

بسم الله الرحمن الرحيم

لومړۍ فصل

د فزيکي کمیتونو اندازه کول

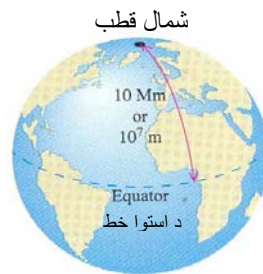
سریزه: فزيک د طبيعي علومو يوه خورا مهمه څانگه او تجربې علم دي. فزيک له تجربو او اندازه کولو سره سروکار لري. د فزيک زده کړه او مطالعه د فزيکي کمیتونو د اندازه کولو له څرنگوالي نه پيل کوو. له دې کمیتونو نه کولې شو له طول، کتلې، وخت، تودوخې، فشار او برېښنايي مقاومت نه نوم واخلو. په فزيک کې د هرې پوښتنې د ځواب لپاره بايد تجربه تر سره شي. په فزيک کې هر شی چې د اندازه کولو وړ وي د کمیت په نوم يادېږي يا دا چې کله د يوه عدد بنی آرخ ته واحد وليکل شي د ايو فزيکي کمیت ارائيه کوي لکه $5m$ ، $7N$ ، 10 C° او داسې نور.

د يوه فزيکي کمیت د توصيف او پېژندنې لپاره لومړۍ واحد معرفي کوو. د هر فزيکي کمیت واحد بايد د هغه کمیت له جنسه وي داسې چې نوموړې واحد خو ځله په هغه کمیت کې شامل وي. واحد بايد داسې وټاکل شي چې د وخت او ځای په نسبت بدلون ونه کړي او د نړۍ ټول وگړي ورڅخه يوشان گڼه واخلي او يو شان يې وکاروي. له اندازه کولو نه موخه د يوه فزيکي کمیت پرتله د هغه له واحد سره ده. په فزيک کې ډير زيات کمیتونه وجود لري چې په اصلي او فرعي باندې ويشل کېږي. د مېخانیک فزيک اصلي کمیتونه طول، کتله او وخت دي.

۱-۱: مقیاسونه او واحدونه

فزيک يو تجربی علم دي او په معمولي توگه د اندازې اخيستلو د پایلو د بيان لپاره د عددونو او واحدونو په کارولو سره عمل کوي. داسې بايد چې داسې واحدونه وکاروو چې د فزيکي کمیت په نوم يادېږي. ښې فزيکي کمیتونه د هر واحد په نسبت کې يوازې د اندازې اخيستلو په څرنگوالي سره تعريف او ځانگړي کېږي. دا ډول تعريف ته عملياتي تعريف وايي. خو په ځينې نورو حالتونو کې يو فزيکي کمیت د نورو اندازه

اخيستلو وړ کمیتونو په مرسته بيانېږي. له دې کبله کمیتونه په لومړۍ او دويم ډول او يا په بنسټيز (اساسي) او فرعي باندې ويشل کېږي. د بيلگې په توگه کله چې طول يا اوږدوالي د يوه درجه لرونکې خط کش او يا وخت د يوه ساعت په مرسته اندازه کوو دا دواړه کمیتونه بنسټيز کمیتونه دي، خو کله چې د يوه خوځنده جسم سرعت د طی کړل شوې واټن (چې د خط کش په مرسته اندازه شوې) او د هغه آړوند وخت (چې د ساعت په مرسته اندازه شوې) له تقسيم څخه په لاس راوړو دويم ډول کمیت او يا فرعي کمیت دي. د اندازه کولو په وخت کې هميشه کمیت د هغه آړوند واحد سره پرتله کېږي. کله چې وايو د يوه موټر اوږدوالي $4.29m$ دي دا مانا لري چې د نوموړې موټر اوږدوالي د ياد شوې درجه لرونکې خط کش 4.29 برابره دي چې د تعريف له مخې د هغه خط کش طول $1m$ دي. دا مقیاس د اندازه کولو د واحد په نوم ياديږي. متر د طول واحد او ثانيه د وخت واحد دي. په فزيک کې د يوه کمیت د بيان په وخت کې بايد د هغه واحد هم ذکر شي. د بيلگې په توگه د پورته ياد شوې موټر د طول د بيان لپاره يوازې د 4.29 عدد ويل هيڅ مانا نه لري. د اندازه کولو لپاره بايد واحدونه داسې تعريف او وټاکل شي چې په هيڅ ځای کې بدلون ونه کړي او د نړۍ وگړې په هر ځای کې له هغو نه يو شان گټه واخلي او د هغو د نمونو جوړول په ټولو ځايونو کې شونې وي. کله چې په ۱۷۹۱ کال کې د پاریس د علومو اکاډمۍ د متریک سيستم بنسټ کېښود نو يو متر يې د ځمکې د کرې د استوا د کرښې او قطب ترمنځ د واټن $(1-1)$ شکل يو پر لس ميليونمه $(\frac{1}{10^7})$ برخه او يوه ثانيه يې د يو متر طول لرونکې رقاصې د مسير له يوه انجام نه تر بل انجامه پورې د ليرد وخت تعريف 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 مېخانيک 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 (شپانه 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 منونکې 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 ساپکلونه 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 بياله 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 خپریدو سرعت مساوي 299792458 m/sec دي.

کټله Mass

د کتلې واحد د هغې استوانې کټله ده چې د پلاتين-ايريديوم 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 فزيکي 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 اټوم 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 طی 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) $(1ns) = 10^{-9}S$ يوه نانو ثانيه.

(د کمپيوټر په واسطه د جمعې د يوې عمليې د اجرا کولو $(1\mu s) = 10^6 \text{ sec}$ يوه ميکرو ثانيه لپاره لازم وخت)

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

$$(1 \text{ min}) = 60 \text{ sec} \text{ يوه دقیقه}$$

$$(1h) = 3600 \text{ sec} \text{ يو ساعت}$$

$$(1d) = 86400 \text{ sec} \text{ يوه ورځ}$$

۱-۳: د واحدونو يو په بل اړول راپول:

د فزيکي کمپونونو تر منځ د اړیکې د بيان لپاره چې په الجبري علامو سره ځانگړې کيږي الجبري اړیکه ليکي. هره الجبري علامه د يوې اندازې او يوه واحد معرفي کونکې ده. د بيلگې په توگه 10 m/s ، واټن، t ، 5 sec وخت او v ، 2 m/s سرعت بڼي.

په يوه فزيکي اړیکه کې بايد واحدونه په يوه سيستم کې وي لکه څرنگه چې انار له مينو سره نه جمع کيږي، همدارنگه دوه کمپونونه هغه وخت يو له بل سره جمع او منفي کيږي چې يوشان واحدونه ولري. د بيلگې په توگه که چيرې يو جسم د v په ثابت سرعت د S واټن د t په وخت کې طی کړي دا کمپونونه په لاندې ډول يو د بل سره اړوندوي:

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

څرنگه چې S په متر اندازه کيږي، بايد $v \cdot t$ هم په متر بيان شي.

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

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

ليدل کيږي چې $\frac{1}{\text{sec}}$ له sec سره اختصار او په پايله کې m پاته کيږي، واحدونه هم د الجبري علامو په شان ضرب او تقسيم کيږي. په دې طريقه 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 توگه 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: پوهيږو چې $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$ او يو ساعت 3600 sec دی، نو ليکلی شو چې: s

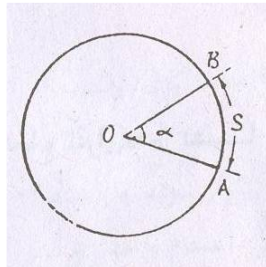
$$1019.5 \text{ km/h} = 1019.5 \left(\frac{10^3 \text{ m}}{\text{km}} \right) \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ sec}} \right) = 283.2 \text{ m/sec}$$

۱-۴: زاويه Angle

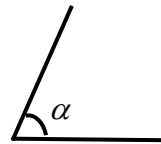
زاويه په دوه ډوله ده، مستوي او فضايي هره يوه يې جدا جدا معرفي کوو:

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)

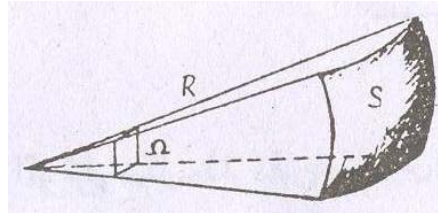
(۱-۲) شکل

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

د مستوي زاويې بل واحد درجه ده. يوه درجه د يوې دايرې د محيط $\frac{1}{360}$ 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.



شکل (۱-۳)

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:

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

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

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

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

(۱-۳) مثال: يارد (yard) او متر دواړه د طول واحدونه دي لومړی 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 څرگنديږي چې $100\text{yd}=91.44\text{m}$ دي له دې ځايه معلوميږي 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 کيږي.

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

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

حل:

۱-۵: وکتوری او سکالری کمیتونه Vectors and Scalars

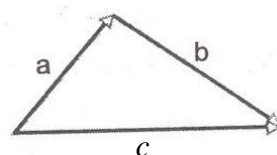
په فزيک کې ټول کمیتونه په دوو ډلو ویشل کيږي، وکتوری او سکالری. وکتوری کمیتونه هغو کمیتو ته ویل کيږي چې د هغو د بشپړې پېژندنې او اړايې لپاره په مقدار او کچې برسیره د هغو لوری او جهت هم باید په ګوته شي. یو وکتور د کچې او لورې یا جهت درلودونکې دي. د وکتوري کمیتونو بیلګې عبارت دی له: قوه، سرعت، تعجیل، امپولس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

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

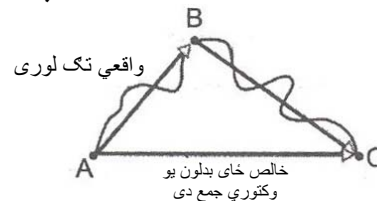
۱-۶: په وکتورونو باندې الجبري عمليې:

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، لومړی د B نقطې ته او وروسته د C نقطې ته رسیږي.



(ب)



(الف)

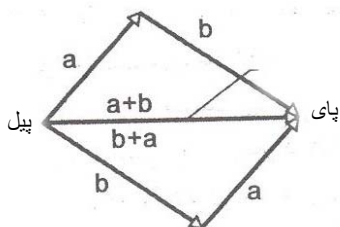
(۱-۴) شکل

د نوموړې ذرې عمومي تغيير مکان (ځای بدلون) د \vec{AB} او \vec{BC} دوو وکتورونو په واسطه ښودلې شو. ددې دوو تغيير مکانونو محصله د \vec{AC} تغيير مکان دي. (۱-۴ الف) شکل. \vec{AC} وکتور د \vec{AB} او \vec{BC} د وکتورونو حاصل جمع دی او په لاندې ډول ليکل کېږي.

$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} \quad (۱-۲)$$

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.

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a} \quad (۱-۳)$$

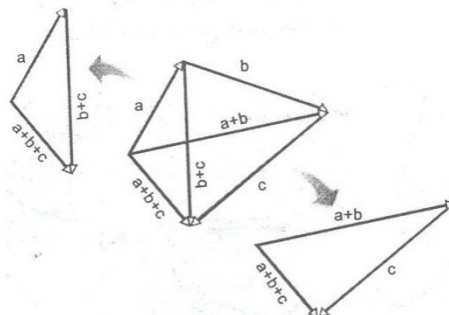


شکل (۱-۵)

(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)

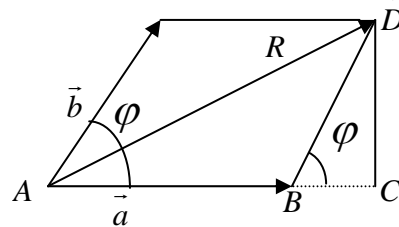
(۱-۶) شکل په مختلفو طريقو سره د \vec{a} او \vec{b} درې وکتورونو جمع په دواړو طريقو يو شان پایله لاس ته راځي او په لاندې ډول يې ليکلې شو.

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

(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 گټه 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



شکل (۱-۷)

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، يعنی

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

د محصله وکتور R د اندازې د پيدا کولو لپاره له شکل څخه گټه 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:

$$\overline{BC} = \overline{BD} \cdot \cos \varphi$$

$$\overline{CD}^2 = \overline{BD}^2 - \overline{BC}^2$$

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

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

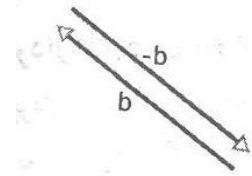
يا

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

(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:

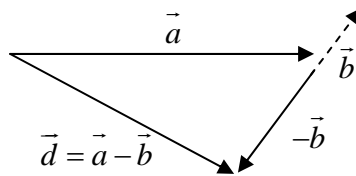
$$\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$$



(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، یعنی:

$$\vec{b} = k\vec{a} \quad (6-1)$$

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 یعنی:

$$\frac{\vec{a}}{k} = \vec{a} \frac{1}{k} \quad (7-1)$$

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.

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \varphi \quad (8-1)$$

سکالري ضرب ته نقطه یې ضرب هم ویل کېږي. په (8-1) رابطه کې φ د \vec{a} او \vec{b} تر منځ کوچنی زاویه ده.

ه) د وکتورونو، وکتوري ضرب Cross products

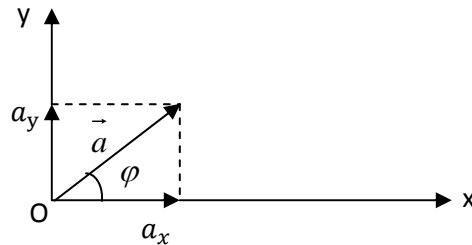
که چیرې د \vec{a} وکتور د \vec{b} په وکتور کې په وکتوري توګه ضرب شي، نو د $\vec{a} \times \vec{b}$ په ډول لیکل کېږي او حاصل ضرب یې د \vec{c} دریم وکتور دی، ددی وکتور کچه مساوي ده په :

$$|\vec{c}| = \vec{a} \times \vec{b} = ab \sin \varphi \quad (9-1)$$

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

۱-۸: 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 کوو.



(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 عمودی مرکبه a_y په لاس راكوي داسې چې:

$$a_x = a \cos \varphi \quad (۱۰-۱)$$

$$a_y = a \sin \varphi$$

۱-۹: د فزيک بنسټيز کمپتونه

په ۱۹۷۱ ميلادي کال کې د وزنونو او مقياسونو خوارلسم کنفرانس په نړيواله سطحه د فزيک او بنسټيز (اساسي) کمپتونه 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 کمپتونو له جملې نه لومړۍ درې يې، يعنې طول، کتله او وخت د ميخانيک فزيک بنسټيز کمپتونه دي. د بنسټيزو کمپتونو واحدونه په کيفي او اختياري توگه ټاکل شوي دي. د فزيکي کمپتونو د واحدونو نړيوالې سيستم (System International) SI دي. په

دې سيستم کې د طول واحد متر (m)، د کتلې واحد کيلوگرام (kg)، دوخت واحد ثانيه (sec)، د برېښنا د جريان د شدت واحد امپير (A)، د تودوخې د درجې واحد کلوين (k)، د نوري قوې واحد کاندېلا (cd) او د ذرو د مقدار واحد مول (mole) دي.

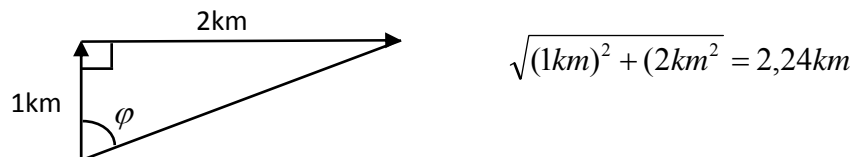
په بنسټيزو کمپونونو برسیره په فزيک کې زيات شمير فرعي او يا اشتقايي کمپونونه او د هغو واحدونه وجود لري. فرعي واحدونه د اصلي يا بنسټيزو واحدونو له ضرب او تقسيم څخه حاصلېږي. د بيلگې په توگه سرعت يو فرعي کميت دي او واحد يې د SI په سيستم کې $\frac{m}{sec}$ دي، چې د دوو اصلي واحدونو له تقسيم نه حاصلېږي. کار په فزيک کې يو فرعي کميت دي واحد يې Joule دي، $1J = N \cdot m = kg \cdot \frac{m}{sec^2} \cdot m$ دلته هم وينو چې ژول د دريو اصلي واحدونو له حاصل ضرب او تقسيم نه حاصلېږي.

(۱-۵) مثال: د اسکي لوبغاړې لومړۍ 1km شمال خواته او ورسته 2km د ختيځ خواته تغيير مکان کوي پيدا کړي:

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

ب) د تغيير مکان دوکتور کچه او جهت.

حل: د اسکي د لوبغاړې تغيير مکان د گراف په واسطه په مناسب مقياس سره رسموو.



د φ زاويه د مثلثاتي رابطنه په گټه اخيستنه پيدا کوو

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

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

۱-۱۰: د فصل لندیز

د میخانیک فزیک اصلي یا بنسټیز کمیټونه کتله، طول او وخت دي او په نړیوال سیستم یا SI کې د هغو د اندازه کولو واحدونه په ترتیب سره کیلوگرام، متر او ثانیه دي.

یو سکالري کمیت د یوه عدد په واسطه ځانگړې کېږي او په دا ډول کمیټونو باندې محاسبه د عادي یا معمولي حساب د قاعدو تابع دي. د یو 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 یو سکالري کمیت دي او په لاندې ډول تعریف کېږي.

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

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

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

د فزیک اوه بنسټیز کمیټونه عبارت دي له: طول، کتله، وخت، د برنسا د جریان شدت، د تودوخې درجه، نوري قوه او د ذرو کچه یا مقدار.

د لومړۍ فصل سوالونه

1. يوه فضايي سپوږمکې د 300km په ارتفاع د ځمکې په شاو خوا راگرځي دا ارتفاع د يارد او ملي متر له جنسه پيدا 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 محيط په کيلو متر او مساحت يې په کيلو متر مربع حساب کړي؟ ځوابونه: $(4 \cdot 10^4 \text{ km}; 5.096 \cdot 10^8 \text{ km}^2)$
3. د يو يارد مربع او يو سانتي متر مربع، يو کيلو متر مربع او يو سانتي مربع تر منځ رابطه پيدا 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 يوه کان کې هر کال 75 هکتاره ځمکه د 26m په ژوروالي لوڅيږي او ليردول کيږي معلوم کړي چې په دې موده کې د ځمکې څومره حجم د کيلومتر مکعب په حساب ليردول شوې دي؟
ځواب: (0.0195km^3)
5. يو نوري کال هغه فاصله ده چې نور يې په 300000 km/sec سرعت سره په يوه کال کې طی کوي دا فاصله د متر له جنسه پيدا 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 پيدا 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 څومره وخت کې ځمکې ته را رسيږي؟ ځواب: (8.44 min)
8. د اوبو کثافت 1 gr/cm^3 دي دا کثافت د kg/m^3 له جنسه پيدا کړي؟
ځواب: 1000 kg/m^3
9. په يوه مخزن کې 5700m^3 اوبه دي د نوموړو اوبو کتله په کيلوگرام او ملي گرام حساب کړي؟ ځوابونه: $5.7 \cdot 10^{12} \text{ mg}; 5.7 \cdot 10^6 \text{ kg}$
10. د 8.50in^3 حجم په m^3 تبديل کړي؟ ځواب: $(1.39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3)$

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

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

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

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

13. د مس د اتوم کتله $1.06 \cdot 10^{-22}\text{ g}$ او کثافت يې 8.9 gr/cm^3 دي. په 1 cm^3 مسو کې د اتومونو تعداد پيدا 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 پيدا کړي؟ ځواب: $(6.7 \cdot 10^8\text{ mile/h})$

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

16. يو کال (365.25 ورځې) څو ثانيې کېږي؟ 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 پيدا کړي؟ ځواب: (0.98 ft/ns)

18. د اوسپنې کثافت 7.87 gr/cm^3 او د يوه اتوم کتله يې $9.27 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$ ده که چيرې اتومونه کروي فرض کړو او يو له بل سره نښتې وي پيدا کړي (الف) د اوسپنې د يوه اتوم حجم

(ب) د گاونډيو اتومونو د مرکزونو ترمنځ فاصله.

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

دويم فصل

کينماتيک 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 هلاکې 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 هلاکې ته تغيير د مکان وکړي او د موټر پورتنی ذکر شوې دواړه سپرلې هم ځايونه سره بدل کړي، پدې حالت کې موټر نظر هلاکې 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 توضیح کيدای شي چه د حرکت مبدأ معلومه وي. بايد ووايو چه حرکت ډير ډولونه لري لکه ميخانيکي حرکتونه، کيمياوي حرکتونه، بيولوژيکي حرکتونه، د لمریز نظامونو حرکتونه او داسې نور اما مونږ يواځې دلته ميخانيکي حرکتونه څيړو. ميخانيکي حرکتونه په دوه ډوله څيړل کېږي.

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

ب) هغه حرکتونه ، چه د حرکت لامل يعني قوه پکښې مطالعه کېږي د مېخانيک دی برخې ته دینامیک وايي.

په دې فصل کې یواځې کینماتیک تشریح 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.

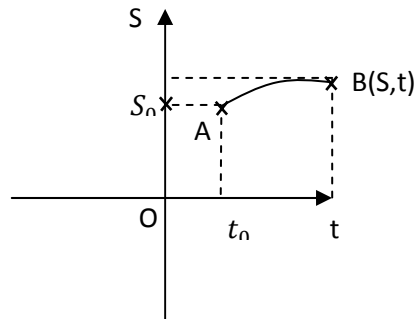
ب) غورځونې یا پرتابي حرکتونه: په مایل پرتاب کې د غورځول شوې جسم تگ لاره منحنی خط دي.

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 چه د حرکتونو اساسي پارامترونه د اندازه کولو لپاره باید، ونومول شي. هر هغه څه چه 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 چه 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 چه 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 چه یوه لپاره به رسم کړي چه د مسیر په نوم یادېږي د مسیر د هرې نقطې موقعیت د

فاصلې او وخت د وضعيه کمیتونو په واسطه مشخص کيداې شي. فرضاً حرکت کونکې جسم مخکښې له مخکښې 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 خوځیدونکې 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.



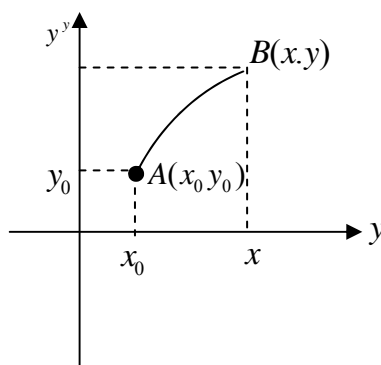
(۱-۲)

$$s = f(t) \quad (۱-۲)$$

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

$$x = f(t)$$

$$y = f(t)$$



شکل (۲-۲)

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 توگه 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 توگه وهي، يعنې که چيرې يو جسم پنځه دقیقې په سیده مخامخ خط حرکت وکړي، نو په هره دقیقه کې باید مساوي فاصلې طی کړي د مثال په توگه که چيرې په لمرې 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 يو بل عنصر د سرعت څخه عبارت دي. د فاصلې او وخت سربيره د حرکت په وخت کې کيداې شي، چه يو خوځيدونکې جسم په متشابه منظم حرکت کې په هره دقیقه کې درې درې متره لاره وهي او يو 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 يو جسم په پنځو دقیقو کې پنځلس متره واټن وهي او دویم جسم په پنځو دقیقو کې دیرش متره لاره طی کوي. دلته د حرکت ځانگړې کوونکې يو بل پارامتر دي چه د خوځنده جسم چټکوالي بیانوي. دغه کمیت د سرعت په نوم یادېږي. او په لاندې توگه بیانېږي:

۲-۴: سرعت Velocity

په متشابه منظم يو نواخت حرکت کې هغه فاصله چې يو خوځنده جسم ئي د وخت په واحد کې طی کوي سرعت بلل کېږي، څرنگه چه په متشابه منظم حرکت کې يو جسم هميش مساوي فاصلې په مساوي وخت کې وهي، او کوم تغيير پکښي نه راځي نو پدې علت په متشابه منظم يو نواخت حرکت کې سرعت يو ثابت کميت دي او تغيير نکوي د رياضي له نقطه نظره دغه مفاهيم داسې ليکل شو.

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

دلته v سرعت، s هغه فاصله ده چه د t په وخت کې يې خوځنده جسم وهي. که چيرې په پورتنۍ رابطه کې s په متر او t په ثانيه اندازه کړو، معلومېږي چه د سرعت د اندازه کولو واحد يعنی $v = \frac{s}{t} = \frac{m}{sec}$ دي همدارنگه کيداې شي سرعت په $km/hour$ او يا په $\frac{cm}{sec}$ او داسې نور واحدونو اندازه کړو. په انگليسي ژبو ملکونو کې سرعت معمولاً په ميل في ساعت $mile/hour$ باندې اندازه کېږي. که چيرې فرض کړو چه يو جسم په متشابه منظم حرکت کې د s واټن په t_1 وخت کې او د s_2 واټن په t_2 وخت کې ووهي. واضح ده چه نوموړې خوځنده جسم د $(s_2 - s_1)$ فاصله په $(t_2 - t_1)$ وخت کې وهي په دې حالت کې د سرعت لپاره ليکلې 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 ليکلې شو چې:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \dots\dots\dots(۳-۲)$$

(۳-۲) رابطه د منځنۍ سرعت معادله ده.

که چيرې ددغه کميتونو لپاره $\Delta t \rightarrow 0$ تقرب وکړي نو ليکلې شو چې:

$$v = \lim \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} = \dot{s} \dots\dots\dots(۴-۲)$$

$$\Delta t \rightarrow 0$$

(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 گټه اخيستلو په ځانگړې توگه د متشابه منظم يو نواخت حرکت معادله په لاندې توگه حاصلېږي.

د متشابه منظم يو نواخت حرکت معادله

د مطلب د بڼه وضاحت لپاره د سرعت وروستنی 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

$$s - s_0 = vt$$

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

وروستی 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 لومړنی 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 لاندینی شکل لري.

$$s = bt + a \dots\dots\dots (۲-۶)$$

که چیرې په پورتنیې معادله کې $t = 0$ وي واضح خبره ده چې $s = a = s_0$ قیمت اخلي، هغه لمړینی 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.

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

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

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

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

۲-۱ مثال: که چيرې يو سپرې 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 کړې چې يو سپرې د سهار په نهو بجو په پلي ګرځيدنې پيل کوي او په 10:30 بجو د حرکت د پيل له ځای څخه 7360m ليرې کيږي د نوموړې سپرې 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 بلکې 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 وهی. 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 څرنگوالي مشخص کوونکې دي او د تعجیل یا بیړی 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

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

څرنگه 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 نښې 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 يوې فضايي سپوږمکې منځنۍ تعجيل په داسې حال کې پيدا کړي چې په خارجي فضا کې په $5,0\text{sec}$ کې يې سرعت له 1240m/sec څخه تر 1300m/sec پورې رسېږي؟

حل: د منځنۍ تعجيل 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: يو جسم د 12m/sec په سرعت سره حرکت کوي وروسته له 4sec وخت څخه د جسم لحظوي تعجيل پيدا کړي؟

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

حل:

۲-۶: د متشابه منظم متغير حرکت معادله

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

مونږ پوهېږو چه

لدغه ځايه

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

که چيرې $t_0 = 0$ وي، نو لرو چې:

$$v - v_0 = at$$

او يا هم

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

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

له بلې خوا پوهېږو چې: $V_{ave} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t}$ که چې $t_0 = 0$ وي

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

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

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

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (۲-۱۳)$$

دغه رابطه د متشابه منظم متغير حرکت معادله ده.

S - وهل شوې واټن

a - تعجيل (بیره)

v_0 - لمړنۍ سرعت

S_0 - لمړنۍ وهل شوې واټن دی

پورتنيو رابطو ته ددغه حرکت تعجيلي معادلې ويل کيږي يعنې په جسم کې د سرعت په زياتيدو سره تعجيل رامنځ ته کيږي.

که چيرې تعجيل په حرکت کې د سرعت د کميدو له امله منځ ته راشي نو وروستی رابطه لاندینۍ شکل غوره کوي.

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

مناقشه: که چيرې په تعجيلي يا تاخيري حرکت کې لمړۍ فاصله s_0 وجود ونلري، پدې حالت کې د حرکت معادلې لاندینۍ 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 يې عبارت دی له:

$$v = v_0 + a t$$

$$v = v_0 - a t$$

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

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad \dots\dots\dots (۲-۱۴)$$

$$v = a t$$

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

$$v = -a t$$

په تاخيري حرکت کې ورو ورو د v سرعت کمېږي او کله چې $v = 0$ شي نو $v_0 = at$ کېږي دلته بايد و ويل شي چې په دې ډول خوځښت کې د حرکت مشخصه د فاصلي او سرعت سربيره تعجيل هم دي. پورتنۍ معادلې د وخت يعنې t په افنا سره بله بڼه ځان ته غوره کوي. که چيرې د سرعت د معادلې څخه د t قيمت و اخلو او د حرکت په معادله کې يې 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 چيرې د t قيمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، لرو چې:

$$s = \frac{1}{2} a \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2 + v_0 \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \left(\frac{v - v_0}{a} \right)$$

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

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

$$s = \frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0}{2a} + \frac{v_0 v - v_0^2}{a}$$

$$s = \frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0 + 2vv_0 - 2v_0^2}{2a}$$

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

که چيرې $v_0 = 0$ وي

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

او يا هم

$$s = \frac{v^2}{2a} \dots \dots \dots (15-2)$$

نوت: محصلان دې پورتنۍ محاسبه په تاجيلي حرکت کې اجرا کړې او د استاد د ملاحظې څخه دې تيره کړې. په ياد ولري چې په تاجيلي يا په بل عبارت تاخيري حرکت کې تعجيل

منفي يعنی $a < 0$ دی ددغه حرکت ډير بڼه مثال د موټر د برک نيولو څخه د موټر تر دريدو پورې حرکت نه عبارت دي.

۲- ۵ مثال:

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

الف) که چيرې تعجيل ثابت وي د هغه قيمت پيدا کړي؟

ب) د نوموړې فاصلې د طی کولو وخت پيدا کړي؟

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

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(s - s_0)} = \frac{(45 km/h)^2 - (75 km/h)^2}{2(0.088 km)} \quad \text{(الف)}$$

$$= -2.02 \cdot 10^4 km/h^2 = -1.55 m/sec^2$$

دا چې د a قيمت منفي دی، نو ځکه حرکت تاخيري او په پای کې موټر ودریږي.

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

۲- ۶ مثال:

که چيرې يو موټر د سکون له حالت څخه په $3,0 m/sec^2$ تعجيل سره په حرکت پيل وکړي وروسته له $6,5 sec$ څخه څومره فاصله طی کوي؟

حل: څرنګه چې موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کوي، نو ځکه لومړنی سرعت يې مساوي صفر دی، له دی کبله لرو چې:

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

۲- ۷: آزاد سقوط Free Fall

فکر موکړي ټول اجسام د لوړې ارتفاع څخه مخ بڼکته لويږي، دغه لويدنه د ټولو اجسامو لپاره په ټاکلي جغرافيوې موقعيت کې د هوا د نشتوالی په صورت کې يو شان سر ته رسيږي. اجرا شوې تجربې دابنسي چه د لويدونکې (سقوط کونکې) جسم مسير د ځمکې په لوريو مستقيم خط دي.

د لمړۍ ځل لپاره دغه قانونمندی ته انگلیسي ستر ریاضي پوه او فزيک پوه "نیوټن (Newton)" متوجه شو. دی په نابیره توګه پخپل بن کې د منې د یوې ونې لاندې په تفکر کې و، چه ناڅا په دده د سر د پاسه د منې یوه دانه پررا ولویده. دی په دې فکر شو چه وروسته د لویدو څخه دا منه ولی په بله خوا وولاړه نه چه مخامخ بڼکته په ده ولویده. وروسته د ډیرو تجربو څخه دی د نتیجې ته ورسیده چه په منه 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 منه مخ بڼکته 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.

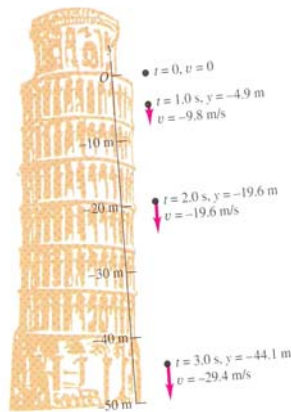
1. په ازاد سقوط کې د هوا په نشتون کې ټول اجسام په سیده مستقیم خط د ځمکې په مخ رالویږي.

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 آزادی لویدنی د خوځیدو قانون متشابه منظم متغیر حرکت دی او هر څومره چه جسم د ځمکې مخ ته نږدې کیږي رالویدونکې جسم په چټکې سره حرکت کوي، یعنی 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 بڼکته خوشې کړای شي او د هغه سرعت وروسته د هرې دقیقې څخه اندازه کړای شي، نو لاندیني نتیجه تری لاسته راځي.



