثانيې کیږي؟ ځواب: $(3.156 \cdot 10^7\text{ sec})$

17. د نور سرعت $3 \cdot 10^8\text{ m/sec}$ د فوت په نانو ثانيه ft/ns له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: (0.98 ft/ns)

18. د اوسپنې کثافت 7.87 gr/cm^3 او د یوه اتوم کتله یې $9.27 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$ ده که چیرې اتومونه کروي فرض کړو او یو له بل سره نښتې وي پیدا کړي

(الف) د اوسپنې د یوه اتوم حجم

(ب) د ګاونډیو اتومونو د مرکزونو ترمنځ فاصله.

ځوابونه: الف: $1.18 \cdot 10^{-29}\text{ m}^3$. ب: 1.312 nm

دويم فصل

کينماتیک Kinematics

سريزه: حرکت څه ته وايي؟ که چيرې يو جسم او يا هم د مادې اجسامو يو سيستم نظر يوې مېدي ته خپل موقعيت ته تغيير ورکړي، نو ويل کېږي چې جسم او يا سيستم حرکت کړېدي، کله کله داسې هم واقع کېږي چې د يو سيستم د ننه د اجسامو تر منځ فاصله تغيير مومي چه پدې حالت کې د سيستم د ننه حرکت صورت موندلې دي.

د مثال په توگه يو سرويس موټر چه سپرلې پکښې ناستې دی د موټر دهلې (تم ځای) څخه په ټاکل لورې خوځېږي، دلته ليدل کېږي چه موټر نظر دهلې ته تغيير مکان کړی دی. همدا رنگه کيدای شي چه د سرويس موټر دننه دوه سپرلې خپل ځايونه سره بدل کړي، چه دلته دواړه سپرلې د خپلو پخوانيو څوکیو په نسبت موقعيت ته تغيير ورکړېدي، خو نظر سرويس موټر ته هغوي دواړه د نورو سپرليو سره په موټر کې د ننه دي.

همدا رنگه کيدای شي چه نوموړې سرويس موټر په يوه وخت کې نظر دهلې ته تغيير د مکان وکړي او د موټر پورتنی ذکر شوې دواړه سپرلې هم ځايونه سره بدل کړي، پدې حالت کې موټر نظر دهلې ته او سپرلې د موټر د ننه نظر خپلو څوکیو ته تغيير د موقعيت کړي. يو شمير نور مثالونه هم يادولې شو.

۱-۲: حرکت Motion

د اجسامو حرکتونه په عمومي ډول نسبي خصوصيت لري، او هغه وخت ښه توضيح کيدای شي چه د حرکت مېداً معلومه وي. بايد ووايو چه حرکت ډير ډولونه لري لکه ميخانیکي حرکتونه، کيمياوي حرکتونه، بيولوژيکي حرکتونه، د لمريز نظامونو حرکتونه او داسې نور اما مونږ يواځې دلته ميخانیکي حرکتونه څيړو. ميخانیکي حرکتونه په دوه ډوله څيړل کېږي.

الف) هغه حرکتونه چې د حرکت لامل په پام کې نه نیول کېږي او یواځې د حرکت مسیر (تګ لوری) او د لپارې څرنگوالي او شکل پکښې څېړل کېږي، د مېخانيک دی برخې ته کینماتیک ویل کېږي.

ب) هغه حرکتونه، چې د حرکت لامل یعنې قوه پکښې مطالعه کېږي د مېخانيک دی برخې ته ډینامیک وايي.

په دې فصل کې یواځې کینماتیک تشرېح کېږي.

په کینماتیک کې مېخانيکي حرکتونه په زیات شمیر سره موجود دی اما دلته یواځې د مسیر په اړوند دا لاندې برخې راوړل کېږي.

الف: مستقیم الخط حرکتونه: په دې حرکتونو کې متحرک اجسام په یوه سیده (مخامخ) خط خوځېږي.

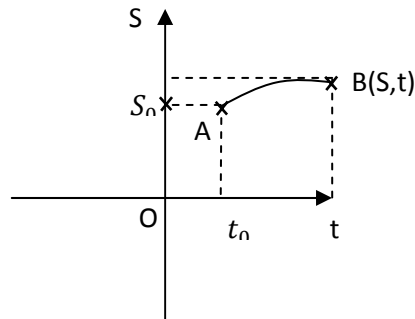
ب) غورځونې یا پرتابي حرکتونه: په مایل پرتاب کې د غورځول شوې جسم تګ لاره منحنی خط دي.

ج) دایروي او بیضوي حرکتونه: په داسې حرکتونو کې خوځنده اجسام په دایروي او یا بیضوي مسیر باندې حرکت کوي. د نوموړو حرکتونو نه هر یوې په جلا جلا توګه توضیح کېږي.

۲-۲: د حرکتونو د محاسبې سیستم

فزيک په حقیقت کې د اندازه کولو او کمیتونو علم دي، پدې اړوند د حرکتونو د اندازه کولو لپاره، ضروري ده چې د حرکتونو اساسي پارامترونه د اندازه کولو لپاره باید، ونومول شي. هر هغه څه چې په یو ساده مېخانيکي حرکت کې د حرکت د توضیح لپاره په لمرې توب کې راځي د جسم یا سیستم د بیخایه کیدو اندازه ده چې په یو ټاکلې وخت کې کېږي. لیدل کېږي چې یو ساده ماده مېخانيکي حرکت د فاصلې او د وخت د وضعیه کمیتونو په سیستم کې مطالعه کیدای شي. د ریاضي څخه پوهېږو چې د وضعیه کمیتونو په دوه بعدي سیستم کې د یوې ثابتې نقطې موقعیت په اساني سره ټاکل کیدای شي. که چېرې دا ساکنه نقطه د دغه وضعیه کمیتونو په سیستم کې حرکت وکړي واضح خبره ده چې یوه لپاره به رسم کړي چې د مسیر په نوم یادېږي د مسیر د هرې نقطې موقعیت د

فاصلې او وخت د وضعيه کمیتونو په واسطه مشخص کيدای شي. فرضاً حرکت کونکې جسم مخکېنې له مخکېنې د A موقعیت ته ورغلې دی، که چیرې مونږ د جسم حرکت نظر د O نقطې ته د A له موقعیت څخه حساب کړو، د خوځېدونکې جسم لپاره په دغه نقطه کې وخت صفر نیول کېږي "باید وویل شي چه وخت همیشه خلاف د صفر دي، خو د حرکت د شروع په نقطه کې د محاسبې لپاره وخت صفر نیول کېږي". داسې بریښي چه طې کرل شوې فاصله یعنې S د وخت یعنې t تابع ده، چه د ریاضي له نقطه نظره داسې لیکل کېږي.



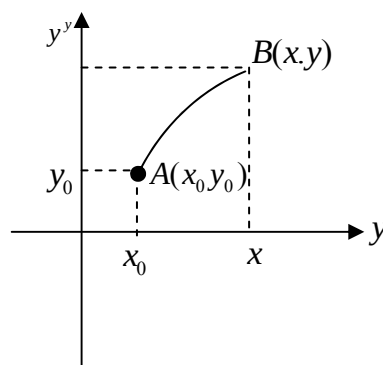
(۲-۱)

$$s = f(t) \quad (۲-۱)$$

که چیرې متحرک جسم د وضعيه کمیتونو دوه بعدي مکان کې د وخت په تابع حرکت وکړي، نو پورتنۍ رابطه په لاندینو معادلو بدلیږي.

$$x = f(t)$$

$$y = f(t)$$



(۲-۲) شکل

همدا رنگه دوضعيه کمیتونو په درې بعده سیستم کې د ځانگړې $B(x, y, z)$ متحرکې نقطې لپاره پورتنۍ معادلې د t وخت په تیریدو سره په لاندې ډول لیکل کېږي.

$$x = f(t)$$

$$y = f(t)$$

$$z = f(t)$$

پورتنۍ معادلې د وضعیه کمیتونو په سیستم کې په عمومي توګه د ساده حرکت معادلې بیانوي.

۲-۳: مستقیم الخط حرکتونه

مستقیم الخط حرکتونه په دوو ډولونو ویشل کېږي.

الف) مستقیم الخط متشابه منظم

ب) مستقیم الخط متشابه نامنظم (متغیر حرکت)

مستقیم الخط متشابه منظم حرکت

په دې حرکت کې خوځنده جسم مساوي فاصلې په مساوي وختونو کې په منظمه توګه وهي، یعنې که چیرې یو جسم پنځه دقیقې په سیده مخامخ خط حرکت وکړي، نو په هره دقیقه کې باید مساوي فاصلې طی کړي د مثال په توګه که چیرې په لمړې دقیقه کې لس متره فاصله وهي باید په راتلونکو هره دقیقه کې لس لس متر واټنونه، وهي چه ټول پنځوس متره کېږي. د حرکت د مشخص کیدو یو بل عنصر د سرعت څخه عبارت دي. د فاصلې او وخت سربیره د حرکت په وخت کې کیدای شي، چه یو خوځیدونکې جسم په متشابه منظم حرکت کې په هره دقیقه کې درې درې متره لاره وهي او یو بل خوځند جسم په دقیقه کې شپږ شپږ متره فاصله طی کړي. دلته لیدل کېږي چه دواړه جسمونه متشابه منظم حرکتونه لري. خو توپیر په دې کې دي چې یو جسم په پنځو دقیقو کې پنځلس متره واټن وهي او دویم جسم په پنځو دقیقو کې دیرش متره لاره طی کوي. دلته د حرکت ځانګړې کوونکې یو بل پارامتر دي چه د خوځنده جسم چټکوالي بیانوي. دغه کمیت د سرعت په نوم یادېږي. او په لاندې توګه بیانېږي:

۲-۴: سرعت Velocity

په متشابه منظم یو نواخت حرکت کې هغه فاصله چې یو خوځنده جسم ئې د وخت په واحد کې طی کوي سرعت بلل کیږي، څرنگه چې په متشابه منظم حرکت کې یو جسم همیش مساوي فاصلې په مساوي وخت کې وهي، او کوم تغیر پکښې نه راځي نو پدې علت په متشابه منظم یو نواخت حرکت کې سرعت یو ثابت کمیت دي او تغیر نکوي د ریاضي له نقطه نظره دغه مفاهیم داسې لیکل شو.

$$v = \frac{S}{t} \dots\dots\dots (2-2)$$

دلته v سرعت، S هغه فاصله ده چې د t په وخت کې یې خوځنده جسم وهي. که چیرې په پورتنۍ رابطه کې S په متر او t په ثانیه اندازه کړو، معلومیږي چې د سرعت د اندازه کولو واحد یعنی $v = \frac{S}{t} = \frac{m}{sec}$ دي همدارنگه کیدای شي سرعت په $km/hour$ او یا په $\frac{cm}{sec}$ او داسې نور واحدونو اندازه کړو. په انګلیسي ژبو ملکونو کې سرعت معمولاً په میل فی ساعت $mile/hour$ باندې اندازه کیږي. که چیرې فرض کړو چې یو جسم په متشابه منظم حرکت کې د S واټن په t_1 وخت کې او د S_2 واټن په t_2 وخت کې وهي. واضح ده چې نوموړې خوځنده جسم د $(S_2 - S_1)$ فاصله په $(t_2 - t_1)$ وخت کې وهي په دې حالت کې د سرعت لپاره لیکلې شو چې:

$$v = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

او که $S_2 - S_1 = \Delta S$ او $t_2 - t_1 = \Delta t$ سره اړانه کړو نو لیکلې شو چې:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \dots\dots\dots (3-2)$$

(۳-۲) رابطه د منځنۍ سرعت معادله ده.

که چیرې ددغه کمیتونو لپاره $\Delta t \rightarrow 0$ تقرب وکړي نو لیکلې شو چې:

$$v = \lim \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} = \dot{S} \dots\dots\dots (4-2)$$

$$\Delta t \rightarrow 0$$

(۲-۴) رابطه د لحظوي سرعت معادله ده له د ځايه ويلې شو چه د يوه خوځنده جسم سرعت، د وخت په نسبت د نوموړي جسم په واسطه د طی کرل شوې واټن لومړۍ مشتق دی.

د سرعت د معادلې څخه په ګټه اخيستلو په ځانګړې توګه د متشابه منظم يو نواخت حرکت معادله په لاندې توګه حاصلېږي.

د متشابه منظم يو نواخت حرکت معادله

د مطلب د ښه وضاحت لپاره د سرعت وروستۍ ۲-۳ معادله يو ځل بيا ليکو.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$ds = v \cdot dt$$

څرنگه چه په دی ډول يو نواخت سيده حرکت کې $v = \text{const}$ دي نو ليکلې شو چې:

$$\Delta s = s - s_0; \Delta s = v \Delta t; \Delta t = t - t_0$$

$$s - s_0 = v(t - t_0) = vt - vt_0$$

څرنگه چه په $t_0 = 0$ کې $v_0 = 0$ دی له دې کبله

$$s - s_0 = vt$$

$$s = s_0 + vt \dots\dots\dots (۲-۵)$$

وروستۍ رابطه د متشابه منظم حرکت معادله ده.

S هغه واټن ده چه د v په سرعت (چټکتيا) سره د t په وخت کې وهل شوې ده. په داسې حال کې چه s_0 لومړنۍ طی کړي شوې واټن دي.

په تحليلي طريقه سره هم کولای شو د سيده متشابه منظم حرکت معادله پيدا کړو.

د هندسې څخه پوهیږو چه د سيده خط معادله لاندینۍ شکل لري.

$$s = bt + a \dots\dots\dots (۲-۶)$$

که چیرې په پورتنۍ معادله کې $t = 0$ وي واضح خبره ده چې $s = a = s_0$ قیمت اخلي، هغه لمړینې فاصله ده چه زمونږ د مشاهدې څخه د مخه خوځنده جسم وهلې ده او

يو ثابت کميت دي. همدارنگه که د پورتنۍ رابطې مشتق نظر د t کيفي وخت ته ونيسو نو سرعت ترې لاسته راځي.

$$v = \frac{ds}{dt} = b \quad \text{يعنې سرعت دی } b = v$$

که چيرې د a او b قيمتونه په اصلي معادله، يعنې $(2-5)$ رابطه کې وضع کړو، نو ليکلې شو چې:

$$s = vt + s_0$$

يا

$$s = s_0 + vt \quad \dots\dots\dots(2-7)$$

دا هغه معادله ده چې مونږ يو پلا د مخه په بله طريقه حاصله کړې وه.

۲-۱ مثال: که چيرې يو سړی په 45 sec کې 340m وځلي د هغه منځنۍ سرعت څومره دي؟

حل: له $(2-3)$ معادلې څخه لرو چې:

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{340m}{45sec} = 7,6 m/sec$$

۲-۲ مثال: فرض کړی چې يو سړی د سهار په نهو بجو په پلي ټرځيډنې پيل کوي او په 10:30 بجو د حرکت د پيل له ځای څخه 7360m ليرې کيږي د نوموړې سړی منځنۍ سرعت پيدا کړي؟

$$\Delta t = 10:30 - 9 = 1,5h$$

حل:

$$1,5h \frac{3600sec}{1h} = 5400sec$$

له $(2-3)$ معادلې څخه لرو چې:

$$V_{ave} = \bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{7360m}{5400} = 1.36 m/sec$$

۲-۵: متشابه منظم متغير حرکت

دغه ډول حرکت هم يو سيده حرکت دی، او توپير يې د متشابه منظم حرکت سره پدې کې دی، چه په دی ډول حرکت کې سرعت ثابت نه بلکه متغير دي. يعنې سرعت کيداې

شی د وخت په اړوند تغیر ومومي په بل عبارت سره ویلې شو، چه خوځنده جسم مساوي واټنونه په مساوي وختونو کې نه وهي. د داسې یو سیده حرکت د مشخص کیدو لپاره د فاصلې، وخت او سرعت د کمیتونو سربیره یو بل فزیکي کمیت چه د حرکت د څرنګوالي مشخص کوونکې دي او د تعجیل یا بیړۍ په نوم یادېږي تعریف کېږي. د سرعت تغیر د وخت په نسبت تعجیل نومېږي او د ریاضي له نقطه نظره پدې شکل لیکل کېږي.

$$a = \frac{v}{t} \dots\dots\dots (۷-۲)$$

که چیرې وخت یعنی t ، په لحظوي مفهوم یعنی ډیر کوچنی dt وي نو طبیعي خبره ده چه v هم د dv مانا ورکوي پدې شرط پورتنی رابطه دا لاندې شکل اختیاري

$$a = \frac{dv}{dt} \dots\dots\dots (۸-۲)$$

څرنګه چه $v = \frac{ds}{dt}$ دي.

$$a = \frac{d\left(\frac{ds}{dt}\right)}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} = \ddot{s}$$

نو لیکلې شو چې

پورتنی رابطه ښې چې تعجیل په متشابه منظم حرکت کې د سرعت لومړۍ مشتق نظر وخت ته او یا د فاصلې دویم مشتق نظر وخت ته دی. تعجیل هم د سرعت په شان په منځنۍ او لحظوي تعجیل باندې ویشل کېږي. فرض کړی یو خوځیدونکې جسم د t_1 په لحظه کې د v_1 په سرعت او د t_2 په لحظه کې د v_2 په سرعت سره حرکت کوي په دي حالت کې د نوموړې جسم منځنی تعجیل عبارت دی له:

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \dots\dots\dots (۱۰-۲)$$

لحظوي تعجیل په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \dots\dots\dots (۱۱-۲)$$

(۱۱-۲) رابطه د لحظوي تعجیل معادله ده. د تعجیل د اندازه کولو واحد m/sec^2 او یا cm/sec^2 دي.

۲-۳ مثال: د یوې فضا یې سپورمکې منځنۍ تعجیل په داسې حال کې پیدا کړې چې په خارجي فضا کې په $5,0\text{sec}$ کې یې سرعت له 1240m/sec څخه تر 1300m/sec پورې رسېږي؟

حل: د منځنۍ تعجیل لپاره لرو چې:

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{60\text{m/sec}}{5,0\text{sec}} = 12\text{m/sec}^2$$

۲-۴ مثال: یو جسم د 12m/sec په سرعت سره حرکت کوي وروسته له 4sec وخت څخه د جسم لحظوي تعجیل پیدا کړئ؟

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{12\text{m/sec}}{4\text{sec}} = 3\text{m/sec}^2$$

حل:

۲-۶: د متشابه منظم متغیر حرکت معادله

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

مونږ پوهیږو چه

لدغه ځایه

$$v - v_0 = a(t - t_0)$$

که چیرې $t_0 = 0$ وی، نو لرو چې:

$$v - v_0 = at$$

او یا هم

$$v = v_0 + at \dots\dots\dots(۲-۱۲)$$

v_0 د جسم لومړنی سرعت دی او a د جسم تعجیل د t په وخت کې دی او at د جسم سرعت د t وخت له تیریدو وروسته دی.

له بلې خوا پوهیږو چې: $V_{ave} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t}$ کله چې $t_0 = 0$ وی

$$S - S_0 = V_{ave} \cdot \Delta t = \frac{v + v_0}{2} \Delta t \quad \Delta t = t$$

ځکه چې $V_{ave} = \frac{v + v_0}{2}$ دی. له بلې خوا پوهیږو چې $v = v_0 + at$ دی که چیرې د v قیمت په پورته رابطه کې وضع کړولیکلې شو چې:

$$S - S_0 = \left(\frac{v_0 + at + v_0}{2} \right) \cdot t = \left(\frac{2v_0 + at}{2} \right) \cdot t = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2-13)$$

دغه رابطه د متشابه منظم متغیر حرکت معادله ده.

S - وهل شوې واټن

a - تعجیل (بیړه)

v_0 - لمړنۍ سرعت

S_0 - لمړنۍ وهل شوې واټن دی

پورتنیو رابطو ته ددغه حرکت تعجیلی معادلې ویل کیږي یعنې په جسم کې د سرعت په زیاتیدو سره تعجیل رامنځ ته کیږي.

که چیرې تعجیل په حرکت کې د سرعت د کمیدو له امله منځ ته راشي نو وروستی رابطه لاندینی شکل غوره کوي.

$$s = s_0 + v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$$

مناقشه: که چیرې په تعجیلی یا تأخیري حرکت کې لمړۍ فاصله s_0 وجود ونلري، پدې حالت کې د حرکت معادلې لاندینی شکل غوره کوي.

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$S = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$$

او د سرعت معادلې یې عبارت دی له:

$$v = v_0 + a t$$

$$v = v_0 - a t$$

همدا رنگه که چیرې خوځنده جسم په دواړو حالتونو کې سربیره په لمړنۍ فاصلې، لمړنۍ v_0 سرعت و نه لری نو د سرعت او حرکت معادلې لاندینی شکلونه غوره کوي.

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad (2-14) \dots\dots\dots$$

$$v = a t$$

$$S = -\frac{1}{2} a t^2$$

$$v = -a t$$

په تأخیري حرکت کې ورو ورو د v سرعت کمېږي او کله چې $v = 0$ شي نو $v_0 = at$ کېږي دلته باید و ویل شي چې په دې ډول خوځښت کې د حرکت مشخصه د فاصلې او سرعت سربیره تعجیل هم دي. پورتنۍ معادلې د وخت یعنې t په افنا سره بله بڼه ځان ته غوره کوی. که چېرې د سرعت د معادلې څخه د t قیمت و اخلو او د حرکت په معادله کې یې وضع کړو، نو لرو چې:

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ v - v_0 &= at \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a} \end{aligned}$$

که چېرې د t قیمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، لرو چې:

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2} a \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2 + v_0 \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \left(\frac{v - v_0}{a} \right) \\ s &= \frac{1}{2} a \left(\frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0}{a^2} \right) + \left(\frac{v_0 v - v_0^2}{a} \right) \\ s &= \frac{1}{2} \left(\frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0}{a} \right) + \frac{v_0 v - v_0^2}{a} \\ s &= \frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0}{2a} + \frac{v_0 v - v_0^2}{a} \\ s &= \frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0 + 2vv_0 - 2v_0^2}{2a} \\ s &= \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \\ v^2 - v_0^2 &= 2as \end{aligned}$$

که چېرې $v_0 = 0$ وي

$$a = \frac{v^2}{2s} \quad \text{او یا هم}$$

$$s = \frac{v^2}{2a} \quad \dots\dots\dots (۲-۱۵)$$

نوت: محصلان دې پورتنۍ محاسبه په تاجیلي حرکت کې اجرا کړې او د استاد د ملاحظې څخه دې تیره کړي. په یاد ولري چې په تاجیلي یا په بل عبارت تأخیري حرکت کې تعجیل

منفي یعنی $a < 0$ دی ددغه حرکت ډیر بڼه مثال د موټر د برک نیولو څخه د موټر تر دریدو پورې حرکت نه عبارت دي.

۲- ۵ مثال:

موټر د برک نیولو څخه وروسته $88m$ فاصله طی کوي او په دی وخت کې د موټر سرعت له $75km/h$ څخه تر $45km/h$ پورې کمیږي.

(الف) که چیرې تعجیل ثابت وي د هغه قیمت پیدا کړي؟

(ب) د نوموړې فاصلې د طی کولو وخت پیدا کړي؟

حل: په دی سوال کې v_0 ، v او $s - s_0$ راکړل شوې دی غواړو چې a پیدا کړو

$$\begin{aligned} a &= \frac{v^2 - v_0^2}{2(s - s_0)} = \frac{(45km/h)^2 - (75km/h)^2}{2(0.088km)} \\ &= -2.02 \cdot 10^4 km/h^2 = -1.55 m/sec^2 \end{aligned} \quad \text{(الف)}$$

دا چې a قیمت منفي دی، نو ځکه حرکت تاخیري او په پای کې موټر ودریږي.

$$t = \frac{2(s - s_0)}{v_0 + v} = \frac{2(0.088km)}{(75 + 45)km/h} = 0.00146h = 5.27sec \quad \text{(ب)}$$

۲- ۶ مثال:

که چیرې یو موټر د سکون له حالت څخه په $3,0 m/sec^2$ تعجیل سره په حرکت پیل وکړي وروسته له $6,5sec$ څخه څومره فاصله طی کوي؟

حل: څرنګه چې موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، نو ځکه لومړنۍ سرعت یې مساوي صفر دی، له دی کبله لرو چې:

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}3 m/sec^2 \cdot (6.5sec)^2 = 63.37m$$

۲- ۷: آزاد سقوط Free Fall

فکر موکړي ټول اجسام د لوړې ارتفاع څخه مخ ښکته لویږي، دغه لویدنه د ټولو اجسامو لپاره په ټاکلي جغرافیوي موقعیت کې د هوا د نشتوالی په صورت کې یو شان سر ته رسیږي. اجرا شوې تجربې دابنسي چه د لویدونکې (سقوط کوونکې) جسم مسیر د ځمکې په لوریو مستقیم خط دي.

د لمړۍ ځل لپاره دغه قانونمندی ته انګلیسي ستر ریاضي پوه او فزیک پوه "نیوټن (Newton)" متوجه شو. دی په نابیره توګه پخپل بڼه کې د مڼې د یوې ونې لاندې په تفکر کې و، چه ناڅا په دده د سر د پاسه د مڼې یوه دانه پر را ولویده. دی په دې فکر شو چه وروسته د لویدو څخه دا مڼه ولی په بله خوا ولاړه نه چه مخامخ ښکته په ده ولویده. وروسته د ډیرو تجربو څخه دی د نتیجې ته ورسیده چه په مڼه باندې د ځمکې له خوا یوه قوه "دا موضوع به وروسته وویل شي" عمل کوي او دا علت دی چه د ونې څخه د جلا کیدو وروسته مڼه مخ ښکته د ځمکې په لور غورځي. دی په دې بریالی شو چه د ځمکې د جاذبې عمومي قانون کشف کړي او د تجربو د اجرا کیدو وروسته یې لاندیني موضوعات په ګوته کړل.

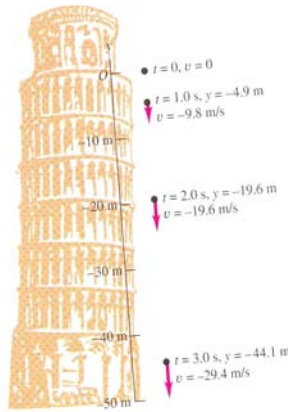
1. په ازاد سقوط کې د هوا په نشتون کې ټول اجسام په سیده مستقیم خط د ځمکې په مخ رالویږي.

2. ددغه حرکت په وخت کې د ځمکې له خوا جسم ته تعجیل ورکول کیږي، چه دغه تعجیل په g سره ښودل کیږي او د ځمکې د کروي شکل د درلودلو په علت د تعجیل قیمت د ځمکې په سر توپیر کوي، په افغانستان کې د ځمکې د جاذبې تعجیل $g = 9.81 \text{ m/sec}^2$ اټکل شوی دی.

3. د آزادۍ لویدنې د خوځیدو قانون متشابه منظم متغیر حرکت دی او هر څومره چه جسم د ځمکې مخ ته نږدې کیږي رالویدونکې جسم په چټکۍ سره حرکت کوي، یعنې د g قیمت د سقوط د وخت سره مخامخ متناسب دي.

۲-۸: د ازاد سقوط د حرکت او سرعت معادلې

د موضوع د وضاحت لپاره، یو جسم د h په ارتفاع کې په پام کې نیسو. که چیرې نوموړې جسم په ازادانه توګه مخ ښکته خوشې کړای شي او د هغه سرعت وروسته د هرې دقیقې څخه اندازه کړای شي، نو لاندینۍ نتیجه ترې لاسته راځي.



شکل (۲-۳)

د لويډلو د شروع په لحظه کې سرعت صفر دي. $v = 0$

په لمړۍ دقيقه کې $v = (gt)$

په دويمه دقيقه کې $v = 2gt$

او وروسته د t دقيقې څخه چه جسم د ځمکې مخ ته رسېږي $v = gt$ دي. که چيرې د متشابه منظم متغير حرکت په معادله کې $v_0 = 0$ او $a = g$ وضع کړو او همدارنگه د s واټن د h په ارتفاع سره وښيو د آزاد سقوط معادله په لاندې ډول ليکلې شو:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad \dots\dots\dots (۲-۱۶)$$

پدې رابطه کې h ارتفاع g د ځمکې د ثقل تعجيل په ټاکلې جغرافيوي موقعيت کې او t د سقوط وخت اړانه کوي. همدا رنگه که د سرعت د معادلې څخه د t قيمت د حرکت په معادله کې وضع کړو نو ليکلې شو چه:

$$t = \frac{v}{g}$$

$$h = \frac{1}{2}g\left(\frac{v^2}{g^2}\right)$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$v^2 = 2gh$$

$$v = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (۱۷-۲)$$

وروستی معادله د آزاد سقوط د سرعت معادله ده په هغې کې t نه شته دی دا مانا لري چې ټول شیان په یو سرعت د ځمکې مخ ته رارسېږي.

۲-۹: مخ پورته عمودي غورځونه

د آزاد سقوط پر عکس که چیرې یو جسم نیغ په نیغ مخ پورته وغورځول شي، پدې حالت کې د آزاد سقوط پر خلاف د جسم لومړنۍ سرعت څخه د وخت په هره لحظه کې د gt په اندازه کمیدونکې تغیر راځي. که چیرې د جسم د مخ نیغه غورځولو په وخت کې لمړۍ سرعت v_0 وي، د اوج په نقطه کې د هغه تعجیلي سرعت صفر کیږي او د سرعت معادله یې عبارت ده له:

$$v = v_0 - gt$$

اعظمي ارتفاع ته د جسم د رسیدو په وخت کې، جسم لږ څه تم کیږي یعنی $v = 0$ کیږي له دې کبله لرو چې:

$$v_0 = gt$$

$$t = \frac{v_0}{g} \dots\dots\dots (۱۸-۲)$$

دلته t د متحرک جسم لوړې نقطې ته د رسیدو وخت دی. که چیرې اعظمي ارتفاع h فرض کړو او د تأخیري حرکت په معادله کې s په h او $a = g$ سره عوض کړو د مخ پورته عمودي غورځونې معادله په لاندې ډول لیکلې شو:

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2 \dots\dots\dots (۱۹-۲)$$

دغه رابطه د تأخیري سیده حرکت معادله ده که چیرې وغواړو د سرعت د معادلې څخه د t قیمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، نو لیکلې شو چې:

$$v = v_0 - gt$$

$$v - v_0 = -gt$$

$$v_0 - v = gt$$

$$t = \frac{v_0 - v}{g}$$

$$(۲۰-۲)$$

$$\begin{aligned}
 h &= v_0 \left[\frac{v_0 - v}{g} \right] - \frac{1}{2} g \left[\frac{v_0 - v}{g} \right]^2 \\
 h &= \frac{v_0^2 - vv_0}{g} - \frac{v_0^2 + v^2 - 2vv_0}{2g} \\
 h &= \frac{2v_0^2 - 2vv_0 - v^2 - v_0^2 + 2vv_0}{2g} \\
 h &= \frac{v_0^2 - v^2}{2g} \\
 v_0^2 - v^2 &= 2gh
 \end{aligned}$$

څرنگه چې په اعظمي نقطه کې $v = 0$ دي، نو لیکلې شو چې:

$$\begin{aligned}
 v_0^2 &= 2gh \\
 h &= \frac{v_0^2}{2g} \quad \dots\dots\dots (۲۱ - ۲)
 \end{aligned}$$

اوس غواړو ثابت کړو چې د آزاد سقوط او مخ پورته غورځېدنې وخت پدې شرط چې ارتفاع مساوي وي سره مساوي دي یعنې که د آزاد سقوط وخت t_1 او په عین ارتفاع سره د مخ پورته غورځېدو وخت t_2 وي $t_1 = t_2$ دي.

د آزاد سقوط په حالت کې $v = gt_1$ او t_1 د سقوط وخت دي.

که t_2 د صعود وخت فرض کړو $v = v_0 - gt_2$ دي

د بلې خوا کله چې جسم د h ارتفاع ته رسېږي $v = 0$ دي او $v_0 = gt_2$ کېږي.

څرنگه چې $v = v_0$ دي نو لیکلې شو چې

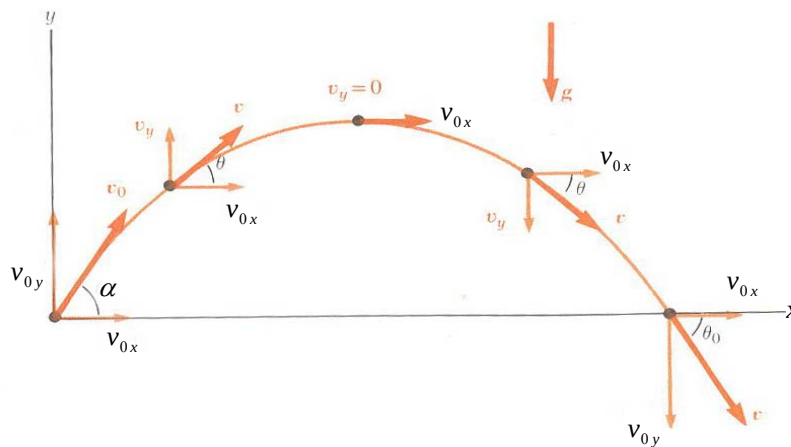
$$\begin{aligned}
 gt_1 &= gt_2 \\
 t_1 &= t_2 \quad \dots\dots\dots (۲۲ - ۲)
 \end{aligned}$$

۲-۱۰: مایله غورځونه Projectile motion

په عملي ژوند کې ډیر داسې کیږي چې یو جسم د یوه موقعیت څخه بل ته وغورځول شي، دا چې دغه غورځول شوې جسم چې په لمرنۍ v_0 سرعت سره د α زاوېې لاندې د یوې مېدې څخه غورځول کیږي، پخپله تگ لاره کې په څرنگه مسیر یا لارې خوځېږي تر

مطالعه لاندې نیول کیږي او د دغه مسیر پورې اړوند پارامترونه یا په بل عبارت د حرکت د اړوند کمیتونه څیړل کیږي.

داسې په پام کې نیسو چه یو جسم د (x, y) د وضعیه کمیتونو د سیستم د مبدی څخه v_0 په لمړنۍ سرعت سره د α زاوې لاندې چې د x د محور سره یې جوړوي غورځول کیږي. که په ځیر ولیدل شي معلومیږي چې نښه وینستونکې د O د مبدی څخه د x په محور باندې مخامخ نښه نه شي ویشتلې، نښه ویشتونکې غیښی مجبور دی چه لمړی یو لوړوالی ته ورسېږي (د h لوړوالی ته) او د نښې په لور د هم هغه ځای څخه حرکت وکړي ترڅو په نښه ولگېږي. مونږ د داسې یو حرکت ټولې ځانګړتیاوې په لاندې توګه توضیح کو.



شکل (۲-۴)

۲-۱۱: د مایل غورځول شویو اجسامو د حرکت معادلې

که چیرې د غورځول شوې جسم لمړنۍ سرعت v_0 د غورځیدو زاویه د x له محور سره α وي، نو کولای شو چه د v_0 سرعت چه وکتوري کمیت دي د x او y په استقامتونو تجزیه کړو. (شکل ۲-۴).

د سرعت مرکبه د x محور په استقامت $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$ ده پداسې حال کې چه د v_0 مرکبه د y محور په امتداد $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$ کیږي. د بلې خوا نه د x محور په اوږدو کې v_x مرکبه ثابته پاتې کیږي، پداسې حال کې چه د y محور په استقامت $v_0 \cdot \sin \alpha$ د

کمیت څخه په هر لحظه کې د $1gt$ ، او $2gt$ په اندازه کمېږي ترڅو صفر شي وروسته د t وخت څخه د y محور په لور د غورځول شوې جسم سرعت $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha - gt$ کېږي.

که چېرې غورځول شوې جسم خپلې ډیرې لوړې نقطې یعنی د اوج نقطې ته ورسېږي هلته سرعت یعنی $v_{0y} = 0$ کېږي لدغه ځایه:

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

$$t = \frac{v_0}{g} \cdot \sin \alpha \quad \dots\dots\dots (23-2)$$

د t په دغه قیمت سره د مرمی یا غیشې د رسیدو نیمایي فاصله د x په محور وهل کېږي. که د t قیمت د x په لوری د حرکت په معادله کې وضع کړو. نو لیکلې شو چې:

$$x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{v_0}{g} \cdot \sin \alpha$$

تیررس نمایي فاصله ده. د تیررس نیمایي فاصله که دوه چنده کړو، نو هغه فاصله لاسته راځي چه غورځول شوې جسم ورته د t په وخت کې رسېږي یعنی

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

د بلې خوا

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

$$x = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2 \alpha \quad \dots\dots\dots (24-2)$$

دا د تیررس فاصله یا د غورځول شوې جسم له مبدأ نه په ځمکه باندې د رالویدو د نقطې تر منځ فاصله ده. اوس د غورځول شوې جسم د حرکت معادله د y په محور مطالعه کوو:

$$y = h = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

د بلې خوا

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \quad \dots\dots\dots (25-2)$$

د y په محور د سرعت معادله عبارت ده له:

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

د اوج په نقطه کې $v_y = 0$ دی، نو ځکه لرو چې:

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

د t دا قیمت په (۲۵-۲) معادله کې وضع کوو:

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{1}{2} g \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (26-2)$$

د تگ لورې (مسیر) د هندسي بڼې د پیدا کولو لپاره د $y = f(x)$ منحنی پیدا کوو:

منځکې مو درلودل چې $t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$ او همدارنګه $x = \frac{v_0 \sin 2\alpha}{g}$ ، له بلې خوا:

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

که په دې معادله کې د t قیمت وضع کړو لیکلې شو چې:

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$y = t g \alpha \cdot x - \frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2$$

که چیرې $\tan \alpha = a$ او $\frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = b$ وضع کړو چې ثابت قیمتونه دی لیکلې شو

چې:

$$y = -bx^2 + ax$$

دا معادله د غورځونې د حرکتونو تگ لورې (مسیر) بنسټي چې یو پارابول دی چې ځانګړي یې بنسټه خواته دی $(-b)$.

همدا رنگه کولای شو چې د غورځول شوې جسم لوړوالي هم پیدا کړو. څرنگه چې په اعظمي لوړوالي کې د جسم سرعت صفر دي نو لیکلې شو چې

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

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

t لورې نقطې ته د رسیدو وخت دی که د t دا قیمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، نو د جسم ترټولو لوړه نقطه یا د اوج نقطه په لاس راځي، یعنې:

$$h = y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{v_0}{g} \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} g \frac{v_0^2}{g^2}$$

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

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

په د توگه د غورځول شوې جسم د اوج نقطې لوړوالي عبارت دی له:

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \sin^2 \alpha \dots\dots\dots (27-2)$$

۲- ۸ مثال:

د فوټ بال توپ د 20 m/sec په سرعت سره د $\alpha = 37^\circ$ زاوې لاندې شوت کېږي

الف) د اوج د نقطې ارتفاع پیدا کړي؟

ب) څومره وخت وروسته توپ په ځمکه راولیږي؟

حل: د لومړنۍ سرعت مرکبې عبارت دي له:

$$v_{0x} = v_0 \cos 37^\circ = (20 \text{ m/sec})(0.799) = 16 \text{ m/sec}$$

$$v_{0y} = v_0 \sin 37^\circ = (20 \text{ m/sec})(0.602) = 12 \text{ m/sec}$$

الف) د اوج په نقطه کې سرعت مساوي صفر دي، یعنې $v_y = 0$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$0 = 12 \text{ m/sec} - 9,8 \text{ m/sec}^2 \cdot t$$

$$t = \frac{12 \text{ m/sec}}{9,8 \text{ m/sec}^2} = 1,22 \text{ sec}$$

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = 12 \text{ m/sec} \cdot 1,22 \text{ sec} - \frac{1}{2}(9,8 \text{ m/sec}^2)(1,22 \text{ sec})^2$$

$$y = 7,35 \text{ m}$$

ب) کله چې توپ په ځمکه راولیږي، نو $y = 0$ دي

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$o = \left(12 \frac{m}{\text{sec}}\right)t - \frac{1}{2} \left(9,80 \frac{m}{\text{sec}^2}\right)t^2$$

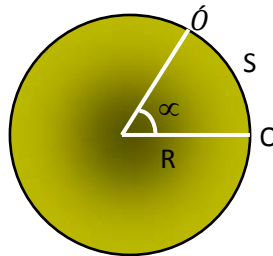
$$t = \frac{2 \left(12,0 \frac{m}{\text{sec}}\right)}{\left(9,80 \frac{m}{\text{sec}^2}\right)} = 2,45 \text{ sec}$$

نوموړې توب 2,45sec وروسته بیرته په ځمکه راوړیږي.

۲-۱۲: دایره وي حرکت Circular Motion

دایره وي حرکت هغه حرکت ته ویل کیږي چه خوځنده جسم د دایرې پر محیط باندې راو څرخي. د دایرې عمده ځانګړتیاوې د دایرې د مرکز، شعاع، قطر او محیط ځینې عبارت دي. دغه کمیتونه د یو بل سره د π پوسيله مرتبط دي، مثلاً د دایرې محیط $2\pi r$ او یا πd دي. پدې لحاظ د خوځنده نقطې موقعیت د محیط په یوه نقطه کې د هغې مرکزي زاوې پورې اړوند دي چه د دایرې د افقي محور او د خوځیدونکې نقطې او د دایرې د مرکز د اتصالي خط تر منځ تشکیل کیږي. که چیرې نوموړې زاویه α او ددایرې شعاع R وي نو د زاوې مقابل قوس S د α او R په وسیله مشخص کیږي.

$$S = R \alpha \dots\dots\dots (2-28)$$



(۲-۵) شکل

د دایرې په محیط باندې متشابه منظم حرکت:

فرضاً یو جسم د دایرې پر محیط باندې د O له موقعیت څخه متشابه منظم حرکت باندې وڅوځیږي او وروسته د t ټاکلې وخت څخه د O' موقعیت ته ورسېږي. په حقیقت کې د دایرې پر محیط نوموړې جسم د $S = OO'$ فاصله د t په وخت کې وهي. ددغه قوس

په مقابل کې نوموړې جسم مرکزي α زاويه جوړه وي. د دايرې پر محيط S لپاره لکه د پخوا په شان ليکلي شو.

$$S = R\alpha$$

دلته د S وهل شوې فاصله د زاويې د شعاع او مرکزي α زاويې پورې اړونده ده. څرنگه چې په يوې ځانگړې دايره کې د دايرې شعاع R ثابت کميت دي. نو ويلې شو چې په يوې ټاکلې دايره کې د محيط په امتداد باندې وهل شوې فاصله S د مرکزي α زاويې تابع دي.

$$S = Rf(\alpha) \quad \text{يعنې}$$

لکه څرنگه چې پوهيږو چې د فاصلي مشتق نظر هغه وخت ته چې دغه فاصله پکښې وهل شويده د دايرې په مخ خطي سرعت په لاس راکوي.

$$\frac{ds}{dt} = \vec{v} = R \frac{d\alpha}{dt}$$

پدغه رابطه کې $\frac{d\alpha}{dt}$ ته زاويوي سرعت ويل کيږي که چيرې زاويوي سرعت په ω سره وښودل شي. نو لاندینی رابطه تری حاصل کيږي.

$$\vec{v} = R \cdot \frac{d\alpha}{dt} = R \cdot \omega$$

$$\vec{v} = R\omega \dots\dots\dots (29-2)$$

پورتني رابطه د دايرې د محيط پر مخ د خطي او زاويوي سرعت تر منځ ارتباط ښيي. همدا رنگه v يو وکتوري کميت دي، چې د جسم د خوځښت په وخت کې خپل جهت ته تغير ورکوي او د جهت دغه تغير په متشابه منظم حرکت کې د زاويوي تعجيل باعث گرځي. بايد وويل شي د خطي سرعت تغير په ټاکلې وخت کې د زاويوي سرعت د تغير لامل هم گرځي. پوهيږو چې تعجيل د سرعت مشتق نسبت وخت ته دی، يعنې:

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R \cdot \beta \dots\dots\dots (30-2)$$

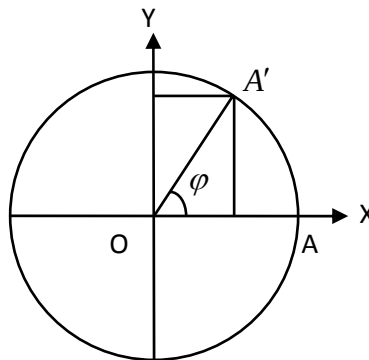
پدې رابطه کې $\frac{d\omega}{dt} = \beta$ د زاويوي تعجيل په نوم ياديږي.

۲-۱۳: په دایروي حرکت کې د x او y په لور د حرکت معادلې

یوه دایره په پام کې نیسو چه شعاع یې R دي او مرکز یې د وضعیه کمیټونو د تقاطع یعنی مبدأ سره منطبق دی جسم د A له موقعیت ($R = OA$) څخه د دایرې پر محیط کښې خواته د A' په استقامت خوځی او وروسته د t له وخت څخه A' موقعیت ته رسیږي. که چیرې د A' څخه د OX او OY پر محور عمودونه رسم کړو نو لیدل کېږي چه OA' د X او Y پر محورونو ارتسام موندلې دي. د A څخه د A' به لور مرکزی زاویه که چیرې φ وبلل شي نو $\varphi = \omega t$ کېږي ω زاویوی سرعت دي. د شکل مطابق د x او y قیمتونه په لاندینۍ توگه حاصلولې شو.

$$\cos \varphi = \frac{x}{OA'} \Rightarrow x = OA' \cdot \cos \varphi \text{ او یا}$$

$$x = R \cdot \cos \varphi = R \cdot \cos \omega t \dots\dots\dots (۲-۳۱)$$



(۲-۶) شکل

همدا رنگه لیکلې شو چه:

$$\sin \varphi = \frac{y}{OA'}$$

$$\sin \omega t = \frac{y}{R}$$

$$y = R \cdot \sin \omega t \dots\dots\dots (۲-۳۲)$$

که چیرې د (۲-۳۱) او (۲-۳۲) معادلو مشتق ونیسو، نو پدغه استقامتونو د سرعت مرکبې لاس ته راځي.

$$v_x = \dot{x} = -R\omega \cdot \sin \omega t \dots\dots\dots (۲-۳۳)$$

$$v_y = \dot{y} = R\omega \cdot \cos \omega t \dots\dots\dots (۲-۳۴)$$

مجموعي سرعت عبارت دی له

$$\begin{aligned} v^2 &= v_x^2 + v_y^2 = R^2 \omega^2 \cdot \sin^2 \omega t + R^2 \omega^2 \cdot \cos^2 \omega t \\ &= R^2 \omega^2 (\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t) \end{aligned}$$

$$v^2 = R^2 \omega^2 \Rightarrow v = R\omega \dots\dots\dots (۲-۳۵)$$

که چیرې (۲-۳۳) او (۲-۳۴) رابطې یو ځل بیا اشتقاق شي نو لیکلې شو چې:

$$a_x = \ddot{x} = -R\omega^2 \cdot \cos \omega t$$

$$a_y = \ddot{y} = -R\omega^2 \cdot \sin \omega t$$

ټولیز او یا محصله تعجیل عبارت دي له

$$a^2 = a_x^2 + a_y^2 = R^2 \omega^4 \cdot \cos^2 \omega t + R^2 \omega^4 \sin^2 \omega t$$

$$a = R\omega^2 (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t)$$

$$a^2 = R^2 \omega^4$$

$$a = R\omega^2 \dots\dots\dots (۲-۳۶)$$

د بلې خوا څرنګه چه

$$v = R\omega$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$a = R \frac{v^2}{R^2}$$

او یا هم

$$a = \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots (۲-۳۷)$$

۲-۹: مثال:

یو جسم د 9.2 m/sec په سرعت سره په یوه دایروي مسیر چې شعاع یې 22 m ده حرکت کوي د جسم پریود یا د تناوب وخت پیدا کړي؟

حل: لرو چې:

$$v = R\omega = \frac{R2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi(22m)}{9,2m/sec} = 15sec$$

۲- ۱۰ مثال:

يو موټر د $28m/sec$ په سرعت سره په يوه دايروي مسير چې شعاع يې $140m$ ده حرکت کوي د موټر تعجيل پيدا کړي؟
حل: په دايروي حرکت کې د تعجيل لپاره لرو چې:

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{(28m/sec)^2}{140m} = 5,6m/sec^2$$

۲-۱۴: د فصل لټوليز

- ☞ کله چې یو جسم د یوه مستقیم خط په امتداد حرکت کوي د هغه وضعیت د O د مبدا د نقطې په نسبت په S سره ښودل کیږي.
- تغییر مکان د یوه جسم ځای بدلون دي او د فاصلې په خلاف وکتوري کمیت دي. که چیرې یو جسم یا یوه ذره د X د محور په مثبت جهت حرکت وکړي د هغه تغیر مکان مثبت او که په منفي جهت حرکت وکړي تغیر مکان منفي دي.

- ☞ د یوه جسم منځنۍ سرعت د $\Delta t = t_2 - t_1$ په وخت کې عبارت دی له:

$$v_{av} = \bar{v} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \dots\dots\dots (۲-۳۸)$$

- ☞ لحظه یي سرعت (یا په ساده ډول سرعت) د t په هر کيفي وخت کې عبارت دي له:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \dots\dots\dots (۲-۳۹)$$

- ☞ منځنۍ تعجیل د $\Delta t = t_2 - t_1$ په وخت کې عبارت دی له:

$$a_{av} = \bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \dots\dots\dots (۲-۴۰)$$

- ☞ لحظه یي تعجیل (یا په ساده ډول تعجیل) د سرعت بدلون نسبت وخت ته دي، یعنې:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \dots\dots\dots (۲-۴۱)$$

- ☞ کله چې تعجیل ثابت وي د حرکت معادلې په لاندې ډول دي.

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \dots\dots\dots (۲-۴۲)$$

$$v = v_0 + a t \dots\dots\dots (۲-۴۳)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(s - s_0) \dots\dots\dots (۲-۴۴)$$

$$s - s_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \dots\dots\dots (۲-۴۵)$$

➡ که چيرې سرعت ثابت نه وي او د وخت تابع وي د جسم د سرعت مشتق نسبت وخت ته تعجيل په لاس راكوي او د تغيير مكان مشتق نسبت وخت ته سرعت په لاس راكوي.

