بسم الله الرحمن الرحيم

لومړی فصل

د فزيکي کميتونو اندازه کول

سريزه: فزيک د طبيعي علومو يوه خورا مهمه څانګه او تجربي علم دي. فزيک له تجربو او اندازه کولو سره سروکار لري. د فزيک زده کړه او مطالعه د فزيکي کميتونو د اندازه کولو له څرنګوالي نه پيل کوو. له دی کميتونو نه کولي شو له طول، کتلې، وخت، تودوخې، فشار او برښنايي 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 وړوي د کميت په نوم يادېږي يا دا چې کله د يوه عدد بنی آړخ ته واحد وليکل شي د ايو فزيکي کميت ارائيه کوي لکه 5m، 7N، 10 C° او داسي نور.

د يوه فزيکي کميت د توصيف او پيژندني لپاره لومړی واحد معرفي کوو. د هر فزيکي کميت واحد بايد د هغه کميت له جنسه وي داسي چې نومورې واحد ځو ځله په هغه کميت کې شامل وي. واحد بايد داسي وټاکل شي چې د وخت او ځاي په نسبت بدلون ونه کړي او د نړی ټول وکړي ورڅخه يوشان ګټه واخلي او يو شان يې وکاروي. له اندازه کولو نه موخه د يوه فزيکي کميت پرتله د هغه له واحد سره ده. په فزيک کې ډېر زيات کميتونه وجود لري چې په اصلي او فرعي باندې ويشل کيږي. د ميخانيک فزيک اصلي کميتونه طول، کتله او وخت دي.

۱–۱: مقياسونه او واحدونه

فزيک يو تجربی علم دي او په معمولي توګه د اندازې اخيستلو د پايلو د بيان لپاره د عددونو او [illegible] عدد چې [illegible] چې د [illegible] کاروو کيږي د فزيکي کميت [illegible] نوم [illegible]. ځيني فزيکي کميتونه [illegible] بنسټيز دي چې يوازې د اندازې اخيستلو په څرنګوالي سره تعريف او ځانګړي کيږي. دا ډول تعريف ته عملياتي تعريف وايي. خو په ځيني نورو حالتونو کې يو فزيکي کميت د نورو اندازه

Ketabton.com

(c) ketabton.com: The Digital Library

اخیستلو وړکمیتونو په مرسته بیانیږي. له دې کبله کمیتونه په لومړۍ او دویم ډول او یا په بنسټیز (اساسي) او فرعي باندې ویشل کیږي. د بیلګې په توګه کله چې طول یا اوږدوالې د یوه درجه لرونکې خط کش او یا وخت د یوه ساعت په مرسته اندازه کوو دا دواړه کمیتونه بنسټیز کمیتونه دي، خو کله چې د یوه خوځنده جسم سرعت د طی کړل شوې واټن (چې د خط کش په مرسته اندازه شوې) او د هغه اړوند وخت (چې د ساعت په مرسته اندازه شوې) له تقسیم څخه په لاس راوړو دویم ډول کمیت او یا فرعي کمیت دي.

د اندازه کولو په وخت کې همیشه کمیت د هغه اړوند واحد سره پرتله کیږي. کله چې وایو د یوه موټر اوږدوالې $4.29m$ دي دا مانا لري چې د نوموړې موټر اوږدوالې د یاد شوې درجه لرونکې خط کش 4.29 برابره دي چې د تعریف له مخې د هغه خط کش طول $1m$ دي. دا مقیاس د اندازه کولو د واحد په نوم یادیږي. متر د طول واحد او ثانیه د وخت واحد دي. په فزیک کې د یوه کمیت د بیان په وخت کې باید د هغه واحد هم ذکر شي. د بیلګې په توګه د پورته یاد شوې موټر د طول د بیان لپاره یوازې د 4.29عدد ویل هیڅ مانا نه لري. د اندازه کولو لپاره باید واحدونه داسې تعریف او وټاکل شي چې په هیڅ ځای کې بدلون ونه کړي او د نړۍ وګړې په هر ځای کې له هغو نه یو شان ګټه واخلي او د هغو د نمونو جوړول په ټولو ځایونو کې شونې وي. کله چې په ۱۷۹۱ کال کې د پاریس د علومو اکادمی د متریک سیستم بنسټ کینبود نو یو متر یې د ځمکې د کرې د استوأ د کرښې او قطب ترمنځ د واټن (۱−۱) شکل یو پر لس میلیونمه ($\frac{1}{10^7}$) برخه او یوه ثانیه یې د یو متر طول لرونکې رقاصې د مسیر له یوه انجام نه تر بل انجامه پورې د لیږد وخت تعریف کړ.

شمال قطب

جنوب قطب

(۱- ۱) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

دا تعریفونه مشکل او د نمونو جوړول یې هم خورا ګران کار دي. له ۱۸۸۹ کال نه را په دې خوا د اصلي واحدونو تعریف د وزنونو او مقیاسونو د عمومي کنفرانس په واسطه تر سره کیږي. د واحدونو هغه سیستم چې ددې کنفرانس له خوا تعریف شو د متریک سیستم په نوم یادیږي. دا سیستم د SI په توروچې د (System International) لنډیز دي او په فرانسوي ژبه کې د نړیوال سیستم په مانا دي ښودل کیږي.

په میخانیک فزیک کې درې اصلي یا بنسټیز واحدونه وجود لري چې په لاندې ډول مطالعه کیږي.

وخت Time

له ۱۸۸۹ نه تر ۱۹٦٧کل پورې د وخت واحد د لمریزې منځنی شپې ورځې (شبانه روز) د یوې ټاکلې برخې په توګه تعریف کیده. یوه شپه ورځ هغه وخت ته ویل کیږي چې ځمکه د خپل محور په شاوخوا یو دوران بشپړ کړي او منځنی شپه او ورځ د یوه کال د شوا روزونو منځنی قیمت دي. خو د وخت هغه واحد چې له ۱۹٦٧ را په دې خوا منل شوې دي ډیر دقیق او بدلون نه منونکې دي د وخت واحد ثانیه ده او داسې تعریف کیږي.

یوه ثانیه هغه وخت دي چې د هغه په جریان کې د سیزیم – ۱۳۳ اتوم تشعشع، 9192631770 دورانونه یا سایکلونه تر سره کوي.

طول Length

په ۱۹٦۰ کال کې د متر اتومي واحد هم د کریپتون– ۸٦ اتوم د تشعشع نارنجی–سره، طول موج پر بنسټ تعریف شو. د ۱۹۸۳ په نومبر کې د طول واحد بیاله سره او پر بنسټیزه توګه تعریف شو او دا د طول تر ټولو دقیق او اساسي تعریف دي. د نوې تعریف پر بنسټ متر هغه واټن دي چې نور یې په خلا کې $^{1}/_{299792458}$ ثانیو کې طی کوي

په دې اساس په خلا کې د نور د خپریدو سرعت مساوي $299792458\,{}^{m}/_{sec}$دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

کتله Mass

د کتلې واحد د هغې استوانې کتله ده چې د پلاتين–ايريديوم له الياژ نه جوړه او پاريس ته نږدې د (Sevres) په ښار کې د وزنونو او مقياسونو په نړيوال موزيم کې ساتل کيږي.

يو کيلو ګرام په $4°C$ کې د $1dm^3$ خالصو اوبو کتله ده.

۱– ۲ : د اصلي واحدونو اجزأ او اضعاف

د اصلي واحدونو له تعريف نه وروسته د نومړيو فزيکي کميتونو لپاره د اصلي واحدونو اجزا او اضعاف تعريفوو. په متريک سيستم کې دا اجزا او اضعاف هميشه د اصلي واحدونو $1/10$ يا د 10 مضربونه دي. د بيلګې په توګه يو کيلو متر (1km) مساوي 1000m او يو سانتي متر (1cm) مساوي $1/100$ متر دي او داسې نور. په معمولي توګه دا نسبتونه د طاقتيزو عددونو په توګه ښودل کيږي، يعنې $1000 = 10^3$ او $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$ او داسې نور.

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

طول:

يونانو متر $(1nm) = 10^{-9} m$ (د يوه آتوم څوچنده)

يوميکرومتر $(1\mu m) = 10^{-6} m$ (د يوې باکتريا اندازه)

يو ملي متر $(1mm) = 10^{-3} m$ (د يوه عادي خود کار قلم د نوک اندازه)

يو سانتي متر $(1cm) = 10^{-2}m$ (دکوچنې ګوتې د نوک قطر)

يو کيلو متر $(1km) = 10^{3} m$ (په لسو دقيقو کې پلې طی کړې شوې واټن)

کتله:

يو ميکروګرام $(1\mu g) = 10^{-9} kg$

يو ملي ګرام $(1mg) = 10^{-6} kg$

يو ګرام $(1g) = 10^{-3} kg$

(c) ketabton.com: The Digital Library

وخت:

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

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

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

$(1\min) = 60\sec$ يوه دقيقه

$(1h) = 3600\sec$ يو ساعت

$(1d) = 86400\sec$ يوه ورځ

۱ – ۳: د واحدونو يو په بل اړول راړول:

د فزيکي کميتونو تر منځ د اړيکې د بيان لپاره چې په الجبري علامو سره ځانګړې کيږي الجبري اړيکه ليکي. هره الجبري علامه د يوې اندازې او يوه واحد معرفي کونکې ده. د بيلګې په توګه s، 10 m واټن، t، 5sec وخت او v، $2m/s$ سرعت ښيي.

په يوه فزيکي اړيکه کې بايد واحدونه په يوه سيستم کې وي لکه څرنګه چې آنار له مڼو سره نه جمع کيږي، همدارنګه دوه کميتونه هغه وخت يو له بل سره جمع او منفي کيږي چې يوشان واحدونه ولري. د بيلګې په توګه که چيرې يو جسم د v په ثابت سرعت د sواټن د t په وخت کې طې کړي دا کميتونه په لاندې ډول يو د بل سره اړونديږي:

$$s = v \cdot t \qquad (۱ –۱)$$

څرنګه چې s په متر اندازه کيږي، بايد $v.t$ هم په متر بيان شي.

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

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

ليدل کيږي چې $\frac{1}{\sec}$ 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 کولی شو

(c) ketabton.com: The Digital Library

واحدونه له یوه سیستم نه په بل سیستم واړوو. که چیرې د یوه کمیت اندازه په مختلفو واحدونو سره بیان شي بدلون نه کوي. د مثال په توګه د $1min = 60sec$ ویل د 1 او 60 عددونو د تساوي په مانا نه دي، بلکې داسې ویل کیږي چې یوه دقیقه 60 ثانیې ده.

(۱–۱) مثال: 3 min په ثانیو واړوئ؟

حل:

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

(۱– ۲) مثال: دیوې الوتکې سرعت $1019.5\,{km}/{h}$ دی دا سرعت د m/sce له جنسه پیدا کړئ؟

حل: پوهیږو چې $1km = 10^3 m$ او یو ساعت $3600sec$ دی، نو لیکلی شو چې: s

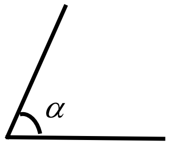
$$1019.5\,{km}/{h} = 1019.5(\frac{10^3}{km}m)(\frac{1h}{3600\sec}) = 283.2\,{m}/{\sec}$$

۱– ۴ : زاویه Angle

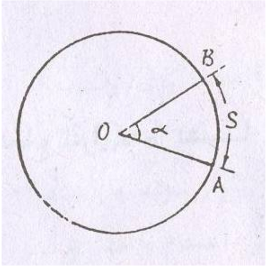
زاویه په دوه ډوله ده، مستوي او فضایي هره یوه یې جدا جدا معرفي کوو:

مستوي زاویه:

مستوي زاویه د فضا یوه برخه ده چې د دوه نیمو خطو په واسطه چې له یوې نقطې نه خارجیږي محدوده شوي ده. (۱ – ۲) شکل.



(الف)



(ب)

(۱- ۲) شکل

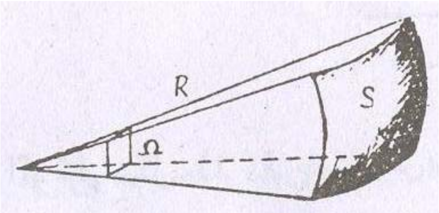
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 فضاً يوه برخه ده چې د يوې کروي سطحې په واسطه محدوده شوې وي. (۱– ۳) شکل.



(۱- ۳) شکل

فضايي زاويه په Ω سره ښودل کيږي، يعنې

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

د فضايي زاويې واحد ستيراديان (Steradian) دي او دا هغه فضايي زاويه ده چې د مقابلې ټوټې د سطحې مساحت يې دکرې 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 ورځينی ژوند کې ورځخه زياته ګټه اخيستل کيږي ددی ياد شويو واحدونو او متر يا سانتي متر ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$1mile = 1609m = 1.609km$$
$$1yd = 0.9144m = 91.44cm$$
$$1ft = 0.3048m = 30.48cm$$
$$1in = 0.0254m = 2.54$$

(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: څرنګه چې 1yd=0.9144m

(c) ketabton.com: The Digital Library

له پورتنۍ رابطې نه څرګندیږي چې 100yd=91.44m دي له دی ځایه معلومیږي چې 100m اوږد دي. د دوې تر منځ توپیر عبارت دی له:

$$\Delta L = 100m - 100yd = 100m - 91.44m = 8.56m$$

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

حل:

$$8m = 8 \cdot 3.28\,ft = 26.24\,ft$$
$$8m = 8 \cdot 39.37in = 314.96in$$

۱ – ۵: وکتوری او سکالری کمیتونه Vectors and Scalars

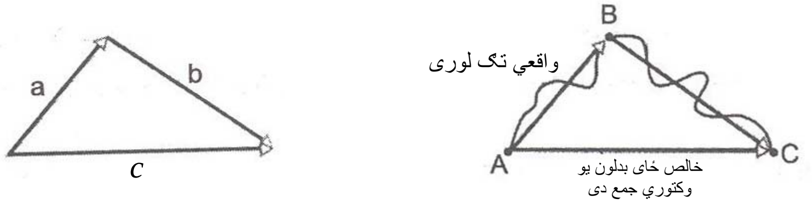
په فزیک کې ټول کمیتونه په دوو ډلو ویشل کیږي، وکتوری او سکالری. وکتوری کمیتونه هغو کمیتو ته ویل کیږي چې د هغو د بشپړې پیژندنې او ارایې لپاره په مقدار او کچې برسیره د هغو لوری او جهت هم باید په ګوته شي. یو وکتور د کچې او لورې یا جهت درلودونکې دي. د وکتوري کمیتونو بیلګې عبارت دی له: قوه، سرعت، تعجیل،امپولس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

سکالر هغه کمیت دی چې یوازې کچه لري او د یوه عدد او علامې په واسطه ښودل کیږي، یعنې سکالري کمیتونه د جهت درلودونکې نه دی د هغو د بشپړې پیژندنې لپاره عدد او علامه کفایت کوي. د سکالري کمیتونو بیلګې عبارت دی له: کتله، کثافت، فشار، د تودوخې درجه، انرژی، لوړوالې، ژوروالې او داسې نور.

۱ – ٦: په وکتورونو باندې الجبري عملیې:

الف) د وکتورونو جمع

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



(ب) (۱- ۴) شکل (الف)

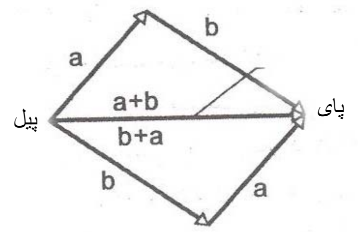
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} \qquad (۱– ۲)$$

په پورتنۍ رابطه کې $\vec{c}$ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونو حاصل جمع يا محصله وکتور دې. په (۱–۵) شکل کې د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونو د دوه بعدي جمعي طريقه په ترسيمي يا ګرافيکي توګه ښودل شوې ده.