شکل (۲-۳)

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

$$v = (tg) \quad \text{په لمړۍ دقيقه کې}$$

$$v = 2gt \quad \text{په دويمه دقيقه کې}$$

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 ارائه 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 شيان 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 تاخیري حرکت په معادله کې s په h او $a = g$ سره عوض کړو د مخ پورته عمودي غورځونې معادله په لاندې ډول لیکلې شو:

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

دغه رابطه د تاخیري 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:

$$v = v_0 - gt$$

$$v - v_0 = -gt$$

$$v_0 - v = gt$$

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

$$(۲۰-۲)$$

$$h = v_0 \left[\frac{v_0 - v}{g} \right] - \frac{1}{2} g \left[\frac{v_0 - v}{g} \right]^2$$

$$h = \frac{v_0^2 - vv_0}{g} - \frac{v_0^2 + v^2 - 2vv_0}{2g}$$

$$h = \frac{2v_0^2 - 2vv_0 - v^2 - v_0^2 + 2vv_0}{2g}$$

$$h = \frac{v_0^2 - v^2}{2g}$$

$$v_0^2 - v^2 = 2gh$$

خرنگه چه په اعظمي نقطه کې $v = 0$ دي، نو ليکلې شو چې:

$$v_0^2 = 2gh$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \dots\dots\dots (۲۱ - ۲)$$

اوس غواړو ثابت کړو چه د آزاد سقوط او مخ پورته غورځيدنې وخت پدې شرط چه ارتفاع مساوي وي سره مساوي دي يعنې که د آزاد سقوط وخت t_1 او په عين ارتفاع سره د مخ پورته غورځيدو 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 چه جسم د h ارتفاع ته رسېږي $v = 0$ دي او $v_0 = gt_2$ کېږي.

خرنگه چه $v = v_0$ دي نو ليکلې شو چه

$$gt_1 = gt_2$$

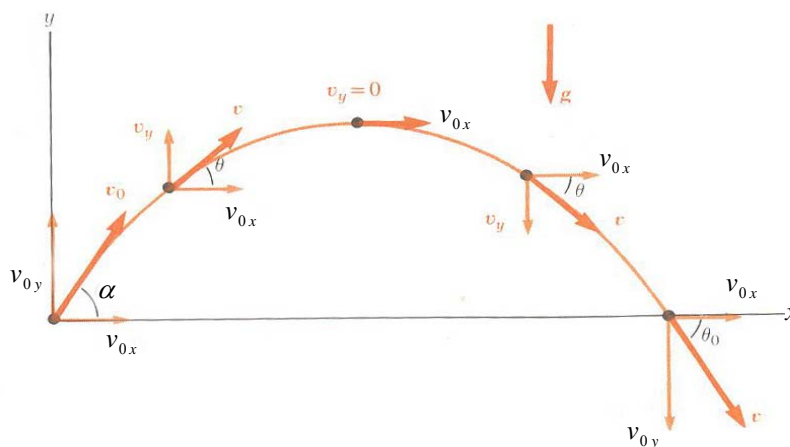
$$t_1 = t_2 \dots\dots\dots (۲۲ - ۲)$$

۲-۱۰: مايله غورځونه Projectile motion

په عملي ژوند کې ډير داسې کېږي چه يو جسم د يوه موقعيت څخه بل ته وغورځول شي، دا چه دغه غورځول شوې جسم چه په لمړنۍ v_0 سرعت سره د α زاويې لاندې د يوې مېدې څخه غورځول کېږي، پخپله تگ لاره کې په خرنگه مسير يا لارې خوځېږي تر

مطالعي لاندې نيول کيږي او د دغه مسير پورې اړوند پارامترونه يا په بل عبارت د حرکت د اړوند کميتونه څيړل کيږي.

داسې په پام کې نيسو چه يو جسم د (x, y) د وضعيه کميتونو د سيستم د مبدی څخه v_0 په لمړنی سرعت سره د α زاويې لاندې چې د x د محور سره يې جوړوي غورځول کيږي. که په ځير وليدل شي معلومېږي چې نښه ويشتونکې د O د مبدی څخه د x په محور باندې مخامخ نښه نه شي ويشتلې، نښه ويشتونکې غيشی مجبور دی چه لمړی يو لوړوالي ته ورسېږي (د لوړوالي ته) او د نښې په لور د هم هغه ځای څخه حرکت وکړي ترڅو په نښه ولگيږي. مونږ د داسې يو حرکت ټولې ځانگړتياوې په لاندې توگه توضیح کو.



شکل (۲-۴)

۲-۱۱: د مایل غورځول شويو اجسامو د حرکت معادلي

که چيرې د غورځول شوي جسم لمړنی سرعت v_0 او غورځيدو زاويه د x له محور سره α وي، نو کولای شو چه د v_0 سرعت چه وکتوري کميت دي د x او y په استقامتونو تجزيه 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 $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$ کيږي. د بلې خوا نه د x محور په اوږدو کې v_x مرکبه ثابته پاتې کيږي، 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 کميږي ترڅو صفر شي وروسته د t وخت څخه د y محور په لور د غورځول شوي جسم سرعت $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha - gt$ کيږي.

که چيري غورځول شوي جسم خپلې ډيري لورې نقطې يعنې د اوج نقطې ته ورسيري هلته سرعت يعنې $v_{0y} = 0$ کيږي لدغه ځايه:

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

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

د t په دغه قيمت سره د مرمي يا غيشي د رسيدو نيمايي فاصله د x په محور وهل کيږي. که د t قيمت د x په لوري د حرکت په معادله کې وضع کړو. نو ليکلې شو چې:

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

تيررس نيمايي فاصله ده. د تيررس نيمايي فاصله که دوه چنده کړو، نو هغه فاصله لاسته راځي چه غورځول شوي جسم ورته د t په وخت کي رسيري يعنې

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

د بلې خوا

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

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

دا د تيررس فاصله يا د غورځول شوي جسم له مبداء نه په ځمکه باندې د رالويدو د نقطې تر منځ فاصله ده. اوس د غورځول شوي 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

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

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:

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

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

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

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (۲۶-۲)$$

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

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

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

که په دې معادله کې د t قيمت 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 قيمتونه دی لیکلې شو

چې:

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

دا معادله د غورځونې د حرکتونو تگ لورې (مسیر) بنسې چې یو پارابول دی چې خانگې یې بنسکه خواته دی $(-b)$.

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

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

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

t لورې نقطې ته د رسیدو وخت دی که د t دا قيمت د حرکت په معادله کې وضع کړو،

نو د جسم ترټولو لوړه نقطه یا د اوج نقطه په لاس راځی، یعنی:

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

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

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

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

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \sin^2 \alpha \dots\dots\dots (۲۷-۲)$$

۲-۸ مثال:

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

الف) د اوج د نقطې ارتفاع پیدا کړي؟

ب) څومره وخت وروسته توپ په ځمکه راوليږي؟

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، يعنې $v_y = 0$

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

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

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

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

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

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

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

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

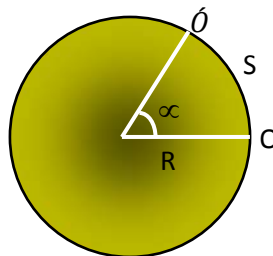
$$t = \frac{2 \left(12,0 \frac{m}{\text{sec}}\right)}{\left(9,80 \frac{m}{\text{sec}^2}\right)} = 2,45 \text{ sec}$$

نومورې توب 2,45sec وروسته بیرته په ځمکه راولیږي.

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 ځانگړتیاوې د دایرې د مرکز، شعاع، قطر او محیط ځینې عبارت دي. دغه کمیتونه د یو بل سره د π پوسيله مرتب 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 پوری اړوند دي چه د دایرې د افقي محور او د خوځېدونکې نقطې او د دایرې د مرکز د اتصالي خط تر منځ تشکیل کیږي. که چیرې نومورې زاویه α او ددایرې شعاع R وي نو د زاوې مقابل قوس S د α او R په وسیله مشخص کیږي.

$$S = R \alpha \dots\dots\dots (۲-۲۸)$$



شکل (۲-۵)

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 و خوځیږي او وروسته د t ټاکلې وخت څخه د O موقعیت ته ورسېږي. په حقیقت کې د دایرې پر محیط نومورې جسم د $S = OO'$ فاصله د t په وخت کې وهي. ددغه قوس

په مقابل کې نوموړې جسم مرکزي ∞ 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 ∞ زاويې پورې اړونده ده. څرنگه چه په يوې ځانگړې دايره کې د دايرې شعاع R ثابت کميت دي. نو ويلې شو چه په يوې ټاکلې دايره کې د محيط په امتداد باندې وهل شوې فاصله S د مرکزي ∞ زاويې تابع دي.

$$S = Rf(\alpha) \quad \text{يعنې}$$

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

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

پدغه رابطه کې $\frac{d\alpha}{dt}$ ته زاويوی سرعت ويل کيږي که چيرې زاويوی سرعت په ω سره وښودل شي. نو لاندینې 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، چه د جسم د خوځښت په وخت کې خپل جهت ته تغيير ورکوي او د جهت دغه تغيير په متشابه منظم حرکت کې د زاويوي تعجيل باعث گرځي. بايد وويل شي د خطي سرعت تغيير په ټاکلې وخت کې د زاويوي سرعت د تغيير لامل هم گرځي. پوهيږو چه تعجيل د سرعت مشتق نسبت وخت ته دی، يعنې:

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

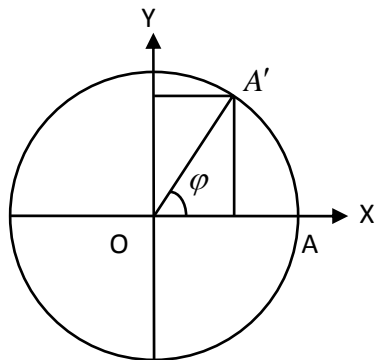
پدې رابطه کې $\frac{d\omega}{dt} = \beta$ د زاويوي تعجيل په نوم ياديږي.

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 کینې خواته د A' په استقامت خوځی او وروسته د t له وخت څخه A' موقعیت ته رسېږي. 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 لاندینی توگه حاصلولې شو.

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

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



شکل (۲-۶)

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

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

$$v_y = \dot{y} = R\omega \cdot \cos \omega t \dots\dots\dots (۲-۳۳)$$

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 چيرې (۲-۳۳) او (۲-۳۴) رابطې يو ځل بيا اشتقاق شي نو ليکلې شو چې:

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

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

ټوليز او يا محصله تعجيل عبارت دي له

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

$$a = R^2\omega^4 (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t)$$

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

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

د بلې خوا څرنگه چه

$$v = R\omega$$

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

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

او يا هم

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

۲-۹: مثال:

يو جسم د $9,2 \text{ m/sec}$ په سرعت سره په يوه دايروي مسير چې شعاع يې 22 m ده حرکت کوي د جسم پريود يا د تناوب وخت پيدا کړي؟

حل: لرو چې:

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

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

۲- ۱۰ مثال:

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

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

۲-۱۴: د فصل لټوليز

- ☉ کله چې يو جسم د يوه مستقيم خط په امتداد حرکت کوي د هغه د وضعيت د O د مبدا د نقطې په نسبت په S سره بنودل کيږي. د تغيير مکان د يوه جسم X ځای بدلون دي او د فاصلي په خلاف وکتوري کميت دي. که چيرې يو جسم يا يوه ذره د X د محور په مثبت جهت حرکت وکړي د هغه تغيير مکان مثبت او که په منفي جهت حرکت وکړي تغيير مکان منفي دي.

☉ د يوه 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 يي سرعت (يا 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 تعجيل 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 يي تعجيل (يا په ساده ډول تعجيل) د سرعت بدلون نسبت وخت ته دي، يعنې:

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

- ☉ کله چې تعجيل ثابت وي د حرکت معادلي په لاندې ډول دي.

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

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

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

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

⊖ 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 حرکتونو يا غورځونو کې $a_x = 0$ او $a_y = -g$ دي د تغيير مكان او سرعت مرکبې عبارت دي له:

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

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

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

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

⊖ کله چې يو جسم د R په شعاع په يوه دايره يي مسير باندې د V په سرعت حرکت کوي د هغه تعجيل مساوي دی په:

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

د دويم فصل سوالونه

1. يو اورگاډی (ترين) چې اوږدوالی يې $100m$ دي. د $200m$ په اوږدوالي تونل نه په څومره وخت کې تيرېږي که چېرې د اورگاډي سرعت 36 km/h وي؟
 ځواب (30sec)
2. يو زده کوونکې له کور نه د بسونځي په خوا لومړی $350m$ د ختيځ په خوا او وروسته $350m$ د شمال په خوا حرکت وکړ د زده کوونکې تغيير مکان پيدا کړی؟
 ځواب (494.9m)
3. يو بايسکل ځغلونکې په مستقيمه لاره د 12 km/h په سرعت بايسکل ځغلوې د لوديځ نه د ختيځ په خوا د يوه ننداره کونکې له څنگ نه تير شو. معلوم کړئ چې دوه ساعته مخکې بايسکل ځغلونکې چېرې وه او همدا رنگه وواياست چې يو نيم ساعت وروسته به بايسکل ځغلونکې چېرې وي؟ ځوابونه: (له ننداره کونکې نه 24 km د لوديځ په خوا، له ننداره کونکې نه 18 km د ختيځ په خوا)
4. دوه بايسکل ځغلونکې د $160m$ په واټن يو له بل نه واقع او په يوه وخت يو له بل سره د ملاقات يا ليدنې لپاره دواړه يو د بل په خوا په حرکت پيل کوي. د يوه سرعت 3 m/sec او د بل 5 m/sec دي. وروسته له څومره وخت نه يو له بل سره مخامخ کېږي د هر يوه تغيير مکان پيدا کړی. ځوابونه (100m, 60m, 20sec)
5. د ځمکې او سپوږمۍ ترمنځ واټن 380000 km دي. يوې مصنوعي سپوږمکې يا فضايي بېرې د نوموړې واټن نيمايي برخه په 25 ساعتو کې او دويمه نيمايي برخه يې په 50 ساعتو کې طی کړه. د بېرې منځنۍ سرعت په لومړۍ نيمايي، دويمه نيمايي او په ټول واټن کې پيدا کړي حرکت مستقيم الخط فرض کړی؟ ځوابونه ($7,6 \cdot 10^3\text{ km/h}$ ، $5,7 \cdot 10^3\text{ km/h}$ ، $3,8 \cdot 10^3\text{ km/h}$)

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

7. د 0,001sec په جريان کې د فضايي بېرې سرعت $0,05 \text{ m/sec}$ زيات شو. پيدا کړئ چې بېرې په کوم تعجيل حرکت کړی دی؟ ځواب: (50 m/sec^2)

8. له پای (فنيش) نه 5sec مخکې د بايسکل ځغلونکې سرعت 18 km/h وه او په فنيش کې يې سرعت $25,2 \text{ km/h}$ شو. د بايسکل ځغلونکې د حرکت تعجيل پيدا کړي؟
ځواب: (0.40 m/sec^2)

9. يوه الوتکه په هوايي ډگر کې د کنبيناستو په وخت کې د 70 m/sec په سرعت سره درن وی (Runway) سره په تماس کې شوه او له 20sec نه وروسته ودرېده. په دې حرکت کې د الوتکې تعجيل پيدا کړئ؟ ځواب: (-3.5 m/sec^2)

10. د لسمې ثانيې په پای کې د يوه جسم سرعت 15 m/sec دی. د جسم سرعت د پنځمې ثانيې په پای کې څومره وه که چيرې حرکت يو نواخت تعجيلي او د سکون له حالت نه پيل شوی وي؟ ځواب: $(7,5 \text{ m/sec}^2)$

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

12. سرويس له تم ځای نه بايد څومره واټن طی کړي تر څو سرعت يې تر 36 km/h پورې زيات شي په دې شرط چې تعجيل يې له $1,2 \text{ m/sec}^2$ نه زيات نه شي؟
ځواب (42 m)

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

ځواب (14.14 m/sec)

14. ځمکې ته د رسيدو په وخت کې په يوه لحظه کې د يوه آزاد لويدونکې يا 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 وهلونه 2 sec وروسته خپل پراشوت پړانيزي. د پراشوت د پړانيستلو تر وخت پورې څومره واټن په عمودي توگه طی کوي او ددی-واټن په پای کې يې لحظوي سرعت څومره دي؟ ځوابونه: (20 m/sec 20 m)

16. د 1000 m په ارتفاع له يوه ولاړ هیلوکپتر نه د توپانچې په واسطه په عمودي توگه بنسخته خواته مرمي فیر کيږي. مرمي د 200 m/sec په سرعت پرواز کوي. وروسته له څومره وخت نه او په کوم سرعت مرمي ځمکې ته را رسيږي؟ ځوابونه: ($4,5 \text{ sec}$ ، 245 m/sec)

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

18. يو توپ په عمودي توگه پورته خواته غورځول شوې دی او له 3 sec وخت نه وروسته په هغه ځای بيرته راولويد له کومه ځايه چې اچول شوې وه. په کوم لومړني سرعت توپ غورځول شوې وه؟ ځواب (15 m/sec)

درېم فصل

ديناميک Dynamics

سريزه: ديناميك د ميخانيک فزيک هغه برخه ده چې په هغه کې د اجسامو ټولي ممکنه خپل مينځي اغيزې چې د هغو د تعجيلي حرکت لامل گرځي مطالعه کيږي. ستاتيک د ديناميك يوځانگړی حالت دي چې په هغه کې تعجيل وجود نه لري. ديناميك د قوو د علم په نوم هم يادېږي نوځکه لومړې د قوې له پيژندنې نه پيل کوو.

۱-۳: قوه Force

هر هغه لامل چې ولاړ يا ساکن جسم خوځوي يا خوځنده (متحرک) جسم دروي او يا په جسم کې تعجيل پيدا کوي د قوې په نوم يادېږي. يا په بل عبارت قوه ديوه جسم د اغيزې مقياس په بل جسم دی. قوه يو وکتوری کميت دی چې له کچې پرته جهت يا لوری او د اغيزی نقطه هم لری. هغه قوه چې د هغې د اغيزې له امله ټول اجسام له پورته نه کښته خواته په عين تعجيل يا يو شان تعجيل (g) سره د ځمکي پرمخ رالويږي د ثقل د قوې په نوم يادېږي يا هغه قوه چې ځمکه ټول شيان د هغې په واسطه ځان خواته راکشوي يا جذبوي د ځمکي د جاذبې يا 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 ځمکي د جاذبې يا ثقل قوې تعجيل دي. د قوې واحد د SI په سيستم کې نيوتن (N) دي. يو نيوتن قوه هغه قوه ده چې که چيرې د يو کيلو گرام کتلي په يوه جسم باندي عمل وکړي هغه ته د $1\text{m}/\text{sec}^2$ په اندازه تعجيل ورکوي. له دې ځايه معلومېږي چې قوه د هغه تعجيل په واسطه اندازه کيږي چې هغې ايجاد کړي دي.

د نيوتن قوانين:

د ديناميك بنسټ د نيوتن درې گوني قوانين تشکيلوي او هغه عبارت دي له:

۲-۳: د نیوتن لومړی قانون:

د نیوتن 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 نیوتن د لومړی قانون پر بنسټ سکون او په ثابت سرعت سره حرکت کول یو شان دي.

۳-۳: د نیوتن دویم قانون:

د نیوتن 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 څرگندیږي چې د نیوتن دویم قانون د نیوتن 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 نیوتن له دویم قانون نه د قوې واحد په لاندې ډول حاصلېږي:

$$F = ma$$

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

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

$$1 \text{ dyne} = 1g \cdot cm/sec^2 \dots\dots\dots (۴-۳)$$

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

$$1 \text{ Lb} = 1 \text{ slug} \cdot ft/sec^2 \dots\dots\dots (۵-۳)$$

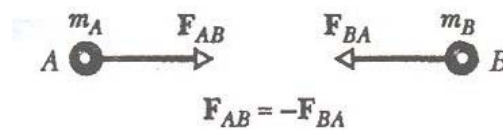
$$1N = 0,225 \text{ Lb} \dots\dots\dots (۶-۳)$$

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

۳-۴: د نیوتن دریم قانون:

په طبیعت کې قوې یو طرفه یا یو اړخیز عمل نه کوي همیشه 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.



$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

شکل (۳-۱)

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

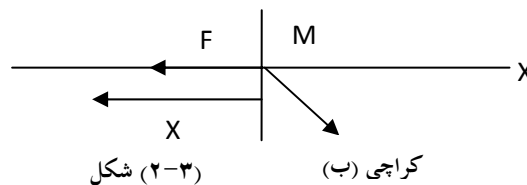
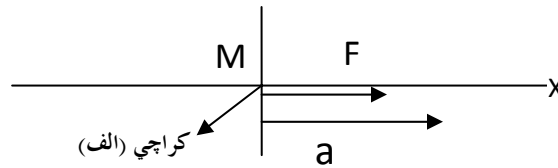
(۳-۷) رابطه د نیوتن دریم قانون دي.

(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 $F = 130 \text{ N}$ 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 ثابتته قوه تر سره کولي شي؟

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



کراچي (ب) (۳-۲) شکل

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

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{130N}{240Kg} = 0.542 \text{ m/sec}^2$$

د نهایي سرعت د پیدا کولو لپاره د $V^2 = V_0^2 + 2a(x - x_0)$ معادلي 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 (۳-۲ الف) شکل کې ښيي 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:

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

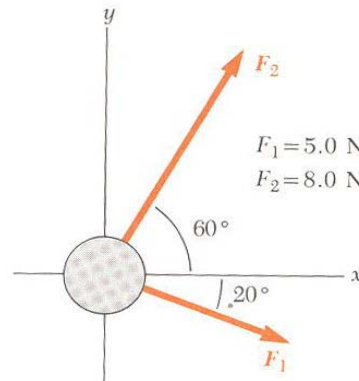
دا تعجیل د (الف) د جز له تعجیل نه زیات دي، له دې کبله سپري باید په زیاته قوه کراچي کش کړي دا قوه مساوي ده په:

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

د منفي علامه نښې چې سرې بايد کراچي د x د کمښت په لوري (يعني په منفي جهت) باندي کش کړي (۲-۳ ب) شکل.

(۲-۳) مثال: ديخ په مخ د حاكي د پڼدوسكي (Hockey puck) كتله 0.3 kg ده، نوموړي پڼدوسكي د اصطكاك پرته ديخ په مخ د (۳-۳) شكل سره سم د $F_1=5\text{N}$ او $F_2=8\text{N}$ قوتو تر اغيزي لاندي بنويږي (حرکت کوي) د پڼدوسكي 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 گټه اخيستننه 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 پڼدوسكي 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 لاندي ډول معلوموو:

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

له دې کبله ويلې شو چې د پناهوسکي د تعجيل جهت داسې دي چې د X محور له مثبت جهت سره 31^0 زاويه تشکيلوي.

۳-۵: کتله او وزن Mass and Weight

کتله د يوه جسم داسې مشخصه (ځانگړتيا) ده چې پر نوموړې جسم د واردې 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 ورځنگ 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:

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

څرنگه 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 $2,5\text{kg}$ وي د هغه وزن د ځمکې په مخ او د مريخ د سياري په مخ پيدا کړي؟

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

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

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

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

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

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

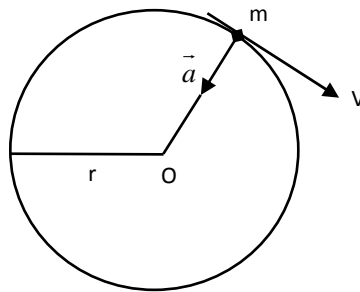
(ب) د فضانورد وزن عبارت دی له:

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

۳-۶: قوه په دایروي حرکت کې

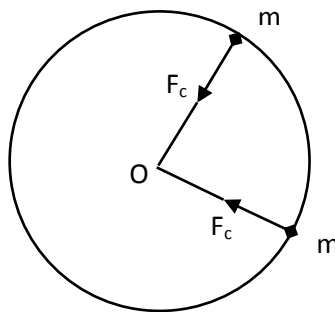
کله چې یو جسم د دایرې په مخ یا ددایرې په یوه قوس باندې په ثابت سرعت سره حرکت کوي، دی حرکت ته منظم یا یو نواخت دایروي حرکت وايي. په دایروي حرکت کې جسم مرکز ته مایل (*Centri Petal*) د ثابت تعجیل یا دوراني تعجیل درلودونکې دی دا تعجیل عبارت دی له:

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



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 نیوټن 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 کولې. مرکز ته مایل تعجیل یا دوراني تعجیل (a_r) او هم مرکز ته جذبونکې قوه (F_r) دواړه وکتوري کمیتونه دي چې د کچې له پلوه ثابت خو د جهت له نگاه هره لحظه بدلون کوي داسې چې همیشه مخ په مرکز موجه 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؟

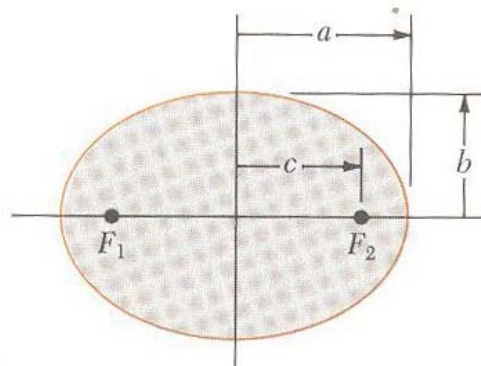
حل: د دوراني حرکت قوه عبارت ده له:

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

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 څرنګوالي 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.

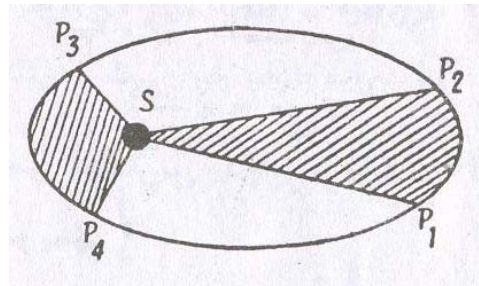
لومړۍ قانون یا د مدارونو قانون: دا قانون بیانوي چې ټولې سیارې د لمر په شا او خوا په بیضوي مدارونو راڅرخېږي داسې چې لمر د بیضوي په یوه محراق کې قرار لري. (۳ - ۶) شکل یوه سیاره بنسې چې کتله یې m دي د لمر په شا او خوا چې کتله یې M ده څرخېږي.



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 (۳-۷) شکل کې معلومیږي.



شکل (۷-۳)

دریم قانون یا د حرکت د دورانونو قانون:

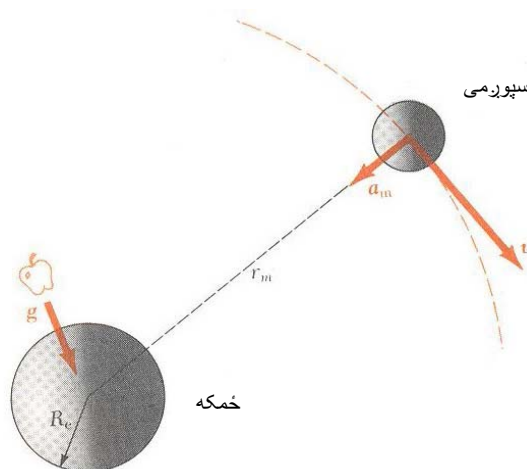
دا قانون بیانوي چې د هرې سیارې د حرکت د دوران مربع د مدار د اوږده محور د نیمایي له مکعب سره متناسب دی، یعنی:

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

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

۳-۸: د نيوتن د جاذبې قانون

په طبيعت کې ټول اجسام بلمقابل يو بل جذبوي، نيوتن کله چې د اسماني اجسامو حرکت او په ځمکنيو شرايطو کې د شيانو سقوط يا پر ځمکه رالويدل مطالعه کول خپل د جاذبې عمومي قانون يې فورمول بندي کړ. نيوتن دی پايښت ته ورسيد چې نه يواځې ځمکه مڼه او يا سپوږمۍ ځان ته راجذبوي، 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 ياديږي.



د نيوتن د جاذبې قانون بيانوي چې:

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

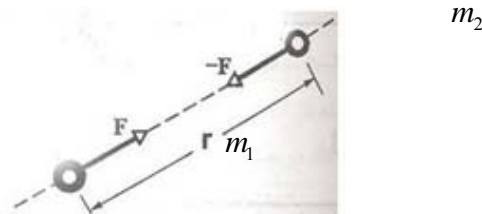
$$F = G_1 \frac{m_1 m_2}{r^2} \dots\dots\dots (۳-۱۲)$$

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:

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

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{kg} \cdot \text{sec}^2 \dots\dots\dots (۳-۱۳)$$

لکه څرنگه چې (۳-۹) شکل نښي د m_2 ذره د m_1 ذره د F په قوه چې جهت يې د m_2 په خوا دی جذبوي او د m_1 ذره د m_2 ذره د $-F$ په قوه چې جهت يې د m_1 په خوا دي جذبوي.



(۳-۹) شکل د m_1 او m_2 دوه ذرې چې يو بل نه د r په واټن واقع دی يو بل د جاذبې د قانون سره سم جذبوي

د F او $-F$ دوه قوې د عمل او عکس العمل يوه جوړه تشکيلوي چې د مقدار له نگاه سره مساوي، خو جهت يې يو د بل مخالف دي. دا قوې د دوو جسمونو ترمنځ فاصلي پورې اړه لري، خو د هغو د مکان يا ځای تابع نه دي. دا ذرې کيدۍ شي په يوه غليظ يا متراکم محيط او يا په آزاده فضا کې واقع وي. د F او $-F$ قوې د نورو ذرو يا اجسامو په موجوديت کې بدلون نه کوي حتي که نوري ذرې د نوموړو ذرو په منځ کې هم واقع شي. د جاذبې خپل مينځنۍ تعامل د جاذبوي ساحې له لارې تر سره کېږي. هر جسم د خپل شا او خوا فضا خاصيت بدلوي، يعنې په هغې کې جاذبوي خاصيت پيدا کوي. دا

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

د نيوتن د جاذبې د قانون په مرسته کولې شو د ځمکې، سپوږمۍ، لمر او نور سيارو کتله وټاکو همدارنگه ددی قانون په واسطه د ځمکې په شا او خوا د سپوږمکيو د حرکت تعجيل محاسبه کړو.

د نيوتن د جاذبې قانون په مرسته د مصنوعي سپوږمکيو حرکت او کیهاني سرعتونه په لاس راوړي شو. ددی لپاره چې يو جسم د ځمکې په شا او خوا د يوه دایروي مدار په مخ کې شعاع يې د ځمکې د کرې له شعاع R_E نه لږ توپير لري حرکت وکړي، نو بايد نوموړې جسم يو ټاکلی سرعت v_1 ولري دا سرعت عبارت دی له:

$$\frac{mv_1^2}{R_E} = mg$$

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

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

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

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

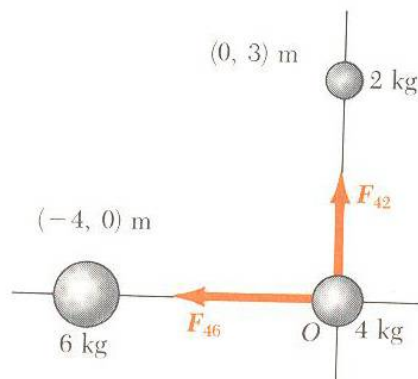
د پورتنۍ سرعت په درلودلو سره جسم پر ځمکه نه راوليږي. خو ددی لپاره چې جسم د ځمکې د جاذبې له ساحې نه خارج يعنی له ځمکې نه دومره ليری شي چې د ځمکې جاذبه په هغه اغيزه ونه کړي دی موخې ته د رسيدو لپاره د v_2 سرعت ته ضرورت دی چې د دويم کیهاني سرعت په نوم ياديږي. دويم کیهاني سرعت $\sqrt{2}$ ځله له لومړۍ کیهاني سرعت نه زیات دی، يعنی:

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

(3-14) مثال: د يوه قايمه زاويه مثلث په راسونو کې (3-10) شکل سره سم د 2 kg ، 4 kg او 6 kg درې کتلې قرار لري. که چيرې د کتلو مختصات لکه څرنگه چې په شکل

کې بنودل 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 کوو او روسته په 4kg کتله باندې پایلیزه يا محصله قوه د وکتوري جمع په ډول پيدا کوو.

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

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

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

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

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 ایزې قوې کچه مساوي ده په:

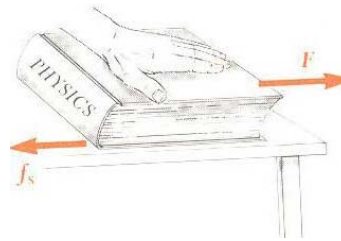
$$F_R = \sqrt{(-10,0)^2 + (5,93)^2} = 11,6 \cdot 10^{-11} \text{N}$$

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

د اصطکاک قوې د ورځني ژوند يوه برخه ده د اصطکاک قوې هر حرکت کونکې جسم دروي او هره څرخيدونکې ميله له حرکت نه غورځوي. په موټر او اورگاډي (ترين) کې نږدې 20% د سون مواد په انجن کې د اصطکاک سره په مقابله کې مصرفيږي. له بلې خوا که چيرې اصطکاک موجود نه وي موټر مو نشوی چلولې، په لاره نه شوې تلی او بايسکل مو نشوی ځغلولې، قلم مو نشوی نيولې او که مو نيولې وي نو ليک مو نشوی په کولې. ميخونو او پيچونو به گټه نه درلوده او بدل شوې ټوکر به يو له بل نه جدا کيدل او د غوټې تړل به ناشونی وي.

که چيرې يو کتاب د ميز په مخ وښويو د کتاب په لاندینی برخه باندې د ميز د سطحې له خوا د اصطکاک يوه قوه عمل کوي چې د هغه حرکت بطي او وروسته يې دروي (۳-۱۱-)

(۱۱) شکل.



(۱۱-۳) شکل

د اصطکاک قوې په طبيعت کې ډير مهم رول لري په ورځني ژوند کې اصطکاک زياتره گټور واقع کېږي. د بيلگې په توگه د ژمې په ورځو کې کله چې ټولې لارې او کوڅې کنگل (يخ بندان وي) د اصطکاک د نه موجوديت په صورت کې په لارو او جادو کې به د انسانانو او ليردونکو وسايلو تگ او راتگ ډير گران او حتی ناشونی وي. او همدا رنگه که اصطکاک نه وي نو ميز څوکی او نور شيان مو بايد د کوټې په مخ تړلي.