➡ په پرتابي حركتونو يا غورځونو كې $a_x = 0$ او $a_y = -g$ دي د تغيير مكان او سرعت مركبې عبارت دي له:

$$x = (v_0 \cos \alpha) t \dots\dots\dots (۴۶ - ۲)$$

$$y = (v_0 \sin \alpha) t - \frac{1}{2} g t^2 \dots\dots\dots (۴۷ - ۲)$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha \dots\dots\dots (۴۸ - ۲)$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g t \dots\dots\dots (۴۹ - ۲)$$

➡ كله چې يو جسم د R په شعاع په يوه دايره يي مسير باندې د V په سرعت حركت كوي د هغه تعجيل مساوي دی په:

$$a = \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots (۵۰ - ۲)$$

د دویم فصل سوالونه

1. یو اورگاډی (ترین) چې اوږدوالی یې $100m$ دي. د $200m$ په اوږدوالی تونل نه په څومره وخت کې تیرېږي که چېرې د اورگاډي سرعت $36 km/h$ وي؟
ځواب (30sec)
2. یو زده کوونکې له کور نه د ښونځي په خوا لومړۍ $350m$ د ختیځ په خوا او وروسته $350m$ د شمال په خوا حرکت وکړ د زده کوونکې تغیر مکان پیدا کړی؟
ځواب (494.9m)
3. یو بایسکل ځغلونکې په مستقیمه لاره د $12 km/h$ په سرعت بایسکل ځغلوې د لودیځ نه د ختیځ په خوا د یوه ننداره کونکې له څنگ نه تیر شو. معلوم کړئ چې دوه ساعته مخکې بایسکل ځغلونکې چېرې وه او همدا رنگه وویاست چې یو نیم ساعت وروسته به بایسکل ځغلونکې چېرې وي؟ ځوابونه: (له ننداره کونکې نه $24km$ د لودیځ په خوا، له ننداره کونکې نه $18km$ د ختیځ په خوا)
4. دوه بایسکل ځغلونکې د $160m$ په واټن یو له بل نه واقع او په یوه وخت یو له بل سره د ملاقات یا لیدنې لپاره دواړه یو د بل په خوا په حرکت پیل کوي. د یوه سرعت $3 m/sec$ او د بل $5 m/sec$ دي. وروسته له څومره وخت نه یو له بل سره مخامخ کېږي د هر یوه تغیر مکان پیدا کړئ. ځوابونه (100m, 60m, 20sec)
5. د ځمکې او سپوږمۍ ترمنځ واټن $3800000km$ دي. یوې مصنوعي سپوږمکې یا فضايي بېرې د نوموړې واټن نیمایي برخه په 25 ساعتو کې او دویمه نیمایي برخه یې په 50 ساعتو کې طی کړه. د بېرې منځنۍ سرعت په لومړۍ نیمایي، دویمه نیمایي او په ټول واټن کې پیدا کړي حرکت مستقیم الخط فرض کړئ؟ ځوابونه ($7,6.10^3 km/h$ ، $3,8.10^3 km/h$ ، $5,7.10^3 km/h$)

6. یو سرویس موټر د لارې په افقي برخه کې د 10 min په جریان کې د 72 km/h په سرعت او وروسته د لارې په مخ پورته برخه کې د 20 min په جریان کې د 36 km/h په سرعت سره حرکت کوي. د سرویس منځنۍ سرعت په ټوله لاره کې څومره دي؟
ځواب: (48 km/h)

7. د 0,001 sec په جریان کې د فضايي بیړې سرعت $0,05 \text{ m/sec}$ زیات شو. پیدا کړئ چې بیړې په کوم تعجیل حرکت کړی دی؟ ځواب: (50 m/sec^2)

8. له پای (فینیش) نه 5 sec مخکې د بایسکل ځغلونکې سرعت 18 km/h وه او په فینیش کې یې سرعت $25,2 \text{ km/h}$ شو. د بایسکل ځغلونکې د حرکت تعجیل پیدا کړي؟
ځواب: $(0,40 \text{ m/sec}^2)$

9. یوه الوتکه په هوايي ډگر کې د کنبیناستو په وخت کې د 70 m/sec په سرعت سره درن وی (Runway) سره په تماس کې شوه او له 20 sec نه وروسته ودړیده. په دې حرکت کې د الوتکې تعجیل پیدا کړئ؟ ځواب: $(-3,5 \text{ m/sec}^2)$

10. د لسمې ثانې په پای کې د یوه جسم سرعت 15 m/sec دی. د جسم سرعت د پنځمې ثانې په پای کې څومره وه که چیرې حرکت یو نواخت تعجیلې او د سکون له حالت نه پیل شوې وي؟ ځواب: $(7,5 \text{ m/sec}^2)$

11. یو جسم د 6 m/sec^2 په ثابت تعجیل سره حرکت کوي له 4 sec نه وروسته د جسم په واسطه طی کړل شوې واټن په هغه صورت کې پیدا کړي چې د جسم لومړنۍ سرعت (الف) صفر، ب) 4 m/sec وي. ځوابونه: الف) (48 m) ب) (64 m)

12. سرویس له تم ځای نه باید څومره واټن طی کړي تر څو سرعت یې تر 36 km/h پورې زیات شي په دې شرط چې تعجیل یې له $1,2 \text{ m/sec}^2$ نه زیات نه شي؟
ځواب: (42 m)

13. موټر په یو نواخت تعجیلې حرکت سره 100 m واټن طی کوي چې سرعت یې 20 m/sec ته رسېږي. د نوموړې واټن په وسطي نقطه کې سرعت څومره وه؟

ځواب (14.14 m/sec)

14. ځمکې ته د رسیدو په وخت کې په یوه لحظه کې د یوه آزاد لویدونکې یا سقوط کونکې جسم سرعت 7 m/sec دي. معلوم کړي چې نوموړي جسم له کومې ارتفاع څخه سقوط کړی دي؟ ځواب (2.45 m)

15. پراشوتیست له الوتکې نه له توپ وهلو نه 2 sec وروسته خپل پراشوت پړانیزې. د پراشوت د پړانیستلو تر وخت پورې څومره واټن په عمودي توګه طی کوي او ددی-واټن په پای کې یې لحظوي سرعت څومره دي؟ ځوابونه: (20 m/sec 20 m)

16. د 1000 m په ارتفاع له یوه ولاړ هیلوکپتر نه د توپانچې په واسطه په عمودي توګه ښکته خواته مرمي فیر کیږي. مرمي د 200 m/sec په سرعت پرواز کوي. وروسته له څومره وخت نه او په کوم سرعت مرمي ځمکې ته را رسیږي؟ ځوابونه: (4.5 sec ، 245 m/sec)

17. یوه ډبره د $v_0 = 30 \text{ m/sec}$ په سرعت د $\alpha = 60^\circ$ زاوې لاندې نظر افق ته وویشتل شوه د 2 sec نه وروسته په بام ولګیده. د کور ارتفاع او له کوره پورې واټن څومره دي؟ ځوابونه (77.94 m ، 33.75 m)

18. یو توپ په عمودي توګه پورته خواته غورځول شوې دی او له 3 sec وخت نه وروسته په هغه ځای بیرته راولوید له کومه ځایه چې اچول شوې وه. په کوم لومړنۍ سرعت توپ غورځول شوې وه؟ ځواب (15 m/sec)

درېم فصل

دینامیک Dynamics

سریزه: دینامیک د میخانیک فزیک هغه برخه ده چې په هغه کې د اجسامو ټولي ممکنه خپل مینځي اغیزې چې د هغو د تعجیلې حرکت لامل ګرځي مطالعه کیږي. ستاتیک د دینامیک یو ځانګړی حالت دی چې په هغه کې تعجیل وجود نه لري. دینامیک د قوو د علم په نوم هم یادېږي نوځکه لومړې د قوې له پیژندنې نه پیل کوو.

۱-۳: قوه Force

هر هغه لامل چې ولاړ یا ساکن جسم خوځوي یا خوځنده (متحرک) جسم دروي او یا په جسم کې تعجیل پیدا کوي د قوې په نوم یادېږي. یا په بل عبارت قوه دیوه جسم د اغیزې مقیاس په بل جسم دی. قوه یو وکتوری کمیت دی چې له کچې پرته جهت یا لوری او د اغیزې نقطه هم لري. هغه قوه چې د هغې د اغیزې له امله ټول اجسام له پورته نه کښته خواته په عین تعجیل یا یو شان تعجیل (g) سره د ځمکې پرمخ رالویږي د ثقل د قوې په نوم یادېږي یا هغه قوه چې ځمکه ټول شیان د هغې په واسطه ځان خواته راکشوي یا جذبي د ځمکې د جاذبې یا ثقل قوه ده او هغه عبارت ده له

$$\vec{W} = m\vec{g} \quad (1-3)$$

په (۱-۳) رابطه کې m د جسم کتله او g د ځمکې د جاذبې یا ثقل قوې تعجیل دی. د قوې واحد د SI په سیستم کې نیوتن (N) دی. یو نیوتن قوه هغه قوه ده چې که چیرې د یو کیلو ګرام کتلي په یوه جسم باندې عمل وکړي هغه ته د 1m/sec^2 په اندازه تعجیل ورکوي. له دې ځایه معلومیږي چې قوه د هغه تعجیل په واسطه اندازه کیږي چې هغې ایجاد کړي دي.

د نیوتن قوانین:

د دینامیک بنسټ د نیوتن درې ګوني قوانین تشکیلوي او هغه عبارت دي له:

۲-۳: د نیوټن لومړی قانون:

د نیوټن لومړی قانون بیا نوی چې که چیرې یو جسم ساکن وي تر څو په هغه قوه عمل ونه کړي خپل د سکون حالت ساتي او که چیرې د حرکت په حال کې وي، نو حرکت به یې مستقیم الخط او منظم وي دا قانون د عطالت د قانون په نوم هم یادېږي. ددې قانون پر بنسټ اجسام عطیل او تمبل دي همیشه کوشش کوی چې خپل اوسني حالت وساتي د نیوټن د لومړی قانون پر بنسټ سکون او په ثابت سرعت سره حرکت کول یو شان دي.

۳-۳: د نیوټن دویم قانون:

د نیوټن دویم قانون بیانوی چې یوه قوه په یوه جسم باندې عمل وکړی دا قوه په خپل جهت جسم ته تعجیل ورکوی، داسې چې که چیرې دا قوه دوه چنده، درې چنده، او څو چنده کړو له هغې نه لاس ته راغلي تعجیل به هم یو چنده، دوه چنده او څو چنده شي، یعنې قوه او تعجیل یو له بل سره متناسب دي:

$$F \propto a$$

$$F = m.a \dots\dots\dots (۱-۳)$$

په عمومي ډول لیکلې شو چې :

$$\sum F = ma \dots\dots\dots (۲-۳)$$

له پورتنۍ رابطې نه څرگندېږي چې د نیوټن دویم قانون د نیوټن د لومړی قانون یوځانگړي حالت دي. ځکه کله چې قوه صفر وي یا په جسم باندې قوه عمل ونه کړي، نو د جسم تعجیل هم صفر دي. د نیوټن له دویم قانون نه د قوې واحد په لاندې ډول حاصلېږي:

$$F = ma$$

$$N = 1kg.m/sec^2 \dots\dots\dots (۳-۳)$$

د C.G.S په سیستم کې د قوې واحد ډاین (dyne) دي.

$$1 dyne = 1g.cm/sec^2 \dots\dots\dots (۴-۳)$$

په انګلیسي سیستم (F.P.S) کې د قوې واحد پونډ (Lb) دي.

$$1 Lb = 1 slug.ft/sec^2 \dots\dots\dots (۵-۳)$$

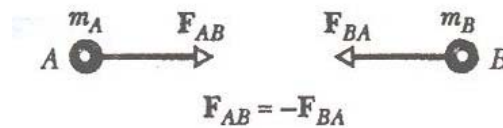
$$1N = 0,225 Lb \dots\dots\dots (۶-۳)$$

د $(F.P.S)$ په سيستم کې د کتلې واحد $slug$ دي، داسې چې $1slug = 14.6 kg$

۳-۴: د نیوټن دریم قانون:

په طبیعت کې قوې یو طرفه یا یو اړخیز عمل نه کوي همیشې په جوړه (جفت) یا متقابل ډول عمل کوي. د بیلګې په توګه که چیرې یو خټک په یوه میخ باندې قوه وارده کړي، میخ هم هغومره قوه په خټک په مخالف لوري وارده وي او یا که چیرې د لاس په واسطه په میز ضربه وارده کړو، نو زموږ لاس یو درد احساسوي دا هغه قوه ده چې د میز له خوا زموږ په لاس وارده شوي ده. په بل عبارت د هر عمل په مقابل کې عکس العمل وجود لري چې د کچې له پلوه له عمل سره مساوي خو د هغه په مخالف لوري باندې عمل کوي.

په (۳-۱) شکل کې د A جسم د $\vec{F}_{AB}$ قوه د B په جسم واردوي تجربه شپې چې د B جسم هم د $\vec{F}_{BA}$ قوه د A په جسم واردوي.



(۳-۱) شکل

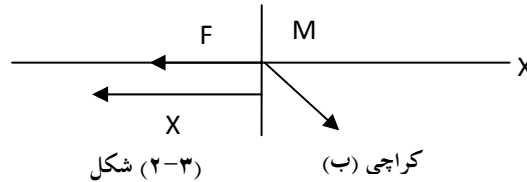
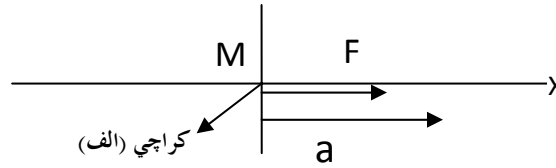
$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad \dots\dots\dots (۳-۷)$$

(۳-۷) رابطه د نیوټن دریم قانون دي.

(۳-۱) مثال: یو سپری یوه باروړونکي کراچۍ چې کتله یې له بار سره $240 kg$ ده د جادې په مخ د $2.3 m$ په واټن د $F = 130 N$ ثابتې افقي قوې په واسطه له خپل ځایه بې ځایه کړي ده د اصطکاک له قوې نه صرف نظر وکړي.
الف: که چیرې کراچي د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کړي وي د کراچي وروستي یا نهایی سرعت پیدا کړي؟

ب: که سپري وغواړي چې د کراچي د سرعت جهت په $4.5 sec$ کې په مخالف لوري راوگرځوي نوموړي دا کار په کومه ثابته قوه تر سره کولي شي؟

حل: د (۲-۳ الف) شکل د نوموړي جسم (کراچي) وضعیت ښيي، افقي محور X او د هغه زیاتوالي ښی خواته دي او کراچي د یوې ذرې په توګه په یوه نقطه سره ښیوړ.



فرضوو چې د F د قوې افقي مرکبه یعنې F_x یوازینی افقي قوه ده چې سړي یې په کراچي واردوي. له دې کبله د کراچي تعجیل a_x د نیوټن د دویم قانون نه په لاس راوړو:

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{130N}{240Kg} = 0.5 \text{ m/sec}^2$$

د نهایي سرعت د پیدا کولو لپاره د $V^2 = V_0^2 + 29(x - x_0)$ معادلې نه ګټه اخلو. څرنگه چې $V_0 = 0$ او $x - x_0 = s$ په A_x په A سره ښیوړ، نو لرو چې:

$$V = \sqrt{2as} = \sqrt{2(0.542 \text{ m/sec}^2)(2.3 \text{ m})} = 1.6 \text{ m/sec}$$

قوه، تعجیل او نهایي سرعت ټول مثبت دي او دا په دې مانا دي چې ټول یاد شوي کمیتونه په (۲-۳ الف) شکل کې ښی خواته دي.

ب: د سرعت د لوری د بدلون لپاره لومړی په 4.5 sec وخت کې د کراچي تعجیل پیدا کوو پدې صورت کې لرو چې:

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{(-1.6 \text{ m/sec}) - (1.6 \text{ m/sec})}{4.5 \text{ sec}} = -0.711 \text{ m/sec}^2$$

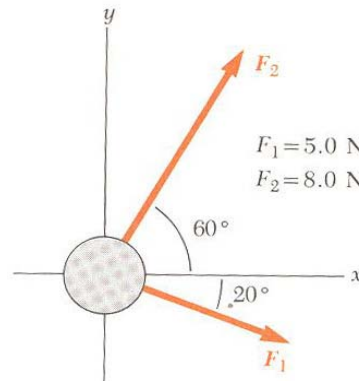
دا تعجیل د (الف) د جز له تعجیل نه زیات دي، له دې کبله سړي باید په زیاته قوه کراچي کش کړي دا قوه مساوي ده په:

$$f_x = ma_x = (240 \text{ kg})(-0.711 \text{ m/sec}^2) = -171 \text{ N}$$

د منفي علامه نښې چې سړی بايد کړاچي د x د کمښت په لوري (يعني په منفي جهت) باندي کش کړی (۲-۳ ب) شکل.

(۲-۳) مثال: ديخ په مخ د حاكي د پنډوسکي (Hockey puck) کتله 0.3 kg ده، نوموړی پنډوسکي د اصطکاک پرته ديخ په مخ د (۳-۳) شکل سره سم د $F_1=5\text{N}$ او $F_2=8\text{N}$ قوتو تر اغيزي لاندې ښويږي (حرکت کوي) د پنډوسکي تعجيل او د هغه جهت پيدا کړي

حل:



شکل (۳-۳)

په افقي محور محصله قوه مساوي ده په:

$$\sum f_x = f_{x1} + f_{x2} = f_1 \cos 20^\circ + f_2 \cos 60^\circ = (5\text{N})(0.940) + (8\text{N})(0.500) = 8.70 \text{ N}$$

د عمودي محور په امتداد محصله قوه مساوي ده په:

$$\sum f_y = F_{y1} + F_{y2} = F_1 \sin 20^\circ + F_2 \sin 60^\circ = -(5\text{N})(0.342) + (8\text{N})(0.866) = 5.22 \text{ N}$$

اوس د نيوتن د دريم قانون نه په ګټه اخيستنې د تعجيل افقي او عمودي مرکبي يعني a_x او a_y پيدا کوو:

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{8.70 \text{ N}}{0.3 \text{ Kg}} = 29.0 \text{ m/sec}^2$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{5.22 \text{ N}}{0.3 \text{ Kg}} = 17.4 \text{ m/sec}^2$$

اوس د پنډوسکي تعجيل پيدا کوو:

$$a = 33.8 \text{ m/sec}^2 = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(29.0)^2 + (17.4)^2} = 33.8 \text{ m/sec}^2$$

او د تعجيل جهت په لاندې ډول معلوموو:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{17.4}{29.0}\right) = 31.0^\circ$$

له دې کبله ويلې شو چې د پناهوسکي د تعجيل جهت داسې دي چې د x محور له مثبت جهت سره 31° زاويه تشکيلوي.

۳-۵: کتله او وزن Mass and Weight

کتله د يوه جسم داسې مشخصه (ځانگړتيا) ده چې پر نوموړې جسم دواردی قوې او له هغې نه د لاس ته راغلې تعجيل ترمنځ اړيکه بيانوي. کتله ډير دقيق تعريف نه لري، يوازې هغه وخت له کتلې نه فزيکي احساس درلودی شي چې جسم ته تعجيل ورکړي. تجربې څرگندوي چې کتله د يوه جسم ذاتي مشخصه ده، يعنې داسې مشخصه ده چې که غواړي يا ونه غواړي د جسم د موجوديت سره ظاهري کتله يو سکالري کميت دي.

په لنډ ډول ويلې شو چې کتله د يوه جسم د مادې يا ذرو تعداد دي چې نوموړې جسم ورڅخه جوړ شوې دي. د نيوتن په ميخانيک کې کتله يو ثابت کميت دي، خو په (Relativity Theory) کې کتله د سرعت تابع ده. د جسم وزن هغه قوه ده چې په کتله عمل کوي او هغه د ځمکې خواته جذبوي يا د جسم وزن هغه قوه ده چې جسم يې په ساکنه افقي تکیه گاه يا د اتکا په نقطه او يا د خپل ځان په نسبت ساکنې څرېدو په نقطه يې واردوي. د جسم وزن د اتکا په نقطه عمل کوي نه پخپله جسم او بسايي د اتکا د نقطې د حرکت په نسبت زيات بدلون وکړي. د جسم وزن ثابت کميت نه دي، بلکې له جغرافيايي عرض البلد سره بدلون کوي. د جسم وزن $\bar{W}$ يوه قوه ده چې جسم په مستقيم توگه خپل ورځنګ ته (گاونډي) نجومی جسم خواته ورکشوی په ورځنيو شرايطو کې دا نجومی جسم ځمکه ده. په عمده توگه دا قوه د دوو جسمونو تر منځ د جاذبې له قوې نه سرچينه اخلي. د هغه جسم وزن چې کتله يې m او په داسې ځای کې قرار ولري چې د ځمکې د جاذبې د قوې تعجيل هلته g وي عبارت دی له:

$$\bar{W} = m\bar{g} \dots\dots\dots (۳-۸)$$

څرنګه چې وزن يوه قوه ده د SI په سيستم کې د هغه د اندازه کولو واحد نيوتن دی. وزن، کتله نه ده او د هغه اندازه په هره لحظه کې په هغه ځای کې د g په قيمت پورې اړه لري. يو جسم د ځمکې په مخ $71N$ وزن لري، خو د سپوږمۍ په مخ چې د g قيمت هلته د ځمکې په نسبت توپير لري، يوازې $12N$ وزن لري. د جسم کتله چې $7,2kg$ ده په

دواړو ځايونو کې يو شان ده، ځکه چې کتله د جسم يو ذاتي خاصيت دي. که غواړي چې وزن موکم شي بايد غره ته پورته شي. په دې تمرين کې کتله بدلون نه کوي، خو د ارتفاع زياتوالي يعنې د ځمکې له مرکز نه ليرې کيدو په صورت کې د g اندازه کمه شوې ده، نو ځکه وزن کميږي. د يوه جسم وزن د يوې فنري تلې (ترازو) په واسطه، خو کتله د دوه پله ايزې تلې په مرسته اندازه کيږي.

(۳-۱) مثال: که چيرې د يوه خټک کتله $2,5kg$ وي د هغه وزن د ځمکې په مخ او د مريخ د سياري په مخ پيدا کړي؟

حل: پوهيږو چې د ځمکې په مخ $g = 9,81 \frac{m}{sec^2}$ دي، نو ځکه لرو چې:

$$\begin{aligned} W &= mg = (2,5kg) \left(9,8 \frac{m}{sec^2} \right) \\ &= 24,5kg \cdot \frac{m}{sec^2} = 24,5N \end{aligned}$$

(ب) د مريخ په سطحه ($g = 3,3 \frac{m}{sec^2}$) دي، نو د مريخ په مخ د خټک وزن مساوي دی په:

$$W = mg = (2,5kg) \left(3,3 \frac{m}{sec^2} \right) = 8,3N$$

(۳-۲) مثال: يو فضا نورد چې کتله يې $62kg$ ده. د يوې سياري په مخ رابښکته شو هغه يو شی د $3,5m$ له ارتفاع نه راخوشي کوي او ويني چې د $1,6sec$ په وخت کې هغه شی د سياري سطحې ته رارسيږي

(الف) د سياري په مخ د ثقل تعجيل

او (ب) د فضا نورد وزن پيدا کړي؟

حل:

(الف) د حرکت له معادلو نه لرو چې:

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2} at^2 \\ a &= \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 3,5m}{(1,6sec)^2} = 2,73 \frac{m}{sec^2} \end{aligned}$$

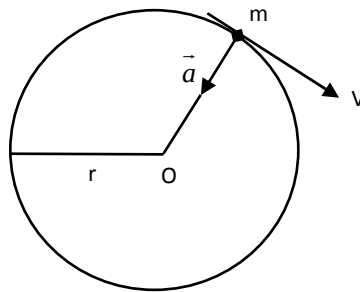
(ب) د فضانورد وزن عبارت دی له:

$$W = mg = (62kg) (2.73 m/sec^2) = 169.26N$$

۳-۶: قوه په دایروي حرکت کې

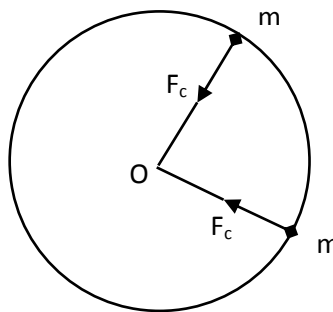
کله چې یو جسم د دایرې په مخ یا د دایرې په یوه قوس باندې په ثابت سرعت سره حرکت کوي، دی حرکت ته منظم یا یو نواخت دایروي حرکت وايي. په دایروي حرکت کې جسم مرکز ته مایل (*Centri Petal*) د ثابت تعجیل یا دوراني تعجیل درلودونکې دی دا تعجیل عبارت دی له:

$$a_r = \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (۳-۹)$$



شکل (۳-۴)

دا مرکز ته مایل یا دوراني تعجیل د یوې مرکز ته جذبونکې قوې (*Centri Petal Force*) په واسطه چې په جسم عمل کوي رامنځ ته کېږي.



شکل (۳-۵)

د دی قوې کچه ثابته ده او د نیوتن د دویم قانون څخه لرو چې:

$$\vec{F}_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots (۱۰-۳)$$

په (۱۰-۳) رابطه کې F_r د دوراني حرکت قوه او a_r دوراني تعجیل دي د r انډیکس د (rotation) له کلمې نه اخیستل شوې دي. که چیرې دا قوه نه وي، نو جسم د دایرې په مخ یونواخت حرکت نه شوی ترسره کولی. مرکز ته مایل تعجیل یا دوراني تعجیل (a_r) او هم مرکز ته جذبونکې قوه (F_r) دواړه وکتوري کمیټونه دي چې د کچې له پلوه ثابت خو د جهت له نگاه هره لحظه بدلون کوي داسې چې همیشې مخ په مرکز موخه دي.

(۳-۳) مثال: یو موټر چې کتله یې 1600kg ده د یوې دایروي ډوله جادې په مخ چې شعاع یې 190m دي د 20m/sec په ثابت سرعت سره حرکت کوي. په دی حالت کې مرکز ته جذبونکې قوه پیدا کړي؟

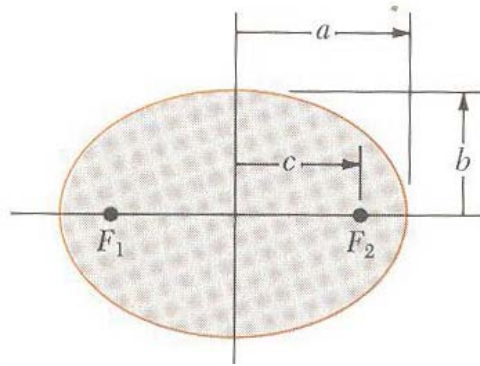
حل: د دوراني حرکت قوه عبارت ده له:

$$F_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} = \frac{1600\text{kg} \cdot (20\text{m/sec}^2)^2}{190\text{m}} = 3368.42\text{N}$$

۳-۷: د کپلر قوانین Kepler's Laws

ټولې سیارې په کهکشان کې سرگردانه او د حرکت په حالت کې دي. د دوې حرکت ډیر مغلق او پیچلی دي. کپلر د خپل عمر زیاته برخه د سیارو د حرکت څرنگوالي ته وقف او د زیاتو تجربو په پایله کې یې یو شمیر قوانین وضع کړل چې په هغو کې د سیارو د حرکت بررسی شوې ده دا قوانین د کپلر د قوانینو په نوم یادېږي او په لاندې ډول دي.

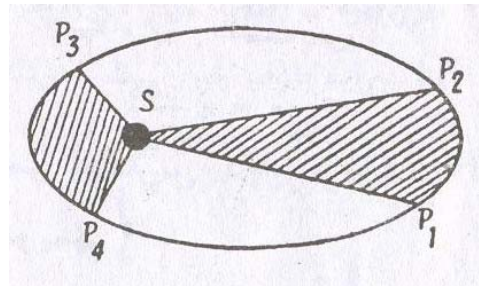
لومړۍ قانون یا د مدارونو قانون: دا قانون بیانوي چې ټولې سیارې د لمر په شا او خوا په بیضوي مدارونو راڅرخېږي داسې چې لمر د بیضوي په یوه محراق کې قرار لري. (۳-۶) شکل یوه سیاره بنسې چې کتله یې m دي د لمر په شا او خوا چې کتله یې M ده څرخېږي.



شکل (۶-۳)

دویم قانون یا د مساحتونو قانون:

دا قانون بیانوي چې شعاع وکتور یا هغه هغه خط چې د سیارې او لمر مرکز سره نښلوي په مساوي وختونو کې مساوي سطحي جاروکوي. ددې قانون نه څرگندېږي چې کله سیاره له لمر نه په لیرې نقطه کې واقع وي ډیره ورویا بطني حرکت کوي او کله چې لمر ته په ډیره نږدې نقطه کې واقع وي ډیر تیز حرکت کوي لکه څرنگه چې په (۷-۳) شکل کې معلومیږي.



شکل (۷-۳)

دریم قانون یا د حرکت د دورانونو قانون:

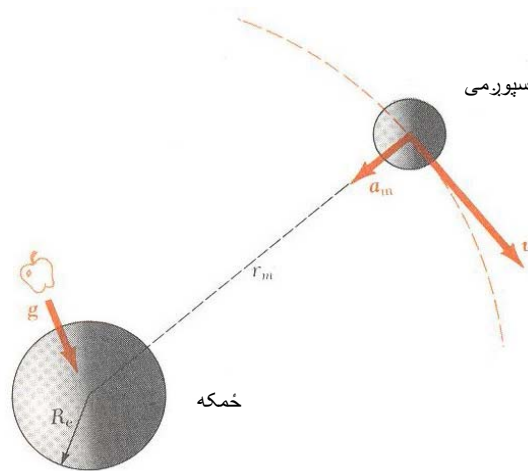
دا قانون بیانوي چې د هرې سیارې د حرکت د دوران مربع د مدار د اوږده محور د نیمایي له مکعب سره متناسب دی، یعنی:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \dots\dots\dots (۱۱-۳)$$

د کپلر دريم قانون بيانوي چې د $\frac{T^2}{a^3}$ نسبت د هرې سيارې لپاره چې د لمر په شا او خوا څرخېږي يو شان يا مساوي کچه لري.

۳-۸: د نيوتن د جاذبې قانون

په طبيعت کې ټول اجسام بلمقابل يو بل جذبي، نيوتن کله چې د اسماني اجسامو حرکت او په ځمکنیو شرايطو کې د شيانو سقوط يا پر ځمکه رالويدل مطالعه کول خپل د جاذبې عمومي قانون يې فورمول بندي کړ. نيوتن دی پايلې ته ورسيد چې نه يواځې ځمکه مڼه او يا سپوږمۍ ځان ته راجذبي، بلکې په نړۍ کې هر جسم بل جسم ځان خواته راکاږي د اجسامو دا تمايل چې د بل جسم خواته حرکت وکړي د جاذبې په نوم يادېږي.



د نيوتن د جاذبې قانون بيانوي چې:

د دوو جسمونو ترمنځ د جاذبې قوه په مستقيمه توګه د نوموړو جسمونو د کتلو له حاصل ضرب او په معکوسه توګه د دوی د مرکزونو ترمنځ د فاصلې له مربع سره متناسبه ده، يعنې:

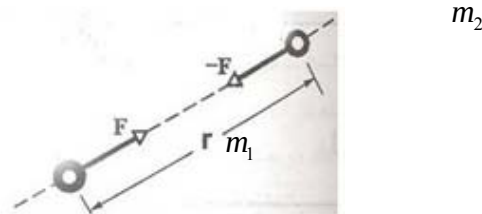
$$F = G_1 \frac{m_1 m_2}{r^2} \dots\dots\dots (۳-۱۲)$$

په پورتنۍ رابطه کې m_1 او m_2 د دوو جسمونو کتلې، r د دوی د مرکزونو ترمنځ فاصله او G د جاذبې ثابت دی چې اندازه يې مساوي ده په:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{kg} \cdot \text{sec}^2 \dots\dots\dots (3-13)$$

لکه څرنگه چې (3-9) شکل نښي د m_2 ذره د m_1 ذره د F په قوه چې جهت يې د m_2 په خوا دی جذبي او د m_1 ذره د m_2 ذره د $-F$ په قوه چې جهت يې د m_1 په خوا دي جذبي.



(3-9) شکل د m_1 او m_2 دوه ذرې چې یو بل نه د r په واټن واقع دی یو بل د جاذبې د قانون سره سم جذبي

د F او $-F$ دوه قوې د عمل او عکس العمل یوه جوړه تشکیلوي چې د مقدار له نگاهه سره مساوي، خو جهت يې یو د بل مخالف دي. دا قوې د دوو جسمونو ترمنځ فاصلې پورې اړه لري، خو د هغو د مکان یا ځای تابع نه دي. دا ذرې کیدۍ شي په یوه غلیظ یا متراکم محیط او یا په آزاده فضا کې واقع وي. د F او $-F$ قوې د نورو ذرو یا اجسامو په موجودیت کې بدلون نه کوي حتی که نوري ذرې د نوموړو ذرو په منځ کې هم واقع شي. د جاذبې خپل مینځنۍ تعامل د جاذبي ساحې له لارې تر سره کېږي. هر جسم د خپل شا او خوا فضا خاصیت بدلوي، یعنې په هغې کې جاذبي خاصیت پیدا کوي. دا

ساحه په هغه وخت کې خپل ځان بنسکاره کوي یا تبارز کوي کله چې بل جسم په هغې کې واقع شي، نو هغه د قوې له اغیزی لاندې راځي.

د نیوټن د جاذبې د قانون په مرسته کولې شو د ځمکې، سپوږمۍ، لمر او نور سیارو کتنه وټاکو همدارنگه ددی قانون په واسطه د ځمکې په شا او خوا د سپوږمکیو د حرکت تعجیل محاسبه کړو.

د نیوټن د جاذبې قانون په مرسته د مصنوعي سپوږمکیو حرکت او کیهاني سرعتونه په لاس راوړي شو. ددی لپاره چې یو جسم د ځمکې په شا او خوا د یوه دایروي مدار په مخ کې شعاع یې د ځمکې د کرې له شعاع R_E نه لږ توپیر لري حرکت وکړي، نو باید نوموړې جسم یو ټاکلی سرعت v_1 ولري دا سرعت عبارت دی له:

$$\frac{mu_1^2}{R_E} = mg$$

$$v_1 = \sqrt{gR_E} \dots\dots\dots (3-14)$$

د (3-14) له رابطې نه څرگندیږي ددی لپاره چې یو جسم د ځمکې سپوږمکی شي لازمه ده نوموړې جسم ته د v_1 سرعت ورکړل شي چې د لومړنۍ کیهاني سرعت په نوم یادېږي. دا سرعت مساوي دی په:

$$v_1 = \sqrt{gR_E} = \sqrt{9.8 \cdot 6.4 \cdot 10^6}$$

$$\cong 8 \text{ km/sec}$$

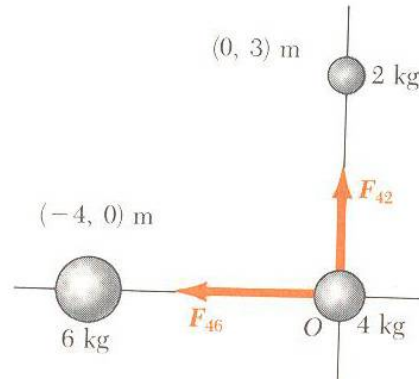
د پورتنۍ سرعت په درلودلو سره جسم پر ځمکه نه راولېږي. خو ددی لپاره چې جسم د ځمکې د جاذبې له ساحې نه خارج یعنی له ځمکې نه دومره لیری شي چې د ځمکې جاذبه په هغه اغیزه ونه کړي دی موخې ته د رسیدو لپاره د v_2 سرعت ته ضرورت دی چې د دویم کیهاني سرعت په نوم یادېږي. دویم کیهاني سرعت $\sqrt{2}$ ځله له لومړۍ کیهاني سرعت نه زیات دی، یعنی:

$$v_2 = \sqrt{2gR_E} = 11 \text{ km/sec} \dots\dots\dots (3-15)$$

(3-16) مثال: د یوه قایمه زاویه مثلث په راسونو کې (3-10) شکل سره سم د 2kg ، 4kg او 6kg درې کتلې قرار لري. که چیرې د کتلو مختصات لکه څرنگه چې په شکل

کې ښودل شوې دی په متر وي. په 4kg کتله باندې د جاذبې محصله يا پایله ایزه قوه محاسبه کړي.

حل:



شکل (۱۰-۳)

لومړۍ د 4kg او 2kg او 4kg او 6kg کتلو ترمنځ د جاذبې قوه پيدا کړو او روسته په 4kg کتله باندې پایليزه يا محصله قوه د وکتوري جمع په ډول پيدا کړو.

$$F_{42} = G \frac{m_4 m_2}{r_{42}^2} \vec{J} = \left(6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \right) \frac{(4\text{kg})(2\text{kg})}{(3\text{m})^2} \vec{J} = 5,93 \cdot 10^{-11} \vec{J} \text{ N}$$

$$= 5,93 \cdot 10^{-11} \vec{J} \text{ N}$$

$$F_{46} = G \frac{m_4 m_6}{r_{46}^2} (-\vec{i}) = \left(-6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \right) \frac{(4\text{kg})(6\text{kg})}{(4\text{m})^2} \vec{2}$$

$$= -10,0 \cdot 10^{-11} \vec{i} \text{ N}$$

له دې ځايه په 4kg کتله باندې پایله ایزه قوه د F_{42} او F_{46} د قوو وکتوري مجموعه ده.

$$F_4 = F_{42} + F_{46} = (-10,0\vec{i} + 93\vec{J}) \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

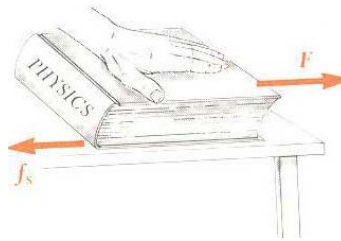
د پایله ايزې قوې کچه مساوي ده په:

$$F_R = \sqrt{(-10,0)^2 + (5,93)^2} = 11,6 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

۳-۹: اصطکاک او د اصطکاک قوه Friction and Friction Force

د اصطکاک قوې د ورځنۍ ژوند یوه برخه ده د اصطکاک قوې هر حرکت کونکې جسم دروی او هره څرخیدونکې میله له حرکت نه غورځوي. په موټر او اورگاډي (ترین) کې نږدې 20% د سون مواد په انجن کې د اصطکاک سره په مقابله کې مصرفیږي. له بلې خوا که چیرې اصطکاک موجود نه وي موټر مو نشوی چلولې، په لاره نه شوې تلې او بایسکل مو نشوی ځغلولې، قلم مو نشوی نیولې او که مو نیولې وي نو لیک مو نشوی په کولې. میخونو او پیچونو به ګټه نه درلوده او بدل شوې ټوکر به یو له بل نه جدا کیدل او د غوټې تړل به ناشونی وي.

که چیرې یو کتاب د میز په مخ وښویو د کتاب په لاندینۍ برخه باندې د میز د سطحې له خوا د اصطکاک یوه قوه عمل کوي چې د هغه حرکت بطني او وروسته یې دروي (۳-۱۱) شکل.



(۱۱-۳) شکل

د اصطکاک قوې په طبیعت کې ډیر مهم رول لري په ورځنۍ ژوند کې اصطکاک زیاتره ګټور واقع کېږي. د بیلګې په توګه د ژمې په ورځو کې کله چې ټولې لارې او کوڅې کنګل (یخ بندان وي) د اصطکاک د نه موجودیت په صورت کې په لارو او جادو کې به د انسانانو او لیږدونکو وسایلو ټګ او راتګ ډیر ګران او حتی ناشونی وي. او همدا رنگه که اصطکاک نه وي نو میز څوکی او نور شیان مو باید د کوټې په مخ تړلي.

هغه قوه چې د یو بل په مخ دوو جسمونو د ښویدو یا حرکت خنډ ګرځي د اصطکاک د قوې په نوم یادېږي. د اصطکاک قوه همیشې د جسم د حرکت په خلاف لورې عمل کوي. په بل عبارت د اصطکاک قوه د یو بل سره په تماس کې دوو جسمونو د تغیر مکان او یا

يو د بل په نسبت د هغو د اجزاوو د تغيير مکان په وخت کې تبارز کوي. هغه اصطکاک چې د دوو جسمونو د نسبي تغيير مکان له امله رامنځ ته کېږي د خارجي اصطکاک او هغه اصطکاک چې د يوه جسم د اجزاوو په منځ کې پيدا کېږي (لکه مايع او ګاز) د داخلي اصطکاک په نوم ياديږي.

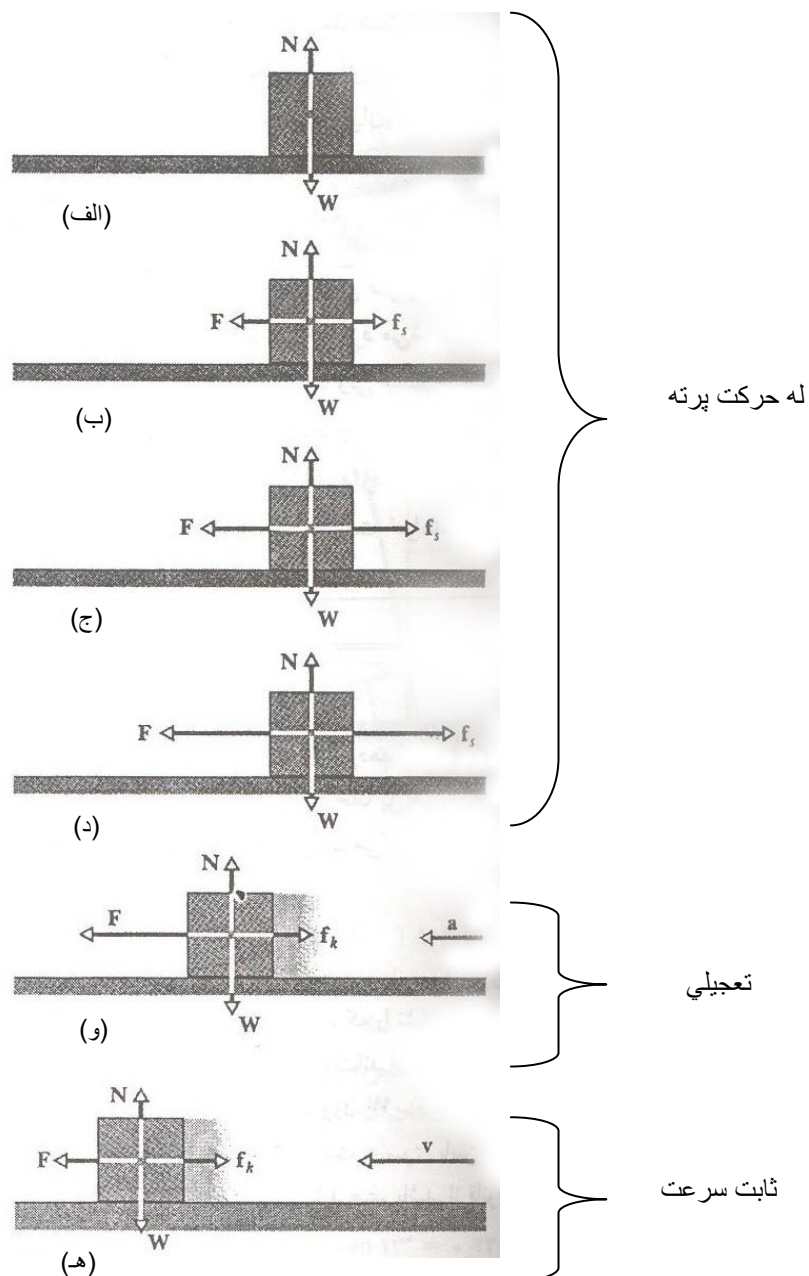
د اصطکاک د بنی پېژندنې لپاره د (۳-۱۲ الف) شکل سره سم د ميز په مخ يوه جعبه د سکون په حالت کې ده. د هغې وزن W د N عمودي قوې سره مساوي خو د هغې په مخالف لورې دي.

په (۳-۱۲ ب) شکل کې د F قوه په جعبه واردوو او زيار باسو تر څو هغه کينې خواته کش کړو. په غبرګون کې د F_s د اصطکاک قوه را ظاهرېږي چې جهت يې بنی خواته او په دقيقه توګه له هغې قوې سره مساوي ده چې په جعبه عمل کوي. د F_s قوې ته د ستاتيکي اصطکاک قوه وايي.

د (۳-۱۲ ب نه تر ۳-۱۲ ج) شکلونه ښيي چې که وغواړي چې عامله قوه زياته کړو د ستاتيکي اصطکاک قوه هم زياتېږي او جعبه ساکنه پاته کېږي.

کله چې عامله قوه يوې ټاکلې کچې ته ورسېږي، جعبه د ميز له سطحې نه خپل تماس شلوي او کينې خواته تعجيل اخلي (۳-۱۲ و) شکل، د اصطکاک هغه قوه چې وروسته له دې د حرکت سره مخالفت کوي د ديناميکي يا حرکي اصطکاک قوې په نوم ياديږي.

د حرکي اصطکاک قوه د ستاتيکي اصطکاک له قوې نه کوچنۍ ده. که چيرې وغواړو چې جعبې ته په ثابت سرعت سره حرکت ورکړو د (۳-۱۲ هـ) شکل په شان کله چې جعبه په حرکت پيل وکړي عامله قوه ورو ورو کموو.



شکل (۱۲-۳)

۳-۱۰: د اصطکاک ځانګړتياوې

تجربه ښيي که چيرې يو جسم د يوې سطحې په مخ پر ته له دی چې د دوی په منځ کې د غوړو کوم قشر وجود ولري کله چې د F عامله قوه وغواړي چې جسم په حرکت راولي د اصطکاک قوه رامنځ ته کېږي چې لاندې ځانګړتياوې لري.

لومړی: که چيرې جسم حرکت ونه کړي په دی صورت کې د ستاتيکي اصطکاک قوه F_s او د عاملې قوې F د سطحې سره موازي مرکبه یو له بل سره مساوي او یو د بل په مخالف لوري عمل کوي.

دویم: $F_{s, \max}$ چې د F_s اعظمي اندازه ده مساوي ده په:

$$f_{s \max} = \mu_s N \quad (۳-۱۶) \dots\dots\dots$$

په پورتنۍ رابطه کې μ_s د ستاتيکي اصطکاک ضریب او N عمودي قوه ده. که چيرې د سطحې سره موازي د F مرکبه له $f_{s, \max}$ نه زیاته شي په دی صورت کې د حرکتی اصطکاک قوه تبارز کوي او هغه مساوي ده په:

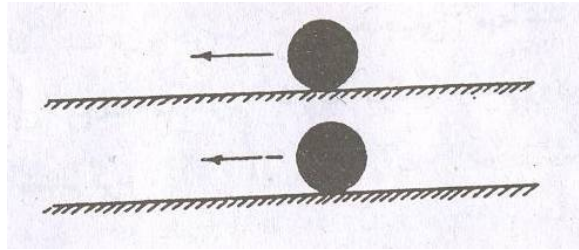
$$f_k = \mu_k N \quad (۳-۱۷) \dots\dots\dots$$

په پورتنۍ رابطه کې μ_k د حرکتی اصطکاک ضریب دی. د $(۳-۱۶)$ او $(۳-۱۷)$ معادلې وکتوري معادلې نه دی، د f_s او f_k جهتونه همیشه د سطحې سره موازي او د حرکت په خلاف لوری دي او N په سطح باندې عمود ده.

د اصطکاک د قوو اصلي لامل د تماس لرونکو جسمونو د سطحو نا همواري دی که څه هم دا نا همواري په سترگو نه لیدل کېږي خو د اوبتيکي وسایلو په مرسته په وضاحت سره لیدل کېږي. د اصطکاک د قوو بل لامل د تماس لرونکو جسمونو د مالیکولونو او اټومونو ترمنځ متقابلې اغیزې دي.

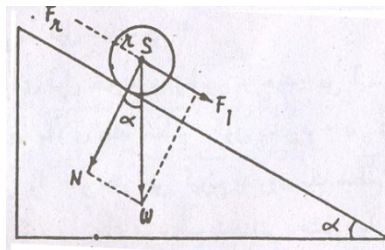
۳-۱۱: د رغړېدو (لول خورډن) اصطکاک Rolling

د رغړېدو په وخت کې اصطکاک هغه وخت رامنځ ته کېږي چې یو کروي یا استوانوي جسم د يوې سطحې په مخ ورغړي. د $(۳-۱۳)$ شکل سره سم یو کروي جسم په پام کې نیسو چې د افقي سطحې په مخ ورغړي.



شکل (۱۳-۳)

دلته کروي جسم په افقي سطحې فشار واردوي چې د سطحې په مخ ژوري رامنځ ته کوي. د حرکت په وخت کې جسم خپله حرکي انرژي ضايع کوي او له حرکت نه پاته کېږي، ځکه چې د کروي جسم د تماس د نقطې او افقي سطحې ترمنځ د اصطکاک قوه د جسم د حرکت په مقابل کې عمل کوي. د اصطکاک دا قوه د رغړېدو د اصطکاک قوې په نوم ياديږي. د رغړېدو اصطکاک قوه د ستاتيکي او حرکي اصطکاک په پرتله ډيره کوچنۍ ده. (۱۴-۳) شکل يوه استوانه ښیې چې د يوې مایلې سطحې په مخ چې له افق سره د α زاويه جوړه وي رغړې د نوموړې استواني وزن د هغې د ثقل په مرکز S کې عمل کوي. که چيرې د رغړېدو اصطکاک نه وي، نو استوانه د مایلې سطحې په ډير کم ميلان سره ښکته خواته په رغړېدو پيل کوي.



شکل (۱۴-۳)

خو د استواني او مایلې سطحې ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک له امله يوه ښيليدنه (چسپش) وجود لري، له دې کبله بايد مایله سطحه د يوه ټاکلي ميلان درلودونکې وي، ترڅو استوانه

ښکته خواته يوه منظم او مستقيم الخط حرکت ته دوام ورکړي. څرنگه چې د اصطکاک قوه د W وزن د عمودي مرکبې سره متناسبه ده يعنی $N = W \cos \alpha$ په دې حالت کې د استوانې د وزن دوراني مومنت د تماس د نقطې په شا او خوا عبارت دی له $W \cdot r \sin \alpha$ او د اصطکاک د قوې دوراني مومنت د رغړېدو په وخت کې بايد يو د بل سره د تعادل په حالت کې وي. ځکه د داسې شرط لاندې د استوانې حرکت د مایلي سطحې په مخ مستقيم الخط او منظم دی نو ځکه لرو چې:

$$W \cdot r \sin \alpha = \mu_r \cdot W \cos \alpha$$

$$\mu_r = r \cdot \tan \alpha \dots \dots \dots (3-18)$$

په پورتنۍ رابطه کې μ_r د μ_s او μ_k په خلاف خالص عدد نه بلکې د طول د واحد درلودونکې دی. د کچې له پلوه د رغړېدو اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F_r = W \sin \alpha$$

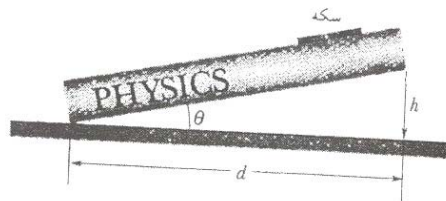
له بلې خوا له شکل نه لرو چې:

$$N = W \cos \alpha$$

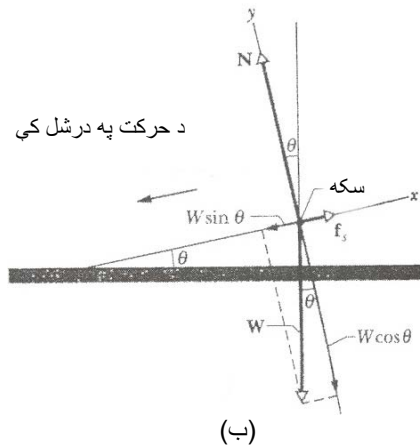
$$F_r = \frac{\mu_r}{r} \cdot N \dots \dots \dots (3-19)$$

له (3-19) رابطې نه معلومېږي چې د عین عمودي قوې N لپاره د رغړېدو د اصطکاک قوه د استواني د شعاع سره په معکوسه توګه متناسبه ده.

(3-5) مثال: د (3-15) شکل سره سم د کتاب په مخ چې له افقي سطحې سره د α زاویه جوړوي يوه سکه د سکون په حالت کې ده. که چیرې زاویه تر 13° پورې زیاتوالې پیدا کړي سکه په ښویدو پیل کوي د سکې او کتاب ترمنځ د ستاتيکې اصطکاک ضریب μ_s پیدا کړي؟



(الف)



(۱۵-۳) شکل (الف) د کتاب په مخ د بنویدو په حال کې سکه

(ب) د قوو گرافیکي انځور

حل: (۱۵-۳ ب) شکل په سکې باندې عاملې قوې نښې. په سکې باندې عاملې قوې عبارت دي له: عمودي قوه N چې له سطحې نه پورته خواته عمل کوي د سکې وزن W چې ښکته خوا ته عمل کوي او د ستاتيکي اصطکاک قوه f_s دا چې سکه د تعادل په حالت کې ده د ټولو قوو مجموعه مساوي صفر ده.

$$\sum F = f_s + W + N = 0 \dots\dots\dots (۲۰-۳)$$

ددې وکتوري معادلې افقي مرکبه عبارت ده له

$$\sum F_x = f_s - W \sin \alpha = 0$$

$$f_s = W \sin \alpha \dots\dots\dots (۲۱-۳)$$

د عمودي مرکبې لپاره لرو چې:

$$\sum F_y = N - W \cos \alpha = 0$$

$$N = W \cos \alpha \dots\dots\dots (۲۲-۳)$$

د (۱۹-۳) او (۲۰-۳) له تقسیم نه لرو چې:

$$\frac{f_s}{N} = \frac{W \sin \alpha}{W \cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$\mu_s = \tan \alpha = \tan 13^\circ = 0.23 \dots\dots\dots (۲۳-۳)$$

(۳-۶) مثال: يو موټر چې کتله يې 1500kg ده د 20 m/sec په سرعت سره په افقي جاده باندې حرکت کوي. د ماشين له ټکل کولو نه وروسته موټر تر تم ځای پورې 50m لاره طی کوي. د سرک او موټر د عرادو تر منځ اصطکاک او د اصطکاک ضريب پيدا کړي؟

حل: په موټر باندې د N ، W او f_s قوې عمل کوي.

$$W + N + f_s = ma \dots\dots\dots(۳-۲۳)$$

$$N - W = 0$$

$$f = ma$$

$$a = \frac{v_0^2}{2s} \quad f = \frac{mv_0^2}{2s}$$

$$f_s = \frac{1500\text{kg} \cdot (20\text{ m/sec})^2}{2 \cdot 50\text{m}} = 6000\text{N}$$

$$\mu_s = \frac{mv_0^2}{2mgs} = \frac{v_0^2}{2gs}$$

$$\mu_s = \frac{400\text{ m}^2/\text{sec}^2}{2 \cdot 9,8\text{ m/sec}^2 \cdot 50\text{m}} = 0,41$$

۳-۱۲: د فصل لنډيز

☞ قوه یو وکتوري کمیت دی او د دوو جسمونو ترمنځ د میخانیکي متقابلې اغیزې د اندازه کولو کمي مقیاس او معیار دی. کله چې څو قوې په یوه جسم باندې اغیزه کوي د هغو ټولیزه اغیزه د هغې منفردې قوې معادل ده چې پر جسم باندې د اغیز منو قوو د وکتوري حاصل جمع او یا محصلې سره مساوي ده.

☞ د نیوټن د لومړۍ قانون پر بنسټ کله چې په یوه جسم باندې هیڅ قوه عمل ونه کړي او یا پر هغه باندې د اغیز منو قوو محصله صفر وي جسم د تعادل یا سکون په حالت کې دي. که چیرې جسم په لومړۍ سر کې ساکن وي د خپل سکون په حالت کې پاته کېږي او که چیرې په حرکت کې وي په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته ادامه ورکوي.