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a} \qquad (۱– ۳)$$

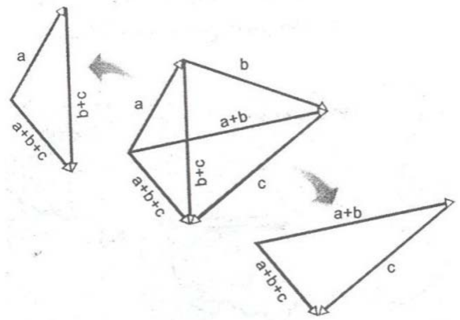


(۱- ۵) شکل

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

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

که چيرې له دوونه زيات وکتورونه ولرو، دا مهمه نه ده چې د جمع کولو په وخت کې هغه څرنګه ګروپ 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 لومړی $\vec{b}$ او $\vec{c}$ سره جمع کړو او وروسته د هغو مجموعه له $\vec{a}$ سره جمع کړو.



(۱- ۶) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

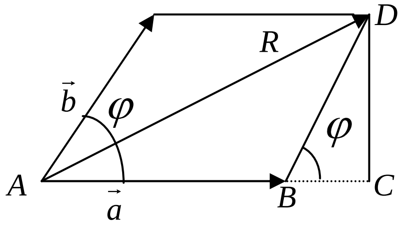
(۱– ٦) شکل په مختلفو طریقو سره د $\vec{a}$ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ دري وکتورونو جمع په دوارو طریقو یو شان پایله لاس ته راځي او په لاندې ډول یې لیکلې شو.

$$(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}=\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c}) \qquad (۱– ۴)$$

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

۱– ۷: د متوازي الاضلاع طریقه

که چیرې د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ دوه وکتورونه په خپل منځ کې د φ زاویه جوړه کړي د نوموړیو وکتورونو د حاصل جمع یا محصلې د پیدا کولو لپاره د متوازي الاضلاع له طریقې څخه ګټه اخلو. که چیرې د $\vec{a}$ د وکتور له انجام څخه یو خط موازي او مساوي د $\vec{b}$ له وکتور سره او د $\vec{b}$ د وکتور له انجام څخه یو خط موازي



(۱- ۷) شکل

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

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

د محصله وکتور R د اندازې د پیدا کولو لپاره له شکل څخه ګټه اخلو. د $\overset{\Delta}{ACD}$ قایمه زاویه مثلث څخه لرو چې:

$$\overline{AD}^2=\overline{AC}^2+\overline{CD}^2=(\overline{AB}+\overline{BC})^2+\overline{CD}^2$$
$$=\overline{AB}^2+2\overline{AB}.\overline{BC}+\overline{BC}^2+\overline{CD}^2$$

د $\overset{\Delta}{BCD}$ له قایمه زاویه مثلث څخه لرو چې:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$\overline{AD}^2 = \overline{AB}^2 + 2\overline{AB}\cdot\overline{BD}Cos\varphi + \overline{BD}^2 Cos^2\varphi + \overline{BD}^2 - \overline{BC}^2$$
$$= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB}.\overline{BD}Cos\varphi + \overline{BD}^2 Cos^2\varphi + \overline{BD}^2 - \overline{BD}^2 Cos^2\varphi$$
$$= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB}.\overline{BD}Cos\varphi + \overline{BD}^2$$

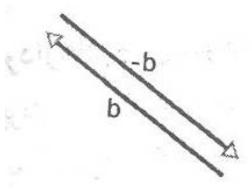
يا

$$R^2 = a^2 + 2abCos\varphi + b^2$$
$$R = \sqrt{a^2 + b^2 + 2abCos\varphi}$$

ب) دوکتورونو تفريق:

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

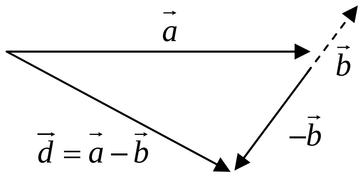
$$\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$$



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

له پورتنۍ رابطې نه معلوميږي چې د $-\vec{b}$ زياتول يا علاوه کول هم هغه د $\vec{b}$ د منفي کولو اغيزه لري. د دوو وکتورونو د تفريق لپاره له دی خاصيت نه ګټه اخلو، يعني موږ د $\vec{a} - \vec{b}$ عمليه داسې تعريفوو لکه د $-\vec{b}$ وکتور د $\vec{a}$ په وکتور علاوه يا يې له هغه سره جمع کړې.

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



(۱– ۸) شکل د دوو وکتورونو تفريق

(c) ketabton.com: The Digital Library

ج) د وکتورونو ضرب:

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

د) د وکتور ضرب په سکالر کې:

که چيرې 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، يعنی:

$$\vec{b} = k\vec{a} \qquad (١- ٦)$$

که چيرې 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 چيرې وغواړو چې $\vec{a}$ پر k تقسيم کړو بايد $\vec{a}$ په $\frac{1}{k}$ کې ضرب شي يعنی:

$$\frac{\vec{a}}{k} = \vec{a}\frac{1}{k} \qquad (١- ٧)$$

و) د وکتورونو سکالري ضرب Dot products

که چيرې د $\vec{a}$ وکتور د $\vec{b}$ په وکتور کې په سکالري توګه ضرب شي، نو حاصل ضرب يې يو سکالر دی، چې په لاندې ډول ليکل کيږي.

$$\vec{a}.\vec{b} = ab\cos\varphi \qquad (١- ٨)$$

سکالري ضرب ته نقطه يي ضرب هم ويل کيږي. په (١- ٨) رابطه کې φ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ تر منځ کوچنی زاويه ده.

هــ) د وکتورونو، وکتوري ضرب Cross products

که چيرې د $\vec{a}$ وکتور د $\vec{b}$ په وکتور کې په وکتوري توګه ضرب شي، نو د $\vec{a}\times\vec{b}$ په ډول ليکل کيږي او حاصل ضرب يې د $\vec{c}$ دريم وکتور دی، ددی وکتور کچه مساوي ده په :

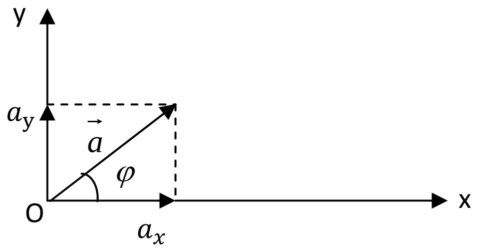
$$\left|\vec{c}\right| = \vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\varphi \qquad (١- ٩)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۱−۸: د وکتور تجزيه او د هغه مرکبې

که چيرې د (۱− ۹) شکل سره سم د $\vec{a}$ وکتور د xy په مستوي کې ولرو د نومورې وکتور مرکبې په لاندې ډول پيدا کوو.



(۱- ۹) 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 نومورو 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 راکوی داسې چې:

$$a_x = a\cos\varphi \qquad (۱− ۱۰)$$

$$a_y = a\sin\varphi$$

۱− ۹: د فزيک بنسټيز کميتونه

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

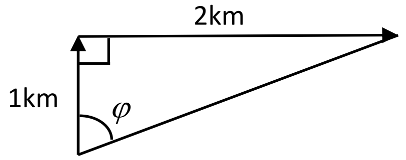
په بنسټیزو کمیتونو برسیره په فزیک کې زیات شمیر فرعي او یا اشتقاقي کمیتونه او د هغو واحدونه وجود لري. فرعي واحدونه د اصلي یا بنسټیزو واحدونو له ضرب او تقسیم څخه حاصلیږي. د بیلګې په توګه سرعت یو فرعي کمیت دي او واحد يې د SI په سیستم کې $\frac{m}{\sec}$ دي، چې د دوو اصلي واحدونو له تقسیم نه حاصلیږي.کار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

(۱ – ۵) مثال: د اسکي لوبغاړې لومړی 1km شمال خواته او ورسته 2km د ختیځ خواته تغییر مکان کوي پیدا کړي:

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

ب) د تغییر مکان دوکتور کچه او جهت.

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



$$\sqrt{(1km)^2 + (2km^2} = 2{,}24km$$

د φ زاویه د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخیستنه پیدا کوو

$$tan\varphi = \frac{\text{مقابله ضلع}}{\text{مجاوره ضلع}} = \frac{2km}{1\text{km}}$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۱– ۱۰: د فصل لنډیز

- د میخانیک فزیک اصلي یا بنسټیز کمیتونه کتله، طول او وخت دي او په نړیوال سیستم یا SI کې د هغو د اندازه کولو واحدونه په ترتیب سره کیلوګرام، متر او ثانیه دي.
- یو سکالري کمیت د یوه عدد په واسطه ځانګړې کیږئ او په دا ډول کمیتونو باندې محاسبه د عادي یا معمولي حساب د قاعدو تابع دي.
- د یو وکتور مرکبې عبارت دی له:

$$a_x = aCos\varphi$$
$$a_y = aSin\varphi \quad (۱– ۱۱)$$

- د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ دوو وکتوروںو سکالري ضرب یو سکالري کمیت دي او په لاندې ډول تعریف کیږئ.

$$\vec{a}.\vec{b} = abCos\varphi \quad (۱– ۱۲)$$

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

$$\left|\vec{c}\right| = \vec{a} \times \vec{b} = ab\sin\varphi \quad (۱– ۱۳)$$

- د فزیک اوه بنسټیز کمیتونه عبارت دی له: طول، کتله، وخت، د برښنا د جریان شدت، د تودوخې درجه، نوري قوه او د ذرو کچه یا مقدار.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د لومړي فصل سوالونه

1. يوه فضايي سپوږمکۍ د 300km په ارتفاع د ځمکې په شاوو خوا راګرځي دا ارتفاع د يارډ او ملي متر له جنسه پيدا کړي؟ ځوابونه: ($3.282 \cdot 10^5 yd : 3 \cdot 10^8 mm$)
2. د ځمکې د کرې شعاع $6{,}37.10^6 m$ ده. د هغې محيط په کيلو متر او مساحت يې په کيلو متر مربع حساب کړي؟ ځوابونه: ($4 \cdot 10^4 km; 5.096 \cdot 10^8 km^2$)
3. د يو يارډ مربع او يو سانتي متر مربع، يو کيلو متر مربع او يو سانتي مربع تر منځ رابطه پيدا کړي؟ ځوابونه: ($1yd^2 = 8361.27cm^2 : 1km^2 = 10^{10} cm^2$)
4. هکتار د مساحت واحد دی ($1Ha = 10^4 m^2$) د ډېرو سکرو په يوه کان کې هر کال 75 هکتاره ځمکه د $26m$ په ژوروالي لوڅيږي او ليږدول کيږي معلوم کړي چې په دې موده کې د ځمکې څومره حجم د کيلومتر مکعب په حساب ليږدول شوې دي؟
ځواب: ($0.0195 km^3$)
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: $9.46 \cdot 10^{15} m$
6. د نور سرعت $3.10^8 \, {m}/{sec}$ دی دا سرعت د ${mm}/{sec}$ له جنسه پيدا کړي؟
ځواب: $3 \cdot 10^{11} \, {mm}/{sec}$
7. د ځمکې او لمر تر منځ واټن $1.496 \cdot 10^8 km$ دي د لمر سرعت $3.10^8 \, {m}/{sec}$ 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 کيلوګرام او ملي ګرام حساب کړي؟ ځوابونه: $5.7 \cdot 10^{12} mg; 5.7 \cdot 10^6 kg$
10. د $8.50in^3$ حجم په m^3 تبديل کړي؟ ځواب: ($1.39 \cdot 10^{-4} m^3$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

12.د ځمکې د کرې شعاع $6.37\cdot10^6 m$ او د سپوږمۍ شعاع $1.74\cdot10^8 cm$ دي له دې ارقامونه پیدا کړي

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

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

13.د مس د اتوم کتله $1.06\cdot10^{-22} g$ او کثافت یې $8.9\,gr/cm^3$ دي. په $1cm^3$ مسو کې د اتومونو تعداد پیدا کړي؟ ځواب: ($8.4\cdot10^{22}\,atom$)

14.د نور سرعت په خلاً کې $3.10^8\,m/\sec$ دي،دا سرعت د $mile/h$ له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: ($6.7\cdot10^8\,mile/h$)

15.د یوه جسم کتله $23.94g$ او حجم یې $2.10cm^3$ دي د نوموړي جسم کثافت د SI په سیستم کې پیدا کړي؟ ځواب: ($1.14\cdot10^4\,kg/m^3$)

16.یو کال (365.25ورځې) څو ثانیې کیږي؟ ځواب: ($3.156\cdot10^7\sec$)

17.د نور سرعت $3.10^8\,m/\sec$ د فوت په نانو ثانیه ft/ns له جنسه پیدا کړي؟

ځواب: ($0.98\,ft/ns$)

18.د اوسپنې کثافت $7.87\,gr/cm^3$ او د یوه اتوم کتله یې $9.27\cdot10^{-26} kg$ ده که چیرې اتومونه کروي فرض کړو او یو له بل سره نښتې وي پیدا کړي

الف) د اوسپنې د یوه اتوم حجم

ب) د ګاونډیو اتومونو د مرکزنو ترمنځ فاصله.

ځوابونه: الف: $1.18\cdot10^{-29}m^3$. ب: $1.312nm$

(c) ketabton.com: The Digital Library

دویم فصل

کینماتیک Kinematics

سریزه: حرکت څه ته وايي؟ که چیرې یو جسم او یا هم د مادې اجسامو یو سیستم نظر یوې مبدې ته خپل موقعیت ته تغییر ورکړي، نو ویل کیږي چې جسم او یا سیستم حرکت کړیدي، کله کله داسې هم واقع کیږي چې د یو سیستم د ننه د اجسامو تر منځ فاصله تغییر مومي چه پدې حالت کې د سیستم د ننه حرکت صورت موندلې دي.

د مثال په توګه یو سرویس موټر چه سپرلي پکښې ناستې دی د موټر دهډې (تم ځای) څخه په ټاکل لورې خوځیږي، دلته لیدل کیږي چه موټر نظر هډې ته تغییر مکان کړی دی. همدا رنګه کیداې شي چه د سرویس موټر دننه دوه سپرلي خپل ځایونه سره بدل کړي، چه دلته دواړه سپرلې د خپلو پخوانیو څوکیو په نسبت موقعیت ته تغییر ورکړیدي، خو نظر سرویس موټر ته هغوې دواړه د نورو سپرلیو سره په موټر کې د ننه دي.

همدا رنګه کیداې شي چه نومورې سرویس موټر په یوه وخت کې نظر هډې ته تغییر د مکان وکړي او د موټر پورتني ذکر شوې دواړه سپرلي هم ځایونه سره بدل کړي، پدې حالت کې موټر نظر هډې ته او سپرلي د موټر د ننه نظر خپلو څوکیو ته تغییر د موقعیت کړي. یو شمیر نور مثالونه هم یادولي شو.

۲− ۱: حرکت Motion

د اجسامو حرکتونه په عمومي ډول نسبي خصوصیت لري، او هغه وخت ښه توضیح کیداې شي چه د حرکت مبدأ معلومه وي. باید وواېو چه حرکت ډیر ډولونه لري لکه میخانیکي حرکتونه، کیمیاوي حرکتونه، بیولوژیکي حرکتونه، د لمریز نظامونوحرکتونه او داسې نور اما مونږ یواځې دلته میخانیکي حرکتونه څیړو.