هغه قوه چې د يو بل په مخ دوو جسمونو د ښويدو يا حرکت خنډ گرځي د اصطکاک د قوې په نوم ياديږي. د اصطکاک قوه هميشه د جسم د حرکت په خلاف لورې عمل کوي. په بل عبارت د اصطکاک قوه د يو بل سره په تماس کې دوو جسمونو د تغيير مکان او يا

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 يادېږي.

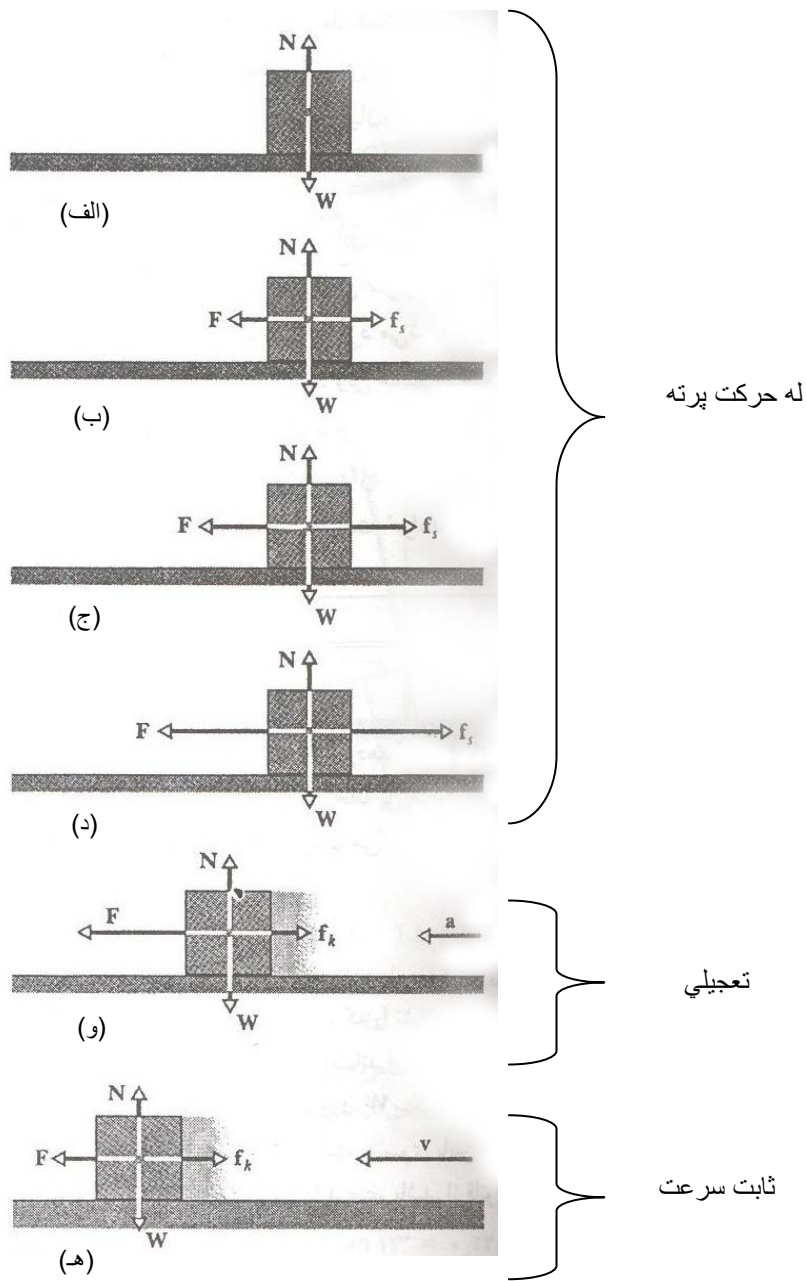
د اصطکاک د بنی پېژندنې لپاره د (۳-۱۲ الف) شکل سره سم د ميز په مخ يوه جعبه د سکون په حالت کې ده. د هغې وزن W د N عمودي قوې سره مساوي خو د هغې په مخالف لورې دي.

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 بنسې 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 يادېږي.

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 ځانگړتياوي

تجربه نښي 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 کيږي چې لاندې ځانگړتياوي 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 يو له بل سره مساوي او يو د بل په مخالف لوري عمل کوي.

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

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

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

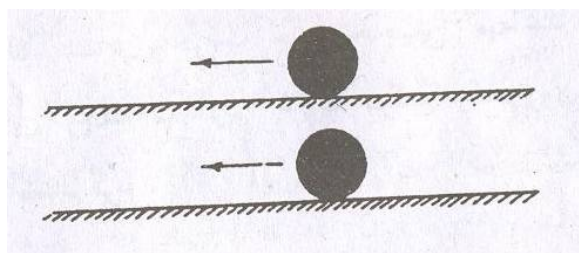
$$f_k = \mu_k N \dots\dots\dots (۱۷-۳)$$

په پورتنۍ رابطه کې μ_k د حرکتي اصطکاک ضريب دی. د (۱۶-۳) او (۱۷-۳) معادلې وکتوري معادلې نه دی، د f_s او f_k جهتونه هميشه 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 کيږي خو د اوبتيکي وسايلو په مرسته په وضاحت سره لیدل کيږي. د اصطکاک د قوو بل لامل د تماس لرونکو جسمونو د ماليکولونو او اتومونو ترمنځ متقابلې اغيزې دي.

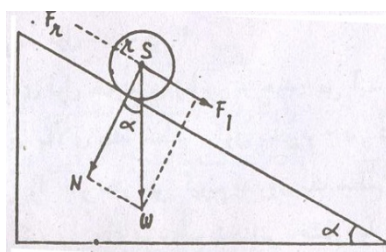
۳-۱۱: د رغړيدو (لول خوردن) اصطکاک Rolling

د رغړيدو په وخت کې اصطکاک هغه وخت رامنځ ته کيږي چې يو کروي يا استوانوي جسم د يوې سطحې په مخ ورغړي. د (۱۳-۳) شکل سره سم يو کروي جسم په پام کې نيسو چې د افقي سطحې په مخ رغړي.



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 رغړيدو د اصطکاک قوې په نوم يادېږي. د رغړيدو اصطکاک قوه د ستاتيکي او حرکي اصطکاک په پرتله ډيره کوچنۍ ده. (۱۴-۳) شکل يوه استوانه نښې 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 رغړيدو اصطکاک نه وي، نو استوانه د مایلې سطحې په ډير کم ميلان سره نښکته خواته په رغړيدو پيل کوي.



شکل (۱۴-۳)

خو د استواني او مایلې سطحې ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک له امله يوه نښلیدنه (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:

$$F_r = W \sin \alpha$$

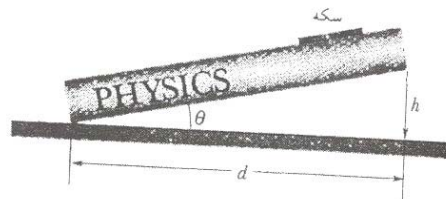
له بلې خوا له شکل نه لرو چې:

$$N = W \cos \alpha$$

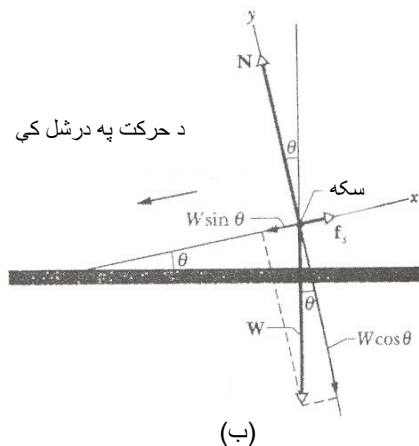
$$F_r = \frac{\mu_r}{r} \cdot N \dots \dots \dots (3-19)$$

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

(3-5) مثال: د (3-15) شکل سره سم د کتاب په مخ چې له افقي سطحې سره د α زاويه جوړوي يوه سکه د سکون په حالت کې ده. که چيرې زاويه تر 13° پورې زياتوالې پيدا کړي سکه په ښویدو پيل کوي د سکې او کتاب ترمنځ د ستاتيکې اصطکاک ضريب μ_s پيدا کړي؟



(الف)



شکل (۱۵-۳) (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 خواته 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:

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

$$\mu_s = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 13^\circ = 0.23 \dots\dots\dots (۲۳-۳)$$

(۳-۶) مثال: يو موټر چې کتله يې 1500kg ده د 20m/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.

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

$$N - W = 0$$

$$f_s = ma$$

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

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

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

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

۳-۱۲: د فصل لندویز

☉ قوه یو وکتوري کمیت دی او د دوو جسمونو ترمنځ د میخانيکي متقابلې اغیزې د اندازه کولو کمي مقياس 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 هېڅ 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 ځانگړې 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، یعنی.

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

☉ د قوې واحد د SI په سیستم کې N او هغه مساوي دی په $kg \ m/sec^2$.

☉ 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:

$$W = mg \dots\dots\dots(۲۶ - ۳)$$

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 جهتونه یو د بل مخالف دي.

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

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \dots \dots \dots (26-3)$$

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 گونيو سياره يي حرکتونو څخه پيروي کوي او دا ټول د نیوټن 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 بڼويوي 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 بڼويدو په خلاف لوری دي. دا قوه د جسم او سطحې ترمنځ د تماس له امله ده. که چيرې جسم ونه بڼويږي د اصطکاک قوه د ستاتيکي اصطکاک په نوم ياده او په f_s سره ښودل کيږي. که چيرې جسم وښويږي د اصطکاک قوه د حرکتی اصطکاک قوې په نوم ياده او په f_k سره ښودل کيږي.

د درېم فصل تمرين

1. د يوه فيل مرغ وزن $45N$ دی د فيل مرغ کتله پيدا کړئ؟ 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 کړئ؟ ځواب ($152N$)
3. د يوه سپري وزن $12Lb$ دي د نوموړې سپري وزن په N پيدا کړئ؟
ځواب: ($53,33N$)
4. يو جسم $200g$ کتله لري د نوموړې جسم وزن په dyn او N پيدا کړئ؟
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 سپارې 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 کړئ 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 کړئ. 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 کړئ؟
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 لوری سره 20° زاويه جوړه وي درلودونکې وي:
الف) په جسم باندې د خالصې واردې قوې افقي او عمودي مرکبه پيدا کړئ.

ب (خالصه قوه د واحد وکتورونو له جنسه وليکي؟ ځوابونه الف: $F_x = 1.879N$ ،
 $F_y = 0.684N$ ، 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
 $F_2 = (2,5N)\vec{i} + (4,6N)\vec{j}$ قوو تر اغيزې لاندې تعجيل واخلي
 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: $F = 5,5N\vec{i} + 18,6N\vec{j}$ ،
 ب: $F = 19,39N$ ، ج: $a = 19,39m/sec^2$

11. د مايلې 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 نښکته خواته په حرکت پيل وکړي پيدا کړي:
 الف) د جعبې تعجيل

ب) د جعبې سرعت کله چې هغه د ځمکې سطحې ته رارسېږي.
 ځوابونه: الف: $(\sin\alpha - \mu_s)g$ ، 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
 کې به څومره قوې ته ضرورت وي. ځوابونه: الف: $198.45N$ ، ب: $123.48N$

13. د باسکيټ بال يو لوبغاړی چې کتله يې $79kg$ ده په ميدان کې نښوېږي او د
 $f = 470N$ اصطکاک قوې په واسطه يې حرکت بطي 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 دې شرايطو کې $f_{s,max}$ پيدا کړي. ځوابونه: (الف $110N$ ، ب $130N$)
 15. يو سپرې د $55kg$ کتلې يو صندوق په $240N$ قوه سره په يو اوار (هموار) غولې باندي په افقي توگه کش کوي. د حرکي اصطکاک ضريب $0,35$ دي
 الف) د اصطکاک د قوې کچه پيدا کړي

ب) د صندوق تعجيل څومره دي. ځوابونه (الف $188.65N$ ، ب $0,93m/sec^2$)
 16. يو کوچنی بکس په يوې مايلې سطحې باندي چې د ميلان زاويه $\alpha = 60^\circ$ ده قرار لري. د حرکي اصطکاک ضريب $0,20$ دی
 الف) که چيرې جسم بنسخته خواته وبنسويږي

ب) او که چيرې هغه پورته خواته وځيرې د بکس تعجيل څومره دی؟
 ځوابونه ($6.52m/sec^2$ ، $-6.52m/sec^2$)

17. د يوه جسم د حرکت معادله $s = 2 - 12t + 2t^2$ ده. که چيرې فاصله په متر او وخت په ثانيه اندازه شي د نومړی جسم تعجيل پيدا کړي؟ ځواب: ($4m/sec^2$)

18. د $F_1 = 20N$ او F_2 يوه نا معلومه قوه په يوه جسم چې کتله $2kg$ ده په افقي جهت عمل کوي. نوموړی جسم يوازې په افقي جهت حرکت کوي. که چيرې د نوموړې جسم تعجيل a_x (الف $10m/sec^2$ ب) $20m/sec^2$ او ج) $5m/sec^2$ وي په درې واړه حالتونو کې پر جسم د F_2 دويمه عامله قوه پيدا کړي؟ ځوابونه: (الف 0 ، ب $20N$ ، ج $-10N$)

19. د بورې يوې کڅوړې وزن 5 پونډه، د يوه سپرې وزن 240 پونډه او د يوه موټر وزن $1,8$ ټنه دی نوموړې وزنونه د نيوتن له جنسه پيدا کړي؟

ځوابونه: ($1ton = 2000Lb$)، $15984N$ ، $1065.6N$ ، $22.22N$

20. د يوه امتحاني توغندی سرعت د $1,8sec$ په وخت کې د سکون له حالت نه $1600km/h$ ته رسېږي. که چيرې د توغندی کتله $500kg$ وي. د اړينې قوې اندازه پيدا کړي؟ ځواب: ($1,2 \cdot 10^5 N$)

21. د $450Lb$ وزن درلودونکې موټر سايکل سرعت د $6sec$ په وخت کې له صفر څخه $55mi/h$ ته رسېږي

الف) د موټر سايکل ثابت تعجيل څومره دی

ب) د نوموړې تعجيل د رامنځ ته کونکې قوې اندازه څومره ده؟

ځوابونه: الف: 13.43 ft/sec^2 ، ب: 183 Lb

22. په هغه ځای کې چې د ځمکې د جاذبې تعجيل 9.8 m/sec^2 دی د يوه جسم وزن

22 N دی

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

تعجيل 4.9 m/sec^2 وي

ب) که چيرې نوموړې جسم داسې ځای ته يوسو چې د ځمکې د جاذبې تعجيل صفر وي.

د نوموړې جسم وزن او کتله به څومره وي؟ ځوابونه الف) 11 N ، 2.2 kg ب) 0 ،

(2.2 kg)

څلورم فصل

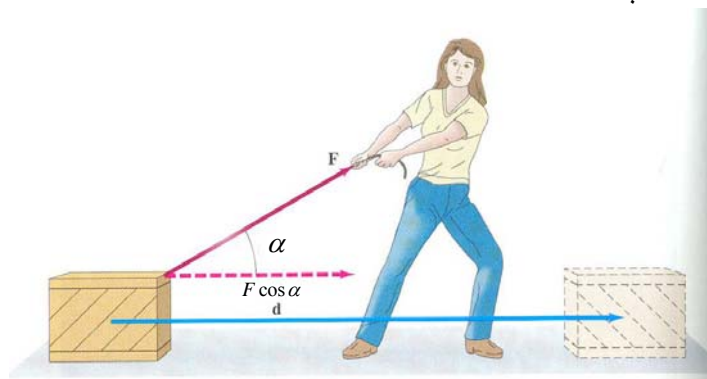
کار، انرژي او مومنتم

سرپړه: کله به مو يو پتي د يو ځای څخه بل ځای ته وره وي ليدلی به مووی، چه انسانان د کار په اجرا کولو کې د بشري قوړو، حیواني او يا هم ماشيني تخنيکونو څخه کار اخلي، حیوانات او ماشين الات د کار کميت او کیفیت ښه کوي. که يو انسان په عادي توگه پنځوس کيلو گرامه جسم پورته کړي او يا يې انتقال کړي، نو ماشين په ډيره آساني په سوونو ټنه جسم او يا هم اجسام بيخايه کولې شي.

۴-۱: کار Work

په ټولو حالاتو کې د کار انجامول د قوې پوسيله ممکن کيدای شي او داسې تعريف کيدای شي.

که چيرې پر يو جسم قوه عمل وکړي، او نوموړی جسم ته په يوه فاصله تغيير مکان ورکړي، نو ويل کېږي چه کار انجام شويدي. په فزيک کې د کار ډولونه خورا ډير دي، ميخانيکي کار، برقي کار، ترموديناميکي کار او داسې نور اما دلته يواځې د موضوع په اړوند ميخانيکي کار څيړو. د موضوع د وضاحت په ارتباط يو جسم چه کتله يې m ده په نظر کې نيسو. دغه جسم د \vec{F} ، قوی په ذريعه چه د جسم د تغيير مکان سره د α زاويه جوړوي رابنکل کېږي.



شکل (۱-۴)

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. يعنی

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

$$W = F \cdot d \dots\dots\dots(1-4)$$

د پورتنۍ رابطې څخه بنکارېږي چه د جسم تغيير مکان يعنی d د قوې د مرتسم څخه د جسم د خوځيدو په استقامت عبارت دی يعنی $d = \ell \cdot \cos \alpha$. 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 پدی 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 يعنی

$W = 0$ 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 *Joule* 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 ورکوي.

$$1Joul = 1N \cdot m \dots\dots\dots(2-4)$$

erg د ژول د اجزاو څخه دي.

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

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

$$1m = 10cm$$

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

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

$$1Joul = 10^7 \text{ erg} \dots\dots\dots(3-4)$$

اوس غواړود فنر پوسيله اجرا شوی کار وڅيړو.

د شکل مطابق يو فنر د A له نقطې څخه ځوړنده و. 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 $\Delta l = l_2 - l_1$ په هر اندازه چه عامله قوه زياتيږي نو د فنر اوږدوالي زياتيږي، برعکس هر څومره چه عامله قوه کمه شي نو د فنر اوږدوالي کميږي، ويلى شو چه د فنر قوه د فنر د اوږدولو سره مستقيماً متناسبه ده. يعنې:

$$F \sim \Delta l$$

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

$$F = k\Delta l \quad (4-4) \quad k \text{ د تناسب ضريب دى همدارنگه } \Delta l = dx \text{ سره نښو. اجرا شوې}$$

کار په لاندې ډول ليکل کيږي.

$$dw = F \cdot dx$$

په پورتيښي رابطه کې $F = -kx$ دى، منفي علامه د قوي او فنر د راکش کيدو يا تغيير

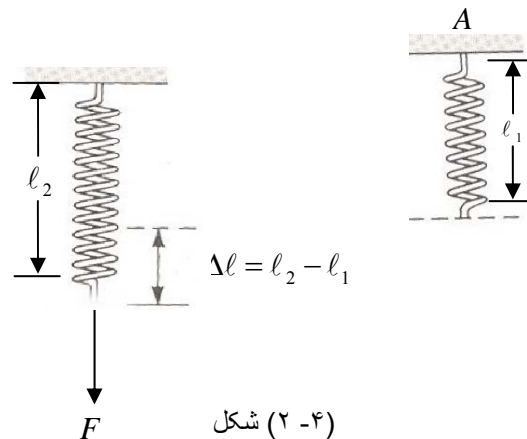
مکان مخالف جهتونه نښي. د پورتنۍ رابطې څخه ليکلي شو چې:

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

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

$$W = \frac{1}{2} kx^2 \quad \dots\dots\dots (4-5)$$

دلته K د فنر ارتجاعيت دى او واحد يې $\frac{N}{M}$ دي.



شکل (۲-۴)

۴- ۱ مثال:

يو جسم د افقي سطحې په مخ د $300N$ قوې لاندې چې له افق سره 45° زاويه جوړوي د $10m$ په فاصله بې ځايه کيږي 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 قابليت ته ويل کيږي چه د کار د اجرا کيدو د مخه په يو جسم او يا سيستم کې موجود وي. کله چه په يوه ټاکلې ارتفاع کې يو جسم واقع وي، که چيرې موانع رفع شي نو جسم مخ بڼکته د ځمکې په لور حرکت کوي او د يو کار د اجرا کيدو باعث گرځي، داسې معلوميږي چه د کار د اجرا کيدو د مخه په نوموړی جسم کې د کار قابليت موجود ؤ. همدارنگه کله چه په يوه ناوه کې له تيريدو وروسته او به په شدت سره د ژرندی به څرخ لگيږي د څرخ پرې گرځي او په نتيجه کې د ژرندی پلونه څرخوي. که چيرې عين مقدار اوبه په يوه اواره ويالی کې په څرخ ولگيږي، نو څرخ نه تاوېږي او په نتيجه کې د ژرندی پلونه نشي گرځولي، خو کله چه همدا اوبه په ناوه کې حرکت وکړي، نو پدې صورت کې همدغه اوبه څرخ او په نتيجه کې د ژرندی پلونه گرځولي شي. ولاړو اوبو کې مخکې له حرکت څخه د کار قابليت موجود ؤ. د انرژي ډولونه خورا زيات دی لکه ميخانيکي انرژي، هستوي انرژي، برېښايي انرژي، لمريزه انرژي او داسې نور. په عمومي توگه انرژي پر دوه برخو ويشل کيږي:

الف. مروجه يا معمول انرژي

ب. نوې او د نوې کيدو وړ انرژي

د لمړۍ برخې انرژي ځانگړتياوې دا دي:

الف. ټاکلې زيرمې لري، لکه نفت، گاز او د ډبرو سکاره

ب. د يو ځای څخه بل ځای ته د ليرد وړ دي

ج. خلاصيدوونکې دي

نوې او د نوې کيدو وړ انرژي د پورتنیو څخه پدې ډول توپير کيږي

الف. نه خلاصيدونکې منابع لري، لکه لمر

ب. په ټاکلي او د پيدا کيدو په محل کې گټه تری اخستل کيدای شي.

ج. د ترانسپورتي وسايلو په مرسته د ليرې وړاندې همدا رنگه يو شمير نورې ځانگړتياوې

شته چه د هغوی د ذکر څخه دلته صرف نظر کيږي. د ميخانيکي انرژي دوه مهم ډولونه د

پوتانشيال او حرکي انرژي څخه عبارت دی. چه په لاندې ډول تشریح کيږي.

۳-۴: پوتانشيال انرژي:

هغه انرژي چه په يو سيستم او يا جسم کې د هغه د حالت د بدلون له کبله رامینځ ته

کيږي، پوتانشيال انرژي په نوم ياديږي. ددغه تعريف څخه په گټه اخيستننه د ځمکې د ثقل

اړوند پوتانشيال انرژي توضیح کوو.

يو جسم د ځمکې په سطحه باندې په نظر کې نيسو په دغه جسم يو کار اجرا کوو او جسم

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

شوي کار زيرمه کيږي که د جسم وزن $p = mg$ وي چې هميشه د ځمکې د سطحې

خواته متوجه دی د هغه په وړاندې اجرا شوي کار عبارت دی له

$W = p \cdot h = mgh$ او يا هم

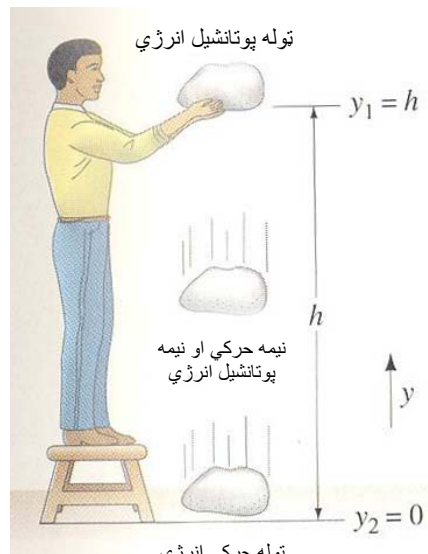
$$W = E_p = mg \cdot h \dots\dots\dots(۵-۴)$$

ويلی شو چه که چيري د نوموړې جسم څخه مانع لري او يا يې د h له ارتفاع څخه خوشي

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

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

شوي دی (۴-۵) اړیکه د پوتانشيال انرژي په بڼه په جسم کې زيرمه کيږي.



شکل (۳-۴)

۴-۴: حرکي انرژي Kinetic Energy

هر خوځنده جسم چه د v په سرعت باندې حرکت وکړي، ویل کېږي چه حرکي انرژي لري، تر هغه وخته پورې چه جسم ودرېږي.

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 پوتانشیل انرژي توله په حرکي انرژي اوږي. څرنګه چې جسم د h له ارتفاع څخه سقوط کړیدی نو لیکلې شو چه

$$W_p = mg \cdot h$$

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

که دا قیمت په پاسنی رابطه کې وضع کړو

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

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

يعني اجرا شوی کار چه د E_p ذخیروي انرژي لامل گرځیدلې کټ مټ په حرکتې انرژي اوبستي يا په بل عبارت د ثقل د قوې په مقابل کې کار د h په لوړوالي کې په جسم کې زیرمه شوې ؤ. چه درالويدو وروسته کټ مټ په حرکتې انرژي واوبست.

د انرژي د اندازه کيدو واحدونه:

څرنگه چې انرژي د کار د اجرا قابليت ته ويل کېږي، نو له دی امله د کار او انرژي د اندازه کولو واحدونه سره مساوي دی. په بل عبارت انرژي هم د کار غوندی په *Joule* ژول او د هغه په اجزاء او اضعافو اندازه کېږي.

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

همدا رنگه

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

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

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

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

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

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

انرژي د يو شکل څخه په بل باندې اوږي يعنې انرژي خپل شکل بدلوي، نه دا چه له منځه ځي په يو معين موقعيت کې د انرژي کميت ثابت پاته کېږي. او که چېرې يو ډول انرژي په بل ډول واوړی، نو حتماً بل ډول انرژي زیاتيږي چه په نتیجه کې د دواړو حاصل جمع د لمړی ځل په پرتله سره مساوي دی. يعنی ثابت پاتی کېږي.

دلته وړاندی ذکر شوې مثالونه يو ځل بيا راوړو د h په لوړ والی کې پوتانشيال انرژي

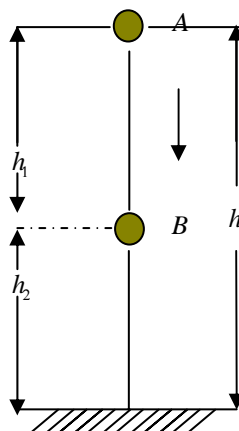
$$E_p = mg \cdot h$$

ده

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

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

$$E_A = mg \cdot h \dots\dots\dots(۶ - ۴)$$



شکل (۴ - ۴)

فرضاً نوموړی جسم د مسير په امتداد د A موقعيت څخه B موقعيت ته راوليږي. د B

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

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

دي.

يعنی د B په موقعيت 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

$$E_B = mg \cdot h \dots\dots\dots(۷ - ۴)$$

که چيرې د (۴-۶) او (۴-۷) رابطې سره پرتله کړو گورو چه د A او B په موقعيتونو کې د ذخيروي او حرکي انرژي حاصل جمع ثابت پاتې کېږي، په داسې حال کې چه د A په موقعيت کې $E_k = 0$ دي. لدغه ځايه نتيجه اخلو، چه د جسم په هر موقعيت کې:

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

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

الف) د هغه حرکي انرژي پيدا کړي؟

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

حل: د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

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

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

۴-۶: مومنتم او ضربه:

کله کله فزيکي حوادثو کې د سيستم او يا جسم د حالت بدلون، په خاصو حالاتو کې مطالعه کېږي او دغه خاص حالت، د سيستم حاصل شوې بدلون په خورا ښه توگه توضیح کولای شي.

د نيوتن د دويم قانون څخه په گټې اخيستننه ليکلې شو چې:

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

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

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

د پورتنۍ رابطې څخه ليکلې 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 مومنتم 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 مومنتم 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 بنسکاري، چه قوه د مومنتم د تغيير څخه عبارت دي. لکه د قوې غوندې مومنتم هم يو وکتوري کميت دي بايد پته پاتې نه وي چه د مېخانيک فزيک کتلوي مودل د يوې مادې نقطې ځينې عبارت دي. اما د اجسامو د مېخانيکي 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 ډيرو پخوا زمانو څخه د انسانانو او حيواناتو د کار کولو اندازه د اهميت وړ ده. په ننني نړۍ کې د ماشين آلاتو د کار د اجرا کيدو اندازه د وخت په اړوند ډيره مهمه ده. ننني نړيوال اقتصاد ټول په همدغه حقيقت 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 چيرې طاقت په p ، اجرا شوې کار په w او وخت په t سره اړايه کړو نو ليکلې شو چې:

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

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

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

يو واټ هغه طاقت ته ويل کيږي چه يو ماشين او يا بله توليدي قوه يو ژول کار په يوه ثانيه کې انجام کړي.

واټ يو مقداري (سکالري) کميت دی، د جسم د کار د جهت پورې اړوند ندي. نن ورځ د طاقت ډير لوی واحدونه لکه کيلو واټ او ميگا واټ معمول دی چې په عملي ژوند کې استفاده ځيني کيږي.

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

☉ که چیرې د F قوه په یوې ذرې باندې اغیزه وکړي او د هغه په پایله کې نوموړې ذره د d په اندازه تغیر 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 تغیر مکان ترمنځ زاویه ده. کار یو سکالري کمیت دي او یوازې الجبري مثبت او منفي علامې لري د جهت درلودونکې نه دي.

☉ که چیرې یو جسم د یوه فنر په آزاد انجام پورې وتړل شي او تغیر 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 یوې ذرې یا جسم حرکي انرژي عبارت دي له:

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

حرکي انرژي هم یو سکالري کمیت دي او همیشه مثبت دي.

☉ په واحد وخت کې ترسره شوې کار د طاقت یا قدرت په نوم یادېږي 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 یې m او د v په سرعت حرکت کوي عبارت دي له:

$$P = mv \dots\dots\dots(۴-۱۸)$$

☉ د $F \cdot t$ کمیت د قوې د امپولس په نوم یادېږي. امپولس وکتوري کمیت دی.

د څلورم فصل تمرين

1. د $300N$ قوه د 45° زاويې لاندې نسبت افقي سطحې ته په يو جسم عمل کوي او هغه جسم په منظمه توگه د $10m$ په واټن د افقي سطحې په مخ بې ځايه کوي. اجرا شوې کار پيدا کړي؟ ځواب ($2100J$)
2. ددې لپاره چې د $20g$ کتلې درلودونکې يو جسم د $3sec$ په وخت کې د $45m$ په واټن د سکون له حالت نه په يو نواخت تعجيل سره بې ځايه کړو څومره کار بايد اجرا شي (له اصطکاک څخه صرف نظر کيږي) ځواب ($2.25J$)
3. د $2kg$ کتلې درلودونکې يو جسم د $6sec$ په جريان کې ازاد سقوط کوي د جسم حرکي انرژي د سقوط په پای کې څومره ده؟ ځواب ($3457.44J$)
4. د $100mg$ يو ميخ د کوتې له غولې نه د ميز سرته چې ارتفاع يې $75cm$ ده پورته کړي. اجرا شوې کار محاسبه کړئ؟ ځواب: ($7350erg$)
5. يو کرين د $20KN$ يو وزن د $5m$ په لوړوالي پورته کوي. د کرين کار پيدا کړي؟ ځواب: ($10^5 J$)
6. د $20g$ يوه مرمي په عمودي توگه پورته خواته فیر شوې او له $20sec$ وخت نه وروسته بيرته د ځمکې سطحې ته رارسېږي. د سلاح په ميل کې د باروتو د گاز کار محاسبه کړي؟ ځواب ($96J$)
7. د فوټ بال يو لوبغاړې د $10m/sec$ په سرعت سره د $700g$ کتلې يو توپ په پښه وهي يا يې ضربه کوي. که چيرې د ضربې دوام $0,02sec$ وي. د ضربې منځنۍ قوه پيدا کړي؟ ځواب: $350N$
8. د $3kg$ کتلې درلودونکې يو څرخ له ښويدو پرته د $5m/sec$ په سرعت سره په افقي سطحه باندې رغړي. د څرخ امپولس پيدا کړي؟ ځواب: ($15kgm/sec$)
9. که چيرې $20N$ قوه د 30° زاويې لاندې په يو جسم عمل وکړي او هغه د $5m$ په واټن بې ځايه کړي. اجرا شوې کار پيدا کړي؟ ځواب: ($86.6J$)

10. که چيرې د فضايي بېرې او له هغې سره د نېښتی 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 لاندنيو شيانو حرکي انرژي محاسبه کړي.