☞ د یوه جسم عطالتي خواص د هغه د کتلې په مرسته ځانګړې کېږي. د هغه جسم تعجیل چې څو قوې په هغه باندې عمل کوي د وارده قوو له وکتوري حاصل جمع سره په مستقیمه توګه او د هغه له کتلې سره په معکوسه توګه متناسب دي. دا رابطه د نیوټن دویم قانون بیانوي، یعنې.

$$\sum F = ma \dots\dots\dots (۳-۲۵)$$

☞ د قوې واحد د SI په سیستم کې N او هغه مساوي دی په 1 kg m/sec^2 .

☞ د یوه جسم وزن د ځمکې د جاذبې قوه ده چې په نوموړې جسم باندې عمل کوي. وزن یو ډول قوه ده، نو له دی کبله یو وکتوري کمیت دي. د یوه جسم د وزن اندازه په یوه ټاکلې نقطه کې د هغه جسم د کتلې او په نوموړې نقطه کې د ځمکې د جاذبې د تعجیل (g) له حاصل ضرب سره مساوي دی:

$$W = mg \dots\dots\dots (۳-۲۶)$$

د یوه جسم وزن د هغه د استقرار په موقعیت پورې اړه لري، خو کتله له هغه پورې اړه نه لري.

☞ د نیوټن دریم قانون بیانوي چې عکس العمل مساوي له عمل سره دی. کله چې دوه جسمونه یو پر بل عمل کوي هر یو پر بل باندې قوه وارده وي چې په هره لحظه کې د دغو قوو اندازې یو له بل سره مساوي او جېتهونه یو د بل مخالف دي.

➤ په نړۍ کې هره ذره بله ذره يا يو جسم بل جسم ځان ته راجذبوي ددې قوې اندازه چې د نيوتن د جاذبې د قوې په نوم ياديږي له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \dots\dots\dots (۲۶-۳)$$

په پورتنۍ رابطه کې m_1 او m_2 د ذرو کتلې او r د هغو ترمنځ فاصله ده. G د جاذبې ثابت يو نړيوال ثابت او اندازه يې $\frac{N.m^2}{kg^2}$ $6,67 \cdot 10^{-11}$ ده.

➤ جاذبه لمریز نظام نسبت يو بل ته ساتی او د ځمکې د طبيعي او مصنوعي سپوږمکيو دوران د ځمکې په شا او خوا شونې کوي. دا ډول حرکتونه د کپلر د درې گونیو سياره يي حرکتونو څخه پيروي کوي او دا ټول د نيوتن د حرکت او جاذبې د قوانينو پيلامه ده.

1. د مدارونو قانون: ټولې سيارې په بيضوي ډوله مدارونو باندې حرکت کوي چې لمر د هغه په يوه محراق کې قرار لري.

2. د مساحتونو قانون: د سيارې او لمر ترمنځ نېسلونکې خط په مساوي وختونو کې مساوي مساحتونه جارو کوي.

3. د دورانونو قانون: د لمر په شا او خوا د هرې سيارې د پریود (T) مربع د هغه مدار د لوی قطر د نيمايي له مکعب سره متناسب دي.

➤ کله چې د F قوه يو جسم د يوې سطحې په مخ بښوي د سطحې له خوا په جسم باندې د اصطکاک قوه f واردېږي. د اصطکاک قوه له سطحې سره موازي او جهت يې د جسم د بنویدو په خلاف لوری دي. دا قوه د جسم او سطحې ترمنځ د تماس له امله ده. که چیرې جسم ونه بښويږي د اصطکاک قوه د ستاتيکي اصطکاک په نوم ياده او په f_s سره ښودل کېږي. که چیرې جسم وښويږي د اصطکاک قوه د حرکتی اصطکاک قوې په نوم ياده او په f_k سره ښودل کېږي.

د دريم فصل تمرين

1. د يوه فيل مرغ وزن $45N$ دی د فيل مرغ کتله پيدا کړي؟ ځواب: $(4,59kg)$
2. د يوه فضا نورد کتله له ټولو تجهيزاتو سره $95kg$ ده. ددی فضا نورد وزن د سپوږمۍ په مخ چې د ثقل تعجيل يې $1,6 \frac{m}{sec^2}$ دي پيدا کړي؟ ځواب $(152N)$
3. د يوه سپري وزن $12Lb$ دي د نوموړې سپري وزن په N پيدا کړي؟
ځواب: $(53,33N)$
4. يو جسم $200g$ کتله لري د نوموړې جسم وزن په dyn او N پيدا کړي؟
ځوابونه: $(1,96N, 196000dyn)$
5. د سمندر په سطح چيرې چې $g = 9,8 \frac{m}{sec^2}$ دی د يوه جسم وزن $25N$ دي د نوموړې جسم وزن به د X سيارې په مخ چې هلته $g = 3,5 \frac{m}{sec^2}$ دی څومره وي؟
ځواب: $(8,92N)$
6. يوه گلوله چې کتله يې $1000g$ ده، د $50 \frac{cm}{sec^2}$ په تعجيل حرکت کوي هغه قوه پيدا کړي چې گلولې ته يې دا تعجيل ورکړی دي؟ ځواب: $(5.10^4 dyn)$
7. د يوه جسم کتله $6kg$ او د $2 \frac{m}{sec^2}$ په تعجيل سره د حرکت په حال کې دي په جسم باندې عامله قوه پيدا کړي. ځواب: $(12N)$
8. د $F_1 = 20N$ او $F_2 = 15N$ دوه قوې په يو جسم چې کتله يې $5kg$ ده عمل کوي
الف) که چيرې د قوو ترمنځ زاويه 60° وي د جسم تعجيل پيدا کړي؟
ب) که چيرې د قوو ترمنځ زاويه 90° وي په دی صورت کې به د جسم تعجيل څومره وي. ځوابونه: الف: $6.082 \frac{m}{sec^2}$ ، ب: $5.38 \frac{m}{sec^2}$
9. که چيرې د $1kg$ کتلې يو جسم د $2 \frac{m}{sec^2}$ تعجيل چې جهت يې د X محور له مثبت لوري سره 20° زاويه جوړه وي درلودونکې وي:
الف) په جسم باندې د خالصې واردې قوې افقي او عمودي مرکبه پيدا کړي.

ب) خالصه قوه د واحد وکتورونو له جنسه وليکي؟ ځوابونه (الف: $F_x = 1.879N$ ،

$$F_y = 0.684N \text{، ب: } F = 1.879N\vec{i} + 0.684N\vec{j}$$

10. که چيرې د $1kg$ کتلې يو جسم $F_1 = (3,0N)\vec{i} + 14,0N\vec{j}$ او

$$F_2 = (2,5N)\vec{i} + (4,6N)\vec{j}$$

(الف) خالصه قوه د واحد وکتورونو له جنسه د هغې کچه او جهت

ب) خالصه قوه او

ج) د جسم تعجيل پيدا کړي. ځوابونه: (الف: $F = 5,5N\vec{i} + 18,6N\vec{j}$ ،

$$\text{ب: } F = 19,39N \text{، ج: } a = 19,39m/sec^2$$

11. د مایلې سطحې په مخ چې ميلان يې $\alpha = 15^\circ$ او طول يې $2m$ دي يوه جعبه قرار

لري. که چيرې جعبه د سکون له حالت نه ښکته خواته په حرکت پيل وکړي پيدا کړي:

(الف) د جعبې تعجيل

ب) د جعبې سرعت کله چې هغه د ځمکې سطحې ته رارسېږي.

$$\text{ځوابونه: (الف: } (sina - \mu_s)g \text{، ب } at)$$

12. يوه الماری چې کتله يې له هغو جامو سره چې پکې دی $45kg$ ده د سکون په

حالت کې د کوتې په مخ ولاړه ده:

(الف) که چيرې د ستاتيکي اصطکاک ضريب د کوتې د غولې او الماری-ترمنځ $0,45$ وي

هغه تر ټولو کوچنی افقي قوه چې الماری په حرکت راولې پيدا کړي؟

ب) که چيرې جامې چې مجموعي کتله يې $17kg$ ده له الماری نه وباسو په دی صورت

$$\text{کې به څومره قوې ته ضرورت وي. ځوابونه: (الف: } 198.45N \text{، ب: } 123.48N)$$

13. د باسکيټ بال يو لوبغاړی چې کتله يې $79kg$ ده په ميدان کې ښوېږي او د

$$f = 470N$$

اصطکاک قوې په واسطه يې حرکت بطني کيږي د ځمکې او لوبغاړې ترمنځ

د حرکي اصطکاک ضريب پيدا کړي؟ (ځواب: 0.6)

14. يو کارگر د $35kg$ کتلې لرونکې يو صندوق په $110N$ قوه سره په افقي توگه

کش کوي. د صندوق او د غولې ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک ضريب $0,37$ دي

(الف) د غولې له خوا د اصطکاک څومره قوه په صندوق عمل کوي

- (ب) په دی شرایطو کې $f_{s,max}$ پیدا کړي. ځوابونه: (الف $110N$ ، ب $130N$)
15. یو سپرۍ د $55kg$ کتلې یو صندوق په $240N$ قوه سره په یو اوار (هموار) غولۍ باندې په افقي توګه کش کوي. د حرکي اصطکاک ضریب $0,35$ دي
- (الف) د اصطکاک د قوې کچه پیدا کړي
- (ب) د صندوق تعجیل څومره دي. ځوابونه (الف $188.65N$ ، ب $0,93 m/sec^2$)
16. یو کوچنی بکس په یوې مایلې سطحې باندې چې د میلان زاویه $\alpha = 60^\circ$ ده قرار لري. د حرکي اصطکاک ضریب $0,20$ دی
- (الف) که چیرې جسم نسکته خواته وښوړي
- (ب) او که چیرې هغه پورته خواته وځيږي د بکس تعجیل څومره دی؟
- ځوابونه ($6.52 m/sec^2$ ، $-6.52 m/sec^2$)
17. د یوه جسم د حرکت معادله $s = 2 - 12t + 2t^2$ ده. که چیرې فاصله په متر او وخت په ثانیه اندازه شي د نومړي جسم تعجیل پیدا کړي؟ ځواب: ($4 m/sec^2$)
18. د $F_1 = 20N$ او F_2 یوه نا معلومه قوه په یوه جسم چې کتله $2kg$ ده په افقي جهت عمل کوي. نوموړی جسم یوازې په افقي جهت حرکت کوي. که چیرې د نوموړي جسم تعجیل a_x (الف $10 m/sec^2$ ب) $20 m/sec^2$ او ج) $5 m/sec^2$ وي په درې واړه حالتونو کې پر جسم د F_2 دویمه عامله قوه پیدا کړي؟ ځوابونه: (الف 0 ، ب $20N$ ، ج $-10N$)
19. د بورې یوې کڅوړې وزن 5 پونډه، د یوه سپرۍ وزن 240 پونډه او د یوه موټر وزن $1,8$ ټنه دی نوموړې وزنونه د نیوټن له جنسه پیدا کړي؟
- ځوابونه: ($1ton = 2000Lb$)، $15984N$ ، $1065.6N$ ، $22.22N$
20. د یوه امتحاني توغندی سرعت د $1,8sec$ په وخت کې د سکون له حالت نه $1600 km/h$ ته رسیږي. که چیرې د توغندی کتله $500kg$ وي. د اړینې قوې اندازه پیدا کړي؟ ځواب: ($1,2 \cdot 10^5 N$)
21. د $450Lb$ وزن درلودونکې موټر سایکل سرعت د $6sec$ په وخت کې له صفر څخه $55 mi/h$ ته رسیږي

الف) د موټر سایکل ثابت تعجیل خومره دی

ب) د نوموړې تعجیل د رامنځ ته کونکې قوې اندازه خومره ده؟

ځوابونه: الف: $13.43 \text{ } ft/sec^2$ ، ب: $183 \text{ } Lb$

22. په هغه ځای کې چې د ځمکې د جاذبې تعجیل $9.8 \text{ } m/sec^2$ دی د یوه جسم وزن

22N دی

الف) د نوموړي جسم وزن او کتله په هغه ځای کې پیدا کړي چې هلته د ځمکې د جاذبې

تعجیل $4.9 \text{ } m/sec^2$ وي

ب) که چیرې نوموړې جسم داسې ځای ته یوسو چې د ځمکې د جاذبې تعجیل صفر وي.

د نوموړې جسم وزن او کتله به خومره وي؟ ځوابونه الف $11N$ ، $2.2 \text{ } kg$ ب 0 ،

$(2.2 \text{ } kg)$

څلورم فصل

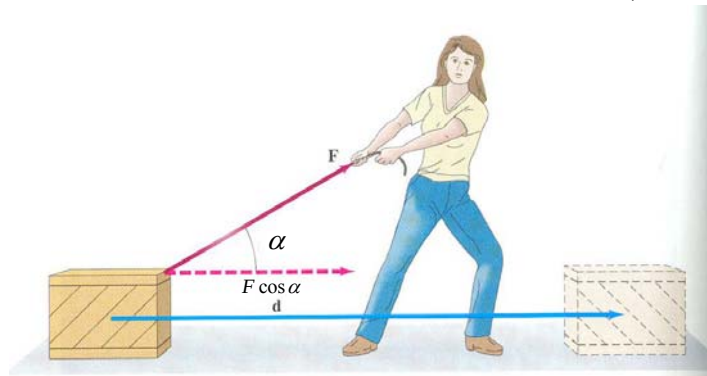
کار، انرژي او مومنتم

سریزه: کله به مو یو پټی د یو ځای څخه بل ځای ته وره وي لیدلی به مووی، چه انسانان د کار په اجرا کولو کې د بشري قووو، حیواني او یا هم ماشیني تخنیکونو څخه کار اخلي، حیوانات او ماشین الات د کار کمیت او کیفیت ښه کوي. که یو انسان په عادي توګه پنځوس کیلو ګرامه جسم پورته کړي او یا یې انتقال کړي، نو ماشین په ډیره آسانی په سوونو ټنه جسم او یا هم اجسام بیخایه کولې شي.

۴-۱: کار Work

په ټولو حالاتو کې د کار انجامول د قوې پوسیله ممکن کیدای شي او داسې تعریف کیدای شي.

که چیرې پر یو جسم قوه عمل وکړي، او نوموړی جسم ته په یوه فاصله تغییر مکان ورکړي، نو ویل کېږي چه کار انجام شوی دی. په فزيک کې د کار ډولونه خورا ډیر دي، میخانيکي کار، برقي کار، ترمودینامیکي کار او داسې نور اما دلته یواځې د موضوع په اړوند میخانيکي کار څیړو. د موضوع د وضاحت په ارتباط یو جسم چه کتله یې m ده په نظر کې نیسو. دغه جسم د $\vec{F}$ ، قوې په ذریعه چه د جسم د تغییر مکان سره د α زاویه جوړوي رابنګل کېږي.



(۴-۱) شکل

د تعريف په لحاظ کار چه په W سره بنودل کيږي د عاملي قوې او جسم د تغيير مکان د حاصل ضرب څخه لاسته راځي. يعنې

$$W = F \cdot \ell \cdot \cos \alpha$$

$$W = F \cdot d \dots\dots\dots(۱-۴)$$

د پورتنۍ رابطې څخه بنکارېږي چه د جسم تغيير مکان يعنې d د قوې د مرتسم څخه د جسم د خوځېدو په استقامت عبارت دی يعنې $d = \ell \cdot \cos \alpha$. پورتنۍ رابطې بنسې چه د کار د اجرا کيدو کميت د $\cos \alpha$ پورې اړوند دی.

الف) که چيرې عامله قوه او د جسم تغير مکان سره منطبق وي پدې حالت کې $\alpha = 0$ او $\cos 0^0 = 1$ دی دلته $d = \ell$ او کار عبارت $W = F \cdot d$ څخه دي. د α زاويې په لويډو سره اجرا شوې کار کميږي دا ځکه چه د $\alpha = \frac{\pi}{2}$ قيمت سره اجرا شوې کار يعنې $W = 0$ دي. دا په دی مانا نه دی چې گوندی عامله قوه وجود نلري، عامله قوه خامخا شته خو تغيير مکان صورت نه نيسي، نو دا علت دی چه $W = 0$ کيږي. د کار د اندازه کيدو واحد ته *Joul* ژول وائي. ژول هغه مقدار کار ته ويل کيږي چه يو نيوتن قوه يو جسم ته چه يو کيلوگرام کتله لري د يو متر په اندازه تغيير مکان ورکړي.

$$1Joul = 1N \cdot m \dots\dots\dots(۲-۴)$$

erg د ژول د اجزاو څخه دي.

$$1Joul = 1N \cdot m$$

$$1N = 10^5 \text{ dyne}$$

$$1m = 10cm$$

$$1Joul = 10^5 \text{ dyne} \cdot 10^2 \text{ cm}$$

$$= 10^7 \text{ dyne} \cdot \text{cm}$$

$$1Joul = 10^7 \text{ erg} \dots\dots\dots(۳-۴)$$

اوس غواړود فنر پوسيله اجرا شوی کار وڅيړو.

د شکل مطابق يو فنر د A له نقطې څخه ځوړنده ؤ. فرضاً په عادي حالت کې د فنر اوږدوالي ℓ_1 دي که چيرې د F قوه په دغه فنر مخ بسکته عمل وکړي نو فنر اوږديږي او

ℓ_2 حالت ځانته نيسي د جسم تغيير مکان $\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1$ په هر اندازه چه عامله قوه زیاتيږي نو د فنر اوږدوالي زیاتيږي، برعکس هر څومره چه عامله قوه کمه شي نو د فنر اوږدوالي کمیږي، ویلی شو چه د فنر قوه د فنر د اوږدېدو سره مستقیماً متناسبه ده. یعنې:

$$F \sim \Delta\ell$$

او که دغه حالت د مساوات په شکل ولیکو نو لرو چې:

(۴-۴) $F = k\Delta\ell$ ، k د تناسب ضریب دی همدارنگه $\Delta\ell = dx$ سره نښو. اجرا شوې کار په لاندې ډول لیکل کیږي.

$$dw = F \cdot dx$$

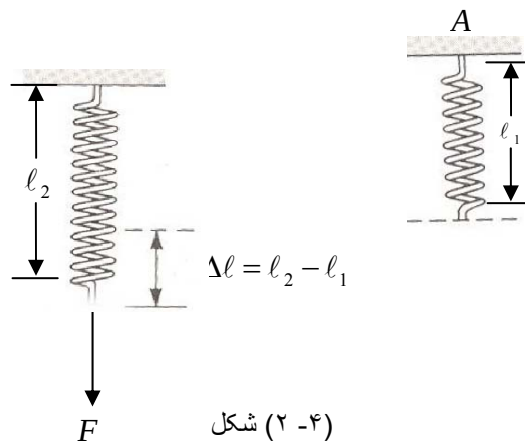
په پورتنۍ رابطه کې $F = -kx$ دی، منفي علامه د قوې او فنر د راکش کیدو یا تغییر مکان مخالف جهتونه نښی. د پورتنۍ رابطې څخه لیکلې شو چې:

$$W = \int_0^W dW = -k \int_0^x x \cdot dx = -k \frac{x^2}{2}$$

که په $W = -k \frac{x^2}{2}$ رابطه کې له منفي علامې څخه صرف نظر وشي، نو لیکلی شو چې:

$$W = \frac{1}{2} kx^2 \dots\dots\dots (۴-۵)$$

دلته K د فنر ارتجاعیت دی او واحد یې $\frac{N}{M}$ دي.



۴- ۱ مثال:

یو جسم د افقي سطحې په مخ د $300N$ قوې لاندې چې له افق سره 45° زاویه جوړوي د $10m$ په فاصله بې ځایه کیږي تر سره شوی کار پیدا کړی؟
حل: له (۴- ۱) رابطې څخه لرو چې:

$$W = F \cdot d \cos \alpha$$

$$W = 300N \cdot 10m \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2100 \text{Joul}$$

4-2: انرژي Energy

انرژي د کار هغه قابلیت ته ویل کیږي چه د کار د اجرا کیدو د مخه په یو جسم او یا سیستم کې موجود وي. کله چه په یوه ټاکلې ارتفاع کې یو جسم واقع وي، که چیرې موانع رفع شي نو جسم مخ بنسخته د ځمکې په لور حرکت کوي او د یو کار د اجرا کیدو باعث ګرځي، داسې معلومیږي چه د کار د اجرا کیدو د مخه په نوموړی جسم کې د کار قابلیت موجود ؤ. همدارنگه کله چه په یوه ناوه کې له تیریدو وروسته او به په شدت سره د ژرندی به څرخ لګیږي د څرخ پرې ګرځي او په نتیجه کې د ژرندی پلونه څرخوی. که چیرې عین مقدار اوبه په یوه اواره ویالې کې په څرخ ولګیږي، نو څرخ نه تاوېږي او په نتیجه کې د ژرندې پلونه نشي ګرځولي، خو کله چه همدا اوبه په ناوه کې حرکت وکړي، نو پدې صورت کې همدغه اوبه څرخ او په نتیجه کې د ژرندې پلونه ګرځولي شي. ولاړو اوبو کې مخکې له حرکت څخه د کار قابلیت موجود ؤ. د انرژي ډولونه خورا زیات دی لکه میخانیکي انرژي، هستوي انرژي، برېښايي انرژي، لمريزه انرژي او داسې نور. په عمومي توګه انرژي پر دوه برخو ویشل کیږي:

الف. مروجه یا معمول انرژي

ب. نوې او د نوې کیدو وړ انرژي

د لمړۍ برخې انرژي ځانګړتیاوې دا دي:

الف. ټاکلې زیرمې لري، لکه نفت، ګاز او د ډبرو سکاره

ب. د یو ځای څخه بل ځای ته د لیږد وړ دي

ج. خلاصیدوونکې دي

نوې او د نوې کیدو وړ انرژي د پورتنیو څخه پدې ډول توپیر کېږي

الف. نه خلاصیدوونکې منابع لري، لکه لمر

ب. په ټاکلې او د پیداکیدو په محل کې ګټه ترې اخستل کېدای شي.

ج. د ترانسپورتي وسایلو په مرسته د لیرې وړاندې همدا رنگه یو شمیر نورې ځانګړتیاوې

شته چه د هغوی د ذکر څخه دلته صرف نظر کېږي. د میکانيکي انرژي دوه مهم ډولونه د

پوتانشیال او حرکي انرژي څخه عبارت دی. چه په لاندې ډول تشریح کېږي.

۴-۳: پوتانشیال انرژي:

هغه انرژي چه په یو سیستم او یا جسم کې د هغه د حالت د بدلون له کبله رامینځ ته

کېږي، پوتانشیال انرژي په نوم یادېږي. ددغه تعریف څخه په ګټه اخیستنه د ځمکې د ثقل

اړوند پوتانشیال انرژي توضیح کوو.

یو جسم د ځمکې په سطحه باندې په نظر کې نیسو په دغه جسم یو کار اجرا کوو او جسم

د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع باندې پورته کوو په نوموړې ارتفاع کې دغه اجرا

شوې کار زیرمه کېږي که د جسم وزن $p = mg$ وي چې همیشه د ځمکې د سطحې

خواته متوجه دی د هغه په وړاندې اجرا شوې کار عبارت دی له $W = p \cdot h = mgh$

او یا هم

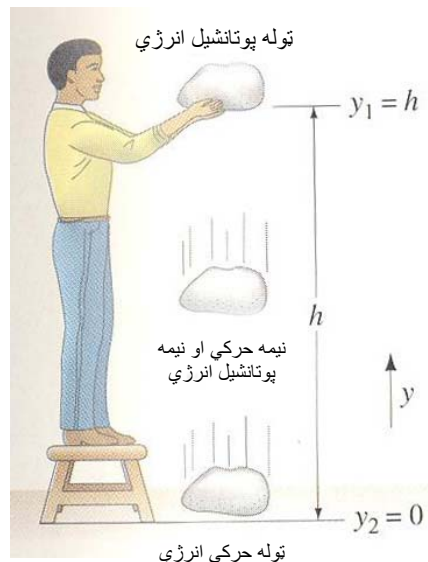
$$W = E_p = mg \cdot h \dots\dots\dots (۴-۵)$$

ویلی شو چه که چیرې د نوموړې جسم څخه مانع لرې او یا یې د h له ارتفاع څخه خوشې

کړو د ځمکې لورته حرکت کوي او کار اجرا کوي چه دغه اجرا شوی کار د

$W = mg \cdot h$ څخه عبارت دي یعنې هغه اندازه کار چې مخکې په جسم باندې ترسره

شوې دی (۴-۵) اړیکه د پوتانشیال انرژي په بڼه په جسم کې زیرمه کېږي.



شکل (۳-۴)

۴-۴: حرکي انرژي Kinetic Energy

هرڅوڅنډه جسم چه د V په سرعت باندې حرکت وکړي، ویل کیږي چه حرکي انرژي لري، تر هغه وخته پورې چه جسم ودریږي.

د مثال په توګه فرض کوو چه مخکینی ذکر شوې جسم د h له ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ رالویږي، کله چې د ځمکې سطحې ته رسیږي، د هغه پوتانشیال انرژي توله په حرکي انرژي اوږي. څرنگه چې جسم د h له ارتفاع څخه سقوط کړیدی نو لیکلې شو چه

$$W_p = mg \cdot h$$

څرنگه چې جسم سرعت اخیستی، نو لیکلې شو چه $v^2 = 2g \cdot h \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$

که دا قیمت په پاسنۍ رابطه کې وضع کړو

$$W = E_k = mg \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

یعني اجرا شوی کار چه د E_p ذخیروي انرژی لامل گرځیدلې کټ مټ په حرکتې انرژی اوبستې یا په بل عبارت د ثقل د قوې په مقابل کې کار د h په لوړوالي کې په جسم کې زیرمه شوې ؤ. چه درالویدو وروسته کټ مټ په حرکتې انرژی واوبست.

د انرژی د اندازه کیدو واحدونه:

څرنگه چې انرژی د کار د اجرا قابلیت ته ویل کیږي، نو له دی امله د کار او انرژی د اندازه کولو واحدونه سره مساوي دی. په بل عبارت انرژی هم د کار غوندی په *Joul* ژول او د هغه په اجزاء او اضعافو اندازه کیږي.

$$1\text{Joul} = 1\text{N} \cdot \text{m}$$

همدا رنگه

$$1\text{N} = 10^5 \text{ dyne}$$

$$1\text{Joul} = 10^5 \text{ dyne} \cdot 10^2 \cdot \text{cm} \quad 1\text{m} = 10^2 \text{ cm}$$

$$1\text{Joul} = 10^7 \cdot \text{dyne} \cdot \text{cm}$$

$$1\text{dyne} \cdot \text{cm} = 1\text{erg}$$

$$1\text{Joul} = 10^7 \text{ erg}$$

۴-۵: د انرژی د تحفظ قانون Energy Conservation Law

انرژی د یو شکل څخه په بل باندې اوږي یعنې انرژی خپل شکل بدلوي، نه دا چه له منځه ځي په یو معین موقعیت کې د انرژی کمیت ثابت پاته کیږي. او که چیرې یو ډول انرژی په بل ډول واوړی، نو حتماً بل ډول انرژی زیاتېږي چه په نتیجه کې د دواړو حاصل جمع د لمړي ځل په پرتله سره مساوي دی. یعنی ثابت پاتی کیږي.

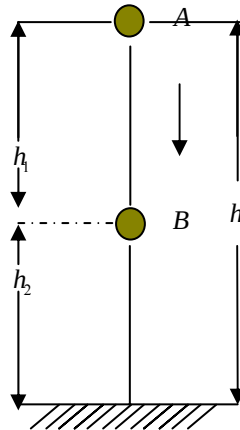
دلته وړاندی ذکر شوې مثالونه یو ځل بیا راوړو د h په لوړ والی کې پوتانشیال انرژی

$$E_p = mg \cdot h \quad \text{ده}$$

څرنگه چې جسم د توقف په حالت کې دي نو $v = 0$ او يا $E_k = 0$ کيږي چې په حقيقت

$$E_A = E_p + E_k = mg \cdot h + 0$$

$$E_A = mg \cdot h \dots\dots\dots (٦ - ٤)$$



شکل (٤ - ٤)

فرضاً نوموړی جسم د مسیر په امتداد د A موقعیت څخه B موقعیت ته راوليږي. د B

په موقعیت کې پوتانشيال انرژي $E_p = m \cdot g \cdot h_2$ څخه عبارت دي.

که په دغه موقعیت کې د جسم سرعت V فرض کړو نو حرکي انرژي $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ دي.

يعنی د B په موقعیت کې مجموعي انرژي

$$E_B = E_p + E_k = mgh_2 + \frac{1}{2}mv^2$$

د بلې خوا پوهيږو چې $v^2 = 2g \cdot h_1$ دي که دا قيمت په پورتنۍ رابطه کې وضع کړو

$$E_B = mgh_2 + mgh_1$$

$$E_B = mg(h_2 + h_1)$$

د شکل مطابق $h_2 + h_1 = h$ دي

$$E_B = mg \cdot h \dots\dots\dots (٧ - ٤)$$

که چیرې د (۶-۴) او (۷-۴) رابطې سره پرتله کړو څورو چه د A او B په موقعیتونو کې د ذخیروي او حرکي انرژي حاصل جمع ثابت پاتې کیږي، په داسې حال کې چه د A په موقعیت کې $E_k = 0$ دي. لدغه ځایه نتیجه اخلو، چه د جسم په هر موقعیت کې:

$$E = E_p + E_k = mgh = \text{const}$$

۴-۲ مثال: د یوه پنډوسکي (Ball) کتله $0,2\text{kg}$ او سرعت یې 15m/sec دي

الف) د هغه حرکي انرژي پیدا کړي؟

ب) که چیرې د هغه سرعت دوه برابره شي په دی صورت کې یې حرکي انرژي محاسبه کړي؟

حل: د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0,2\text{kg} \cdot \left(15\text{m/sec}\right)^2 = 22,5\text{J} \quad \text{الف)}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0,2\text{kg}(30\text{m/sec})^2 = 90\text{J} \quad \text{ب)}$$

۴-۶: مومنتم او ضربه:

کله کله فزیکي حوادثو کې د سیستم او یا جسم د حالت بدلون، په خاصو حالاتو کې مطالعه کیږي او دغه خاص حالت، د سیستم حاصل شوې بدلون په خورا ښه توګه توضیح کولای شي.

د نیوټن د دویم قانون څخه په ګټې اخیستنه لیکلې شو چې:

$$F = m \cdot a \dots\dots\dots(۴-۸)$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$F = m \frac{dv}{dt}$$

د پورتنۍ رابطې څخه لیکلې شو چې:

$$F \cdot \int_{t_0}^t dt = m \int_{v_0}^v dv$$

$$F(t - t_0) = m(v - v_0)$$

$$(t - t_0) = \Delta t, (v - v_0) = \Delta v$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \dots\dots\dots (9-4)$$

$m \cdot \Delta v$ ته مومنټم او يا د جسم د حرکت اندازه او $F \cdot \Delta t$ ته ضربه ويل کيږي. $F \cdot \Delta t$ د F قوې عمل د Δt په يوه کوچنۍ لحظه کې دي، چه د m کتلې د حرکت سرعت د v_0 څخه v ته رسوي. همدارنگه کولای شو د مومنټم د تغيير له نقطه نظره پورتنۍ رابطې په لاندینۍ شکل سره وليکو:

$$F \cdot \Delta t = mv - mv_0$$

څرنگه چه $mv = p$ او $mv_0 = p_0$ دي نو په دې لحاظ $F \cdot \Delta t = p - p_0$ څرنگه چه په کوچنۍ لحظه کې د P بدلون کوچنۍ دی يعنې:

$$p - p_0 = \Delta p$$

$$F \cdot \Delta t = \Delta p$$

نو ليکلې شو چه

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

او يا هم

$$F = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F = \frac{dp}{dt} \dots\dots\dots (10-4)$$

ددغې رابطې څخه يو ځل بيا داسې ښکاري، چه قوه د مومنټم د تغيير څخه عبارت دي. لکه د قوې غوندې مومنټم هم يو وکتوري کميت دي بايد پته پاتې نه وي چه د ميخانيک فزيک کتلوي مودل د يوې مادې نقطې ځينې عبارت دي. اما د اجسامو د ميخانيکي خصوصياتو په مطالعه کې د مادي نقاطو د اجسامو د اوزانو وکتوري محصله چه د جسم د ثقل په مرکز کې عمل کوي، د وکتور د عمل نقطه په نظر کې نيول کيږي.

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n F_i = \sum_{i=1}^n \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta p_i}{\Delta t} \dots\dots\dots (11-4)$$

۴-۷: طاقت Power:

د ډیرو پخوا زمانو څخه د انسانانو او حیواناتو د کار کولو اندازه د اهمیت وړ ده. په نننۍ نړۍ کې د ماشین آلاتو د کار د اجرا کیدو اندازه د وخت په اړوند ډیره مهمه ده. نننۍ نړیوال اقتصاد ټول په همدغه حقیقت کې نغښتي دي. طاقت د اجرا شوې کار او د هغه وخت د نسبت څخه لاسته راځي چه نوموړې کار په کې اجرا شوې دي که چیرې طاقت په p ، اجرا شوې کار په w او وخت په t سره اړائیه کړو نو لیکلې شو چې:

$$p = \frac{w}{t} \dots\dots\dots (۴-۱۱)$$

که کار په ژول $Joul$ او وخت په ثانیه sec سره اندازه شي نو د طاقت واحد $Joul/sec$ دي.

$$\frac{Joul}{sec} = 1watt$$

یو واټ هغه طاقت ته ویل کیږي چه یو ماشین او یا بله تولیدي قوه یو ژول کار په یوه ثانیه کې انجام کړي.

واټ یو مقداري (سکالري) کمیت دی، د جسم د کار د جهت پورې اړوند ندي. نن ورځ د طاقت ډیر لوی واحدونه لکه کیلو واټ او میگا واټ معمول دی چې په عملي ژوند کې استفاده ځینی کیږي.

۴-۳ مثال: د جت الوتکې موتور کولې شي $15000N$ قوه رامنځ ته کړی. که چیرې الوتکه د $300m/sec$ په سرعت سره د حرکت په حال کې وي د الوتکې قدرت د واټ او هارس پاور (hp) له جنسه پیدا کړي؟

حل:

$$p = \frac{w}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot V = (1,5 \cdot 10^4 N) \cdot 300m/sec = 4,5 \cdot 10^6 w$$

$$= (4,5 \cdot 10^6 w) \frac{1hp}{746} = 6032.17hp$$

۴-۸: د فصل لنډيز

☞ که چيرې د F قوه په يوې ذرې باندې اغيزه وکړي او د هغه په پايله کې نوموړې ذره د d په اندازه تغيير مکان وکړي په دې صورت کې تر سره شوې کار عبارت دي له:

$$W = Fd \cos \alpha = F \cdot d \dots\dots\dots(۴-۱۳)$$

په پورتنۍ رابطه کې α د قوې د جهت او تغيير مکان ترمنځ زاويه ده. کار يو سکالري کميت دي او يوازې الجبري مثبت او منفي علامې لري د جهت درلودونکې نه دي.

☞ که چيرې يو جسم د يوه فنر په آزاد انجام پورې وتړل شي او تغيير مکان وکړي د فنري قوې په واسطه تر سره شوې کار عبارت دي له:

$$W = -\frac{1}{2}kx^2 \dots\dots\dots(۴-۱۴)$$

☞ د m په کتلې او د V په سرعت سره د يوې ذرې يا جسم حرکي انرژي عبارت دي له:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots(۴-۱۵)$$

حرکي انرژي هم يو سکالري کميت دي او هميشه مثبت دي.

☞ په واحد وخت کې ترسره شوې کار د طاقت يا قدرت په نوم ياديږي او هغه عبارت دي له:

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots(۴-۱۶)$$

☞ د انرژي د تحفظ قانون په لاندې ډول دي:

$$E = E_p + E_k = \text{const} \dots\dots\dots(۴-۱۷)$$

☞ د هغه جسم مومنتم چې کتله يې m او د v په سرعت حرکت کوي عبارت دي له:

$$P = mv \dots\dots\dots(۴-۱۸)$$

☞ د $F \cdot t$ کميت د قوې د امپولس په نوم ياديږي. امپولس وکتوري کميت دی.

د څلورم فصل تمرین

1. د $300N$ قوه د 45° زاویې لاندې نسبت افقي سطحې ته په یو جسم عمل کوي او هغه جسم په منظمه توګه د $10m$ په واټن د افقي سطحې په مخ بې ځایه کوي. اجرا شوې کار پیدا کړي؟ ځواب ($2100J$)
2. ددې لپاره چې د $20g$ کتلې درلودونکې یو جسم د $3sec$ په وخت کې د $45m$ په واټن د سکون له حالت نه په یو نواخت تعجیل سره بې ځایه کړو څومره کار باید اجرا شي (له اصطکاک څخه صرف نظر کيږي) ځواب ($2.25J$)
3. د $2kg$ کتلې درلودونکې یو جسم د $6sec$ په جریان کې ازاد سقوط کوي د جسم حرکي انرژي د سقوط په پای کې څومره ده؟ ځواب ($3457.44J$)
4. د $100mg$ یو میخ د کوتې له غولې نه د میز سرته چې ارتفاع یې $75cm$ ده پورته کړي. اجرا شوې کار محاسبه کړئ؟ ځواب: ($7350erg$)
5. یو کرین د $20KN$ یو وزن د $5m$ په لوړوالي پورته کوي. د کرین کار پیدا کړي؟ ځواب: ($10^5 J$)
6. د $20g$ یوه مرمي په عمودي توګه پورته خواته فیر شوې او له $20sec$ وخت نه وروسته بیرته د ځمکې سطحې ته رارسېږي. د سلاح په میل کې د باروتو د ګاز کار محاسبه کړي؟ ځواب ($96J$)
7. د فوټ بال یو لوبغاړې د $10m/sec$ په سرعت سره د $700g$ کتلې یو توپ په پښه وهي یا یې ضربه کوي. که چیرې د ضربې دوام $0.02sec$ وي. د ضربې منځنۍ قوه پیدا کړي؟ ځواب: $350N$
8. د $3kg$ کتلې درلودونکې یو څرخ له ښویدو پرته د $5m/sec$ په سرعت سره په افقي سطحه باندې رغړي. د څرخ امپولس پیدا کړي؟ ځواب: ($15kgm/sec$)
9. که چیرې $20N$ قوه د 30° زاویې لاندې په یو جسم عمل وکړي او هغه د $5m$ په واټن بې ځایه کړي. اجرا شوې کار پیدا کړي؟ ځواب: ($86.6J$)

10. که چیرې د فضايي بیرې او له هغې سره د نیښتی توغندي کتله $2,9 \cdot 10^5 \text{ kg}$ وي او د $11,2 \text{ km/sec}$ په سرعت سره حرکت وکړي د هغوی حرکي انرژي حساب کړي؟
 ځواب: ($1,8 \cdot 10^{13} \text{ J}$)

11. د لاندنیو شیانو حرکي انرژي محاسبه کړي.

الف) فوټبالیست چې کتله یې 110 kg او د $8,1 \text{ m/sec}$ په سرعت سره ځغلي

ب) مرمي چې کتله یې $4,2 \text{ g}$ او سرعت یې 950 m/sec دي

ج) فضايي بیرې چې کتله یې 91400 kg او سرعت یې $11,2 \text{ km/sec}$

ځوابونه: (الف 3608.55 J ، ب 1895.25 J ، ج: $5,73 \cdot 10^{12} \text{ J}$)

12. یو پلار د خپل زوی سره مسابقه کوي د پلار حرکي انرژي د زوی د حرکي انرژي

نیمایي ده او د زوي کتله د پلار د کتلې نیمایي ده. پلار د $1,0 \text{ m/sec}$ سرعت ته رسېږي

او وروسته هم هغه د زوی حرکي انرژي لري. د پلار او زوي لومړنۍ سرعت څومره ده؟

ځوابونه: (پلار $2,4 \text{ m/sec}$ ، زوی $4,8 \text{ m/sec}$)

13. داوړوژنۍ یو پایپ چې اوږدوالی یې 12 m دي په افقي توګه د یوې سطحې په مخ په

$2,3 \text{ m/sec}$ سرعت سره له اصطکاک پرته کشکول کیږي. د پایپ د هر متر کتله

$0,25 \text{ kg}$ ده. کله چې ټول پایپ حرکت کوي د عاملې قوې په نتیجه کې څومره کار

ترسره کیږي؟ ځواب: ($7,9 \text{ J}$)

14. له اصطکاک پرته د یوې مایلې سطحې په مخ چې له افق سره 25° زاویه جوړوي د

25 kg کتلې درلودونکې یو صندوق مخ پورته د یو کارګر په واسطه په 209 N قوه چې

له سطحې سره موازي ده کش کول کیږي کله چې صندوق د $1,5 \text{ m}$ په واټن بې ځایه شي.

د کارګر په واسطه تر سره شوې کار محاسبه کړي؟ ځواب: (31315 J)

15. یو جسم چې کتله یې 102 kg ده د یوه مستقیم افقي خط په مخ د 53 m/sec په

لومړنۍ سرعت سره حرکت کوي. که چیرې په 2 m/sec^2 تاخیري تعجیل (تأجيل) سره د

نوموړې خط په مخ ودریږي. پیدا کړي

الف) د هغه د دریدو لازمه قوه

- ب) د تأجیل په وخت کې طی کړل شوې واټن
- ج) په جسم باندې د واردې قوې په مرسته اجرا شوې کار؟
 ځوابونه: (الف $204N$ ، ب $702.25m$ ج $1,4 \cdot 10^5 J$)
16. د توپک مرمي چې کتله یې $5g$ او د $500 m/sec$ په سرعت سره حرکت کوي حرکتی انرژي د ژول له جنسه محاسبه کړي؟ ځواب ($625J$)
17. د $30N$ یوه قوه په یوه متحرک توپ چې کتله یې $0,420kg$ ده عمل کوي چې په لومړۍ سرکې د $4 m/sec$ په سرعت سره د قوې په جهت حرکت کوي. قوه باید په کومه فاصله کې په توپ باندې اغیزه وکړي ترڅو سرعت یې $6 m/sec$ ته ورسېږي؟
 ځواب: ($0.14m$)
18. د انسان زړه یو پیاوړې او د اعتماد وړ پمپ دی. هره ورځ د 7500 لیټرو په شا او خوا کې وینه پمپوي او د وجود یا بدن غړیوته یې رسوي. که چیرې د زړه کار د $1,63m$ په ارتفاع (په امریکا کې د ښځو متوسط قد) د همدغو مړه اندازې وینې د لوړولو له کار سره مساوي وي او د وینې کثافت د اوبو له کثافت $10^3 kg/m^3$ سره مساوي وي. په یوه ورځ کې د زړه کار څومره دي؟ ځواب: ($1,20 \cdot 10^5 J$)
19. د $5kg$ کتلې یو جسم باید څومره لوړ شي ترڅو د هغه پوتانشیل انرژي $40J$ زیاته شي. څومره باید نوموړې جسم راتیټ یا ښکته کړو ترڅو د هغه پوتانشیل انرژي $100J$ کمه شي. په دواړو حالتونو کې د ثقل د قوې کار محاسبه کړي؟ ځوابونه: ($0,80m$ ، $2m$ ، $-40J$ ، $100J$)

پنځم فصل

کلک (جامد) اجسام Solids

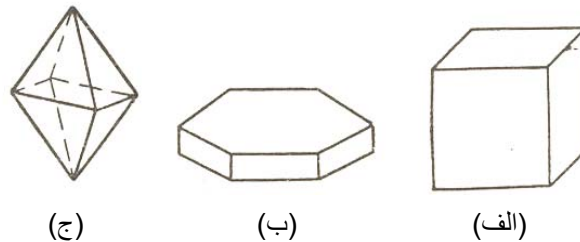
سريزه: ماده په طبيعت کې په درې ډوله جامد، مايع او ګاز وجود لري او له يوه حالت نه په بل حالت اوږي. د تودوخې د زياتوالي په پايله کې جامد په مايع او مايع په ګاز اوږي. ماده په جامد حالت کې د ټاکلې حجم او ټاکلې شکل درلودونکې ده. ددی لپاره چې د يوه جامد جسم حجم او شکل بدل کړو زياتو قووته اړتيا شته دی، يعنی جامد اجسام د حجم او شکل د بدلون په وړاندې له ځانه زيات مقاومت ښيي.

ماده په مايع حالت کې ټاکلې حجم لري خو شکل يې بدلون کوي او په هر لوبښې (ظرف) کې چې واچول شي د هغه لوبښې بڼه ځان ته غوره کوي. که وغواړو چې د يوې مايع حجم ته بدلون ورکړو، نو د زياتو قوو عمل ته اړتيا شته دی يا په بل عبارت مايع د خپل حجم د بدلون په وړاندې له ځانه زيات مقاومت ښيي، خو د شکل د بدلون په وړاندې له ځانه هيڅ ډول مقاومت نه ښيي.

ماده د ګاز په حالت کې نه ټاکلې حجم لري او نه هم ټاکلې شکل او د خپل حجم او شکل د بدلون په وړاندې هيڅ ډول مقاومت له ځانه، نه ښيي. نو ځکه ګاز په ډير کم وخت کې ټوله هغه فضا اشغالي چې په واک کې يې ورکول کېږي. په جامد او مايع اجسامو کې د ماليکولونو، اتومونو او ايونونو ترمنځ قوې د پام وړ دي او دا ذرې په ټاکلو فاصلو کې يو له بل نه قرار لري. په دی اجسامو کې د ماليکولونو ترمنځ د قوونه ناشي متوسطه پوتانشيل انرژي د ماليکولونو د حرارتي حرکت د متوسطې حرکي انرژي نه زياته ده $(\overline{W}_p > \overline{W}_k)$. په بل عبارت د ماليکولونو حرکي انرژي د ماليکولونو ترمنځ د جاذبې په قوه باندې د غلبې لپاره کفايت نه کوي.

په جامد جسم کې ذرې (ماليکولونه، اتومونه او ايونونه) په يوه خورا دقيق هندسې نظم کې قرار لري او يوه شبکه جوړوي چې د کرسټال په نوم ياديږي. په طبيعت کې زياتره جامد اجسام کرسټالي جوړښت لري د بيلګې په توګه ټول منرالونه او د انجماد په حالت کې ټول

فلزات له کرسټالونو، نه عبارت دی. په جامدو اجسامو کې مالیکولونه د خپل تعادل حالت په شا او خوا کې اهتزازي حرکت ترسره کوي. د کرسټال خارجي نښه او مشخصه د هغه منظم هندسي شکل دي (۵-۱) شکل.



(۵-۱) شکل

د بېلګې په توګه د خوړو د مالګې کرسټال د مکعب شکل لري (۵-۱ الف) شکل د کنگل (یخ) کرسټال د شپږ وجهي منشور شکل لري. (۵-۱ ب) شکل او د الماس کرسټال د اته وجهي شکل لري (۵-۱ ج) شکل او داسې نور. د هر کرسټالي جسم د محدود کونکو سطحو ترمنځ یوه ټاکلې زاویه وجود لري د مثال په ډول د خوړو د مالګې د کرسټال د سطحو ترمنځ زاویه 90° او د یخ د کرسټال د سطحو ترمنځ زاویه 120° دي او داسې نور.

د کرسټالي جسم یا کرسټال بله مشخصه د هغه په داخل کې د نامتجانستوب (انیزوتروپي) شتون دي او هغه دا چې ځینې فزیکي خواص لکه (مېخانيکي، برېښايي او نوري) د جهت تابع دي، یعنې په کرسټال کې د جهت په بدلون سره دا خواص هم بدلون کوي. یا په بل عبارت کرسټال په مختلفو جهتونو کې مختلف خواص لري. که څه هم د اجسامو کرسټالي حالت په طبیعت کې ډیر په سترګو کېږي، خو د دغو ټولو اجسامو کرسټالي خواص یو شان واضح نه دي. په دی نسبت اجسام په دوو ګروپونو ویشل کېږي. مونو کرسټالونه او پولي کرسټالونه.

مونو کرسټال هغه جسم ته ویل کېږي چې ټولې ذرې یې په یوه عمومي فضايي شبکه کې ځای په ځای کېږي. فضايي شبکه هغه شبکه ده چې په کرسټالي جسم کې ذرې (مالیکولونه، اټومونه او ایونونه) د یو بل په نسبت په دقیق او منظم تناظر کې واقع وي. پولې کرسټال هغه جسم ته ویل کېږي چې له زیات شمیر کوچنیو مونو کرسټالونو نه چې یو د بل په نسبت په نامنظم ډول واقع دي جوړ شوي دي. له دې کبله پولې کرسټالونه ایزوتروپ دي، یعنې په ټولو جهتونو کې یو شان فزیکي خواص لري. په پولې کرسټالونو کې نامتجانستوب (ایزوتروپ والی) یوازې د مونو کرسټال په حدود وکې وجود لري. د معاصر فزيک له نظره جامد اجسام یوازې کرسټالي اجسام یا کرسټالونه دي. د مایعاتو ذرې (مالیکولونه) په نا منظم او نا مرتب ډول سره یو ځای شوي له دې کبله مایعات ایزوتروپ دي.

۵-۱: ارتجاعي قوه Elastic Force

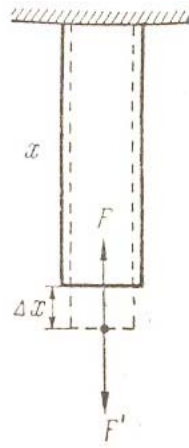
مخکې مو ولوستل چې قوه کولې شي یوه جسم ته تغیر د شکل ورکړي او یا د هغه جوړونکې ذرې یو د بل په نسبت بې ځایه کړي. په دې صورت کې (د نیوټن د دریم قانون سره سم) د تغیر موندونکې جسم په داخل کې د تغیر راوړونکې قوې په مقابل کې قوه را پیدا کېږي چې کچه یې د تغیر راوړونکې قوې سره مساوي ده دا قوه د ارتجاعي قوې په نوم یادېږي. د بیلګې په توګه هغه وزنه چې د یوه فنر په سر کې ځوړند او هغه کش کوي د فنر ارتجاعي قوې تر اغیزې لاندې راځي. ارتجاعي قوې د یوه جسم د ذرو (مالیکولونو او اټومونو) د خپل منځینې اغیزو نه سرچینه اخلي او په اخري تحلیل کې برېښايي طبیعت لري.

څو ډوله د اجسامو تغیر شکل وجود لري لکه: یو طرفه انبساط، یو طرفه تراکم یا انقباض، څو طرفه یا حجمي انقباض، تاوانحنا یا کړیدل او نور. تجربه ښیي چې د F ارتجاعي قوه چې د هر ډول کم تغیر شکل په صورت کې رامنځ ته کېږي د تغیر شکل له قیمت (Δx) سره متناسبه ده یعنې:

$$F = -k \cdot \Delta x \dots\dots\dots (۵-۱)$$

په پورتنۍ رابطه کې k د تناسب ضريب دي. (۵-۱) رابطه د هوک د قانون په نوم ياديږي. د منفي علامه د ارتجاعي قوې او تغيير مکان د مختلفو جهتونو څرگندويه ده. که چيرې د تغيير راوړونکې يا خارجي قوې له رفع کيدو وروسته ارتجاعي قوې په بشپړه توګه د جسم لومړۍ بڼه او اندازه اعاده کړي دا ډول تغيير شکل ته ارتجاعي تغيير شکل وايي. د کوچنيو تغيير مکانونو (Δx) په صورت کې د حقيقي اجسامو تغيير شکل ارتجاعي ګڼلې شو. د لويو Δx په صورت کې د جسم په اصطلاح باقي مانده تغيير شکل رامنځ ته کېږي چې په بشپړه توګه د هغه بڼه او اندازه نه اعاده کېږي. په ډيرو سترو تغيير شکلونو کې ښايي جسم مات او خپل اصلي حالت له لاسه ورکړي.

اوس د (۲-۸) شکل سره سم د يوې ميلې د يو طرفه انبساط ارتجاعي تغيير شکل مطالعه کوو.