میخانیکي حرکتونه په دوه ډوله څیړل کیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

الف) هغه حرکتونه چه د حرکت لامل په پام کې نه نيول کيږي او يوائې د حرکت مسير (تګ لوری) او د لياري ځرنګوالي او شکل پکښې څيړل کيږي،د ميخانيک دی برخې ته کينماتيک ويل کيږي.

ب) هغه حرکتونه ، چه د حرکت لامل يعني قوه پکښې مطالعه کيږي د ميخانيک دی برخې ته ديناميک وايي.

په دې فصل کې يوائې کينماتيک تشريح کيږي.

په کينماتيک کې ميخانيکي حرکتونه په زيات شمير سره موجود دی اما دلته يوائې د مسير په اړوند دا لاندې برخې راوړل کيږي.

الف: مستقيم الخط حرکتونه: په دې حرکتونو کې متحرک اجسام په يوه سيده (مخامخ) خط خوځيږي.

ب) غورځوني يا پرتابي حرکتونه: په مايل پرتاب کې د غورځول شوې جسم تګ لاره منحني خط دې.

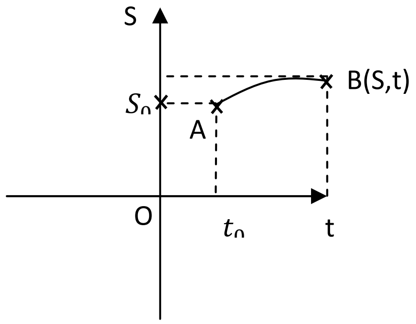
ج) دايروي او بيضوي حرکتونه: په داسې حرکتونو کې خوځنده اجسام په دايروي او يا بيضوي مسير باندې حرکت کوي. د نومړو حرکتونو نه هر يوې په جلا جلا توګه توضيح کيږي.

۲ – ۲: د حرکتونو د محاسبې سيستم

فزيک په حقيقت کې د اندازه کولو او کميتونو علم دي، پدې اړوند د حرکتونو د اندازه کولو لپاره، ضروري ده چه د حرکتونو اساسي پارامترونه د اندازه کولو لپاره بايد، ونومول شي. هر هغه څه چه په يو ساده ميخانيکي حرکت کې د حرکت د توضيح لپاره په لمړې توب کې راځې د جسم يا سيستم د بيځايه کيدو اندازه ده چه په يو ټاکلې وخت کې کيږي. ليدل کيږي چې يو ساده ماده ميخانيکي حرکت د فاصلې او د وخت د وضعيه کميتونو په سيستم کې مطالعه کيداې شي. د رياضي څخه پوهيږو چه د وضعيه کميتونو په دوه بعدي سيستم کې د يوې ثابتې نقطې موقعيت په اساني سره ټاکل کيداې شي. که چيرې دا ساکنه نقطه د دغه وضعيه کميتونو په سيستم کې حرکت وکړي واضح خبره ده چه يوه لياره به رسم کړي چه د مسير په نوم ياديږي د مسير د هرې نقطې موقعيت د

(c) ketabton.com: The Digital Library

فاصلې او وخت د وضعيه کميتونو په واسطه مشخص کيداې شي. فرضاً حرکت کونکې جسم مخکښې له مخکښې د A موقعيت ته ورغلې دی، که چيرې مونږ د جسم حرکت نظر د O نقطې ته د A له موقعيت څخه حساب کړو، د خوځيدونکې جسم لپاره په دغه نقطه کې وخت صفر نيول کيږي "بايد وويل شي چه وخت هميشه خلاف د صفر دي، خو د حرکت د شروع په نقطه کې د محاسبې لپاره وخت صفر نيول کيږي". داسې بريښي چه طې کړل شوې فاصله يعنې s د وخت يعنې t تابع ده، چه د رياضي له نقطه نظره داسې ليکل کيږي.

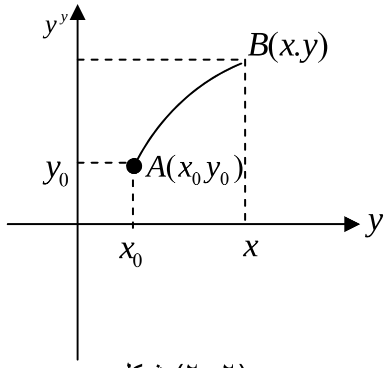


(۲- ۱)

$$s = f(t) \qquad (۲- ۱)$$

که چيرې متحرک جسم د وضعيه کميتونو دوه بعدي مکان کې د وخت په تابع حرکت وکړي، نو پورتنی رابطه په لاندنيو معادلو بدليږي.

$$x = f(t)$$
$$y = f(t)$$



(۲- ۲) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

همدا رنګه دوضعیه کمیتونو په درې بعده سیستم کې د ځانګړې $B(x,y,z)$ متحرکې نقطې لپاره پورتنۍ معادلې د t وخت په تیریدو سره په لاندې ډول لیکل کیږي.

$$x = f(t)$$

$$y = f(t)$$

$$z = f(t)$$

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

۲ – ۳: مستقیم الخط حرکتونه

مستقیم الخط حرکتونه په دوو ډولونو ویشل کیږي.

الف) مستقیم الخط متشابه منظم

ب) مستقیم الخط متشابه نامنظم (متغیر حرکت)

مستقیم الخط متشابه منظم حرکت

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲- ۴: سرعت Velocity

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

$$\upsilon = \frac{s}{t} \quad \text{.................................(۲-۲)}$$

دلته υ سرعت، S هغه فاصله ده چه د t په وخت کې یې خوځنده جسم وهي. که چیرې په پورتنۍ رابطه کې S په متر او t په ثانیه اندازه کړو، معلومیږي چه د سرعت د اندازه کولو واحد یعنی $\upsilon = \frac{s}{t} = \frac{m}{\sec}$ دي همدارنګه کیداې شي سرعت په $km/hour$ او یا په $\frac{cm}{\sec}$ او داسې نور واحدونو اندازه کړو. په انګلیسي ژبو ملکونو کې سرعت معمولاً په میل في ساعت $mile/hour$ باندې اندازه کیږي. که چیرې فرض کړو چه یو جسم په متشابه منظم حرکت کې د S واټن په t_1 وخت کې او د S_2 واټن په t_2 وخت کې 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 لیکلې شو چې:

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

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

$$\upsilon = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{.....................................(۲- ۳)}$$

(۲- ۳) رابطه د منحنۍ سرعت معادله ده.

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

$$v = \lim \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} = \dot{S} \quad \text{....................................(۲- ۴)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\Delta t \to 0$$

(۲ – ۴) رابطه د لحظوي سرعت معادله ده له د ځایه ویلې شو چه د یوه خوځنده جسم سرعت، د وخت په نسبت د نوموړی جسم په واسطه د طی کړل شوې واټن لومړی مشتق دی.

د سرعت د معادلې څخه په ګټه اخیستلو په ځانګړې توګه د متشابه منظم یو نواخت حرکت معادله په لاندې توګه حاصلیږي.

د متشابه منظم یو نواخت حرکت معادله

د مطلب د ښه وضاحت لپاره د سرعت وروستنی ۲ – ۳ معادله یو ځل بیا لیکو.

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

$$ds = \upsilon . dt$$

څرنګه چه په دی ډول یو نواخت سیده حرکت کې $\upsilon = const$ دي نو لیکلې شو چې:

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

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

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

$$s - s_0 = \upsilon t$$

$$s = s_0 + vt \ .... \ (۲- ۵)$$

وروستی رابطه د متشابه منظم حرکت معادله ده.

S هغه واټن ده چه د υ په سرعت (چټکتیا) سره د t په وخت کې وهل شوې ده. په داسې حال کې چه s_0 لومړینی طی کړې شوې واټن دې.

په تحلیلي طریقه سره هم کولای شو د سیده متشابه منظم حرکت معادله پیدا کړو.

د هندسې څخه پوهیږو چه د سیده خط معادله لاندینی شکل لري.

$$s = bt + a \ ....(۲- ٦)$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

ليدل کيږي چه $b=\upsilon$ يعني سرعت دی $\upsilon=\frac{ds}{dt}=b$

که چيرې د a او b قيمتونه په اصلي معادله، يعني (۲– ۵) رابطه کې وضع کړو، نو ليکلې شو چې:

$$s=vt+s_0$$

يا

$$s=s_0+vt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۲- ۷)$$

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

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

حل: له (۲– ۳) معادلې څخه لرو چې:

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

۲–۲ مثال: فرض کړی چې يو سړی د سهار په نهو بجو په پلی ګرځېدنې پيل کوي او په 10:30 بجو د حرکت د پيل له ځای څخه 7360m ليرې کيږئ د نوموړې سړی منځنې سرعت پيدا کړې؟

حل:

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

$$1.5h\frac{3600\sec}{1h}=5400\sec$$

له (۲– ۳) 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. يعني سرعت کيداې

(c) ketabton.com: The Digital Library

شی د وخت په اړوند تغير وومومي په بل عبارت سره ويلې شو، چه خوځنده جسم مساوي واټنونه په مساوي وختونو کې نه وهي. د داسې يو سيده حرکت د مشخص کيدو لپاره د فاصلې ، وخت او سرعت د کميتونو سربيره يو بل فزيکي کميت چه د حرکت د خرنګوالی مشخص کوونکې دي او د تعجيل يا بيړی په نوم ياديږي تعريف کيږي. د سرعت تغيير د وخت په نسبت تعجيل نوميږي او د رياضي له نقطه نظره پدې شکل ليکل کيږي.

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

که چيرې وخت يعنې t، په لحظوي مفهوم يعني ډير کوچنی dt وي نو طبيعي خبره ده چه υ هم د dv مانا ورکوي پدې شرط پورتنی رابطه دا لاندې شکل اختياروي

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

خرنګه چه $\upsilon = \frac{ds}{dt}$ دي.

نو ليکلې شو چې $a = \frac{d(\frac{ds}{dt})}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} = \ddot{s}$

پورتنی رابطه ښيي چې تعجيل په متشابه منظم حرکت کې د سرعت لومړی مشتق نظر وخت ته او يا د فاصلې دويم مشتق نظر وخت ته دی. تعجيل هم د سرعت په شان په منځنی او لحظوي تعجيل باندې ويشل کيږي. فرض کړی يو خوځيدونکې 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 دې حالت کې د نوموړې جسم منځنی تعجيل عبارت دی له:

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

لحظوي تعجيل په لاندې ډول په لاس راوړو:

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

(۲- ۱۱) رابطه د لحظوي تعجيل معادله ده. د تعجيل د اندازه کولو واحد $m/\sec^2$ او يا $cm/\sec^2$ دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲– ۳ مثال: د يوې فضايي سپوږمکي منځنۍ تعجيل په داسي حال کې پيدا کړي چې په خارجي فضا کې په $5{,}0\sec$ کې يې سرعت له $1240\,{}^{m}/_{\sec}$ څخه تر $1300\,{}^{m}/_{\sec}$ پورې رسيږئ؟

حل: د منځني تعجيل لپاره لرو چې:

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

۲– ۴ مثال: يو جسم د $12\,{}^{m}/_{\sec}$ په سرعت سره حرکت کوي وروسته له $4\sec$ وخت څخه د جسم لحظوي تعجيل پيدا کړئ؟

حل:

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

۲– ٦: د متشابه منظم متغير حرکت معادله

مونږ پوهيږو چه

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

لدغه ځايه

که چيرې $t_0=0$ وی، نو لرو چې:

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

او يا هم

$$v=v_0+at \quad \text{..........................(۲– ۱۲)}$$

v_0د 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 پوهيږو چې: $V_{ave}=\frac{\Delta s}{\Delta t}=\frac{S-S_0}{\Delta t}=\frac{S-S_0}{t}$ کله چې $t_0=0$ وی

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

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

$$S-S_0=\left(\frac{v_0+at+v_0}{2}\right)\cdot t=\left(\frac{2v_0+at}{2}\right)\cdot t=v_0t+\frac{at^2}{2}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

دغه رابطه د متشابه منظم متغیر حرکت معادله ده.

S – وهل شوې واټن

a – تعجیل (بیړه)

v_0 – لمړنۍ سرعت

S_0 – لمړنۍ وهل شوې واټن دی

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

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

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

مناقشه: که چیرې په تعجیلي یا تأخیري 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 یې عبارت دی له:

$$v = v_0 + at$$
$$v = v_0 - at$$

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

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

$$v = at$$

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

$$v = -at$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

په تأخیري حرکت کې ورو ورو د v سرعت کمیږي او کله چه $v = 0$ شي نو $v_0 = \text{at}$ کیږي دلته باید و ویل شي چه په دی ډول خوځښت کې د حرکت مشخصه د فاصلې او سرعت سربیره تعجیل هم دي.پورتنی معادلې د وخت یعنې t په افنا سره بله بڼه ځان ته غوره کوی. که چیرې د سرعت د معادلې څخه د t قیمت و اخلو او د حرکت په معادله کې یې وضع کړو، نو لرو چې:

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

که چیرې د t قیمت 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 چیرې $v_0 = 0$ وي

او یا هم

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

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

نوټ: محصلان دی پورتنی محاسبه په تأجیلي حرکت کې اجرا کړي او د استاد د ملاحظې څخه دی تیره کړي. په یاد ولري چه په تاجیلي یا په بل عبارت تأخیري حرکت کې تعجیل

(c) ketabton.com: The Digital Library

منفي يعنى $a < 0$ دى ددغه حرکت ډير ښه 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 طى کوي او په دى وخت کې د موټر سرعت له $75\,{}^{km}/_{h}$ څخه تر $45\,{}^{km}/_{h}$ پورې کميږئ.

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

ب) د نومورې فاصلې د طى کولو وخت پيدا کړي؟

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

(الف)
$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(s-s_0)} = \frac{(45\,{}^{km}/_{h})^2 - (75\,{}^{km}/_{h})^2}{2(0.088km)}$$
$$= -2.02 \cdot 10^4\,{}^{km}/_{h^2} = -1.55\,{}^{m}/_{sec^2}$$

دا چې د a قيمت منفي دى، نو ځکه حرکت تاخيري او په پاى کې موټر ودريږي.

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

۲– ٦ مثال:

که چيرې يو موټر د سکون له حالت څخه په $3{,}0\,{}^{m}/_{sec^2}$ تعجيل سره په حرکت پيل وکړي وروسته له 6,5sec څخه څومره فاصله طى کوئ؟

حل: څرنگه چې موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کوي، نو ځکه لومړنى سرعت يې مساوي صفر دى، له دى کبله لرو چې:

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

۲– ۷: آزاد سقوط Free Fall

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د لمړۍ ځل لپاره دغه قانونمندي ته انګلیسي ستر ریاضي پوه او فزیک پوه "نیوټن (Newton " متوجه شو. دی په نابېره توګه پخپل بڼ 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 خواو ولاړه نه چه مخامخ ښکته 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 دونې څخه د جلا کیدو وروسته منه مخ ښکته د ځمکې په لور غورځي.دی په دې بریالۍ 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.

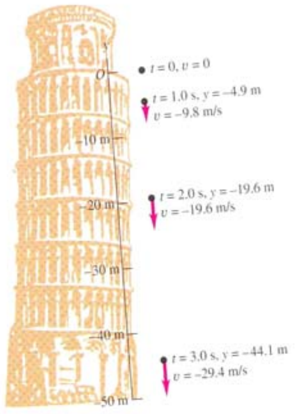
2. ددغه حرکت په وخت کې د ځمکې له خوا جسم ته تعجیل ورکول کیږي، چه دغه تعجیل په g سره ښودل کیږئ او د ځمکې د کروي شکل د درلودلو په علت د تعجیل قیمت د ځمکې په سر توپیر کوي، په افغانستان کې د ځمکې د جاذبې تعجیل $g = 9.81 \, m/sec^2$ اټکل شویدی.