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

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

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

ځوابونه: (الف) $3608,55 \text{ J}$ ، ب) $1895,25 \text{ J}$ ، ج: $5,73 \cdot 10^{12} \text{ J}$)

12. يو پلار د خپل زوی سره مسابقه کوي د پلار حرکي انرژي د زوی د حرکي انرژي نيمایي ده او د زوي کتله د پلار د کتلې نيمایي 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 يو پایپ چې اوږدوالې يې 12 m دي په افقي توگه د يوې سطحې په مخ په $2,3 \text{ m/sec}$ سرعت سره له اصطکاک پرته کشکول کېږي. د پایپ د هر متر کتله $0,25 \text{ kg}$ ده. کله چې ټول پایپ حرکت کوي د عاملې قوې په نتيجه کې څومره کار ترسره کېږي؟ ځواب: ($7,9 \text{ J}$)

14. له اصطکاک پرته د يوې مايلې سطحې په مخ چې له افق سره 25° زاويه جوړوي د 25 kg کتلې درلودونکې يو صندوق مخ پورته د يو کارگر په واسطه په 209 N قوه چې له سطحې سره موازي ده کش کول کېږي کله چې صندوق د $1,5 \text{ m}$ په واټن بې ځايه شي. د کارگر په واسطه تر سره شوې کار محاسبه کړي؟ ځواب: (31315 J)

15. يو جسم چې کتله يې 102 kg ده د يوه مستقيم افقي خط په مخ د 53 m/sec په لومړنۍ سرعت سره حرکت کوي. که چيرې په 2 m/sec^2 تاخيري تعجيل (تأجيل) سره د نوموړې خط په مخ ودرېږي. پيدا کړي
 الف) د هغه د دريدو لازمه قوه

- ب) د تاجيل 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 يې $5g$ او د $500 m/sec$ په سرعت سره حرکت کوي
 حرکي انرژي د ژول له جنسه محاسبه کړي؟ ځواب ($625J$)
17. د $30N$ يوه قوه په يوه متحرک توپ چې کتله يې $0,420kg$ ده عمل کوي چې په
 لومړۍ سرکې د $4 m/sec$ په سرعت سره د قوې په جهت حرکت کوي. قوه بايد په کومه
 فاصله کې په توپ باندې اغيزه وکړي ترڅو سرعت يې $6 m/sec$ ته ورسېږي؟
 ځواب: ($0.14m$)
18. د انسان زړه يو پياوړې او د اعتماد وړ پمپ دي. هره ورځ د 7500 ليترو په شا او
 خوا کې وينه پمپوي او د وجود يا بدن غړيوته يې رسوي. که چيرې د زړه کار د $1,63m$
 په ارتفاع (په امريکا کې د بنڅو متوسط قد) د همدغو مره اندازې وينې د لوړولو له کار
 سره مساوي وي او د وينې کثافت د اوبو له کثافت $10^3 kg/m^3$ سره مساوي وي. په يوه
 ورځ کې د زړه کار څومره دي؟ ځواب: ($1,20 \cdot 10^5 J$)
19. د $5kg$ کتلې يو جسم بايد څومره لوړ شي ترڅو د هغه پوتانشيل انرژي $40J$ زياته
 شي. څومره بايد نوموړې جسم راټيټ يا بنسکته کړو ترڅو د هغه پوتانشيل انرژي $100J$
 کمه شي. په دواړو حالتونو کې د ثقل د قوې کار محاسبه کړي؟ ځوابونه: ($0,80m$ ،
 $100J$ ، $-40J$ ، $2m$)

پنځم فصل

کلک (جامد) اجسام Solids

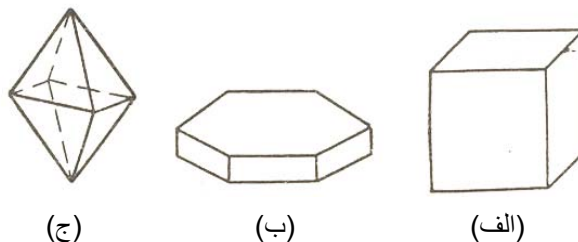
سريزه: ماده په طبيعت کې په درې ډوله جامد، مايع او ګاز وجود لري او له يوه حالت نه په بل حالت اوږي. د تودوخې د زياتوالي په پايله کې جامد په مايع او مايع په ګاز اوږي. ماده په جامد حالت کې د ټاکلې حجم او ټاکلې شکل درلودونکې ده. ددی لپاره چې د يوه جامد جسم حجم او شکل بدل کړو زياتو قووته اړتيا شته دی، يعنی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

ماده په مايع حالت کې ټاکلې حجم لري خو شکل يې بدلون کوي او په هر لوبنې (ظرف) کې چې واچول شي د هغه لوبنې 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 نسيې، خو د شکل د بدلون په وړاندې له ځانه هيڅ ډول مقاومت نه نسيې.

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 نسيې. نو ځکه ګاز په ډير کم وخت کې ټوله هغه فضا اشغالوي چې په واک کې يې ورکول کيږي. 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 ټاکلي 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، برېښنايي 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 ويل کيږي چې ټولې ذرې يې په يوه عمومي فضايي شبکه کې ځای په ځای کيږي. فضايي شبکه هغه شبکه ده چې په کرسټالي جسم کې ذرې (ماليکولونه، اټومونه او ايونونه) د يو بل په نسبت په دقيق او منظم تناظر کې واقع وي. پولې کرسټال هغه جسم ته ويل کيږي چې له زيات شمير کوچنيو مونو کرسټالونو نه چې يو د بل په نسبت په نامنظم ډول واقع دي جوړ شوي دي. له دې کبله پولې کرسټالونه ايزوتروپ دي، يعنې په ټولو جهتونو کې يو شان فزيکي خواص لري. په پولې کرسټالونو کې نامتجانستوب (ايزوتروپ والی) يوازې د مونو کرسټال په حدود وکې وجود لري. د معاصر فزيک له نظره جامد اجسام يوازې کرسټالي اجسام يا کرسټالونه دي. د مايعاتو ذرې (ماليکولونه) په نامنظم او نا مرتب ډول سره يو ځای شوي له دې کبله مايعات ايزوتروپ دي.

۵- ۱: ارتجاعي قوه Elastic Force

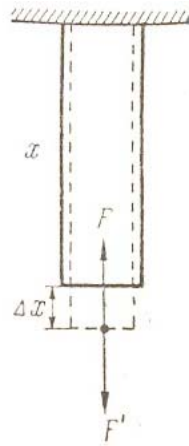
مخکې مو ولوستل چې قوه کولې شي يوه جسم ته تغيير د شکل ورکړي او يا د هغه جوړونکې ذرې يو د بل په نسبت بې ځايه کړي. په دې صورت کې (د نيوتن د دريم قانون سره سم) د تغيير موندونکې جسم په داخل کې د تغيير راوړونکې قوې په مقابل کې قوه را پيدا کيږي چې کچه يې د تغيير راوړونکې قوې سره مساوي ده دا قوه د ارتجاعي قوې په نوم يادېږي. د بيلگې په توگه هغه وزنه چې د يوه فنر په سر کې ځورند او هغه کش کوي د فنر ارتجاعي قوې تر اغيزې لاندې راځي. ارتجاعي قوې د يوه جسم د ذرو (ماليکولونو او اټومونو) د خپل منځينۍ اغيزو نه سر چنډه اخلي او په اخري تحليل کې برنښايي طبيعت لري.

څو ډوله د اجسامو تغيير شکل وجود لري لکه: يو طرفه انبساط، يو طرفه تراکم يا انقباض، څو طرفه يا حجمي انقباض، تاوانحنا يا کرېدل او نور. تجربه ښيي چې د F ارتجاعي قوه چې د هر ډول کم تغيير شکل په صورت کې رامنځ ته کيږي د تغيير شکل له قيمت (Δx) سره متناسبه ده يعنې:

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

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 توگه 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 گڼلې شو. د لويو Δx په صورت کې د جسم په اصطلاح باقي مانده تغيير شکل رامنځ ته کيږي چې په بشپړه توگه د هغه بڼه او اندازه نه اعاده کيږي. په ډيرو سترو تغيير شکلونو کې بنسټي 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.



شکل (۲-۵)

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 اوږديږي او په هغې کې د $F = -F'$ ارتجاعي قوه رامنځ ته کيږي. تجربه بنسټي چې په ميله کې رامنځ ته شوې اوږدوالي (Δx) د F' قوې او د ميلې له لومړنۍ طول x سره په مستقيمه توگه متناسب او د ميلې د مقطع له مساحت سره په معکوسه توگه 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 بنکارندوی او د ارتجاعيت د مودلس (Modulus) يا د يانگ Young د مودلس په نوم يادېږي. د (۲-۵) له رابطې نه لرو چې:

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

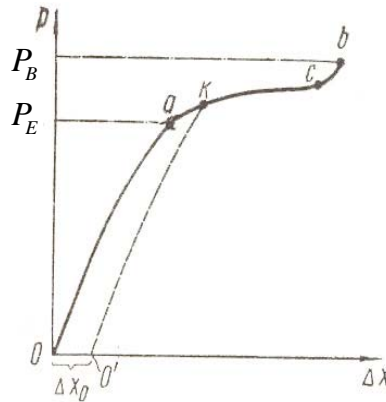
که چيرې $\Delta x = x$ او $A = 1$ فرض کړو په دې صورت کې $E = F'$ ، يعنی د يانگ مودلس په دې توگه له هغې قوې سره مساوي دی چې د واحد مساحت درلودونکې مقطع ميله دوه چنده اوږده وي. د SI په سيستم کې د يانگ د مودلس د اندازه کولو واحد $\frac{N}{m^2}$ دي.

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، د (۳-۵) شکل.



شکل (۳-۵)

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 کرېدو 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 لومړنۍ 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 اعادې 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 آنې 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 پدیده د ارتجاعي وروستنۍ عمل په نوم يادېږي.

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 زياتېږي. له دې کبله جامد جسم د گرمولو په پايله کې پراخېږي يا انبساط کوي. تجربه بڼې چې د يوې ميلې د طول زياتوالي يعنی انبساط Δl د خطي انبساط په صورت کې د هغه د تودوخې له بدلون سره متناسب دي، يعنی:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t \dots\dots\dots (5-5)$$

په پورتنۍ رابطه کې l_0 د ميلې طول په t_0 تودوخه کې، $l = l_0 + \Delta l$ 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 چېرې $t_0 = 0C^\circ$ وي، نو لرو چې:

$$l = l_0 (1 + \alpha t) \dots\dots\dots (6-5)$$

له دې ځايه:

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 t} \dots\dots\dots (7-5)$$

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 $\frac{1}{grad} = grad^{-1}$ دي. د جامدو اجسامو لپاره α د $(10^{-6} - 10^{-5}) grad^{-1}$ په شا او خوا کې ده.

د خطي انبساط په پايله کې د جسم حجم زياتيږي. د حتمي انبساط د مطالعې لپاره يو مکعب ډوله جسم چې هره ضلع يې د t_0 په تودوخه کې ℓ_0 ده په پام کې نيسو. د نوموړې جسم حجم مساوي دي په $v_0 = \ell_0^3$ د t تر تودوخې پورې د مکعب له گرموالي نه وروسته د هغه هره وجهه مساوي کيږي 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 کوچنيوالي له امله د α^2 او α^3 درلودونکو حدونو څخه سترگې پټولې شو يا صرف نظر کولې شو، په پايله کې ليکلې شو چې:

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

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

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

په (۸ - ۵) رابطه کې β د حتمي انبساط د ضريب په نوم ياديږي. پوهيږو چې د جسم کثافت $\rho = \frac{m}{V}$ دي، چې m د جسم کتله او V يې 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 $t = 0C^\circ$ تودوخه کې دي. له (۹ - ۵)

رابطې نه څرگنديږي چې د يوه جسم کثافت د تودوخې په زياتوالي سره کميږي. (۵ - ۶)، (۵ - ۸) او (۵ - ۹) رابطې د مايع اجسامو يا مايعاتو لپاره هم ريښتيني دي، خو يوازې توپير په دې کې دي چې د مايع اجسامو د حتمي انبساط ضريب د جامدو اجسامونه زيات او هغه د $(10^{-4} - 10^{-3}) grad^{-1}$ په شا او خوا کې دي.

په (۵ - ۱) جدول کې د ځينو جامدو اجسامو د خطي انبساط د ضريب α قيمتونه د کوتي په تودوخه کې ورکړل شوي دي.

(۵-۱) جدول د خطي انبساط خو ضریبونه

$\alpha (10^{-6} \text{ grad}^{-1})$	جسم	$\alpha (10^{-6} \text{ grad}^{-1})$	جسم
11	پولاد	51	یخ یا کنگل په 0°C کې
9	معمولي شیشه	29	سرب
3.2	پیرکس شیشه	23	المونیم
1.2	الماس	19	برونز
0.7	ابنوار Ni-Fe الیاژ	17	مس
0.5	کوارتز	12	کانکریت

په پورتنۍ جدول کې ټول درج شوې کمیټونه پرته له یخ یا کنگل نه د کوتې په تودوخه کې ورکړل شوي دي.

۵-۴: ارتجاعیت Elasticity

ټول سخت یا جامد اجسام تر یوه حده دکشش وړتیا یا ارتجاعیت لري په دی مانا چې د کشول، فشار ورکولو، تاوولو او متراکم کولو په واسطه کولې شو د هغو ابعادو ته تریوې اندازې بدلون ورکړو. ددی لپاره چې د ابعادو ددی بدلونو نو په هکله څه وپوهیږو یا تصور وکړو لاندې مثال په پام کې نیسو. که چیرې د یو متر په اوږدوالي او یو سانتي متر په قطر یوې عمودي پولادي میلې له یوه انجام نه یو کوچنی موټر راوڅړو میله کش کیري خو دا کشش یوازې د $0,55\text{mm}$ په اندازه دي پردی برسیره کله چې موټر د میلې له انجام نه لیرې کړو میله بیرته خپل لومړنی حالت ته ورگرځي، یعنی خپل لومړنی طول ته ورگرځي. که چیرې دوه موټره د میلې له انجام نه وڅړو میله په دایمي ډول کش کیري چې د موټرو له لیرې کولو نه وروسته خپل لومړنی حالت ته نه ورگرځي. او که چیرې د میلې له انجام نه درې موټره وڅړو په دی صورت کې میله ماتیري.

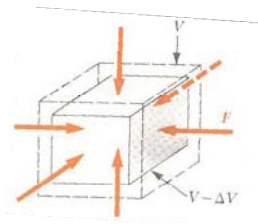
(۵-۴) شکل د قوو تر اغیزې لاندې د یوه جامد جسم د ابعادو د بدلون درې مختلفې طریقي یا ډولونه نسي. په (۵-۴ الف) شکل کې استوانه کش شوې ده په (۵-۴ ب) شکل کې استوانه د هغې قوې د عمل له کبله چې د هغې په محور باندې عموده ده تغییر

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 دی درې ډوله تغيير شکل کې ونډه لري او يا شريک 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.

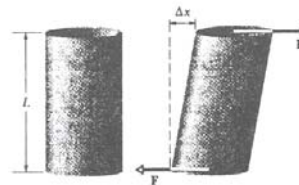
تنش _ دا کميت د ميخانيکي شدت يا (Mechanical Stress) په نوم ياديږي. ميخانيکي شدت يو فزيکي کميت دي چې په عددي توگه د تغيير شکل د عاملې قوې او د جسم د واحدی سطحې له نسبت سره مساوي دي، يعنی:

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

په بل عبارت ميخانيکي 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.



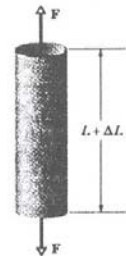
(ج)



(ب)



(الف)



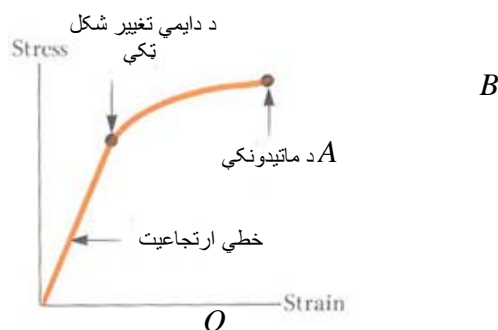
شکل (۴-۵)

(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

راورل 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 کيږي چې که چيرې فشار بيرته صفر کړو کشش هم صفر کيږي، نو له دې کبله د جسم کشش ارتجاعي دي او ويل کيږي 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 کيږي.

۵-۵: کشش او تراکم

د ساده کشش یا تراکم لپاره فشار (Stress) د $\frac{F}{A}$ په ډول تعریفېږي. يعنی قوه تقسیم 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 تغییر 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 تیرې 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 شوي 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	هلووکی

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 پوهيږو 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 تراکمي مودل په نوم ياديږي. په دی حالت کې ويل کېږي چې جسم د هيدروليکي تراکم لاندې دي او فشار يې د هيدروليکي تنش په نوم ياديږي. 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 تراکمي 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 4000m 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.

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

(۵-۱) مثال: د 102kg يو بار د يوه سيم په واسطه چې طول يې 2m او د مقطع مساحت يې $0,1\text{cm}^2$ دي کشکول کېږي. نوموړي سيم د $0,22\text{cm}$ په اندازه له خپل لومړني طول نه اوږدېږي. ددی سيم انبساطي فشار، انبساطي کشش او ديانګ مودلس پيدا کېږي؟
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: يوه پولادي ميله چې شعاع يې $9,5\text{mm}$ او طول يې 81cm دي د $6,2 \cdot 10^4 \text{ N}$ قوې په واسطه په خپل امتداد کشکول کېږي
الف) په ميله باندې وارد شوې فشار (تنش) پيدا کېږي
ب) د ميلي د طول زياتوالي او کشش پيدا کېږي.

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

حل:

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

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

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

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

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 اغيزې 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

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

☉ 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 د 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.

$$P = B \frac{\Delta V}{V} \dots\dots\dots (۱۹ - ۵)$$

په پورتنۍ رابطه کې P فشار (هايډروليکي Stress) کوم چې په جسم باندې د سيال له طرفه واردېږي، $\frac{\Delta V}{V}$ ، Strain د نوموړی 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 څرپړي 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 لمانستې؟ ځواب (په ولاړې)
3. يو سيم چې اوږدوالي 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 سرمحکم او په کښتنې سر کې يې د $20KN$ وزن څرپړي. 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 $60mm$)
7. د لرگۍ سټه (کنده) چې لوړوالي يې $3m$ او پنډوالي 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 کندي 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 لرونکي اجسام وڅړول شي؟ ځواب: (په څلورو اړو حالتونو کې سيم حرکت کوي اوږدېږي).

نېټم فصل

د سيالو اجسامو مېخانیک

سريزه: معمولاً اوبلن اجسام او غازونه د سيالو اجسامو Fluid تر عنوان لاندې څېړل کېږي او په دوو برخو ويشل شوې دي .

(الف) اوبلن اجسام، هغه اجساموته ويل کېږي چې د ماليکولو ترمينځ فاصله ئې نظر جامدو اجسامونه زياته او نسبت غازونوته کمه وي. د اوبلنو اجسامو ماليکولونه د جامدو اجسامو پر خلاف ازادانه حرکت کولاي شي. په هر ظرف کې چې و اچوال شي دهم هغه ظرف شکل نيسي څرنگه چې مايع اجسام خورا زيات دي، نو د کثافت په وسيله د يوبل ځيني پخپلو فزيکي خواصو کې توپير کېږي .

(ب) غازونه هغه اجساموته ويل کېږي، چې د ماليکولو ترمينځ فاصله ئې نسبت مايعاتو ته خورا زياته ده. د غازونو ماليکولونه په فضا کې ازادانه حرکت کولاي شي. د غازونو ماليکولونه په يو جسم کې ټوله فضا نيسي غازونه هم ډول ډول فزيکي خاصيتونه لري. چې د هغې په ذريعه د يو بل څخه جلا کېږي.

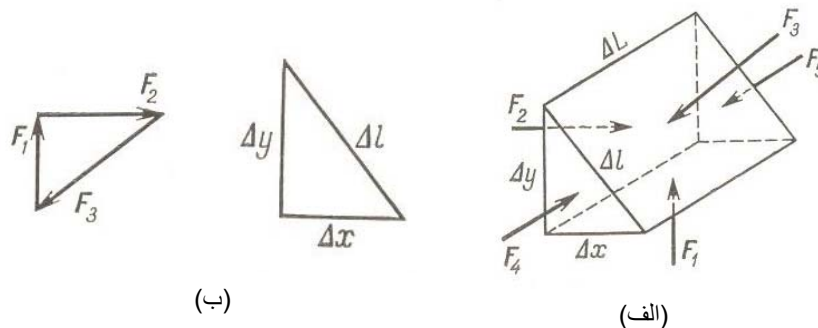
غازونه او مايعات « سيالونه» په ډيرو کمو حالاتو کې د يوبل څخه توپير لري. د غازونو او مايعاتو حالتونه، د تودوخي درجې، حجم، فشار، سطحي کشش، لزوجيت، کثافت او داسې نورو فزيکي خصوصياتو پورې اړوند دي. د مېخانک له نقطه نظره، ټول سيال اجسام، په کينماتيکي، ديناميکي او ستاتيکي پديدو کې څېړل کېږي.

٦-١: د سيالو اجسامو ستاتيکي حالت Fluid Statics

که جهان ته په ژوره توگه و گورو، نو مطلق خلا په طبيعي حالت کې موجود کيداي نشي، نو ټول اجسام، په سيالو محيطو کې غوټې وهي په دې اړوند په علمي او معمولي ژوند کې د سيالو فزيکي اغيزې د پام وړ دي.

په سيال کې غوپه شوي هر جسم باندي د سيال جانبي اغيزې څرگندي دي . که چيرې داسې يو جسم په پام کې ونيسو چې په مېخانکي سيال کې غوپه شوي وي که سيال د بهيدو

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 ثابتته 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 وکتورونو جهت په جسم باندې د عاملي 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:

$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 = 0 \quad (1-6)$$

پورتني رابطه په لاندینيو دوو معادلو باندې ویشو او داسې ئي ليکلو $F_4 + F_5 = 0$ همدارنگه د شکل مطابق $F_1 + F_2 + F_3 = 0$ د بلي خوا د (۱-۶) ب) شکل مطابق د دوو مثلثونو د مشابهت څخه ليکلي شو چې:

$$\frac{F_1}{\Delta x} = \frac{F_2}{\Delta y} = \frac{F_3}{\Delta L}$$

که چيري وروستي رابطه په $\frac{1}{\Delta L}$ باندې ضرب کړو، نو ليکلي 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 بنسکاري چه:

$$\Delta x \cdot \Delta L = S_1$$

$$\Delta y \cdot \Delta L = S_2$$

$$\Delta L \cdot \Delta L = S_3$$

که چيرې دا قيمتونه په پورتنې معادله کې وضع کړو. په پایلي کې لروچې:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} = \frac{F_3}{S_3} = const \quad (۲-۶)$$

څرنگه چې فشار د قوې او هغې سطحې له نسبت څخه چه قوه پرې عموداً عمل کوي عبارت دي، نو ليکلې شو چې:

$$P_1 = P_2 = P_3 = const \quad (۳-۶)$$

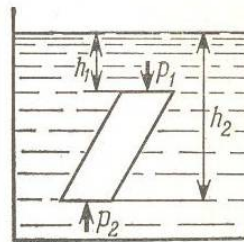
وروستي رابطه د پاسکال قانون بيانوي او هغه دادي. په ولاړ او متعادل سيال کې د واقع جسم په ټولو سطحو باندې يو شان او مساوی فشار عمل کوي.

۲-۶: د سيال فشار Fluid Pressure

پورتنی مثال په جسم باندې د ثقل د قوې په نشتوالي (غياب) کې د سيال فشار نښي. اوس د (۲-۶) شکل سره سم د ثقل د قوې په شتون کې په سيال کې په غوپه شوې جسم باندې وارد فشار ترخپرنې لاندې نيسو. په دې حالت کې په جسم باندې محصله فشار عبارت دی له:

پورتنی مثال په سيال باندې د ثقل د قوې په نشتوالي (غياب) کې په پام کې نيول شويدي.

$$P_2 - P_1$$



شکل (۲-۶)

د ثقل د قوي يا وزن لاندې د نيوتن دوم قانون عبارت دي له $(٦-٤)$ $P = m \cdot g$
 د بلې خوا $(٦-٥)$ $\rho = \frac{m}{v}$ او يا هم $m = \rho \cdot v$ دلته ρ کثافت v حجم،
 m کتله، g د ځمکې ثقل تعجيل او p د ثقل قوي لاندې د جسم وزن دي.

که دغه قيمتونه د فشار په رابطه کې وضع کړو:

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

$$p = \frac{\rho v g}{A}$$

A مساحت او P فشار دي:

څرنگه چې $v = A \cdot h$ دي نو له دې کبله ليکلې شو چې:

$$p = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$$

$$p = \rho g h \quad (٦-٦)$$

که دغه رابطه د شکل سره پرتله کړو نو ليکلي شو.

$$p_2 - p_1 = \rho g h_2 - h_1 \cdot \rho g$$

که چيرې د جسم پاسنې برخه په سيال کې ډوبه نه وي نو $h_1 = 0$ او پدې حالت کې
 $p_1 = 0$ کېږي ليکن:

د اتموسفير فشار د p_1 په عوض موجود دي او هغه ته p_0 وايو. نو په دې حالت کې که
 $p_2 = p$ فرض کړو. نو ليکلي 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 تطبيق په يوه نقطه کې نيسي. که چيرې نوموړي رابطه
 په نورو ټکو باندې تطبيق کړو، نو عين نتيجه ترې لاسته راځي هغه فشار چه د سيال په عمق
 کې عمل کوي هايډروستاتيکی فشار بلل کېږي.

هايڊروسٽاتيڪي فشار هغه وخت په پام کي نيول ڪيږي، چه نوموږي فشار د ظرف او يا سيال په ژوروالي او جدارونو باندي د محاسبي لاندي نيول ڪيږي. په دي حالت کي د U ډوله ظرف په استعماليدو سره د سيال د تعادل د حالت څخه گټه پورته ڪيږي.

په لاندي ڪنبي دغه موضوع په يو U ډوله ظرف کي د مثال په توگه د مطالعي لاندي نيسو.

مثال :

دوه متفاوت سيال اجسام ، چه کثافتونه ئي يو شان نه دي په يوه U ډوله ظرف کي داسي اچو چه د دواړو سيالو جسمونو ترمنځ تعادل د يو متحرک پستون B پوسيله سره برابر ڪيږي. فرضاً د سيالونو کثافات په ترتيب ρ_1 او ρ_2 وي. د تعادل په صورت کي چه د B متحرک پستون په وسيله برقرار ږي ليکلي شو.

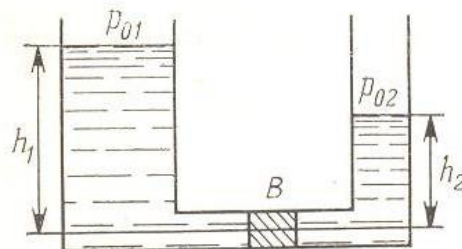
$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2$$

که د U ډوله ظرف سرخلاص وي $p_{01} = p_{02}$ ڪيږي.

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1} \quad (٦-٨)$$



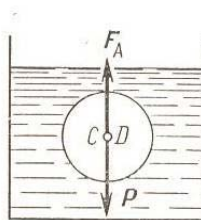
شکل (٦-٣)

په پرانيستی U ډوله ظرف کي د مختلفو اوبلنو اجسام د لوږوالي نسبت د هغوي د کثافت د نسبت سره معکوس ترا ولري.

که چيري د دواړو اوبلنو جسمونو کثافات سره مساوي وي، نو د اوبلنو اجسامو لوږ والي هم مساوي دي. يعني د $\rho_1 = \rho_2$ په صورت کي $h_1 = h_2$ ڪيږي.

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 بڼکلي تاج جوړ کړ، کله چه تاج حاضر کړای شو، پاچا ته شک پیدا شو چه گوندي د تاج طلا خالصه نده، غوښتل ئي چه موضوع معلومه کړي، عالمان او بزرگان ئي راو غوښتل او ورته وي ویل، تاسي څنگه کولای شي چه ځمادي شک ته صحیح او باوري ځواب وویاست، عالمان په فکر کي ډوب شول یو ددغه عالمانو څخه ارشمیدس Archimedes وه شپه او ورځ ئي فکر کولو. ترڅو یوه ورځ حمام ته ولاړ کله ئي چه د اوبو څخه ډک جام د اوبو له منځه راوکیش نو احساس یي کړه چې د اوبو ډک جام د اوبو په منیځ کې نظرو باندي حالت ته سپک دي. په حمام کي چيغې کړي و مي موند د پاچا ځواب مي وموند. کورته راغي او یو څو تکراري تجربې ئي وکړي. او په دي بریالي شو چې عملاً ثابتته کړي په هر جامد جسم چه په اوبو کي غوږه کړای شي، نو د خپل حجم په اندازه اوبه د خپله ځایه بي ځای کوي. او ددغه اوبو وزن چه د جسم هم حجمه دي. په اوبو کي د غو په شوي جسم وزن نظرو عادي حالت ته د اوبو څخه د باندي سپک ښیي. ارشمیدس د نوموړي تاج او خالصو طلاو د تاج برابر بي ځای شوي او به سره پرتله کړي او دي نتیجې ته ورسید، چه په دي طریقي کیدای شي د نوموړي پاچا شک لرې کړي. د بلي خوا څخه کله چه په اوبو کي غو په شوي جسم د اوبو څخه راویستل شی، نو په لوبني باندي د ښکته خوا څخه د جسم د ثقل قوي یعنی وزن مخالف د اوبو لخوا قوه عمل کوي، چه د نوموړي جسم وزن د بیخایه شو اوبو د وزن معادل دي. دی قوي ته د ارشمیدس قوه وایي د شکل مطابق د ارشمیدس F_A قوه د لاندیني رابطي په ذریعه محاسبه کيږي:



(۶-۴) شکل

$$F_A = S_{lq} g v_b \quad (۹-۶)$$

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 باندي تقسیم کړو، نو د نوموړي جسم مخصوصه وزن تري 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 راخیږي. په دغه درې وارو حالاتو کې د سیال کثافت ډیر مهم دي، داځکه چه د ارشمیدس قوه د سیال د کثافت سره په مستقیمه توگه تړا ولري.

د تعادل په حالت کې د ارشمیدس قوه او جسم د ثقل د قوي د عمل نقطې پر یو بل منطقي دي. په داسې حال کې چه د نورو دواړو حالتونو په صورت کې دواړه قوي 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 نوموړې 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. همدارنگه په علمي څیړنو کې د اجسامو سوچه والې یا خالص توب د کثافت

سره نیغ په نیغه تړا ولري.

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 څېړل شويدي. همدار نګه گازونه د خپلو فزيکي خصوصياتو په نظر کې نيولو سره د کثافت د معلومولو ځانګړي خصوصيت لري.

۶- ۱ مثال: د غوړيو کثافت 0.91 gr/cm^3 دي، د دي غوړيو د $2/5$ ليترو کتله پيدا کړي؟

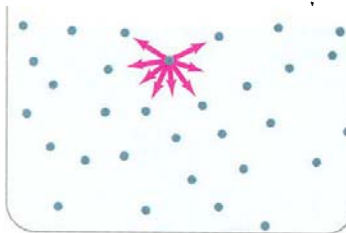
حل: پوهېږ وچې $1L = 1000cm^3$ دي، نوځکه لروچې

$$m = p \cdot v = \left(0.91 \frac{g}{cm^3}\right) (2500cm^3) = 2275g = 2,275kg$$

۶- ۵: سطحي کشش Surface Tension

د نړيوال نظم د برقرارې قانون مندي خورا ډيري او د يو بل څخه متفاوتي دي. کله انسان ته يو حقيقت ډير ساده او معمولي برېښي، ليکن کله چه ښه ورته څپرشي بياهلته پوهېږي، چه دلته يو جهان او يوه نړي معلومات خوندي دي.

د سطحي کشش پديده، چه په سيالو اجسامو (مايع او گازونه) عمل کوي، ظاهراً ډيره بسيطه ښکاري، خو کله چه عاملي او په پروسه کې داخله قوي او د محيط جوړښت په پام کې ونيول شي، نو داتري څرګنديږي چه يوه پيچلې قانون مندي عمل کوي. ليدلي به مووي کله چه د مايع د سطحي پر سر د يو کاغذ توتي داسي ولگو، چه په مايع کې ډوبه نه شي او بيا په ډير احتياط سره هغه د مايع د سطحي څخه



(۶- ۵) شکل

پورته کړو تر هغه وخته پوري چه د مايع سره د کاغذ ارتباطونه شلېږي، په دي حالت کي د سيال د سطحي د ماليکولونو لخوا په کاغذ باندي قوه واردېږي، چه د سيال د سطحي کشش د قوي په نامه يادېږي. د يو سيال سطحي کشش د لانديني فورمول په ذريعه لاسته

$$\gamma = \frac{F}{d}$$

هغه قوه ده چه د سيال د سطحي د ماليکولونو لخوا د يو جسم په هغه نقطه باندي واردېږي چه د سيال سره په تماس کي ده د سيال د سطحي کشش د اندازه کولو واحد د N / m څخه عبارت دي، اما معمولاً په dyn / cm سره اندازه کېږي په لانديني جدول کي د سطحي کشش ځيني تجربې قيمتونه ليکل شويدي .