(۵-۲) شکل

فرض کړي د ميلې په کوز سر کې د F' تغيير راوړونکې قوه (خارجي قوه) عمل کوي د ميلې اوږدوالي x او د مقطع مساحت يې A دي. ميله د Δx په اندازه اوږدېږي او په هغې کې د $F = -F'$ ارتجاعي قوه رامنځ ته کېږي. تجربه ښيي چې په ميله کې رامنځ ته شوې اوږدوالي (Δx) د F' قوې او د ميلې له لومړنۍ طول x سره په مستقيمه توګه متناسب او د ميلې د مقطع له مساحت سره په معکوسه توګه متناسب دي يعنې:

$$\Delta x = \frac{F'x}{EA} = -\frac{FX}{EA} \dots\dots\dots (۲-۵)$$

له دې ځايه:

$$F = -\frac{EA \cdot \Delta x}{x} \dots\dots\dots (۳-۵)$$

په (۳-۵) رابطه کې E هغه ضريب دی چې د ميلې د مادي د ارتجاعيت ښکارندوی او د ارتجاعيت د مودلس (Modulus) يا د يانگ Young د مودلس په نوم ياديږي. د (۲-۵) له رابطې نه لرو چې:

$$E = \frac{F'x}{A \cdot \Delta x} \dots\dots\dots (۴-۵)$$

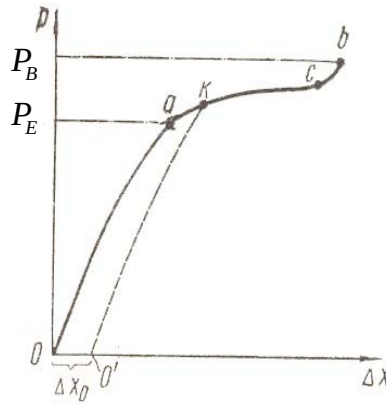
که چيرې $\Delta x = x$ او $A = 1$ فرض کړو په دې صورت کې $E = F'$ ، يعنې د يانگ مودلس په دې توگه له هغې قوې سره مساوي دی چې د واحد مساحت درلودونکې مقطع ميله دوه چنده اوږده وي. د SI په سيستم کې د يانگ د مودلس د اندازه کولو واحد $\frac{N}{m^2}$ دي.

۲-۵: د جامد جسم د شکل بدلون (تغيير شکل) Deformation

مخکې مو د جامد جسم تغيير شکل په لنډ ډول مطالعه کړ او س د جامد جسم او کرسټالونو د جوړښت په پام کې نيولو سره د هغه تغيير شکل په ژوره توگه او هر اړخيز ډول مطالعه او بررسي کوو. د جسم تغيير شکل د يوه گراف په واسطه رسموو. د بيلگې په توگه د يوې ميلې د يو طرفه انبساط تغيير شکل په پام کې نيسو. په افقي محور د ميلې تغيير مکان (د طول زياتوالې) Δx ، او په عمودي محور فشار په پام کې نيسو، لرو چې:

$$P = \frac{F}{A}$$

په پورتنۍ رابطه کې F تغيير راوړونکې قوه او A د ميلې د مقطع مساحت دي، (۳-۵) شکل.



شکل (۵-۳)

د کمو فشارونو په صورت کې انبساط تقریباً د فشار سره متناسب دي. (د هوک قانون) د تغییر شکل دا ساحه د ارتجاعی تغییر شکل په نوم یادېږي. په گراف کې دا ساحه د oa له خط سره مطابقت لري. د P_E فشار چې د oa خط د a له نقطې سره مطابقت لري د ارتجاعیت د حد په نوم یادېږي.

د فشار د نور زیاتوالي په صورت کې په اصطلاح پلاستيکي ارتجاعیت پیل کېږي چې په گراف کې د ab له منحنی سره مطابقت لري. د فشار د ډیر زیاتوالي په صورت کې د میلی زیات انبساط رامنځ ته کېږي چې د جسم په کږېدو یا ماتیدو منجر کېږي دا فشار په گراف کې د b له نقطې سره مطابقت لري. د جسم د ماتیدو نه مخکې یو بل حالت شته دی چې په هغه کې د انبساط په مقابل کې د جسم مقاومت دواړې یو څه زیاتېږي په گراف کې د (cb) قطعه، د جسم د ماتیدو فشار P_B د استحکام یا ثبات د حد په نوم یادېږي.

که چیرې د یوه جسم د تغییر په صورت کې د هغه د ارتجاعیت له حد نه تیرې ونه شي په دی حالت کې جسم د تغییر شکل راوړونکې قوې له رفعه کیدو وروسته په بشپړه توګه خپله لومړنۍ بڼه اعاده کوي په گراف کې د بیرته اعادې پروسه د ao په خط حرکت کوي. که چیرې تغییر شکل رامنځ ته کونکې قوه د ارتجاعیت له حد نه تیرۍ وکړي او یا له هغه نه زیاته شي (چې په گراف کې د k له نقطې سره سمون لري) په دی حالت کې د نوموړې قوې له رفع کیدو نه وروسته جسم خپل لومړنی شکل نه اعاده کوي او د تل لپاره

د باقي مانده تغيير شکل په نوم د Δx_0 تغيير شکل ساتی. د جسم د شکل د قسمي اعادي پروسه په گراف کې د ko' له خط نه عبارت دي.

د يادولو وړ ده چې د ارتجاعي تغيير شکل په صورت کې هم د جسم لومړنۍ بڼه په آنی اوسم دستي توگه نه اعاده کېږي، بلکې د يو څه وخت نه وروسته چې کله کله دا وخت بڼايي څو ساعته او يا څو ورځې وي اعاده کېږي. دا پديده د ارتجاعي وروستنۍ عمل په نوم ياديږي.

۵-۳: د جامدو اجسامو تودوخيز (حرارتي) انبساط Thermal Expansion

د تودوخې په زياتوالي سره د جامد جسم د ذرو حرارتي حرکت گړندی کېږي او د دوی ترمنځ منځنۍ واټن زياتيږي. له دې کبله جامد جسم د گرمولو په پايله کې پراخېږي يا انبساط کوي. تجربه ښيي چې د يوې ميلې د طول زياتوالي يعنی انبساط $\Delta \ell$ د خطي انبساط په صورت کې د هغه د تودوخې له بدلون سره متناسب دي، يعنی:

$$\Delta \ell = \alpha \ell_0 \Delta t \quad (5-5)$$

په پورتنۍ رابطه کې ℓ_0 د ميلې طول په t_0 تودوخه کې، $\ell = \ell_0 + \Delta \ell$ د ميلې طول په t تودوخه کې، $\Delta t = t - t_0$ او α د خطي انبساط ضريب دي. په (۵-۵) رابطه کې که چيرې $t_0 = 0^\circ \text{C}$ وي، نو لرو چې:

$$\ell = \ell_0 (1 + \alpha t) \quad (5-6)$$

له دې ځايه:

$$\alpha = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0 t} \quad (5-7)$$

له پورتنۍ رابطې نه د خطي انبساط ضريب (α) د ميلې له هغه نسبي انبساط څخه عبارت دي چې د سانتي گريد يوې درجې په پايله کې رامنځ ته کېږي او واحد يې $\frac{1}{\text{grad}} = \text{grad}^{-1}$ دي. د جامدو اجسامو لپاره α د $(10^{-6} - 10^{-5}) \text{grad}^{-1}$ په شا او خوا کې ده.

د خطي انبساط په پایله کې د جسم حجم زیاتېږي. د حجمي انبساط د مطالعې لپاره یو مکعب ډوله جسم چې هره ضلع یې د t_0 په تودوخه کې ℓ_0 ده په پام کې نیسو. د نوموړې جسم حجم مساوي دي په $v_0 = \ell_0^3$ د t تر تودوخې پورې د مکعب له ګرموالي نه وروسته د هغه هره وجهه مساوي کېږي په $\ell_0(1 + \alpha t)$ او د هغه حجم مساوي دی په:

$$V = [\ell_0(1 + \alpha t)]^3 = \ell_0^3(1 + 3\alpha t + 3\alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3)$$

په پورتنۍ رابطه کې د α د کوچنیوالي له امله د α^2 او α^3 درلودونکو حدونو څخه سترګې پټولې شو یا صرف نظر کولې شو، په پایله کې لیکلې شو چې:

$$V = V_0(1 + 3\alpha t)$$

که چېرې $3\alpha = \beta$ وي په دې صورت کې

$$V = V_0(1 + \beta t) \dots\dots\dots (۸-۵)$$

په (۸-۵) رابطه کې β د حجمي انبساط د ضریب په نوم یادېږي. پوهیږو چې د جسم کثافت $\rho = \frac{m}{V}$ دي، چې m د جسم کتله او V یې حجم دي، نو د (۸-۸) رابطې نه لور چې:

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta t} \dots\dots\dots (۹-۵)$$

په پورتنۍ رابطه کې $\rho_0 = \frac{m}{V_0}$ د جسم کثافت په $t = 0^\circ C$ تودوخه کې دي. له (۹-۵)

رابطې نه څرګندېږي چې د یوه جسم کثافت د تودوخې په زیاتوالي سره کمیږي. (۵-۶)، (۵-۸) او (۵-۹) رابطې د مایع اجسامو یا مایعاتو لپاره هم رېښتینې دي، خو یوازې توپیر په دې کې دي چې د مایع اجسامو د حجمي انبساط ضریب د جامدو اجسامونه زیات او هغه د $(10^{-4} - 10^{-3}) \text{ grad}^{-1}$ په شا او خوا کې دي.

په (۵-۱) جدول کې د ځینو جامدو اجسامو د خطي انبساط د ضریب α قیمتونه د کوتي په تودوخه کې ورکړل شوي دي.

(۵-۱) جدول د خطي انبساط خو ضريونه

جسم	$\alpha (10^{-6} \text{ grad}^{-1})$	جسم	$\alpha (10^{-6} \text{ grad}^{-1})$
يخ يا کنگل په 0°C کې	51	پولاد	11
سرب	29	معمولي شیشه	9
المونيم	23	پيرکس شیشه	3.2
برونز	19	الماس	1.2
مس	17	اينوار Ni-Fe الياژ	0.7
کانکريت	12	کوارتز	0.5

په پورتنۍ جدول کې ټول درج شوې کميتونه پرته له يخ يا کنگل نه د کوټې په تودوخه کې ورکړل شوي دي.

۵-۴: ارتجاعيت Elasticity

ټول سخت يا جامد اجسام تر يوه حده دکشش وړتيا يا ارتجاعيت لري په دې مانا چې د کشولو، فشار ورکولو، تاوولو او متراکم کولو په واسطه کولې شو د هغو ابعادونه تريوي اندازه بدلون ورکړو. ددې لپاره چې د ابعادو ددې بدلونو نو په هکله څه وپوهيږو يا تصور وکړو لاندې مثال په پام کې نيسو. که چيرې د يو متر په اوږدوالي او يو سانتي متر په قطر يوې عمودي پولادي ميلې له يوه انجام نه يو کوچنی موټر راوځړو ميله کش کيږي خو دا کشش يوازې د $0,55\text{mm}$ په اندازه دي پردي برسیره کله چې موټر د ميلې له انجام نه ليرې کړو ميله بيرته خپل لومړنۍ حالت ته ورگرځي، يعنی خپل لومړنۍ طول ته ورگرځي. که چيرې دوه موټره د ميلې له انجام نه وځړو ميله په دايمي ډول کش کيږي چې د موټرو له ليرې کولو نه وروسته خپل لومړنۍ حالت ته نه ورگرځي. او که چيرې د ميلې له انجام نه درې موټره وځړو په دې صورت کې ميله ماتيږي.

(۵-۴) شکل د قوو تر اغيزې لاندې د يوه جامد جسم د ابعادو د بدلون درې مختلفې طريقې يا ډولونه نيسي. په (۵-۴ الف) شکل کې استوانه کش شوې ده په (۵-۴ ب) شکل کې استوانه د هغې قوې د عمل له کبله چې د هغې په محور باندې عموده ده تغيير

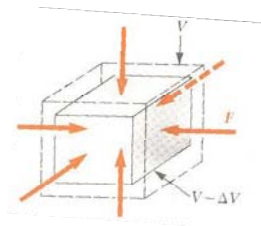
شکل کړي دي. په (۵-۴ ج) شکل کې يو جامد جسم (مکعب) په مايع کې قرار لري او له هرې خوا د مايع د فشار قوه په هغه باندې عمل کوي. کوم شی چې په دې درې ډوله تغيير شکل کې ونډه لري او يا شریک دي هغه تنش (Stress) يا د تغيير شکل عامله قوه په واحده سطحه دي چې کشش (Strain) يا واحد تغيير شکل $\frac{\Delta L}{L}$ رامنځ ته کوي يا يې ايجادوي. تنش او کشش دواړه معرفي کوو.

تنش _ دا کميت د مېخانيکي شدت يا (Mechanical Stress) په نوم ياديږي. مېخانيکي شدت يو فزيکي کميت دي چې په عددي توگه د تغيير شکل د عاملې قوې او د جسم د واحدې سطحې له نسبت سره مساوي دي، يعنې:

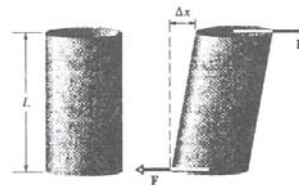
$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (۵-۱۰)$$

په بل عبارت مېخانيکي فشار يا تنش د کش کولو، تراکم او تاوولو په رامنځ ته کولو کې د قوې د وړتيا د ميزان معرفي کونکې دي.

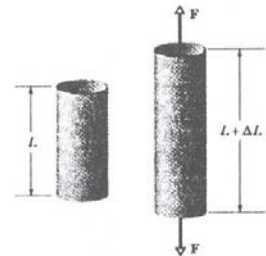
کشش د يوه جسم د نسبي کش کولو، تراکم او تاوولو د ميزان معرفي کونکې دي.



(ج)



(ب)



(الف)

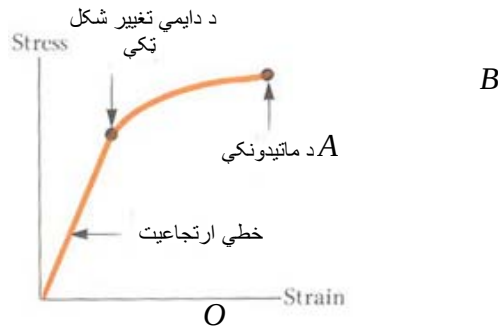
(۵-۴) شکل

(۵-۴ الف) شکل کششي تنش، (۵-۴ ب) شکل برشي تنش او (۵-۴ ج) شکل هايډروليکي تنش دي. د (۵-۴) شکل پورته درې واړه حالتونه د (Stress) فشار

راوړل او (Strain) کشش مختلف ډولونه دي، خو (Stress) او (Strain) يو د بل سره متناسب دي، او د تناسب ثابت د ارتجاعيت د مودلس په نوم ياديږي، يعنې:

$$\text{Stress} = \text{Elastic Modulus} \times \text{Strain} \dots\dots\dots (5-11)$$

(5-6) شکل د فشار او کشش ترمنځ اړيکه بيانوي.



(5-6) شکل

له (5-6) شکل نه معلوميږي چې د کوچنيو کششونو لپاره د فشار او کشش ترمنځ اړيکه خطي ده، يعنې د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې فشار د کشش سره متناسب دي. په دې ټوټه خط يعنې د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې ليدل کېږي چې که چيرې فشار بيرته صفر کړو کشش هم صفر کېږي، نو له دې کبله د جسم کشش ارتجاعي دي او ويل کېږي چې جسم د ارتجاعيت خاصيت لري (د هوک قانون). که چيرې فشار د A له نقطې نه زيات کړو جسم دايمي تغيير شکل کوي او که فشار نور هم زيات کړو او د B نقطې ته ورسېږو، نو په دې صورت کې جسم ماتېږي يا ټوټه کېږي.

۵-۵: کشش او تراکم

د ساده کشش یا تراکم لپاره فشار (Stress) د $\frac{F}{A}$ په ډول تعریفېږي. يعنی قوه تقسيم په هغه سطحه چې قوه ورباندې عمل کوي قوه لکه څرنګه چې په (۵-۵) شکل کې لیدل کېږي په سطحه باندې عموده ده. له دې کبله کشش یا واحد تغیر شکل له واحد پرته د $\frac{\Delta L}{L}$ یو کمیت دي. که چیرې یوه اوږده میله په پام کې ونیسو او فشار په (۵-۶) شکل کې د A له نقطې نه تېری ونکړي هغه وخت که چیرې فشار اعمال شي نه یوازې ټوله میله، بلکې د میلې هره برخه یو شان کشش زغمی، څرنګه چې کشش واحد نه لري په (۵-۱۱) رابطه کې د ارتجاعیت مودل د فشار په شان واحد لري، يعنی قوه پر سطحه. د (۵-۱۲) معادله په لاندې ډول لیکلې شو چې:

$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (۵-۱۲)$$

په (۵-۲) جدول کې د ځینو موادو د ارتجاعیت مودلس یا دیانګ مودلس او کثافت وړکړل شوې دي:

(۵-۲) جدول د ځینو موادو کثافت او دیانګ مودلس

د یانګ مودل E ($10^9 N / m^2$)	کثافت ρ (kg / m^3)	ماده
200	7860	پولاد
70	2710	المونیم
65	2190	شیشه
30	2320	کانکریت
13	525	لرګی
29	1900	هډوکی

۵-۶: بياتي کول (برش) Shear

د بياتي کيدو په حالت کې هم فشار، قوه پر واحد سطح باندې دي، خو دقوې وکتور ددی پر ځای چې په سطحه عمود وي د سطحې په مخ قرار لري. کشش د $\frac{\Delta x}{L}$ له واحد پرته نسبت دي چې د (۵-۵ ب) شکل سره سم تعريف شوې دي. د بياتي کولو يا برش لپاره د (۸-۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کېږي.

$$\frac{F}{A} = G \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (۵-۱۳)$$

په (۵-۱۳) رابطه کې G د بياتي کيدو يا برش مودل (Shear Modulus) دي. بياتي کونکې کششونه د هېوکو په ماتيدو کې خورا مهم رول لري.

۵-۷: هيدروليکي فشار (Streen)

په (۵-۶ ج) شکل کې فشار په جامد جسم باندې د مایع له خوا د P وارد فشار دي او دمايعاتو له مبحث نه پوهېږو چې فشار عبارت له قوه په واحد سطحه باندې دي. کشش (Strain) $\frac{\Delta V}{V}$ دي، چې V د جسم اصلي حجم او ΔV د حجم د بدلون مطلقه کچه ده. د هيدروليکي فشار مودل د B په تورې بنودل کېږي او د موادو د تراکمې مودل په نوم يادېږي. په دی حالت کې ويل کېږي چې جسم د هيدروليکي تراکم لاندې دي او فشار يې د هيدروليکي تنش په نوم يادېږي. د هيدروليکي فشار يا تنش لپاره (۵-۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کېږي.

$$P = B \frac{\Delta V}{V} \dots\dots\dots (۵-۱۴)$$

په (۵-۱۴) معادله کې B د بلک مودلس (Bulk Modulus) دی.

د اوبو تراکمې مودلس، يعنی B، $2,2 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ او د پولادو $16 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ دي.

د آرام سمندر په تل کې چې منځنۍ ژوروالي يې 4000 m دي فشار مساوي

$4,0 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ دي. په دی فشار کې د اوبو حجم نسبي تراکم $\frac{\Delta V}{V}$ مساوي 1,8%

دي، چې د پولادو لپاره يوازې $0,025\%$ دي. په عمومي توګه سخت يا جامد اجسام د مایعاتو په پرتله کم تراکم منونکي دي.

(۵-۱) مثال: د 102kg یو بار د یوه سیم په واسطه چې طول یې 2m او د مقطع مساحت یې $0,1\text{cm}^2$ دي کشکول کېږي. نوموړي سیم د $0,22\text{cm}$ په اندازه له خپل لومړني طول نه اوږدېږي. ددی سیم انبساطي فشار، انبساطي کشش او دیانګ مودلس پیدا کړي؟
حل:

$$\frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{(102\text{kg})(9,8 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2})}{0,1 \cdot 10^{-4} \text{m}^2} = 1,0 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$$

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \frac{0,22 \cdot 10^{-2} \text{m}}{2\text{m}} = 0,11 \cdot 10^{-2}$$

$$E = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} = \frac{1,0 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2}{0,11 \cdot 10^{-2}} = 9,1 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$$

(۵-۲) مثال: یوه پولادي میله چې شعاع یې $9,5\text{mm}$ او طول یې 81cm دي د $6,2 \cdot 10^4 \text{ N}$ قوې په واسطه په خپل امتداد کشکول کېږي
الف) په میله باندې وارد شوې فشار (تنش) پیدا کړي
ب) د میلی د طول زیاتوالي او کشش پیدا کړي.

حل: $\frac{F}{A} = \frac{F}{\pi R^2} = \frac{6,2 \cdot 10^4 \text{ N}}{\pi (9,5 \cdot 10^{-3} \text{m})^2} = 2,2 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$

ب) د پولاد لپاره $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ دي

$$\Delta L = \frac{(F/A)L}{E} = \frac{(2,2 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2)(0,8\text{m})}{2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2}$$

$$= 8,9 \cdot 10^{-4} \text{m} = 0,89\text{mm}$$

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{8,9 \cdot 10^{-4} \text{m}}{0,81\text{m}} = 1,1 \cdot 10^{-3} = 0,11\%$$

۵-۸: د فصل لنډيز

د هوک قانون عبارت دي له:

$$F = -k\Delta x \dots\dots\dots (۵-۱۵)$$

کله چې اجسام د هغو قوو تر اغېزې لاندې راځي چې په هغو واردېږي د ارتجاعيت د تگ لارې يا د شکل د بدلون د بيان لپاره د ارتجاعيت درې مودولونه کارول کېږي Stress (د طول د بدلون يا تغيير فيصدي). د هوک قانون بيانوي چې په ارتجاعي تغيير شکل کې Stress له Strain سره متناسب دي، يعنې

$$\frac{Stress}{Strain} = \text{د ارتجاعيت مودلس} \dots\dots\dots (۵-۱۶)$$

کله چې يو جسم د کشش يا تراکم لاندې راځي (۵-۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کېږي:

$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (۵-۱۷)$$

په پورتنۍ رابطه کې $\frac{\Delta L}{L}$ د جسم Strain، F وارده قوه چې د جسم د Strain لامل ګرځي، A مقطع چې د (۵-۴) شکل سره سم د F قوه په هغې عمود واردېږي او E د جسم ديانگ مودولس دي. Stress مساوي دي په $\frac{F}{A}$.

کله چې يو جسم د بياتي کونکې يا برشي Stress لاندې راشي (۵-۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کېږي:

$$\frac{F}{A} = G \frac{\Delta x}{L} \dots\dots\dots (۵-۱۸)$$

په پورتنۍ رابطه کې $\frac{\Delta x}{L}$ د جسم Strain، Δx د (۵-۴ ب) شکل سره سم د F وارده قوې په جهت د جسم د يوه انجام تغيير مکان او G د جسم برشي مودولس دي. Stress مساوي دی په $\frac{F}{A}$.

کله چې يو جسم د هغه Stress له امله چې يوه سيال احاطه کړي دی د هايډروليکي تراکم لاندې راشي (۵-۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کېږي.

$$P = B \frac{\Delta V}{V} \dots\dots\dots (۵-۱۹)$$

په پورتنۍ رابطه کې P فشار (هايډروليکي Stress) کوم چې په جسم باندې د سيال له طرفه واردېږي، $\frac{\Delta V}{V}$ Strain، د نوموړي فشار له امله د جسم د حجم د بدلون مطلقه اندازه او B د جسم بلک مودلس دي.

د پنځم فصل سوالونه

1. د $5KN$ يو بار د يوې ميلې په يوه سر پورې چې قطر يې $28mm$ دي څرپري په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) پيدا کړي؟ ځواب: $(8,1MP_a)$
2. په کوم حالت کې يوه ټاکلي خښته پخپله لاندینۍ خښته زيات فشار واردوي کله چې د اخښته په ولاړې کيښودل شي يا په لماسټې؟ ځواب (په ولاړې)
3. يو سيم چې اوږدوالې يې $5,4m$ دي د يوه وزن د اغيزې لاندې $2,7mm$ اوږد شو. د سيم نسبي اوږدوالي پيدا کړي؟ ځواب $(5,0 \cdot 10^{-4})$
4. د يوې ميلې مطلق او نسبي د طول زياتوالي يا اوږدېدنه په ترتيب $1mm$ او $0,1\%$ دي. د ميلې طول له تغيير شکل نه مخکې څومره وه؟ ځواب $(1m)$
5. د يوې پولادي ميلې پورتنۍ سرحکم او په کښتنې سر کې يې د $20KN$ وزن څرپري. د ميلې طول $5m$ او د مقطع مساحت يې $4cm^2$ دي. په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) او د هغې مطلق او نسبي اوږدېدنه پيدا کړي که چيرې د ميلې د موادو د ارتجاعيت موډل $20 \cdot 10^{10} Pa$ وي؟
ځوابونه $(2,5 \cdot 10^{-4}, 1,25mm, 5 \cdot 10^7 Pa)$
6. د يوې پولادي ميلې قطر بايد څومره وي تر څو د $25KN$ وزن له اغيزې لاندې د هغې ميخانيکي فشار مساوي $60MP_0$ شي. همدارنگه که چيرې د ميلې لومړنۍ طول $200cm$ وي د هغې مطلق او نسبي اوږدېدنه پيدا کړي؟
ځوابونه: (الف $6,27mm$ ، ب $0,60mm$)
7. د لرگۍ سټه (کنده) چې لوړوالې يې $3m$ او پنډوالې يا د مقطع مساحت يې $300cm^2$ دي که چيرې د ارتجاعيت ضريب $10 \cdot 10^3 MPa$ وي د $500KN$ قوې تر اغيزې لاندې د کڼدې مطلق تراکم پيدا کړي؟ ځواب: $(5mm)$
8. د يوه مسي سيم سره چې د مقطع مساحت يې $0,5mm^2$ دي څه واقع کېږي که چيرې د هغه له آزاد انجام نه د $1kg$ ، $2kg$ ، $5kg$ او $10kg$ کتلو لرونکې اجسام وڅړول شي؟ ځواب: (په څلورو اړو حالتونو کې سيم حرکت کوي اوږدېږي.)

نهم فصل

د سیالو اجسامو میکانیکی

سریزه: معمولاً اوبلن اجسام او غازونه د سیالو اجسامو Fluid تر عنوان لاندی څیرل کیږی او په دوو برخو ویشل شوې دي .

(الف) اوبلن اجسام، هغه اجساموته ویل کیږي چه د مالیکولو ترمینځ فاصله ئی نظر جامدو اجسامونه زیاته او نسبت غازونوته کمه وي. د اوبلنو اجسامو مالیکولونه د جامدو اجسامو پرخلاف ازادانه حرکت کولای شي. په هر طرف کي چه و اچوال شي دهم هغه ظرف شکل نیسي څرنگه چه مایع اجسام خورا زیات دي، نو د کثافت په وسیله د یوبل ځیني پخپلو فزیکي خواصو کي توپیر کیږی .

(ب) غازونه هغه اجساموته ویل کیږي، چې د مالیکولو ترمینځ فاصله ئی نسبت مایعاتو ته خورا زیاته ده. د غازونو مالیکولونه په فضا کي ازادانه حرکت کولای شي. د غازونو مالیکولونه په یو جسم کي ټوله فضا نیسي غازونه هم ډول ډول فزیکي خاصیتونه لري. چه د هغي په ذریعه د یو بل څخه جلا کیږي.

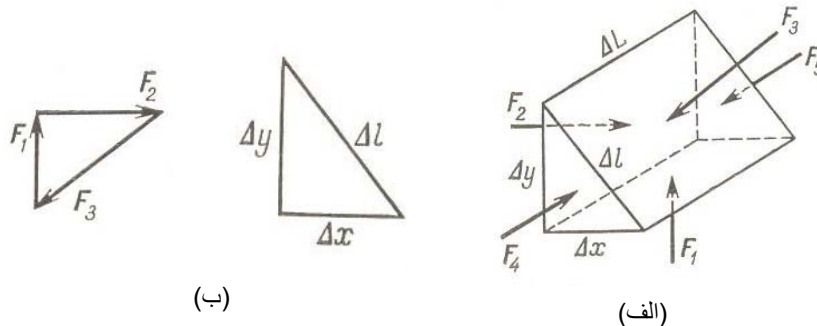
غازونه او مایعات « سیالونه» په ډیرو کمو حالاتو کي د یوبل څخه توپیر لري. د غازونو او مایعاتو حالتونه، د تودوخي درجي، حجم، فشار، سطحي کشش، لزوحیت، کثافت او داسي نورو فزیکي خصوصیاتو پورې اړوند دي. د میخانک له نقطه نظره، ټول سیال اجسام، په کینماتیکی، دینامیکی او ستاتیکی پدیدو کي څیرل کیږي.

۶-۱: د سیالو اجسامو ستاتیکی حالت Fluid Statics

که جهان ته په ژوره توگه و گورو، نو مطلق خلا په طبیعي حالت کي موجود کیدای نشي، نو ټول اجسام، په سیالو محیطو کي غوټې وهي په دي اړوند په علمي او معمولي ژوند کي د سیالو فزیکي اغیزی د پام وړ دي.

په سیال کي غوپه شوي هر جسم باندي د سیال جانبي اغیزی څرگندي دي . که چیري داسي یو جسم په پام کي ونیسو چه په میخانکي سیال کي غوپه شوي وي که سیال د بهیدو

په حالت کې نه وي، نو د غوپه شوې جسم په خارجي سطح باندې د سيال لخوا مساوي قوي واردېږي. بايد زياته شي چه سيال بايد متجانس ترکيب ولري. ددې موضوع په اړوند يوه عالم د پاسکال (Pascal) په نامه څيړني کړي او دائي ثابته کړي چه د يو غو په شوي جسم په خارجي سطحه باندې د سيال لخوا مساوي قوي عمل کوي، په دې شرط چه داخلي قوي موجودې نه وي، په داسې حالت کې جسم په سيال کې د تعادل حالت اختيار وي. مونږ دغه موضوع په سيال کې غو په شوي يو جسم باندې د شکل مطابق څيړو. په شکل کې د وکترونو جهت په جسم باندې د عاملې قوي لوري (جهت) نښي.



شکل (۱-۶)

د تعادل حالت د نوموړې منشور ډوله جسم لپاره هغه وخت شونې دي چه په جسم باندې د سيال لخوا د وارد شويو قوو محصله صفر وي. يعنې:

$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 = 0 \quad (1-6)$$

پورتنې رابطه په لاندینيو دوو معادلو باندې ویشو او داسې ئې لیکلو $F_4 + F_5 = 0$ همدارنگه د شکل مطابق $F_1 + F_2 + F_3 = 0$ د بلې خوا د (۱-۶) ب) شکل مطابق د دوو مثلثونو د مشابهت څخه لیکلي شو چې:

$$\frac{F_1}{\Delta x} = \frac{F_2}{\Delta y} = \frac{F_3}{\Delta L}$$

که چيرې وروستي رابطه په $\frac{1}{\Delta L}$ باندې ضرب کړو، نو لیکلي شو چې:

$$\frac{F_1}{\Delta x \cdot \Delta L} = \frac{F_2}{\Delta y \cdot \Delta L} = \frac{F_3}{\Delta L \cdot \Delta L}$$

د وروستي رابطې څخه ښکاري چه:

$$\Delta x \cdot \Delta L = S_1$$

$$\Delta y \cdot \Delta L = S_2$$

$$\Delta L \cdot \Delta L = S_3$$

که چیري دا قیمتونه په پورتنې معادله کي وضع کړو. په پایلي کي لرو چې:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} = \frac{F_3}{S_3} = \text{const} \quad (۲-۶)$$

څرنگه چې فشار د قوي او هغي سطحي له نسبت څخه چه قوه پرې عموداً عمل کوي عبارت دي، نو لیکلې شو چې:

$$P_1 = P_2 = P_3 = \text{const} \quad (۳-۶)$$

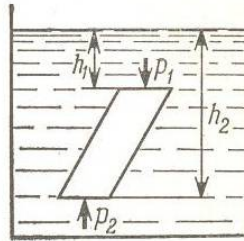
وروستي رابطه د پاسکال قانون بیانوي او هغه دادي. په ولاړ او متعادل سیال کي د واقع جسم په ټولو سطحو باندې یو شان او مساوی فشار عمل کوي.

۲-۶: د سیال فشار Fluid Pressure

پورتنی مثال په جسم باندې د ثقل د قوې په نشتوالي (غیاب) کې د سیال فشار ښیي. اوس د (۲-۶) شکل سره سم د ثقل د قوې په شتون کې په سیال کې په غوپه شوې جسم باندې وارد فشار ترخپرنې لاندې نیسو. په دې حالت کې په جسم باندې محصله فشار عبارت دی له:

پورتنی مثال په سیال باندې د ثقل د قوې په نشتوالي (غیاب) کې په پام کې نیول شويدي.

$$P_2 - P_1$$



شکل (۲-۶)

د ثقل د قوي يا وزن لاندې د نیوتن دوم قانون عبارت دي له $(۶-۴) \dots\dots\dots P = m \cdot g$
 د بلې خوا $(۶-۵) \dots\dots\dots \rho = \frac{m}{v}$ او يا هم $m = \rho \cdot v$ دلته ρ کثافت v حجم،
 m کتله، g د ځمکې ثقل تعجیل او p د ثقل قوي لاندې د جسم وزن دي.

که دغه قیمتونه د فشار په رابطه کې وضع کړو:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$p = \frac{\rho v g}{A}$$

A مساحت او P فشار دي:

څرنگه چې $v = A \cdot h$ دي نو له دې کبله لیکلې شو چې:

$$p = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$$

$$p = \rho g h \quad (۶-۶)$$

که دغه رابطه د شکل سره پرتله کړو نو لیکلې شو.

$$p_2 - p_1 = \rho g h_2 - h_1 \cdot \rho g$$

که چیرې د جسم پاسنۍ برخه په سیال کې ډوبه نه وي نو $h_1 = 0$ او پدې حالت کې
 $p_1 = 0$ کېږي لیکن:

د اتموسفیر فشار د p_1 په عوض موجود دي او هغه ته p_0 وایو. نو په دې حالت کې که
 $p_2 = p$ فرض کړو. نو لیکلې شو چې $p - p_0 = \rho g h$ طبعي خبره ده چه
 $\rho g h_2 = \rho g h_1$ کېږي.

$$p - p_0 = \rho g h$$

$$p = p_0 + \rho g h$$

وروستی رابطه د پاسکال د فورمول تطبیق په یوه نقطه کې ښیي. که چیرې نوموړي رابطه
 په نورو ټکو باندې تطبیق کړو، نو عین نتیجه ترې لاسته راځي هغه فشار چه د سیال په عمق
 کې عمل کوي هایدروستاتیکي فشار بلل کېږي.

هايډروستاتيکي فشار هغه وخت په پام کې نيول کېږي، چه نوموړي فشار د ظرف او يا سيال په ژوروالي او جدارونو باندې د محاسبي لاندې نيول کېږي. په دې حالت کې د U ډوله ظرف په استعماليدو سره د سيال د تعادل د حالت څخه ګټه پورته کېږي. په لاندې کښې دغه موضوع په يو U ډوله ظرف کې د مثال په توګه د مطالعې لاندې نيسو.

مثال :

دوه متفاوت سيال اجسام ، چه کثافتونه ئي يو شان نه دي په يوه U ډوله ظرف کې داسې اچو چه د دواړو سيالو جسمونو ترمنځ تعادل د يو متحرک پستون B پوسيله سره برابر کېږي. فرضاً د سيالونو کثافات په ترتيب ρ_1 او ρ_2 وي. د تعادل په صورت کې چه د B متحرک پستون په وسيله برقرارېږي ليکلي شو.

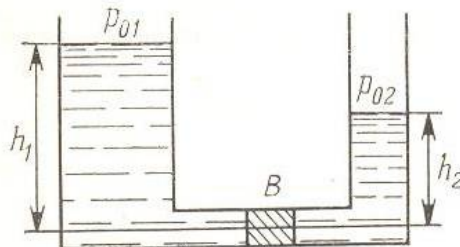
$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2$$

که د U ډوله ظرف سرخلاص وي $p_{01} = p_{02}$ کېږي.

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1} \quad (٦-٨)$$



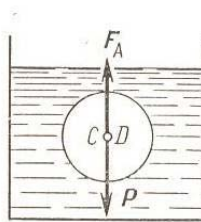
شکل (٦-٣)

په پرانيستی U ډوله ظرف کې د مختلفو اوبلنو اجسام د لوړوالي نسبت د هغوي د کثافت د نسبت سره معکوس تړاو لري.

که چيرې د دواړو اوبلنو جسمونو کثافات سره مساوي وي، نو د اوبلنو اجسامو لوړوالي هم مساوي دي. يعنې د $\rho_1 = \rho_2$ په صورت کې $h_1 = h_2$ کېږي.

۶-۳: د ارشمیدس قانون Archimedes Law

روایت دي چې په پخوانۍ یونان کې، یو پاچا د خالصو سرو زرو څخه د ځان لپاره د زرگر په وسیله یو بنکلي تاج جوړ کړ، کله چې تاج حاضر کړای شو، پاچا ته شک پیدا شو چې گوندي د تاج طلا خالصه نده، غوښتل ئې چې موضوع معلومه کړي، عالمان او بزرگان ئې راو غوښتل او ورته وي ویل، تاسې څنگه کولای شې چې ځمادي شک ته صحیح او باوري ځواب وواياست، عالمان په فکر کې ډوب شول یو ددغه عالمانو څخه ارشمیدس Archimedes وه شپه او ورځ ئې فکر کولو. ترڅو یوه ورځ حمام ته ولاړ کله ئې چې د اوبو څخه ډک جام د اوبو له منځه راوګیش نو احساس یې کړه چې د اوبو ډک جام د اوبو په منځ کې نظرو باندې حالت ته سپک دي. په حمام کې چيغې کړې و مي موند د پاچا ځواب مي وموند. کورته راغي او یو څو تکراري تجربې ئې وکړې. او په دې بریالي شو چې عملاً ثابت کړي په هر جامد جسم چې په اوبو کې غوږه کړای شي، نو د خپل حجم په اندازه اوبه د خپله ځایه بې ځای کوي. او ددغه اوبو وزن چې د جسم هم حجمه دي. په اوبو کې د غو په شوي جسم وزن نظرو عادي حالت ته د اوبو څخه د باندې سپک ښیي. ارشمیدس د نوموړي تاج او خالصو طلاو د تاج برابر بې ځای شوي او به سره پرتله کړي او دې نتیجې ته ورسید، چې په دې طریقي کیدای شي د نوموړي پاچا شک لرې کړي. د بلي خوا څخه کله چې په اوبو کې غو په شوي جسم د اوبو څخه راویستل شی، نو په لوبښې باندې د بنکته خوا څخه د جسم د ثقل قوي يعني وزن مخالف د اوبو لخوا قوه عمل کوي، چې د نوموړي جسم وزن د بیځایه شو اوبو د وزن معادل دي. دې قوي ته د ارشمیدس قوه وایي د شکل مطابق د ارشمیدس F_A قوه د لاندیني رابطې په ذریعه محاسبه کېږي:



(۶-۴) شکل

$$F_A = S_{lq} g v_b \quad (۶-۹)$$

په وروستی رابطه کې F_A د ارشمیدس قوه، ρ_{lq} د مایع یا اوبلن جسم کثافت دي. g د ځمکې تعجیل او v_b د غوپه شوې جسم حجم دي. که چیرې د جسم وزن د هغه د هم حجمه اوبو پر وزن باندې تقسیم کړو، نو د نوموړي جسم مخصوصه وزن ترې لاسته راځي.

که چیرې $F_A = p$ وي، نو پدې حالت کې جسم د اوبو په منځ کې د تعادل په حالت کې دي.

که چیرې $F_A < p$ وي نو غوپه شوې جسم د لوښې په تل کې کښیږي. که چیرې $F_A > p$ وي، نو پدې حالت کې د جسم یوه برخه د اوبو سرته راځيږي. په دغه درې وارو حالاتو کې د سیال کثافت ډیر مهم دي، داځکه چه د ارشمیدس قوه د سیال د کثافت سره په مستقیمه توګه تړاو لري.

د تعادل په حالت کې د ارشمیدس قوه او جسم د ثقل د قوې د عمل نقطې پر یو بل منطبقې دي. په داسې حال کې چه د نورو دواړو حالتونو په صورت کې دواړه قوې سره انډول ندي.

۶-۴: د اجسامو کثافت Density

د هر جسم کتله چه د جسم په واحد حجم کې راټوله شوي ده، د نوموړي جسم د کثافت په نوم یادېږي. او د هغه ریاضیکي بڼه داسې ده چې، $\rho = \frac{m}{v}$ که کتله په gr او یا kg اندازه شي، او د نوموړي جسم حجم په cm^3 او یا m^3 اندازه کړای شي، نو د کثافت واحد د $\frac{gr}{cm^3}$ او یا $\frac{kg}{m^3}$ ځینې عبارت دي. د کثافت موضوع په تخنیک کې ډیره با ارزښته ده. همدارنګه په علمي څېړنو کې د اجسامو سوچه والې یا خالص توب د کثافت سره نېغ په نېغه تړاو لري.

د جامدو اجسامو د کثافت اندازه کول کوم گران کار نه دي. همدارنګه اوبلن مواد هم د کثافت د اندازه کولو خپل ځانګړې میتودونه لري، چه په مخکنيو درسونو کې خپرل شويدي. همدار ڼګه ګازونه د خپلو فزیکي خصوصیاتو په نظر کې نیولو سره د کثافت د معلومولو ځانګړي خصوصیت لري.

۶- ۱ مثال: د غوړیو کثافت 0.91 gr/cm^3 دي، د دي غوړیو د $2/5$ لیټرو کتله پیدا کړي؟

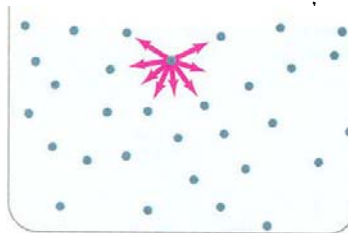
حل: پوهیږ وچې $1L = 1000 \text{ cm}^3$ دي، نوڅکه لروچې

$$m = p \cdot v = \left(0.91 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) (2500 \text{ cm}^3) = 2275 \text{ g} = 2,275 \text{ kg}$$

۶- ۵: سطحی کشش Surface Tension

د نړیوال نظم د برقراري قانون مندي خورا ډیري او د یو بل څخه متفاوتي دي. کله انسان ته یو حقیقت ډیر ساده او معمولي بریښي، لیکن کله چه ښه ورته څېړشي بیا هلته پوهیږي، چه دلته یو جهان او یوه نړی معلومات خوندي دي.

د سطحی کشش پدیده، چه په سیالو اجسامو (مایع او ګازونه) عمل کوي، ظاهراً ډیره بسیطه ښکاري، خو کله چه عاملي او په پروسه کې داخله قوي او د محیط جوړښت په پام کې ونیول شي، نو داتري څرګندیږي چه یوه پیچلي قانون مندي عمل کوي. لیدلي به مووي کله چه د مایع د سطحی پر سر د یو کاغذ ټوټي داسي ولگو، چه په مایع کې ډوبه نه شي او بیا په ډیر احتیاط سره هغه د مایع د سطحی څخه



(۶- ۵) شکل

پورته کړو تر هغه وخته پوري چه د مایع سره د کاغذ ارتباطونه شلېږي، په دې حالت کې د سیال د سطحې د مالیکولونو لخوا په کاغذ باندې قوه واردېږي، چه د سیال د سطحې کشش د قوې په نامه یادېږي. د یو سیال سطحې کشش د لاندیني فورمول په ذریعه لاسته

$$\gamma = \frac{F}{d}$$

هغه قوه ده چه د سیال د سطحې د مالیکولونو لخوا د یو جسم په هغه نقطه باندې واردېږي چه د سیال سره په تماس کې ده د سیال د سطحې کشش د اندازه کولو واحد د N / m څخه عبارت دي، اما معمولاً په dyn / cm سره اندازه کېږي په لاندیني جدول کې د سطحې کشش ځینې تجربې قیمتونه لیکل شويدي .

(۶-۱) جدول د سطحې کشش ضریبونه

هغه سیال چه د هوا سره په تماس کې دي	د تودوخې درجه د سانتي گراد په درجې	سطحې کشش په $dyne / cm$ باندې
بنزين	20	28.9
کاربين تترا کلورايد	20	26.8
اتيانول	20	22.3
گلیسرین	20	63.1
پاره	20	456.0
د زيتون غوړي	20	32.0
د صابون اوبه	20	25.0
اوبه	0	75.6
اوبه	20	72.8
اوبه	60	66.2
اوبه	100	58.9
اکسیجن	-193	15.7
نيون	-247	5.15
هلیوم	-269	0.12

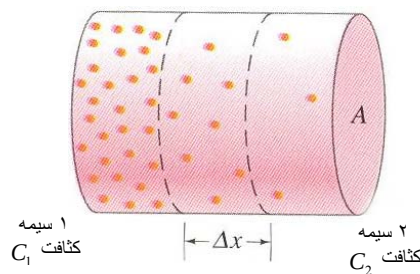
د عادي سيال لپاره لکه اوبه د تودوخي د درجي په کمیدو سره سطحي کشش زیاتېږي. معمولاً د تودوخي درجه د یو جسم د مالیکولونو د حرکت پورې تړاو لري. هر څومره چه د تودوخي درجه زیاتېږي په هم هغه اندازه د جسم یا سیال مالیکولونه تیزه مڼه وهي. په دي صورت کې د مالیکولونو ترمینځ متقابل عمل د هغوي په حرکت کمه اغیزه واردوي، چه په نتیجه کي سطحي کشش هم کمیږي. کله چه کالي پریمینشل کیږي، باید اوبه په ډیر قوت سره هغه کوچینو سوریو ترمینځ چه د ټوکر د موادو د لیافو په مینځ کي دي ورننوځي.

۶-۶: دیفوژن Diffusion

دوه یو بل سره په تماس کي مایع یو د بل په منځ کې نفوذ کوي ترڅو په بشپړه توګه یو د بل سره ګډی شي. یوازي هغه مایع ګانې چې یو پر بل کې د انحلال وړنه وي (لکه اوبه په کوچوکې) یو د بل په منځ کې نفوذ نه کوي. د بیلګې په توګه که چیري د یوه پایپ یا نل په واسطه د اوبو د لوبني په قاعده کې د مسود زمچ محلول ($C_4SO_45H_2O$) توې کړو، نو په لومړي سر کې د دی دوو مایع ګانو ترمینځ واضح او څرګنده پوله یا سرحد په تدریجي توګه له منځه ځي او یو له بل سره ګډیږي. له څو میاشتو وروسته دوی په بشپړه توګه یو له بل سره ګډیږي. د دوو مایع دا ډول ګډیدوته دیفوژن وایي. دیفوژن په ګازونو کې هم واقع کیږي مثلاً دوک (لوګی) په هوا کې نفوذ کوي او په تدریجي توګه په بشپړه توګه په هوا کې ګډیږي. دیفوژن د مالیکولونو په کثافت او یا په واحد حجم کې د مالیکولونو یا مولونو په شمیر پوری اړه لري. په عمومي ډول نفوذ کونکي جسم له هغې سیمې څخه چې کثافت زیات دی د هغې سیمې په خوا حرکت کوي چې کثافت کم وي.

د دیفوژن د مالیکولونو د حرکتی تیوري او نابیره حرکت په مرسته په اسانۍ سره توضیح او بیانېږي. د دیفوژن د توضیح لپاره داسی یو تیوب په پام کې نیسو چې د مقطع مساحت یی A، په کین انجام کې یی د مالیکولونو کثافت زیات او په نسی انجام کې یی د مالیکولونو کثافت کم دی (۶-۶) شکل که چیري نوموړي تیوب له اوبو څخه ډک وي او په هغه کې د ډیګ د رنګ یو څاڅکی واچو د ډیګ رنګ په تدریجي توګه په اوبو کې نفوذ کوي

فرض کړی چې مالیکولونه په نامنظم یا نابیره حرکت کې دی د مالیکولونو خالص جریان په تیوب کې له کینې خوا څخه بڼې خوا ته دی.



شکل (۶-۶)

په تیوب کې د Δx په طول یوه کوچنی مقطع په پام کې نیسو. مالیکولونه د نابیره حرکت په ترڅ کې د 1 او 2 دواړه سیمو څخه نوموړی مرکزی مقطع ته داخلېږي. څرنگه چې د مالیکولونو کثافت په 1 سیمه کې زیات دی له دی کبله له دې سیمې څخه زیات مالیکولونه مرکزی مقطع ته ننوزی په پایله کې د مالیکولونو خالص جریان له کینې خوا څخه بڼې خوا ته دی، یعنې د لوړ یا زیات کثافت څخه د ټیټ یا کم کثافت خوا ته. د مالیکولونو جریان هغه وخت ودرېږي کله چې کثافت په ټولو سیمو کې یو شان شی. د مایعاتو د دیفوزن پروسه د (Fick) د قانون په مرسته بیانېږي. نوموړی په تجربی توګه وټاکل چې د دیفوزن قیمت J په مستقیمه توګه په واحد فاصله کې د کثافتونو له بدلون $\frac{C_1 - C_2}{\Delta x}$ او د مقطع له مساحت A سره متناسب دی. د کثافت د ګرادیېنټ په نوم یادېږي.

$$J = DA \frac{C_1 - C_2}{\Delta x} \quad (۶-۱۰)$$

(۶-۱۰) د دیفوزن معادله ده. D د تناسب ضریب او د دیفوزن د ثابت په نوم یادېږي. (۶-۱۰) رابطه د دیفوزن د معادلې یا د (Fick) د قانون په نوم یادېږي. که چیرې کثافت په $\frac{mol}{m^3}$ سره وښیو، په دی حالت کې J د هغو مولونو شمیر دی چې په یوه ثانیه

کې له راکړل شوی نقطې څخه تیریږي، که چیرې کثافت په $\frac{kg}{m^3}$ سره اندازه شوی، په دی صورت کې ل په یوه ثانیه کې لیرېدول شوی کتله ده $(\frac{kg}{sec})$.
 دیفوژن په جامدو اجسامو کې هم لیدل کیږي خو ډیر ورو اوبطی تر سره کیږي د جامدو اجسامو د دیفوژن ضریب د مایعاتو د دیفوژن له ضریب څخه ډیر کوچنی دی. د دیفوژن پدیده په طبیعت او تخنیک کې مهم او ارزښتناک رول لري، د بیلگې په توګه د نباتاتو تغذیه د دیفوژن د عملیې پر بنسټ صورت نیسي.

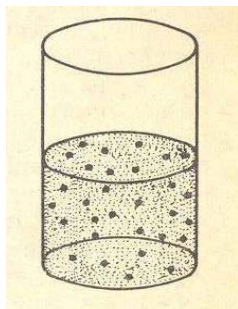
۶-۷: د اوسموس عملیه Osmosis

کله چه یو کلک جسم په اوبلن جسم کې حل کیږي، د نوموړي جسم مالیکولونه د اوبلن جسم په ټول حجم کې په مساویانه توګه تقسیم کیږي، او حاصل شوی ترکیب ته محلول وئیل کیږي. هغه اوبلن جسم چه جامد جسم پکښې حل کیږي د محلول (Solvent) په نوم یادېږي، یعنی د کلک جسم حل کوونکي او کلک جسم ته چه حل کیږي حل کیدونکي جسم یا منحل جسم (Soluble) وايي.

که چیرې د حل کیدونکي جسم کتله m د v محلول په واحد حجم کې حل کړو په نتیجه کې د محلول غلظت چه په C سره ښودل کیږي لاسته راځي.

$$C = \frac{m}{v} \quad (۶-۱۱)$$

که چیرې د یو محلول غلظت کم وی، نو داسې محلول کمزوری محلول بلل کیږي.



(۶-۷) شکل

کمزوری محلول په یوه ظرف کې د شکل مطابق په نظر کې نیسو د حل شوی مادې مالیکولونه په نوموړی ظرف کې په ټکو سره ښودل شويدي دلته د محلول مالیکولونه د حل شوی جسم په مقایسه ډیر کوچنی په نظر کې نیسو. په دې لحاظ د دوی د مالیکونو ترمینځ د عمل قوه وجود نلری. په دې لحاظ په ضعیف محلول کې د حل شوی جسم مالیکولونه د خیالي گاز حالت را په گوته کوی، په دې توپیر چه په مایع کې د حل شوي جسم مالیکولونه لکه د گاز په شان آزادانه حرکت نشی کولای. دغه تشابه مونږ دې نتیجې ته رسوی چه په حل شوی جسم باندې د خیالي گازونو قوانین تطبیق کړو.

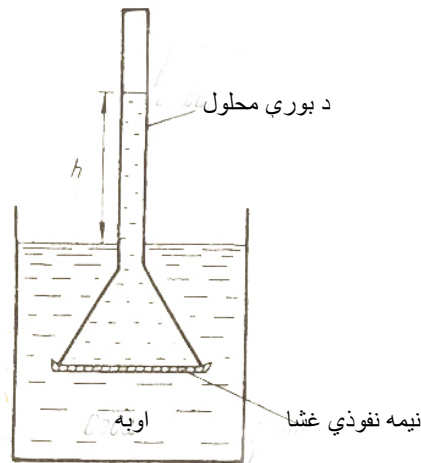
په خاص حالت کې داسې وړاندیز کوو چه حل شوی ماده په محلول کې قسمي فشار P رامنځ ته کوی، دغه فشار د گازونو د حرکتی انرژي په تیوري او د مندلیف-کلا پیرون د معادلو په اساس د لاندینو فورمولونو په ذریعه حاصلیږی.

$$p = \frac{2}{3} \bar{n}_0 \bar{W} \quad (۶-۱۲)$$

$$p = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{v} \quad (۶-۱۳)$$

$\bar{n}_0$ په مایع کې د حل شوی جسم یا مادې د مالیکولونو تعداد .