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۲- ۳) شکل

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

په لمړۍ دقیقه کې $v = (tg)$

په دویمه دقیقه کې $v = 2gt$

او وروسته د t دقیقې څخه چه جسم د ځمکې مخ ته رسیږي $v = gt$ دي. که چیرې د متشابه منظم متغیر حرکت په معادله کې $v_0 = 0$ او $a = g$ وضع کړو او همدارنګه د s واټن د h په ارتفاع سره وښیو د آزاد سقوط معادله په لاندې ډول لیکلې شو:

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad .... (۲- ۱٦)$$

پدې رابطه کې h ارتفاع g د ځمکې د ثقل تعجیل په ټاکلې جغرافیوي موقعیت کې او t د سقوط وخت ارائه کوي. همدا رنګه که د سرعت د معادلې څخه د t قیمت د حرکت په معادله کې وضع کړو نو لیکلې شو چه:

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

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

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

$$v^2 = 2gh$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$v = \sqrt{2gh} \quad \text{.........................} \quad (۲- ۱۷)$$

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

۲- ۹: مخ پورته عمودي غورځونه

د ازاد 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 تغییر 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:

$$v_0 = gt$$

$$t = \frac{v_0}{g} \quad \text{.........................} \quad (۲- ۱۸)$$

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

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

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:

$$v = v_0 - gt$$

$$v - v_0 = -gt \qquad v_0 - v = gt$$

$$t = \frac{v_0 - v}{g} \qquad (۲- ۲۰)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

$$v_0^2 = 2gh$$

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

اوس غواړو ثابت کړو چه د آزاد سقوط او مخ پورته غورځيدنې وخت پدې شرط چه ارتفاع مساوي وي سره مساوي دي يعني که د ازاد 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 رسيږي $v = 0$ دي او $v_0 = gt_2$ کيږئ.

ځرنګه چه $v = v_0$ دي نو ليکلې شو چه

$$gt_1 = gt_2$$

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

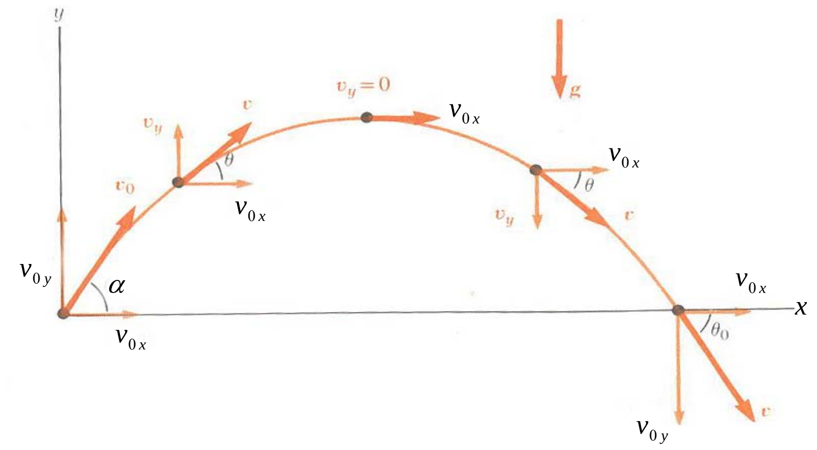
۲- ۱۰: مايله غورځونه Projectile motion

په عملي ژوند کې ډير داسې کيږي چه يو جسم د يوه موقعيت څخه بل ته وغورځول شي، دا چه دغه غورځول شوی جسم چه په لمړنۍ v_0 سرعت سره د α زاويې لاندې د يوې مبدې څخه غورځول کيږي، پخپله تګ لاره کې په ځرنګه مسير يا لارې خوځيږي تر

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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



(۲- ۴) شکل

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

که چیرې د غورځول شوې جسم لمړنی سرعت v_0 اد غورځیدو زاویه د xله محور سره $\propto$ وي، نو کولای شو چه د v_0 سرعت چه وکتوري کمیت دې د x او y په استقامتونو تجزیه کړو.(۲– ۴ شکل).

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

کميت 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 $v_{0y} = v_0.\sin \propto - gt$ کيږي.

که چيرې غورځول شوې جسم خپلې ډيرې لوړې نقطې يعنی د اوج نقطې ته ورسيږي هلته سرعت يعني $v_{0y} = 0$ کيږي لدغه ځايه:

$$v_0.\sin \propto - gt = 0$$

$$t = \frac{v_0}{g}.\sin \propto \quad .... (۲- ۲۳)$$

د t په دغه قيمت سره د مرمی يا غيشې د رسيدو نيمايي فاصله د x په محور وهل کيږي.

که د t قيمت د x په لورى د حرکت په معادله کې وضع کړو. نو ليکلي شو چي:

$x = v_0.\cos \propto .t = v_0.\cos \propto .\frac{v_0}{g}.\sin \propto$ ، x د برد د Range واټن په نوم ياديږي x د تيررس نمايي فاصله ده. د تيررس نيمايي فاصله که دوه چنده کړو، نو هغه فاصله لاسته راځي چه غورځول شوې جسم ورته د t په وخت کې رسيږي يعنی

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

د بلې خوا

$$2\sin \propto .\cos \propto = \sin 2 \propto$$

$$x = \frac{v_0^2}{g}.\sin 2 \propto .... (۲- ۲۴)$$

دا د تيررس فاصله يا د غورځول شوي جسم له مبدأ 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:

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

د بلې خوا

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

$$h = v_0 sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \qquad (۲- ۲۵)$$

د y په محور د سرعت معادله عبارت ده له:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

مخکې مو درلودل چې $t = \frac{x}{v_0 cos\alpha}$ او همدارنګه $x = \frac{v_0 sin2\alpha}{g}$، له بلې خوا:

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

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

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

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

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

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

دا معادله د غورځونې د حرکتونو تګ لورې (مسیر) ښیي چې یو پارابول دی چې څانګې یې ښکته خواته دی $(-b)$.

همدا رنګه کولای شو چه د غورځول شوې جسم لوړوالې هم پیدا کړو. څرنګه چه په اعظمي لوړوالې کې د جسم سرعت صفر دې نو لیکلې شو چه

$$o = v_0 . \sin \propto - gt$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

په د توګه د غورځول شوي جسم د اوج نقطې لوړوالي عبارت دی له:

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

۲- ۸ مثال:

د فوټ بال توپ د $20\, {}^{m}\!/\!{}_{\sec}$ په سرعت سره د $\propto = 37^\circ$ زاويې لاندې شوټ کيږئ

الف) د اوج د نقطې ارتفاع پيدا کړي؟

ب) څومره وخت وروسته توپ په ځمکه راوليږي؟

حل: د لومړنۍ سرعت مرکبې عبارت دي له:

$$v_{0x} = v_0 cos37^\circ = (20\, {}^{m}\!/\!{}_{sec})(0.799) = 16\, {}^{m}\!/\!{}_{sec}$$
$$v_{0y} = v_0 sin37^\circ = (20\, {}^{m}\!/\!{}_{sec})(0.602) = 12\, {}^{m}\!/\!{}_{sec}$$

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

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

$$o = 12\, {}^{m}\!/\!{}_{\sec} - 9,8\, {}^{m}\!/\!{}_{\sec^2}\cdot t$$

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

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

$$y = 7,35m$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

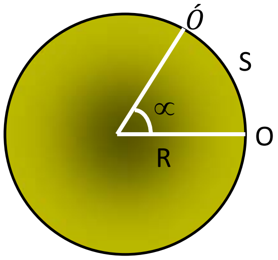
$$t = \frac{2\left(12{,}0 \, {}^{m}\!/_{\sec}\right)}{\left(9{,}80 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}\right)} = 2{,}45 \sec$$

نوموړې توپ $2{,}45 \sec$ وروسته بیرته په ځمکه راولیږئ.

۲ – ۱۲: دایره وي حرکت Circular Motion

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

$$S = R \propto \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(۲– ۲۸)}$$



(۲- ۵) شکل

د دایرې په محیط باندې متشابه منظم حرکت:

فرضاً یو جسم د دایرې پر محیط باندې د O له موقعیت څخه متشابه منظم حرکت باندې وخوځیږي او وروسته د t ټاکلي وخت څخه د Ó موقعیت ته ورسیږي. په حقیقت کې د دایرې پر محیط نوموړې جسم د $S = O\acute{O}$ فاصله د t په وخت کې وهي. ددغه قوس

(c) ketabton.com: The Digital Library

پمقابل کې نوموړې جسم مرکزي ∝ زاويه جوړه وي. د دايرې پر محيط S لپاره لکه د پخوا په شان ليکلې شو.

$$S = R\alpha$$

دلته د S وهل شوې فاصله د زاويې د شعاع او مرکزي ∝ زاويې پورې اړونده ده. څرنګه چه په يوې ځانګړې دايره کې د دايرې شعاعR ثابت کميت دی. نو ويلې شو چه په يوې ټاکلې دايره کې د محيط په امتداد باندې وهل شوې فاصله S د مرکزي ∝ زاويې تابع دي.

يعنی $$S = Rf\left(\alpha\right)$$

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

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

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

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

$$\vec{v} = R\omega \quad \text{.........................} \quad (۲- ۲۹)$$

پورتنی رابطه د دايرې د محيط پر مخ د خطي او زاويوي سرعت تر منځ ارتباط ښيئ. همدا رنګه 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 ګرځي. بايد وويل شي د خطي سرعت تغيير په ټاکلې وخت کې د زاويوي سرعت د تغيير لامل هم ګرځي. پوهيږو چه تعجيل د سرعت مشتق نسبت وخت ته دی، يعني:

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} = R\frac{d\omega}{dt} = R\cdot\beta \quad \text{..........................} \quad (۲- ۳۰)$$

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

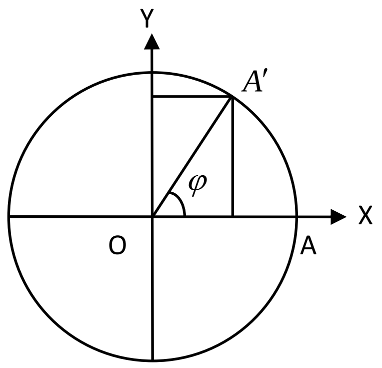
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 کمیتونو د تقاطع یعنی مبدأ سره منطبق دی جسم د A له موقعیت $(R = OA)$ څخه د دایرې پر محیط کینې خواته د $\acute{A}$ په استقامت خوځي او وروسته د t له وخت څخه $\acute{A}$ موقعیت ته رسیږي. که چیرې د $\acute{A}$ څخه د OX او OY پر محور عمودونه رسم کړو نو لیدل کیږي چه د $O\acute{A}$ د X او Y پر محوروونو ارتسام موندلي دي. د A څخه د Á په لور مرکزی زاویه که چیرې φ وبلل شي نو $\varphi = \omega.t$ کیږي ω زاویوی سرعت دي. د شکل مطابق د x او د y قیمتونه په لاندینی توګه حاصلولې شو.

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

$$x = R.\cos\varphi = R.\cos\omega t \quad \text{..........................} \quad (۲– ۳۱)$$



(۲- ۶) شکل

همدا رنګه لیکلې شو چه:

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

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

$$y = R \cdot \sin\omega t \quad \text{..........................} \quad (۲– ۳۲)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

مجموعي سرعت عبارت دی له

$$\upsilon^2 = v_x^2 + v_y^2 = R^2\omega^2.\sin^2\omega t + R^2\omega^2.\cos^2\omega t$$

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

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

که چيرې (۳۳-۲) 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

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

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

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

$$a = R\omega^2 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (۲- ۳٦)$$

د بلې خوا څرنګه چه

$$v = R\omega$$

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

او يا هم

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

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

۲– ۹: مثال:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل: لرو چې:

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

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

۲- ۱۰ مثال:

يو موټر د $28\,{}^{m}/_{\sec}$ په سرعت سره په يوه دايروي مسير چې شعاع يې $140m$ ده حرکت کوي د موټر تعجيل پيدا کړي؟

حل: په دايروي حرکت کې د تعجيل لپاره لرو چې:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲– ۱۴: د فصل لنډیز

- کله چې یو جسم د یوه مستقیم خط په امتداد حرکت کوي د هغه وضعیت د O د مبدا د نقطې په نسبت په S سره ښودل کیږي.

تغییر مکان د یوه جسم ځاې بدلون دي او د فاصلې په خلاف وکتوري کمیت دي. که چیرې یو جسم یا یوه ذره د x د محور په مثبت جهت حرکت وکړي د هغه تغییر مکان مثبت او که په منفي جهت حرکت وکړي تغییر مکان منفي دي.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$v = v_0 + at \quad (۲- ۴۳)$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

- که چيرې سرعت ثابت نه وي او د وخت تابع وي د جسم د سرعت مشتق نسبت وخت ته تعجيل په لاس راکوي او د تغيير مکان مشتق نسبت وخت ته سرعت په لاس راکوي.
- په پرتابي حرکتونو يا غورځونو کې $a_x = 0$ او $a_y = -g$ دي د تغيير مکان او سرعت مرکبې عبارت دي له:

$$x = (v_0 \cos \propto) t \quad \text{.......................... (۲- ۴۶)}$$

$$y = (v_0 \sin \propto) t - \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{.......................... (۲- ۴۷)}$$

$$v_x = v_0 \cos \propto \quad \text{.......................... (۲- ۴۸)}$$

$$v_y = v_0 \sin \propto - g t \quad \text{.......................... (۲- ۴۹)}$$

- 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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د دویم فصل سوالونه

1. یو اورګاډی (ترین) چې اوږدوالی یې $100m$ دي. د $200m$ په اوږدوالي تونل نه په څومره وخت کې تیریږي که چیرې د اورګاډي سرعت $36\ {km}/{h}$ وي؟
ځواب (30sec)

2. یو زده کوونکي له کور نه د ښونځي په خوا لومړی $350m$ د ختیځ په خوا او وروسته $350m$ د شمال په خوا حرکت وکړ د زده کوونکي تغییر مکان پیدا کړئ؟
ځواب (494.9m)

3. یو بایسکل ځغلونکې په مستقیمه لاره د $12\ {km}/{h}$ په سرعت بایسکل ځغلوي د لودیځ نه د ختیځ په خوا د یوه نندارہ کوټکي له څنګ نه تیر شو. معلوم کړئ چې دوه ساعته مخکې بایسکل ځغلونکي چیرې وه او همدا رنګه وواياست چې یو نیم ساعت وروسته به بایسکل ځغلونکي چیرې وي؟ ځوابونه: (له ننداره کونکي نه 24km د لودیځ په خوا، له ننداره کونکي نه 18km د ختیځ په خوا)

4. دوه بایسکل ځغلونکي د $160m$ په واټن یو له بل نه واقع او په یوه وخت یو له بل سره د ملاقات یا لیدنې لپاره دواړه یو د بل په خوا په حرکت پیل کوي. د یوه سرعت $5\ {m}/{sec}$ او د بل $3\ {m}/{sec}$ دي. وروسته له څومره وخت نه یو له بل سره مخامخ کیږي د هر یوه تغییر مکان پیدا کړئ. ځوابونه (100m,60m,20sec)

5. د ځمکې او سپوږمۍ ترمنځ واټن $380000km$ دي. یوې مصنوعي سپوږمکۍ یا فضايي بیړۍ د نوموړي واټن نیمايي برخه په 25 ساعتو کې او دویمه نیمايي برخه یې په 50 ساعتو کې طی کړه. د بیړۍ منځنۍ سرعت په لومړۍ نیمايي، دویمه نیمايي او په ټول واټن کې پیدا کړئ حرکت مستقیم الخط فرض کړئ؟ ځوابونه ($7,6.10^3\ {km}/{h}$ ، $3,8.10^3\ {km}/{h}$ ، $5.7\cdot10^3\ {km}/{h}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