(۶-۱) جدول د سطحي کشش ضريبونه

هغه سيال چه د هوا سره په تماس کي دي	د تودوخې درجه د سانتي گراد په درجي	سطحي کشش په $dyne / cm$ باندي
بنزين	20	28.9
کاربن تترا کلورايد	20	26.8
اتيانول	20	22.3
گليسيرين	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
اکسيجن	-193	15.7
نيون	-247	5.15
هليوم	-269	0.12

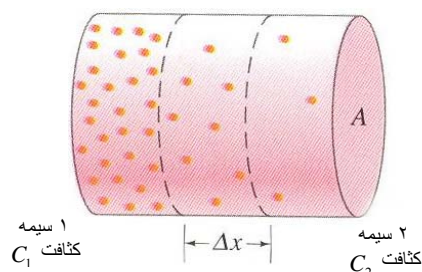
د عادي سيال لپاره لکه اوبه د تودوخي د درجي په کمیدو سره سطحي کشش زیاتېږي. معمولاً د تودوخي درجه د یو جسم د مالیکولونو د حرکت پوري تړاو لري. هر څومره چه د تودوخي درجه زیاتېږي په هم هغه اندازه د جسم یا سيال مالیکولونه تیزه منډه وهي. په دي صورت کې د مالیکولونو ترميخ متقابل عمل د هغوي په حرکت کمه اغیزه واردوي، چه په نتیجه کي سطحي کشش هم کمېږي. کله چه کالي پريمینشل کېږي، باید اوبه په ډیر قوت سره هغه کوچینو سوږیو ترميخ چه د ټوکر د موادو د لیافو په منيخ کي دي ورننوځي.

٦-٦: ديفوزن Diffusion

دوه یو بل سره په تماس کي مایع یو د بل په منخ کې نفوذ کوي ترڅو په بشپړه توگه یو د بل سره گډی شي. یوازي هغه مایع گانې چې یو پر بل کې د انحلال وړنه وي (لکه اوبه په کوچوکې) یو د بل په منخ کې نفوذ نه کوی. د بیلگي په توگه که چيري 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 گانو ترمنخ واضح او څرگنده پوله یا سرحد په تدریجي توگه له منځه ځي او یو له بل سره گډېږي. له څو میاشتو وروسته دوی په بشپړه توگه یو له بل سره گډېږي. د دوو مایع دا ډول گډیدوته ديفوزن وايي. ديفوزن په گازونو کې هم واقع کېږي مثلاً دوک (لوگي) په هوا کې نفوذ کوي او په تدریجي توگه په بشپړه توگه په هوا کې گډېږي. ديفوزن 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 کوی چې کثافت کم وی.

د يفوژن د مالیکولونو د حرکي تیوري او نابیره حرکت په مرسته په اسانۍ سره توضیح او بیانېږي. د ديفوزن 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 (٦-٦) شکل که چيري نوموړي تیوب له اوبو څخه ډک وي او په هغه کې د ډیگ د رنگ یو شاخکی واچو د ډیگ رنگ په تدریجي توگه په اوبو کې نفوذ کوی

فرض کړې چې ماليکولونه په نامنظم يا نابيره حرکت کې دی د ماليکولونو خالص جريان په تيوب کې له کيڼې خوا څخه بڼې خوا ته دی.



شکل (۶-۶)

په تيوب کې د Δx په طول يوه کوچنی مقطع په پام کې نسيو. ماليکولونه د نابيره حرکت په ترڅ کې د 1 او 2 دواړه سيمو څخه نوموړی مرکزی مقطع ته داخلېږي. څرنگه چې د ماليکولونو کثافت په 1 سيمه کې زيات دی له دی کبله له دې سيمې څخه زيات ماليکولونه مرکزی مقطع ته ننوزی په پایله کې د ماليکولونو خالص جريان له کيڼې خوا څخه بڼې خوا ته دی، يعنې د لوړ يا زيات کثافت څخه د ټيټ يا کم کثافت خوا ته. د ماليکولونو جريان هغه وخت ودرېږي کله چې کثافت په ټولو سيمو کې يو شان شی. د مايعاتو د ديفوژن پروسه د (Fick) د قانون په مرسته بيانېږي. نوموړی په تجربی توگه وټاکل چې د ديفوژن قيمت J په مستقيمه توگه په واحد فاصله کې د کثافتونو له بدلون او د مقطع له مساحت A سره متناسب دی. د کثافت دگرادینت $\frac{C_1 - C_2}{\Delta x}$ په نوم يادېږي.

$$J = DA \frac{C_1 - C_2}{\Delta x} \quad (۶-۱۰)$$

(۶-۱۰) د ديفوژن معادله ده. D د تناسب ضريب او د ديفوژن د ثابت په نوم يادېږي. (۶-۱۰) رابطه د ديفوژن د معادلې يا د (Fick) د قانون په نوم يادېږي. که چيری کثافت په $\frac{mol}{m^3}$ سره وښيو، په دی حالت کې J د هغو مولونو شمير دی چې په يوه ثانيه

کې له راکړل شوی نقطې څخه تیرېږي، که چیرې کثافت په $\frac{kg}{m^3}$ سره اندازه شی، په دی صورت کې ل په یوه ثانیه کې لیرېدول شوی کتله ده $(\frac{kg}{sec})$. دیفوژن په جامدو اجسامو کې هم لیدل کېږي خو ډیر ورو او بڼې تر سره کېږي 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.

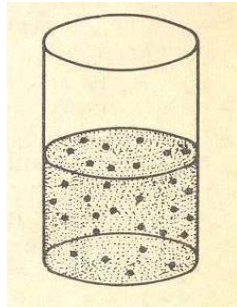
۶-۷: د اوسموس عملیه Osmosis

کله چه یو کلک جسم په اوبلن جسم کې حل کېږي، د نوموړی جسم مالیکولونه د اوبلن جسم په ټول حجم کې په مساویانه توګه تقسیم کېږي، او حاصل شوی ترکیب ته محلول وئیل کېږي. هغه اوبلن جسم چه جامد جسم پکښې حل کېږي د محلول (Solvent) په نوم یادېږي، یعنی د کلک جسم حل کوونکی او کلک جسم ته چه حل کېږي حل کیدونکی 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 کېږي لاسته راځي.

$$C = \frac{m}{v} \quad (6-11)$$

که چیرې د یو محلول غلظت کم وی، نو داسی محلول کمزوری محلول بلل کېږي.



شکل (۶-۷)

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 شویدی دلته د محلول مالیکولونه د حل شوی جسم په مقایسه ډیر کوچنی په نظر کې نیسو. په دی لحاظ د دوی د مالیکونو ترمینځ د عمل قوه وجود نلری. په دی لحاظ په ضعیف محلول کې د حل شوی جسم مالیکولونه د خیالی گاز حالت را په گوته کوی، په دی توپیر چه په مایع کې د حل شوي جسم مالیکولونه لکه د گاز په شان آزادانه حرکت نشی کولای. دغه تشابه مونږ دی نتیجی ته رسوی چه په حل شوی جسم باندی د خیالی گازونو قوانین تطبیق کړو.

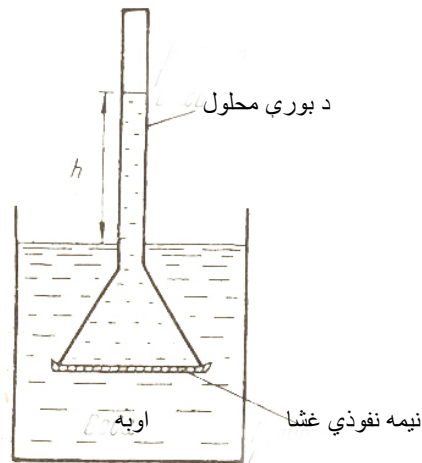
په خاص حالت کې داسی وړاندیز کوو چه حل شوی ماده په محلول کې قسمی فشار P رامنځ ته کوی، دغه فشار د گازونو د حرکتی انرژي په تیوري او د مندلیف-کلا پیرون د معادلو په اساس د لاندنیو فورمولونو په ذریعه حاصلیږی.

$$p = \frac{2}{3} \bar{n}_0 \bar{W} \quad (۶-۱۲)$$

$$p = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{v} \quad (۶-۱۳)$$

\bar{n}_0 په مایع کې د حل شوی جسم یا مادی 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 عمومی ثابت دي. د دی لپاره چه په عملی توگه دغه فشار ووینو، نو لاندینی تجربه باید اجرا شی.



شکل (۶-۸)

د شکل مطابق يوه داسې نفوذی غشا په نظر کې نيسو، چه يواځې محلل تري تيرشی او په محلول کې حل شوی جسم يا مادی ته د تيريد و امکان ورنکړی.

د مثال په توگه د ظرف په اوبو کې ويلې شوی قند په نظر کې نيسو.

يوه نيمه نفوذی غشا، چه اوږد نل لری، په دغه محلول کې کيږدو، نيمه نفوذی غشا د اوبو ماليکولونو ته د تيريدو اجازه ورکوی،

په داسې حال کې چه د قند لوی ماليکولونه ددې نيمه نفوذی غشا څخه تيريدلې نه شی. د دي لپاره چی عملیه په جوته توگه وليدلای شی. د نيمه نفوذی غشا محلول او د ظرف اوبه په عين سطحه سره برابرؤ او وروسته، اوبه ورو ورو نيمه 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 لوړوالي د عملیې اړوند فشار ارائه کوی چه قسمی فشار نومېږی او د اوبو او د قند د محلول د عمل په نتيجه کې رامنيځ ته کېږی. د محلول جدا کيدل د خالص محلل څخه او سموس بلل کېږی، چه په نتيجه کې ئی قسمی اضافي فشار رامنيځ ته کېږی.

په نل کې حاصل شوي فشار د ρgh څينې عبارت دی لدغه ځايه او سموسى فشار عبارت دي له .

$$p = \rho gh$$

پداسې حال کې چه ρ د محلول کثافت ، g د ثقل د قوی تعجيل همدارنگه کيداي شي او سموسى فشار د لاندنيو فورمولونو پوسيله هم اندازه کړو.

$$p = \frac{2}{3} \bar{n}_0 \bar{W}$$

$$p = \frac{m RT}{\mu v}$$

پورتني عملیه او فورمولونه د خیالي گازونو او په مایع کې حل شو مواد و د فشار د رامنيځ ته کيدو ورته والي نسيې. اوس غواړو او سموسى فشار د قند د محلول لپاره د

$p = \frac{m RT}{\mu v}$ پوسيله معلوم کړو د قند کيمياوي فورمول $C_{12}H_{22}O_{11}$ دی، پداسی

حال کې چه $t = 27c^\circ$. د محلول غلظت 0.034 kg/liter په اوبو کې دی. د

قند د فورمول مطابق کيلومول کتله عبارت ده له:

$$\mu = 342$$

$$p = \frac{m RT}{\mu v} = \frac{0.034.82 \cdot 300}{342.1}$$

د C د قیمت په وضع کولو سره، پورتنی فورمول دا لاندی بڼه غوره کوي:

$$p = \frac{CRT}{\mu} \quad (۶-۱۴)$$

لدغه ځايه نتيجه لاسته راځي چې:

او سموسى 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 لمړې ځل لپاره په 1887 عیسوی کال کې، د هالنډی کیمیا پوه واند-هوف (Vant Hoff) پوسيله 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 $t_1 = 10c^\circ$ 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 چيرې $T_1 = 283 \text{ grad}$ ، يعنې له تودولو څخه د مخه د اوکسجن مطلقه تودوخه، $\mu = 32 \text{ kg/kmole}$ د اوکسجن کتله وی
 $R = 8.32 \times 10^3 \text{ J/(grad} \cdot \text{kmole)}$ د گازونو نړيوال ثابت دي.

$$V_1 = \frac{mRT_1}{\mu p} = \frac{0.01 \text{ kg} \cdot 8.32 \times 10^3 \text{ J/(grad} \cdot \text{kmole)} \cdot 283 \text{ grad}}{32 \text{ kg/kmole} \cdot 3.1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2} = 2.4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2.4 \text{ Liter}$$

(ب) وگنې چې گاز په ايزو باريک توگه گرم شويدي دگي - لوسک له قانون څخه گټه اخلو:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

T_2 د اوکسجن مطلقه تودوخه وروسته له گرمولو څخه دی.

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{10 \text{ l}}{2.4 \text{ l}} \cdot 283 \text{ grad} = 180^\circ \text{ k}$$

$$t_2 = 907 \text{ c}^\circ$$

(ج) د مندلیف کلابیرون له معادلې څخه د کثافت لپاره لروچې:

$$\rho = \frac{p \mu}{RT}$$

$$\rho_1 = \frac{3.1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 32 \text{ kg/kmole}}{8.32 \times 10^3 \text{ J/(grad} \cdot \text{kmole)} \cdot 283 \text{ grad}} = 4.13 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_2 = \frac{3.1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 32 \text{ kg/kmole}}{8.32 \cdot 10^3 \text{ J/(grad} \cdot \text{kmole)} \cdot 907 \text{ grad}} = 0.99 \text{ kg/m}^3$$

اوس غواړو په لنډيز سره غازونه او پر هغوی باندې د تطبیق وړ قوانین مطالعه کړو.
 گازونه: د گازونو تعریف مو مخکې د سیال اجسامو په څېرني کی کړېدي، دلته یو ځل بیا دهغوي په اړوند یوڅه بحث کو، گازونه د فزيکي خصوصیاتو له نظره په دؤ، برخو ویشل شويدي.

الف - خیالی گازونه Ideal gases

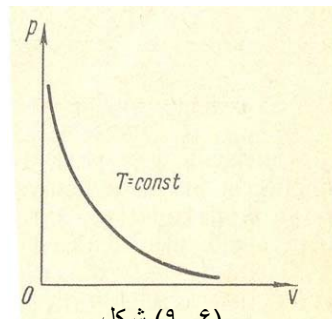
ب - حقیقی گازونه Real gases

زموږ په څيړنه کې يواځې خيالي گازونو او دهغو د فزيکي خواصو د توضيح کولو قوانين څيړل کېږي. خيالي گازونه، هغه گازونو ته ويل کېږي چه په يو حجم کې د هغوي د ماليکولونو تصادم امکان ډير کم وي ماليکولونه ئی په يوه لوبښی کې يو تر بله په ليرې فاصله کې واقع دی.

په اولسمه پېړي 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-ماریوت قانون Boyle-Mariot Law

که چيرې په يو لوبښي کې د تودوخې درجه $T = const$ 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 $v = const$ 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 $0^\circ C$ او β د گاز د فشار د حرارتي ضريب په نوم يادېږي، t د تودوخې درجه همدارنگه که چيرې $p = const$ او حجم د تودوخې د درجې په تابع تحول وکړي. پدې حالت کې $v = v_0(1 + \alpha t)$ د عمليې ته ايزوټرميک Isobaric ويل کېږي.

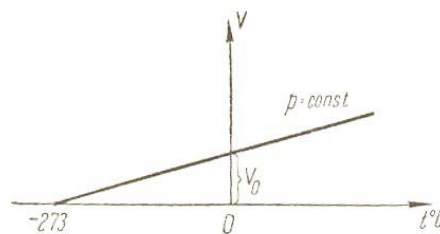


شکل (۶-۹)

په دې رابطه کې α د گاز د حجمي انبساط ضريب دي. v د گاز حجم د سانتي گراد په صفر درجه، او t د تودوخې درجه ده. یو انګلیسي عالم په 1662 عيسوي کال کې په تجربې توګه ثابته کړه چه د تودوخې درجې په ثابت قیمت سره د گاز د حجم او فشار تغیر حاصل ضرب تل یو ثابت قیمت لري. يعنی $p.v = const$ په دې شرط چه $t = const$ 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 پورتنی 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 ئې په عملي توګه ثابته کړه چه

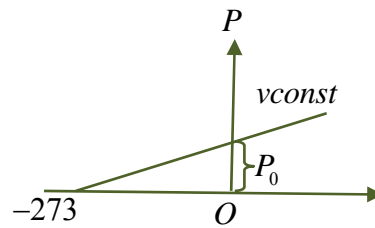
$$p = p_0(1 + \beta t) \text{ او } v = v_0(1 + \alpha t)$$


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

$$\text{دي} \begin{cases} p = p_0 \\ v = v_0 \end{cases}$$



شکل (۱۱-۶)

د بلي خوا څخه دواړه ايزوخوریک او ايزوباريک مستقيم خطونه د t محور په $-273^\circ C$ کې قطع کوي.

دغه نقطې ته صفر مطلقه ويل کېږي، 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 کنگل کېږي: همدارنگه ليدل کېږي چه $0^\circ C$ د $273k$ کلون سره مساوي ده. د کلون د تودوخي درجې ته د ترمودينامیک د تودوخي درجه هم وئيل کېږي.

$$k = 273 + t^\circ C \quad (۱۷-۶)$$

همدارنگه د α او β عملي قيمتونه عبارت دي له:

$$\alpha = \beta = \frac{1}{273} \quad (۱۸-۶)$$

که دا قيمتونه په $v = v_0(1 + \alpha t)$ او $p = p_0(1 + \beta t)$ رابطو کې وضع کړو. نولیکلي شو چې:

$$v = v_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right), \quad p = p_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$$

$$v = v_0 \left(\frac{273+t}{273}\right), \quad p = p_0 \left(\frac{273+t}{273}\right)$$

څرنګه چې $273 = T_0 k^\circ$ ، $T = T_0 + t$ ، $T = 273 + t$ دي

$$v = v_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)$$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{T}{T_0} \quad (19-6)$$

همدارنګه د ايزو بار د رابطې څخه په اسانې سره ليکلي شو چه:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{T}{T_0} \quad (20-6) \quad \text{د وروستيو دوو رابطو د پرتلې څخه ليکلي شو چه:}$$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{P}{P_0} \quad , \quad v \cdot P_0 = v_0 \cdot P \quad (21-6)$$

که چيري وروستي رابطې ته عموميت ورکړو نو ليکلي شو چه:

$$P_1 \cdot v_1 = P_2 \cdot v_2 = \dots = P_n \cdot v_n = \text{const} \quad (22-6)$$

دغه رابطې يو ځل بيا د بایل ماريووت فورمول ثابتوي.

۶-۱۰: د دالتون قانون Dalton's Law

که چيري د گازونو د مخلوط m کتله په يو ټاکلي ظرف کې د ځانګړيو شرايطو لاندې وساتو، او دغه مخلوط مجموعي فشار د p په اندازه وي، د مخلوط د هر جزء فشار په لاندیني توګه لاسته راځي، چه په حقيقت کې د هر گاز جلا جلا فشار مجموعه د مخلوط فشار سره مساوي دي.

که چيري د مخلوط د اجزاو فشارونه په ترتيب سره $p_1, p_2, p_3 \dots p_n$ وي، نو د مخلوط فشار عبارت دي.

$$p = \sum_{i=1}^n p_i = p_1 + p_2 + \dots + p_n \quad (23-6)$$

پورتنی رابطه د دالتون قانون دي.

د p_1 د حاصلولو لپاره د ظرف څخه د گازونو د مخلوط غير له يو څخه نورې اجزا وي ليري کو. هغه غاز چه پاتي دي ، د هغه فشار معلومو او هغه ته p_1 وايو، په همدې ترتيب د مخلوط نورو اجزاو ته p_2 ، p_3 او داسي نور وايو چه په نتيجه کې د گاز د ټولو

اجزاو فشارونه په جلا جلا توگه معلومېږي . او کله چه هغه سره جمع کړاي شي، نو د مخلوط فشار ځيني لاسته راځي.

۶-۱۱: د اووگدرو قانون Avogadro's Law

په کال 1811 ميلادي کې ايتالوي فزيک پوه اووگدرو په مختلفو غازونو باندې، ډول ډول تجربې وکړې، او په نتيجه کې ئي يو قانون راڅرگند کړ، چه دده په نامه باندې نومول شوي دي.

ددې قانون پر بنسټ په مساوي فشار او د تودوخي په مساوي درجه کې ټول گازونه مساوي حجم لري. د غه حجم په نورمالو شرايطو کې، $22.42 \frac{m^3}{kmole}$ چه مساوي په $22.42 \cdot 10^3 \frac{liter}{kmole}$ کېږي دي.

۶-۱۲: د مندليف - کلاپرون قانون Mendelyev-Clapeyron Law

مخکې مو وڅيرل چه د گازونو حالت د يو پارامتر په ثابت ساتلو او دوو، نورو متحولينو سره د گاز حالت د کوم قانون څخه پيروي کوي. اوس د گازونو عمومي حالت څيږو. په دي حالت کې حجم، فشار او د تودوخي درجه يوځاي تغيير کوي، او دهغي په نتيجه کې کوم قانون چه رامنځ ته کېږي په کال 1834 ميلادي کې د اووگدرو پوسيله کشف شويدي. اووگدرو دا قانون د بايل - ماريوت او گيولوسک د قوانينو د ترکيب ځيني لاسته راوړي دي.

فرضاً د يو گاز د m کتلي حالت د V_1, T_1, P_1 پارامترونو پوسيله مشخص شوي دي. د نوموړي گاز حالت يو بل حالت ته چې د P_2, V_2, T_2 پارامترونو پوسيله ځانگړي کېږي تغيير ورکوو.

دغه عمليه د دوو لاندنيو حالاتو پوسيله لاسته راوړو.

الف - د ايزوټرميک عمليې په ذريعه $T = const$ د نوموړي گاز حجم V_2 او فشارني P_1 سره مساوي کېږي.

ب - وروسته بيا د ايزوخوریک $V = \text{const}$ عمليي په ذريعه د نوموړي گاز د تودوخې درجه T_2 او فشار يې P_2 ته رسېږي. په دغه گاز باندي د عمليي لومړي پړاو د بايل - ماريوت د قانون په لاندې 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 لاندې توگه ليکل کېږي.

$$\frac{P_1'}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

که د P_1' قيمت په وروستي رابطه کې 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 کلاپيرون د معادلي په نامه يادېږي 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 پورتنې رابطه داسي ليکل کېږي.

$$\frac{PV}{T} = B$$

د اوگډرو 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:

$$PV_\mu = RT \dots\dots\dots(۲۵ - ۶)$$

وروستی رابطه د 1 kmole گاز لپاره د مندلیف کلاپيرون معادله ده ویلي شو چه د گاز حجم د هغه د کتلي سره په عين فشار او تودوخي درجه کي متناسب دي.

پورتني مفهوم داسي افاده کيږي. $\frac{V\mu}{V} = \frac{\mu}{m}$ ، μ د يو کيلو مول گاز کتله او

V د m کتلي گاز حجم دي. که چيري V_μ قيمت په $PV_\mu = RT$ کي وضع کړو، نو ليکلي شو چې:

$$PV \frac{\mu}{m} = RT$$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

وروستي رابطه د کلاپيرون د گاز رابطه ارائيه کوي.

د وروستي رابطي په مرسته د گاز کثافت په لاندې توگه معلومېږي.

$$P = \frac{m}{\mu V} RT \dots\dots\dots(۲۶ - ۶)$$

$$P = \frac{\rho}{\mu} RT$$

څرنگه چه $\rho = \frac{m}{V}$ دي، نو ليکلي شو چه

$$\rho = \frac{P\mu}{RT}$$

ددغې رابطې په مرسته، د گاز ثابت په لاندي توگه محاسبه کېږي ليکن د $R = \frac{PV\mu}{T}$ رابطې څخه د R قيمت د ترموديناميکي نورمالو شرايطو په اساس په اساني سره لاسته راځي.

که چيري $p = 1atm$ ، فزيکي (اتموسفير) او $T = 273k^\circ$ او

$$V_\mu = 22.42 \cdot 10^3 \frac{\text{lit}}{\text{kmole}}$$

وضع شي. نو حاصلولې شو چې:

$$R = \frac{1at \cdot 22.42 \cdot 10^3}{273grad} \frac{L}{kmole} = 82Latm / (grad \cdot kmole)$$

د SI په سيستم کې $1atm = 1,013 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$ او $1lit = 10^{-3} m^3$ ددغو

ارقامو په پام کې نيولو سره ليکلي شو چې:

$$R = 8.32 \cdot 10^3 \frac{J}{gradkmole} \quad (۶-۲۷)$$

دغه کميتونه د تجربې پوسيله لاس ته راغلي. د موضوع نظري څېړنه، د ماليکولي فزيک په تيوري کې کېږي.

۶-۱۳: د فصل لنډيز

- قوه چې په واحد سطحه باندې عمل کوي د فشار په نوم يادېږي، يعنې:

$$P = \frac{F}{A} \quad (28 - 6)$$

- د سيالو جسمونو لپاره د پاسکال قانون عبارت دی له:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} \quad (29 - 6)$$

- په مايع کې په غوپه شوي جسم باندې د ارشميدس قوه عمل کوي، نوموړې قوه عبارت ده له:

$$F_A = \rho_{lq} g V_b \quad (30 - 6)$$

- په پورتنۍ رابطه کې F_A د ارشميدس قوه، ρ_{lq} د سيال کثافت، g د ځمکې د جاذبي تعجيل او V_b د غوپه شوي جسم حجم دی.

- د ايډيال گاز لپاره د بايل ماريوت قانون لاندې بڼه لري.

$$PV = const \quad (31 - 6)$$

- د ايډيال گازونو لپاره د گي - لوسک قانون عبارت دی له:

$$\frac{V}{T} = const \quad (32 - 6)$$

- نوموړې قانون بيانوي چې په ثابت فشار کې که چيرې د گاز يوه ټاکلي اندازه گرمه يا سړه شي د حجم نسبت پر تودوخه ثابت باقی پاته کېږي.

- د دالتون د قانون سره سم د گاز د يوه مخلوط فشار د مخلوط د اجزاوود فشار له مجموعې سره مساوی دی، يعنې:

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots \quad (33 - 6)$$

- د اوگډرو قانون بيانوي چې په مساوي فشار او د تودوخې په مساوي درجو کې ټول گازونه مساوي حجم لري. دا حجم په معياري يا نورمالو

شرایطو کې $22,42 \cdot \frac{M^3}{kmol}$ يا $22,42 \cdot 10^3 \frac{liter}{kmol}$ دی.

- د مندلیف – کلاپرون قانون عبارت دی له:

$$PV\mu = RT \quad (۶-۳۴)$$

شپږم فصل تمرین

- 1- په یوه هایدرولیکي پروسه کې د کوچني پستون سطحه 2cm^2 او دلوی پستون 500cm^2 ده. که چیرې کوچني پستون په 25cm/sec سرعت سره ښکته کېږي معلومه کړې 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 کړې چې پستون څومره فشار په مایع واردوي؟
(الف) له وزن نه پرته
(ب) د 5kg کتلی لرونکی 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 غوړې او په بل لوبښې کې د 20cm په ارتفاع د خاورو تیل اچول شوی دی. په دواړو لوبښو کې د سیمابو د سطحی توپیر پیدا کړې؟ ځواب: $(\Delta h = 2\text{cm})$
- 4- له اوبو ډک یوه لوبښې کې د 2cm^2 په مقطع یو نل داخل او په نوموړې نل کې 72g غوړې اچول شوی دی. د اوبو او غوړو یو د سطحی توپیر پیدا کړې؟ 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 کړې 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 کړې چې د لوبښې په قاعده او د یو الونو کې

فشار بدلون کوی؟ ځواب: بدلون کوی ځکه چې د اوبو سطح په لوبښې کې لوړېږي.

7- دلرگی یوه تپوټه په اوبو کې لامبو وهی او $\frac{3}{4}$ برخه یی په اوبو کې ډوبه ده .

دلرگی کثافت پیدا کړی؟

$$\text{ځواب: } (\rho_{\text{wood}} = \frac{3}{4}\rho_w = 7.5 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3)$$

8- تر پستون لاندی په یوه استوانه کی د $1,04MP_a$ فشار په صورت کی د هوا حجم $5lit$ دی. د نوموړی هوا حجم د $1,00MP_a$ فشار په صورت کی پیدا کړی؟ ځواب: $(5.2liter)$

9- د هوا لومړنی حجم $6lit$ دی هغه په تدریجی توگه متراکمه کوی او حجم $4lit$ ته رسېږی او فشار یی $2 \cdot 10^5 Pa$ ته لوړېږی. د گاز لومړنی فشار پیدا کړی؟ ځواب $(4 \cdot 10^5 pa)$

10- د نورمال فشار لاندی په یوه لوبښې کی $5lit$ هوا وجود لری دا لوبښې له یو بل خالی لوبښې سره چی گنجایش یی $4,5lit$ 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 $10lit$ گاز په ایزوباریک توگه له $323^\circ K$ نه تر $273^\circ K$ پوری سپړه وی. د ساړه شوی گاز حجم پیدا کړی؟ ځواب $(8.5liter)$

13- که چیری دبرښنا په گروپ کی د هوا د تودوخی درجه د گروپ له ریاکولو 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 کی 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 کی د هوا یوه کتله $1lit$ حجم اشغالوی. د تودوخې په کومه درجه کی به د نوموړی هوا فشار $2 \cdot 10^5 P_a$ شی په داسې حال کی چی نوموړی کتله په وروستی حالت کی $2lit$ حجم اشغال کړی؟ ځواب: $(\approx 820^\circ C)$

16- په $100^\circ C$ تودوخه او د $1,0MP_a$ فشار په صورت کی یو کیلومول (kmole) گاز څومره حجم اشغالوی؟ ځواب $(\approx 3.1m^3)$

17- په $-20^\circ C$ تودوخه او $780MP_a$ فشار کی د هوا حجم $12lit$ دی. د هوا حجم نورمالو شرایطو ته راوړی د هوا حجم په نورمالو شرایطو کی پیدا کړی؟ ځواب: $(\approx 11liter)$

18- د هیلیموم کثافت په $127^\circ C$ تودوخه او $8/3 \cdot 10^5 P_a$ فشار کی څومره دی؟ ځواب $(1.0 kg/m^3)$

19- د هوا د تودوخې درجه باید څومره وی ددی لپاره چی په $5 \cdot 10^4 P_a$ فشار کی 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 کی د نوموړی مخلوط کثافت پیدا کړی؟
 ځواب: $(\approx 1.6 g/lit)$

21- په نورمالو شرایطو کی د هوا کثافت 1.3 g/lit دی. د هوا کثافت په

100°C تودوخه او $4.0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ فشار کی پیدا کړی؟

خواب: (3.8 g/liter)

22- په یو سرخلاصی بیکر کی په 20°C تودوخه کی هوا باید خومره گرمه شی

ترڅو د هوا کثافت دوه ځله کم شی؟ خواب: (313°C)

اوم فصل

د مايعاتو او ګازاتو ديناميك 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 ديناميك په نوم هم ياديږي. هايډرو ديناميك 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 ديناميك کې حرکت کونکي مايعات او ګازات مطالعه کېږي.

حقيقي يا ريال 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 بيلگې 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 ريال 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 پردی 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 تشریح 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 کيږي وڅارو او تعقيب يې کړو. همدارنگه د مايع په داخل کې د يوې ذرې د مسير د تعقيب لپاره له رنگه موادو يا د المونيمو له پودرنه چې د مايع په مسير کې اچول کيږي ګټه اخيستی شو. د ګازاتو جريان د رنگه ګازونو لکه دوګ (دود) په مرسته څارلې او تعقيبولې شو.

که چيرې د حرکت په حال مايع کې د قلم رنگ د يوه باريکه تار په توګه تويې کړو ليدل کيږي چې دا باريکه رنگه 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 طي کوي. د مايع د ذرې د سرعت وکتور د هغه د جريان په خط باندې مماس وي (۷-۱) شکل.



شکل (۷-۱)

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 گانې 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 گانو، نه مساوي حجم او همدارنگه Δm مساوي کتله مايع تيرېږي.



شکل (۷-۲)

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 تنگه 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 متحولي مقطع درلودونکې نل د 15cm^2 په مقطع کې د اوبو سرعت

د 2m/sec دي. د 10cm^2 په مقطع کې د اوبو سرعت پيدا کړي.

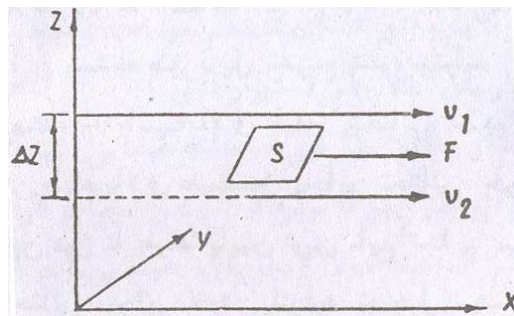
حل: د تدايت له معادلې نه لرو چې:

$$S_1 V_1 = S_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{S_2 V_2}{S_1} = \frac{15 \text{ cm}^2 \cdot 2 \text{ m/sec}}{10 \text{ cm}^2} = 3 \text{ m/sec}$$

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 یوه 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 د قوې په نوم یادېږي. په هره اندازه چې سطحه لویه وي په هغه اندازه د اصطکاک قوه لویه ده او همدارنگه 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.

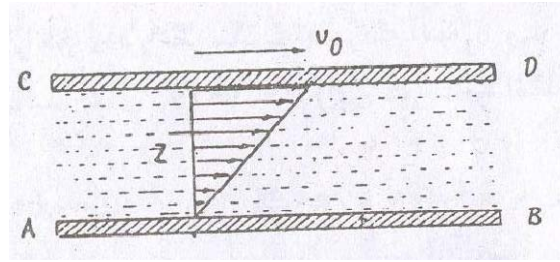


شکل (۷-۳)

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 دوي ترمنځ د Z په پندوالي یوه کيفي 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 ورکوو. لیدل کېږي چې د مایع مختلفې طبقې یو د بل پاسه په مختلفو سرعتونو سره ښي خوا ته ښوېږي.