W د حل شوی جسم حرکتی انرژي μ او m په ترتیب سره د حل شوې مادې کتله او دهغې د یو کیلومول کتله ده په داسې حال کې چې V او T د محلول حجم او د تودوخې درجه او R د گازونو عمومي ثابت دي. د دې لپاره چه په عملی توگه دغه فشار ووینو، نو لاندینی تجربه باید اجرا شی.



شکل (۶-۸)

د شکل مطابق یوه داسې نفوذی غشا په نظر کې نیسو، چه یواځې محلل تري تیرشی او په محلول کې حل شوی جسم یا مادی ته د تیرید و امکان ورنکړی.

د مثال په توګه د ظرف په اوبو کې ویلې شوی قند په نظر کې نیسو.

یوه نیمه نفوذی غشا، چه اوږد نل لری، په دغه محلول کې کیږدو، نیمه نفوذی غشا د اوبو مالیکولونو ته د تیریدو اجازه ورکوی،

په داسې حال کې چه د قند لوی مالیکولونه ددې نیمه نفوذی غشا څخه تیریدلې نه شی. د دي لپاره چی عملیه په جوته توګه ولیدلای شی. د نیمه نفوذی غشا محلول او د ظرف اوبه په عین سطحه سره برابرؤ او وروسته، اوبه ورو ورو د نیمه نفوذی غشا له لاري، دقند د محلول په لور خپل نفوذ ته ادامه ورکوي، تر هغه وخته پوری چه د قند لرونکی محلول د اوبو د سطحې څخه د h په اندازه لوړ شي. دغه لوړوالې د عملیې اړوند فشار ارائه کوی چه قسمی فشار نومیږی او د اوبو او د قند د محلول د عمل په نتیجه کی رامنځ ته کیږی. د محلول جدا کیدل د خالص محلل څخه او سموس بلل کیږی، چه په نتیجه کی ئی قسمی اضافي فشار رامنځ ته کیږی.

په نل کی حاصل شوي فشار د ρgh ځینې عبارت دی لدغه ځایه او سموسی فشار عبارت دي له .

$$p = \rho gh$$

پداسې حال کې چه ρ د محلول کثافت ، g د ثقل د قوی تعجیل همدارنګه کیدای شي او سموسی فشار د لاندنیو فورمولونو پوسیله هم اندازه کړو.

$$p = \frac{2}{3} \bar{n}_0 \bar{W}$$

$$p = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{v}$$

پورتني عملیه او فورمولونه د خیالي ګازونو او په مایع کی حل شو مواد و د فشار د رامنځ ته کیدو ورته والي ښیي. اوس غواړو او سموسی فشار د قند د محلول لپاره د

$$p = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{v}$$

پوسیله معلوم کړو د قند کیمیاوي فورمول $C_{12}H_{22}O_{11}$ دی، پداسی

حال کی چه $t = 27^\circ C$. د محلول غلظت 0.034 kg/liter په اوبو کې دی. د

قند د فورمول مطابق کیلومول کتله عبارت ده له:

$$\mu = 342$$

$$p = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{v} = \frac{0.034.82 \cdot 300}{342.1}$$

د C د قیمت په وضع کولو سره، پورتنی فورمول دا لاندی بڼه غوره کوي:

$$p = \frac{CRT}{\mu} \quad (۶-۱۴)$$

لدغه ځایه نتیجه لاسته راځي چې:

او سموس فشار مستقیماً د محلول د تودوخې د درجې او غلظت سره متناسب دی. په داسې حال کې چې د حل شوی جسم د مالیکولي کتلې سره معکوس تناسب لري.

د او سموس د عملیې قانون د لمړي ځل لپاره په 1887 عیسوی کال کې، د هالندی کیمیا پوه واند-هوف (Vant Hoff) پوسیله برقرار شوی دی. د واند هوف د قانون په اساس د او سموس عملیه د محلل پوری تړاونه لری.

د او سموس عملیه د ټولو ژونديو اجسامو د تغذني په سیستم کې جوت رول لوبوي، نباتات، حیوانات او حتي انسانان د خپل ژوند د بقا لپاره د دغې عملیې پذیرعه خپلې ټولې اړتیاوي تامینوي. او د ژونديو اجسامو فزیولوجیک فعالیت تامینوی.

۶-۲: مثال:

د اوکسیجن د گاز $m = 10g$ د تودوخې په $t_1 = 10^\circ C$ او د $p = 3atm$ فشار لاندی واقع دی. په ثابت فشار کې له تودولو وروسته اوکسیجن انبساط کوی او $V_2 = 10l$ حجم اشغالوی. پیداکړی:

(الف) له انبساط څخه د مخه د گاز حجم V_1 (ب) د t_2 د تودوخې درجه له انبساط څخه وروسته (ج) د گاز کثافت له انبساط څخه د مخه ρ_1 او له انبساط څخه وروسته ρ_2 .

حل:

(الف) د مندلیف-کلاپیرون له معادلې څخه گټه اخلو:

$$pv_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$$

که چیرې $T_1 = 283 \text{ grad}$ ، یعنې له تودولو څخه د مخه د اوکسیجن مطلقه تودوخه، $\mu = 32 \text{ kg/kmole}$ د اوکسیجن کتله وی
 $R = 8.32 \times 10^3 \text{ J/(grad} \cdot \text{kmole)}$ د گازونو نړیوال ثابت دي.

$$V_1 = \frac{mRT_1}{\mu p} = \frac{0.01 \text{ kg} \cdot 8.32 \times 10^3 \text{ J/(grad} \cdot \text{kmole)} \cdot 283 \text{ grad}}{32 \text{ kg/kmole} \cdot 3.1 \times 10^5 \text{ N/m}^2} = 2.4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2.4 \text{ Liter}$$

(ب) وگنې چې گاز په ایزو باریک توگه گرم شوی دی دگي - لوسک له قانون څخه گټه اخلو:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

T_2 د اوکسیجن مطلقه تودوخه وروسته له گرمولو څخه دی.

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{10 \text{ l}}{2.4 \text{ l}} \cdot 283 \text{ grad} = 180^\circ \text{ K}$$

$$t_2 = 907^\circ \text{C}$$

(ج) د مندلیف کلابیرون له معادلې څخه د کثافت لپاره لرو چې:

$$\rho = \frac{p\mu}{RT}$$

$$\rho_1 = \frac{3.1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 32 \text{ kg/kmole}}{8.32 \times 10^3 \text{ J/(grad} \cdot \text{kmole)} \cdot 283 \text{ grad}} = 4.13 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_2 = \frac{3.1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 32 \text{ kg/kmole}}{8.32 \times 10^3 \text{ J/(grad} \cdot \text{kmole)} \cdot 907 \text{ grad}} = 0.99 \text{ kg/m}^3$$

اوس غواړو په لنډیز سره غازونه او پر هغوی باندې د تطبیق وړ قوانین مطالعه کړو.
 غازونه: د گازونو تعریف مو مخکې د سیال اجسامو په څېړنې کې کړې دي، دلته یو ځل بیا دهغوی په اړوند یوڅه بحث کو، غازونه د فزیکي خصوصیاتو له نظره په دؤ، برخو ویشل شوي دي.

الف - خیالي گازونه Ideal gases

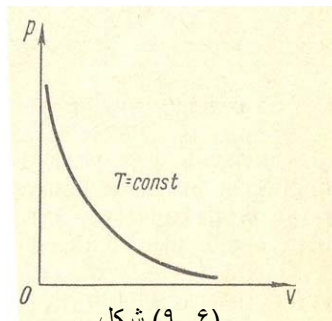
ب - حقیقي گازونه Real gases

زموږ په څېړنه کې يواځې خيالي گازونو او دهغو د فزيکي خواصو د توضيح کولو قوانين څېړل کېږي. خيالي گازونه، هغه گازونو ته ويل کېږي چه په يو حجم کې د هغوي د ماليکولونو تصادم امکان ډير کم وي ماليکولونه ئې په يوه لوبښې کې يو تر بله په ليرې فاصله کې واقع دي.

په اولسمه پېړۍ کې يو شمير عالمانو په تجربوي ډول د خيالي گازونو لپاره يو تعداد قوانين وضع کړل چه تر اوسه د دغه علماو په نوم نومول کېږي. په عمومي توگه د ټولو اجسامو فزيکي حالت د تودوخې د درجې، فشار او حجم او داسې نورو فزيکي کميتونو پورې اړوند دي. خو گازونه په ډيره چټکي سره ددغه دريو کميتونو په تغيير ورکولو سره ډيره ژر بدلون کوي.

۶-۸: د بايل-ماريوت قانون Boyle-Mariot Law

که چيرې په يو لوبښې کې د تودوخې درجه $T = \text{const}$ ثابته وساتل شي او د ټاکلي خيالي گاز حجم ته د فشار په تابع تغيير ورکړو نو داسې يوې فزيکي عمليې ته ايزوټرميک عمليه ويل کېږي او که چيرې $v = \text{const}$ ثابت وي او p فشار ته د تودوخې درجې په بدلون سره تغير ورکړي نو داسې يوې عمليې ته ايزوخوريک Isochoric ويل کېږي دلته $p = p_0(1 + \beta t)$ دي چه گراف يې يو مستقيم خط دی. p_0 د گاز فشار په 0°C او β د گاز د فشار د حرارتي ضريب په نوم ياديږي، t د تودوخې درجه همدارنگه که چيرې $p = \text{const}$ او حجم د تودوخې د درجې په تابع تحول وکړي. پدې حالت کې $v = v_0(1 + \alpha t)$ د عمليې ته ايزوباريک Isobaric ويل کېږي.

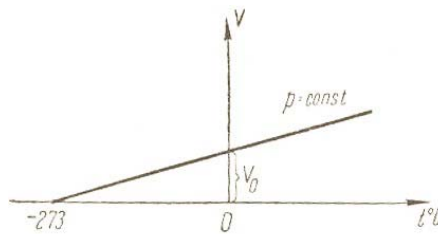


(۶-۹) شکل

په دې رابطه کې α د گاز د حجمي انبساط ضريب دي. V_0 د گاز حجم د سانتي گراد په صفر درجه، او t د تودوخي درجه ده. یو انګلیسي عالم په 1662 عیسوي کال کې په تجربې توګه ثابته کړه چه د تودوخي درجې په ثابت قیمت سره د گاز د حجم او فشار تغیر حاصل ضرب تل یو ثابت قیمت لري. یعنې $p.v = \text{const}$ په دې شرط چه $t = \text{const}$ وي، ددغه عالم د تجربې څخه پنځه کاله وروسته یو فرانسوي عالم د ماریوت، په نامه پرته له دې چې د بایل څخه خبر شي پورتنۍ رابطه په عملي توګه ثبوت کړه چه دغه قانون بایل ماریوت، په نامه و نومول شو. تردغه وخته د گازونو حرکي تیوري ډیر انکشاف نه وه کړې. نو په دې لحاظ دغه قانون د خپل وخت د گازونو د توضیح بڼه قانون بلل کېږي. په دغه قانون کې مهم شرط دا دي چه عملیه باید ایزوترمیک و اوسي.

۶-۹: د گیلو-سک قانون Gay-Lussac's Law

گیلو سک په کال 1802 کې د خپالي گازونو لپاره ایزوخریک او ایزوباریک عملیې تر څیړنې لاندې و نیولې او په نتیجه کې یې په عملي توګه ثابته کړه چه

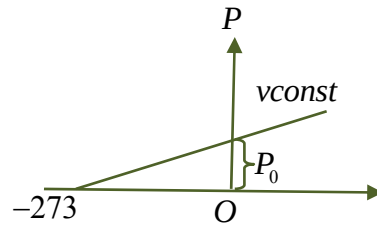
$$p = p_0(1 + \beta t) \text{ او } v = v_0(1 + \alpha t)$$


شکل (۶-۱۰)

که د شکل له مخې د عملیې ایزوخریک او ایزوباریک مستقیم خطونه مطالعه کړو، نو لاسته راغلي معادلي لاندیني شکلونه ځان ته غوره کوي.

د $t = 0$ لپاره

$$\text{دي} \begin{cases} p = p_0 \\ v = v_0 \end{cases}$$



(۶-۱۱) شکل

د بلي خوا څخه دواړه ايزوخوريک او ايزوباريک مستقيم خطونه د t محور په -273°C کې قطع کوي.

دغه نقطې ته صفر مطلقه ويل کيږي، چه په هغه کې د ټولو اجسامو فشار او حجم مساوي صفر دي. دا داسې مانا افاده کوي چه ټول اجسام په دغه درجې کې کنګل کيږي: همدارنگه ليدل کيږي چه 0°C د 273K کلون سره مساوي ده. د کلون د تودوخي درجې ته د ترمودينامیک د تودوخي درجه هم وئيل کيږي.

$$k = 273 + t^\circ\text{C} \quad (۶-۱۷)$$

همدارنگه د α او β عملي قيمتونه عبارت دي له:

$$\alpha = \beta = \frac{1}{273} \quad (۶-۱۸)$$

که دا قيمتونه په $v = v_0(1 + \alpha t)$ او $p = p_0(1 + \beta t)$ رابطو کې وضع کړو. نو ليکلي شو چې:

$$v = v_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right), \quad p = p_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$$

$$v = v_0 \left(\frac{273+t}{273}\right), \quad p = p_0 \left(\frac{273+t}{273}\right)$$

څرنگه چې $273 = T_0 \text{ K}$ دي دا ځکه چې $T = T_0 + t$ ، $T = 273 + t$ دي

$$v = v_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)$$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{T}{T_0} \quad (٦-١٩)$$

همدارنگه د ايزو بار د رابطې څخه په اسانې سره ليکلي شو چې:

$$\frac{p}{p_0} = \frac{T}{T_0} \quad (٦-٢٠) \quad \text{د وروستيو دوو رابطو د پرتلې څخه ليکلي شو چې:}$$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{p}{p_0} \quad , \quad v \cdot p_0 = v_0 \cdot p \quad (٦-٢١)$$

که چيرې وروستي رابطې ته عموميت ورکړو نو ليکلي شو چې:

$$p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_2 = \dots = p_n \cdot v_n = \text{const} \quad (٦-٢٢)$$

دغه رابطې يو ځل بيا د بایل ماريوټ فورمول ثابتوي.

٦-١٠: د دالتون قانون Dalton's Law

که چيرې د گازونو د مخلوط m کتله په يو ټاکلي ظرف کې د ځانگړيو شرايطو لاندې وساتو، او دغه مخلوط مجموعي فشار د p په اندازه وي، د مخلوط د هر جزء فشار په لاندیني توگه لاسته راځي، چې په حقيقت کې د هر گاز جلا جلا فشار مجموعه د مخلوط فشار سره مساوي دي.

که چيرې د مخلوط د اجزاو فشارونه په ترتيب سره $p_1, p_2, p_3 \dots p_n$ وي، نو د مخلوط فشار عبارت دي.

$$p = \sum_{i=1}^n p_i = p_1 + p_2 + \dots + p_n \quad (٦-٢٣)$$

پورتنۍ رابطه د دالتون قانون دي.

د p_1 د حاصلولو لپاره د ظرف څخه د گازونو د مخلوط غبر له يو څخه نورې اجزا وي ليرې کو. هغه غاز چې پاتې دي ، د هغه فشار معلومو او هغه ته p_1 وايو، په همدې ترتيب د مخلوط نورو اجزاو ته p_2 ، p_3 او داسې نور وايو چې په نتيجه کې د گاز د ټولو

اجزاو فشارونه په جلا جلا توگه معلومېږي. او کله چه هغه سره جمع کړای شي، نو د مخلوط فشار ځيني لاسته راځي.

۶-۱۱: د اووگدرو قانون Avogadro's Law

په کال ۱۸۱۱ میلادي کې ایتالوي فزیک پوه اووگدرو په مختلفو غازونو باندې، ډول ډول تجربې وکړې، او په نتیجه کې یې یو قانون راڅرگند کړ، چه دده په نامه باندې نومول شوي دي.

ددې قانون پربنسټ په مساوي فشار او د تودوخي په مساوي درجه کې ټول گازونه مساوي حجم لري. د غه حجم په نورمالو شرایطو کې، $22.42 \frac{m^3}{kmole}$ چه مساوي په $22.42 \cdot 10^3 \frac{liter}{kmole}$ کېږي دي.

۶-۱۲: د مندلیف – کلاپیرون قانون Mendelyev-Clapeyron Law

مخکې مو وڅیړل چه د گازونو حالت د یو پارامتر په ثابت ساتلو او دوو، نورو متحولینو سره د گاز حالت د کوم قانون څخه پیروي کوي. اوس د گازونو عمومي حالت څیړو. په دي حالت کې حجم، فشار او د تودوخي درجه یوځای تغیر کوي، او دهغې په نتیجه کې کوم قانون چه رامنځ ته کېږي په کال ۱۸۳۴ میلادي کې د اووگدرو پوسیله کشف شويدي. اووگدرو دا قانون د بایل – ماریوت او گیولوسک د قوانینو د ترکیب ځيني لاسته راوړي دي.

فرضاً د یو گاز د m کتلي حالت د V_1, T_1, P_1 پارامترونو پوسیله مشخص شوي دي. د نوموړي گاز حالت یو بل حالت ته چې د P_2, V_2, T_2 پارامترونو پوسیله ځانگړي کېږي تغیر ورکړو.

دغه عملیه د دوو لاندنیو حالاتو پوسیله لاسته راوړو.

الف – د ایزو ترمیک عملیې په ذریعه $T = const$ د نوموړي گاز حجم V_2 او فشارني P_1 سره مساوي کېږي.

ب - وروسته بيا د ايزوخوريک $V = \text{const}$ عمليي په ذريعه د نوموړي گاز د تودوخې درجه T_2 او فشار يې P_2 ته رسېږي. په دغه گاز باندې د عمليي لومړي پړاو د بايل - ماريوت د قانون په ذريعه په لاندي توگه ليکل کېږي.

$$V_1 P_1 = V_2 P_1'$$

$$P_1' = \frac{P_1 V_1}{V_2} \quad \text{لدغه ځايه}$$

د عمليي دويمه برخه د گيولو - سک د قانون په وسيله په لاندي توگه ليکل کېږي.

$$\frac{P_1'}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

که د P_1' قيمت په وروستي رابطه کي وضع کړو، نوليکلي شو چه:

$$\frac{P_1 V_1}{V_2 \cdot P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2}$$

دغه روابط بنسټي چه د گاز د ټاکلي کتلي لپاره $\frac{PV}{T}$ ثابت کميت دي.

$$\frac{Pv}{T} = B = \text{constant} \quad (٦-٢٤)$$

وروستی رابطه د کلاپرون د معادلي په نامه ياديږي دلته B د ټولو گازونو لپاره مساوي قيمت لري، په دی شرط چه د گاز د حالت د مشخص کيدو پاراميترونه مساوي وي. د 1 kmole گاز لپاره پورتنی رابطه داسي ليکل کېږي.

$$\frac{PV_\mu}{T} = B$$

د اوگدرو قانون په اساس د B په عوض ليکلي شو چه $\frac{PV_{\mu}}{T} = R$ ، R د گاز د عمومي ثابت په نامه سره يادېږي د دغه ثابت په نظر کي نيولو سره ليکلي شو چه:

$$PV_{\mu} = RT \dots\dots\dots (۶-۲۵)$$

وروستی رابطه د 1 kmole گاز لپاره د مندلیف کلاپرون معادله ده ویلې شو چه د گاز حجم د هغه د کتلي سره په عین فشار او تودوخي درجه کي متناسب دي.

پورتني مفهوم داسي افاده کېږي. $\frac{V_{\mu}}{V} = \frac{\mu}{m}$ ، μ د یو کیلو مول گاز کتله او

V د m کتلي گاز حجم دي. که چیري V_{μ} قیمت په $PV_{\mu} = RT$ کي وضع کړو، نولیکلي شو چې:

$$PV \frac{\mu}{m} = RT$$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

وروستي رابطه د کلاپرون د گاز رابطه اړایه کوي.

د وروستي رابطي په مرسته د گاز کثافت په لاندې توگه معلومېږي.

$$P = \frac{m}{\mu V} RT \dots\dots\dots (۶-۲۶)$$

$$P = \frac{\rho}{\mu} RT$$

څرنگه چه $\rho = \frac{m}{V}$ دي، نو ليکلي شو چه

$$\rho = \frac{P\mu}{RT}$$

ددغې رابطې په مرسته، د گاز ثابت په لاندې توگه محاسبه کېږي لیکن د $\frac{PV}{T} = R$ رابطې څخه د R قیمت د ترمودینامیکي نورمالو شرایطو په اساس په اسانې سره لاسته راځي.

که چیرې $p = 1 \text{ atm}$ ، فزیکي (اتموسفیر) او $T = 273 \text{ K}$ او

$$V_{\mu} = 22.42 \cdot 10^3 \frac{\text{lit}}{\text{kmole}}$$

وضع شي. نو حاصلولې شو چې:

$$R = \frac{1 \text{at} \cdot 22.42 \cdot 10^3}{273 \text{grad}} \frac{L}{\text{kmole}} = 82 \text{Latm}/(\text{grad} \cdot \text{kmole})$$

د SI په سیستم کې $1 \text{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$ او $1 \text{lit} = 10^{-3} m^3$ ددغو ارقامو په پام کې نیولو سره لیکلي شو چې:

$$R = 8.32 \cdot 10^3 \frac{J}{\text{gradkmole}} \quad (۶-۲۷)$$

دغه کمیتونه د تجربې پوسيله لاس ته راغلي. د موضوع نظري څېړنه، د مالیکولي فزیک په تیوري کې کېږي.

۶-۱۳: د فصل لنډیز

- قوه چې په واحد سطحه باندې عمل کوي د فشار په نوم یادېږي، یعنې:

$$P = \frac{F}{A} \quad (۶-۲۸)$$

- د سیالو جسمونو لپاره د پاسکال قانون عبارت دی له:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} \quad (۶-۲۹)$$

- په مایع کې په غوطه شوي جسم باندې د ارشمیدس قوه عمل کوي، نوموړې قوه عبارت ده له:

$$F_A = \rho_{lq} g V_b \quad (۶-۳۰)$$

- په پورتنۍ رابطه کې F_A د ارشمیدس قوه، ρ_{lq} د سیال کثافت، g د ځمکې د جاذبې تعجیل او V_b د غوطه شوي جسم حجم دی.

- د ایډیال ګاز لپاره د بایل ماریوت قانون لاندې بڼه لري.

$$PV = \text{const} \quad (۶-۳۱)$$

- د ایډیال ګازونو لپاره د ګي-لوسک قانون عبارت دی له:

$$\frac{V}{T} = \text{const} \quad (۶-۳۲)$$

- نوموړې قانون بیانوي چې په ثابت فشار کې که چیرې د ګاز یوه ټاکلې اندازه ګرمه یا سړه شي د حجم نسبت پر تودوخه ثابت باقی پاته کېږي.

- د دالتون د قانون سره سم د ګاز د یوه مخلوط فشار د مخلوط د اجزاوود

فشار له مجموعې سره مساوی دی، یعنې:

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots \quad (۶-۳۳)$$

- د اوږدرو قانون بیانوي چې په مساوی فشار او د تودوخې په مساوی درجو کې ټول گازونه مساوي حجم لري. دا حجم په معیاري یا نورمالو

شرایطو کې $22,42 \cdot \frac{M^3}{kmol}$ یا $22,42 \cdot 10^3 \frac{liter}{kmol}$ دی.

- د مندلیف – کلاپیرون قانون عبارت دی له:

$$PV\mu = RT \quad (٦-٣٤)$$

شپږم فصل تمرین

- 1- په یوه هایدرولیکي پروسه کې د کوچني پستون سطحه 2cm^2 او د لوی پستون 500cm^2 ده. که چیرې کوچني پستون په 25cm/sec سرعت سره ښکته کېږي معلومه کړي چې لوی پستون په کوم سرعت سره پورته کېږي؟ ځواب: (0.1cm/sec)
- 2- یو استوانوی لوبښې له مایع نه ډک او مساحت یې 200cm^2 دی د یوه پستون په واسطه چې کتله یې 1kg ده محکم شوی دی. معلوم کړي چې پستون څومره فشار په مایع واردوي؟
(الف) له وزن نه پرته
(ب) د 5kg کتلې لرونکي وزن سره.
ځواب (الف): 0.49kPa ، ب: 2.9kPa
- 3- په دوو یو له بل سره نښتو لوبښو کې سیماب اچول شوی دی او د هغو له پاسه په یوه لوبښې کې د 48cm په ارتفاع غوړی او په بل لوبښې کې د 20cm په ارتفاع د خاورو تیل اچول شوی دی. په دواړو لوبښو کې د سیمابو د سطحې توپیر پیدا کړي؟ ځواب: $(\Delta h = 2\text{cm})$
- 4- له اوبو ډک یوه لوبښې کې د 2cm^2 په مقطع یو نل داخل او په نوموړي نل کې 72g غوړی اچول شوی دی. د اوبو او غوړ یو د سطحې توپیر پیدا کړي؟ ځواب: $\Delta h = \frac{m}{s} \left(\frac{1}{\rho_{oil}} - \frac{1}{\rho_w} \right) = 4\text{cm}$
- 5- د هغه اتموسفیر کتله پیدا کړي چې د ځمکې کره یې احاطه کړې دی؟
ځواب: $(5.3 \cdot 10^{18}\text{kg})$
- 6- له اوبو ډک یوه لوبښې کې دلرگی یوه ټوټه اچول شوی ده، که چیرې اوبه له لوبښې نه خارج نه شي. معلومه کړي چې د لوبښې په قاعده او د یو الوتو کې

فشار بدلون کوی؟ ځواب: بدلون کوی ځکه چې د اوبو سطح په لوبښې کې لوړېږي.

7- دلرگی یوه توتیه په اوبو کې لایږي وهی او $\frac{3}{4}$ برخه یی په اوبو کې ډوبه ده .

د لرگی کثافت پیدا کړی؟

$$\rho_{\text{wood}} = \frac{3}{4} \rho_w = 7.5 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$$

ځواب:

8- تر پستون لاندی په یوه استوانه کی د $1/04 MP_a$ فشار په صورت کی د هوا حجم 5 lit دی. د نوموړی هوا حجم د $1/00 MP_a$ فشار په صورت کی پیدا کړی؟ ځواب: (5.2 liter)

9- د هوا لومړنی حجم 6 lit دی هغه په تدریجی توگه متراکمه کوی او حجم 4 lit ته رسېږي او فشار یی $2 \cdot 10^5 P_a$ ته لوړېږي. د گاز لومړنی فشار پیدا کړی؟ ځواب $(4 \cdot 10^5 pa)$

10- د نورمال فشار لاندی په یوه لوبښې کی 5 lit هوا وجود لری دا لوبښې له یو بل خالی لوبښې سره چی گنجایش یی $4/5 \text{ lit}$ دی نښلوی په وروستی لوبښې کی هوا نشته دی. په دواړو لوبښو کی منځ ته راغلی فشار پیدا کړی؟ ځواب: $(5.3 \cdot 10^4 pa)$

11- په $0^\circ C$ تودوخه کی د کوم فشار په صورت کی د اوکسجن کثافت د اوبو له کثافت سره په نورمالو شرایطو کی مساوی کیږی؟ ځواب $(7 \cdot 10^7 pa)$

12- تر پستون لاندی په یوه استوانه کی 10 lit گاز په ایزوباریک توگه له $323^\circ K$ نه تر $273^\circ K$ پوری سپړه وی. د ساړه شوی گاز حجم پیدا کړی؟ ځواب (8.5 liter)

13- که چیری د برنښنا په گروپ کی د هوا د تودوخی درجه د گروپ له رڼاکولو نه وروسته له $15^\circ C$ نه تر $300^\circ C$ پوری لوړه شی. د هوا فشار څومره زیاتېږی؟ ځواب: (تقریباً دوه ځله)

14- په $15^{\circ}C$ تودوخه کې د هایدروجن فشار $1/33 \cdot 10^5 P_a$ او حجم یی $2lit$ دی. د گاز حجم له متراکم کیدونه وروسته $1/5lit$ او تودوخه یی

تر $30^{\circ}C$ لوړه شوه. د هایدروجن فشار معلوم کړی؟
ځواب: $(1.9 \cdot 10^5 pa)$

15- په $0^{\circ}C$ تودوخه او $1/0 \cdot 10^5 P_a$ فشار کې د هوا یوه کتله $1lit$ حجم اشغالوی. د تودوخې په کومه درجه کې به د نوموړی هوا فشار

$2 \cdot 10^5 P_a$ شی په داسې حال کې چې نوموړی کتله په وروستی حالت کې $2lit$ حجم اشغال کړی؟ ځواب: $(\approx 820^{\circ}C)$

16- په $100^{\circ}C$ تودوخه او د $1/0 MP_a$ فشار په صورت کې یو کیلومول (kmole) گاز خومره حجم اشغالوی؟ ځواب $(\approx 3.1m^3)$

17- په $-20^{\circ}C$ تودوخه او $780 MP_a$ فشار کې د هوا حجم $12lit$ دی. د هوا حجم نورمالو شرایطو ته راوړی د هوا حجم په نورمالو شرایطو کې پیدا کړی؟ ځواب: $(\approx 11liter)$

18- د هیلیم کثافت په $127^{\circ}C$ تودوخه او $8/3 \cdot 10^5 P_a$ فشار کې خومره دی؟ ځواب $(1.0 \frac{kg}{m^3})$

19- د هوا د تودوخې درجه باید خومره وی ددی لپاره چې په $5 \cdot 10^4 P_a$ فشار کې د هغه کثافت نورمال وی؟ ځواب $(\approx 140^{\circ}C)$

20- د اوکسیجن او کاربن دای اوکساید ترکیب یا مخلوط په دی ډول دی $32g$ اوکسیجن او $22g$ کاربن دای اوکساید په $0^{\circ}C$ تودوخه او $1/0 \cdot 10^5 P_a$ فشار کې د نوموړی مخلوط کثافت پیدا کړی؟
ځواب: $(\approx 1.6 \frac{g}{lit})$

21- پہ نورمالو شرائطو کی د هوا کثافت 1.3 g/lit دی. د هوا کثافت پہ

100°C تودوخہ او $4.0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ فشار کی پیدا کری؟

خواب: (3.8 g/liter)

22- پہ یو سرخلاصی بیکر کی پہ 20°C تودوخہ کی هوا باید خومره گرمہ شی

ترخو د هوا کثافت دوه خله کم شی؟ خواب: (313°C)

اوم فصل

د مايعاتو او ګازاتو دينامیک Fluid Dynamics

سريزه: د کلکو يا جامدو اجسامو له ميخانيک پرته د مايع او ګاز ډوله اجسامو ميخانيک هم وجود لري. د مايع اجسامو ميخانيک د هايډرو دينامیک په نوم هم ياديږي. هايډرو دينامیک د يو لخت يو پارچه يا پرله پسې (پيوسته) محيط د ميخانيک يوه برخه ده چې په هغه کې د تراکم نه منونکو (نه فشرده کيدونکو) مايعاتو حرکت او د جامدو اجسامو سره د هغو خپل مينځي تعامل او اغيزې مطالعه کېږي. او يا هم د مايعاتو او ګازاتو په دينامیک کې حرکت کونکي مايعات او ګازات مطالعه کېږي.

حقيقي يا رېال مايع هغه مايع ده چې تراکم منونکې وي او د فشار په زياتوالي سره يې حجم کم او کثافت يې زياتيږي. خو د يادولو وړ ده چې د مايع د تراکم وړتيا ډيره کمه ده. د بيلګې په توګه که چيرې د اوبو فشار له 1atm نه تر 100atm پورې لوړ کړو د هغه په پايله کې د اوبو کثافت يوازې $0,5\%$ زياتيږي. $\text{atmosphere} \rightarrow \text{atm}$ (اتموسفير) د فشار د اندازه کولو يو واحد دي.

$$1\text{atm} = 1,033\text{at} = 760\text{mm} \cdot \text{Hg} = 1,013\text{bar} = 1,013 \cdot 10^5 \text{Pa}$$

په متحرکو مايعاتو کې د فشار بدلونونه په دې کچه نه وي، له دې کبله د متحرکو مايعاتو له فشرده کيدو څخه سترګې پټولې شو. هغه مايع چې لزوجيت ونه لري او فشرده کيدونکې نه وي د رېال مايع په نوم ياديږي.

لومړۍ د هغو قوو په هکله خبرې کوو چې د مايع د حرکت لامل کېږي.

د مايع په هره ذره خارجي قوې لکه د ثقل قوه او هغه قوه چې د مايع د فشار د توپير له کبله رامنځ ته کېږي په مايع عمل کوي. په حقيقي مايعاتو کې پردې قوو برسیره د مايع د ماليکولونو قوې علاوه کېږي. دا قوې چې د مايعاتو د غلظت لامل کېږي د اصطکاک د قوو په نوم ياديږي. پوهيږو چې کله يو جسم په ساکنه مايع او يا ګاز کې په حرکت پيل وکړي د هغه په مقابل کې د اصطکاک قوې تبارز کوي چې د حرکت په مخالف جهت

کې وي. د نيوتن د دويم قانون پر بنسټ د ټولو هغو قوو مجموعه چې د مايع په يوه ذره باندې عمل کوي مساوي دی په: د ذرې کتله ضرب د کتلې هغه تعجيل چې د نوموړو قوو د اغيزې له امله يې په لاس راوړي. دا حقيقت د هايډروډيناميک د معادلو لنډيز ارائيه کوي. د مايع د هرې ذرې لپاره بايد خارجي قوې، د فشار د توپير قوې د اصطکاک قوې او د عطالت قوې يو بل سره خنثي کړي.

د مايعاتو او ګازاتو جريان د موډل په توګه د جريان د ساحې په واسطه داسې تشرېح کولې شو. که چيرې وغواړو د مايع د يوې ذرې مسير د هغې د سطحې په مخ مطالعه کړو، کولې شو چې هغه د کارک د کوچنيو ټوټو (د کارک براده) په واسطه چې د ذرې په مسير کې پاشل کېږي وڅارو او تعقيب يې کړو. همدارنګه د مايع په داخل کې د يوې ذرې د مسير د تعقيب لپاره له رنګه موادو يا د المونيمو له پودرنه چې د مايع په مسير کې اچول کېږي ګټه اخيستی شو. د ګازاتو جريان د رنګه ګازونو لکه دوک (دود) په مرسته څارلې او تعقيبولې شو.

که چيرې د حرکت په حال مايع کې د قلم رنګ د يوه باريکه تار په توګه تويې کړو ليدل کېږي چې دا باريکه رنګه تار په يوه ټاکلي خط ځان مرتبوي چې د جريان د خط په نوم ياديږي. په يوه جريان کې د جريان خط هغه مسير دی چې د مايع ذره يې ټپي کوي. د مايع د ذرې د سرعت وکتور د هغه د جريان په خط باندې مماس وي (۷-۱) شکل.



(۷-۱) شکل

که چيرې يوه مستوي سطحه د جريان په جهت عمود په پام کې ونيسو د جريان د خطونو شمير چې له نوموړې سطحې نه تيريږي د جريان د خطونو د کثافت په نوم ياديږي. د جريان د خطونو کثافت د يوې مايع په داخل کې د سرعت توزيع ارائيه کوي. په هره

اندازه چې د جريان خطونه په يو ځاي کې زيات وي په هم هغه اندازه د جريان سرعت هلته زيات دي. که چيرې د جريان د سرعت وکتور د فضا په هره نقطه کې ثابت وي او يا ثابت پاته شي په دې حالت کې جريان د مستقر جريان او يا د تقريباً ثابت جريان په نوم يادېږي.

۷-۱: د تدايت معادله The Equation of Continuity

د (۷-۲) شکل سره سم د مايع په جريان کې د S_1 او S_2 دوه مقطع ګانې چې په هره يوه کې د مايع سرعت په ترتيب سره V_1 او V_2 دي په پام کې نيسو. دا چې مايع د تراکم وړنه ده او نه بيليدونکې ده، نو د Δt په وخت کې له نوموړو مقطع ګانو، نه مساوي حجم او همدارنګه Δm مساوي کتله مايع تيرېږي.



(۷-۲) شکل

د S_1 په پراخه مقطع کې تيرودونکې مايع د استواني بڼه لري چې قاعده يې S_1 او ارتفاع يې $V_1 \cdot \Delta t$ او حجم يې $S_1 V_1 \Delta t$ دي. په همدې ډول په تنګه مقطع S_2 کې د تيريدونکې مايع حجم $S_2 V_2 \Delta t$ دي له دې ځايه لرو چې:

$$S_1 V_1 = S_2 V_2$$

$$SV = \text{const} \dots\dots\dots (۷-۱)$$

(۷-۱) رابطه د مايع د تدايت معادله ده.

(۷-۱) مثال: د متحولې مقطع درلودونکې نل د 15cm^2 په مقطع کې د اوبو سرعت

2m/sec دي. د 10cm^2 په مقطع کې د اوبو سرعت پيدا کړي.

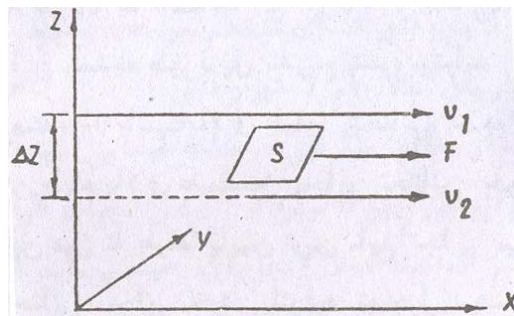
حل: د تدايت له معادلې نه لرو چې:

$$S_1 V_1 = S_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{S_2 V_2}{S_1} = \frac{15 \text{ cm}^2 \cdot 2 \text{ m/sec}}{10 \text{ cm}^2} = 3 \text{ m/sec}$$

۷-۲: لزوجیت او د ستوکس قانون Viscosity and Stokes Law

که چیرې د مایع یوه طبقه د بلې طبقې په مخ وښوېږي په دې صورت کې د اصطکاک قوه قوه رامنځ ته کېږي. که چیرې پورتنۍ طبقه په زیات سرعت سره حرکت وکړي. په دې حالت کې کښتنۍ طبقې ته چې بطني حرکت کوي یو تعجیل ورکوي. دا قوې د اصطکاک قوه د قوې په نوم یادېږي. په هره اندازه چې سطحه لویه وي په هغه اندازه د اصطکاک قوه لویه ده او همدارنګه د اصطکاک قوه له یوې طبقې نه بلې طبقې ته د سرعت د بدلون سره متناسبه ده. اوس دوه طبقې داسې په پام کې نیسو چې د یوې سرعت V_1 او د بلې V_2 وي او د دوی ترمنځ فاصله ΔZ دي (۷-۳) شکل.

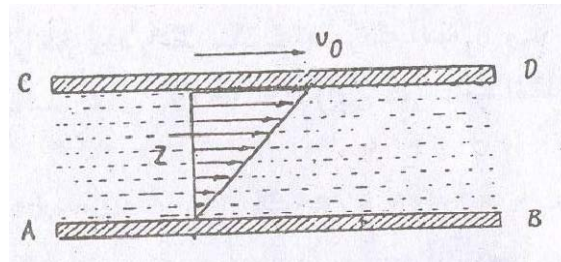


(۷-۳) شکل

په دې حالت کې د اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F = \eta S \frac{\Delta v}{\Delta z} \dots \dots \dots (۷-۲)$$

په بله تجربه کې د AB او CD دوه موازي لوحې داسې په پام کې نیسو چې د دوی ترمنځ د Z په پندوالې یوه کیفي مایع وجود لري (۷-۳) شکل. د AB لوحه ثابتې او د CD لوحې ته په خپله مستوي کې د V_0 په سرعت سره ښي خوا ته حرکت ورکوي. لیدل کېږي چې د مایع مختلفې طبقې یو د بل پاسه په مختلفو سرعتونو سره ښي خوا ته ښوېږي.



(۷-۴) شکل

د مايع هغه طبقه چې له CD سره نښتې يا په تماس کې ده د V_0 سرعت لري او داسې معلومېږي چې د CD سره نښتې ده. هغه ته ورته د مايع هغه طبقه چې له AB سره په تماس کې ده هم له هغې سره نښتې معلومېږي، يعنې د هغې سرعت صفر دي. د مايع د طبقو سرعت له AB نه تر C پورې او د Z په امتداد له $V=0$ نه تر $V=V_0$ پورې په خطي توگه زياتېږي. دا مسئله په لاندې ډول تشرېح کېږي. په شکل کې د مايع تر ټولو پورتنۍ طبقه چې د V_0 په سرعت حرکت کوي پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه يوه مماسي قوه واردوي، همدا عمل دا طبقه پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه تر سره کوي. په همدې ترتيب دا عمل د مايع تر ټولو کښتنۍ طبقې پورې صورت نيسي، يعنې هره طبقه پخپله کښتنۍ طبقه يوه تعجيل ورکونکې قوه F واردوي. د نيوتن د دريم قانون سره سم کښتنۍ مجاوره طبقه په پورتنۍ طبقه يوه د F تاخيري قوه واردوي. پورتنۍ دواړه قوې د اندازې له نگاه يو بل سره مساوي دي. په پايله کې د لزوجيت ضريب η په لاندې ډول تعريفېږي:

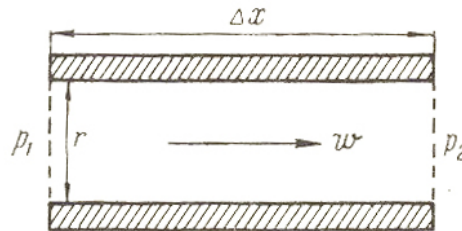
$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}} \dots\dots\dots (۷-۳)$$

هغه جريانونه چې تر اوسه پورې مو مطالعه کړل د آرام يا (Laminar) يا طبقه ايزو جريانونو په نوم ياديږي، په دې حالت کې د مايع طبقې يو پر بل ښوېږي. که چېرې مايع له يوه نل يا پايپ نه تيره شي او خپل سرعت زيات کړي په دې حالت کې خپل طبقه ايز خاصيت له لاسه ورکوي او بې ترتيبه کېږي. مايع په شديد توگه مخلوطېږي، د مايع د

ذرو سرعت په هر ځای کې هر وخت په نامنظمه توګه بدلون کوي او جريان نا مستقر وي د مايع دا ډول جريان ته متلاطم، طوفاني يا (Turbulant) جريان وايي. د مايع لزوجيت د ګازونو له لزوجيت نه ډير زيات دي. د مايعاتو د لزوجيت ضريب د $\frac{kg}{m \cdot sec} (10^{-3} - 1)$ په شاوخوا کې دي. له دې سره سره د مايعاتو د لزوجيت ضريب د تودوخې تابع دی، يعنې د تودوخې په زياتوالي سره کمېږي. د بيلګې په توګه د اوبو د لزوجيت ضريب په صفر درجه د سانتي ګرید کې $\eta = 1,8 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot sec}$ او په $90^\circ C$ کې $\eta = 3,2 \cdot 10^{-4} \frac{kg}{m \cdot sec}$ دي. فرانسوي عالم پايزولي (Poiseuille) ثابته کړه چې:

$$\bar{V} = -\frac{\Delta P}{\Delta X} \frac{r^2}{8\eta} \dots\dots\dots (۷-۴)$$

(۷-۴) رابطه د پايزولي قانون دي په نوموړي رابطه کې $P_1 - P_2 = \Delta P$ ، (۷-۴) شکل. په پورتنۍ رابطه کې د منفي علامه ددې څرګندويه ده چې د جريان سرعت د فشار ګراډينټ په خلاف جهت کې دي.



(۷-۵) شکل

(۷-۵) شکل د يوې مايع لاميناري جريان په نل کې ښیي. که چيرې يو کروي جسم د بيلګې په توګه يوه ګلوله په يوه غير لزوج مايع کې حرکت وکړي، په دې حالت کې جسم د خپل حرکت په مقابل کې د اصطکاک قوه نه احساسوي، برعکس په يوه لزوجه مايع کې د اصطکاک قوه محسوسه ده، که چيرې د مايع سرعت کم وي د جسم له شا او خوا نه د مايع د تيريدو له امله طوفاني جريان نه تشکيلېږي دلته د اصطکاک قوې په مايع کې رامنځ ته کېږي او د مايع هغه طبقې چې له جسم سره په تماس کې دي هڅه کوي چې جسم له

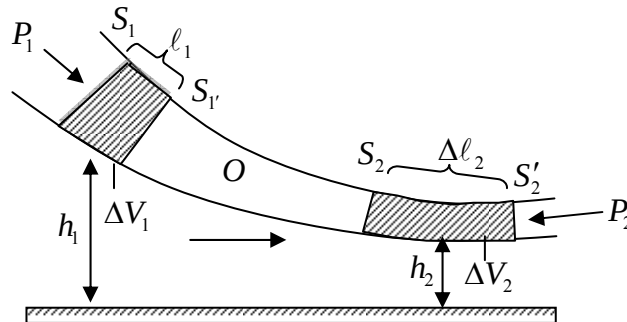
ځانه سره کش کړي. د اصطکاک دا قوه چې د مقاومت د قوې په نوم هم ياديږي د جسم د سرعت V ، د مايع د لزوجيت ضريب η او د جسم له شعاع r سره متناسبه ده، يعنې:

$$F = 6\pi\eta rV \dots\dots\dots(۷-۵)$$

(۷-۵) رابطه د ستوکس (Stokes) قانون دي، نوموړي قانون په ګاز کې د کروي ډوله اجسامو د حرکت لپاره هم صادق دي د بېګلې په توګه د باران د څاڅکو رالويدل په اتموسفير کې.

۷-۳: د برنولي معادله Bernaulli Equation

د مايعاتو د حرکت د مطالعې په صورت کې زياتره داسې فرض کيږي چې د مايع د يوې برخې ځای بدلون (تغيير مکان) نسبت نورو برخو ته د اصطکاک د قوې په بروز پورې اړه نه لري. هغه مايع چې په هغې کې داخلي اصطکاک (لزوجيت) وجود ونه لري د خيالي يا ايډيال مايع په نوم ياديږي. په ايډيال مايع کې چې په ثابته توګه جريان لري د جريان يوه لوله چې مقطع يې کوچنی دي جدا کړو، يا د (۷-۶) شکل سره سم يو مايل نل چې د متحولي مقطع درلودونکې او له کينې خوانه ښې خوانه مايع پکې جريان لري په پام کې نيسو.



(۷-۶) شکل

د هغې مايع حجم په پام کې نيسو چې د نل د ديوالونو او S_1 او S_2 مقطع ګانو په واسطه محدود شوې دي. د Δt په وخت کې دا حجم د مايع د جريان په امتداد تغيير مکان کوي او په دې وخت کې د S_1 مقطع د S_1' موقعيت ته تغيير مکان کوي او د Δl_1 واټن طی کوي، او د S_2 مقطع د S_2' ته تغيير مکان کوي او د Δl_2 واټن طی کوي. د جريان د

تماديت او پرله پسې توب پر بنسټ په شکل کې خط شوې حجمونه يو د بل سره مساوي دي، يعنې $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$

د مايع د هرې ذرې انرژي د هغې ذرې د حركي او پوتانشيل له انرژي نه د ځمكې د جاذبې د قوې په ساحه کې متشكله ده. د جريان د ثابت والي له امله هغه ذره چې د Δt له وخت نه وروسته د نل د نه خط شوې برخې يوې نقطې د بيلگې په توگه د پام وړ حجم د O نقطې ته رسېږي. د هغه سرعت (او حركي انرژي) درلودونكې ده چې په هغه نقطه کې واقع ذرې د پيل په لحظه کې درلوده. له دې كبله د ټول مطالعې لاندې حجم د انرژي تزايد ΔE د ΔV_1 او ΔV_2 كوچنيو حجمونو د انرژي د توپير په شان محاسبه كولي شو. د نل مقطع او $\Delta \ell$ دومره كوچني غوره كوو چې د خط شويو حجمونو د ټولو نقطو لپاره د سرعت V ، فشار P او ارتفاع h قيمتونه يو شان او مساوي وي. په دې صورت کې د انرژي تزايد په لاندې ډول ليكلي شوو:

$$\Delta E = \left(\frac{1}{2} \rho \Delta V V_2^2 + \rho \Delta V g h_2 \right) - \left(\frac{1}{2} \rho \Delta V V_1^2 + \rho \Delta V g h_1 \right) \dots\dots\dots (7-6)$$

په پورتنۍ رابطه کې ρ د مايع كثافت دي.

په ايدياله مايع کې د اصطكاك قوې وجود نه لري. له دې كبله د انرژي تزايد (7-6) رابطه بايد له هغه كار سره مساوي وي چې د فشار د قوې په واسطه په جدا شوې حجم باندې تر سره كيږي. د نل په جانبي سطحه باندې د فشار قوه په هره نقطه کې د ذرو په تغيير مكان باندې عموده ده، نو ځكه كار نه ترسره كوي. د قوې كار يوازې د S_1 او S_2 په مقطع گانو باندې اجرا كيږي، دا كار صفر نه دی او مساوي دی په:

$$W = P_1 S_1 \Delta \ell_1 - P_2 S_2 \Delta \ell_2 = (P_1 - P_2) \Delta V \dots\dots\dots (7-7)$$

د (7-6) او (7-7) رابطه له تساوي نه لرو چې:

$$\frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2 + P_2 \dots\dots\dots (7-8)$$

څرنگه چې د S_1 او S_2 مقطع گانې په بشپړه توگه په کيفي ډول غوره شوې دي، نو ځكه د جريان د هرې مقطع لپاره د $\frac{1}{2} \rho V^2 + \rho g h + P$ افاده ثابت قيمت لري، يعنې:

$$\frac{1}{2} \rho V^2 + \rho g h + P = \text{const} \dots\dots\dots (7-9)$$

(۷-۹) رابطه د برنولي معادله ده د نوموړي معادلې د کینی خوا لومړۍ حد د مایع مخصوصه حرکي انرژي، دویم حد یې مخصوصه پوتانشیل انرژي د ځمکې د جاذبې په ساحه کې او دریم حد یې د مایع مخصوصه انرژي ده چې د فشار د قوونه منشه اخلي پوهیږو چې د فشار واحد $\frac{N}{m^2}$ دي ($\frac{N}{m^2} = \frac{N \cdot m}{m^3} = \frac{Joule}{m^3}$). له دی ځایه داسې پایلې

ته رسیږو چې د برنولي معادله د انرژي د تحفظ قانون اړایه کوي او بیانوي چې:

د ایډیالې مایع د ثابت جریان په صورت کې د حرکي مخصوصه، پوتانشیل مخصوصه او فشار مخصوصه انرژيو مجموعه د جریان په هر ډول مقطع کې ثابت ده. په (۷-۹) معادله کې P ستاتیکی فشار، $\frac{1}{2}\rho V^2$ دینامیکي فشار او ρgh هایډرولیکي فشار دي له دی کبله د برنولي د قانون بل بیان په دی ډول دي:

د ایډیالې مایع په ثابت جریان کې د ستاتیکی فشار، دینامیکي فشار او هایډرولیکي فشار مجموعه د جریان په هر ډول مقطع کې ثابت ده.

د یوه افقي نل لپاره د برنولي معادله عبارت ده له:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = \text{const} \dots\dots\dots (۷-۱۰)$$

د برنولي له معادلې او د تمادیت له معادلې نه دی پایلې ته رسیږو چې: د نل په نری (باریکه) برخه کې د مایع د جریان سرعت زیات او فشار یې کمیږي.

۷-۴: د فصل لنډيز

د تډاډيت معادله عبارت ده له:

$$VS = \text{const}$$

د لزوجيت ضريب عبارت دی له:

$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}}$$

د ستوکس قانون بيانوي چې:

$$F = 6\pi\eta rv$$

د پايزولي د قانون پر بنسټ په پايب يا نل کې د مايع د لاميناري جريان منځنۍ

سرعت د مايع د فشار له ګرادينت $\frac{\Delta P}{\Delta X}$ ، د پايب د شعاع r له مربع سره په مستقيمه توګه

او د مايع د لزوجيت له ضريب η سره په معکوسه توګه متناسب دي، يعنې:

$$\bar{V} = \frac{-\Delta P}{\Delta X} \frac{r^2}{8\eta}$$

په پورتنۍ رابطه کې د منفي علامه ددی څرګندويه ده چې د جريان سرعت د فشار د ګرادينت په خلاف لورې يا جهت کې دي.