6. یو سرویس موټر د لارې په افقي برخه کې د $10\min$ په جریان کې د $72\,{}^{km}\!/_{h}$ په سرعت او وروسته د لارې په مخ پورته برخه کې د $20\min$ په جریان کې د $36\,{}^{km}\!/_{h}$ په سرعت سره حرکت کوي. د سرویس منځنی سرعت په ټوله لاره کې څومره دي؟

ځواب: $(48\,{}^{km}\!/_{h})$

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

8. له پای (فنیش) نه $5\sec$ مخکې د بایسکل ځغلونکې سرعت $18\,{}^{km}\!/_{h}$ وه او په فنیش کې یې سرعت $25{,}2\,{}^{km}\!/_{h}$ شو. د بایسکل ځغلونکې د حرکت تعجیل پیدا کړې؟

ځواب: $(\,0.40\,{}^{m}\!/_{\sec^2}\,)$

9. یوه الوتکه په هوايي ډګر کې د کنبیناستو په وخت کې د $70\,{}^{m}\!/_{\sec}$ په سرعت سره درن وی (Runway) سره په تماس کې شوه او له $20\sec$ نه وروسته ودریده. په د ی حرکت کې د الوتکې تعجیل پیدا کړئ؟ ځواب: $(-3.5\,{}^{m}\!/_{sec^2})$

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

11. یو جسم د $6\,{}^{m}\!/_{\sec^2}$ په ثابت تعجیل سره حرکت کوي له $4\sec$ نه وروسته د جسم په واسطه طی کړل شوې واټن په هغه صورت کې پید کړي چې د جسم لومړنی سرعت الف)صفر، ب) $4\,{}^{m}\!/_{\sec}$ وي.ځوابونه: الف$(48m)$ ب $(64m)$

12. سرویس له تم ځای نه باید څومره واټن طی کړي تر څو سرعت یې تر $36\,{}^{km}\!/_{h}$ پورې زیات شي په دی شرط چې تعجیل یې له $1{,}2\,{}^{m}\!/_{\sec^2}$ نه زیات نه شي؟

ځواب$(42m)$

13. موټر په یو نواخت تعجیلی حرکت سره 100m واټن طی کوي چې سرعت یې $20\,{}^{m}\!/_{\sec}$ ته رسیږي. د نوموړي واټن په وسطي نقطه کې سرعت څومره وه؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځواب($14.14\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$)

14. ځمکې ته د رسيدو په وخت کې په يوه لحظه کې د يوه آزاد لويدونکي يا سقوط کونکي جسم سرعت $7\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$ دي.معلوم کړي چې نوموړي جسم له کومې ارتفاع څخه سقوط کړی دي؟ ځواب ($2.45m$)

15. پراشوتيست له الوتکې نه له ټوپ وهلونه $2\sec$ وروسته خپل پراشوټ پرانيزي. د پراشوټ د پرانيستلو تر وخت پورې ښومره واټن په عمودي توګه طی کوي او ددی واټن په پای کې يې لحظوي سرعت ښومره دي؟ ځوابونه: ($20m$ $20\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$)

16. د $1000m$ په ارتفاع له يوه ولاړ هيلوکپټر نه د توپانچې په واسطه په عمودي توګه ښکته خواته مرمي فير کيږي. مرمي د $200\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$ په سرعت پرواز کوي. وروسته له ښومره وخت نه او په کوم سرعت مرمي ځمکې ته را رسيږي؟ ځوابونه:($4,5\sec$ ، $245\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$)

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

18. يو توپ په عمودي توګه 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 لومړنی سرعت توپ غورځول شوې وه؟ ځواب ($15\,{}^{m}\!/\!_{sec}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

دريم فصل

ديناميک Dynamics

سريزه: ديناميک د ميخانيک فزيک هغه برخه ده چې په هغه کې د اجسامو ټولي ممکنه خپل مينځي اغيزې چې د هغو دتعجيلي حرکت لامل ګرځي مطالعه کيږئ. ستاتيک د ديناميک يوځانګړې حالت دي چې په هغه کې تعجيل وجود نه لري. ديناميک د قوو د علم په نوم هم ياديږي نوځکه لومړې د قوې له پيژندنې نه پيل کوو.

۳–۱: 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 ياديږي. 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 ځمکې پرمخ رالويږي د ثقل د قوې په نوم ياديږی يا هغه قوه چې ځمکه ټول شيان د هغې په واسطه ځان خواته راکشوي يا جذبوي د ځمکې د جاذبې يا ثقل قوه ده او هغه عبارت ده له

$$\vec{W} = m\vec{g} \qquad (۳- ۱)$$

په (۳–۱) رابطه کې m د جسم کتله او g د ځمکې 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 ګرام کتلي په يوه جسم باندې عمل وکړي هغه ته د $1m\ /sec^2$ په اندازه تعجيل ورکوي. له دې ځايه معلوميږي چې قوه د هغه تعجيل په واسطه اندازه کيږي چې هغې ايجاد کړي دي.

د نيوتن قوانين:

د ديناميک بنسټ د نيوتن درې ګوني قوانين تشکيلوي او هغه عبارت دي له:

(c) ketabton.com: The Digital Library

۳–۲: د نیوټن لومړی قانون:

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

۳–۳: د نیوټن دویم قانون:

د نیوټن دویم قانون بیانوی چې یوه قوه په یوه جسم باندي 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 چند، دوه چنده او څو چنده شي، یعنې قوه او تعجیل یو له بل سره متناسب دي:

$$F \propto a$$

$$F = m.a \text{ .... } (۳- ۱)$$

په عمومي ډول لیکلي شو چې :

$$\sum F = ma \text{ .... } (۳- ۲)$$

له پورتنی رابطې نه څرګندیږي چې د نیوټن دویم قانون د نیوټن د لومړی قانون یوځانګړی حالت دي. څکه کله چې قوه صفر وي یا په جسم باندي قوه عمل ونه کړي، نو د جسم تعجیل هم صفر دي. د نیوټن له دویم قانون نه د قوې واحد په لاندې ډول حاصلیږي:

$$F = ma$$

$$N = 1kg\,.m/sec^2 \text{ .... } (۳- ۳)$$

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

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

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

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

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

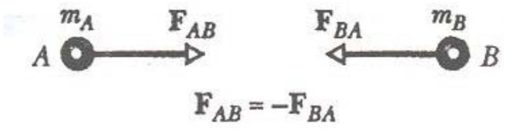
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۳–۴: د نیوټن 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 ټټک په یوه میخ باندې قوه وارده کړي، میخ هم هغومره قوه په ټټک په مخالف لوری 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 شيې چې د B جسم هم د $\vec{F}_{BA}$ قوه د A په جسم واردوي.



(۳- ۱) شکل

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

(۳–۷) رابطه د نیوټن دریم قانون دی.

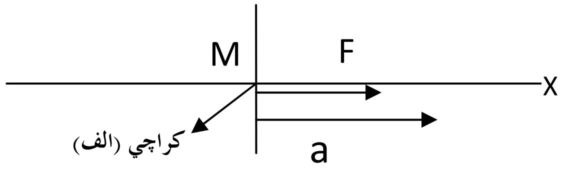
(۳–۱) مثال: یو سړی یوه باروړونکي کراچۍ چې کتله یې له بار سره 240 kg ده د جادې په مخ د 2.3 m په واټن د F = 130 N ثابتې افقي قوې په واسطه له خپل ځایه بې ځایه کړې ده د اصطکاک له قوې نه صرف نظر وکړې.

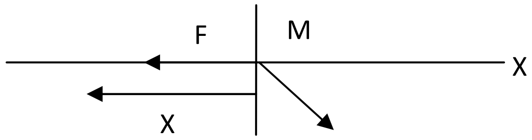
الف: که چیرې کراچۍ د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کړې وي د کراچۍ وروستې یا نهایي سرعت پیدا کړي؟

ب: که سړی وغواړي چې د کراچۍ د سرعت جهت په 4.5 sec کې په مخالف لوري راوګرځوي نوموړې دا کار په کومه ثابته قوه تر سره کولی شي؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل: د (۳-۲الف) شکل د نوموړي جسم (کراچي) وضعيت ښيي، افقي محور x او د هغه زياتوالي ښي خواته دي او کراچي د يوې ذرې په توګه په يوه نقطه سره ښيوو.





(۳-۲) شکل

فرضوو چې د F د قوې افقي مرکبه يعني F_x يوازيني افقي قوه ده چې سرې يې په کراچي واردوي. له دې کبله د کراچي تعجيل a_x د نيوتن د دويم قانون نه په لاس راوړو:

$$a_{x}=\frac{F_x}{m}=\frac{130N}{240\,Kg}=0.5\,m/sec^2$$

د نهايي سرعت د پيداکولو لپاره د $V^2 = V_0^2 + 29(x - x_0)$ معادلې نه ګټه اخلو.

څرنګه چې $V_0 = 0$ او $x - x_0 = s$ او A_x په A سره ښيوو، نولرو چې.

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

قوه، تعجيل او نهايي سرعت ټول مثبت دي او دا په دې مانا دي چې ټول ياد شوي کميتونه په (۳-۲ الف) شکل کې ښي خواته دي.

ب: د سرعت د لورې د بدلون لپاره لومړې په 4.5 sec وخت کې د کراچي تعجيل پيدا کوو پدې صورت کې لرو چې:

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

دا تعجيل د (الف) د جز له تعجيل نه زيات دي، له دې کبله سړي بايد په زياته قوه کراچي کش کړي دا قوه مساوي ده په:

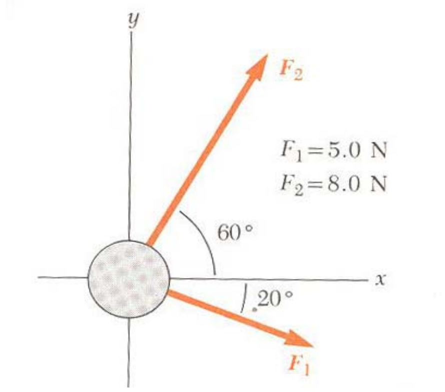
$$f_{x}=ma_x=(240kg)(-0.711m/sec^2)=-171N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د منفي علامه ښيي چې سرى بايد كراچي د x د كمبنت په لورى (يعني په منفي جهت) باندي كش كړى (٣-٢ ب) شكل.

(٣-٢) مثال: ديخ په مخ د حاكي د پنډوسكي (Hockey puck) كتله 0.3 kg ده، نوموړى پنډوسكي د اصطكاک پرته ديخ په مخ د (٣-٣) شكل سره سم د F_1=5N او F_2=8N قووتر اغيزي لاندي ښويږي (حركت كوي) د پنډوسكي تعجيل او د هغه جهت پيدا كړي

حل:



(٣- ٣) شكل

په افقي محور محصله قوه مساوي ده په:

$$\sum f_x = f_{x1} + f_{x2} = f_1 cos20^0 + cos60^0 = (5N)(0.940) + (8N)(o.500) = 8.70\ N$$

د عمودي محورپه امتداد محصله قوه مساوي ده په:

$$\sum f_y = \mathrm{F_{y1}} + \mathrm{F_{y2}} = \mathrm{F_1}\sin 20^0 + \mathrm{F_2}\sin 60^0 = -(5\mathrm{N})(0.342) + 18\mathrm{N_1}(0.866) = 5.22\mathrm{N}$$

اوس د نيوتن د دريم قانون نه په ګټه اخيستنه د تعجيل افقي او عمودي مركبې يعني a_{x}او a_yپيدا كوو:

$$a_{\mathrm{x}} = \frac{\sum \mathrm{F_x}}{\mathrm{m}} = \frac{8.70\mathrm{N}}{0.3\mathrm{Kg}} = 29.0\mathrm{m/sec^2}$$

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

اوس د پنډوسكي تعجيل پيدا كوو:

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

او د تعجيل جهت په لاندي ډول معلوموو:

$$\theta = tg^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = tg^{-1}\left(\frac{17.4}{29.0}\right) = 31.0^0$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

له دې کبله ويلې شو چې د پنډوسکي د تعجيل جهت داسي 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 (ځانګړتيا) ده چې پر نوموړې جسم دواردی قوې او له هغې نه د لاس ته راغلي تعجيل ترمنځ اړيکه بيانوئ. کتله ډېر دقيق تعريف نه لري، يوازې هغه وخت له کتلې نه فزيکي احساس درلودی شي چې جسم ته تعجيل ورکړي. تجربې ښرګندوي چې کتله د يوه جسم ذاتي مشخصه ده، يعنې داسې مشخصه ده چې که غواړې يا ونه غواړې د جسم د موجوديت سره ظاهريږي 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 تکيه ګاه يا د اتکأ په نقطه او يا د ځپل ځان په نسبت ساکنې ځړيدو په نقطه يې واردوي. د جسم وزن د اتکأ په نقطه عمل کوئ نه پخپله جسم او ښايي د اتکأ 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 $\vec{W}$ يوه قوه ده چې جسم په مستقيمه توګه ځپل ورڅنګ ته (ګاونډي) نجومي جسم خواته ورکشوی په ورځنيو شرايطو کې دا نجومي جسم ځمکه ده. په عمده توګه دا قوه د دوو جسمونو تر منځ د جاذبې له قوې نه سر چينه 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 وی عبارت دی له:

$$\vec{W} = m\vec{g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۸ – ۳)$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

دوارړو ځایونو کې یو شان ده، ځکه چې کتله د جسم یو ذاتي خاصیت دي. که غواړې چې وزن موکم شي باید غره ته پورته شي. په دی تمرین کې کتله بدلون نه کوي، خو د ارتفاع زیاتوالې یعنې د ځمکې له مرکز نه لیرې کیدو په صورت کې د g اندازه کمه شوې ده، نو ځکه وزن کمیږي. د یوه جسم وزن د یوې فنري تلې (ترازو) په واسطه ، خو کتله د دوه پله ایزې تلې په مرسته اندازه کیږي.

(۳– ۱) مثال: که چیرې د یوه ځټک کتله $2{,}5kg$ وي د هغه وزن د ځمکې په مخ او د مریخ د سیارې په مخ پیدا کړې؟

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

$$W=mg=(2{,}5kg)\left(9{,}8\,{}^{m}\!/\!_{\sec^2}\right)$$

$$=24{,}5kg.{}^{m}\!/\!_{\sec}{}^{2}=24{,}5N$$

ب) د مریخ په سطحه $(g=3{,}3\,{}^{m}\!/\!_{\sec^2})$ دي، نو د مریخ په مخ د ځټک وزن مساوي دی په:

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

(۳– ۲) مثال: یو فضا نورد چې کتله یې $62kg$ ده. د یوې سیارې په مخ راښکته شو هغه یو شی د $3{,}5m$ له ارتفاع نه راخوشې کوي او وینې چې د $1{,}6\sec$ په وخت کې هغه شی د سیارې سطحې ته رارسیږي

(الف) د سیارې په مخ د ثقل تعجیل

او (ب) د فضا نورد وزن پیدا کړې؟

حل:

الف) د حرکت له معادلو نه لرو چې:

$$S=\frac{1}{2}at^2$$

$$a=\frac{2s}{t^2}=\frac{2.3{,}5m}{(1{,}6\sec)^2}=2{,}73\,{}^{m}\!/\!_{\sec^2}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

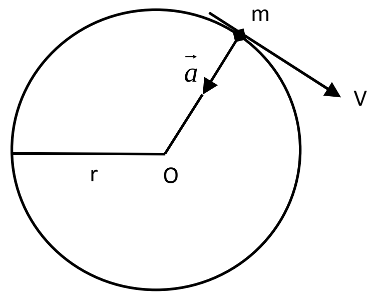
ب) د فضانورد وزن عبارت دی له:

$$W = mg = (62kg)\left(2.73\,{}^{m}/_{sec^2}\right) = 169.26N$$

۳– ٦: قوه په دایروي حرکت کې

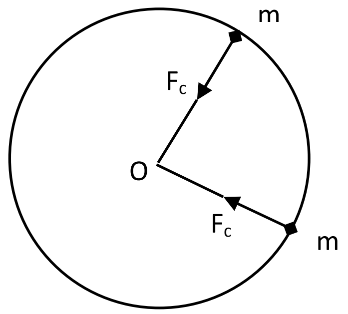
کله چې یو جسم د دایرې په مخ یا ددایرې په یوه قوس باندې په ثابت سرعت سره حرکت کوي، دی حرکت ته منظم یا یو نواخت دایروي حرکت وایي. په دایروي حرکت کې جسم مرکز ته مایل (*Centri Petal*) د ثابت تعجیل یا دوراني تعجیل درلودونکې دی دا تعجیل عبارت دی له:

$$a_r = \frac{v^2}{r} \quad (۳- ۹)$$



(۳- ۴) شکل

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 کیږي.