شکل (۴-۷)

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:

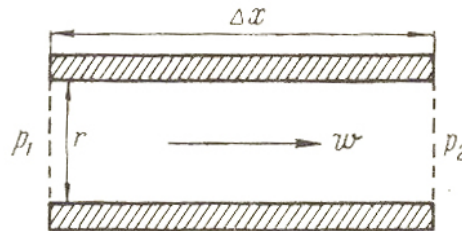
$$\eta = \frac{F}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}} \dots \dots \dots (۳-۷)$$

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 $(10^{-3} - 1) \frac{kg}{m \cdot sec}$ په شاوخوا کې دي. له دې سره سره د مايعاتو د لزوجيت ضريب د تودوخې تابع دی، يعنی 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 $90C^\circ$ کې $\eta = 3,2 \cdot 10^{-4} \frac{kg}{m \cdot sec}$ دي. فرانسوي عالم پايډولي (Poiseuille) ثابتته کړه چې:

$$\bar{V} = -\frac{\Delta P}{\Delta X} \frac{r^2}{8\eta} \dots \dots \dots (۷-۴)$$

(۷-۴) رابطه د پايډولي قانون دي په نوموړي رابطه کې $P_1 - P_2 = \Delta P$ ، (۷-۴) شکل. په پورتنۍ رابطه کې د منفي علامه ددی څرګندويه ده چې د جريان سرعت د فشار ګراډينټ په خلاف جهت کې دي.



شکل (۷-۵)

(۷-۵) شکل د يوې مايع لاميناري جريان په نل کې ښيي. 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

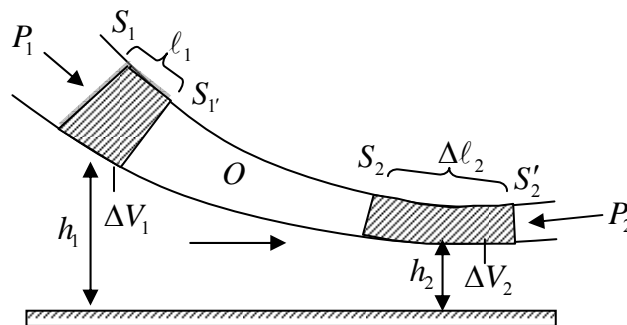
ځانه سره کش کړي. د اصطکاک دا قوه چې د مقاومت د قوې په نوم هم يادېږي د جسم د سرعت V ، د مايع د لزوجيت ضريب η او د جسم له شعاع r سره متناسبه ده، يعنې:

$$F = 6\pi\eta rV \dots\dots\dots(5-7)$$

(5-7) 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 شاخکو رالويدل په اتموسفير کې.

7-3: د برنولي معادله Bernaulli Equation

د مايعاتو د حرکت د مطالعې په صورت کې زياتره داسې فرض کېږي 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 ايديال مايع په نوم يادېږي. په ايديال مايع کې چې په ثابته توګه جريان لري د جريان يوه لوله چې مقطع يې کوچنی دي جدا کړو، يا د (7-6) 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.



شکل (7-6)

د هغې مايع حجم په پام کې نيسو چې د نل د ديوالونو او S_1 او S_2 مقطع ګانو په واسطه محدود شوي 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

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V \quad \text{دي، يعنې}$$

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 والې 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 كفي 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:

$$\frac{1}{2} \rho V^2 + \rho g h + P = const \dots \dots \dots (7-9)$$

(۷-۹) رابطه د برنولي معادله ده د نوموړي معادلې د کيني خوا لومړۍ حد د مايع مخصوصه حرکي انرژي، دويم حد يې مخصوصه پوتانشيل انرژي د ځمکې د جاذبې په ساحه کې او دريم حد يې د مايع مخصوصه انرژي ده چې د فشار د قوونه منشه اخلي پوهيږو چې د فشار واحد $\frac{N}{m^2}$ دي ($\frac{N}{m^2} = \frac{N \cdot m}{m^3} = \frac{Joule}{m^3}$). له دې ځايه داسې پايلې

ته رسيږو چې د برنولي معادله د انرژي د تحفظ قانون ارائيه کوي او بيانوي چې: د ايديالي مايع د ثابت جريان په صورت کې د حرکي مخصوصه، پوتانشيل مخصوصه او فشار مخصوصه انرژيو مجموعه د جريان په هر ډول مقطع کې ثابته ده. په (۷-۹) معادله کې P ستاتيکي فشار، $\frac{1}{2}\rho V^2$ ديناميکي فشار او ρgh هايډروليکي فشار دي له دې کبله د برنولي د قانون بل بيان په دې ډول دي:

د ايديالي مايع په ثابت جريان کې د ستاتيکي فشار، ديناميکي فشار او هايډروليکي فشار مجموعه د جريان په هر ډول مقطع کې ثابته ده.

د يوه افقي نل لپاره د برنولي معادله عبارت ده له:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = const \dots\dots\dots(۷-۱۰)$$

د برنولي له معادلې او د تماديت له معادلې نه دې پايلې ته رسيږو چې: د نل په نړۍ (باريکه) برخه کې د مايع د جريان سرعت زيات او فشار يې کميږي.

۷-۴: د فصل لندیز

د تبادليت معادله عبارت ده له:

$$VS = const$$

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 پایپ يا نل کې د مايع د لامینارې جريان منځنۍ

سرعت د مايع د فشار له ګرادینټ $\frac{\Delta P}{\Delta X}$ ، د پایپ د شعاع r له مربع سره په مستقیمه 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 ګرادینټ په خلاف لورې يا جهت کې دي.

د يوه غير افقي نل لپاره د برنولي معادله په لاندې ډول ده:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho gh + P = const$$

د افقي نل لپاره د برنولي معادله په دی ډول ده:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = const$$

د اوم فصل تمرين

1. په يوه افقي نل کې د اوبو د جريان اندازه $2\text{ m}^3/\text{min}$ ده د اوبو د جريان سرعت د نل په هغه نقطه کې پيدا کړي په کوم ځای کې چې د نل قطر الف (10 cm ب) 5 cm دي. ځوابونه: (الف) $4,24\text{ m}/\text{sec}$ ، ب $17\text{ m}/\text{sec}$
2. د اوبو د يوې لويې ذخيړې په يوه خوا کې د اوبو له سطحې نه 16 m لاندې يو کوچنی سوري وجود لري. له سوري څخه د اوبو د جريان اندازه $2,5 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{min}$ ده. پيدا کړي:
- (الف) د اوبو د جريان سرعت له سوري نه د خارجيدو په وخت کې
 (ب) د سوري قطر. ځوابونه (الف): $17,88\text{ m}/\text{sec}$ ، ب: $0,137\text{ cm}$
3. د اوبو جريان له يوه افقي نل نه تيريږي. په هغه نقطه کې چې د اوبو سرعت $2\text{ m}/\text{sec}$ او د مقطع مساحت يې A دي د اوبو فشار $4,5 \cdot 10^4\text{ Pa}$ دي. د مایع سرعت او فشار د مقطع په هغه نقطه کې پيدا کړي چې د مقطع مساحت $\frac{A}{4}$ دي؟
 ځوابونه ($P_2 = 44970\text{ Pa}$ ، $V_2 = 8\text{ m}/\text{sec}$)
4. د يوې متحولي مقطع درلودونکې يوه افقي نل پراخه مقطع 40 cm^2 او تنگه مقطع يې 10 cm^2 ده. په نل کې د اوبو د جريان اندازه $4 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{sec}$ ده پيدا کړي
 (الف) د اوبو سرعت په پراخه او تنگه مقطع کې
 (ب) د دواړو مقطعو تر منځ د فشار توپير 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 يوه پایپ کې اوبه بهيږي. په هغه نقطه د پایپ کې چې قطر يې 8 cm دي د اوبو فشار $2,5 \cdot 10^4\text{ Pa}$ په بله نقطه کې چې $0,5\text{ m}$ له مخکينۍ نقطې نه لوړه ده د پایپ قطر 4 cm او د اوبو فشار $115 \cdot 10^4\text{ Pa}$ دي.
 (الف) په ټيټه او لوړه نقطه کې د اوبو د جريان سرعت پيدا کړي
 (ب) د اوبو بهيدو اندازه يا مقدار معلوم کړي؟

ځوابونه: (په ټيټه نقطه کې $0,83 m/sec$) په لوړه نقطه کې $3,3 m/sec$ ب) $4,15 \cdot 10^{-3} m^3/sec$

6. په يوه پایپ کې چې د مقطع مساحت يې $4.0 cm^2$ دي د $5 m/sec$ په سرعت اوبه حرکت کوي. د پایپ د مقطع د مساحت په زیاتوالي سره تر $8,0 cm^2$ پورې اوبه په تدریجي توګه تر $10 m$ پورې رابنګته کېږي

الف) په ټيټه سطحه کې د اوبو سرعت څومره دي؟

ب) که چیرې په لوړه سطحه کې فشار $1,5 \cdot 10^5 Pa$ وي په ټيټه سطحه کې فشار پیدا کړي؟ ځوابونه: الف: $2,5 m/sec$ ، ب: $0,5 \cdot 10^5 pa$

7. د اوبو لېږدونکې يوه نل داخلي قطر $2,54 cm$ او په هغه کې د اوبو سرعت $0,914 m/sec$ او فشار يې $172375 Pa$ دي. که چیرې دا نل د $1,27 cm$ قطر درلودونکې نل سره وصل شي او د يوه تعمیر دویم پورته چې د ننو تلو د نقطې نه $7,62 m$ لوړ واقع دي یورل شي. په دویم پور کې د اوبو سرعت او فشار معلوم کړي؟ ځوابونه: ($3,658 m/sec$ ، $8,95 \cdot 10^4 Pa$)

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 $1,30 \cdot 10^3 gr/cm^3$ 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 کینې خوا کې د اوبو جریان سرعت څومره دي

ج) په کینې خوا کې د اوبو فشار څومره دي؟

ځوابونه: الف) $6,4 m^3$ ب) $5,4 m/sec$ ج) $9,8 \cdot 10^4 Pa$

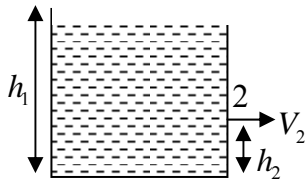
10. په یوه افقي نل کې اوبه جریان لري چې مقطع يې په لاندې ډول ده:

د نل لومړنۍ يا ابتدائي شعاع $0,200m$ ، منځنۍ يا وسطي شعاع يې $0,400m$ او وروستۍ يا نهايي شعاع يې $0,600m$ ده. که چيرې په لومړنۍ مقطع کې د اوبو د جريان سرعت $9,00 \cdot 10^{-2} m/sec$ وي. په وروستۍ يا اخرنۍ مقطع کې د اوبو سرعت پيدا کړي؟
 ځواب: $(0,01 m/sec)$

11. يوه مايع چې کثافت يې $900 kg/m^3$ دي په يوه افقي نل کې چې مقطع يې متحوله او له $1,90 \cdot 10^{-2} m^2$ نه تر $9,50 \cdot 10^{-2} m^2$ پورې بدلون کوي جريان لري. په نل کې د پورتنيو دوو مقطعو ترمنځ د مايع د فشار توپير $7,20 \cdot 10^3 Pa$ دي. پيدا کړي
 الف) د اوبو د جريان مقدار

ب) له نل نه د تيريدونکې مايع کتله ځوابونه: (الف $0,00776 m^3/sec$ ب $69,8 kg/sec$)
 12. د برنولي د معادلې نه په گټه اخيستنه سره د هغې تراکم نه منونکې مايع سرعت پيدا کړي چې د يوه سرپرانيسټۍ لوبنې د يوه کوچنۍ سورې نه خارجيږي (۷-۷) شکل.

$$V_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad \text{ځواب:}$$



شکل (۷-۷)

13. يو مربع ډوله حلبي قطي چې کتله يې $76g$ او د لاندینۍ برخې مساحت يې $38cm^2$ او ارتفاع يې $6cm$ دي په اوبو کې لامبووې. د قطي د هغې برخې لوړوالې پيدا کړي چې د اوبو له سطحې نه لوړ دي؟ ځواب: $(4cm)$

14. په مايعاتو او گازاتو کې ولې تيله کونکې قوه رامنځ ته کيږي؟

(ځواب: تيله کونکې قوه د فشار د توپير له کبله په مختلفو ژورواليو کې رامنځ ته کيږي)

15. يوه مايع چې کثافت يې $791 kg/m^3$ دي په آرامه توگه د يوه افقي نل نه چې مقطع يې $A_1 = 1,2 \cdot 10^{-3} m^2$ نه تر $A_2 = \frac{A_1}{2}$ پورې بدلون کوي يعنې تنگيږي تيریږي. د نل د تنگي او پراخي برخو ترمنځ د فشار توپير $4120 Pa$ دي. د نل نه د تيريدونکې مايع مقدار پيدا کړي؟ ځواب: $(2,24 \cdot 10^{-3} m^3/sec)$

16. د يوې ورسۍ (اشه دارۍ) اندازه $3,4m$ په $2,1m$ کې ده. د طوفان او باد د تيريدو له کبله د باندې هوا فشار $0,96atm$ کمېږي، خو د کوتې 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 يې 25 Lb/in^2 دي. که چيرې دا نل د يو بل سره چې قطر $0,50in$ دي وصل شي او دويم پورته چې له ځمکې نه 25 ft لوړ دي يوړل شي. په دويم پور کې الف) د اوبو سرعت ب) د اوبو فشار پيدا کړي؟
 ځوابونه: الف) 12 ft/sec ب) 13 Lb/in^2

18. د اوبو دوه واړه سيندونه يو له بل سره يوځای کېږي او يو نسبتاً لوی سيند جوړوي. د لومړۍ واړه سيند سور $8,2m$ او ژوروالي يې $3,4m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,3 \text{ m/sec}$ دي. د دويم واړه سيند سور $6,8m$ او ژوروالي يې $3,2m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,6 \text{ m/sec}$ دي. د دواړو وړو سيندونو نه جوړ شوی لوی سيند سور $10,5m$ او د اوبو د جريان سرعت په هغه کې $2,9 \text{ m/sec}$ دي. د لوی سيند ژوروالي معلوم کړي؟ ځواب: $(4m)$

19. يو جسم له يوه فني ترازو نه راخپړي. دا ترازو په هوا کې د هغه وزن $30N$ ، په اوبو کې $20N$ او په يوه بله مایع کې چې کثافت يې مجهول دي $24N$ ښيي. د وروستۍ مایع کثافت پيدا کړي؟ ځواب: (600 kg/m^3)

اتم فصل

تودوخه Heat

سريزه: تودوخه او ساړه هغه مفاهيم دي چه په انساني او تخنيکي اړخونو کې ترې گټه اخيستنه د ډيرپخوانيو زمانو څخه رواج لري، کله چه ژمي شي، انسانان کوټو ته مخه کوي په معاصره نړۍ کې، دتو دوخي دحاصلولو لپاره مختلف ميتودونه شته، خو په وروسته پاتي نړۍ کې لاتر اوسه دسون د يو عنعنوي او ساده موادو لکه لرگي، بوټي دحيواناتو فضله مواد، حتی کله کله خپله حيوانات هم دتودوخي دتوليدې ضرورت په حيث استعماليري، دتودوخي ډيره لويه چينه زموږ په لمريز نظام کې لمردي. لمر دتودوخي دحاصلولو ډيره پاکه او مطمئن چينه ده په کليوالي او ښاري چاپيريال او معاصره نړۍ کې دلمر تودوخي څخه گټه اخيستنه ډيره مروجه شوي ده. همدارنگه دنفث او گاز دسوزولو څخه هم ډيره گټه اخيستله کيري، برښنا داوبو او اتمي سون موادو څخه په لاس راځي دبرښنا څخه په پخه ولو او تودولو کې خورا ډيره گټه اخيستل کيري:

انسانان ودي ته متوجه شوي دي، چه دانرژي د ټولو قسمونو څخه په تودوخه کې گټه اخيستنه يوشان نده. دچاپيريال ککړتيا، دروغتيايي حالت ساتنه دا ټول هغه څه دي چې بايد له پامه ونه غورځول شي. اوس که اصل موضوع ته راشو دعلما و له نظره تودوخه په مختلفو وختونو کې په متفاوته بڼه خپرل شوي ده، دلمرې ځل لپاره يو انگليسي عالم د رامفورډ (Rumford) په نامه د تودوخي دارزوني په اړوند د ډيرو تجربودستره رسولو وروسته يوه نظريه رادمخه کړه چه د کالوريک (Caloric) نظريې په نوم ياديري او په لاندينو اصولو ولاړه ده:

الف- تودوخه ذخيره کيدای شي، که چيري څو تاوده او نسبتاً ساړه اجسام په يوتړلي ظرف کې يوځای کړو، نودتودو اجسامو څخه تودوخه ساړه اجسام اخلي - هغومره تودوخه چه تود جسم يا اجسام له لاسه ورکوي، په همدغه اندازه ساړه اجسام تودوخه اخلي.

ب — کله چه اجسام تودوخه اخلي نو انبساط کوي .(پرسپري، اورډپري) او حجم يې زياتيږي.

ج — کله چه ديو جسم حالت دجامد څخه مايع ته او دمايع څخه ګاز ته تغيير مومي، نو په دغه حالتونو کې دتودوخي درجه تغيير نکوي، بلکه تودوخه دجسم دحالت په داخلي تغيير کې مصرف کيږي.

د ډيرو پخوا زمانو څخه دتودوخي په اړوند دوه متضادي نظريې موجودې وې. چه هري نظريې يوشمير طرفداران درلودل. ديوې نظريې طرفداران په دې باور و چې ګوندي، تودوخه يو قسم حرکت دی، او دبلې نظريې طرفدارانو ويل چه تودوخه يو قسم سيال دی.

وروستې نظريې ډير طرفداران درلودل او دنونسمې پيړۍ ترپاي ډيره دباور وړ وه. ددې تيوري په بنسټ، تودوخه ديو سيال د جريان څخه عبارت دی، چه کالوريک نومپري ددغې نظريې په اساس کالوريک چه په هر جسم ورزيات شي، په نوموړي جسم کې دتودوخي ددرجې او چتيدو باعث ګرځي او دهغه جسم څخه چه دکالوريک مقدار کم شويدي، دهغه دتودوخي درجه کميږي . پدغه نظريه کې دالازمه ده چه وييل شي، چه کالوريک نه ايجاد کيدای شي اونه له منځه ځي. او داورستې جملې د الف برخې حقايق تاييدوي، ديو جسم انبساط هم دتودوخي ددرجې په پورته کيدو سره په دې ډول توضيح کيږي چه د ب په قسمت کې راغلي دي . کله چه کالوريک ديو جسم څخه وبل جسم ته ليرډول کيږي، نودنوموړي جسم دتودوخي درجه پورته ځي اودغه ليرډول شوي کالوريک دانبساط سبب ګرځي.

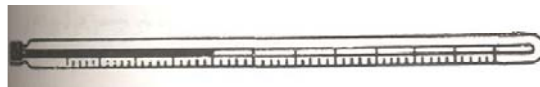
داجسامو دحالت په بدلون کې دتودوخي درجې ثابت ساتنه په تجربې لحاظ يونسکاره حقيقت دی چه د تودوخي دکالوريک سيلان دپام وړ وه او باور پري کيدلای شولو. وروسته د تخنيک دپرمختګ سره اودتودوخي څخه په مختلفه توګه ګټه اخيسته، پورتنې نظريې و نشوکړې چه ځيني سوالو نو ته ځواب ووايي. بالاخره خپله رامفورد او يوتعداد نور و علماً لکه ژول وبنودله چې تودوخه په ميخانيکي کار بدلېدای شي. ده ديو تعداد تجربو په لړ کې دتودوخي او اجراشوي کار ترمينځ يونسبت لاسته راوړل چې د تودوخي دميخانيکي معادل په نامه سره ياديږي.

نن داثابته ده چه دتودوخی مقدار د يو جسم دمالیکولونو دحرکی انرژي څخه عبارت دي دغه تعريف نظر د اجسامو حالت ته په جلا جلا توگه توضیح کيږي خو په مجموع کی همدغه پورتنی تعريف کافی دی.

۸-۱: دتودوخی درجه Temperature

دتودوخی ددرجی مفهوم ، دانسان په واسطه د گرموالي او سوږوالي له احساس څخه راپيدا شوې دی. فرض کړی چه دانسان بدن په ټاکلی اندازه تودوالی لری ، که چيري داسی یوانسان دخپل وجود دتودوخی څخه سوږجسم سره په تماس کې شی، نو داسې احساسوی، چه نوموړی جسم سوږ دی او که چيري 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 سوږوری انکشاف کړیدی د ډیرساده دلمریزی ورځی د تودوخی د درجی څخه نیولی د آتومی بتيو دتودوخی د درجی معلومول نن ممکن کاردی ، دطبی ساده تر مومیتر څخه نیولی د ډیرو پیچلیو فزيکی حوادثو دخپړ نو آسانتیاوی دهمدې لیارې ممکن دی. راځی وگورو چه دتودوخی ددرجی داندازه کولو وسیله ولی ترمومیتر نوموړی ترمو په لاتینی ژبه تودوخی ته ویل کيږی او متر داندازه کولو وسیلی ته ویل کيږی. مخکی له دې چه دترمومیتر پرچوپښت خبری وشی یوه بله ډیره ضروری اصطلاح باید توضیح شی.

او هغه دتودوخی دتعادل او یوشان کیدو اصطلاح ده داباید ومنو (په ترمودینامیک کی ثبوت کيږی) چه تودوخه دیونسیباً تود جسم نه ویوسوږ جسم ته ترهغه وخته پوری انتقال کوی ، ترڅو چه د دوواړو جسمونو دتودوخی درجه برابره شی . وگوری کله چه یو طیب یو ناروغ معاینه کوی نو تر مومیتر ورته دژبی اویا تخرگه لاندی ږدی ترڅو دناروغ شخص او ترمومیتر د موادو تر منځ دتعادل حرارتی پیروسه تکمیله شی، نویا ډاکتر خپله دترمومیتر آله گوری اودهغی څخه پوهیږی چه ناروغ تبه لری او که نه، او که لری نوڅومره ده. داځکه چه دانسانانو دوجود متوسطه تودوخه دروغ شخص لپاره په متوسط ډول دسانتی گراد $37^{\circ}C$ ده .



(۸-۱) شکل

په (8-1) شکل کې یو طبی ترمومتر چه د سیمابو پر اساس کار کوي بنودل شوی دی دلته په یو کوچنی ظرف کې چه د تودوخی هادی دی پاره (سیماب Hg) دنورمال فشار لاندی اچوی ، او بیا 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 کې 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 سرتپلی بیکر کې یومقدار ګاز واچو او دهغه په پاسنی برخه کې د فشار معلومولو یوه اله وصل کړو ، کله چه د تودوخی درجه پورته کیږی، نو پدغه سرتپلی بیکر کې د ګاز فشار هم پورته ځی . همدارنگه کیدای شی، د برننا پوسیله دیوسیم د مقاومت په 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 فزیکې خصوصیاتو څخه په ګټه اخیسته د تودوخی د درجی په پام کې نیولو سره په کافی اندازه علمی معلومات لاس ته راوړلی شو.

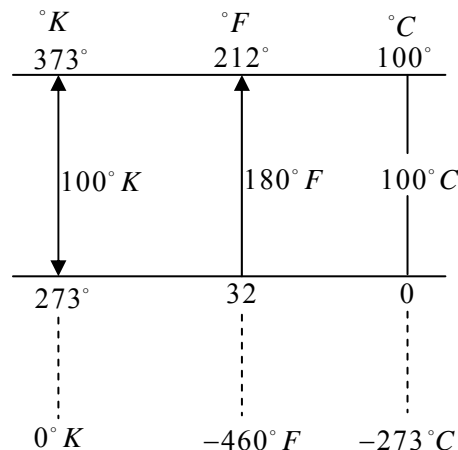
۸-۲: ترمومترونه او د تودوخی د درجی اندازې

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 شپرنوکی یو شپرونکی دخپل ځان لپاره یو خاص ترمومتر جوړ کاندی. خو دا اوس په نړی کې 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 کې 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 نښه یی نل په سلو مساوی برخو ویشل شویدی او هری برخې 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 نوموړی مادی متفاوت حالات نښی په مساوی برخو ویشو او هری برخی ته یی د تودوخې اړونده درجه ووايو همدارنگه د برښنایی جریان په مرسته اوداسی نور کولی شو، د تودوخې داندازه کولو ترمومیترونه جوړ کړو. مونږ دلته شکل کی د فارنهایت F° ، کلون K° او سانتی گراد ترمومیترونو ترمینځ اړیکه څیړو.



شکل (2-8)

۸-۳: د سانتی گراید، فارنهایت او کلون ترمومیترونو ترمینځ اړیکې

د مخکینی شکل څخه ښکارېږي چې د فارنهایت هره درجه د سانتی گراد ددرجی

برخه کیږی یعنی: $\frac{180}{100} = \frac{9}{5}$

$$1F^\circ = \frac{9}{5}C^\circ + 32$$

په عمومی توگه

$$t_F = \frac{9}{5}t_C + 32^\circ \quad \text{۸-۱:}$$

(۸-۱) مثال: د سانتی گراید $10C^\circ$ د فارنهایت خودرجی کیږی؟

حل: د (۸-۱) رابطې څخه لروچی:

$$t_F = \frac{9}{5} \cdot 10 + 32 = 50F^\circ$$

په همدی ترتیب د سانتی گراید تودوخې درجی او فارنهایت ترمینځ اړیکه په لاندې ډول حاصلولی شو.

$$t_C = \frac{5}{9}(t_F - 32^\circ) \dots\dots\dots(۸-۲)$$

(۸-۲) مثال: د فارنهایت $50F^{\circ}$ د سانتی گریډ څو درجې کېږي:

حل: له (۸-۲) رابطې څخه لرو چې:

$$t_C = \frac{5}{9}(50 - 32)$$

$$t_C = \frac{5}{9}(18) = \frac{90}{9}$$

$$t_C = 10C^{\circ}$$

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 $15C^{\circ}$ ، -273 تودوخه کې دگازونو فشار صفر کېږي د تجربی سره کاملاً مطابقت کوی که شکل ته وگورو د سانتی گراد، $0C^{\circ}$ دکلون یا مطلقه درجې $273,15K^{\circ}$ سره مطابقت کوی، نو پدی لحاظ

$$t_K = t_C + 273,15 \quad (۸-۳)$$

۸-۳ مثال: د سانتی گریډ $20C^{\circ}$ په کلون واپړی؟

حل: له (۸-۳) رابطې څخه لرو چې:

$$T_K^{\circ} = 20C^{\circ} + 273,15$$

$$T_K = 293,15K^{\circ}$$

استاذ دی محصلینو ته موقع ورکړی، ترڅو دکلون او فارنهایت د تودوخې درجو ترمنځ ارتباط برقرار کړی.

۸-۴: تودوخه او داجسامو درې گوني حالت Heat and States of Matter

باید وویل شی 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 دتخنیکې او علمی ودی سره سم داسې ضرورتونه رامینځ ته شول چه داجسامو طبیعی حالت ته یې د فزیکې پارامیترونو په تغیر ورکولو سره تغیر ورکړی دی. دجسم دحالت پارامیترونه، داجسامو دتودوخې را کړی ورکړی په ، نتیجه کی رامینځ ته کېږی، چه په نتیجه کی یی دجسم حالت تغیر مومی.

دری گونی لاندینی حالات ممکن دی

گاز ← اولین مواد

کلک یا جامد ← اولین مواد

گاز ← کلک یا جامدمواد

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 گتې 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 شی لومړی جسم د Q_1 په اندازه تودوخه دویم جسم ته ورکوي چې په دې حالت کې د دویم جسم تودوخه Q_2 کیږی. 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 تودوخی د تعادل معادلی یعنی اخیستل شوی او ورکړ شوی تودوخی په اساس لیکلی 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 تودوخی په نوم یادېږي. له دې وروستی معادلی څخه لیکلی 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 تودوخی د درجې د بدلون په صورت کې نه تطبیق کېږي. همدارنگه د m_1 او m_2 اجسامو د یوځای کېدو په حالت کې فشار P او حجم V د t_3 تودوخی درجې لپاره ثابت په پام کې نیول کېږي. پورتنی فورمول یوځای د تودوخی د ډیرو کوچنیو درجو د توپیر لپاره صحیح دی. که چیرې $t_3 = t_1 + dt$ او $t_2 = t_1 + dt_1$ وی نو لیکلی 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 تودوخی 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 تودوخی 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:

$$\delta Q = mc dt = m \dot{c} dt \dots\dots\dots(۶-۸)$$

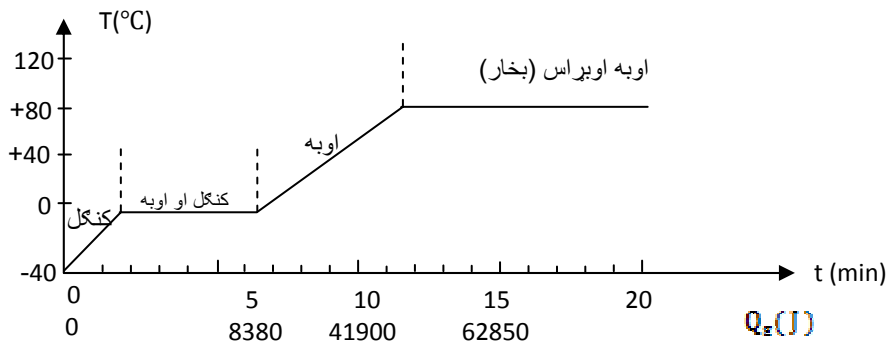
البته واضح ده چې مخصوصه تودوخه د تودوخی درجې په ذریعه تعریف کیدای شي.

۶-۸: 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 تودوخی په مرسته یو جسم خپل حالت بدلوی ددې 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 بدلېږی که چیری یوه اندازه کنگل په تودوو اوبو کی کیږیدو، تودوخه له اوبونه کنگل ته لېږدول 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 اوپه عوض کی یی حالت بدلون کوی، یعنی د جامد حالت نه اوبلن حالت ته اوړی.

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 ورکوو (8-2) 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 (8-2)

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 اوبونه په بخار بدلېږي داوبو او بخار مخلوط تولیدېږي. او ویشته (۲۷) دقیقې وروسته ټول د اوبو بخار او د بخار دتودوخي درجه د 100°C نه زیاتېږي چې دانقطه په ګراف کې نه معلومېږي.

ګراف 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 لوړېږي. د $Q = mc(t_2 - t_1)$ معادلي پر بنسټ 100g اوبود تودوخي د درجي دزیاتوالي د 41900J انرژي مصرف غواړي. له دې کبله ویلی 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 څرګندوی دی.

دلومړي او پنځمې دقیقې په منځ کې 33500J انرژي کنگل ته ورکړل شوی ده په دې واین کې هیڅ ډول تودوخیز بدلون نه دی رامنځ ته شوی د انرژي یا تودوخي ددی زیاتوالي یوازینی اغیزه د کنگل ویلی کیدل دی. په ظاهري توګه دیوګرام صفر درجي کنگل دوپلی کیدولپاره 335J انرژي یا تودوخه مصرف شوی ده. دامقدار انرژي 335J/g د کنگل دوپلی کیدو د مخفی یا پټي تودوخي په نوم یادېږي. دیوی ټاکلی اندازی کنگل دوپلی کیدو لپاره لازمه انرژي دلاندې رابطې نه په لاس راځي:

$$Q = mL \dots\dots\dots(۷-۸)$$

په پورتنی رابطه کې L دوپلی کیدو پټه تودوخه ده.

(۷-۸) مثال: 300g صفر درجي کنگل دوپلی 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 یادیوه جسم له یوی برخې نه بلې برخې ته په دريو طریقو لېږدول کېږي هره یوه یی په لنډه توګه مطالعه کوو. ددی لپاره چې یو جسم بل جسم ګرم کړي، نو ددوی ترمنځ واقعي تماس ضروري او حتمي نه دی، ځکه پوهېږي چې

لمر له ډير ليری واټن نه ټول شيان گرموی که څه هم تودوخه په دري مختلفو طريقو او په هره طريقه کی دځانگړيو شرايطو لاندی ليردول کيږي، خو ددوی ترمنځ گډه وجه داده چې تودوخه هميشه له گرم يا تودجسم نه ساړه جسم ته ليردول کيږي.

که چيری ديوه او سپنيز سيخ يو سرد زيات وخت لپاره په اورکی کيږدو د هغه بل سرهم گرميږي. تودوخه دسيخ دبدنی يا تنی له لاری له گرم سرنه یخ يا ساړه سرته ليردول کيږي د تودوخی د ليرددا طريقه يا دانرزی سيلان د مادی له لاری د هدايت (Conduction) په نوم يادېږي د تودوخی ترټولو ښه هاديان فلزات او په ځانگړی توگه سپين زر، مس او المونيم او کمزوری هاديان غير فلزات دی. اوبه د تودوخی ډيره کمزوری هادی ده. که چيری داوبوډک يو لوبنی داوردپاسه کيښودل شی ښایي داوبو سطحه په جوش راشی په داسی حال کی چی داوبو تل به لا اوس هم سوږوی. ددی لپاره چی اوبه په یونواخت ډول گرمی شی باید نوریی هم په اورکيښودل شی. په دی حالت کی د ظرف یا لوبنی دتل اوبه گرمی او انبساط کوی او کثافت یی کمیږي. ددی په پایله کی گرمی اوبه د لوبنی له تل نه پورته خو اته او سپری اوبه د لوبنی 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 لوبنی په داخل کی دجوش نقطی ته ورسېږي.