د يوه غير افقي نل لپاره د برنولي معادله په لاندې ډول ده:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho gh + P = \text{const}$$

د افقي نل لپاره د برنولي معادله په دی ډول ده:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = \text{const}$$

د اوم فصل تمرین

1. په یوه افقي نل کې د اوبو د جریان اندازه $2 \text{ m}^3/\text{min}$ ده د اوبو د جریان سرعت د نل په هغه نقطه کې پیدا کړي په کوم ځای کې چې د نل قطر الف (10cm ب) 5cm دي. ځوابونه: (الف $4, 24 \text{ m}/\text{sec}$ ، ب $17 \text{ m}/\text{sec}$)
2. د اوبو د یوې لویې ذخیږې په یوه خوا کې د اوبو له سطحې نه 16m لاندې یو کوچنی سوري وجود لري. له سوري څخه د اوبو د جریان اندازه $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$ ده. پیدا کړي:
 - (الف) د اوبو د جریان سرعت له سوري نه د خارجیدو په وخت کې
 - (ب) د سوري قطر. ځوابونه (الف: $17,88 \text{ m}/\text{sec}$ ، ب: $0,137 \text{ cm}$)
3. د اوبو جریان له یوه افقي نل نه تیرېږي. په هغه نقطه کې چې د اوبو سرعت $2 \text{ m}/\text{sec}$ او د مقطع مساحت یې A دي د اوبو فشار $4,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ دي. د مایع سرعت او فشار د مقطع په هغه نقطه کې پیدا کړي چې د مقطع مساحت $\frac{A}{4}$ دي؟

ځوابونه ($P_2 = 44970 \text{ Pa}$ ، $V_2 = 8 \text{ m}/\text{sec}$)
4. د یوې متحولې مقطع درلودونکې یوه افقي نل پراخه مقطع 40 cm^2 او تنګه مقطع یې 10 cm^2 ده. په نل کې د اوبو د جریان اندازه $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$ ده پیدا کړي
 - (الف) د اوبو سرعت په پراخه او تنګه مقطع کې
 - (ب) د دواړو مقطعو تر منځ د فشار توپیر ځوابونه: (الف $V_1 = 0,025 \text{ m}/\text{sec}$ ، $V_2 = 0,4 \text{ m}/\text{sec}$)

ب $(P_1 - P_2 = 15,9375 \text{ Pa})$
5. په یوه پایپ کې اوبه بهیږي. په هغه نقطه د پایپ کې چې قطر یې 8cm دي د اوبو فشار $2,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ په بله نقطه کې چې 0,5m له مخکینۍ نقطې نه لوړه ده د پایپ قطر 4cm او د اوبو فشار $115 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ دي.
 - (الف) په ټیټه او لوړه نقطه کې د اوبو د جریان سرعت پیدا کړي
 - (ب) د اوبو بهیدو اندازه یا مقدار معلوم کړي؟

ځوابونه: (په ټيټه نقطه کې $0,83 \text{ m/sec}$) په لوړه نقطه کې $3,3 \text{ m/sec}$ ب)
 $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$

6. په يوه پایپ کې چې د مقطع مساحت یې 4.0 cm^2 دي د 5 m/sec په سرعت اوبه حرکت کوي. د پایپ د مقطع د مساحت په زیاتوالي سره تر $8,0 \text{ cm}^2$ پورې اوبه په تدریجي توګه تر 10 m پورې رابښکته کیږي

الف) په ټيټه سطحه کې د اوبو سرعت څومره دي؟

ب) که چیرې په لوړه سطحه کې فشار $1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ وي په ټيټه سطحه کې فشار پیدا کړي؟ ځوابونه: (الف: $2,5 \text{ m/sec}$ ، ب: $0,5 \cdot 10^5 \text{ pa}$)

7. د اوبو لیږدونکې یوه نل داخلي قطر $2,54 \text{ cm}$ او په هغه کې د اوبو سرعت $0,914 \text{ m/sec}$ او فشار یې 172375 Pa دي. که چیرې دا نل د $1,27 \text{ cm}$ قطر درلودونکې نل سره وصل شي او د یوه تعمیر دویم پورته چې د ننو تلو د نقطې نه $7,62 \text{ m}$ لوړ واقع دي یوړل شي. په دویم پور کې د اوبو سرعت او فشار معلوم کړي؟
 ځوابونه: ($3,658 \text{ m/sec}$ ، $8,95 \cdot 10^4 \text{ Pa}$)

8. که چیرې د یوې الوتکې د وزر لاندې سطحه کې د هوا سرعت 110 m/sec وي ددی لپاره چې دوزر لاندې او دوزر د پاسه سطحو ترمنځ د فشار توپیر 900 Pa وي. د وزر د پاسه سطحې په مخ د هوا سرعت باید څومره وي د هوا کثافت $1,30 \cdot 10^3 \text{ gr/cm}^3$ دي؟ ځواب: (116 m/sec)

9. د متحولې مقطع درلودونکې نل کې اوبه جریان لري او د 15 m/sec په سرعت سره له نل نه خارجېږي. د نل د کینې او بنې خو قطرونه په ترتیب سره 5 cm او 3 cm دي او د اوبو جریان په نل کې له کینې خواته بنې خواته دي

الف) په 10 min کې څومره حجم اوبه له نل نه خارجېږي

ب) په کینه خوا کې د اوبو جریان سرعت څومره دي

ج) په کینه خوا کې د اوبو فشار څومره دي؟

ځوابونه: (الف $6,4 \text{ m}^3$ ب $5,4 \text{ m/sec}$ ج $9,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$)

10. په یوه افقي نل کې اوبه جریان لري چې مقطع یې په لاندې ډول ده:

د نل لومړنۍ یا ابتدایي شعاع $0,200m$ ، منځنۍ یا وسطي شعاع یې $0,400m$ او وروستۍ یا نهایی شعاع یې $0,600m$ ده. که چیرې په لومړنۍ مقطع کې د اوبو د جریان سرعت $9,00 \cdot 10^{-2} m/sec$ وي. په وروستۍ یا اخرنۍ مقطع کې د اوبو سرعت پیدا کړي؟

ځواب: $(0,01 m/sec)$

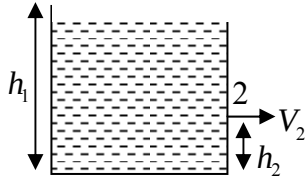
11. یوه مایع چې کثافت یې $900 kg/m^3$ دي په یوه افقي نل کې چې مقطع یې متحوله او له $1,90 \cdot 10^{-2} m^2$ نه تر $9,50 \cdot 10^{-2} m^2$ پورې بدلون کوي جریان لري. په نل کې د پورتنیو دوو مقطعو ترمنځ د مایع د فشار توپیر $7,20 \cdot 10^3 Pa$ دي. پیدا کړي

الف) د اوبو د جریان مقدار

ب) له نل نه د تیریدونکې مایع کتله ځوابونه: (الف $0,00776 m^3/sec$ ب $69,8 kg/sec$)

12. د برنولي د معادلې نه په ګټه اخیستنه سره د هغې تراکم نه منونکې مایع سرعت پیدا کړي چې د یوه سرپړانیستۍ لوبنې د یوه کوچنۍ سورې نه خارجېږي (۷-۷) شکل.

ځواب: $V_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$



شکل (۷-۷)

13. یو مربع ډوله حلبي قطی چې کتله یې $76g$ او د لاندینۍ برخې مساحت یې $38cm^2$ او ارتفاع یې $6cm$ دي په اوبو کې لامبووې. د قطي د هغې برخې لوړوالې پیدا کړي چې د اوبو له سطحې نه لوړ دي؟ ځواب: $(4cm)$

14. په مایعاتو او ګازاتو کې ولې تیله کونکې قوه رامنځ ته کیږي؟

(ځواب: تیله کونکې قوه د فشار د توپیر له کبله په مختلفو ژوروالیو کې رامنځ ته کیږي)

15. یوه مایع چې کثافت یې $791 kg/m^3$ دي په آرامه توګه د یوه افقي نل نه چې مقطع

یې $A_1 = 1,2 \cdot 10^{-3} m^2$ نه تر $A_2 = \frac{A_1}{2}$ پورې بدلون کوي یعنې تنګیږي تیرېږي. د نل د

تنګي او پراخي برخو ترمنځ د فشار توپیر $4120Pa$ دي. د نل نه د تیریدونکې مایع مقدار

پیدا کړي؟ ځواب: $(2,24 \cdot 10^{-3} m^3/sec)$

16. د یوې ورسۍ (اشه دارۍ) اندازه $3,4m$ په $2,1m$ کې ده. د طوفان او باد د تیریدو له کبله د باندې هوا فشار $0,96atm$ کمېږي، خو د کوتی د ننه د هوا فشار $1,0atm$ ساتل کېږي. کومه خالصه قوه په ورسۍ باندې عمل کوي؟
ځواب: $(2,9 \cdot 10^4 N)$

17. د کورنه د لاندې د اوبو د نل داخلي قطر $1,0in$ ، د اوبو سرعت $3,0 \text{ ft/sec}$ او فشار یې 25 Lb/in^2 دي. که چیرې دا نل د یو بل سره چې قطر $0,50in$ دي وصل شي او دویم پورته چې له ځمکې نه 25 ft لوړ دي یوړل شي. په دویم پور کې الف) د اوبو سرعت ب) د اوبو فشار پیدا کړي؟
ځوابونه: الف) 12 ft/sec ب) 13 Lb/in^2

18. د اوبو دوه واړه سیندونه یو له بل سره یوځای کېږي او یو نسبتاً لوی سیند جوړوي. د لومړۍ واړه سیند سور $8,2m$ او ژوروالي یې $3,4m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,3 \text{ m/sec}$ دي. د دویم واړه سیند سور $6,8m$ او ژوروالي یې $3,2m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,6 \text{ m/sec}$ دي. د دواړو وړو سیندونو نه جوړ شوی لوی سیند سور $10,5m$ او د اوبو د جریان سرعت په هغه کې $2,9 \text{ m/sec}$ دي. د لوی سینده ژوروالي معلوم کړي؟ ځواب: $(4m)$

19. یو جسم له یوه فنري ترازو نه راخپړي. دا ترازو په هوا کې د هغه وزن $30N$ ، په اوبو کې $20N$ او په یوه بله مایع کې چې کثافت یې مجهول دي $24N$ ښیي. د وروستۍ مایع کثافت پیدا کړي؟ ځواب: (600 kg/m^3)

اتم فصل

تودوخه Heat

سریزه: تودوخه او ساړه هغه مفاهیم دی چه په انسانی او تخنیکي اړخونو کی تری گټه اخیستنه د ډیرپخوانیو زمانو څخه رواج لری، کله چه ژمی شی، انسانان کوټو ته مخه کوی په معاصره نړی کی، دتو دوخی دحاصلولو لپاره مختلف میتودونه شته، خو په وروسته پاتی نړی کی لاتر اوسه دسون د یو عنعنوی او ساده موادو لکه لرگي، بوتی دحیواناتو فضله مواد، حتی کله کله خپله حیوانات هم دتودوخی دتولیدی ضرورت په حیث استعمالیږی، دتودوخی ډیره لویه چینه زموږ په لمړیز نظام کی لمردی. لمر دتودوخی دحاصلولو ډیره پاکه او مطمئنه چینه ده په کلیوالی او ښاری چاپیریال او معاصره نړی کی دلمر تودوخی څخه گټه اخیستنه ډیره مروجه شوی ده. همدارنگه دنفث او گاز دسوزولو څخه هم ډیره گټه اخیستله کیږی، برښنا داوبو او اتمی سون موادو څخه په لاس راځي دبرښنا څخه په پخه ولو او تودولو کی خورا ډیره گټه اخیستل کیږی:

انسانان ودی ته متوجه شوی دی، چه دانرژی د ټولو قسمونو څخه په تودوخه کې گټه اخیستنه یوشان نده. دچاپیریال ککړتیا، دروغتیایی حالت ساتنه دا ټول هغه څه دی چې باید له پامه ونه غورځول شي. اوس که اصل موضوع ته راشو دعلما و له نظره تودوخه په مختلفو وختونو کی په متفاوته بڼه خپرل شوی ده، دلمړی ځل لپاره یو انگلیسي عالم د رامفورد (Rumford) په نامه د تودوخی دارزونی په اړوند د ډیرو تجربودسره رسولو وروسته یوه نظریه رادمخه کړه چه د کالوریک (Caloric) نظریی په نوم یادېږی او په لاندینو اصولو ولاړه ده:

الف- تودوخه ذخیره کیدای شی، که چیری څو تاوده او نسبتاً ساړه اجسام په یو تړلی ظرف کی یوځای کړو، نودتودو اجسامو څخه تودوخه ساړه اجسام اخلی - هغومره تودوخه چه تود جسم یا اجسام له لاسه ورکوی، په همدغه اندازه ساړه اجسام تودوخه اخلی.

ب — کله چه اجسام تودوخه اخلی نو انبساط کوی .(پرسیږي، اوږدپړی) او حجم یې زیاتیري.

ج — کله چه دیوجسم حالت دجامد څخه مایع ته او دمایع څخه ګاز ته تغییر مومی، نو په دغه حالتونو کی دتودوخی درجه تغییر نکوی، بلکه تودوخه دجسم دحالت په داخلی تغییر کی مصرف کیږی.

د ډیرو پخوا زمانو څخه دتودوخی په اړوند دوه متضادی نظریې موجودی وی. چه هری نظریې یوشمیر طرفداران درلودل. دیوی نظریې طرفداران په دی باورؤ چه ګوندی، تودوخه یو قسم حرکت دی، او دبلې نظریې طرفدارانو ویل چه تودوخه یو قسم سیال دی.

وروستی نظریې ډیرطرفداران درلودل او دنونسمی پېړی ترپای ډیره دباور وړوه. ددی تیوری په بنسټ، تودوخه دیو سیال د جریان څخه عبارت دی، چه کالوریک نومېږی ددغې نظریې په اساس کالوریک چه په هر جسم ورزیات شی، په نوموړی جسم کی دتودوخی ددرجی او چتیدو باعث ګرځی او دهغه جسم څخه چه دکالوریک مقدار کم شویدی، دهغه دتودوخی درجه کمیږی. پدغه نظریه کی دالازمه ده چه ویل شی، چه کالوریک نه ایجاد کیدای شی اونه له منځه ځي. او داورستی جملې د الف برخی حقایق تاییدوی، دیوجسم انبساط هم دتودوخی ددرجی په پورته کیدو سره په دی ډول توضیح کیږی چه د ب په قسمت کی راغلی دی. کله چه کالوریک دیو جسم څخه وبل جسم ته لیږدول کیږی، نودنوموړی جسم دتودوخی درجه پورته ځي اودغه لیږدول شوی کالوریک دانبساط سبب ګرځي.

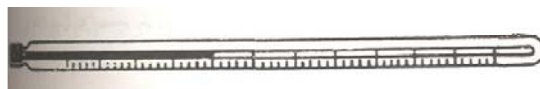
داجسامو دحالت په بدلون کی دتودوخی درجی ثابت ساتنه په تجربی لحاظ یونسکاره حقیقت دی چه د تودوخی دکالوریک سیلان دپام وړوه او باور پری کیدلای شولو. وروسته د تخنیک دپرمختګ سره اودتودوخی څخه په مختلفه توګه ګټه اخیسته، پورتنی نظریې و نشو کړی چه ځینی سوالو نو ته ځواب ووايي. بالاخره خپله رامفورد او یوتعداد نور و علماً لکه ژول ونبودله چې تودوخه په میخانیکي کار بدلیدای شي. ده دیوتعداد تجربو په لړکی دتودوخی او اجراشوی کار ترمینځ یونسبت لاسته راوړل چې د تودوخی دمیخانیکي معادل په نامه سره یادېږي.

نن دثابته ده چه دتودوخی مقدار د یو جسم دمالیکولونو دحرکی انرژۍ څخه عبارت دي دغه تعریف نظر د اجسامو حالت ته په جلا جلا توګه توضیح کیږي خو په مجموع کی همدغه پورتنی تعریف کافی دی.

۸-۱: دتودوخی درجه Temperature

دتودوخی ددرجی مفهوم ، دانسان په واسطه د گرموالي او سوړوالي له احساس څخه راپیدا شوې دی. فرض کړی چه دانسان بدن په ټاکلی اندازه دتودوالی لری ، که چیری داسی یوانسان دخپل وجود دتودوخی څخه سوړجسم سره په تماس کې شی، نو داسې احساسوی، چه نوموړی جسم سوړ دی او که چیری دخپل ځان د تودوالی څخه نسبتاً تودجسم سره په تماس کی شی ، نونوموړی جسم ورته تود احساسیږي ددغه لمړنی احساس په نظرکی نیولو سره دتودوخی درجې تر ننی ډیرپیچلی تخنیکي پرو سوپوری انکشاف کړیدی د ډیرساده دلمریزی ورځی د تودوخی د درجی څخه نیولی د آتومی بټیو دتودوخی د درجی معلومول نن ممکن کاردی ، دطبی ساده تر مومیتر څخه نیولی د ډیرو پیچلیو فزیکي حوادثو دخپړ نو آسانتیاوی دهمدې لیارې ممکن دی. راځی وګورو چه دتودوخی ددرجی داندازه کولو وسیله ولی ترمومیتر نوموړی ترمو په لاتینی ژبه دتودوخی ته ویل کیږی او متر داندازه کولو وسیلی ته ویل کیږی. مخکی له دې چه دترمومیتر پرچوښت خبری وشي یوه بله ډیره ضروری اصطلاح باید توضیح شی.

او هغه دتودوخی دتعادل او یوشان کیدو اصطلاح ده داباید ومنو (په ترمودینامیک کی ثبوت کیږی) چه تودوخه دیونستاً تود جسم نه ویوسوړ جسم ته ترهغه وخته پوری انتقال کوی ، ترڅو چه د دوواړو جسمونو دتودوخی درجه برابره شی . وګوری کله چه یو طبیب یو ناروغ معاینه کوی نو تر مومیتر ورته دژبی اویا تخرګه لاندی ږدی ترڅو دناروغ شخص او ترمومیتر د موادو تر منځ دتعادل حرارتی پروسه تکمیله شی، نوبیا ډاکتر خپله دترمومیتر آله ګوری اودهغی څخه پوهیږی چه ناروغ تبه لری اوکه نه، اوکه لری نوخومره ده. داځکه چه دانسانانو دوجود متوسطه تودوخه دروغ شخص لپاره په متوسط ډول دسانتی ګراد 37°C ده .



(۸-۱) شکل

په (8-1) شکل کی یو طبی ترمومتر چه د سیمابو پر اساس کار کوی بنودل شوی دی دلته په یو کوچنی ظرف کی چه د تودوخی هادی دی پاره (سیماب Hg) دنورمال فشار لاندی اچوی ، اویا هغه دیوه درجه لرونکی نل سره وصل کوی گورو چه د تودوخی د اخیستلو په ذریعه د انسان د وجود او پاری ترمنخ د تودوخی تعادل برقراریری ، پاره انبساط کوی په درجه لرونکی نل کی پورته ځی، د تعادل د برقرار کیدو وروسته پاره ځای په ځای ودیری او موظف نفر هغه په آسانی سره لولی: همدارنگه کیدای شی په سرتړلی بیکر کی یومقدار ګاز واچو او دهغه په پاسنی برخه کی د فشار معلومولو یوه اله وصل کړو ، کله چه د تودوخی درجه پورته کیږی، نو پدغه سرتړلی بیکر کی د ګاز فشار هم پورته ځی . همدارنگه کیدای شی، د برننا پوسیله دیوسیم د مقاومت یه تغیر ورکولو سره د تودوخی د درجی د بنسکته پورته کیدو په هکله خپل معلومات د تودوخی په اړوند معلوم او ثبت کړو. او گوری چه د اجسامو د فزیکي خصوصیاتو څخه په ګټه اخیسته د تودوخی د درجی په پام کی نیولو سره په کافی اندازه علمی معلومات لاس ته راوړلی شو.

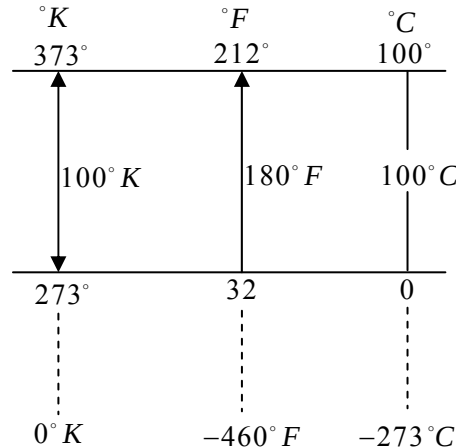
۸-۲: ترمومترونه او د تودوخی د درجی اندازې

Thermometers and Temperatures Scale

د اجسامو د تودوخی داندازی د معلومولو لپاره د ترمومترو څخه استفاده کیږی. داندازه کولو په سیستمونو کې ترمومترونه ډیر ډولونه لری حتی کیدای شی په پیچلیو تحقیقاتی شپړنوکی یو شپړونکی دخپل ځان لپاره یو خاص ترمومتر جوړ کاندی. خو دا اوس په نړی کی دری قسمه ترمومترونه رواج لری ، چه د سانتیگراد د تودوخی درجه ، د فارنهایت د تودوخی درجه او د تودوخی اندازه کولو مطلقه درجه (کلوین) ترمومتر، چه په (۲-۸) شکل کی بنودل شوی دی.

د سانتی گراد د تودوخی درجی صفر د اوبو د کنگل کیدو له حالت سره مطابقت کوی، او د همدغه اوبو د خوتیدو (جوش) حالت د سلو په عدد نښه شوی دی. د صفر او سلو تر مینځ بنېښه یی نل په سلو مساوی برخو ویشل شویدی او هری برخه ته د سانتی گراد د تودوخی یوه درجه ویل کیږی . په کیفی توګه کیدای شی دیوی مشخصی او بلنی مادی د دوو متضادو حالتونو لپاره حسابی ارقام نښه کړو او ددغو دوو رقمونو ترمنخ فاصله چه

د نوموړې مادې متفاوت حالات ښيي په مساوي برخو ویشو او هرې برخې ته یې د تودوخې اړونده درجه ووايو همدارنگه د برښنايي جریان په مرسته اوداسې نور کولی شو، د تودوخې داندازه کولو ترمومیترونه جوړ کړو. مونږ دلته شکل کی د فارنهایت F° ، کلون K° او سانتي گراد ترمومیترونو ترمینځ اړیکه څیړو.



شکل (2-8)

۸-۳: د سانتي گرید، فارنهایت او کلون ترمومیترونو ترمینځ اړیکې

د مخکیني شکل څخه ښکارېږي چې د فارنهایت هره درجه د سانتي گراد د درجې

برخه کیږي یعنې: $\frac{180}{100} = \frac{9}{5}$

$$1F^\circ = \frac{9}{5}C^\circ + 32$$

په عمومي توگه

$$t_F = \frac{9}{5}t_C + 32^\circ \quad \text{۸-۱:}$$

(۸-۱) مثال: د سانتي گرید $10C^\circ$ د فارنهایت خودرجی کیږي؟

حل: د (۸-۱) رابطې څخه لروچي:

$$t_F = \frac{9}{5} \cdot 10 + 32 = 50F^\circ$$

په همدې ترتیب د سانتي گرید تودوخې درجې او فارنهایت ترمینځ اړیکه په لاندې ډول حاصلولی شو.

$$t_C = \frac{5}{9}(t_F - 32^\circ) \quad \text{(۸-۲).....}$$

(۸-۲) مثال: د فارنهایت 50°F د سانتی گریډ څو درجې کیږي:

حل: له (۸-۲) رابطې څخه لروچې:

$$t_C = \frac{5}{9}(50 - 32)$$

$$t_C = \frac{5}{9}(18) = \frac{90}{9}$$

$$t_C = 10^{\circ}\text{C}$$

همدارنگه په ډیره آسانی سره کولای شو د مطلقه درجې K او سانتی گراد د تودوخې درجې، د مطلقه اوفارنهایت درجو ترمنځ ارتباط په آسانی سره پیدا کړو.

هغه فرضیه چه په $273,15^{\circ}\text{C}$ - تودوخه کې د گازونو فشار صفر کیږي د تجربی سره کاملاً مطابقت کوي که شکل ته وگورو د سانتی گراد، 0°C د کلون یا مطلقه درجې $273,15^{\circ}\text{K}$ سره مطابقت کوي، نو پدې لحاظ

$$t_K = t_C + 273,15 \quad (۸-۳)$$

۸-۳ مثال: د سانتی گریډ 20°C په کلون واپړی؟

حل: له (۸-۳) رابطې څخه لروچې:

$$T_K^{\circ} = 20^{\circ}\text{C} + 273,15$$

$$T_K = 293,15\text{K}^{\circ}$$

استاذ دی محصلینو ته موقع ورکړی، ترڅو د کلون او فارنهایت د تودوخې درجو ترمنځ ارتباط برقرار کړي.

۸-۴: تودوخه او د اجسامو درې گوني حالت Heat and States of Matter

باید وویل شي چه د ځمکې په مخ یا زموږ په سیاره کی اجسام په جامد «کلک» او یلن او گاز ویشل شوی دی.

اما په نړی کی د تخنیکي او علمی ودی سره سم داسي ضرورتونه رامینځ ته شول چه د اجسامو طبیعي حالت ته یې د فزیکي پارامیترونو په تغیر ورکولو سره تغیر ورکړی دی. د جسم د حالت پارامیترونه، د اجسامو د تودوخې را کړی ورکړی په ، نتیجه کی رامینځ ته کیږی، چه په نتیجه کی یی د جسم حالت تغیر مومی.

دری گونی لاندینی حالات ممکن دی

گاز ← اولین مواد
 کلک یا جامد ← اولین مواد
 گاز ← کلک یا جامد مواد

داجسامو دحرارتی تعادل په نتیجه کی ، تودوخه باید واخیستل شی او یا ورکړل شی چه دغې تودوخې ته Transformation انرژۍ ویل کیږی « دتبخیر او یا جذب تودوخه » د دا ډول بدلون په نتیجه کی دتودوخې درجه اوفشار ثابت پاتی کیږی. مونږ کولای شو، چه ددغه توضیح څخه به گټی اخیستلو د Transformation تودوخې مقدار تعریف کړو، په دی شرط چه دتودوخې درجه ثابت پاتی شی.

۸-۵: دتودوخې مقدار

تعریف: « n – gram » مادی دحالت phase دتغییر ورکولو لپاره n- مراتبه تودوخه ضرورت ده، نسبت وهغه تودوخې ته چه 1gram یوگرام همدغه مادی د please دتغییر ورکولو لپاره ضرورت ده یا ویلی شو چه د Transformation تودوخه دکتلی دمقدار سره مستقیماً متناسبه ده : دغه تعریف ترهغه وخته صحیح دی چه دتودوخې درجه د Transformation انرژۍ دبدلون په وخت کی ثابت پاتی شی. کله چې یو جسم چې د تودوخې درجه یې t_1 ده د یو بل جسم سره چې د تودوخې درجه یې t_2 ده ($t_1 > t_2$) په تماس کې شي لومړی جسم د Q_1 په اندازه تودوخه دویم جسم ته ورکوي چې په دې حالت کې د دویم جسم تودوخه Q_2 کیږي. دلته د Q_1 هغه مقدار تودوخه چه لمړنی جسم یی له لاسه ورکوی د Q_2 تودوخې سره چه دوم جسم یی اخلی مساوي ده کیدای شی چه Q_1 او Q_2 تودوخه د Transformation تودوخه وی. په تاریخی لحاظ دتودوخې مقدار په مختلطه توگه د یوی عملیې څخه لاسته راغلی دی. دوه جسمونه چې د کتلو مقداری m_1 او m_2 دی په پام کی نیسو، به دی شرط چه $t_1 < t_2$ دی. دغه دوه جسمونه دیویل سره په تماس کی راوړو « یا سره گډو» دیوځای شویو جسمونو د تودوخې درجه د t_3 قیمت اخلی « یعنی د $m_1 + m_2$ د تودوخې

درجه t_3 ده «. د تودوخې د تعادل معادلې یعنی اخیستل شوی او ورکړ شوی تودوخې په اساس لیکلې شو چې:

$$Q = cm_1(t_2 - t_3) = cm_2(t_3 - t_1) \dots\dots\dots(۴-۸)$$

په داسې حال کې چې C د جسم د مخصوصه تودوخې په نوم یادېږي. له دې وروستۍ معادلې څخه لیکلې شو چې

$$t_3 = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} \dots\dots\dots(۵-۸)$$

دغه فورمول د بدلون وړ دی. یعنی د تودوخې د درجې د بدلون په صورت کې نه تطبیق کېږي. همدارنګه د m_1 او m_2 اجسامو د یوځای کیدو په حالت کې فشار P او حجم V د t_3 تودوخې درجې لپاره ثابت په پام کې نیول کېږي. پورتنی فورمول یوځای د تودوخې د ډیروکوچینیو درجو د توپیر لپاره صحیح دی. که چیرې $t_3 = t_1 + dt$ او $t_2 = t_1 + dt_1$ وی نو لیکلې شو چې

$$C(m_1 + m_2)dt = cm_2 dt_1$$

$$dt = \frac{m_2}{m_1 + m_2} dt_1$$

ددې روابطو په پام کې نیولو سره یوه نسبتاً صحیح معادله د تودوخې د مقدار لپاره داسې لاسته راځي:

$$Q = m \int_0^t c(t) dt = m \int_0^t \dot{c}(t) dt$$

په داسې حال کې چې په عمومي توګه C د تودوخې د درجې یعنی t پورې اړوند دی. که څه هم د وروستني رابطې پوسيله د Q محاسبه معموله نده ترڅو چې مخصوصه تودوخه دقیقه محاسبه ونشي نو کیدای شي وروستی رابطه داسې ولیکو:

$$\delta Q = mc dt = m \dot{c} dt \dots\dots\dots(۶-۸)$$

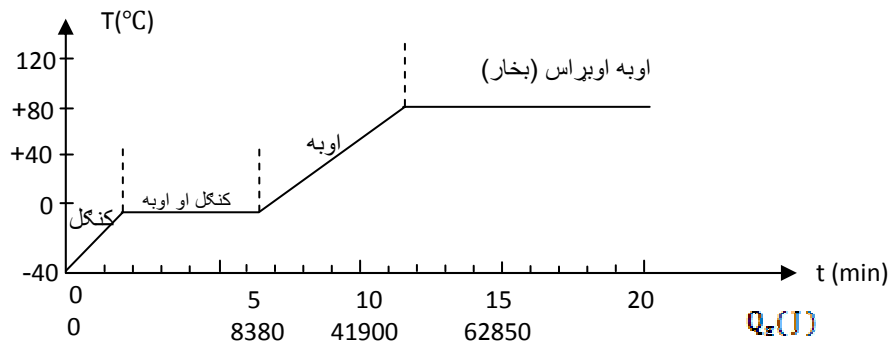
البته واضح ده چې مخصوصه تودوخه د تودوخې درجې په ذریعه تعریف کیدای شي.

۸-۶: د اجسامو د حالت بدلون Phase transition

مخکې مو ولوستل چې ماده په طبیعت کې د جامد، او بلن او ګاز په ډول پیدا کېږي. د تودوخې په مرسته یو جسم خپل حالت بدلولی ددی مسئلې دروېښتیا او توضیح لپاره اوبه

چی کیمیاوی او حیاتی ماده، ده او په طبیعت کی په زیاته اندازه پیداکیږی په پام کی نیسو. پوهیږو چی اوبه یوه او بلنه ماده ده او دسپروالی په پایله کی په جامد جسم، یعنی کنگل اودگرموالی په پایله کی دخوتیدو « جوش» تر حده په ګازی ماده، یعنی براس یا بخار بدلیږی که چیری یوه اندازه کنگل په تودوو اوبو کی کیږیدو، تودوخه له اوبونه کنگل ته لیږدول کیږی، ترڅو په 0°C کی حرارتی تعادل برقرارشی. په دی عملیه کی اوبه سپړی، خو کنگل نه گرمیږی پوښتنه پیداکیږی هغه تودوخه چی اوبه یی له لاسه ورکوی چیری ځی اویا په هغه څه کیږی. معلومیږی چی یوه اندازی کنگل ویلې شوې دي. دا په دې مانا ده چې په 0°C کې د اوبو داخلي انرژي د هم هغې اندازې کنگل له داخلي انرژي نه زیاته ده. کنگل په 0°C کی تودوخه جذبوی، خودتودوخی درجه یی بدلون نه کوی اوبه عوض کی یی حالت بدلون کوی، یعنی د جامد حالت نه اوبلن حالت ته اوږی.

ددی موضوع دبررسی لپاره 100g کنگل په -40°C تودوخه کی په پام کی نیسو. کنگل په یوه تړلی دستگاه کی ایږدو او په ثابت مقیاس تودوخه ورکړو (2-8) شکل ګراف د کنگل دحالت بدلون په داسی حالت کی ښی چې تودوخه دوخت تابع ده. په لومړی دقیقه کی کنگل گرمیږی او دتودوخی درجه یی 0°C ته رسیږی.



شکل (2-8)

وروسته دکنگل ویلی کیدل پیل او د څلورو دقیقو لپاره د صفر درجی د کنگل او اوبو مخلوط رامنځ ته کیږی کله چې ټول کنگل ویلی شی او به گرمیږی او په راتلونکو پنځو دقیقو کی یی د تودوخی درجه 100°C ته رسیږی.

وروسته او به په جوش راځي او همدارنگه له اوبو نه په بخار بدلیږي داوبو او بخار مخلوط تولیدیږي. او ویشټ (۲۷) دقیقې وروسته ټول د اوبو بخار او د بخار دتودوخي درجه د 100°C نه زیاتېږي چې دانقطه په گراف کې نه معلومیږي.

گراف دتودوخي ددرجي دزیاتوالي د مقیاس په حساب هم درجه بندی کولی شو. د پنځو دقیقو په موده کې د اوبو د تودوخي درجه له 0°C نه تر 100°C پورې لوړیږي. د $Q = mc(t_2 - t_1)$ معادلي پر بنسټ 100g اوبود تودوخي د درجي دزیاتوالي د 41900J انرژي مصرف غواړي. له دې کبله ویلي شو چې هر دقیقه 8380J تودوخه زیاتېږي اوس کولی شو په افقي محور باندې بل مقیاس علاوه کړو چې په سیستم باندې د علاوه شوی تودوخه څرگندوي دی.

دلومړي او پنځمې دقیقې په منځ کې 33500J انرژي کنگل ته ورکړل شوی ده په دې واټن کې هېڅ ډول تودوخیز بدلون نه دی رامنځ ته شوی د انرژي یا تودوخي ددی زیاتوالي یوازینی اغیزه د کنگل ویلي کیدل دی. په ظاهري توګه دیوګرام صفر درجي کنگل دويلي کیدو لپاره 335J انرژي یا تودوخه مصرف شوی ده. دامقدار انرژي 335J/g د کنگل دويلي کیدو د مخفی یا پټي تودوخي په نوم یادېږي. دیوی ټاکلی اندازي کنگل دويلي کیدو لپاره لازمه انرژي دلاندې رابطې نه په لاس راځي:

$$Q = mL \dots\dots\dots(۷-۸)$$

په پورتنۍ رابطه کې L دويلي کیدو پټه تودوخه ده.

(۸-۴) مثال: 300g صفر درجي کنگل دويلي کیدو لپاره څومره تودوخه لازمه ده؟

حل :

$$\begin{aligned} Q &= mL = (300\text{g})(335\text{J/g}) \\ &= 101000\text{ J} \end{aligned}$$

۸-۵: دتودوخي لېږد (انتقال) Transfer of Heat

تودوخه له یوه جسم نه بل جسم ته یا دیوه جسم له یوې برخې نه بلې برخې ته په دریو طریقو لېږدول کېږي هره یوه یې په لنډه توګه مطالعه کوو. ددی لپاره چې یو جسم بل جسم گرم کړي، نو ددوی ترمنځ واقعي تماس ضروري او حتمي نه دی، ځکه پوهیږي چې

لمر له ډیر لیری واټن نه ټول شیان گرموی که څه هم تودوخه په درې مختلفو طریقو او په هره طریقه کی دځانگړیو شرایطو لاندی لیږدول کیږی، خو ددوی ترمنځ ګډه وجه داده چې تودوخه همیشه له گرم یا تودجسم نه ساړه جسم ته لیږدول کیږی.

که چیری دیوه او سپنیز سیخ یو سرد زیات وخت لپاره په اورکی کیږدو د هغه بل سرهم گرمیږی. تودوخه دسیخ دبدنی یا تنی له لاری له گرم سرنه یخ یا ساړه سرنه لیږدول کیږی د تودوخی د لیږددا طریقه یا دانرژۍ سیلان د مادی له لاری د هدایت (Conduction) په نوم یادېږی د تودوخی ترټولو ښه هادیان فلزات او په ځانگړی توګه سپین زر، مس او المونیم او کمزوری هادیان غیر فلزات دی. اوبه د تودوخی ډیره کمزوری هادی ده. که چیری داوبوډک یو لوبښې داوردپاسه کیښودل شی ښایی داوبو سطحه په جوش راشی په داسی حال کی چی داوبو تل به لا اوس هم سوړوی. ددی لپاره چی اوبه په یونواخت ډول گرمی شی باید نوریی هم په اورکیښودل شی. په دی حالت کی د ظرف یا لوبښی دتل اوبه گرمی او انبساط کوی او کثافت یی کمیږی. ددی په پایله کی گرمی اوبه د لوبښی له تل نه پورته خواته او سپی اوبه د لوبښی دتل خواته ځی او اورته ځان نږدی کوی. دی عملیې ته چی جریان وایی تر هغو پوری دوام کوی ترڅو د اوبو ټول حجم د لوبښی په داخل کی دجوش نقطی ته ورسېږی.

د تودوخی لیږد دجریان (Convection) له لاری یوازی دټاکلیو شرایطو لاندی ترسره کیږی لومړی شرط دادی چی ماده باید سیال وی، یعنی د جاری کیدو وړتیا ولری، ترڅو گرمه برخه د سپی برخي له منځ نه پورته ولاړه شی همدارنګه سیال باید له کوزی خوا نه گرم اویاله پاسه خواته سوړشی. په کوټه کی بخاری یا بله دگرمولو وسیله دکوټی په غولی « کف » کی قرار لری په داسی حال کی چې دیخچال سپړه ونکی برخه د هغه په پوتنی برخه کې قرار لری. د هدایت په واسطه د تودوخی دلیږدیا انتقال نه دمخنیوی ډیر وسایل شته دی. دا وسایل دهوا د جریان نه د مخنیوی په واسطه د تودوخی د لیږد خنډ کیږی. له دی کبله د کوټی د دیوالو نو د منځ فضا اسفنج نه ډکوی او خپل ځانونه په وړینو ټو کرانوکی پټوو او سفری یخدانونه له اسفنج نه جوړوی. هوا د تودوخی خو را کمزوری هادی ده د تودوخی دلیږد دریمه طریقه د تشعشع (Radiation) طریقه ده. تودوخه له لمړنه موږ ته د ډیرو پراخو خلاګانو او خالی فضا په تیریدوسره رارسېږی او داواټن د نه

ليدونکو «نا مرئي» وړانگو په ډول طی کوی . هرگرم جسم له هغی جمله نه خپله تاسو داډول وړانگی ليردوی. ساره اجسام دا تودوخه جذبوی. ویلی شو چی تودوخه دنور په شان د تشعشع له لاری اوپه مستقیم خط ليردول کیږی. له دی کبله ده کله چې تاسو په آزاده هوا کی داور مخ ته کښینی مخ مو له گرمی نه سور کیږی اوشامویخ وهی.

دیوه جسم تشعشع اویا دهغه په واسطه د تودوخی جذب دهغه جسم دسطی په رنگ پوري تړاو لرې. نورجسم هرډول تشعشع په چټکی او اغیزمنه توگه جذبوی. نور جسم کله چې گرم وی ښه تشعشع کوی. سپین جسم نه ښه تشعشع کوی او نه په ښه ډول تودوخه جذبوی.

۸-۸: د فصل لنډيز

- ❏ تودوخه د SI یو بنسټیز کمیت دی او تودوخه یو ډول انرژي ده.
- ❏ د SI په سیستم کې د تودوخې درجه په کلون سره اندازه کېږي د سانتي گرید او کلون ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$t_C = t_K - 273.15^\circ \quad (8-8)$$

❏ د فارنهایت او سانتي گرید ترمنځ رابطه عبارت ده له:

$$t_F = \frac{9}{5} t_C + 32^\circ \quad (8-9)$$

❏ دیوه جسم د تودوخې مقدار یا اندازه مساوی ده په:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad (8-10)$$

- ❏ مخصوصه تودوخه C د تودوخې هغه مقدار ته ویل کېږي چې دیو گرام یوې مادې د تودوخې درجه د سانتي گرید یوه درجه لوړه کړي. د مخصوصه تودوخې د اندازه کولو واحد J/Kg. grad دي.

- ❏ تودوخه په درې ډوله هدایت، کانوکشن او تشعشع سره لیږدول کېږي.
- ❏ دیوې ټاکلې اندازې کنگل د ویلي کیدو لپاره لازمه تودوخه عبارت ده له:

$$Q = mL \quad (8-11)$$

L د مادې پټه یا مخفي تودوخه ده او واحد یې J/g دی.

د اتم فصل تمرین

1. د تودوخې په کومه درجه کې د فارنهایت په ترمومتر کې لوستل شوې عدد مساوي دي له «الف» د سانتي گراد له دوه چنده سره «ب» د سانتي گراد له نیمایي سره.
 ځوابونه: «الف» 320°F «ب» -12.3°F
2. په 1964 کال کې دروسې د سیریا په یوه کلی کې د تودوخې درجه -71°C ته ټیټه شوه. د تودوخې دا درجه د فارنهایت له جنسه څومره کیږي «ب» د امریکا په لویه وچه کې په کالیفورنیا کې ترټولو لومړه د تودوخې درجه 134°F ثبت شوی ده. د تودوخې دا درجه د سانتي گراد له جنسه پیدا کړي.
 ځوابونه: «الف» 96°F «ب» 56.7°C
3. د تودوخې په کومه درجه کې دوه لاندیني ترمومتره یوشان یا مساوي تودوخه ښیي «الف» فارنهایت اوسانتي گراد «ب» فارنهایت او کلون «ج» سانتي گراد او کلون
 ځوابونه: «الف» -40 «ب» 575° «ج» سانتي گراد او کلون یوشان عدد په لاس نه ورکوي.
4. 240g اوبه چې په لومړي سر کې د انجماد په نقطه کې واقع دي وروسته له دې چې له نوموړو اوبو نه 50.2 KJ تودوخه خارج شي. پیدا کړي چې څومره کنګل نه وهلی اوبه پاته کیږي؟ ځواب: 109 g
5. داوسپنی، پولادو او المونیمو ټوټي یوشان حجم لري. کومه یوه له هغونه ترټولو زیات تودوخیز ظرفیت او کومه یوه یی تر ټولو کم تودوخیز ظرفیت لري؟
 ځواب: تر ټولو زیات او سپنه او تر ټولو کم المونیم لري.
6. د 0.12Kg کتلي درلودونکي په یوه شیشه یي کیلاس کې چې د تودوخې درجه یی 15°C ده. د 100°C جوش اوبه چې کتله یی 0.20 Kg ده اچول شوی دي. په کیلاس کې داوبو د تودوخې درجه پیدا کړي؟ ځواب: 364K

7. د 100g جست دگرمولو لپاره له 15°C نه تر 35°C پورې باید 260J تودوخه جسم ته ورکړل شي. دنوموړي جسم « جست » تودوخيز ظرفيت، مولري ظرفيت او دتودوخي مخصوصه ظرفيت پيدا کړي؟
 ځوابونه: $(13\text{J}/^\circ\text{K}, : \approx 26.9\text{J}/\text{mole. } ^\circ\text{K}, : 130\text{J}/\text{kg. } ^\circ\text{K})$
8. داوسيدلو کور په يوه شواروز « 24 ساعته » کې څومره تودوخي ته اړتيا لري که چيرې په دې موده کې د کوردمرکز گرمي سيستم ته 1600m^3 اوبه چې دتودوخي درجه يې 90°C ده داخل اود 50°C اوبه له هغه نه خارج شي؟
 ځواب $270 \cdot 10^6 \text{ KJ}$
9. د 20°C ، 0.40m^3 اوبه يې د 70°C ، 0.10m^3 اوبو سره ټکلي کړي. د تودوخيز تعادل په حالت کې دگډو اوبه دتودوخي درجه څوده؟ ځواب: 30°C
10. د 1.0Kg د اوسپنې يوه ټوټه ترڅو درجو پورې گرمه شوی ده که چيرې هغه په کالوري متر کې داخل او دکالوري متر 11.0 lit اوبو د تودوخي درجه له 11.3°C نه تر 30.0°C پورې لوړه کړي. دکالوري متر تودوخيز ظرفيت په پام کې مه نيسي؟
 ځواب: 200°C
11. په يوه لوبښې کې 2lit اوبه چې دتودوخي درجه يې 20°C ده پرته دې نوموړې لوبښې ته 150 KJ تودوخه ورکول کېږي. دهغه بخار کتله پيدا کړي چې داوبو دخوتيدو په نتيجه کې رامنځ ته کېږي. دلوبښې له تودوخيز ظرفيت نه صرف نظر وکړي؟
 ځواب: 0.17Kg
12. دسيمابي ترموميتر په واسطه تر 600°C پورې تودوخه اندازه کيدای شي. داڅرنگه ممکنه ده که چيرې دسيمابو دجوش نقطه 357°C وي؟ ځواب: په تيوب کې دسيمابو د پاسه فضا له ازوت نه ډکوي چې په پايله کې دسيمابو د جوش نقطه لوړېږي.

نهم فصل

اهتزازي حرکتونه (رېښې) او موجونه

Oscillatory Motion and Waves

سريزه: اهتزازي حرکتونه يا اهتزازونه هغې عمليې ته ويل کېږي چې يو جسم يا سيستم په وار وار د خپل تعادل له حالت نه يوه خوا او بله خوا تېرېږي او هر ځل بېرته هغه ته راگرځي. که چېرې دابېرته راگرځېدنه له مساوي وختونو، نه وروسته تر سره شي نو دا ډول اهتزازونه د پريودیکي اهتزازونو په نوم ياديږي. د اهتزازونو خورا ښه مثال د ديوالي ساعتونو رقاصه ده.

اهتزازي حرکتونه په پراخه کچه په طبيعت او تخنيک کې وجود لري. د اهتزازونو د فزيکي طبيعت په پام کې نيولو سره هغه په ميخانيکي، الکترو مقناطيسي او الکترو ميخانيکي باندې تقسيموي. موږ دلته يوازې ميخانيکي اهتزازونه مطالعه کوو. اهتزازونه د ډول ډول تخنيکي وسيلو بنسټ تشکيلوي د مثال په ډول د راډيو ټول تخنيک د اهتزازي عمليو پر بنسټ دي. په اهتزاز کونکې سيستم باندې د واردې شوي اغيزې د څرنگوالي له پلوه اهتزازونه په لاندې ډول دي. خپلواک يا مستقل اهتزازونه اجباري اهتزازونه او اوتو اهتزازونه.

که چېرې سيستم ونښورول شي يا له ځايه بې ځاي شي او يا د تعادل له حالت نه خارج شي او وروسته په خپل حال پريښودل شي په دې حالت کې چې اهتزازونه رامنځ ته کېږي د خپلواکه يا ذاتي اهتزازونو په نوم ياديږي. د مثال په ډول د يوه کروي جسم له اهتزازنه يا دونه کولی شو چې د يوه تار په سر پورې تړل شوی دي يعنې رقاصه. په داسې جسم کې د اهتزاز د ايجاد لپاره کولی شو چې کروي جسم د تعادل له حالت نه ځايه او وروسته يې په خپل حال پريږدو.

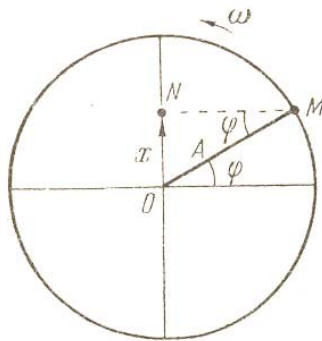
اجباري اهتزازونه هغه اهتزازونه دي چې د هغو په عمليه کې اهتزاز کونکې جسم يا سيستم د داسې قوې له اغيزې لاندې راځي چې په تناوبي ډول بدلون کوي. د اجباري اهتزاز مثال د هغه پل اهتزاز دي چې د هغه په مخ د خلکو (عابرينو) د قدم وهلو په وخت کې رامنځ ته کېږي. اوتو اهتزازونه (يا پخپل سراهتزازونه)، د اجباري اهتزازونو په شان په اهتزاز کونکې

سیستم باندې د خارجي قوې د اغیزې په واسطه بدرگه کېږي. د اوتو اهتزازونو د سیستم بڼه مثال د یوالی رقاصه لرونکې ساعت دي.

۹-۱: هارمونیک اهتزازونه Harmonic Oscillations

ترټولو ساده اهتزازونه، هارمونیک اهتزازونه دي دا هغه اهتزازونه دي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کمیت د مثال په توګه د رقاصې انحراف یا تغیر مکان دوخت په نسبت د ساین او کوساین د قانون په مطابق بدلون کوي.

د هارمونیکي اهتزاز ترټولو ساده مثال د m مادې نقطه ده چې د $(9-1)$ شکل سره سم د هغې دایرې په شا او خوا چې شعاع یې A ده د ω (اومیګا) په ثابت زاویو یې سرعت سره د ساعت د عقربې په مخالف لوری دوراني حرکت او د هغې مرتسم (سیوري) N د y محور د تعادل د موقعیت O د نقطې په شا او خوا پریودیکي اهتزازونه اجرا کوي چې تغیر مکان یا ځای بدلون یې $X = ON$ دي.



(۹-۱) شکل

د t د وخت په هره لحظه کې تغیر مکان عبارت دي له:

$$X = A \sin \varphi \dots\dots\dots (9-1)$$

له بلې خوا پوهیږو چې:

$$\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T} t = 2\pi f t$$

$$X = A \sin \omega t \dots\dots\dots (9-2)$$

$$X = A \sin \frac{2\pi}{T} t \dots\dots\dots (۳-۹)$$

$$X = A \sin 2\pi f t \dots\dots\dots (۴-۹)$$

(۲-۹) معادله د هغه هارمونیکي اهتزاز معادله ده چې لومړنۍ فازې صفر دي، که چیرې په اهتزاز کې لومړنۍ فاز موجود وي په هغه صورت کې د اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$x = A \sin(\omega t + \phi_0) \dots\dots\dots (۵-۹)$$

په پورتنۍ معادله کې X د اهتزاز بعد یا تغیر مکان، A امپلیتود، ωt فاز او ϕ_0 لومړنۍ فاز دي.

د اهتزاز سرعت د لاس ته راوړلو لپاره د (۲-۹) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نیسو، نو لرو چې:

$$V = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos \omega t \dots\dots\dots (۶-۹)$$

او یا

$$V = A\omega \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \dots\dots\dots (۷-۹)$$

د اهتزاز د تعجیل د لاس ته راوړلو لپاره د (۶-۹) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نیسو، نو لرو چې:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \sin \omega t \dots\dots\dots (۸-۹)$$

او یا

$$a = A\omega^2 \sin(\omega t + \pi) \dots\dots\dots (۹-۹)$$

د (۲-۹) رابطې نه په کتنه اخیستنه تعجیل د تغیر مکان له جنسه په لاس راړې شو:

$$a = A\omega^2 \sin(\omega t + \pi) = -A\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 X \dots\dots\dots (۱۰-۹)$$

(۲-۹)، (۳-۹) او (۴-۹) رابطې د هارمونیکي اهتزازونو د معادلې مختلف ډولونه دي. له نوموړیو معادلو، نه څرگندېږي چې په هارمونیکي اهتزازونو کې د اهتزاز کونکې جسم تغیر مکان د ساین او یا کوساین (که چیرې د m د نقطې مرتسم په افقي محور په پام کې ونیسو) د قانون په مطابقت ترسره کېږي.