(۳- ۵) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

په (۳- ۱۰) رابطه کې F_r د دوراني حرکت قوه او a_r دوراني تعجیل دي د r اندیکس 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 نګاه هره لحظه بدلون کوي داسې چې همیشه مخ په مرکز موُجه دي.

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

حل: د دوراني حرکت قوه عبارت ده له:

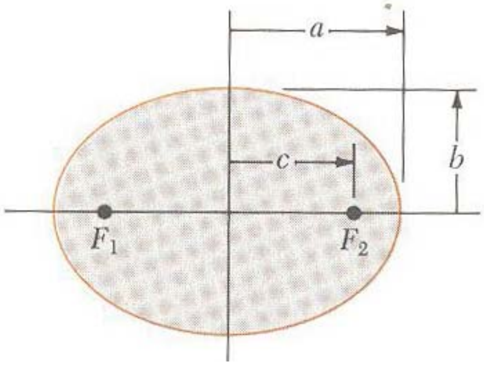
$$F_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} = \frac{1600\text{kg}\cdot\left(20\,\text{m}/\text{sec}^2\right)^2}{190\text{m}} = 3368.42\text{N}$$

۳- ۷: د کپلر قوانین Kepler’s Laws

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

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

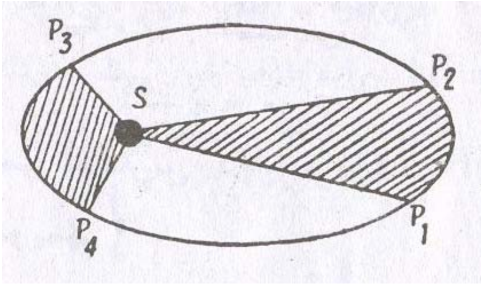
(c) ketabton.com: The Digital Library



(۳- ۶) شکل

دويم قانون يا د مساحتونو قانون:

دا قانون بيانوي چې شعاع وکتور يا هغه هغه خط چې د سيارې او لمر مرکز سره نښلوي په مساوي وختونو کې مساوي سطحې جاروکوي. ددې قانون نه ځرګنديږي چې کله سياره له لمر نه په ليرې نقطه کې واقع وي ډيره ورويا بطې حرکت کوي او کله چې لمر ته په ډيره نږدې نقطه کې واقع وي ډير تيز حرکت کوي لکه ځرنګه چې په (۳– ۷) شکل کې معلوميږي.



(۳- ۷) شکل

دريم قانون يا د حرکت د دورانونو قانون:

دا قانون بيانوي چې د هرې سيارې د حرکت د دوران مربع د مدار د اوږده محور د نيمايي له مکعب سره متناسب دی، يعنې:

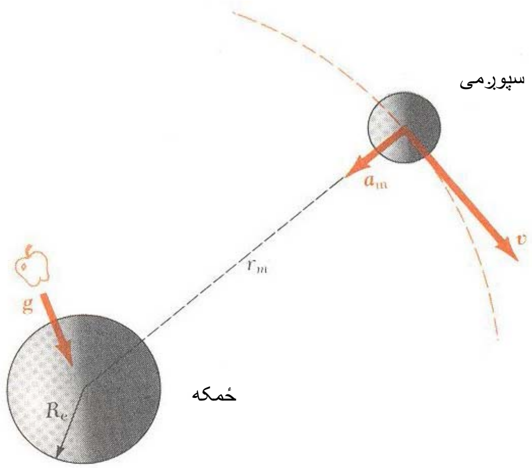
$$\frac{T_1^2}{T_2^2}=\frac{a_1^3}{a_2^3} \quad \text{(۳– ۱۱)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د کپلر دریم قانون بیانوي چې د $\frac{T^2}{a^3}$ نسبت د هرې سیارې لپاره چې د لمر په شا او خوا څرخیږي یو شان یا مساوي کچه لری.

۳– ۸: د نیوتن د جاذبې قانون

په طبعیت کې ټول اجسام بلمقابل یو بل جذبوي، نیوتن کله چې د اسماني اجسامو حرکت او په ځمکنیو شرایطو کې د شیانو سقوط یا پر ځمکه رالویدل مطالعه کول خپل د جاذبې عمومي قانون یې فورمول بندي کړ. نیوتن دی پایلې ته ورسید چې نه یوازې ځمکه منه او یا سپوږمۍ ځان ته راجذبوي، بلکې په نړۍ کې هر جسم بل جسم ځان خواته راکاږي د اجسامو دا تمایل چې د بل جسم خواته حرکت وکړي د جاذبې په نوم یادیږي.



د نیوتن د جاذبې قانون بیانوي چې:

د دوو جسمونو ترمنځ د جاذبې قوه په مستقیمه توګه د نومړو جسمونو د کتلو له حاصل ضرب او په معکوسه توګه د دوی د مرکزونو ترمنځ د فاصلې له مربع سره متناسبه ده، یعنی:

$$F = G_1 \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(۳– ۱۲)}$$

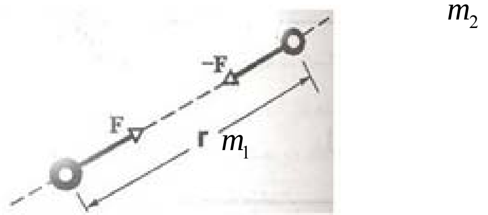
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$G = 6,67.10^{-11} N.m^2/kg^2$$

$$= 6,67.10^{-11} m^3/kg.\sec^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۳- ۱۳)$$

لکه څرنګه چې (۳- ۹) شکل ښيي د m_2 ذره د m_1 ذره د F په قوه چې جهت یې د m_2 په خوا دی جذبوي او د m_1 ذره د m_2 ذره د $-F$ په قوه چې جهت یې د m_1 په خوا دي جذبوي.



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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

$$v_1 = \sqrt{gR_E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(۳- ۱۴)}$$

د (۳- ۱۴) له رابطې نه څرګندیږي ددی لپاره چې یو جسم د ځمکې سپوږمکی شي لازمه ده نوموړې جسم ته د v_1 سرعت ورکړل شي چې د لومړنی کیهاني سرعت په نوم یادیږي.

دا سرعت مساوي دی په:

$$v_1 = \sqrt{gR_E} = \sqrt{9.8 \cdot 6.4 \cdot 10^6}$$
$$\cong 8 \, {}^{km}\!/_{sec}$$

د پورتنی سرعت په درلودلو سره جسم پر ځمکه نه راولیږي. خو ددی لپاره چې جسم د ځمکې د جاذبې له ساحې نه خارج یعنی له ځمکې نه دومره لیری شي چې د ځمکې جاذبه په هغه اغیزه ونه کړي دی موخې ته د رسیدو لپاره د v_2سرعت ته ضرورت دی چې د دویم کیهاني سرعت په نوم یادیږي. دویم کیهاني سرعت $\sqrt{2}$ ځله له لومړی کیهاني سرعت نه زیات دی، یعنې:

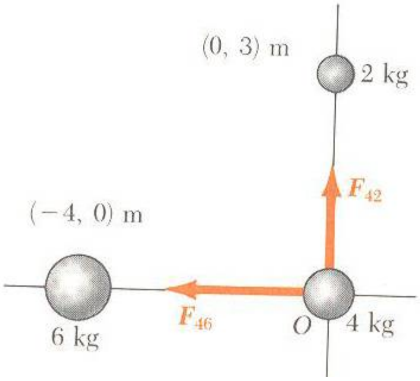
$$v_2 = \sqrt{2gR_E} = 11 \, {}^{km}\!/_{\sec} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(۳- ۱۵)}$$

(۳- ۴) مثال: د یوه قایمه زاویه مثلث په راسونو کې (۳- ۱۰) شکل سره سم د $2kg$، $4kg$ او $6kg$ درې کتلې قرار لري. که چیرې د کتلو مختصات لکه څرنګه چې په شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

حل:



(۳- ۱۰) شکل

لومړی د $4kg$ او $2kg$ او $4kg$ او $6kg$ کتلو ترمنځ د جاذبې قوه پیدا کوو او روسته په $4kg$ کتله باندې پایلیزه یا محصله قوه د وکتوري جمع په ډول پیدا کوو.

$$F_{42} = G\frac{m_4 m_2}{r_{42}^2}\vec{J} = \left(6,67\cdot10^{-11}\,Nm^2/kg^2\right)\frac{(4kg)(2kg)}{(3m)^2}\vec{J} = 5,93\cdot10^{-11}\vec{J}N$$

$$= 5,93\cdot10^{-11}\vec{J}N$$

$$F_{46} = G\frac{m^4 m^6}{r_{46}^2}\left(-\vec{i}\right) = \left(-6,67\cdot10^{-11}\,\frac{Nm^2}{kg^2}\right)\frac{(4kg)(6kg)}{(4m)^2}\vec{2}$$

$$= -10.0\cdot10^{-11}\vec{i}N$$

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

$$F_4 = F_{42} + F_{46} = (-10.0\vec{i} + 93\vec{J})\cdot10^{-11}N$$

د پایله ایزې قوې کچه مساوي ده په:

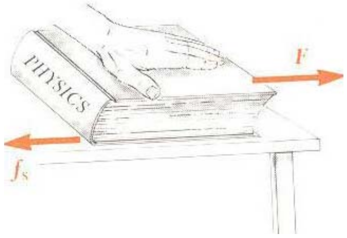
$$F_R = \sqrt{(-10,0)^2 + (5,93)^2} = 11,6.10^{-11}N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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



(۳- ۱۱) شکل

د اصطکاک قوې په طبعیت کې ډیر مهم رول لري په ورځنی ژوند کې اصطکاک زیاتره ګټور واقع کیږي. د بیلګې په توګه د ژمي په ورځو کې کله چې ټولې لارې او کوڅې کنګل (یخ بندان وي) د اصطکاک د نه موجودیت په صورت کې په لارو او جادو کې به د انسانانو او لیږدونکو وسایلوتګ او راتګ ډیر ګران او حتی ناشونې وي. او همدا رنګه که اصطکاک نه وي نو میز څوکۍ او نور شیان مو باید د کوټې په مخ تړلي.

هغه قوه چې د یو بل په مخ دوو جسمونو د ښویدو یا حرکت خنډ ګرځې د اصطکاک د قوې په نوم یادیږي. د اصطکاک قوه همیشه د جسم د حرکت په خلاف لورې عمل کوي. په بل عبارت د اصطکاک قوه د یو بل سره په تماس کې دوو جسمونو د تغییر مکان او یا

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 کيږي د خارجي اصطکاک او هغه اصطکاک چې د يوه جسم د اجزاوو په منځ کې پيدا کيږي (لکه مايع او گاز) د داخلي اصطکاک په نوم ياديږي.

د اصطکاک د ښې پيژندنې 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 Nعمودي قوې سره مساوي خو د هغې په مخالف لورې دي.

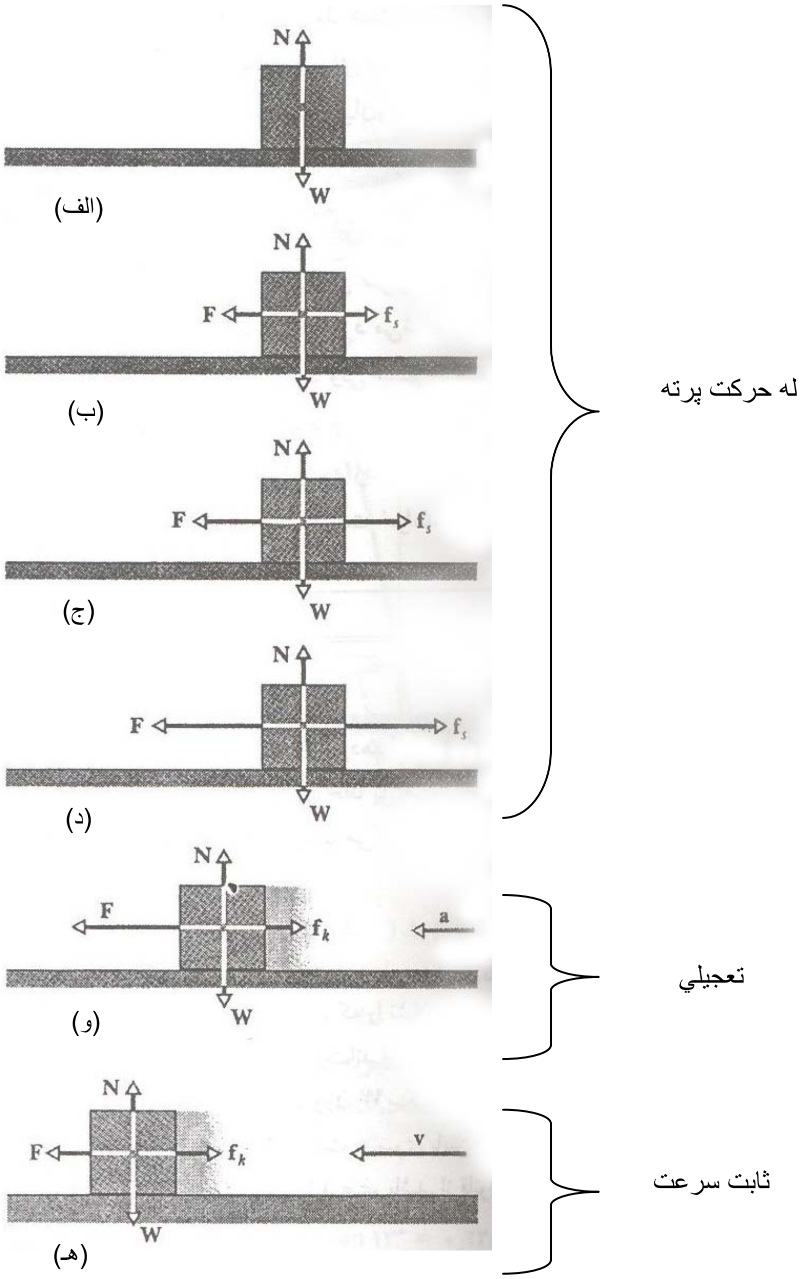
په (۳- ۱۲ ب) شکل کې د F قوه په جعبه واردوو او زيار باسو تر څو هغه کينې خواته کش کړو. په غبرگون کې د F_s د اصطکاک قوه را ظاهريږي چې جهت يې ښې خواته او په دقيقه توگه له هغې قوې سره مساوي ده چې په جعبه عمل کوي. د F_sقوې ته د ستاتيکي اصطکاک قوه وايي.