د تودوخی ليرد دجریان (Convection) له لاری یوازی دټاکلیو شرايطو لاندی ترسره کيږي لومړی شرط دادی چی ماده باید سیال وی، یعنی د جاری کیدو وړتیا ولری، ترڅو گرمه برخه د سپری برخي له منځ نه پورته ولاړه شی همدارنگه سیال باید له کوزی خوا نه گرم اویاله پاسه خوانه سوږشی. په کوټه کی بخاری یا بله دگرمولو وسیله دکوټی په غولی « کف » کی قرار لری په داسی حال کی چې دپخچال سپره ونکی برخه د هغه په پوتنی برخه کې قرار لری. د هدايت په واسطه د تودخې دليردیا انتقال نه دمخنیوی ډير وسایل شته دی. دا وسایل دهوا د جریان نه د مخنیوی په واسطه د تودوخی د ليرد خندا کيږي. 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 دليرد دریمه طریقه د تشعشع (Radiation) طریقه ده. تودوخه له لمړنه مور ته د ډيرو پراخو خلا گانو او خالی فضا په تیریدوسره رارسېږي او داواټن د نه

لیدونکو «نا مرئی» وړانگو په ډول طی کوی . هرگرم جسم له هغی جمله نه خپله تاسو داډول وړانگی لیردوی. ساړه اجسام دا تودوخه جذبوی. ویلی شو چی تودوخه دنور په شان د تشعشع له لاری اوپه مستقیم خط لیردول کیږی. له دی کبله ده کله چې تاسو په آزاده هوا کی داور مخ ته کښینی مخ مو له گرمی نه سور کیږی او شامویخ وهی. دیوه جسم تشعشع او یا دهغه په واسطه د تودوخی جذب دهغه جسم دسطی په رنگ پوری تړاو لری. نورجسم هرډول تشعشع په چټکی او اغیزمنه توگه جذبوی. نور جسم کله چی گرم وی ښه تشعشع کوی. سپین جسم نه ښه تشعشع کوی او نه په ښه ډول تودوخه جذبوی.

۸-۸: د فصل لنویز

- ⊖ 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 گريد او کلون ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$t_C = t_K - 273.15^\circ \quad (8 - 8)$$

- ⊖ دفرانهایت او سانتي گريد ترمنځ رابطه عبارت ده له:

$$t_F = \frac{9}{5} t_C + 32^\circ \quad (9 - 8)$$

- ⊖ دیوه جسم دتودوخې مقدار یا اندازه مساوی ده په:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad (10 - 8)$$

- ⊖ مخصوصه تودوخه C د تودوخې هغه مقدار ته ویل کېږي چې دیو گرام یوې مادې دتودوخې درجه دسانتي گريد یوه درجه لوړه کړي. د مخصوصه تودوخې داندازه کولو واحد J/Kg. grad دي.

- ⊖ تودوخه په درې ډوله هدایت، کانوکشن او تشعشع سره لېږدول کېږي.
- ⊖ دیوې ټاکلې اندازې کنگل دویلي کیدو لپاره لازمه تودوخه عبارت ده له:

$$Q = mL \quad (11 - 8)$$

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 شوی عدد مساوي دی له «الف» د سانتي گراد له دوه چنده سره «ب» د سانتي گراد له نیمایي سره.
خوابونه: «الف» $320F^{\circ}$ «ب» $-12.3F^{\circ}$
2. په 1964 کال کې دروسې د سبیریا په یوه کلی کې د تودوخې درجه $-71^{\circ}C$ 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 $134F^{\circ}$ ثبت شوی ده. د تودوخې دا درجه د سانتي گراد له جنسه پیدا کړي.
خوابونه: «الف» $96F^{\circ}$ «ب» $56.7C^{\circ}$
3. د تودوخې په کومه درجه کې دوه لاندیني ترمومترونه یوشان یا مساوي تودوخه نښي «الف» فارنهایت اوسانتي گراد «ب» فارنهایت او کلون «ج» سانتي گراد او کلون
خوابونه: «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 50.2 KJ تودوخه خارج شي. پیدا کړي چې څومره کنگل نه وهلي اوبه پاته کیږي؟ خواب: 109 g
5. داوسپني، پولادو او المونیمو ټوټي یوشان حجم لري. کومه یوه له هغونه ترټولو زیات تودوخیز ظرفیت او کومه یوه یې تر ټولو کم تودوخیز ظرفیت لري؟
خواب: توتولو زیات او سپنه او ترټولو کم المونیم لري.
6. د 0.12Kg کتلي درلودونکي په یوه شیشه یي کیلاس کې چې د تودوخې درجه یې $15C^{\circ}$ ده. د $100C^{\circ}$ جوش اوبه چې کتله یې 0.20 Kg ده اچول شوی دي. په کیلاس کې داوبو د تودوخې درجه پیدا کړي؟ خواب: $364K^{\circ}$

7. د 100g جست دگرمولو لپاره له 15C° نه تر 35C° پوری باید 260J تودوخه جسم ته ورکړل شی. دنوموړی جسم « جست » تودوخیز ظرفیت، مولری ظرفیت او دتودوخې مخصوصه ظرفیت پیدا کړی؟
 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. داوسیدلو کور په یوه شواروز « 24 ساعته » کی څومره تودوخې ته اړتیا لري که چیرې په دی موده کی د کوردمرکز گرمی سیستم ته 1600m^3 اوبه چې دتودوخې درجه یی 90C° ده داخل اود 50C° اوبه له هغه نه خارج شی؟
 ځواب $270 \cdot 10^6 \text{ KJ}$
9. د 20C° , 0.40m^3 اوبه یی د 70C° , 0.10m^3 اوبو سره ځمکای کړی. د تودوخیز تعادل په حالت کی دگډو اوبه دتودوخې درجه څوده؟ ځواب: 30C°
10. د 1.0Kg د اوسپنی یوه ټوټه ترڅو درجو پوری گرمه شوی ده که چیرې هغه په کالوری متر کې داخل او دکالوری متر 11.0 lit اوبو د تودوخې درجه له 11.3C° نه تر 30.0C° پورې لوړه کړی. دکالوری متر تودوخیز ظرفیت په پام کې مه نیسی؟
 ځواب: 200C°
11. په یوه لوبڼې کې 2lit اوبه چې دتودوخې درجه یی 20C° ده پرتی دی نوموړی لوبڼې ته 150 KJ تودوخه ورکول کیږی. دهغه بخار کتله پیدا کړی چې داوبو دخوتیدو په نتیجه کې رامنځ ته کیږي. دلوبڼې له تودوخیز ظرفیت نه صرف نظر وکړی؟
 ځواب: 0.17Kg
12. دسیمابی ترمومیتر په واسطه تر 600C° پورې تودوخه اندازه کیدای شي. داڅرنګه ممکنه ده که چیرې دسیمابو دجوش نقطه 357C° وی؟ ځواب: په تیوب کی دسیمابو د پاسه فضا له ازوت نه ډکوی چی په پایله کی دسیمابو د جوش نقطه لوړیږی.

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 تيرېږي او هر ځل بېرته هغه ته راگرځي. که چيرې دا بېرته راگرځيدنه له مساوي وختونو، نه وروسته تر سره شي نو دا ډول اهتزازونه د پريوديکي 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. مور 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 چيرې سيستم ونورول 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 کولې شو چې د يوه تار په سر پورې تړل شوی دي يعنې رقاصه. په داسې جسم کې د اهتزاز د ايجاد لپاره کولې شو چې کروي جسم د تعادل له حالت نه ځايه او وروسته يې په خپل حال پريږدو.

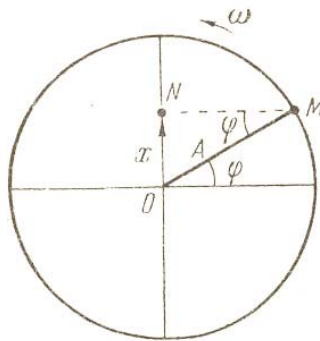
اجباري اهتزازونه هغه اهتزازونه دي چې د هغو په عمليه کې اهتزاز کونکې جسم يا سيستم د داسې قوې له اغيزې لاندې راځي چې په تناوبي ډول بدلون کوي. د اجباري اهتزاز مثال د هغه پل اهتزاز دي چې د هغه په مخ د خلکو (عابرينو) د قدم وهلو په وخت کې رامنځ ته کېږي. اوتو اهتزازونه (يا پخپل سراهتزازونه)، د اجباري اهتزازونو په شان په اهتزاز کونکې

سيستم باندې د خارجي قوې د اغيزې په واسطه بدرگه کېږي. د اوتو اهتزازونو د سيستم بڼه مثال د يوالي رقاصه لرونکې ساعت دي.

۹-۱: هارمونيک اهتزازونه Harmonic Oscillations

ترټولو ساده اهتزازونه، هارمونيک اهتزازونه دي دا هغه اهتزازونه دي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کميت د مثال په توگه د رقاصې انحراف يا تغيير مکان دوخت په نسبت د ساين او کوساين د قانون په مطابق بدلون کوي.

د هارمونيکي اهتزاز ترټولو ساده مثال د m مادې نقطه ده چې د (۹-۱) شکل سره سم د هغې دايرې په شا او خوا چې شعاع يې A ده د ω (اوميگا) په ثابت زاويو يې سرعت سره د ساعت د عقربې په مخالف لوري دوراني حرکت او د هغې مرتسم (سيوري) N د y محور د تعادل د موقعيت O د نقطې په شا او خوا پريوديکي اهتزازونه اجرا کوي چې تغيير مکان يا ځای بدلون يې $X = ON$ دي.



شکل (۹-۱)

د t د وخت په هره لحظه کې تغيير مکان عبارت دي له:

$$X = A \sin \varphi \dots\dots\dots (۹-۱)$$

له بلې خوا پوهېږو چې:

$$\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T} t = 2\pi ft$$

$$X = A \sin \omega t \dots\dots\dots (۹-۲)$$

$$X = A \sin \frac{2\pi}{T} t \dots\dots\dots(۳ - ۹)$$

$$X = A \sin 2\pi ft \dots\dots\dots(۴ - ۹)$$

(۲ - ۹) معادله د هغه هارمونيکي اهتزاز معادله ده چې لومړنۍ فازې صفر دي، که چيرې په اهتزاز کې لومړنۍ فاز موجود وي په هغه صورت کې د اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \dots\dots\dots(۵ - ۹)$$

په پورتنۍ معادله کې X د اهتزاز بعد يا تغيير مکان، A امپليټود، 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 نيسو، نو لرو چې:

$$V = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos \omega t \dots\dots\dots(۶ - ۹)$$

او يا

$$V = A\omega \sin(\omega t + \pi/2) \dots\dots\dots(۷ - ۹)$$

د اهتزاز د تعجيل د لاس ته راوړلو لپاره د (۶ - ۹) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \sin \omega t \dots\dots\dots(۸ - ۹)$$

او يا

$$a = A\omega^2 \sin(\omega t + \pi) \dots\dots\dots(۹ - ۹)$$

د (۲ - ۹) رابطې نه په گټه اخيستنه تعجيل د تغيير 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 هارمونيکي اهتزازونو د معادلې مختلف ډولونه دي. له نوموړيو معادلو، نه څرگنديږي چې په هارمونيکي اهتزازونو کې د اهتزاز کونکې جسم تغيير مکان د ساين او يا کوساين (که چيرې د m د نقطې مرتسم په افقي محور په پام کې ونيسو) د قانون په مطابقت ترسره کېږي.

په اهتزازي حرکتونو کې لاندېنۍ فزيکي کميتونه هميشه په پام کې نيول 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 $1Hz = sec^{-1}$
 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 $(\pi - 9)$ معادله کې که $\varphi = \frac{\pi}{6}$ وي، نو په دی صورت کې تغيير مکان يعنی $X = \frac{A}{2}$ ، که چېرې $\varphi = \pi$ وي، $X = 0$ او که چېرې $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ 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 $A = 4,0m$ او $\omega = \pi Rad/sec$ ،
- $$T = \frac{1}{f} = 2 \text{ sec} \quad \text{او} \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = 0,50 \text{ sec}^{-1}$$

(ب)

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{dx}{dt} = -4,0 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \frac{d}{dt}(\pi t) \\
 &= -4\pi \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) m/\text{sec} \\
 a &= \frac{dv}{dt} = -4\pi \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \frac{d}{dt}(\pi t) \\
 &= -4\pi^2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) m/\text{sec}^2
 \end{aligned}$$

۹-۲: د هارمونيکي اهتزاز انرژي Energy in Harmonic Oscillation

په هارمونيکي اهتزاز کې په پريوډيک ډول د اهتزاز کونکې جسم حرکتې انرژي په پوتانشيل انرژي او بلمقابل پوتانشيل انرژي په حرکتې انرژي تبديليږي. د اهتزاز کونکې جسم بشپړه انرژي عبارت ده له:

$$W = W_p + W_k \dots\dots\dots(۹-۱۱)$$

د حرکتې انرژي لپاره لرو چې:

$$\begin{aligned}
 W_k &= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m}{2}\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \pi/2) \\
 &= \frac{m}{2}\omega^2 A^2 \cos^2 \omega t \dots\dots\dots(۹-۱۲)
 \end{aligned}$$

په پورتنۍ رابطه کې v د جسم سرعت او m يې کتله ده.

پوتانشيل انرژي چې له ارتجاعي قوې نه ناشي کېږي د يوه ارتجاعي کش شوې جسم (فنر) د پوتانشيل انرژي په شان ارائيه کېږي، يعنې د تغيير 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:

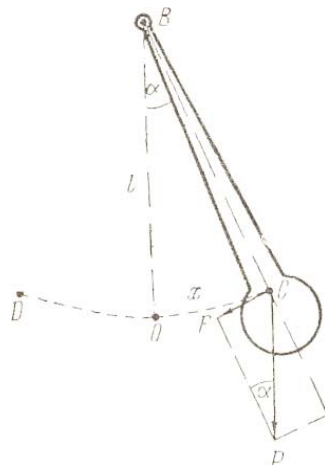
$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2} (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t) = \frac{m\omega^2}{2} A^2 \dots\dots\dots (۹-۱۴)$$

(۹-۱۴) رابطه بيانوي چې د هارمونيکي اهتزاز بشپړه يا ټوليزه انرژي ثابته او د امپليټود له مربع سره متناسبه ده.

۹-۳: 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 (پناه) او له نرۍ سر نه راخړول کېږي (۹-۲) شکل.



(۹-۲) شکل فزيکي رقاصه

کله چې رقاصه د تعادل له حالت نه يعنی د OB له موقعيت نه د α زاويې په اندازه بلې خواته بي 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 رقااصې اهتزاز زيات وخت دوام کوي. د رقااصې د ثقل مرکز C د دايرې په مخ د COD قوس ترسيموي. د تعادل د موقعيت بڼې اړخ ته د انحراف زاويه α مثبت اوکين اړخ ته يې منفي فرضوو د تعادل موقعيت ته راستنونکي. قوه عبارت ده له:

$$F = -W\sin\alpha = -mgs\sin\alpha$$

په پورتنۍ رابطه کې m د رقااصې کتله ده. د منفي علامه په رابطه کې له دې امله په پام کې نيول کيږي چې د قوې جهت او د انحراف زاويه يو د بل په خلاف لورې دي. د کم انحراف په صورت کې ($\alpha < 0.14\text{rad} = 6^\circ$) $\sin\alpha = \alpha$ په صورت کې لرو چې:

$$F = -mg\alpha = -mg\frac{x}{L} \dots\dots\dots (۹-۱۵)$$

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 څرپدو د محور په نسبت د رقااصې د عطالت مومنت دي، β زاويوي تعجيل دي په دی حالت کې لرو چې:

$$F = \frac{J\beta}{\ell}$$

څرنگه چې $\beta = \frac{a}{\ell}$ دي، نو لرو چې:

$$F = \frac{Ja}{\ell^2} = -\frac{J}{\ell^2}\omega^2 x \dots\dots\dots (۹-۱۶)$$

په پورتنۍ رابطه کې ω د رقااصې زاويوي فريکونسي ده. د (۹-۱۵) او (۹-۱۶) رابطه لرو چې:

$$mg\ell = J\omega^2$$

په پایله کې د فزيکي رقااصې زاويوي فريکونسي او پريود عبارت دي له:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \dots\dots\dots (۹-۱۷)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \dots\dots\dots (۹-۱۸)$$

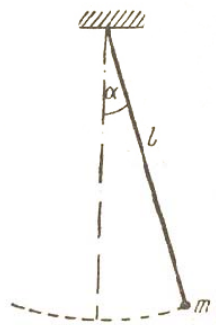
(۹-۱۷) او (۹-۱۸) رابطې په ترتيب سره د فزيکي رقااصې زاويوي فريکونسي او پريود دي.

د فزيکي رقااصې نه وروسته اوس رياضيکي رقااصه مطالعه کوو. رياضيکي رقااصه عبارت له يوې مادي نقطې څخه ده چې د يوه بې وزنه تار (د تار له وزن نه سترگې پټيږي) په سر کې ځورند او اهتزاز اجرا کړي (۹-۳) شکل. د مادي نقطې د عطالت مومنت له تعريف سره سم، د رياضيکي رقااصې د عطالت مومنت عبارت دي له:

$$J = m\ell^2$$

په پورتنۍ رابطه کې m د مادي نقطې کتله او ℓ د تار اوږدوالي دي. که چيرې د J دا قيمت په (۹-۱۸) رابطه کې وضع کړو د رياضيکي رقااصې د اهتزاز پريود په لاس راځي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \dots\dots\dots(۹-۱۹)$$



(۹-۳) شکل رياضيکي رقااصه

(۹-۱۹) رابطه بيانوي چې د رياضيکي رقااصې پريود د رقااصې د طول له مربع جذر سره په مستقيمې توگه او د ځمکې د جاذبې د تعجيل د مربع جذر سره په معکوسه توگه متناسب دي د اهتزاز د امپليتود او د رقااصې د کتلې تابع نه دي.

(۹-۲) مثال: د يوې ساده رقااصې 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.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{1,00m}{9,800 \frac{m}{\text{sec}^2}}} = 2,007 \text{ sec}$$

$$F = \frac{1}{T} = 0,4983 \text{ Hz}$$

(۹-۳) مثال: د $\ell = 1,00m$ په اوږدوالي يوه متجانسه ميله چې له يوه انجام نه راڅرېدلې ده او اهتزاز تر سره کوي. ددې اهتزاز د تناوب وخت پيدا کړي؟
حل: د سوال نه معلومېږي چې نوموړې ميله يوه فزيکي رقاصه تشکيلوي او د فزيکي رقاصې تناوب عبارت دي له:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mg\ell}}$$

پوهېږو چې د يوې متجانسې ميلې 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:

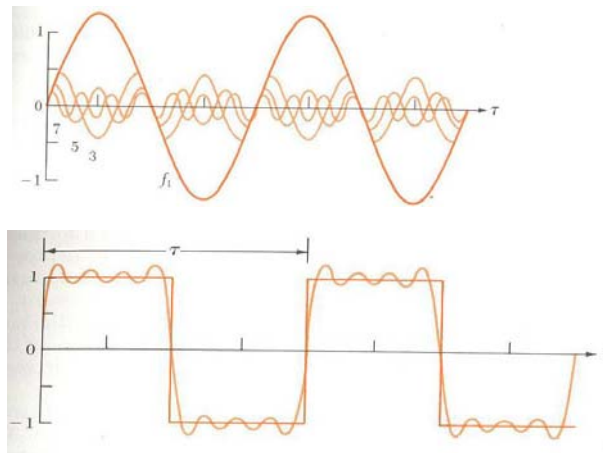
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3}m\ell^2}{mg \frac{\ell}{2}}} = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2}{3}(1,00m)/9,8 \frac{m}{\text{sec}^2}} = 1,64 \text{ sec}$$

۹-۴: د فوريه آناليز Fourier Analysis

د دوو يا څو هارمونیکي اهتزازونو ترکيب يا يوځای کيدل په عمومي توگه يو هارمونیکي اهتزاز نه، بلکې يو مغلق اهتزاز رامنځ ته کوي يا په بل عبارت د هارمونیکي اهتزازونو يو ځای کيدل يا انطباق يو غير هارمونیکي او پېچلی اهتزاز توليدوي داسې هم ويلې شو چې پېچلي اهتزازونه د هارمونیکي اهتزازونو څخه رامنځ ته کېږي. داسې پوښتنه رامنځ ته کېږي چې آیا يو پېچلی غير هارمونیکي اهتزاز په هارمونیکي اهتزازونو باندې تجزيه کولې شو. ددې پوښتنې رياضیکي ځواب فرانسوي رياضي پوه فوريه (Fourier) ويلې دي. د فوريه د يوې قضیې پر بنسټ هره متناوبه تابع کولې شو د يو شمير (حتي لايتناهي) ساينيزو او کوساينيزو تابع گانو د ټولگې په توگه وښيو. 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:

$$y = A_0 + A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots$$

$$+ B_1 \cos \omega t + B_2 \cos 2\omega t + B_3 \cos 3\omega t + \dots \quad (۹-۲۰)$$

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 کيږي.

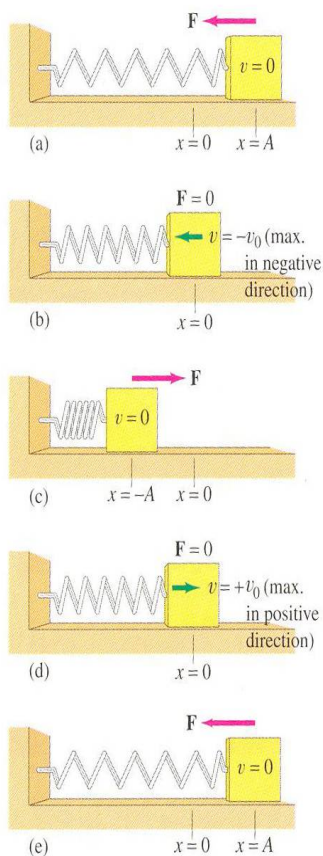
$$y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \sin 2\pi f_n t + B_n \cos 2\pi f_n t) \quad (۹-۲۱)$$

(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 رياضياتي عمليو په مرسته ترسره کيږي، 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 ناشوني 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:

$$V(x) = \frac{1}{2} kx^2 \dots\dots\dots (۲۲ - ۹)$$

او عامله قوه مساوي ده په:

$$F(x) = -kx \dots\dots\dots (۲۳ - ۹)$$

د نیوټن له دویم قانون، $F(x) = m \frac{d^2x}{dt^2}$ ، څخه دی پایلې ته رسیږو چې:

$$F(x) = m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx \dots\dots\dots (۲۴ - ۹)$$

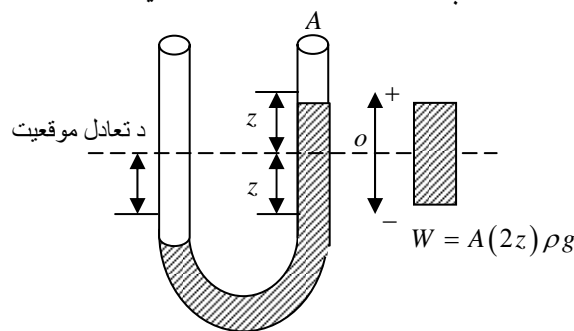
یا

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 \dots\dots\dots (۲۵ - ۹)$$

چې په هغې کې:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots (۲۶ - ۹)$$

ω_0 یو ثابت دي او د خپلواکې زاویه یې فریکونسي یا د خپلواکه اهتزازونو د فریکونسي په نوم یادېږی. د هم غږه خطي یا ساده اهتزازونو بل مثال په یوه U ډوله تیوب کې د مایع اهتزاز دي. د (۶-۹) 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.



شکل (۶-۹)

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، يعنی

$$W = mg = \rho Vg = \rho(A2Z)g \dots\dots\dots(27-9)$$

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 نښته خواته دي. په پايله کې د $(27-9)$ او $(29-9)$ رابطه 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

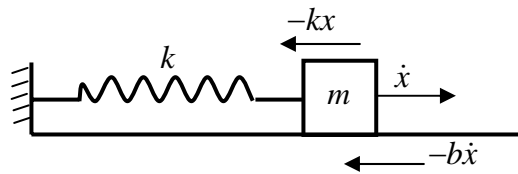
له تيوريکي يا نظري پلوه يو هم غړې خطي يا ساده اهتزاز کونکې کله چې په حرکت راشي بڼايي د هميشه لپاره خپل اهتزاز ته ادامه ورکړي او د هغه دا مننه يا امپليټود هميشه ثابت پاته شي. دا ډول اهتزازونو ته خپلواک اهتزازونه وايي. خو په عمل کې په هر ډول فزيکي وضعيت او حالت کې خاموشونکې قوې وجود لري او اهتزاز کونکې سيستم د وخت په

تيريدو سره خپله انرژي له لاسه ورکوي. په دې ترتيب مهتيز سيستم خاموش او په پاې کې ودرېږي. د يوه خطي اهتزاز کونکې د ديفرانسيل معادله، يعنې (۹-۲۵) بايد داسې اصلاح شي چې د خاموشي يا ودرېدو اغيزې په کې شاملې شي.

يو ځل بيا د m يوه کتله چې په يوه فنر پورې تړل شوی ده لکه څرنگه چې په (۹-۶) شکل کې ښودل شوې ده د يوې نمونې په توگه په پام کې نيسو او د هغې حرکت يوازې په يوه بعد کې مطالعه کوو. کله چې کتله په يو سيال، هوا يا مایع کې حرکت وکړي، اصطکاکی قوې خاموشي، وروکيدونه او په پاې کې ودرېدل رامنځ ته کوي. اصطکاکی قوه يا خاموش کونکې عامل F_d کيداې شي له سرعت سره متناسب فرض شي، يعنې

$$F_d = -bv = -b\dot{x} \dots\dots\dots(۹-۳۲)$$

چې په هغې کې b بايد مثبت وي.



$$\left| \leftarrow x \rightarrow \right|$$

$$x_0 = 0$$

(۹-۷) شکل په يوه تبخيري اهتزاز کونکې جسم باندې واردې قوې

هغه خالصه قوه F_{net} چې د m په کتلې باندې عمل کوي، لکه څرنگه 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 نيوتن د دويم قانون څخه په گټه اخيستنه 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 يوه دويمه درجه ديفرانسيالي معادله او د تبخيري اهتزاز معادله ده. د نوموړې معادلې د حل لپاره اطراف په m تقسيموو او هم لاندې تعويض په پام کې نيسو:

$$\gamma = \frac{b}{2m} \dots\dots\dots (۳۵ - ۹)$$

او

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \dots\dots\dots (۳۶ - ۹)$$

په پایله کې:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2x = 0 \dots\dots\dots (۳۷ - ۹)$$

د پورتنۍ معادلې يو حل په لاندې ډول دي.

$$x = e^{\lambda t}; \dot{x} = \lambda e^{\lambda t}; \ddot{x} = \lambda^2 e^{\lambda t}$$

که چيرې دا قيمتونه په (۳۷ - ۹) معادله کې وضع کړو، لرو چې

$$e^{\lambda t} (\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2) = 0$$

څرنگه چې $e^{\lambda t} \neq 0$ دي، نو بايد ولرو چې:

$$(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2) = 0 \dots\dots\dots (۳۸ - ۹)$$

ددې معادلې جذرونه عبارت دي له:

$$\lambda_1 = -\gamma + \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

$$\lambda_2 = -\gamma - \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

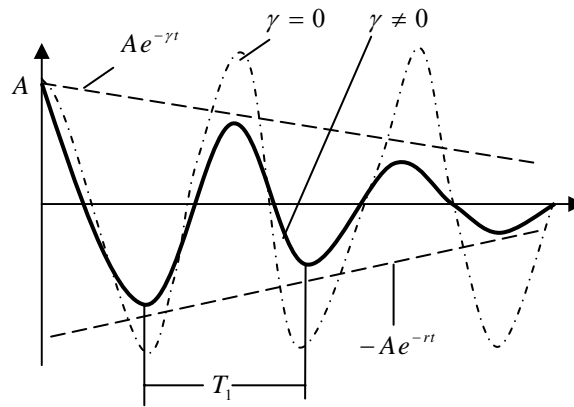
له دې کبله (۳۷ - ۹) معادلې عمومي ځواب عبارت دي له:

$$يا \quad x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$$

$$kx(t) = e^{-\gamma t} (A_1 e^{\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} t} + A_2 e^{-\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} t}) \dots\dots\dots (۳۹ - ۹)$$

څرنگه چې (۳۷ - ۹) معادله يوه تفاضلي معادله ده د هغې دحل د زيات تفصيل څخه ډډه کوو، که چيرې خاموش کونکې قوه نسبتاً کوچنۍ او جسم په لومړۍ سر کې د A امپليټود ولري د هغه حرکت د لاندې رابطې سره سم ترسره کېږي.

$$x(t) = A e^{-\gamma t} \cos(\omega_1 t + \phi) \dots\dots\dots (۴۰ - ۹)$$



شکل (۸-۹)

(۸-۹) شکل د (۹-۴۰) رابطې منحنی او یو تبخیري اهتزاز نسبي لکه څرنگه چې په شکل کې لیدل کېږي د اهتزازونو امپلیتود په طاقتیزه یا نمایی توګه کمېږي. 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 همیشه 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، یعنی 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 هدايت کونکې قوه F_d په سینوسي بڼه فرض کړو، يعنی

$$F_d = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \dots\dots\dots (۹-۴۲)$$

ددې لپاره چې هدايت کونکې قوه پورتنۍ بڼه لري بڼه دلایل لرو. لومړۍ دا چې په زیاتره حقيقي 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، يعنی 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 هدايت کونکې قوې لپاره د سیستم حرکت وټاکو.

کولې شو دا معادلې سره ترکیب او داسې معادله ورڅخه لاس ته راوړو چې اجباري اهتزاز توصیفوي، يعنی

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \dots\dots\dots (۹-۴۳)$$

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 $m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0$ متجانسي معادلې ځواب دي. ددې متجانسي معادلې عمومي ځواب عبارت دي له:

$$x_h(t) = e^{-\gamma t} [A_1 e^{+i\omega t} + A_2 e^{-i\omega t}] \dots\dots\dots (۹-۴۵)$$

د $e^{+i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$ رابطې څخه په ګټه اخیستنه (۹-۴۵) رابطه په لاندې ډول لیکلې شو:

$$x_h(t) = e^{-\gamma t} [i(A_1 - A_2) \sin \omega t + (A_1 + A_2) \cos \omega t]$$

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 تيريدونکې (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:

$$-m\omega^2 A \cos(\omega t - \phi) - b\omega A \sin(\omega t - \phi) + KA \cos(\omega t - \phi) = F_0 \cos \omega t$$

د معادلې له ترتيبولو وروسته لرو چې:

$$(KA \cos \phi - m\omega^2 A \cos \phi + b\omega A \sin \phi) \cos \omega t$$

$$-(KA \sin \phi - m\omega^2 A \sin \phi - b\omega A \cos \phi) \sin \omega t = F_0 \cos \omega t$$

ددې لپاره چې دا رابطه د t د ټولو کچو لپاره برقرار وي د $\cos \omega t$ او $\sin \omega t$ د حدونو ضريبونه په دواړو خواو کې بايد په جدا توگه ترتيب شي، يعنې

$$(K - m\omega^2) \cos \phi + b\omega \sin \phi = \frac{F_0}{A} \dots\dots\dots (50 - 9)$$

$$(K - m\omega^2) \sin \phi - b\omega \cos \phi = 0 \dots\dots\dots (51 - 9)$$

د زاويې د فاز لپاره لاندې افاده په لاس راځي:

$$\tan \phi = \frac{b\omega}{k - m\omega^2} = \frac{b\omega/m}{k/m - \omega^2} \dots\dots\dots (52 - 9)$$

که چيرې $\omega_0 = \frac{k}{m}$ او $\gamma = \frac{b}{2m}$ سره عوض کړو، لرو چې:

$$\tan \phi = \frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \dots\dots\dots (53 - 9)$$

له پورتنۍ رابطې څخه لرو چې:

$$\sin \phi = \frac{2\gamma\omega}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} \dots\dots\dots (54 - 9)$$

$$\cos \phi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} \dots\dots\dots (55 - 9)$$

که چيرې دا کمپونونه په (9-47) رابطه کې وضع کړو په لاس راځي چې:

$$A = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} \dots\dots\dots (56 - 9)$$

په دې ترتيب د غير متجانسې معادلې قسمي ځواب عبارت دي له:

$$X_i(t) = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} \cos(\omega t - \phi) \dots\dots\dots (57 - 9)$$

په پورتنۍ معادله کې:

$$\phi = \tan^{-1} \frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \dots\dots\dots (58 - 9)$$

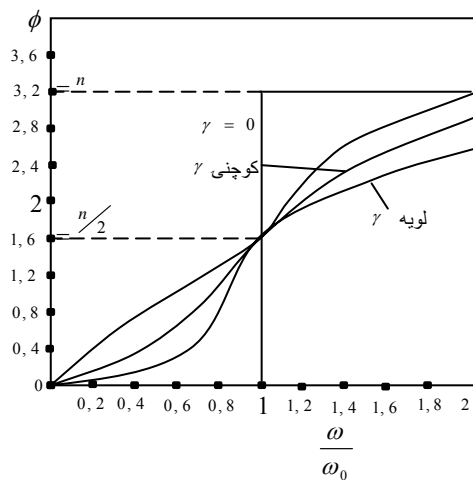
۸-۹: ريزونانس Resonance

د يوه مستقر حرکت امپليټود A او د فاز زاويه ϕ د (۹-۵۶) او (۹-۵۸) معادلو سره سم عبارت دي له:

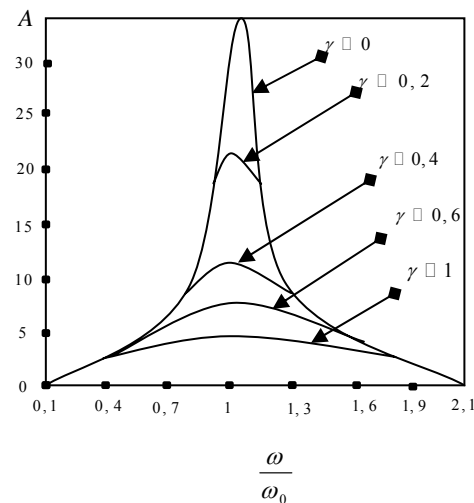
$$A = \frac{F_0 / m}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2} \dots\dots\dots (۹-۵۹)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \dots\dots\dots (۹-۶۰)$$

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 څرنګه چې مخکې وويل شول ϕ د هدايت کونکې قوې F او X لاس ته راغلي حرکت ترمنځ د فاز توپير دي، يعنې د عمل او ځواب ترمنځ د ځنډ څرګندوي دي. لکه څرنګه چې (۹-۹) شکل يې نښې 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 توګه 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 کيږي. 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 راغلي 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) کميږي د ريزونانس فريکونسي زياتيږي او کله چې $\gamma \rightarrow 0$ ، ω_r د خپلواک اهتزاز کونکې د طبيعي فريکونسي ω_0 څخه تقرب يا ميل کوي. کله چې د تبخير ضريب فوق العاده کوچنۍ وي د (۹-۶۲) رابطې نښې 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

$$\omega_r \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{\omega_0} \dots\dots\dots (۹-۶۳)$$

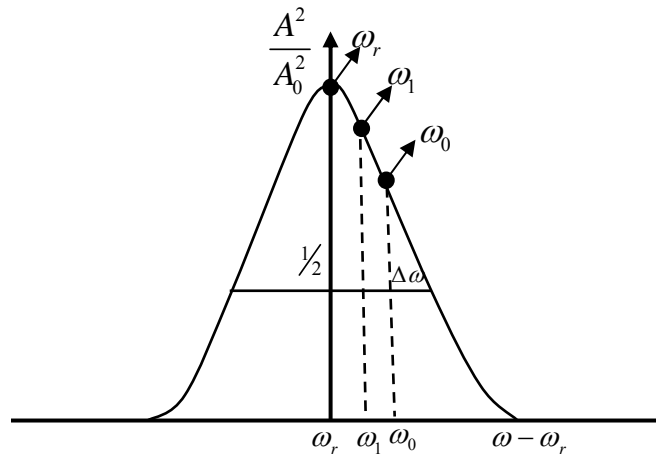
(۹-۶۲) او (۹-۶۳) رابطې چې د اجباري اهتزاز لپاره ليکلې شوې دي کولې شو د تبخيري اهتزاز لپاره هم چې مخکې مطالعه شول مشابه رابطه وليکو، يعنې

$$\omega_1 = (\omega_0^2 - \gamma^2)^{\frac{1}{2}}$$

د کوچني γ لپاره لرو چې:

$$\omega_1 \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{2\omega_0} \dots\dots\dots (64 - 9)$$

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 نښي 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 (۹-۱۰) شکل يې نښي، لرو چې: $\frac{A^2}{A_0^2} = 1$ دي.