په اهتزازي حرکتونو کې لاندېنۍ فزیکي کمیتونه همیشه په پام کې نیول کېږي:

1. $Elongation$: بعد د وخت په يوه کيفي لحظه کې د تعادل له موقعيت نه د جسم فاصله ده.
2. امپليټود يا د اهتزاز لمنه: په يوه هارمونیکي اهتزاز کې اعظمي بعد ته امپليټود وايي يا په بل عبارت د تغيير مکان او فاز نسبت د امپليټود په نوم ياديږي.
3. د تناوب وخت يا پريود: د جسم د حرکت د دوو پرله پسې او مشابه حالتونو ترمنځ زماني واټن ته تناوب وايي يا په بل عبارت د تناوب وخت هغه وخت ته ويل کېږي چې يو اهتزاز په هغه کې بشپړ شي او په T سره بنودل کېږي.
4. فريکونسي: په يوه ثانيه کې د اهتزازونو شمير ته فريکونسي وايي فريکونسي د پريود د معکوسه ده. د فريکونسي واحد هرټس دی $1\text{Hz} = \text{sec}^{-1}$
5. فاز: په يوه ځانگړې لحظه کې د جسم د اهتزاز حالت ته فاز وايي. د فاز فزيکي مفهوم دادي چې هغه په هره لحظه کې تغيير مکان معلوموي، يعنی د اهتزازي سيستم حالت ټاکي. د بيلگې په توگه په $(\pi - \pi/6)$ معادله کې که $\phi = \frac{\pi}{6}$ وي، نو په دې صورت کې تغيير مکان يعنی $X = \frac{A}{2}$ ، که چېرې $\phi = \pi$ وي، $X = 0$ او که چېرې $\phi = \frac{3\pi}{2}$ وي $X = -A$ دي.
- (۹-۱) مثال: يو جسم د X د محور په امتداد هارمونیک اهتزاز تر سره کوي. د حرکت معادله يې $X = 4,0 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ ده، که چېرې X په متر او t په ثانيه اندازه شي پيدا کړي:

الف) امپليټود، فريکونسي او د اهتزاز پريود

ب) د t په وخت کې د جسم سرعت او تعجيل

حل: د حرکت له معادلې نه معلوميږي چې امپليټود $A = 4,0\text{m}$ او $\omega = \pi \text{ Rad/sec}$ ،

$$T = \frac{1}{f} = 2 \text{ sec} \quad \text{او} \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = 0,50 \text{ sec}^{-1}$$

(ب)

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{dx}{dt} = -4,0 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \frac{d}{dt}(\pi t) \\
 &= -4\pi \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{m/sec} \\
 a &= \frac{dv}{dt} = -4\pi \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \frac{d}{dt}(\pi t) \\
 &= -4\pi^2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{m/sec}^2
 \end{aligned}$$

۹-۲: د هارمونیکي اهتزاز انرژي Energy in Harmonic Oscillation

په هارمونیکي اهتزاز کې په پریودیک ډول د اهتزاز کونکې جسم حرکتی انرژي په پوتانشیل انرژي او بلمقابل پوتانشیل انرژي په حرکتی انرژي تبدیلېږي. د اهتزاز کونکې جسم بشپړه انرژي عبارت ده له:

$$W = W_p + W_k \dots\dots\dots (۹-۱۱)$$

د حرکتی انرژي لپاره لرو چې:

$$\begin{aligned}
 W_k &= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m}{2}\omega^2 A^2 \sin^2\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \\
 &= \frac{m}{2}\omega^2 A^2 \cos^2 \omega t \dots\dots\dots (۹-۱۲)
 \end{aligned}$$

په پورتني رابطه کې v د جسم سرعت او m یې کتله ده. پوتانشیل انرژي چې له ارتجاعي قوې نه ناشي کېږي د یوه ارتجاعي کش شوې جسم (فنر) د پوتانشیل انرژي په شان اړایه کېږي، یعنی د تغییر مکان له مربع سره متناسبه ده، نو له دې کبله لرو چې:

$$W_p = \frac{1}{2}KX^2 = \frac{K}{2}A^2 \sin^2 \omega t$$

پوهیږو چې $K = m\omega^2$ دي.

$$W_p = \frac{m}{2}\omega^2 A^2 \sin^2 \omega t \dots\dots\dots (۹-۱۳)$$

د (۹-۱۱)، (۹-۱۲) او (۹-۱۳) رابطو نه لرو چې:

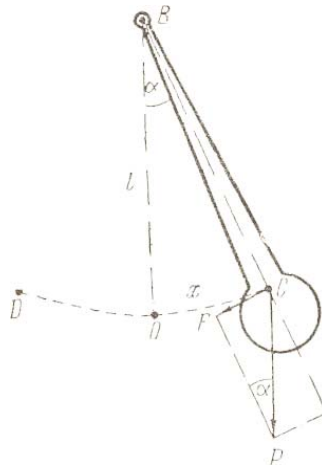
$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2} (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t) = \frac{m\omega^2}{2} A^2 \dots\dots\dots (9-14)$$

(9-14) رابطه بيانوي چې د هارمونيکي اهتزاز بشپړه يا ټوليزه انرژي ثابته او د امپليټود له مربع سره متناسبه ده.

9-3: رقاصه

په فزيک کې رقاصه هغه کلک جسم ته ويل کېږي چې د ځمکې د جاذبې قوې تر اغيزې لاندې د يوې نقطې او يا د غير متحرک محور په شا او خوا اهتزاز وکړي. دوه ډوله رقاصې وجود لري رياضيکي او فزيکي په لنډ ډول هغه مطالعه کوو.

اوس يو اهتزاز کونکې ميخانيکي سيستم د فزيکي رقاصې په توگه په پام کې نيسو دا سخت جسم د جاذبې قوې تر اغيزې لاندې د افقي محور په نسبت اهتزاز تر سره کوي. فزيکي رقاصه په معمولي توگه له يوې ميلې څخه عبارت دي چې کبنتی سر يې دروند (پنډ) او له نرۍ سر نه راخړول کېږي (9-2) شکل.



(9-2) شکل فزيکي رقاصه

کله چې رقاصه د تعادل له حالت نه يعنې د OB له موقعيت نه د α زاويې په اندازه بلې خواته بې ځايه کړو رقاصه په اهتزاز پيل کوي او د تعادل د موقعيت ښي او کيڼ اړخ ته

خپل اهتزاز ته دوام ورکوي. که چيرې اصطکاک کم وي نو د رقاصې اهتزاز زيات وخت دوام کوي. د رقاصې د ثقل مرکز C د دايرې په مخ د COD قوس ترسيموي. د تعادل د موقعيت ښي اړخ ته د انحراف زاويه ∞ مثبت اوکين اړخ ته يې منفي فرضوو د تعادل موقعيت ته راستنونکي. قوه عبارت ده له:

$$F = -W \sin \alpha = -mg \sin \alpha$$

په پورتنۍ رابطه کې m د رقاصې کتله ده. د منفي علامه په رابطه کې له دې امله په پام کې نيول کېږي چې د قوې جهت او د انحراف زاويه يو د بل په خلاف لورې دي. د کم انحراف په صورت کې $\sin \alpha = \alpha$ ($\alpha < 0.14 \text{ rad} = 6^\circ$) په صورت کې لرو چې:

$$F = -mg\alpha = -mg \frac{x}{L} \dots\dots\dots (9-15)$$

د دوراني حرکتونو د قوانينو مطابق د راستنونکې ارتجاعي قوې F مومنت عبارت دي له:

$$M = F\ell = J\beta$$

په پورتنۍ رابطه کې J د څرېدو د محور په نسبت د رقاصې د عطالت مومنت دي، β زاويوي تعجيل دي په دې حالت کې لرو چې:

$$F = \frac{J\beta}{\ell}$$

څرنگه چې $\beta = \frac{a}{\ell}$ دي، نو لرو چې:

$$F = \frac{Ja}{\ell^2} = -\frac{J}{\ell^2} \omega^2 x \dots\dots\dots (9-16)$$

په پورتنۍ رابطه کې ω د رقاصې زاويوي فريکونسي ده. د (9-15) او (9-16) رابطه لرو چې:

$$mg\ell = J\omega^2$$

په پايله کې د فزيکي رقاصې زاويوي فريکونسي او پريود عبارت دي له:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \dots\dots\dots (9-17)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \dots\dots\dots (9-18)$$

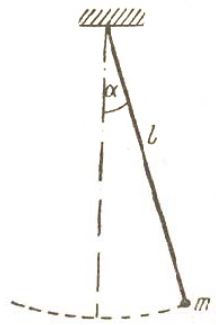
(۹-۱۷) او (۹-۱۸) رابطې په ترتيب سره د فزيکي رقاصې زاويوي فريکونسي او پريود دي.

د فزيکي رقاصې نه وروسته اوس رياضيکي رقاصه مطالعه کوو. رياضيکي رقاصه عبارت له يوې مادي نقطې څخه ده چې د يوه بې وزنه تار (د تار له وزن نه سترگې پټيږي) په سر کې ځوړند او اهتزاز اجرا کړي (۹-۳) شکل. د مادي نقطې د عطالت مومنټ له تعريف سره سم، د رياضيکي رقاصې د عطالت مومنټ عبارت دي له:

$$J = m\ell^2$$

په پورتنۍ رابطه کې m د مادي نقطې کتله او ℓ د تار اوږدوالې دي. که چيرې د J دا قيمت په (۹-۱۸) رابطه کې وضع کړو د رياضيکي رقاصې د اهتزاز پريود په لاس راځي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \dots\dots\dots (۹-۱۹)$$



(۹-۳) شکل رياضيکي رقاصه

(۹-۱۹) رابطه بيانوي چې د رياضيکي رقاصې پريود د رقاصې د طول له مربع جذر سره په مستقيمې توګه او د ځمکې د جاذبې د تعجيل د مربع جذر سره په معکوسه توګه متناسب دي د اهتزاز د امپليټود او د رقاصې د کتلې تابع نه دي.

(۹-۲) مثال: د يوې ساده رقاصې د تناوب وخت او فريکونسي پيدا کړي چې طول يې $1,00m$ او په داسې ځای کې واقع دي چې هلته $g = 9,800 m/sec^2$ دي.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{1,00m}{9,800 \frac{m}{sec^2}}} = 2,007 \text{ sec}$$

$$F = \frac{1}{T} = 0,4983 \text{ Hz}$$

(۹-۳) مثال: د $\ell = 1,00m$ په اوږدوالي یوه متجانسه میله چې له یوه انجام نه راڅپدلې ده او اهتزاز تر سره کوي. ددې اهتزاز د تناوب وخت پیدا کړي؟
حل: د سوال نه معلومېږي چې نوموړې میله یوه فزیکي رقاصه تشکیلوي او د فزیکي رقاصې تناوب عبارت دي له:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mg\ell}}$$

پوهېږو چې د یوې متجانسې میلې د عطالت مومنټ $J = \frac{1}{3}m\ell^2$ دي د محور فاصله د ثقل له مرکز نه $\frac{\ell}{2}$ ده، نو ځکه لرو چې:

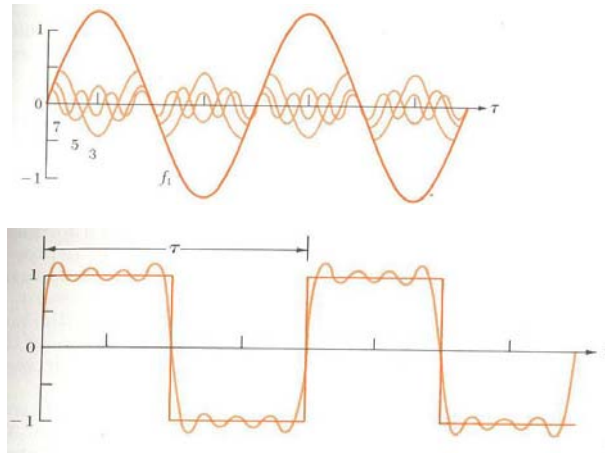
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3}m\ell^2}{mg \frac{\ell}{2}}} = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2}{3}(1,00m)/9,8 \frac{m}{sec^2}} = 1,64 \text{ sec}$$

۹-۴: د فوریه آنالیز Fourier Analysis

د دوو یا څو هارمونیکي اهتزازونو ترکیب یا یوځای کیدل په عمومي توګه یو هارمونیکي اهتزاز نه، بلکې یو مغلق اهتزاز رامنځ ته کوي یا په بل عبارت د هارمونیکي اهتزازونو یو ځای کیدل یا انطباق یو غیر هارمونیکي او پیچلی اهتزاز تولیدوي داسې هم ویلې شو چې پیچلي اهتزازونه د هارمونیکي اهتزازونو څخه رامنځ ته کېږي. داسې پوښتنه رامنځ ته کېږي چې آیا یو پیچلی غیر هارمونیکي اهتزاز په هارمونیکي اهتزازونو باندې تجزیه کولی شو. ددې پوښتنې ریاضیکي ځواب فرانسوي ریاضي پوه فوریه (Fourier) ویلې دي. د فوریه د یوې قضیې پر بنسټ هره متناوبه تابع کولی شو د یو شمیر (حتي لایتناهي) سینیزو او کوسینیزو تابع ګانو د ټولګۍ په توګه وښیو. د متناوبې تابع څخه هغه تابع مطلب دي چې

د بشپړ مساوي او پرله پسې وخت څخه وروسته تکراري (۹-۴) شکل. د فوريه د انالیز په مرسته کولې شو تناوبي حرکتونه په هارمونيکي اهتزازي حرکتونو باندې تجزیه کړو.



شکل (۹-۴)

د (۹-۴) شکل د موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y = A_0 + A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots$$

$$+ B_1 \cos \omega t + B_2 \cos 2\omega t + B_3 \cos 3\omega t + \dots \quad (9-20)$$

پورتني معادله د فوريه د سلسلې په نوم ياديږي او د A_0 له ثابت حد پرته داسې حدونه هم لري چې امپليټودونه يې $A_1, A_2, A_3, \dots$ او $B_1, B_2, B_3, \dots$ او زاويه يې فريکونسي گانې يې دي. $\omega, 2\omega, 3\omega, \dots$

د فوريه سلسله په لنډه توگه په لاندې ډول ليکل کېږي.

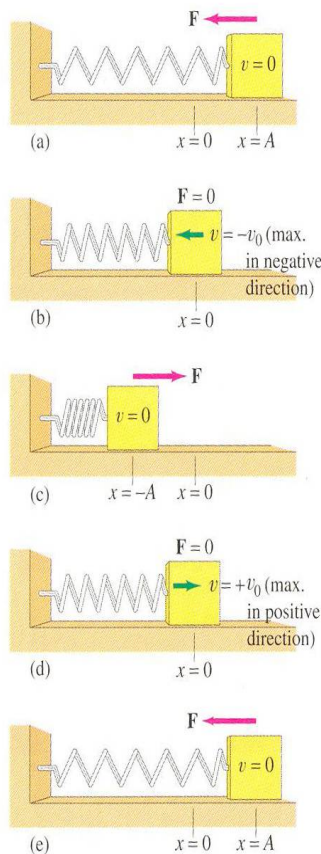
$$y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \sin 2\pi f_n t + B_n \cos 2\pi f_n t) \quad (9-21)$$

(۹-۲۱) معادله د فوريه سلسله ده د يوه ټاکلي موج لپاره د امپليټودونو يا A_n ضريبونو پيدا کول او محاسبه د يو لړ رياضيکي عمليو په مرسته ترسره کېږي، چې موږ ورڅخه سترگې پټو يا ورڅخه تيرېږو.

د فوريه سلسله د نوري موجونو د مطالعې په مبحث کې هم کارول کېږي ځکه چې په مستقيمه توګه د يوه نوري موج د بڼې ليدل او مشاهده ناشونې ده. د فوريه له آناليز څخه د نور او صوت د کيفيت په څېړنه کې زياته ګټه اخيستل کېږي.

۹-۵: هم غږې خطي اهتزاز کونکې Linear Harmonic Oscillator

د يوه هم غږې خطي يا ساده اهتزاز کونکې نمونه په (۹-۵) شکل کې ښودل شوې ده او هغه د m له يوې کتلې څخه عبارت دي چې د k ارتجاعيت يا د قوې ثابت درلودونکې فنر په پای کې تړل شوې ده. دا د فنر-کتلې سيستم د x د محور په امتداد له اصطکاک پرته د يوې افقي سطحې په مخ يو بده اهتزازي حرکت ترسره کوي. سيستم د هوک له قانون څخه پيروي کوي، نو ځکه يو خطي سيستم دي.



(۹-۵) شکل د يوه هم غږې خطي اهتزاز کونکې نمونه

د تعادل له موقعيت څخه د x د ځای بدلون (تغییر مکان) په اندازه کولو سره، د پوتانشیل انرژي $V(x)$ عبارت دي له:

$$V(x) = \frac{1}{2} kx^2 \dots\dots\dots (۹-۲۲)$$

او عامله قوه مساوي ده په:

$$F(x) = -kx \dots\dots\dots (۹-۲۳)$$

د نیوټن له دویم قانون، $F(x) = m \frac{d^2x}{dt^2}$ ، څخه دی پایلې ته رسیږو چې:

$$F(x) = m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx \dots\dots\dots (۹-۲۴)$$

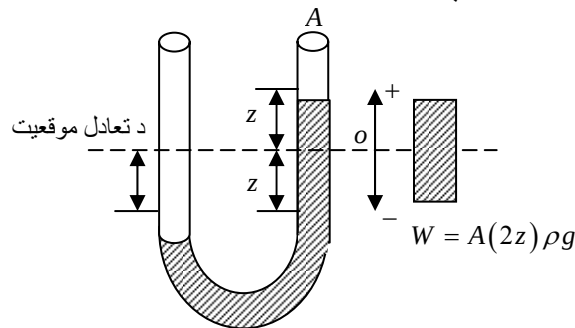
یا

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 \dots\dots\dots (۹-۲۵)$$

چې په هغې کې:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots (۹-۲۶)$$

ω_0 یو ثابت دي او د خپلواکې زاوېه یې فریکونسي یا د خپلواکه اهتزازونو د فریکونسي په نوم یادېږي. د هم غږه خطي یا ساده اهتزازونو بل مثال په یوه U ډوله تیوب کې د مایع اهتزاز دي. د (۹-۶) شکل سره سم په یوه U ډوله تیوب کې مایع د تعادل په حالت کې قرار لري. کله چې مایع لږ بی ځایه شي، یعنی په تیوب کې د ځای بدلون وکړي، هم غږې اهتزازي حرکت ترسره کېږي. ددی اهتزازونو فریکونسي محاسبه کوو.



(۹-۶) شکل

ددی اهتزازونو فريکونسي په لاندې ډول په لاس راځي. که چيرې مايع د کينې خوا په ستون کې د Z په اندازه بې ځايه شوې وي د بڼې خوا ستون مايع به له هغه سره د $2z$ په اندازه توپير ولري. په دی ترتيب د مايع دا برخه د يوې بيرته راستنونکې قوې تر اغيزې لاندې راځي، دا قوه د نوموړي مايع له وزن سره، يعنې

$$W = mg = \rho Vg = \rho(A2Z)g \dots\dots\dots(27-9)$$

سره مساوي ده. په پورتنۍ رابطه کې ρ د مايع کثافت او A د تيوب مقطع ده. د نيوتن د دويم قانون څخه لرو چې:

$$F = M\ddot{Z} \dots\dots\dots(28-9)$$

په پورتنۍ رابطه کې M په U ډوله تيوب کې د ټولې مايع کتله ده. که چيرې L د تيوب هغه طول وي چې له مايع څخه ډک دي لرو چې $M = \rho AL$ ، له دی ځايه:

$$F = (\rho AL)\ddot{Z} \dots\dots\dots(29-9)$$

که چيرې پورتنۍ جهت مثبت ونيسو، د W وزن نېکته خواته دي. په پايله کې د $(27-9)$ او $(29-9)$ رابطو څخه لرو چې:

$$-2\rho AZg = \rho AL\ddot{Z}$$

$$\ddot{Z} + \left(\frac{2g}{L}\right)Z = 0 \dots\dots\dots(30-9)$$

$$\ddot{Z} + \omega_0^2 Z = 0$$

له دی کبله د اهتزازونو طبيعي فريکونسي عبارت دي له:

$$\omega_0 = \left(\frac{2g}{L}\right)^{1/2} \dots\dots\dots(31-9)$$

9-6: تبخيري اهتزازونه Damped Oscillation

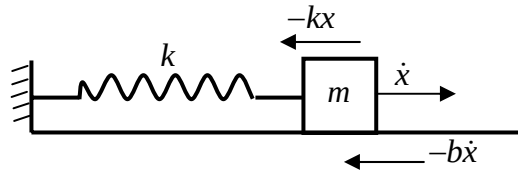
له تيوريکي يا نظري پلوه يو هم غږې خطي يا ساده اهتزاز کونکې کله چې په حرکت راشي بڼايي د هميشه لپاره خپل اهتزاز ته ادامه ورکړي او د هغه دا مننه يا امپليټود هميشه ثابت پاته شي. دا ډول اهتزازونو ته خپلواک اهتزازونه وايي. خو په عمل کې په هر ډول فزيکي وضعيت او حالت کې خاموشونکې قوې وجود لري او اهتزاز کونکې سيستم د وخت په

تیریدو سره خپله انرژي له لاسه ورکوي. په دې ترتیب مهتیز سیستم خاموش او په پای کې ودریږي. د یوه خطي اهتزاز کونکې د ديفرانسیل معادله، یعنې (۹-۲۵) باید داسې اصلاح شي چې د خاموشي یا ودریدو اغیزې په کې شاملې شي.

یو ځل بیا د m یوه کتله چې په یوه فنر پورې تړل شوی ده لکه څرنګه چې په (۹-۶) شکل کې ښودل شوې ده د یوې نمونې په توګه په پام کې نیسو او د هغې حرکت یوازې په یوه بعد کې مطالعه کوو. کله چې کتله په یو سیال، هوا یا مایع کې حرکت وکړي، اصطکاکی قوې خاموشي، وروکیدونه او په پای کې ودریدل رامنځ ته کوي. اصطکاکی قوه یا خاموش کونکې عامل F_d کیدای شي له سرعت سره متناسب فرض شي، یعنې

$$F_d = -bv = -b\dot{x} \dots\dots\dots (۹-۳۲)$$

چې په هغې کې b باید مثبت وي.



$$\left| \begin{array}{c} \leftarrow x \rightarrow \end{array} \right|$$

$$x_0 = 0$$

(۹-۷) شکل په یوه تبخیري اهتزاز کونکې جسم باندې واردې قوې

هغه خالصه قوه F_{net} چې د m په کتلې باندې عمل کوي، لکه څرنګه چې په (۹-۷) شکل کې ښودل شوې ده، عبارت دي له:

$$F_{net} = F + F_d = -kx - b\dot{x} \dots\dots\dots (۹-۳۳)$$

د نیوټن د دویم قانون څخه په ګټه اخیستنه او د $F_{net} = m\ddot{x}$ په وضع کولو سره لرو چې:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \dots\dots\dots (۹-۳۴)$$

پورتنۍ معادله یوه دویمه درجه ديفرانسیلي معادله او د تبخیري اهتزاز معادله ده. د نوموړې معادلې د حل لپاره اطراف په m تقسیموو او هم لاندې تعویض په پام کې نیسو:

$$\gamma = \frac{b}{2m} \dots\dots\dots (۳۵ - ۹)$$

او

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \dots\dots\dots (۳۶ - ۹)$$

په پایله کې:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \dots\dots\dots (۳۷ - ۹)$$

د پورتنۍ معادلې یو حل په لاندې ډول دي.

$$x = e^{\lambda t}; \dot{x} = \lambda e^{\lambda t}; \ddot{x} = \lambda^2 e^{\lambda t}$$

که چیرې دا قیمتونه په (۳۷ - ۹) معادله کې وضع کړو، لرو چې

$$e^{\lambda t} (\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2) = 0$$

څرنګه چې $e^{\lambda t} \neq 0$ دي، نو باید ولرو چې:

$$(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2) = 0 \dots\dots\dots (۳۸ - ۹)$$

ددې معادلې جذرونه عبارت دي له:

$$\lambda_1 = -\gamma + \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

$$\lambda_2 = -\gamma - \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

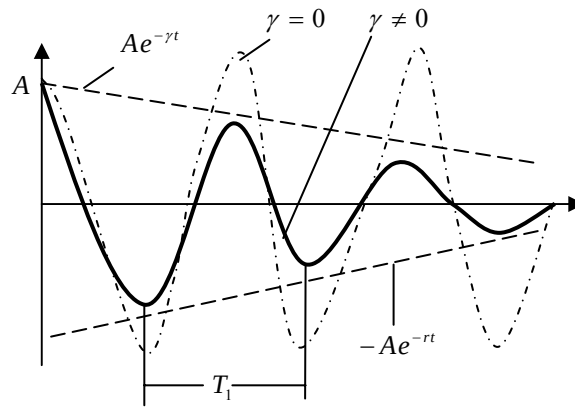
له دې کبله (۳۷ - ۹) معادلې عمومي ځواب عبارت دي له:

$$x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t} \text{ یا}$$

$$kx(t) = e^{-\gamma t} (A_1 e^{\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} t} + A_2 e^{-\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} t}) \dots\dots\dots (۳۹ - ۹)$$

څرنګه چې (۳۷ - ۹) معادله یوه تفاضلي معادله ده د هغې دحل د زیات تفصیل څخه ډډه کوو، که چیرې خاموش کونکې قوه نسبتاً کوچنۍ او جسم په لومړۍ سر کې د A امپلیتود ولري د هغه حرکت د لاندې رابطې سره سم ترسره کیږي.

$$x(t) = A e^{-\gamma t} \cos(\omega_1 t + \phi) \dots\dots\dots (۴۰ - ۹)$$



شکل (۸-۹)

(۸-۹) شکل د (۹-۴۰) رابطې منحنی او یو تبخیري اهتزاز بنسټ لکه څرنګه چې په شکل کې لیدل کېږي د اهتزازونو امپلیتود په طاقتیزه یا نمایی توګه کمیږي. د پرتلې لپاره غیر تبخیري اهتزازونه (نقطه نقطه منحنی) هم ښودل شوي ده چې د هغې لپاره $\gamma = 0$ دي.

۹-۷: اجباري اهتزازونه Forced Oscillations

یو خپلواک اهتزاز کونکې د همیشې لپاره اهتزاز کوي. خو په حقیقت کې د هر ډول سیستم لپاره یو ډول خاموشي یا تبخیر حضور لري (انرژي ضایع کېږي، مثلاً په تودوخه بدلیږي) او په پای کې سیستم له اهتزاز څخه پاته کېږي، یعنې ودیږي. د اهتزازو نو د ساتنې او دوام لپاره باید له یوې خارجي منبع (چینې) څخه په خاموش کونکې یا تبخیري محیط کې سیستم ته په هغه مقیاس انرژي ورسول شي په کوم مقیاس چې انرژي ضایع کېږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمینېږي د اجباري یا هدایت کیدونکو اهتزازونو په نوم یادېږي او اهتزاز کونکې سیستم د اجباري یا هدایت کیدونکې سیستم په نوم یادېږي. که چېرې په سیستم باندې یوه هدایت کونکې قوه F_d وارده شي په سیستم باندې عمومي محصله وارده قوه مساوي ده په:

$$F_{net} = F_s + F_f + F_d \dots\dots\dots (۹-۴۱)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

$$F_s = -kx, F_f = -b\dot{x}$$

او د نیوټن له دویم قانون څخه لرو چې، $F_{net} = m\ddot{x}$.

(۹-۴۱) معادله هغه وخت حل کېدای شي کله چې د اعمال شوې قوې F_d بڼه وپېژنو. څرنګه چې موږ د خطي اهتزاز کونکو په هکله بحث کوو بڼه به وی چې هدایت کونکې قوه F_d په سینوسي بڼه فرض کړو، یعنې

$$F_d = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \dots\dots\dots (۹-۴۲)$$

ددې لپاره چې هدایت کونکې قوه پورتنۍ بڼه لري بڼه دلایل لرو. لومړۍ دا چې په زیاتره حقیقي او واقعي حالتونو کې واقعاً همدا ډول قوه حضور لري د بیلګې په توګه په یوه مقید الکترون کې، کله چې الکترو مقناطیسي موجونه په هغه وارد شي، یعنې له مقید الکترون څخه د نور په پراګندګې کې همدا ډول قوه وجود لري. دویم د وخت هره دوراني یا تناوبي تابع کېدای شي د څو سینوسي حدونو د حاصل جمع په توګه وښودل شي. د فوريه د سلسلې د طریقې څخه په ګټه اخیستنه سره کولې شو د هرې تناوبي هدایت کونکې قوې لپاره د سیستم حرکت وټاکو.

کولې شو دا معادلې سره ترکیب او داسې معادله ورڅخه لاس ته راوړو چې اجباري اهتزاز توصیفوي، یعنې

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \dots\dots\dots (۹-۴۳)$$

دا معادله یوه دویمه درجه دیفرانسیلي خطي غیر متجانس معادله ده، چې د هغې عمومي حل یا ځواب عبارت دي له:

$$x(t) = x_i(t) + x_h(t) \dots\dots\dots (۹-۴۴)$$

په (۹-۴۴) رابطه کې x_h د $m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0$ متجانسې معادلې ځواب دي. ددې متجانسې معادلې عمومي ځواب عبارت دي له:

$$x_h(t) = e^{-\gamma t} [A_1 e^{+i\omega_1 t} + A_2 e^{-i\omega_1 t}] \dots\dots\dots (۹-۴۵)$$

د $e^{+i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$ رابطې څخه په ګټه اخیستنه (۹-۴۵) رابطه په لاندې ډول لیکلې شو:

$$x_h(t) = e^{-\gamma t} [i(A_1 - A_2) \sin \omega_1 t + (A_1 + A_2) \cos \omega_1 t]$$

که چیرې $i(A_1 - A_2) = B$ او $(A_1 + A_2) = C$ تعویض کړو، په دې حالت کې لرو چې:

$$X_h(t) = e^{-\gamma t} [B \sin \omega_1 t + C \cos \omega_1 t] \dots\dots\dots (۴۶-۹)$$

ω_1 زاويه يې طبيعي فريکونسي يا د تبخيري اهتزازونو فريکونسي ده او هميشه د خپلواکه اهتزازونو له فريکونسي ω_0 څخه کوچنۍ وي. که چيرې په (۴۶-۹) معادله کې لاندې تعويض په پام کې ونيسو

$$A = \sqrt{B^2 + C^2}, \tan \phi = -\frac{C}{B}$$

په دې صورت کې (۴۵-۹) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوي.

$$X_h(t) = A_h e^{-\gamma t} \cos(\omega_1 t + \phi_h) \dots\dots\dots (۴۷-۹)$$

څرنگه چې تبخيري اهتزازونه په پاې کې له مينځه ځي يا صفر کيږي د ځواب د X_h برخه د تيريډونکې (گذرا) حد په نوم ياديږي. له يو څه وخت څخه وروسته د ځواب د X_h برخه خپل اهميت له لاسه ورکوي له دې کبله بايد د قسمي ځواب $X_1(t)$ پيدا کولو ته پاملرنه وکړو.

د (۴۲-۹) رابطې سره سم اعمال شوې قوه په سينو سيزه توگه بدلون کوي، له دې کبله انتظار لرو چې د $X_i(t)$ ځواب په سينو سيزه توگه بدلون کوي. که چيرې د معادلې په کيڼه خوا کې $\dot{X}$ نه وي د $X = A \cos \omega t$ په بڼه ځواب په بشپړه توگه د منلو وړ دي. ددې ټکي په رعايتولو سره بايد ځواب په لاندې بڼه ولرو:

$$X = A \cos(\omega t \pm \phi) \dots\dots\dots (۴۸-۹)$$

ځواب په لاندې بڼه په پام کې نيسو

$$X_i = A \cos(\omega t - \phi) \dots\dots\dots (۴۹-۹)$$

د A او ϕ د محاسبې لپاره په (۴۸-۹) رابطه کې د X_i قيمت وضع او $\theta_0 = 0$ په پام کې نيسو، په دې صورت کې لرو چې:

$$-m\omega^2 A \cos(\omega t - \phi) - b\omega A \sin(\omega t - \phi) + K A \cos(\omega t - \phi) = F_0 \cos \omega t$$

د معادلې له ترتيبولو وروسته لرو چې:

$$(K A \cos \phi - m\omega^2 A \cos \phi + b\omega A \sin \phi) \cos \omega t$$

$$-(K A \sin \phi - m\omega^2 A \sin \phi - b\omega A \cos \phi) \sin \omega t = F_0 \cos \omega t$$

ددې لپاره چې دا رابطه د t د ټولو کچو لپاره برقرار وي د $\sin \omega t$ او $\cos \omega t$ د حدونو ضريبونه په دواړو خواوو کې بايد په جدا توگه ترتيب شي، يعنې

$$(K - m\omega^2) \cos \phi + b\omega \sin \phi = \frac{F_0}{A} \dots\dots\dots (9-50)$$

$$(K - m\omega^2) \sin \phi - b\omega \cos \phi = 0 \dots\dots\dots (9-51)$$

د زاويې د فاز لپاره لاندې افاده په لاس راځي:

$$\tan \phi = \frac{b\omega}{k - m\omega^2} = \frac{b\omega/m}{k/m - \omega^2} \dots\dots\dots (9-52)$$

که چيرې $\frac{k}{m} = \omega_0^2$ او $\gamma = \frac{b}{2m}$ سره عوض کړو، لرو چې:

$$\tan \phi = \frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \dots\dots\dots (9-53)$$

له پورتنۍ رابطې څخه لرو چې:

$$\sin \phi = \frac{2\gamma\omega}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} \dots\dots\dots (9-54)$$

$$\cos \phi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} \dots\dots\dots (9-55)$$

که چيرې دا کميتونه په (9-47) رابطه کې وضع کړو په لاس راځي چې:

$$A = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} \dots\dots\dots (9-56)$$

په دې ترتيب د غير متجانسې معادلې قسمي ځواب عبارت دي له:

$$X_i(t) = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} \cos(\omega t - \phi) \dots\dots\dots (9-57)$$

په پورتنۍ معادله کې:

$$\phi = \tan^{-1} \frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \dots\dots\dots (9-58)$$

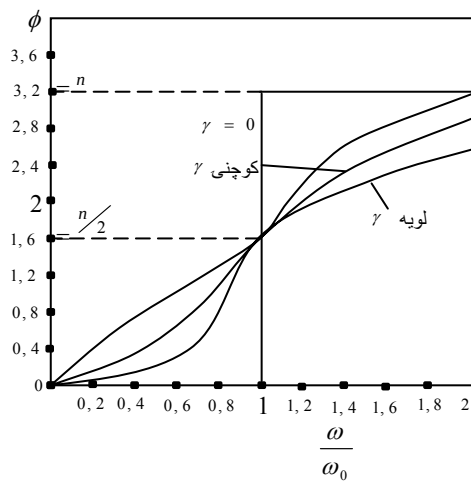
۹-۸: ريزونانس Resonance

د يوه مستقر حرکت امپليټود A او د فاز زاويه ϕ د (۹-۵۶) او (۹-۵۸) معادلو سره سم عبارت دي له:

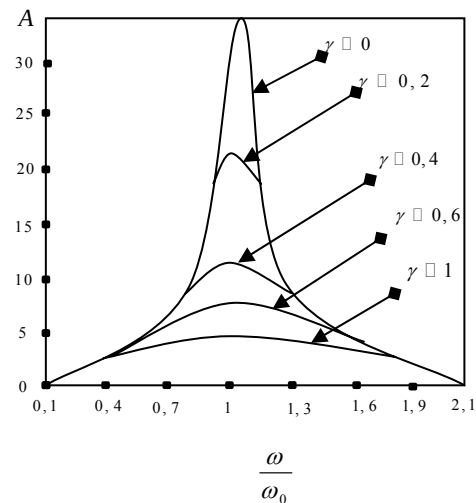
$$A = \frac{F_0 / m}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2} \dots\dots\dots (۹-۵۹)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \dots\dots\dots (۹-۶۰)$$

د ω_0 د يوه ټاکلي قيمت لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدايت کونکې فريکونسي له جنسه د γ د مختلفو کچو لپاره په (۹-۹) شکل کې ښودل شوي دي. لکه څرنگه چې معلومېږي د دغو کميتونو تگ لاره په شديد توگه د $\frac{\omega}{\omega_0}$ په نسبت پورې اړه لري.



(ب)



(الف)

(۹-۹) شکل د γ د مختلفو قيمتونو لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدايت کونکې فريکونسي ω له جنسه.

لکه څرنگه چې مخکې وويل شول ϕ د هدايت کونکې قوې F او X لاس ته راغلې حرکت ترمنځ د فاز توپير دي، يعنې د عمل او ځواب ترمنځ د ځنډ څرگندوي دي. لکه څرنگه چې (۹-۹) شکل يې ښیې د فاز دا ځنډ چې د $\omega = \pi$ لپاره $\phi = 0$ دي، د $\omega = \omega_0$ لپاره $\phi = \pi/2$ او د $\omega = \infty$ لپاره $\phi = \pi$ دي، يعنې په ډيرو لوړو فريکونسيو کې د سيستم اهتزازونه د هدايت کونکې قوې سره 180° د فاز توپير لري. دې نقطې ته پاملرنه دلچسپه ده کله چې $\gamma \rightarrow 0$ وي د فاز بدلونونه تيز او ډير چټک دي او په حدي حالت $\gamma = 0$ کې، فاز په نابيره توگه په $\omega = \omega_0$ کې له 0 څخه π ته بدلون کوي.

د (۹-۹) شکل څخه معلوميږي چې د γ په کچو پورې اړونده يوه هدايت کونکې فريکونسي وجود لري چې په هغې کې امپليټو A اعظمي دي. هغه فريکونسي چې په هغې کې امپليټود اعظمي وي د امپليټود د ريزونانس فريکونسي په نوم ياده او په ω_r سره ښودل کېږي. د ω_r فريکونسي له (۹-۵۹) رابطې څخه محاسبه کولې شو.

$$\left. \frac{dA}{d\omega} \right|_{\omega=\omega_r} = 0 \dots\dots\dots (۹-۶۱)$$

د لاس ته راغلې معادلې له حل څخه لرو چې:

$$\omega = \omega_r = (\omega_0^2 - 2\gamma^2)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (۹-۶۲)$$

پورتنۍ رابطه بيانوي چې کله چې د تبخير ضريب (γ) کمېږي د ريزونانس فريکونسي زياتېږي او کله چې $\gamma \rightarrow 0$ ، ω_r د خپلواک اهتزاز کونکې د طبيعي فريکونسي ω_0 څواته تقرب يا ميل کوي. کله چې د تبخير ضريب فوق العاده کوچنۍ وي د (۹-۶۲) رابطې ښي خوا د نيوتن د بينوم په کارونې سره په لاندې ډول ليکلې شو

$$\omega_r = \omega_0 \left(1 - \frac{1}{2} \frac{2\gamma^2}{\omega_0^2} + \dots \right)$$

يا

$$\omega_r \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{\omega_0} \dots\dots\dots (۹-۶۳)$$

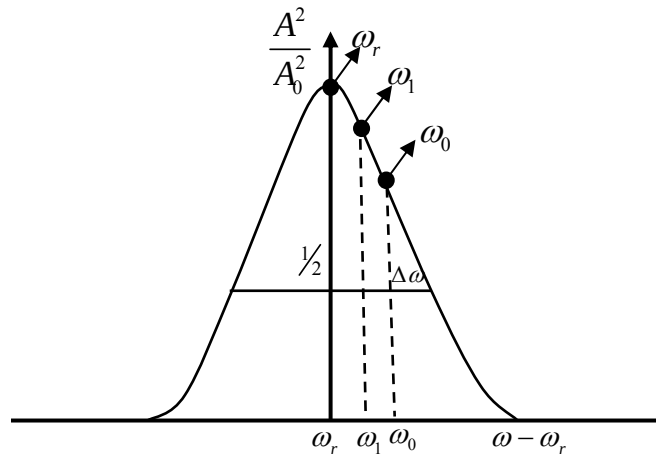
(۹-۶۲) او (۹-۶۳) رابطې چې د اجباري اهتزاز لپاره ليکلې شوې دي کولې شو د تبخيري اهتزاز لپاره هم چې مخکې مطالعه شول مشابه رابطه وليکو، يعنې

$$\omega_1 = (\omega_0^2 - \gamma^2)^{\frac{1}{2}}$$

د کوچنۍ γ لپاره لرو چې:

$$\omega_1 \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{2\omega_0} \dots\dots\dots (9-64)$$

په داسې حال کې چې د خپلواک اهتزاز کونکې لپاره $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ دي. له دې کبله ω_1 د ω_r په ښي خوا کې قرار نيسي او ω_0 بيا هم له ω_r څخه ليرې ده. په هغه صورت کې کله چې $\omega = \omega_r$ وي لکه څرنگه چې (9-10) شکل يې ښيي، لرو چې: $\frac{A^2}{A_0^2} = 1$ دي.



(9-10) شکل د ریزونانس د فریکونسي ω_r ، طبیعي فریکونسي ω_1 او د خپلواکه طبیعي فریکونسي ω_0 نسبي موقعیتونه ښيي. په دې ترتیب اعظمي امپلیتود د $A = A_0$ چې په $\omega = \omega_r$ کې واقع کیږي کولی شو د (9-59) او (9-62) معادلو څخه په لاندې توګه په لاس راوړو.

$$A = \frac{F_0/m}{2\gamma\sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}} \dots\dots\dots (9-65)$$

د کوچنۍ تبخیر په صورت کې، فرضوو چې $\gamma \rightarrow 0$ ، په پایله کې

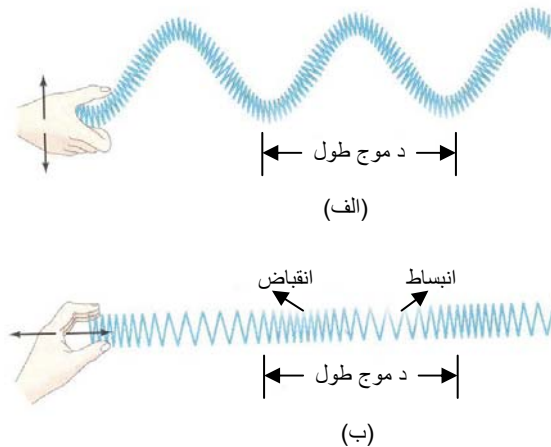
$$A_0 \approx \frac{F_0}{2m\gamma\omega_0} \approx \frac{F_0}{b\omega_0}$$

څرګنده ده چې که چیرې b کوچنی وي په پایله کې $A_0 \rightarrow \infty$ ، خو داسې سیستم وجود نه لري چې غیر تبخیري وي.

۹-۹: موجي حرکت Wave Motion

که چیرې په یوه ارتجاعی محیط کې اهتزاز کونکې جسم (د اهتزاز منبع) کنسېرډو، د محیط ذرې د تعادل له حالت نه وزی او په اهتزاز پیل کوي. د محیط هر ځای ته چې اهتزاز رسېږي د محیط د هغه ځای ذرې هم په اهتزاز راځي او داسې تر پای پورې، د لږ وخت نه وروسته اهتزاز ټول محیط نیسي. خو د محیط ذرې په مختلفو فازونو سره اهتزاز ترسره کوي هر څومره چې ذره د اهتزاز له منبع نه لیرې واقع وي هغو مره نا وخته په اهتزاز پیل کوي او په هم هغه اندازه د فاز ځنډ (تاخیر) لري.

په محیط کې د اهتزاز خپریدو ته موجي حرکت یا موج وايي. د موجي حرکت ښه بېلګه د اوبو په مخ هغه څپه ده چې د ډبرې د لویدو په ځای کې رامنځ ته کېږي او د متحد المركز دایرو ښه لري. د څپې (اهتزاز) د خپریدو جهت ته وړانګه (شعاع) وايي. هغه څپه چې په هغې کې د محیط ذرې د څپې په جهت (وړانګې) باندې عمود اهتزاز کوي د عرضي څپې په نوم یادېږي. که چیرې د محیط ذرو اهتزاز د څپې د جهت سره هم لورې وي دا ډول څپې ته طولی څپه وايي. د عرضي او طولی څپو د پېژندنې لپاره د (۹-۱۱) شکل سره سم



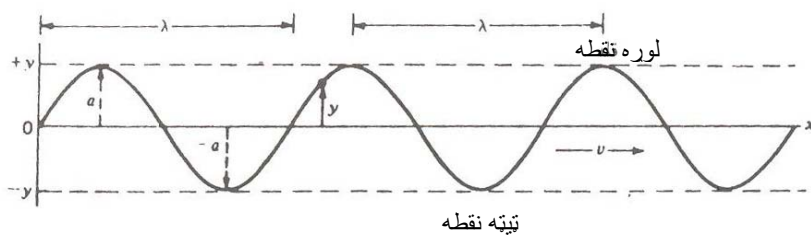
(۹-۱۱) شکل

که چيرې د يوه اوږده فتر په يو انجام باندې د لاس په واسطه په عمودي جهت ضربه وارده کړو (۹- ۱۱ الف) شکل يوه عرضي څپه او که دا ضربه په افقي جهت (۹- ۱۱ ب) شکل وارده کړو يوه طولې څپه رامنځ ته کېږي. په څپه کې د محيط ذرې تغيير مکان نه کوي يوازې د خپل تعادل موقعيت په شا او خوا کې اهتزاز تر سره کوي، يوازې څپه ايزه پروسه يا موجي حرکت تغيير مکان کوي.

د يادولو وړ ده چې طولې څپې په جامدو مایع او ګاز ډوله اجسامو کې او عرضي څپې له اوبو پرته يوازې په جامدو اجسامو کې رامنځ ته کېږي.

زمونږ شا او خوا نړۍ له موجونو، نه ډکه ده. ځينې موجونه ليدل کېږي او د اوريدلو وړ دي، خو زياتره يې د ليدلو او اوريدلو وړ نه دي، يعنې زمونږ د ليدو او اوريدو حواس هغه درک کولې نه شي. پوهيږو چې اتومونه او ماليکولونه له الکترونونو، پرتونونو، نيوترونونو او ميزونونو، نه جوړ شوي دي چې د څپو يا موجونو په بڼه پخپله محدوده کې دا خوا او ها خوا حرکت کوي. که چيرې همدا اتومونه او ماليکولونه په سم ډول ولمسول شي د ګاما (γ) او ايکس (x) وړانګو په نامه موجونه، نوري موجونه، تودخيز (حرارتي) موجونه او راډيويي موجونه خپروي.

په ورځنۍ ژوند کې د موجونو ښې بيلګې د اوبو په مخ موجونه، د زلزلې موجونه او د صوت موجونه دي. د اوبو په مخ موجونه د بېړيو د حرکت نه، صوتي موجونه د شيانو د چټک حرکت نه او د ځمکې د زلزلې موجونه د ځمکې په کره کې د ناڅاپي حرکتونو، نه راپيدا کېږي. موجونه په دوه ډوله طولې او عرضي دي. د نور موجونه د عرضي موجونو له جملې څخه دي. که چيرې د اهتزاز يوه چنیه يا منبع په يو نواخت محيط کې په پام کې ونيسو د هغې موجونه د (۹- ۱۰) شکل په شان دي.



(۹-۱۲) شکل د يوې عرضي خپې يا موج گراف چې د کتاب په مخ اهتزاز کوي. د موج طول λ ، د موج لمنه يا امپليټود a ، د موج تغيير مکان y ، د موج سرعت v په شکل کې د دوو متوالي يا پرله پسې مشابه نقطو ترمنځ واټن د موج د طول په نوم ياد او په λ سره ښودل کېږي.

د وخت په هره لحظه کې د يوه موج په اوږدو کې د هرې نقطې تغيير مکان y د هغې نقطې له عمودي واټن نه نسبت د تعادل حالت ته يې ټاکل کېږي. د y اندازه په پرله پسې توګه له +نه - او له - نه مثبت ته بدلون کوي. د هر موج لمنه په (۹-۱۲) شکل کې په a سره ښودل شوې ده چې د تعريف له مخې د تغيير مکان اعظمي قيمت ته امپليټود يا دامنه وايي. د موج فريکونسي د هغو موجونو تعداد يا شمير ته ويل کېږي چې په يوه ثانيه کې له يوې نقطې نه تيرېږي يا هغې ته رارسېږي او په هرتز اندازه کېږي چې هم هغه د اهتزازونو تعداد په يوه ثانيه کې دي. د موج د طول، سرعت او فريکونسي ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

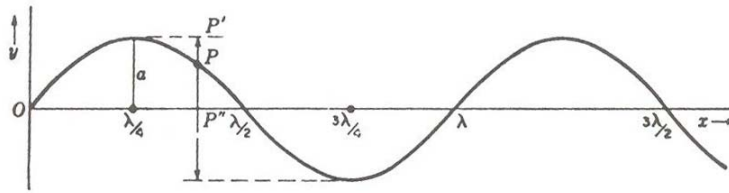
$$v = f\lambda \dots\dots\dots(۹-۶۷)$$

د موج د معادلې د لاس ته راوړلو لپاره يو عرضي موج په پام کې نيسو چې په هغه کې د ټولو نقطو حرکت د خپرېدو په جهت عمود وي. د هرې نقطې تغيير مکان y له لاندینۍ رابطې نه په لاس راځي:

$$y = a \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \dots\dots\dots(۹-۶۸)$$

ددې معادلې د بدلونونو منحنی په (۹-۱۳) شکل کې لیدل کېږي چې د a او λ اهمیت پکې له ورايه څرګند دي. د موجي حرکت لپاره چې د v په سرعت سره ښې خواته حرکت کوي، د t وخت په لاندې ډول په معادله کې وارده وو:

$$y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda}(x - vt) \dots\dots\dots(۹-۶۹)$$



(۹-۱۳) شکل د $t=0$ په لحظه کې د یوه ساینیز موج مسیر

د موج په مخ هر ذره په ګراف کې د P د نقطې په شان یو ساده هارمونیک حرکت ترسره کوي او د $P, P', P'', P''', \dots$ پرله پسې یا متوالي موضع ګانې په داسې حال کې چې موج د حرکت په حال کې دي اشغالوي. د هرې نقطې د یوه بشپړ اهتزاز د اجرا وخت د نورو نقطو د اهتزاز د اجرا له وخت سره مساوي دي، نو ځکه لرو چې:

$$v = f\lambda = \frac{\lambda}{T} \dots\dots\dots (۹-۷۰)$$

که چیرې دا متحولین په (۹-۶۹) معادله کې وضع کړو د موجي حرکت لپاره لاندې معادلې په لاس راځي.

$$y = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$y = a \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) \dots\dots\dots (۹-۷۱)$$

$$y = \sin 2\pi f \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

(۹-۷۲) مثال: د $m = 0,016 \text{ kg}$ کتلې درلودنکې یوې مادې نقطې د اهتزاز معادله

$$x = 0,1 \sin \left(\frac{\pi}{8} t + \frac{\pi}{4} \right) m \text{ ده. معلوم کړي.}$$

الف) د اهتزاز کونکې نقطې اعظمي سرعت (v_m) اعظمي تعجیل (a_m)

ب) په اهتزاز کونکې نقطې باندې عامله اعظمي قوه F_m

ج) د اهتزاز کونکې نقطې بشپړه یا ټولیزه انرژي W

حل: د نوموړې نقطې د اهتزاز معادله د هارمونیک اهتزاز له عمومي معادلې (۹-۷۱) سره پرتله کوو، نو د ذرې امپلیتود عبارت دي له $A = 0,1m$ لومړنۍ فاز $f_0 = \frac{\pi}{4}$ او زاویوي فریکونسي $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{8} \text{ Rad/sec}$ ، $T = 16 \text{ sec}$ د مادي نقطې د اهتزاز پریود دي. الف) د (۷-۹) او (۹-۹) معادلونه څرگندېږي چې د اهتزاز کونکې نقطې سرعت او تعجیل هغه وخت اعظمي دي چې:

$$\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 1$$

یا

$$\sin(\omega t + \pi) = 1$$

له دې کبله

$$V_m = \omega A = \frac{\pi}{8} \cdot 0,1 \text{ m/sec} \cong 0,04 \text{ m/sec}$$

او

$$a_m = \omega^2 A = \frac{\pi^2}{64} \cdot 0,1 \text{ m/sec}^2 \cong 0,0154 \text{ m/sec}^2$$

ب) پوهیږو چې د اعظمي تعجیل په صورت کې عامله قوه هم اعظمي قیمت لري. د نیوټن د دویم قانون پرینسټ لرو چې:

$$F_m = ma_m = 0,016 \text{ kg} \cdot 0,0154 \text{ m/sec}^2 \\ = 2,46 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

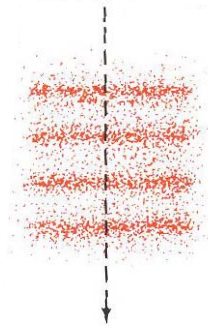
ج) د ریډونکې نقطې ټولیزه انرژي مساوي ده په:

$$W = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{0,016 \text{ kg} \cdot \pi^2 \cdot 0,01 \text{ m}^2}{2 \cdot 64 \text{ sec}^2} = 1,23 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

۹-۱۰: صوتي موجونه Sound Waves

صوتي موجونه د کم شدت درلودونکې ارتجاعي موجونه دي، يعنې کمزوری ميخانيکي اختلالونه دي چې په ارتجاعي محيط کې خپريږي. صوتي موجونه د انسان د اوریدو په غړيو باندې اغيزه کوي او د هغه د اوریدو حواس لمسوي.

صوتي موج يو طولي موج دي چې په هغه کې اختلال له يوه ماليکول څخه بل ماليکول ته رسېږي. ددې ډول موج لپاره بيرته راستنونکې قوه د هوا فشار تأمينوي، په هر ځای کې چې د ماليکولو کثافت له عادي حالت څخه زيات شي فشار هم له عادي حالت څخه ډيرېږي او ماليکولونه شا او خواته شري. (۹-۱۴) شکل په هوا کې يو صوتي موج نښي. موج له هغو سيمو څخه عبارت دي چې په پرله پسې توگه ټيټ او لوړ کثافتونه لري.



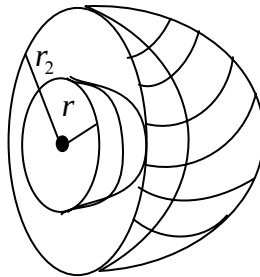
(۹-۱۴) شکل په يوه صوتي موج کې د هوا کثافت بدلون کوي

د يوه لوړ سپيکر مهترز دياگرام يا د صوتي پنډې مهترز شاخ (څانگه) چې خپله د شا او خوا هوا له ځانه شري همدا ډول سيمي چې په ترتيب د لوړ او ټيټ کثافت درلودونکې دي موج رامنځ ته کوي. د ټيټ کثافت په سيمو کې ماليکولونه اعظمي ځای بدلون متقبل شوي دي هغه له سيمي څخه د باندې بې ځايه شوي دي. د لوړ کثافت په سيمه کې ماليکولونه اصغري ځای بدلون قبول کړي دي هغه په داسې حال کې چې له گاونډيو سيمو څخه د اعظمي ځای بدلونو درلودونکيو ماليکولونو د دوی خواته ميل کړي دي، ساکن پاته شوي دي. په (۹-۱۴) شکل کې ځای بدلونونه او د کثافت زياتوالي په مبالغه اميزه توگه ښودل شوي دي. حتی په يوه ډير شديد صوتي موج کې، د بيلگې په توگه لکه هغه صوتي موج چې يوه الوتکه يې له ځمکې څخه د پورته کيدو په وخت کې رامنځ ته کوي ځای بدلونونه يوازې $10^{-4} m$ او د کثافتونو بدلون يوازې 1% دي.