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library



شکل (۱۲ -۳)

(c) ketabton.com: The Digital Library

۳- ۱۰: د اصطکاک ځانګړتياوي

تجربه ښيي که چيرې يو جسم د يوې سطحې په مخ پر ته له دې 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 ځانګړتياوې لري.

لومړی: که چيرې جسم حرکت ونه کړي په دې 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 لورې عمل کوي.

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

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

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 دې صورت کې د حرکي اصطکاک قوه تبارز کوي او هغه مساوي ده په:

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

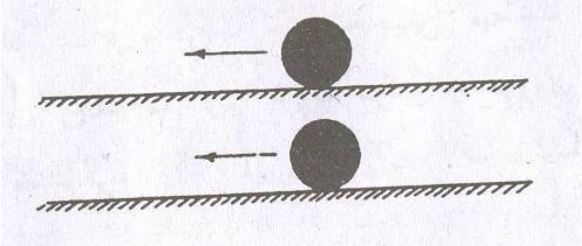
په پورتنۍ رابطه کې μ_k د حرکي اصطکاک ضريب دی. د (۳- ۱۶) او (۳- ۱۷) معادلې وکتوري معادلې نه دی، د f_s او f_k جهتونه هميشه د سطحې سره موازي او د حرکت په خلاف لوری دي او N په سطح باندې عمود ده.

د اصطکاک د قوو اصلي لامل د تماس لرونکو جسمونو د سطحو نا هموارې دی که څه هم دا نا هموارې په سترګو نه ليدل کيږي خو د اوپټيکي وسايلو په مرسته په وضاحت سره ليدل 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**

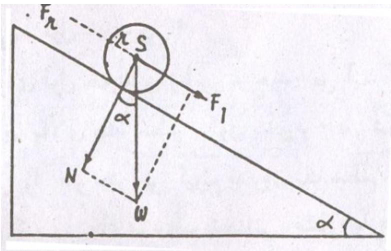
د رغړيدو په وخت کې اصطکاک هغه وخت رامنځ ته کيږي چې يو کروي يا استوانوي جسم د يوې سطحې په مخ ورغړي.د (۳- ۱۳) شکل سره سم يو کروي جسم په پام کې نيسو چې د افقي سطحې په مخ رغړي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۳- ۱۳) شکل

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 کيږي، 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 ياديږي. د رغړيدو اصطکاک قوه د ستاتيکي او حرکي اصطکاک په پرتله ډيره کوچنۍ ده. (۳– ۱۴) شکل يوه استوانه ښيي چې د يوې مايلې سطحې په مخ چې له افق سره د ∝ زاويه جوړه وي رغړي د نومړې استواني وزن د هغې د ثقل په مرکز S کې عمل کوي. که چيرې د رغړيدو اصطکاک نه وي، نو استوانه د مايلې سطحې په ډير کم ميلان سره ښکته خواته په رغړيدو پيل کوي.



(۳- ۱۴) شکل

خو د استواني او مايلې سطحې ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک له امله يوه نښليدنه (چسپش) وجود لري، له دی کبله بايد مايله سطحه د يوه ټاکلي ميلان درلودونکې وي، ترڅو استوانه

(c) ketabton.com: The Digital Library

ښکته خواته یوه منظم او مستقیم الخط حرکت ته دوام ورکړي. څرنګه چې د اصطکاک قوه د W وزن د عمودي مرکبې سره متناسبه ده یعنی $N = W\cos\propto$ په دې حالت کې د استوانې د وزن دورانی مومنت د تماس د نقطې په شا او خوا عبارت دی له $W.rsin\alpha$ او د اصطکاک د قوې دوراني مومنت د رغړیدو په وخت کې باید یو د بل سره د تعادل په حالت کې وي. ځکه د داسې شرط لاندې د استوانې حرکت د مایلې سطحې په مخ مستقیم الخط او منظم دی نو ځکه لرو چې:

$$W.rsin\alpha = \mu_r \cdot wcos\alpha$$

$$\mu_r = r \cdot tg\alpha \quad \text{.................................}(\text{۳- ۱۸})$$

په پورتنی رابطه کې د 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 رغړیدو اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F_r = W\sin\propto$$

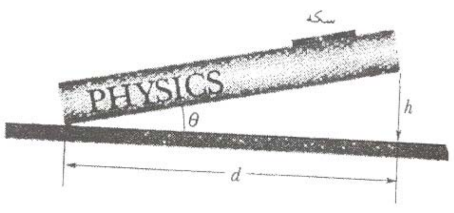
له بلې خوا له شکل نه لرو چې:

$$N = W\cos\propto$$

$$F_r = \frac{\mu_r}{r} \cdot N \quad \text{..............................}(\text{۳- ۱۹})$$

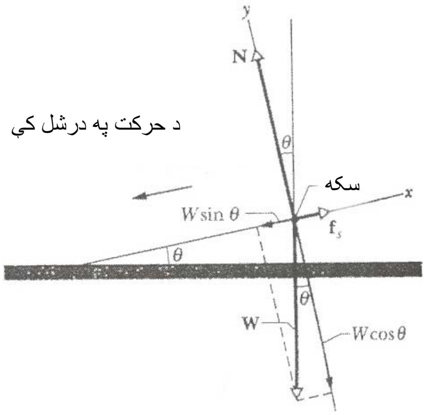
له (۳- ۱۹) رابطې نه معلومیږي چې د عین عمودي قوې N لپاره د رغړیدو د اصطکاک قوه د استواني د شعاع سره په معکوسه توګه متناسبه ده.

(۳- ۵) مثال: د (۳- ۱۵) شکل سره سم د کتاب په مخ چې له افقي سطحې سره د $\propto$ زاویه جوړوي یوه سکه د سکون په حالت کې ده. که چیرې زاویه تر 13° پورې زیاتوالي پیدا کړي سکه په ښویدو پیل کوي د سکې او کتاب ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب μ_s پیدا کړئ؟



(الف)

(c) ketabton.com: The Digital Library



(ب)

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

(ب) د قوو ګرافیکي انځور

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

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

ددی وکتوري معادلې افقي مرکبه عبارت ده له

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

$$f_s = W\sin\propto \ldots\ldots(۳- ۲۱)$$

د عمودي مرکبې لپاره لرو چې:

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

$$N = W\cos\propto \ldots\ldots(۳- ۲۲)$$

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

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

$$\mu_s = tg\alpha = tg13^{\circ} = 0.23 \ldots\ldots(۳- ۲۳)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۳– ٦) مثال: یو موټر چې کتله یې $1500kg$ ده د $20\,{}^{m}\!/\!_{sec}$ په سرعت سره په افقي جاده باندې حرکت کوي. د ماشین له ګل کولو نه وروسته موټر تر تم ځای پورې $50m$ لاره طی کوي. د سرک او موټر د عرادو تر منځ اصطکاک او د اصطکاک ضریب پیدا کړې؟

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

$$W + N + f_s = ma \quad \text{(۳– ۲۳)}$$

$$N - W = 0$$

$$f = ma$$

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۳– ۱۲: د فصل لنډيز

- قوه يو وکتوري کميت دی او د دوو جسمونو ترمنځ د ميخانيکي متقابلې اغيزې د اندازه کولو کمي مقياس او معيار دی. کله چې ځو قوې په يوه جسم باندې اغيزه کوي د هغو ټوليزه اغيزه د هغې منفردې قوې معادل ده چې پر جسم باندې د اغيز منو قوو د وکتوري حاصل جمع او يا محصلې سره مساوي ده.
- د نيوټن د لومړي قانون پر بنسټ کله چې په يوه جسم باندې هيڅ قوه عمل ونه کړئ او يا پر هغه باندې د اغيز منو قوو محصله صفر وي جسم د تعادل يا سکون په حالت کې دي. که چيرې جسم په لومړي سر کې ساکن وي د خپل سکون په حالت کې پاته کيږئ او که چيرې په حرکت کې وي په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته ادامه ورکوي.
- د يوه جسم عطالتي خواص د هغه د کتلې په مرسته ځانګړې کيږئ. د هغه جسم تعجيل چې ځو قوې په هغه باندې عمل کوئ د وارده قوو له وکتوري حاصل جمع سره په مستقيمه توګه او د هغه له کتلې سره په معکوسه توګه متناسب دي. دا رابطه د نيوټن دويم قانون بيانوي، يعنی.

$$\sum F = ma \quad (۳- ۲۵)$$

- د قوې واحد د SI په سيستم کې N او هغه مساوي دی په $1kg\, m/\sec^2$.
- د يوه جسم وزن د ځمکې د جاذبې قوه ده چې په نوموړې جسم باندې عمل کوئ. وزن يو ډول قوه ده، نو له دی کبله يو وکتوري کميت دي. د يوه جسم د وزن اندازه په يوه ټاکلې نقطه کې د هغه جسم د کتلې او په نوموړې نقطه کې د ځمکې د جاذبې د تعجيل (g) له حاصل ضرب سره مساوي دی:

$$W = mg \quad (۳- ۲٦)$$

د يوه جسم وزن د هغه د استقرار په موقعيت پورې اړه لري، خو کتله له هغه پورې اړه نه لرئ.

- د نيوټن دريم قانون بيانوي چې عکس العمل مساوي له عمل سره دی. کله چې دوه جسمونه يو پر بل عمل کوئ هر يو پر بل باندې قوه وارده وي چې په هره لحظه کې د دغو قوو اندازې يو له بل سره مساوي او جهتونه يو د بل مخالف دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

- په نړۍ کې هره ذره بله ذره یا یو جسم بل جسم ځان ته راجذبوي ددی قوې اندازه چې د نیوټن د جاذبې د قوې په نوم یادیږي له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

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

په پورتنۍ رابطه کې m_1 او m_2 د ذرو کتلې او r د هغو ترمنځ فاصله ده. G د جاذبې ثابت یو نړیوال ثابت او اندازه یې $6,67\cdot10^{-11}\frac{N.m^2}{kg^2}$ ده.

- جاذبه لمریز نظام نسبت یو بل ته ساتي او د ځمکې د طبیعي او مصنوعي سپوږمکیو دوران د ځمکې په شا او خوا شونی کوئ. دا ډول حرکتونه د کپلر د درې ګونیو سیاره یي حرکتونو څخه پیروي کوي او دا ټول د نیوټن د حرکت او جاذبې د قوانینو پیلامه ده.

1. **د مدارونو قانون:** ټولې سیارې په بیضوي ډوله مدارونو باندې حرکت کوي چې لمر د هغه په یوه محراق کې قرار لري.
2. **د مساحتونو قانون:** د سیارې او لمر ترمنځ نښلونکې خط په مساوي وختونو کې مساوي مساحتونه جارو کوي.
3. **د دورانونو قانون:** د لمر په شا او خوا د هرې سیارې د پریود (T) مربع د هغه مدار د لوی قطر د نیمايي له مکعب سره متناسب دي.

- کله چې د F قوه یو جسم د یوې سطحې په مخ ښویوي د سطحې له خوا په جسم باندې د اصطکاک قوه f واردیږي. د اصطکاک قوه له سطحې سره موازي او جهت یې د جسم د ښویدو په خلاف لوری دي. دا قوه د جسم او سطحې ترمنځ د تماس له امله ده. که چیرې جسم ونه ښویږي د اصطکاک قوه د ستاتیکي اصطکاک په نوم یاده او په f_s سره ښودل کیږي. که چیرې جسم وښویږي د اصطکاک قوه د حرکي اصطکاک قوې په نوم یاده او په f_k سره ښودل کیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د دریم فصل تمرین

1. د یوه فیل مرغ وزن $45N$ دی د فیل مرغ کتله پیدا کړئ؟ ځواب: ($4,59kg$)
2. د یوه فضا نورد کتله له ټولو تجهیزاتو سره $95kg$ ده. ددی فضا نورد وزن د سپوږمۍ په مخ چې د ثقل تعجیل یې $1,6 m/sec^2$ دي پیدا کړي؟ ځواب (152N)
3. د یوه سړي وزن $12Lb$ دي د نوموړي سړي وزن په N پیدا کړئ؟ ځواب:($53,33N$)
4. یو جسم $200g$ کتله لري د نوموړي جسم وزن په dyn او N پیدا کړي؟ ځوابونه: ($1,96N$,$196000dyn$)
5. د سمندر په سطح چیرې چې $g = 9,8 m/sec^2$ دی د یوه جسم وزن $25N$ دي د نوموړي جسم وزن به د X سیارې په مخ چې هلته $g = 3,5 m/sec^2$ دی خومره وي؟ ځواب: ($8,92N$)
6. یوه ګلوله چې کتله یې $1000g$ ده، د $50 cm/sec^2$ په تعجیل حرکت کوي هغه قوه پیدا کړي چې ګلولې ته یې دا تعجیل ورکړی دي؟ ځواب: ($5.10^4 dyn$)
7. د یوه جسم کتله $6kg$ او د $2 m/sec^2$ په تعجیل سره د حرکت په حال کې دي په جسم باندې عامله قوه پیدا کړي. ځواب: ($12N$)
8. د $F_1 = 20N$ او $F_2 = 15N$ دوه قوې په یو جسم چې کتله یې $5kg$ ده عمل کوي

الف)که چیرې د قوو ترمنځ زاویه 60° وي د جسم تعجیل پیدا کړي؟

ب) که چیرې د قوو ترمنځ زاویه 90° وي په دی صورت کې به د جسم تعجیل خومره وي. ځوابونه: (الف: $6.082 m/sec^2$، ب: $5.38 m/sec^2$)

9. که چیرې د $1kg$ کتلې یو جسم د $2 m/sec^2$ تعجیل چې جهت یې د X محور له مثبت لوری سره 20° زاویه جوړه وي درلودونکي وي:

الف) په جسم باندې د خالصې واردې قوې افقي او عمودي مرکبه پیدا کړي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب) خالصه قوه د واحد وکتورونو له جنسه ولیکئ؟ ځوابونه (الف: $F_x = 1.879\text{N}$، $F_y = 0.684\text{N}$، ب: $F = 1.879N\vec{i} + 0.684N\vec{J}$)

10. که چیرې د $1kg$ کتلې یو جسم $F_1 = (3,0N)\vec{i} + 14,0N\vec{J}$ او $F_2 = (2,5N)\vec{i} + (4,6N)\vec{J}$ قوو تر اغیزې لاندې تعجیل واخلي

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

ب) خالصه قوه او

ج) د جسم تعجیل پیدا کړي.ځوابونه: (الف: $F = 5,5N\vec{i} + 18,6N\vec{J}$ ، ب: $F = 19,39N$ ، ج: $a = 19,39\, m/\sec^2$)

11. د مایلې سطحې په مخ چې میلان یې $\alpha = 15^\circ$ او طول یې $2m$ دې یوه جعبه قرار لري. که چیرې جعبه د سکون له حالت نه ښکته خواته په حرکت پیل وکړي پیدا کړي:

الف) د جعبې تعجیل

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

ځوابونه: (الف: $(\sin\alpha - \mu_s)g$ ، ب at)

12. یوه الماری چې کتله یې له هغو جامو سره چې پکې دی $45kg$ ده د سکون په حالت کې د کوټې په مخ ولاړه ده:

الف) که چیرې د ستاتیکي اصطکاک ضریب د کوټې د غولي او الماری ترمنځ $0,45$ وي هغه تر ټولو کوچنی افقي قوه چې الماری په حرکت راولې پیدا کړي؟