(۹-۱۰) شکل د ريزونانس د فريکونسي ω_r ، طبيعي فريکونسي ω_1 او د خپلواکه طبيعي فريکونسي ω_0 نسبي موقعيتونه نښي. په دې ترتيب اعظمي امپليټود د $A = A_0$ چې په $\omega = \omega_r$ کې واقع کېږي کولې شو د (۹-۵۹) او (۹-۶۲) معادلو څخه په لاندې توگه په لاس راوړو.

$$A = \frac{F_0/m}{2\gamma\sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}} \dots\dots\dots (65 - 9)$$

د کوچني تبخير په صورت کې، فرضوو چې $\gamma \rightarrow 0$ ، په پايله کې

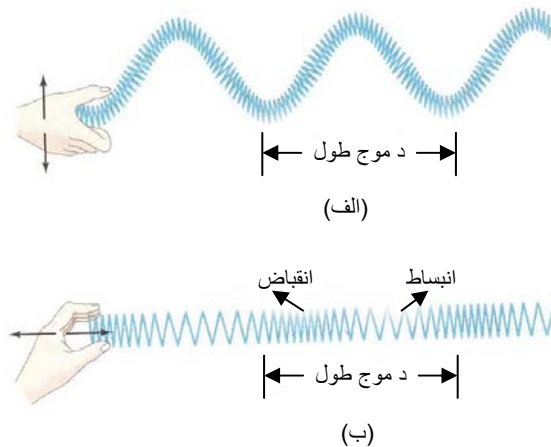
$$A_0 \approx \frac{F_0}{2m\gamma\omega_0} \approx \frac{F_0}{b\omega_0}$$

څرگنده ده چې که چيرې b کوچنی وي په پایله کې $A_0 \rightarrow \infty$ ، خو داسې سیستم وجود نه لري چې غیر تبخيري وي.

۹-۹: موجي حرکت Wave Motion

که چيرې په يوه ارتجاعي محیط کې اهتزاز کونکې جسم (د اهتزاز منبع) کنسېرډو، د محیط ذرې د تعادل له حالت نه وزي او په اهتزاز پيل 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 نيسي. خو د محیط ذرې په مختلفو فازونو سره اهتزاز ترسره کوي هر څومره چې ذره د اهتزاز له منبع نه ليرې واقع وي هغو مره نا وخته په اهتزاز پيل کوي او په هم هغه اندازه د فاز ځنډ (تاخير) لري.

په محیط کې د اهتزاز خپريدو ته موجي حرکت يا موج وايي. د موجي حرکت بڼه بيلگه د اوبو په مخ هغه څپه ده چې د ډبرې د لويدو په ځای کې رامنځ ته کېږي او د متحد المرکز دايرو بڼه لري. د څپې (اهتزاز) د خپريدو جهت ته وړانگه (شعاع) وايي. هغه څپه چې په هغې کې د محیط ذرې د څپې په جهت (وړانگې) باندې عمود اهتزاز کوي د عرضي څپې په نوم يادېږي. که چيرې د محیط ذرو اهتزاز د څپې د جهت سره هم لورې وي دا ډول څپې ته طولې څپه وايي. د عرضي او طولې څپو د پېژندنې لپاره د (۹-۱۱) شکل سره سم



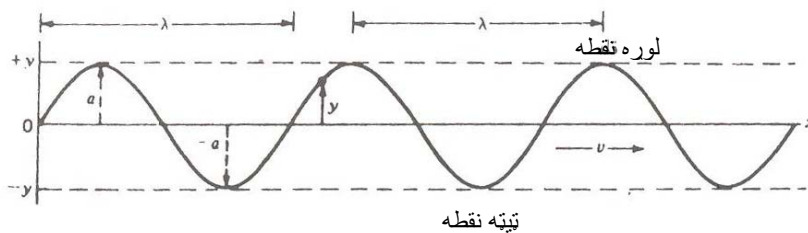
(۹-۱۱) شکل

که چيرې د يوه اوږده فتر په يو انجام باندي 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 کيږي. 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 کيږي.

زمونږ شا او خوا نړۍ له موجونو، نه ډکه ده. ځينې موجونه ليدل کيږي 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 بڼې بيلګې د اوبو په مخ موجونه، د زلزلې موجونه او د صوت موجونه دي. د اوبو په مخ موجونه د بېرېو 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 کيږي. موجونه په دوه ډوله طولې او عرضي دي. د نور موجونه د عرضي موجونو له جملې څخه دي. که چيرې د اهتزاز يوه چنډه 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 بنودل 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 توگه له +نه - او له - نه مثبت ته بدلون کوي. د هر موج لمنه په (۹-۱۲) شکل کې په a سره بنودل 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 تيريږي يا هغې ته رارسېږي او په هرتر اندازو کې چې هم هغه د اهتزازونو تعداد په يوه ثانيه کې دي. د موج د طول، سرعت او فريکونسي ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

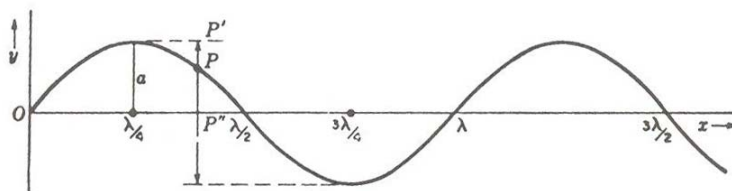
$$v = f\lambda \dots\dots\dots(۹-۶۷)$$

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 لاندیني 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 ليدل کېږي چې د a او λ اهميت پکې له ورايه څرگند دي. د موجي حرکت لپاره چې د v په سرعت سره بڼې 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 گراف 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.

$$y = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$y = a \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) \dots\dots\dots (۹-۷۱)$$

$$y = \sin 2\pi f \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

(۹-۴) مثال: د $m = 0,016 \text{ kg}$ کتلې درلودنکې یوې مادې نقطې د اهتزاز معادله

$$x = 0,1 \sin \left(\frac{\pi}{8} t + \frac{\pi}{4} \right) m$$

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 تولید انرژي W

حل: د نوموړې نقطې د اهتزاز معادله د هارمونیک اهتزاز له عمومي معادلې (۷۱ - ۹) سره پرتله کوو، نو د ذرې امپليټود 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 دی 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:

$$\begin{aligned} F_m &= ma_m = 0,016 \text{ kg} \cdot 0,0154 \text{ m/sec}^2 \\ &= 2,46 \cdot 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$

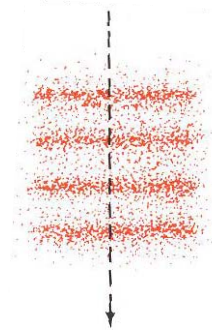
ج) د ریډونکې نقطې ټولیزه انرژي مساوي ده په:

$$W = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{0,016 \text{ kg} \cdot \pi^2 \cdot 0,01 \text{ m}^2}{2 \cdot 64 \text{ sec}^2} = 1,23 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

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 خپرېږي. 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 شپړي. (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.



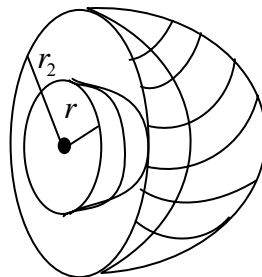
(۹-۱۴) شکل په يوه صوتي موج کې د هوا کثافت بدلون کوي

د يوه لوړ سپيکر مهترز ديافراگم يا د صوتي پنډې مهترز شاخ (څانگه) چې خپله د شا او خوا هوا له ځانه شپړئ همدا ډول سيمې 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 سيمې څخه د باندې بې ځايه شوي دي. د لوړ کثافت په سيمه کې ماليکولونو 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 مورې يې اورو، يعنې دا ټاکي چې آيا دمور 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 متغېر 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 يادېږي، 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 $2,5 \cdot 10^{-12} \text{W}/\text{m}^2$ دي. دا شدت د اورېدو د درشل (استانه) په نوم يادېږي. د صوت د اورېدو وړ شدت لپاره لوړ حد وجود نه لري، خو له $1 \text{W}/\text{m}^2$ 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 کېږي د هغه شدت کمېږي ځکه چې د موج د جبهې سطحه زياتېږي له دې کبله د موج انرژي په واحد سطحه کې کمېږي. 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 کېږي 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 رسېږي.



(۹-۱۵) شکل په هوا کې د يوه صوتي موج د متحد المکز کروي موجونو جبهه

د موج د دغې جبهې په واسطه ټوليز، ليردول شوې قدرت يو شان پاته کيږي. له دې کبله په واحد سطحه کې شدت يا قدرت عبارت دي له:

$$I_2 = \frac{r_1^2}{r_2^2} I_1 \dots\dots\dots (۷۲ - ۹)$$

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 بڼه توگه نه خپريږي د هوا ماليکولونه هغه په چټکي سره جذبوي. خو دا موجونه د مايعاتو او جامداتو په منځ کې په اساني سره خپريږي چې په دې ورستيو کلونو کې د اولترا صوت د زياتي عملي کارونې لامل شوې دي. د بيلگې په توگه د اولترا صوت موجونه همدا اوس د انسان د بدن د داخلي غړيو د عکس اخيستنې لپاره د X د وړانگې په ځای کارول کيږي. دا ازمایښت د اميدواري بڼې په بدن کې جنين مجازه وي يا تشبثوي او هغه زيانونه چې د X وړانگه 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 ټامينوي، پس هيله لرو چې د صوت سرعت د هوا د فشار او کثافت تابع وي. يوه پيچلې محاسبه چې دلته له هغې څخه ډډه کيږي بڼې چې د صوت د سرعت لپاره نظري فورمول په لاندې ډول دي.

$$v = \sqrt{1,40 \frac{P_0}{\rho_0}} \dots\dots\dots (۷۳ - ۹)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتيب سره له اختلال مخکې فشار او کثافت دي له فورمول څخه معلوميږي چې د صوت سرعت د راستنونکې قوې سره زياتيږي او له کثافت سره کميږي. تر معياري شرايطو لاندې (تودوخه د سانتي گريد صفر درجه،

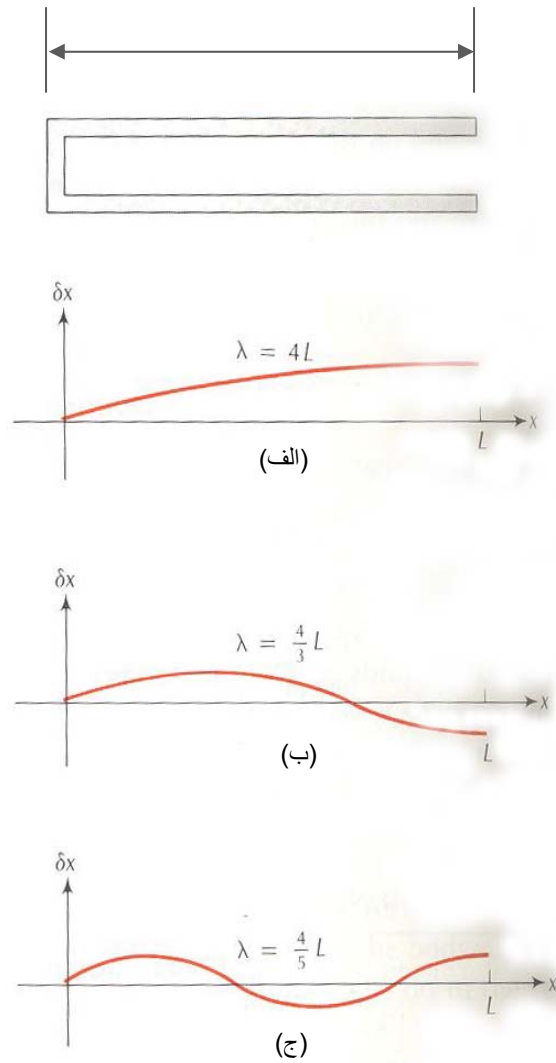
د صوت د سرعت اندازه $(\rho_0 = 1,29 \text{ kg/m}^3, P_0 = 1 \text{ atm} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2)$ ده. $331,29 \text{ m/sec}$.

د صوت سرعت په مايعاتو او جامداتو کې له هوا څخه زيات دي ځکه چې هلته راستنونکې قوه ډيره زياته ده. مايعات او جامدات د گازونو په نسبت د تراکم او فشردهگي په مقابل کې له ځانه زيات مقاومت او مخالفت نيسي. په لاندې جدول کې په څو مادو کې د صوت سرعت ثبت شوي دي.

(۹-۱) جدول په څو مادو کې د صوت سرعت

ماده	$V (\text{m/sec})$	ماده	$V (\text{m/sec})$
هوا	331	المونيم	5104
1 atm او 0 C°	331	اوسپنه	5130
1 atm او 20 C°	344	نېپېنه	5000-6000
1 atm او 100 C°	386	گرافيت	6000
هېليوم 1 atm او 0 C°	965		
مقطري اوبه	1497		
د سيند اوبه	1531		

په هوا کې د صوت د سرعت د اندازه کولو لپاره په يوه داسې توله (نل) کې چې يو سريې پرانيستي او بل سريې تړلې وي له ولاړو يا ساکنو موجونو څخه ګټه اخلي (۹-۱۶) شکل. هغه وخت ولاړ صوتي موج په ښکاره توګه بايد د تولې په تړلې سر کې د يوې غوټې ځای بدلون (تغيير مکان) درلودونکې وي ځکه چې په دې سر کې د هوا حرکت د يوې محدودې وي.



شکل (۱۶-۹)

(۱۶-۹) شکل په هغه نل کې چې يو سربې پرانيستی. 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 دی 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 دی ترتيب جو يا آزاده هوا لکه د ثابت فشار د مخزن په توگه عمل کوي. دا په بشپړه توگه دقیقه 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 څرنګه چې مخکې وويل شول د فشار اصغري گان د ځای بدلون يا تغيير مکان اعظمي گان دي، له دی کبله د فشار غوټه د ځای بدلون يا تغيير مکان يوه خيټه يا بطن دي.

د نل په دوو انجامونو کې د دی سرحدي شرايطو سره، ولاړموجونه هغه چې په (۹-۱۶) شکل کې ښودل شوي 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 او بو ته موجونه تیرېږي یا د هغه برعکس د انرژي زیاته برخه منعکس او یوازې یوه کمه برخه یې دویم محیط ته ننوزي.

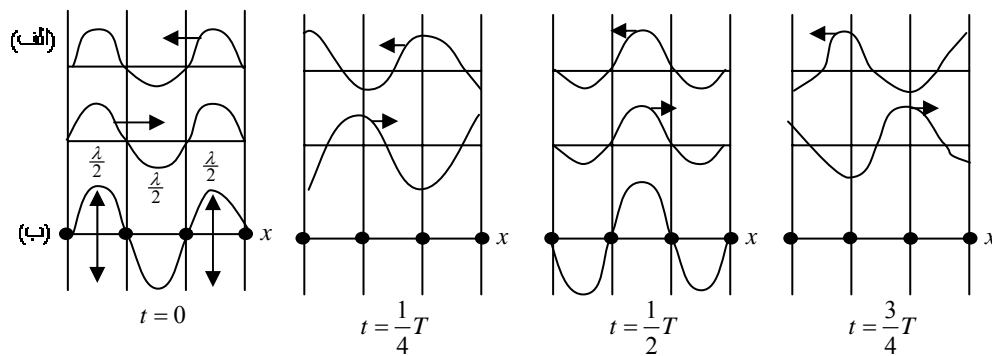
صوتي موجونه په هوا کې له سختو یا جامدو جسمونو څخه هم منعکس کیږي د بیلګې په توګه د ځمکې له سطحې څخه څرنگه چې مورې ټولونه د پژواک (Echo) پدیده معلومه ده. د صوتي موجونو په انعکاس کې مهم رول د محیط د کثافت ρ او د صوت د سرعت v بدلون لري یا په دقیقه توګه د ρv د کمیت بدلون عمده رول لوبوي. په هره اندازه چې د 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 ښيي 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 دی پورې اړه لري چې کوم محیط زیات موجي مقاومت لري. که چیرې د دویم محیط موجي مقاومت کم وي په دی 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 ددو ډول موجونو ګراف ښيي. 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 ښيي. (۹-۱۷ ب) شکل د هغو مجموعه چې یو د بل له جمعې نه په ګرافیکي توګه په لاس راځي ښيي.



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 (9-17 ب) شکل کې څلورغوټې د نقطو په واسطه بنودل شوې دي. د دوو متوالي غوټو په منځ کې جوف يا خيټه قرار لري چې د موج امپليټود په هغې کې اعظمي قيمت لري.

په (9-17 ب) شکل کې موج ډوله انځورونه د ولاړ يا ساکن موج په نوم يادېږي، ځکه چې د موج انځورونه نسبي او کيښې 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 پړي 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:

$$y_1(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t) \dots\dots\dots(9-77)$$

$$y_2(x, t) = y_m \sin(kx + \omega t) \dots\dots\dots(9-78)$$

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 اخيستنه سره ليکلې 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 واین 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:

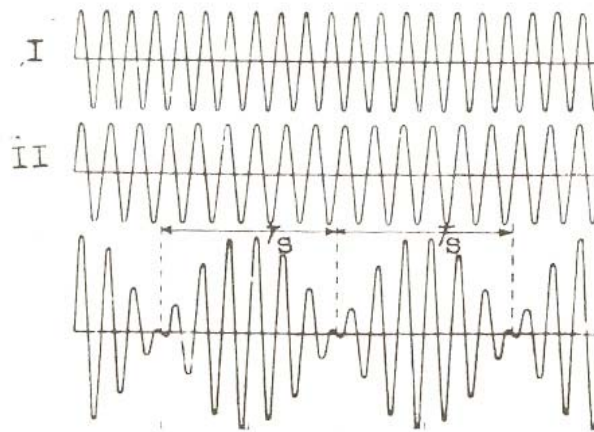
$$x = (n + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots(۸۱ - ۹)$$

$$n = 0, 1, 2, \dots$$

وروستی رابطه په (۹-۷۹) معادله کې د اعظمي امپلیتود ځایونه یا جوفونه په لاس را کوي. جوفونه یو 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 لرزیدني اهتزازونه Beats

دوه اهتزازونه چې فریکونسي یې یو له بل څخه ډیر کم توپیر لري په پام کې نیسو (۹-۱۸) شکل. د I او II منحنی گانې هارمونيکي اهتزازونه دي. د نظري تحلیل او بررسی لپاره فرضوو چې د مرکبه اهتزازونو د فاز توپیر صفر دي.



(۹-۱۸) شکل

که چېرې فرض کړو چې د یوه هارمونيکي اهتزازي حرکت امپلیتود b او فریکونسي یې ω_1 او د دویم هارمونيکي اهتزازي حرکت امپلیتود هم b ، خو فریکونسي یې ω_2 دي. له دې کبله ددې دوو اهتزازونو معادلې په لاندې ډول لیکلې 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 یا 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:

$$y = 2b \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t\right) \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t\right) \dots\dots\dots(۸۵-۹)$$

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 $\cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t$ 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 لړزیدني يا beats په نوم يادوي. د دوو اعظمي امپليتودونو ترمنځ فاصله د لړزیدني د دوام په نوم ياد او په T_s سره يې نښي. 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 دي 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:

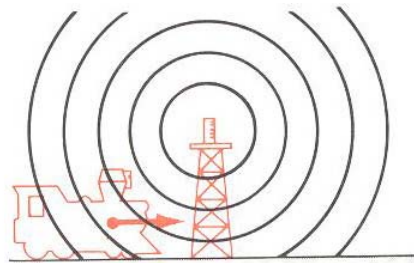
$$T_s = \frac{2\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{1}{f_1 - f_2} = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots(۸۶-۹)$$

د لړزیدني فريکونسي په f_s سره نښو او دا فريکونسي عبارت ده له:

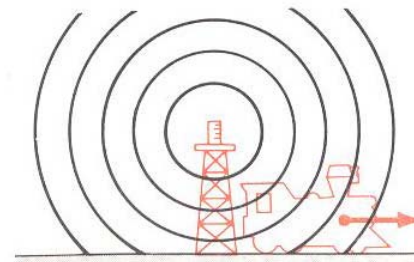
$$f_s = f_1 - f_2 \dots\dots\dots(۸۷-۹)$$

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 331m/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 توگه که چيرې يو اورگاري (ترين) چې په 30m/sec سرعت حرکت کوي يوه ساکن انټن ته نږدې شي (۹-۱۹ الف) شکل، د صوتي موج سرعت به داورگاري په نسبت 361m/sec وي، او که چيرې اورگاري له انټن څخه ليرې شي د (۹-۱۹ ب) شکل، د صوت د موج سرعت به 301m/sec وي.



(الف)



(ب)

(۹-۱۹) شکل (الف) اورگاري انټن ته نږدې کېږي. اورگاري نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د زياتو موجونو له جبهې سره مخامخ کېږي. ب، اورگاري له انټن څخه ليرې کېږي نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کېږي

د اورگاډي حرکت يوازې د صوتي موجونو په سرعت نه، بلکې د هغو په فريکونسي باندې هم اغيزه کوي. د بيلگې په توگه که چيرې اورگاډي 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 اورگاډي 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 اورگاډي 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 ترمنځ وجود لري، يعنې:

$$f = \frac{v}{\lambda} \dots\dots\dots (۹-۸۸)$$

او د اورگاډي د پورتنۍ مثال لپاره لرو چې:

$$f' = \frac{v'}{\lambda} \dots\dots\dots (۹-۸۹)$$

د پورتنيو رابطو له تقسيم څخه لرو چې:

$$\frac{f'}{f} = \frac{v'}{v} \dots\dots\dots (۹-۹۰)$$

د اورگاډي سرعت چې د صوتي موجونو د اخيستونکې يا ثبت کونکې په توگه عمل کوي په V_R سره نښو د اورگاډي 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 اورگاډي د حرکت او منفي علامه د صوت له منبعې څخه د اورگاډي د حرکت آړوند ده. په پايله کې (۹-۹۰) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوي.

$$f' = f \left(\frac{V \pm V_R}{V} \right)$$

يا

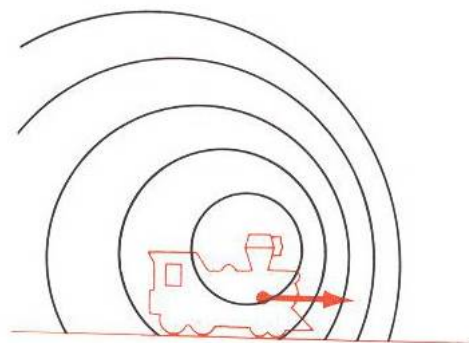
$$\hat{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \dots\dots\dots (9-91)$$

په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کیدونکې او منفي علامه د ليرې کیدونکې اخیستونکې يا ثبت کونکې لپاره ده. (9-89) رابطه په خوځنده ثبت کونکې کې فريکونسي ده.

پاملرنه وکړي چې که چيرې ثبت کونکې د $V_R = V$ په سرعت له منبع څخه ليرې شي. هغه وخت د f' فريکونسي صفر کېږي دا په دی مانا ده چې منبع په دقیقه توگه له موجونو سره حرکت کوي له دې کبله د موج هيڅ جبهه په لاس نه راوړي. که چيرې ثبت کونکې له V څخه په زیات سرعت سره له منبعې څخه ليرې شي هغه وخت (9-91) رابطه منفي فريکونسي راکوي دا په دې مانا ده چې ثبت کونکې د موجونو هغه جبهه چې له شا ورپسې راځي شاته پریږدي او خپله ورڅخه ځي. (9-91) رابطه نه یوازې د صوتي موجونو لپاره، بلکې د اوبو د موجونو او نورو موجونو لپاره هم کارول کېږي.

که چيرې هغه منبع چې صوتي موجونه يا نور موجونه خپروي په حرکت کې او ثبت کونکې ساکن وي بيا د خپرې شوې فريکونسي او هغې فريکونسي ترمنځ چې ثبت کونکې يې ښکاره کوي ليرد (انتقال) واقع کېږي. د بيلگې په توگه که چيرې هغه اورگاډي چې تم ځای يا ستشن ته نږدې کېږي خپل آلام (د اورگاډي مخصوص هارن) وغږوي د الارم په واسطه د پرله پسې موجونو جبهه د الارم په مسير په منظمو فاصلو کې متمرکز کېږي په مخامخ لورې يا جهت د موجونو تجمع يو بل ته نږدې او د شاخواته يا مخ په خټ يو له بل څخه زیاته فاصله لري (9-20) شکل. په پایله کې يو ساکن يا ولاړ ثبت کونکې کله چې د اورگاډي په مخ کې ولاړ وي زیاتې فريکونسي او کله چې د هغه شا ته ولاړوي کمې فريکونسي ترلاسه کوي.

کله چې اورگاډي د ولاړ يا ساکن ثبت کونکې له څنګ څخه تیرېږي ترلاسه شوې فريکونسي په نابیره توگه سقوط کوي.



(۹-۲۰)

(۹-۲۰) 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 خپرونکې په توګه عمل کوي په V_E سره نښو. د فريکونسي د هغه بدلون د محاسبې لپاره چې د خپرونکې 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 $\lambda \mp \frac{V_E}{f}$ 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 پورتنۍ 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 ليرد 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 کيږي، آتن د 440 Hz په فريکونسي صوت يا غږ خپروي. هغه فريکونسي چې په اورگاډي کې ترلاسه کيږي 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 کيږي 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 راگرځي. که چیرې دابیرته راگرځیدنه 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 تغییر 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:

$$X = A \sin \omega t \dots\dots\dots(۹۴-۹)$$

د لومړنۍ فاز د موجودیت په صورت کې د هارمونیکي اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$X = A \sin(\omega t + \phi_0) \dots\dots\dots(۹۵-۹)$$

⊖ 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 ځړول 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.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \dots\dots\dots(۹۶-۹)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}} \dots\dots\dots(۹۷-۹)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \dots\dots\dots(۹۸-۹)$$

⊖ فزيکي یا مرکبه رقاصه یو جسم دي چې له یوه دوراني محور څخه چې د ثقل له مرکز څخه د ℓ په فاصله واقع دي ځوړندوي. 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:

$$\omega = \sqrt{\frac{mgl}{J}} \dots\dots\dots(۹۶ - ۹)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}} \dots\dots\dots(۱۰۰ - ۹)$$

☞ په هارمونيکي 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 وايي. څپې یا موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي.

☞ هغه اهتزازونه چې په تدریجي توګه یې امپلیتود کمېږي او په پای کې مهتز جسم ودرېږي 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 کېږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمینېږي 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 ترتيب له اختلال مخکې فشار او کثافت دي.

د ساکن يا ولاړ موج معادله په لاندې ډول ده: Ⓒ

$$y'(x, t) = [2y_m \sin kx] \cos \omega t \dots\dots\dots (۱۰۶ - ۹)$$

د لرزیدني په اهتزازونو کې د لرزیدني فریکونسي مساوي ده په: Ⓒ

$$f_s = f_1 - f_2 \dots\dots\dots (۱۰۷ - ۹)$$

د دوپلر دافکت پر بنسټ په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي عبارت ده له: Ⓒ

$$\hat{f} = f \left(1 \mp \frac{V_R}{V} \right) \dots\dots\dots (۱۰۸ - ۹)$$

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: Ⓒ

$$\hat{f} = f \left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}} \right)$$

منفي علامه د نږدې کیدونکې خپرونکې او مثبت علامه د لیرې کیدونکې خپرونکې لپاره ده.

د نهم فصل تمرين

1. د يوې ذرې تغيير مکان د $x = 4\cos(3\pi t + \pi)$ معادلې مطابق ترسره کېږي که چيرې فاصله په متر او وخت په ثانيه اندازه شي پيدا کړي

الف) د اهتزاز امپليټود

ب) د اهتزاز فريکونسي او پريود

ج) د ذرې موقعيت د $t = 0$ په لحظه کې

ځوابونه (الف: $4m$ ، ب: $0.67Hz$ ، $1.5sec$ ، ج: $-4m$)

2. په پورته سوال کې د بيان شوې ذرې لپاره د t په وخت کې سرعت او تعجيل پيدا کړي همدا رنگه د $t=0$ په لحظه کې د ذرې اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل پيدا کړي؟
ځوابونه:

$$V = -12\pi \sin(3\pi t + \pi); V_m = 0$$

$$a = -36\pi^2 \cos(3\pi t + \pi); a_m = 36\pi^2 m/sec^2$$

3. يوه ذره هارمونیک اهتزاز ترسره کوي که چيرې د حرکت معادله يې

$$X = 5\cos(2t + \pi/6)$$

لحظه کې پيدا کړي

الف) د ذرې تغيير مکان

ب) د هغې سرعت او تعجيل

ج) د حرکت امپليټود او پريود

ځوابونه: (الف: $4,3cm$ ، ب: $-5m/sec$ ، $-17cm/sec^2$ ، ج: $\pi sec, 5cm$)

4. يوه ذره هارمونیک اهتزاز کوي په هر سايکل يا دوران کې مجموعاً $20cm$

فاصله طي کوي او اعظمي تعجيل يې $50m/sec^2$ دي. پيدا کړي

الف) د اهتزاز زاويوي فريکونسي

ب) د ذرې اعظمي سرعت

ځوابونه: (الف: $3,33rad/sec$ ، ب: $16,65cm/sec$)

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 امپليټود 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 $0,400kg$ او د تناوب وخت يعنی پريود يې $0,200sec$ 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: $0,25sec$ ، ب: $25,12 Rad/sec$ ، ج: $0,317kg$)

13. د هغه اهتزازي حرکت معادله وليکي چې امپليټود يې $5cm$ او پريود يې $0,5sec$ 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 $f = 50Hz$ ؟

ځواب: $X = A \sin 2\pi ft = 0,04 \sin 100\pi t$

15. د يوې رقاښې طول $98m$ دي. نوموړې رقاښه په څومره وخت کې يو اهتزاز بشپړه وي؟ ځواب: $(20sec)$

16. د ځمکې د جادې تعجيل د ټاکلو په منظور يې هغه رقاښه غوره کړي چې د سيم اوږدوالي يې $90,7cm$ او د يوې پولادي چرې (ساجمه) نه چې قطر يې $40mm$ دي تشکيل شوې ده. پس له تجربې معلومه شوه چې نوموړې رقاښه 100 اهتزاز په $193sec$ کې ترسره کوي. د نوموړې رقاښې په مرسته اندازه شوې تعجيل څومره دي؟
ځواب: $(9,82 m/sec^2)$

17. يو جسم د يوه فنر له انجام نه ځورند 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 ځورند 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	$6.37 \times 10^6 \text{ m}$
Avogadro 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	∞

References اخلیکونه

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. Addision- 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. Addision 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 uggatellcmbo Hayka Mockba
10. دیود هالیدی، رابرت ریزنیک، جریل 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 پوهنچی ساینس

**Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library**