د صوت فريکونسي د هغه غږ زير او بمې ټاکې چې موږ يې اورو، يعنې دا ټاکي چې آيا دموږ غوگ به د غږ تن لوړ يا ټيټ تر لاسه کړي. د انسان غوگ هغه غږونه اورې چې فريکونسي يې له 20Hz څخه تر 20000Hz پورې وي. دا حدود يوه اندازه متغير دي، د بيلگې په توگه د زړو خلکو غوگونه لوړو فريکونسيو ته کم حساس دي. هغه صوتي موجونه چې فريکونسي يې 20000Hz څخه لوړ دي د فرا صوت ultrasound په نوم ياديږي، ځينې حيوانات لکه سپي، گيدې او نور دا فريکونسي گانې اورې.

د يوه صوتي موج شدت د نوموړې موج په واسطه د موج د جبهې په هر متر مربع کې د لېږدول شوې قدرت څخه عبارت دي د شدت د اندازه کولو واحد W/m^2 دي. په 1000Hz فريکونسي کې ترټولو کوچنۍ يا اصغري قدرت چې د انسان د غوگ لپاره د اورېدو وړ دي $2,5 \cdot 10^{-12} \text{W/m}^2$ دي. دا شدت د اورېدو د درشل (استانه) په نوم ياديږي. د صوت د اورېدو وړ شدت لپاره لوړ حد وجود نه لري، خو له 1W/m^2 څخه لوړ شدت په غوگ کې د درد د احساس د پيدا کيدو لامل گرځي.

هر څومره چې صوتي موج له خپلې منبع څخه پراختيا کوي يا ليرې کيږي د هغه شدت کميږي ځکه چې د موج د جبهې سطحه زياتيږي له دې کبله د موج انرژي په واحد سطحه کې کميږي. په يوه متجانس محيط کې د موج شدت د موج له منبع څخه د فاصلې له مربع سره په معکوسه توگه متناسب دي. (۹-۱۵) شکل د وخت په پرله پسې لحظو کې د کروي موج يوه جبهه نښي. لکه څرنگه چې په شکل کې ليدل کيږي د وخت په لومړۍ لحظه کې د موج د جبهې شعاع r_1 او په پرله پسې دويمه لحظه کې د موج د جبهې شعاع r_2 ده، نو ځکه د هغې سطحه له $4\pi r_1^2$ څخه $4\pi r_2^2$ پورې رسيږي.



(۹-۱۵) شکل په هوا کې د يوه صوتي موج د متحد المركز کروي موجونو جبهه

د موج د دغې جبهې په واسطه ټوليز، لېږدول شوې قدرت يو شان پاته کېږي. له دې کبله په واحد سطحه کې شدت يا قدرت عبارت دي له:

$$I_2 = \frac{r_1^2}{r_2^2} I_1 \dots\dots\dots (9-72)$$

ددې ساده رابطې يا نتيجه په لاس ته راوړلو کې مو محيط متجانس فرض کړي دي، له دې کبله د موج سرعت له ځای پورې اړه نه لري يا د ځای تابع نه دي. د فرا صوت يا اولترا صوت موجونه په ډيره لوړه فريکونسي په هوا کې په ښه توګه نه خپرېږي د هوا ماليکولونه هغه په چټکې سره جذبوي. خو دا موجونه د مايعاتو او جامداتو په منځ کې په اساني سره خپرېږي چې په دې ورستيو کلونو کې د اولترا صوت د زياتې عملي کارونې لامل شوې دي. د بيلګې په توګه د اولترا صوت موجونه همدا اوس د انسان د بدن د داخلي غړيو د عکس اخيستنې لپاره د X د وړانګې په ځای کارول کېږي. دا ازمایښت د اميدواري ښځې په بدن کې جنين مجازه وي يا تشبثوي او هغه زيانونه چې د X وړانګه يې لري دا موجونه يې نه لري. د اولترا صوت هغه کامرې چې دا عکسونه اخلي د 10^6 Hz فريکونسي لرونکي موجونه کار وي.

۹-۱۱: د صوت سرعت Speed of Sound

لکه د پرې (ريسمان) په مخ موج په شان د صوت سرعت په هوا کې په راستنونکې قوې او له کثافت پورې اړه لري. له کومه ځايه چې راستنونکې قوه د هوا فشار ټاټوبی، پس هيله لرو چې د صوت سرعت د هوا د فشار او کثافت تابع وي. يوه پيچلې محاسبه چې دلته له هغې څخه ډډه کېږي ښيي چې د صوت د سرعت لپاره نظري فورمول په لاندې ډول دي.

$$v = \sqrt{1,40 \frac{P_0}{\rho_0}} \dots\dots\dots (9-73)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتيب سره له اختلاف مخکې فشار او کثافت دي له فورمول څخه معلومېږي چې د صوت سرعت د راستنونکې قوې سره زياتېږي او له کثافت سره کمېږي. تر معياري شرايطو لاندې (تودوخه د سانتي ګريډ صفر درجه،

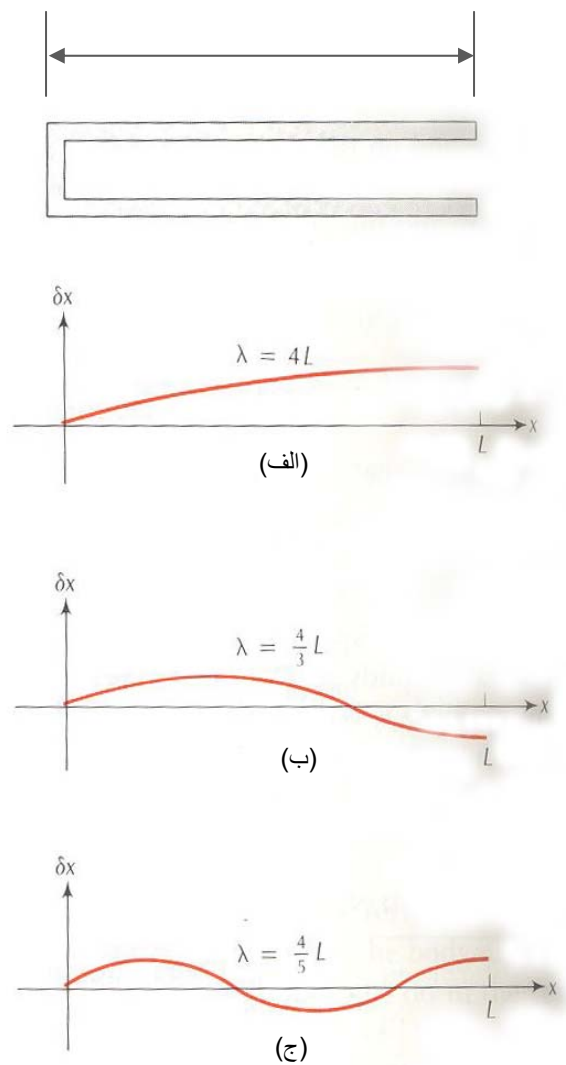
د صوت د سرعت اندازه $\rho_0 = 1,29 \frac{kg}{m^3}$ ، $P_0 = 1atm = 1,01 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$ د صوت د سرعت اندازه $331,29 \frac{m}{sec}$ ده.

د صوت سرعت په مایعاتو او جامداتو کې له هوا څخه زیات دي ځکه چې هلته راستنونکې قوه ډیره زیاته ده. مایعات او جامدات د گازونو په نسبت د تراکم او فشردګي په مقابل کې له ځانه زیات مقاومت او مخالفت نښي. په لاندې جدول کې په څو مادو کې د صوت سرعت ثبت شوې دي.

(۹-۱) جدول په څو مادو کې د صوت سرعت

ماده	$V \left(\frac{m}{sec} \right)$	ماده	$V \left(\frac{m}{sec} \right)$
هوا		المونیم	5104
$0C^\circ$ او $1atm$	331	اوسپنه	5130
$20C^\circ$ او $1atm$	344	بښینه	5000-6000
$100C^\circ$ او $1atm$	386	ګرافیت	6000
$0C^\circ$ او $1atm$	965		
هیلیم			
مقطري اوبه	1497		
د سیند اوبه	1531		

په هوا کې د صوت د سرعت داندازه کولو لپاره په یوه داسې توله (نل) کې چې یو سربې پرانیستي او بل سربې تړلې وي له ولاړو یا ساکنو موجونو څخه ګټه اخلي (۹-۱۶) شکل. هغه وخت ولاړ صوتي موج په ښکاره توګه باید د تولې په تړلې سر کې د یوې غوټې ځای بدلون (تغییر مکان) درلودونکې وي ځکه چې په دی سر کې د هوا حرکت د یوال محدود وي.



(۹-۱۶) شکل

(۹-۱۶) شکل په هغه نل کې چې یو سربې پرانیستی دي ممکنه ولاړ موجونه

په پرانيستی انجام کې موج بايد د ځای بدلون يوه خيټه يا بطن ولري. دا ډيره واضح نه ده، خو که چيرې لومړۍ فشار په پام کې ونيسو په هغه پوهيدۍ شو. فشار بايد په پرانيستی انجام کې ثابت باقي پاته شي ځکه چې پرانيستی انجام هوا سره لاره لري له دې کبله په فشار کې هر نوې رامنځ ته شوې کمښت يا زياتوب له ځنډ پرته له جو څخه يا جوته د هوا په حاضر کيدو ختمیږي او د فشار بدلون له منځه وړي. په دې ترتيب جو يا آزاده هوا لکه د ثابت فشار د مخزن په توگه عمل کوي. دا په بشپړه توگه دقيقه او سمه نه ده، ځکه چې ځينې صوتي موجونه له انجام څخه انعکاس کوي او د محيط په هوا کې پريودیک اهتزازونه توليدوي، خو دا ښه تقريب دي ځکه چې د شا او خوا ازادي هوا يا، جو د فشار اهتزازونه د نل يا تولې د داخلي اهتزازونو څخه ډير کم دي. له دې کبله پرانيستی انجام د فشار يوه غوټه ده، لکه څرنگه چې مخکې وويل شول د فشار اصغري گان د ځای بدلون يا تغيير مکان اعظمي گان دي، له دې کبله د فشار غوټه د ځای بدلون يا تغيير مکان يوه خيټه يا بطن دي.

د نل په دوو انجامونو کې د دې سرحدي شرايطو سره، ولاړموجونه هغه چې په $(9-16)$ شکل کې ښودل شوې دي. که چيرې د تولې يا نل اوږدوالي L وي، ددې ولاړو موجونو طول په لاندې ډول دي.

$$\lambda_1 = 4L, \lambda_2 = \frac{4}{3}L, \lambda_3 = \frac{4}{5}L, \dots \quad (9-74)$$

او اړونده فريکونسي گانې

$$f_1 = \frac{v}{4L}, f_2 = \frac{3v}{4L}, f_3 = \frac{5v}{4L}, \dots \quad (9-75)$$

يا په عمومي ډول

$$f_n = n \frac{v}{4L} \quad n=1,3,5,\dots \quad (9-76)$$

۹-۱۲: د صوتي موجونو انعکاس The Reflection of Sound Waves

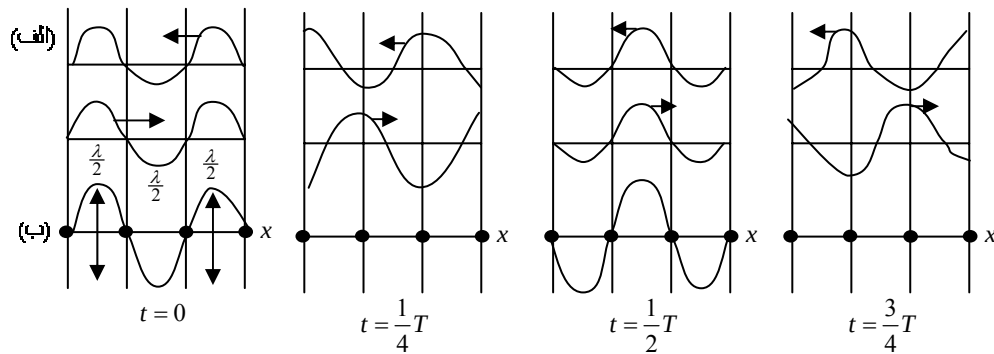
صوتي موجونه د دوو مختلفو محیطونو له ګډې پولې څخه چې مختلف میخانیکي خواص لري منعکس کیږي. د بیلګې په توګه کله چې له هوا څخه اوبو ته موجونه تیرېږي یا د هغه برعکس د انرژي زیاته برخه منعکس او یوازې یوه کمه برخه یې دویم محیط ته ننوزي. صوتي موجونه په هوا کې له سختو یا جامدو جسمونو څخه هم منعکس کیږي د بیلګې په توګه د ځمکې له سطحې څخه څرنگه چې موږ ټولته د پژواک (Echo) پدیده معلومه ده. د صوتي موجونو په انعکاس کې مهم رول د محیط د کثافت ρ او د صوت د سرعت v بدلون لري یا په دقیقه توګه د ρv د کمیت بدلون عمده رول لوبوي. په هره اندازه چې د ρv د کمیت بدلون زیات وي له یوه محیط څخه بل محیط ته د تیریدو په وخت کې هم هغه اندازه د دغو محیطونو په پوله کې د صوتي موجونو زیاته انرژي منعکس کیږي. تجربې ښیي چې د منعکس شوې موج فاز ښايي یا صفر او یا π وي یعنې منعکس شوې موج له وارده موج سره باید یا هم فازه او یا له هغه سره مخالف فاز ولري.

ρv د محیط د اکوستیک موجي مقاومت په نوم یادېږي. د منعکسه موج فاز په دې پورې اړه لري چې کوم محیط زیات موجي مقاومت لري. که چیرې د دویم محیط موجي مقاومت کم وي په دې صورت کې انعکاس د فاز له بدلون پرته تر سره کیږي، برعکس که چیرې د دویم محیط موجي مقاومت زیات وي منعکسه موج مخالف فاز لري.

۹-۱۳: ولاړ یا ساکن موجونه Standing Waves

د ولاړو موجونو د مطالعې لپاره دوه ساینیز موجونه چې د موج طول او دامنه یا امپلیتود یې یو شان او مساوي دي په پام کې نیسو. که چیرې دا دوه موجونه په دوو مختلفو جهتونو حرکت وکړي څه واقع کیږي؟ ایا د دواړو موجونو محصله د هغه له حاصل جمع څخه لاس ته راوړي شو.

(۹-۱۷) شکل دواړو موجونو ګراف ښیي. دا ګراف دوه یو ځای کیدونکې یا ترکیب کیدونکې موجونه چې یو یې ښې خواته او بل یې کینې خواته حرکت کوي (۹-۱۷ الف) شکل ښیي. (۹-۱۷ ب) شکل د هغو مجموعه چې یو د بل له جمعې نه په ګرافیکي توګه په لاس راځي ښیي.



شکل (9-17)

لکه څرنگه چې له شکل نه معلومېږي د محصله موج ځانگړتيا په دې کې ده چې د پړي يا رسي په اوږدو کې غوټې وجود لري چې د غوټو په ځای کې پرې هميشه ساکن يا ولاړه وي. په (۹-۱۷ ب) شکل کې څلورغوټې د نقطو په واسطه بنودل شوې دي. د دوه متوالي غوټو په منځ کې جوف يا خيټه قرار لري چې د موج امپليټود په هغې کې اعظمي قيمت لري.

په (۹-۱۷ ب) شکل کې موج ډوله انځورونه د ولاړ يا ساکن موج په نوم ياديږي، ځکه چې د موج انځورونه بنسټ او کينې خواته حرکت نه کوي يا په بل عبارت د اعظميو او اصغريو ځايونه بدلون نه کوي. په لنډه توگه ولاړ موج په لاندې ډول تعريفوو.

که چيرې دوه ساينيز موجونه چې د موج طول او امپليټود يې سره مساوي او يو شان وي د يو بل په مخالف لورې د يوه کش شوې پړې په اوږدو کې حرکت وکړي د يو بل سره د هغو له تداخل نه ولاړ يا ساکن موج رامنځ ته کېږي. د يوه ولاړ موج د تحليل او ارزيايي لپاره دوه يو ځای کيدونکې موجونه چې معادلې يې په لاندې ډول دي په پام کې نيسو:

$$y_1(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t) \quad \dots\dots\dots (9-77)$$

$$y_2(x, t) = y_m \sin(kx + \omega t) \quad \dots\dots\dots (9-78)$$

د نوموړيو موجونو محصله عبارت ده له:

$$y'(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t) + y_m \sin(kx + \omega t)$$

د مثلثاتي رابطونه په گټه اخيسته سره ليکلي شو چې:

$$y'(x,t) = [2y_m \sin kx] \cos \omega t \dots\dots\dots (۷۹-۹)$$

وروستی رابطه یو خوځنده موج نه دي، بلکې یو ولاړ یا ساکن موج دي، پس (۷۹-۹) رابطه د ساکن موج معادله ده. په نوموړې معادله کې د قوس داخل کمیت یعنی $2y_m \sin kx$ د x په محل کې د موج امپلیتود دي. خو څرنگه چې امپلیتود همیشه مثبت دي او $\sin kx$ بنایي منفي هم وي د $2y_m \sin kx$ د کمیت مطلقه قیمت د x په محل کې د موج د امپلیتود په توګه په پام کې نیسو.

په یوه خوځنده ساینیز موج کې د پرې د ټولو برخو لپاره امپلیتود یو شان دي. دا حقیقت د ولاړ موج لپاره چې امپلیتود یې نسبت محل ته بدلون کوي سم نه دي. د بیلګې په توګه د (۷۹-۹) ولاړ موج په معادله کې د kx د هغو اندازو لپاره چې $\sin kx = 0$ امپلیتود صفر کیږي عبارت دي له:

د $n = 0, 1, 2, \dots$ لپاره $kx = n\pi$ په دی معادله کې د $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x = n \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots (۸۰-۹)$$

چې د (۷۹-۹) معادلې لپاره د صفر امپلیتود ځایونه یا غوټې دي د پام وړ ده چې د متوالي غوټو ترمنځ واټن نیم طول موج ($\frac{\lambda}{2}$) دي. د (۷۹-۹) ولاړ موج اعظمي امپلیتود $2y_m$ دي چې د kx د هغو قیمتونو لپاره چې په هغو کې $\sin kx = 1$ کیږي په لاس راځي. دا قیمتونه یا اندازې عبارت دي له:

$$kx = \frac{1}{2}\pi, \frac{3}{2}\pi, \frac{5}{2}\pi, \dots, (n + \frac{1}{2})\pi : n = 0, 1, 2, 3$$

په پورتنۍ معادله کې د $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

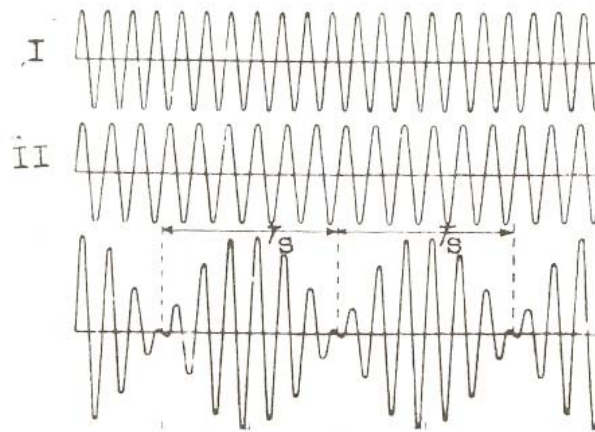
$$x = (n + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots (۸۱-۹)$$

$$n = 0, 1, 2, \dots$$

وروستۍ رابطه په (۹-۷۹) معادله کې د اعظمي امپليټود ځايونه يا جوفونه په لاس را کوي. جوفونه يو له بل نه د $\lambda/2$ په اندازه واټن لري او د هرو دوو متوالي جوفونو په منځ کې غوټه قرار لري.

۹-۱۴: د لړزېدنې اهتزازونه Beats

دوه اهتزازونه چې فريکونسې يې يو له بل څخه ډير کم توپير لري په پام کې نيسو (۹-۱۸) شکل. د I او II منحنې ګانې هارمونیکي اهتزازونه دي. د نظري تحليل او بررسي لپاره فرضوو چې د مرکبه اهتزازونو د فاز توپير صفر دي.



(۹-۱۸) شکل

که چېرې فرض کړو چې د يوه هارمونیکي اهتزازي حرکت امپليټود b او فريکونسي يې ω_1 او د دويم هارمونیکي اهتزازي حرکت امپليټود هم b ، خو فريکونسي يې ω_2 دي. له دې کبله ددې دوو اهتزازونو معادلې په لاندې ډول ليکلې شو:

$$y_1 = b \sin \omega_1 t \dots\dots\dots (۹-۸۲)$$

$$y_2 = b \sin \omega_2 t \dots\dots\dots (۹-۸۳)$$

د دوواړو اهتزازونو مجموعه يا محصله په y سره نښوو، نو ځکه لرو چې:

$$y = y_1 + y_2 = b(\sin \omega_1 t + \sin \omega_2 t) \dots\dots\dots (۹-۸۴)$$

د لاندې مثلثاتي فورمول په کارونې سره

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \sin \frac{\alpha + \beta}{2}$$

(۸۴-۹) رابطه په لاندې ډول سره ليکلې شو:

$$y = 2b \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t\right) \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}\right) \dots\dots\dots (۸۵-۹)$$

کله چې ω_1 ډيره زياته ω_2 ته نږدې وي په دې صورت کې به $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ له $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ څخه ډير کوچنی وي. په دې حالت کې د $\cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ فکتور د $\sin \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t$ په نسبت نظر وخت ته ډير ورو بدلون کوي. د محصله حرکت عمليه په يوه ښه تقريب سره کولې شو د يوه هارمونیکي اهتزاز په توگه تصور کړو چې د هغه فريکونسي $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ ، خو ددې اهتزاز امپليتود، يعنی $2b \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t$ خپله د $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ فريکونسي سره نظر وخت ته په تناوبي ډول بدلون کوي. د محصله اهتزاز امپليتود له صفر څخه تر يوه اعظمي قيمت $2b$ پورې تزايد کوي دواړي کميږي. دا ډول اهتزازونه د لړزیدنې يا beats په نوم يادوي. د دوو اعظمي امپليتودونو ترمنځ فاصله د لړزیدنې د دوام په نوم ياد او په T_s سره يې ښيي. دا وخت هغه وخت دي چې $\cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ له $+1$ څخه تر -1 پورې بدلون کوي. يا په بل عبارت دا هغه وخت دی چې د کوساين قوس د π په اندازه بدلون وکړي، يعنې:

$$\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} T_s = \pi$$

له دې ځايه ليکلې شو چې:

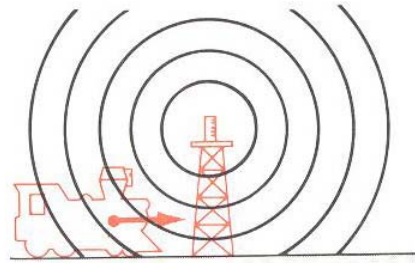
$$T_s = \frac{2\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{1}{f_1 - f_2} = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots (۸۶-۹)$$

د لړزیدنې فريکونسي په f_s سره ښيو او دا فريکونسي عبارت ده له:

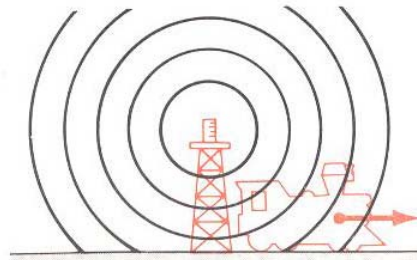
$$f_s = f_1 - f_2 \dots\dots\dots (۸۷-۹)$$

۹-۱۵: د دوپلرافکت په صورت کې Doppler Effect for Sound

د دوپلرافکت د صوتي موجونو د منبع او مشاهد د حرکت په پایله کې د نوموړيو موجونو د فريکونسي له بدلون څخه عبارت دي. د معياري شرايطو لاندې د يوه صوتي موج سرعت کله چې په هوا کې په ساکن سيستم کې اندازه شي 331 m/sec دي. خو کله چې په هوا کې متحرک د محاسبې په سيستم کې اندازه شي د محاسبې د سيستم د حرکت د جهت تابع دي ښايي زيات يا کم شي. د بيلگې په توګه که چيرې يو اورګاډي (ترين) چې په 30 m/sec سرعت حرکت کوي يوه ساکن آنتن ته نږدې شي (۹-۱۹ الف) شکل، د صوتي موج سرعت به داورګاډي په نسبت 361 m/sec وي، او که چيرې اورګاډي له آنتن څخه ليرې شي (۹-۱۹ ب) شکل، د صوت د موج سرعت به 301 m/sec وي.



(الف)



(ب)

(۹-۱۹) شکل (الف) اورګاډي آنتن ته نږدې کېږي. اورګاډي نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د زياتو موجونو له جبهې سره مخامخ کېږي. ب، اورګاډي له آنتن څخه ليرې کېږي نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کېږي

د اورگډاي حرکت يوازې د صوتي موجونو په سرعت نه، بلکې د هغو په فريکونسي باندې هم اغيزه کوي. د بيلگې په توگه که چيرې اورگډاي آنتن ته نږدې شي مخامخ صوتي موجونو ته ور داخلېږي (۹-۱۶) شکل، له دې کبله نسبت هغه وخت ته چې ساکن وي په واحد وخت کې د زياتو موجونو له جبهې سره مخامخ کېږي، او که چيرې اورگډاي له آنتن څخه ليرې شي د صوتي موجونو سره يو ځای حرکت کوي (۹-۱۶ ب) شکل له دې کبله د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کېږي. په پايله کې په اورگډاي کې مشاهده، اخيستونکې يا ثبت کونکې آنتن ته د نږدې کيدو په وخت کې زياتې فريکونسي ترلاسه کوي او د ليرې کيدو په وخت کې کمې. د فريکونسي دا ډول بدلون چې د اخيستونکې او يا ليردونکې د حرکت له امله رامنځ ته کېږي د دوپلر د ليرد په نوم ياديږي. د فريکونسي د ليرد د محاسبې لپاره له هغې رابطې څخه گټه اخلو، چې د سرعت، د موج طول او فريکونسي ترمينځ وجود لري، يعنې:

$$f = \frac{v}{\lambda} \dots\dots\dots (۹-۸۸)$$

او د اورگډاي د پورتنۍ مثال لپاره لرو چې:

$$f' = \frac{v'}{\lambda} \dots\dots\dots (۹-۸۹)$$

د پورتنیو رابطو له تقسيم څخه لرو چې:

$$\frac{f'}{f} = \frac{v'}{v} \dots\dots\dots (۹-۹۰)$$

د اورگډاي سرعت چې د صوتي موجونو د اخيستونکې يا ثبت کونکې په توگه عمل کوي په V_R سره بڼيو د اورگډاي د محاسبې په سيستم کې د صوت سرعت $V' = V \pm V_R$ دي، چې په هغه کې مثبت علامه د صوت د منبعې په خوا د اورگډاي د حرکت او منفي علامه د صوت له منبعې څخه د اورگډاي د حرکت اړوند ده. په پايله کې (۹-۹۰) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوي.

$$f' = f \left(\frac{V \pm V_R}{V} \right)$$

يا

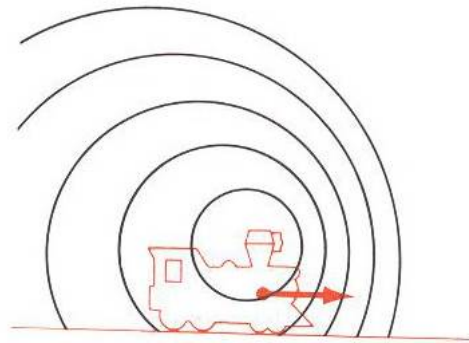
$$\hat{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \dots\dots\dots (9-91)$$

په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کیدونکې او منفي علامه د لیرې کیدونکې اخیستونکې یا ثبت کونکې لپاره ده. (۹-۸۹) رابطه په خوځنده ثبت کونکې کې فريکونسي ده.

پاملرنه وکړي چې که چیرې ثبت کونکې د $V_R = V$ په سرعت له منبع څخه لیرې شي. هغه وخت د f' فريکونسي صفر کیږي دا په دی مانا ده چې منبع په دقیقه توګه له موجونو سره حرکت کوي له دې کبله د موج هیڅ جبهه په لاس نه راوړي. که چیرې ثبت کونکې له V څخه په زیات سرعت سره له منبعې څخه لیرې شي هغه وخت (۹-۹۱) رابطه منفي فريکونسي راکوي دا په دې مانا ده چې ثبت کونکې د موجونو هغه جبهه چې له شا وړپسې راځي شاته پریږدي او خپله ورڅخه ځي. (۹-۹۱) رابطه نه یوازې د صوتي موجونو لپاره، بلکې د اوبو د موجونو او نورو موجونو لپاره هم کارول کیږي.

که چیرې هغه منبع چې صوتي موجونه یا نور موجونه خپروي په حرکت کې او ثبت کونکې ساکن وي بیا د خپرې شوې فريکونسي او هغې فريکونسي ترمنځ چې ثبت کونکې یې ښکاره کوي لېږد (انتقال) واقع کیږي. د بیلګې په توګه که چیرې هغه اورګاډي چې تم ځای یا ستن ته نږدې کیږي خپل آلام (د اورګاډي مخصوص هارن) وغږوي د آلام په واسطه د پرله پسې موجونو جبهه د آلام په مسیر په منظمو فاصلو کې متمرکز کیږي په مخامخ لورې یا جهت د موجونو تجمع یو بل ته نږدې او د شاخوا ته یا مخ په خټ یو له بل څخه زیاته فاصله لري (۹-۲۰) شکل. په پایله کې یو ساکن یا ولاړ ثبت کونکې کله چې د اورګاډي په مخ کې ولاړ وي زیاتې فريکونسي او کله چې د هغه شا ته ولاړوي کمې فريکونسي ترلاسه کوي.

کله چې اورګاډي د ولاړ یا ساکن ثبت کونکې له څنګ څخه تیریږي ترلاسه شوې فريکونسي په نابیره توګه سقوط کوي.



(۲۰-۹)

(۲۰-۹) شکل د حرکت په حال کې اورنگاډي صوتي موجونه خپروي د اورنگاډي په مخ کې د موج طول لنډ او د اورنگاډي شاته د موج طول د هغه د سکون له حالت څخه زيات دي.

د اورنگاډي سرعت کله چې د صوتي موجونو د خپرونکي په توګه عمل کوي په V_E سره نښو. د فريکونسي د هغه بدلون د محاسبې لپاره چې د خپرونکي د حرکت له امله رامنځ ته شوې دي، لومړۍ پاملرنه کوو چې د $\frac{1}{f}$ په وخت کې له یو پریود سره معادل دي، اورنگاډي د $\frac{1}{f} V_E$ فاصله طی کوي او په دې حالت کې د موج طول له خپلې عادي اندازې λ څخه لنډ او یا اوږد دي. یعنې $\lambda = \lambda \mp \frac{V_E}{f}$ په دې رابطه کې د منفي علامه د اورنگاډي په مخ کې د موج په طول پورې او مثبت علامه د اورنگاډي شاته د موج په طول پورې اړه لري. له دې کبله نوې فريکونسي په لاندې ډول ده:

$$\hat{f} = \frac{V}{\lambda} = \frac{V}{\lambda \mp \frac{V_E}{f}} = \frac{V}{\frac{V \mp V_E}{f}} \dots \dots \dots (۹۲-۹)$$

یا:

$$\hat{f} = f \left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}} \right) \dots \dots \dots (۹۳-۹)$$

په پورتنی رابطه کې منفي علامه د نږدې کيدونکې خپرونکې او مثبت علامه د ليرې کيدونکې خپرونکې لپاره ده. (۹-۹۱) رابطه د خوځنده يا متحرک خپرونکې لپاره په ثبت کونکې کې فريکونسي ده. تجربې ښيي چې د خپرونکې او ثبت کونکې حرکت په فريکونسي تقريباً يو شان اغيزه لري په کمو سرعتونو کې د فريکونسي ليرېد که خپرونکې په حرکت کې وي او يا ثبت کونکې د حرکت په حال کې وي يو شان دي. له ثبت کونکې يا اخيستونکې څخه منظور ناظر يا مشاهد دي.

(۹-۵) مثال:

فرض کړي آتن ساکن او اورگاډي د 30 m/sec په سرعت هغه ته نږدې کېږي، آتن د 440 Hz په فريکونسي صوت يا غږ خپروي. هغه فريکونسي چې په اورگاډي کې ترلاسه کېږي پيدا کړي؟
حل: لرو چې:

$$f' = f \left(1 + \frac{V_R}{V} \right) = 440 \text{ Hz} \left(1 + \frac{30 \text{ m/sec}}{331 \text{ m/sec}} \right) = 480 \text{ Hz}$$

(۹-۶) مثال:

فرض کړي چې د يوه اورگاډي الارم چې په 30 m/sec سرعت سره يوه ولاړ يا ساکن ناظر ته نږدې کېږي د 440 Hz په فريکونسي صوت خپروي. ناظر کومه فريکونسي اوروي؟

حل: له (۹-۹۳) رابطې څخه لرو چې:

$$f' = f \frac{1}{1 - \frac{V_E}{V}} = \frac{440 \text{ Hz}}{1 - \frac{30 \text{ m/sec}}{331 \text{ m/sec}}} = 484 \text{ Hz}$$

۹-۱۶: د فصل لنډيز

➤ اهتزازي حرکتونه هغو حرکتونو ته ویل کیږي چې یو جسم یا سیستم په واروار د خپل تعادل له حالت څخه یوه خوا او بله خوا تیرېږي او هرځل بیرته هغه ته راګرځي. که چیرې دابیرته راګرځیدنې له مساوي وخت څخه وروسته ترسره شي دا ډول اهتزازونه د پریودیکي اهتزازونو په نوم یادېږي.

➤ هارمونیک اهتزازونه هغو اهتزازونو ته ویل کیږي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کمیت مثلاً د رقاصې انحراف یا تغیر مکان د وخت په نسبت د سین او کوساین د قانون په مطابق بدلون کوي.

➤ د هارمونیکي اهتزاز معادله کله چې لومړنۍ فاز مساوي صفر وي عبارت دي له:

$$X = A \sin \omega t \dots\dots\dots (۹-۹۴)$$

د لومړنۍ فاز د موجودیت په صورت کې د هارمونیکي اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$X = A \sin(\omega t + \phi_0) \dots\dots\dots (۹-۹۵)$$

➤ ساده یا ریاضیکي رقاصه د m په کتلې سره د یوې مادې نقطې څخه عبارت ده چې د یوه بی وزنه تار په پای پورې خړول شوې ده. د هغه حرکت کله چې د اهتزاز امپلیتود کم وي تقریباً یو ساده اهتزاز دي. د ساده رقاصې زاویه یې فریکونسي او پریود په لاندې ډول دي.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \dots\dots\dots (۹-۹۶)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}} \dots\dots\dots (۹-۹۷)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \dots\dots\dots (۹-۹۸)$$

➤ فزیکي یا مرکبه رقاصه یو جسم دي چې له یوه دوراني محور څخه چې د ثقل له مرکز څخه د ℓ په فاصله واقع دي خورندوي. که چیرې د جسم د عطالت مومنټ د دوران د محور په نسبت J وي د نوموړي رقاصې زاویه یې فریکونسي او تناوب مساوي دي په:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \dots\dots\dots (۹۶-۹)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \dots\dots\dots (۱۰۰-۹)$$

په هارمونیکي اهتزاز کې د انرژي د تحفظ قانون عبارت دي له:

$$W = W_K + W_P = \text{const}$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \text{const} \dots\dots\dots (۱۰۱-۹)$$

په محیط کې د اهتزاز خپریدو ته څپه ایزه پروسه یا څپه وایی. څپې یا موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي.

هغه اهتزازونه چې په تدریجي توګه یې امپلیتود کمیږي او په پای کې مهتز جسم ودریږي د تبخیري یا مستهلک اهتزاز په نوم یادېږي.

د تبخیري اهتزاز معادله په لاندې ډول ده.

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \dots\dots\dots (۱۰۲-۹)$$

د اهتزازونو د ساتنې او دوام لپاره باید له یوې خارجي منبع څخه په خاموش کونکې یا تبخیري محیط کې سیستم ته په هغه مقیاس انرژي ورسول شي په کوم مقیاس چې انرژي ضایع کیږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تامینېږي د اجباري یا هدایت کونکې اهتزاز په نوم یادېږي.

د اجباري اهتزاز معادله عبارت ده له:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \dots\dots\dots (۱۰۳-۹)$$

د موجي حرکت معادله په لاندې ډول ده:

$$y = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \dots\dots\dots (۱۰۴-۹)$$

د صوت د سرعت فورمول عبارت دي له:

$$V = \sqrt{1,40 \frac{P_0}{\rho_0}} \dots\dots\dots (۱۰۵-۹)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتیب له اختلال مخکې فشار او کثافت دي.

د ساکن یا ولاړ موج معادله په لاندې ډول ده: C

$$y'(x, t) = [2y_m \sin kx] \cos \omega t \dots\dots\dots (۱۰۶-۹)$$

د لرزیدنې په اهتزازونو کې د لرزیدنې فریکونسي مساوي ده په: C

$$f_s = f_1 - f_2 \dots\dots\dots (۱۰۷-۹)$$

د دوپلر دافکت پر بنسټ په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي عبارت ده له: C

$$\hat{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \dots\dots\dots (۱۰۸-۹)$$

په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کیدونکې او منفي علامه د لیرې کیدونکې ثبت کونکې لپاره ده.

د خوځنده خپرونکې لپاره په ثبت کونکې کې فریکونسي په لاندې ډول ده: C

$$\hat{f} = f \left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}} \right)$$

منفي علامه د نږدې کیدونکې خپرونکې او مثبت علامه د لیرې کیدونکې خپرونکې لپاره ده.

د نهم فصل تمرین

1. د یوې ذرې تغیر مکان د $x = 4\cos(3\pi t + \pi)$ معادلې مطابق ترسره کیږي که

چیرې فاصله په متر او وخت په ثانیه اندازه شي پیدا کړي

الف) د اهتزاز امپلیتود

ب) د اهتزاز فریکونسي او پریود

ج) د ذرې موقعیت د $t = 0$ په لحظه کې

ځوابونه: الف: $4m$ ، ب: $0.67Hz$ ، $1.5sec$ ، ج: $-4m$

2. په پورته سوال کې د بیان شوې ذرې لپاره د t په وخت کې سرعت او تعجیل پیدا

کړي همدا رنگه د $t=0$ په لحظه کې د ذرې اعظمي سرعت او اعظمي تعجیل پیدا کړي؟

ځوابونه:

$$V = -12\pi \sin(3\pi t + \pi); V_m = 0$$

$$a = -36\pi^2 \cos(3\pi t + \pi); a_m = 36\pi^2 \frac{m}{sec^2}$$

3. یوه ذره هارمونیک اهتزاز ترسره کوي که چیرې د حرکت معادله یې

$$X = 5\cos(2t + \frac{\pi}{6})$$

لحظه کې پیدا کړي

الف) د ذرې تغیر مکان

ب) د هغې سرعت او تعجیل

ج) د حرکت امپلیتود او پریود

ځوابونه: الف: $4,3cm$ ، ب: $-5 \frac{m}{sec}$ ، $-17 \frac{cm}{sec^2}$ ، ج: $\pi sec, 5cm$

4. یوه ذره هارمونیک اهتزاز کوي په هر سایکل یا دوران کې مجموعاً $20cm$

فاصله طی کوي او اعظمي تعجیل یې $50 \frac{m}{sec^2}$ دي. پیدا کړي

الف) د اهتزاز زاویوي فریکونسي

ب) د ذرې اعظمي سرعت

ځوابونه: الف: $3,33 \frac{rad}{sec}$ ، ب: $16,65 \frac{cm}{sec}$

5. يوه ساده رقاښه (رياضيکي رقاښه) چې پريود يې $2,5 \text{ sec}$ دي
الف) د رقاښې طول پيدا کړي؟
ب) د نوموړي رقاښې پريود به د سپوږمۍ په مخ چيرې چې $(g_m = 1,67 \text{ m/sec}^2)$ دي پيدا کړي؟
ځوابونه: (الف: $1,55 \text{ m}$ ، ب: 6 sec)
6. د يوې ساده رقاښې طول 10 m دي د رقاښې فريکونسي او پريود پيدا کړي.
ځواب: $(T = 6,35 \text{ sec}, f = 0,158 \text{ Hz})$
7. يوه ساده رقاښه چې طول يې 2 m دي په داسې ځای کې اهتزاز کوي چې $g = 9,80 \text{ m/sec}^2$ دي. معلوم کړي چې په 5 min کې نوموړي رقاښه څو اهتزازه ترسره کوي. ځواب: (106)
8. يوه ساده رقاښه چې طول يې 3 m دي که چيرې نوموړي رقاښه له هغه ځايه چې هلته $g = 9,80 \text{ m/sec}^2$ دي داسې ځای ته وليږدول شي چې لوړوی او هلته $g = 9,78 \text{ m/sec}^2$ وي د نوموړي رقاښې د پريود بدلون معلوم کړي.
ځواب: $(1,78 \cdot 10^{-3} \text{ sec})$
9. يو جسم ساده اهتزازي حرکت ترسره کوي، فريکونسي يې 4 Hz او امپليتود يې 18 cm دي پيدا کړي.
الف) اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل
ب) د $x = 9 \text{ cm}$ لپاره يې سرعت او تعجيل
ځواب: (الف: $V_m = 144\pi$ ، ب: $a_m = 1152\pi^2 \text{ cm/sec}^2$)
10. د يوه اهتزاز کونکې جسم کتله $0,800 \text{ kg}$ او د فنر ارتجاعيت يې 140 N/m دي
الف) د تناوب وخت يې پيدا کړي؟
ب) خطي فريکونسي يې پيدا کړي؟
ج) زاويه يې فريکونسي يې پيدا کړي؟
ځوابونه: (الف: 0.47 ، ب: $2,1 \text{ Hz}$ ، ج: $13,2 \text{ rad/sec}$)

11. د يوه اهتزاز کونکې جسم کتله $0,400\text{kg}$ او د تناوب وخت يعنې پريود يې $0,200\text{sec}$ دي د فنر ارتجاعيت پيدا کړي. ځواب: (394 N/m)

12. يو جسم د يوه فنر په انجام کې چې د ارتجاعيت ضريب يې 200 N/m دي محکم شوې دي نوموړي سيستم په 4Hz فريکونسي سره اهتزاز کوي پيدا کړي
الف) د تناوب وخت

ب) زاويه يې فريکونسي

ج) د جسم کتله

ځوابونه: (الف: $0,25\text{sec}$ ، ب: $25,12\text{ Rad/sec}$ ، ج: $0,317\text{kg}$)

13. د هغه اهتزازي حرکت معادله وليکي چې امپليټود يې 5cm او پريود يې $0,5\text{sec}$ دي؟

ځواب: $(X = A \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t = 0,05 \sin \pi t)$

14. د هغه اهتزازي حرکت معادله وليکي چې امپليټود يې 4cm او فريکونسي يې $f = 50\text{Hz}$ ؟

ځواب: $X = A \sin 2\pi f t = 0,04 \sin 100\pi t$

15. د يوې رقاصې طول 98m دي. نوموړې رقاصه په څومره وخت کې يو اهتزاز بشپړه وي؟ ځواب: (20sec)

16. د ځمکې د جاذبې تعجيل د ټاکلو په منظور يې هغه رقاصه غوره کړي چې د سيم اوږدوالي يې $90,7\text{cm}$ او د يوې پولادي چرې (ساجمه) نه چې قطر يې 40mm دي تشکيل شوې ده. پس له تجربې معلومه شوه چې نوموړې رقاصه 100 اهتزاز په 193sec کې ترسره کوي. د نوموړې رقاصې په مرسته اندازه شوې تعجيل څومره دي؟
ځواب: $(9,82\text{ m/sec}^2)$

17. يو جسم د يوه فنر له انجام نه ځوړند او هارمونیک اهتزاز تر سره کوي. په هغه لحظه کې چې د جسم تغيير مکان د هغه د امپليټود نيمايي وي د جسم د مجموعي انرژي کومه برخه حرکي او کومه برخه يې پوتانشيل انرژي ده؟

ځواب: $(\frac{3}{4}$ حرکي او $\frac{1}{4}$ پوتانشيل)

18. يو جسم چې کتله يې $0,10kg$ او د يوه فنر په انجام پورې چې د ارتجاعيت ضريب يې $10 \frac{N}{m}$ دي ځوړند او اهتزاز ترسره کوي. د اهتزاز پريود پيدا کړي؟
ځواب: $(0,628sec)$

19. يوه نقطه د $10cm$ په امپليټود د $20Hz$ فريکونسي او د $\frac{\pi}{2}$ په لومړنۍ فاز سره اهتزاز کوي. د نوموړي نقطې سرعت او تعجيل د $t = \frac{1}{120}sec$ په وخت کې پيدا کړي؟
ځواب: $(-1,4 \cdot 10^5 \frac{cm}{sec^2}, 630 \frac{cm}{sec})$

20. د يوې نقطې اهتزاز د $X = \sin \frac{\pi}{6}t$ له معادلې سره سم ترسره کيږي د نوموړي نقطې سرعت او تعجيل پيدا کړي؟ ځواب: $(\frac{-\pi^2}{36} \sin \frac{\pi}{6}t, \frac{\pi}{6} \cos \frac{\pi}{6}t)$

The Greek Alphabet لومړۍ ضمیمه

Alpha	α	Eta	η	Pi	π
Beta	β	Theta	θ	Rho	ρ
Gamma	γ	Lamda	λ	Sigma	σ
Delta	δ	Mu	μ	Phi	Φ
Epsilon	ε	Nu	ν	Omega	ω

Some physical Data and Constants

Acceleration due to gravity	9.8 m/sec
Average earth-moon distance	$3.84 \times 10^8 \text{ m}$
Average earth-sun distance	$1.49 \times 10^{11} \text{ m}$
Average radius of the earth	$6.37 \times 10^6 \text{ m}$
Avogadros number (NA)	$6.022 \times 10^{23} (\text{gmole})^{-1}$
Density of air	1.29 kg/m^3
Density of water (20°C 1atm)	$1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
Gas constant (R)	$8.31 \text{ J/k} \cdot \text{mole}$
Gravitational constant (G)	$6.627 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$
Mass of the earth	$5.99 \times 10^{24} \text{ kg}$
Mass of the moon	$7.36 \times 10^{22} \text{ kg}$
Mass of the sun	$1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Speed of light (vacuum)	$2.9979 \times 10^8 \text{ m/sec}$
Standard atmosphere pressure	$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} (\text{Pa})$

Trigonometric Table

Angle in Degrees	Angle in Radians	Sine	Cosine	Tangent	Angle in Degrees	Angle in Radians	Sine	Cosine	Tangent
0°	0.000	0.000	1.000	0.000					
1°	0.017	0.017	1.000	0.017	46°	0.803	0.719	0.695	1.036
2°	0.035	0.035	0.999	0.035	47°	0.820	0.731	0.682	1.072
3°	0.052	0.052	0.999	0.052	48°	0.838	0.743	0.669	1.111
4°	0.070	0.070	0.998	0.070	49°	0.855	0.755	0.656	1.150
5°	0.087	0.087	0.996	0.087	50°	0.873	0.766	0.643	1.192
6°	0.105	0.105	0.995	0.105	51°	0.890	0.777	0.629	1.235
7°	0.122	0.122	0.993	0.123	52°	0.908	0.788	0.616	1.280
8°	0.140	0.139	0.990	0.141	53°	0.925	0.799	0.602	1.327
9°	0.157	0.156	0.988	0.158	54°	0.942	0.809	0.588	1.376
10°	0.175	0.174	0.985	0.176	55°	0.960	0.819	0.574	1.428
11°	0.192	0.191	0.982	0.194	56°	0.977	0.829	0.559	1.483
12°	0.209	0.208	0.978	0.213	57°	0.995	0.839	0.545	1.540
13°	0.227	0.225	0.974	0.231	58°	1.012	0.848	0.530	1.600
14°	0.244	0.242	0.970	0.249	59°	1.030	0.857	0.515	1.664
15°	0.262	0.259	0.966	0.268	60°	1.047	0.866	0.500	1.732
16°	0.279	0.276	0.961	0.287	61°	1.065	0.875	0.485	1.804
17°	0.297	0.292	0.956	0.306	62°	1.082	0.883	0.469	1.881
18°	0.314	0.309	0.951	0.325	63°	1.100	0.891	0.454	1.963
19°	0.332	0.326	0.946	0.344	64°	1.117	0.899	0.438	2.050
20°	0.349	0.342	0.940	0.364	65°	1.134	0.906	0.423	2.145
21°	0.367	0.358	0.934	0.384	66°	1.152	0.914	0.407	2.246
22°	0.384	0.375	0.927	0.404	67°	1.169	0.921	0.391	2.356
23°	0.401	0.391	0.921	0.424	68°	1.187	0.927	0.375	2.475
24°	0.419	0.407	0.914	0.445	69°	1.204	0.934	0.358	2.605
25°	0.436	0.423	0.906	0.466	70°	1.222	0.940	0.342	2.747
26°	0.454	0.438	0.899	0.488	71°	1.239	0.946	0.326	2.904
27°	0.471	0.454	0.891	0.510	72°	1.257	0.951	0.309	3.078
28°	0.489	0.469	0.883	0.532	73°	1.274	0.956	0.292	3.271
29°	0.506	0.485	0.875	0.554	74°	1.292	0.961	0.276	3.487
30°	0.524	0.500	0.866	0.577	75°	1.309	0.966	0.259	3.732
31°	0.541	0.515	0.857	0.601	76°	1.326	0.970	0.242	4.011
32°	0.559	0.530	0.848	0.625	77°	1.344	0.974	0.225	4.331
33°	0.576	0.545	0.839	0.649	78°	1.361	0.978	0.208	4.705
34°	0.593	0.559	0.829	0.675	79°	1.379	0.982	0.191	5.145
35°	0.611	0.574	0.819	0.700	80°	1.396	0.985	0.174	5.671
36°	0.628	0.588	0.809	0.727	81°	1.414	0.988	0.156	6.314
37°	0.646	0.602	0.799	0.754	82°	1.431	0.990	0.139	7.115
38°	0.663	0.616	0.788	0.781	83°	1.449	0.993	0.122	8.144
39°	0.681	0.629	0.777	0.810	84°	1.466	0.995	0.105	9.514
40°	0.698	0.643	0.766	0.839	85°	1.484	0.996	0.087	11.43
41°	0.716	0.656	0.755	0.869	86°	1.501	0.998	0.070	14.301
42°	0.733	0.669	0.743	0.900	87°	1.518	0.999	0.052	19.081
43°	0.750	0.682	0.731	0.933	88°	1.536	0.999	0.035	28.636
44°	0.768	0.695	0.719	0.966	89°	1.553	1.000	0.017	57.290
45°	0.785	0.707	0.707	1.000	90°	1.571	1.000	0.000	∞

اخځلیکونه References

1. Young Freedman 1996. University Physics Ninth Edition, Addison-Wesley Publishing com.INC
2. Douglas C. Giancoli 1995. Physics Prentice Hall International.INC
3. Hugh D.Young 1992. Univeristy Physics Eight Edition. Addison- Wesley Publishing Company.
4. Sexway 1986. Physics for Scientists and Engineers Sannder Golden Sanburst series.
5. Hans C. Ohanian. John T. Markert 2007 Physics for Engineers and Scientist, W.W.Norton and Company New York-London.
6. Hewitt. Suchocki Hewitt 1999 Conceptual Physical Science Second Edition. Addison Wesley Longman.
7. Yavorsky B.M. Selezrew 1979 Physics. A Reference Course Mir Publishers Moscow
8. Pajobckuu P.N 1979 Kypo puguku ugatellcmbo “Bewal wkola” Mockba
9. Ctmpelcob C. П. 1975. MEXANKA ugatellcmbo Hayka Mockba
10. دیود هالیدی، رابرت ریزنیک، جری واکر 2001 مبادی فزیک. جلد اول میکانیک و گرما مترجمین: محمد رضا جلیلیان نصرتی و محمد عابد انتشارات صفار-اشراقی
11. هیویانگ 1992: فزیک دانشگاهی جلد اول میکانیک ترجمه: فضل الله فروتن. نشر علوم دانشگاهی
12. واگتر فزیک میکانیک....
13. ستانیزی. عبدالظاهر، 1281 فزیک عمومی جلد اول-پوهنتون کابل پوهنځی ساینس