ب) که چیرې جامې چې مجموعي کتله یې $17kg$ ده له الماری نه وباسو په دی صورت کې به څومره قوې ته ضرورت وي. ځوابونه: (الف: $198.45N$، ب: $123.48N$)

13. د باسکیټ بال یو لوبغاړی چې کتله یې $79kg$ ده په میدان کې ښویږي او د $f = 470N$ اصطکاک قوې په واسطه یې حرکت بطي کیږي د ځمکې او لوبغاړې ترمنځ د حرکي اصطکاک ضریب پیدا کړي؟ (ځواب: 0.6)

14. یو کارګر د $35kg$ کتلې لرونکې یو صندوق په $110N$ قوه سره په افقي توګه کش کوي. د صندوق او د غولي ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب $0,37$ دي

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب) په دی شرایطو کې $f_{s,\max}$ پیدا کړي. ځوابونه: (الف $110N$، ب $130N$)

15. یو سړی د $55kg$ کتلې یو صندوق په $240N$ قوه سره په یو اوار (هموار) غولی باندې په افقي توګه کش کوي. د حرکي اصطکاک ضریب $0,35$ دي

الف) د اصطکاک د قوې کچه پیدا کړي

ب) د صندوق تعجیل څومره دي. ځوابونه (الف $188.65N$، ب $0,93 m/\sec^2$)

16. یو کوچنی بکس په یوې مایلې سطحې باندې چې د میلان زاویه $\propto = 60^\circ$ ده قرار لري. د حرکي اصطکاک ضریب $0,20$ دی

الف) که چیرې جسم ښکته خواته وښویږي

ب) او که چیرې هغه پورته خواته وخیږي د بکس تعجیل څومره دی؟

ځوابونه) $6.52 m/\sec^2$، $-6.52\, m/sec^2$)

17. د یوه جسم د حرکت معادله $s = 2 - 12t + 2t^2$ ده. که چیرې فاصله په متر او وخت په ثانیه اندازه شي د نومړی جسم تعجیل پیدا کړي؟ ځواب: ($4 m/\sec^2$)

18. د $F_1 = 20N$ او F_2 یوه نا معلومه قوه په یوه جسم چې کتله $2kg$ ده په افقي جهت عمل کوي. نومړی جسم یوازې په افقي جهت حرکت کوي. که چیرې د نومړې جسم تعجیل a_x الف) $10 m/\sec^2$ ب) $20 m/\sec^2$ او ج) $5\, m/sec^2$ وي په درې واړه حالتونو کې پر جسم د F_2 دویمه عامله قوه پیدا کړي؟ځوابونه: (الف 0،ب $20N$، ج$-10N$)

19. د بورې یوې کڅوړې وزن 5 پونډه، د یوه سړي وزن 240 پونډه او د یوه موټر وزن $1,8$ ټنه دی نوموړې وزنونه د نیوټن له جنسه پیدا کړي؟

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

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

21. د $450Lb$ وزن درلودونکي موټر سایکل سرعت د $6\sec$ په وخت کې له صفر څخه $55 mi/h$ ته رسیږي

(c) ketabton.com: The Digital Library

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: $183Lb$)

22. په هغه ځای کې چې د ځمکې د جاذبې تعجيل $9{,}8\ {m}/{\sec^2}$ دی د يوه جسم وزن $22N$ دی

الف) د نوموړی 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 $11N$، $2{,}2kg$ ب 0، $2{,}2kg$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

څلورم فصل

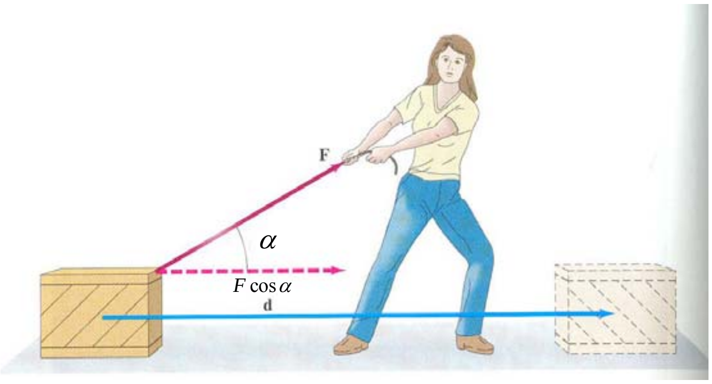
کار، انرژي او مومنتم

سريزه: کله به مو يو پټی د يو ځای څخه بل ځای ته وړه وي ليدلی به مووی، چه انسانان د کار په اجرا کولو کې د بشري قووو، حيواني او يا هم ماشيني تخنيکونو څخه کار اخلي، حيوانات او ماشين الات د کار کميت او کيفيت ښه کوي. که يو انسان په عادي توګه پنځوس کيلو ګرامه جسم پورته کړي او يا يې انتقال کړي، نو ماشين په ډيره آساني په سوونو ټنه جسم او يا هم اجسام بيځايه کولې شي.

۴- ۱: کار Work

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

که چيرې پر يو جسم قوه عمل وکړي، او نوموړی جسم ته په يوه فاصله تغيير مکان ورکړي، نو ويل کيږي چه کار انجام شويدی. په فزيک کې د کار ډولونه خورا ډير دي، ميخانيکي کار، برقي کار، ترموديناميکي کار او داسې نور اما دلته يوائې 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 $\overline{F}$، قوی په ذريعه چه د جسم د تغيير مکان سره د $\propto$ زاويه جوړوي رابښکل کيږي.



(۴- ۱) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$W = F\cdot\ell\cdot\cos\propto$$
$$W = F\cdot d \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۴-۱)$$

د پورتنی رابطې څخه ښکاريږي چه د جسم تغيير مکان يعنی d د قوی د مرتسم څخه د جسم د خوځيدو په استقامت عبارت دی يعنی $d = \ell\cdot\cos\propto$.

پورتنی رابطې ښيې چه د کار د اجرا کيدو کميت د $\cos\propto$ پورې اړوند دی.

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

$$1Joul = 1N.m \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۴-۲)$$

erg د ژول د اجزاو څخه دي.

$$1Joul = 1N\cdot m$$
$$1N = 10^5 dyne$$
$$1m = 10cm$$
$$1Joul = 10^5 dyne\cdot 10^2 cm$$
$$= 10^7 dyne\cdot cm$$
$$1Joul = 10^7 erg \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۴-۳)$$

اوس غواړود فنر پوسيله اجرا شوی کار وڅيړو.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ℓ_2 حالت ځانته نیسي د جسم تغییر مکان $\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1$ په هر اندازه چه عامله قوه زیاتیږي نو د فنر اوږدوالي زیاتیږي، برعکس هر څومره چه عامله قوه کمه شي نو د فنر اوږدوالي کمیږي ، ویلی شو چه د فنر قوه د اوږدیدو سره مستقیماً متناسبه ده. یعنی:

$$F \sim \Delta\ell$$

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

(۴-۴) $F = k\Delta\ell$ ، k تناسب ضریب دی همدارنگه $\Delta\ell = dx$ سره بنیو. اجرا شوي کار په لاندی ډول لیکل کیږي.

$$dw = F \cdot dx$$

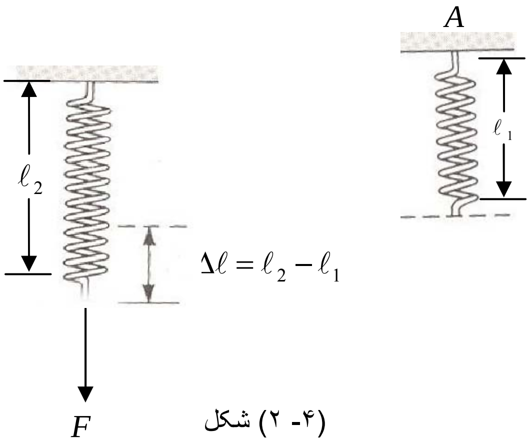
په پورتینی رابطه کي $F = -kx$ دی، منفي علامه د قوي او فنر د راکش کیدو یا تغییر مکان مخالف جهتونه ښیي. د پورتني رابطي څخه لیکلي شو چي:

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

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

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

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



(۴- ۲) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 پيدا کړئ؟

حل: له (۴- ۱) رابطې څخه لرو چې:

$$W = F.d\cos\propto$$

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

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 ښکته د ځمکې په لور حرکت کوي او د يو کار د اجرا کيدو باعث ګرځي، داسې معلوميږي چه د کار د اجرا کيدو د مخه په نوموړی جسم کې د کار قابليت موجود ؤ. همدارنګه کله چه په يوه ناوه کې له تيريدو وروسته او به په شدت سره د ژرندی به څرخ لګيږئ د څرخ پرې ګرځي او په نتيجه کې د ژرندی پلونه څرخوی. که چيرې عين مقدار اوبه په يوه اواره وياله کې په څرخ ولګيږي، نو څرخ نه تاويږي او په نتيجه کې د ژرندې پلوونه نشی ګرځولی، خو کله چه همدا اوبه په ناوه کې حرکت وکړي، نو پدې صورت کې همدغه اوبه څرخ او په نتيجه کې د ژرندې پلونه ګرځولې شي. ولاړو اوبوکې مخکې له حرکت څخه د کار قابليت موجود ؤ. د انرژی ډولونه خورا زيات دی لکه ميخانيکي انرژي، هستوي انرژي، برښنايي انرژی، لمريزه انرژي او داسې نور. په عمومي توګه انرژي پر دوه برخو ويشل کيږي:

الف. مروجه يا معمول انرژي

ب. نوې او د نوې کيدو وړ انرژي

د لمړی برخې انرژي ځانګړتياوې دا دي:

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

ب. د يو ځای څخه بل ځاي ته د ليږد وړ دي

(c) ketabton.com: The Digital Library

ج.   خلاصیدوونکې دي

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

الف. نه خلاصیدونکې منابع لري، لکه لمر

ب. په ټاکلی او د پیداکیدو په محل کې ګټه تری اخستل کیدای شي.

ج. د ترانسپورتي وسایلو په مرسته د لیږد وړندې همدا رنګه یو شمیر نورې ځانګړتیاوې شته چه د هغوی د ذکر څخه دلته صرف نظر کیږي. د میخانیکي انرژي دوه مهم ډولونه د پوتانشیال او حرکي انرژي څخه عبارت دی. چه په لاندې ډول تشریح کیږي.

۴– ۳: پوتانشیال انرژي:

هغه انرژي چه په یو سیستم او یا جسم کې د هغه د حالت د بدلون له کبله رامینځ ته کیږئ، پوتانشیال انرژي په نوم یادیږي. ددغه تعریف څخه په ګټه اخیستنه د ځمکې د ثقل اړوند پوتانشیال انرژي توضیح کوو.

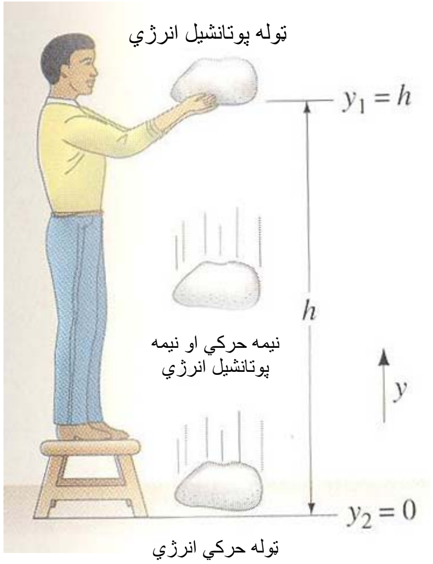
یو جسم د ځمکې په سطحه باندې په نظر کې نیسو په دغه جسم یو کار اجرا کوو او جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع باندې پورته کوو په نوموړې ارتفاع کې دغه اجرا شوې کار زیرمه کیږي که د جسم وزن $p = mg$ وي چې همیشه د ځمکې د سطحې خواته متوجه دی د هغه په وړاندې اجرا شوې کار عبارت دی له $W = p \cdot h = mgh$

او یا هم

$$W = E_p = mg \cdot h \quad \text{.................}(۵–۴)$$

ویلی شو چه که چیرې د نوموړې جسم څخه مانع لرې او یا یې د h له ارتفاع څخه خوشې کړو د ځمکې لورته حرکت کوي او کار اجرا کوي چه دغه اجرا شوی کار د $W = mg \cdot h$ څخه عبارت دي یعنې هغه اندازه کار چې مخکې په جسم باندې ترسره شوې دی (۴– ۵) اړیکه د پوتانشیل انرژي په بڼه په جسم کې زیرمه کیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۴- ۳) شکل

۴ -۴: حرکي انرژي Kinetic Energy

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

د مثال په توګه فرض کوؤ چه مخکینی ذکر شوې جسم د h له ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ رالویږي، کله چې د ځمکې سطحې ته رسیږي، د هغه پوتانشیال انرژي ټوله په حرکي انرژي اوړي. 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 $\upsilon^2 = 2g \cdot h \Rightarrow h = \dfrac{v^2}{2g}$

که دا قیمت په پاسنۍ رابطه کې وضع کړو

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

يعني اجرا شوى كار چه د E_p ذخيروي انرژي لامل ګرځيدلې کټ مټ په حرکي انرژي اوښتي يا په بل عبارت د ثقل د قوې په مقابل کې کار د h په لوړوالې کې په جسم کې زيرمه شوې ؤ. چه درالويدو وروسته کټ مټ په حرکي انرژي واوښت.

د انرژي د اندازه کيدو واحدونه:

څرنګه چې انرژي د کار د اجرا قابليت ته ويل کيږي، نو له دى امله د کار او انرژي د اندازه کولو واحدونه سره مساوي دى. په بل عبارت انرژي هم د کار غوندى په $Joul$ ژول او د هغه په اجزء او اضعافو اندازه کيږي.

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

همدا رنګه

$$1N = 10^5 dyne$$

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

$$1Joul = 10^7 \cdot dyne \cdot cm$$

$$1dyne \cdot cm = 1erg$$

$$1Joul = 10^7 erg$$

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

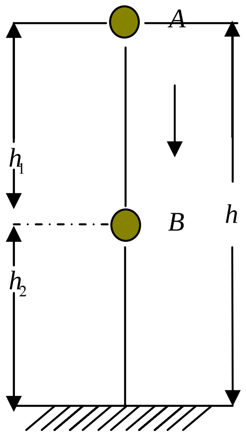
انرژي د يو شکل څخه په بل بانديې اوړي يعنې انرژي خپل شکل بدلوي، نه دا چه له منځه ځي په يو معين موقعيت کې د انرژي کميت ثابت پاته کيږي. او که چيرې يو ډول انرژي په بل ډول واوړى، نو حتماً بل ډول انرژي زياتيږي چه په نتيجه کې د دواړو حاصل جمع د لمړى ځل په پرتله سره مساوي دى. يعنى ثابت پاتى کيږي.

دلته وړاندى ذکر شوې مثالونه يو ځل بيا راوړو د h په لوړ والى کې پوتانشيال انرژي $E_p = mg \cdot h$ ده

(c) ketabton.com: The Digital Library

څرنګه چه جسم د توقف په حالته کې دي نو $v=0$ او یا $E_k=0$ کیږي چه په حقیقت کې پدغه موقعیت کې $E_A=E_p+E_K=mg\cdot h+0$

$$E_A=mg\cdot h \quad ....(۴-٦)$$



(۴-۴) شکل

فرضاً نوموړی جسم د مسیر په امتداد د A موقعیت څخه B موقعیت ته راولیږي. د B په موقعیت کې پوتانشیال انرژي $E_p=m\cdot g\cdot h_2$ څخه عبارت دي.

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

یعنی د B په موقعیت کې مجموعي انرژي

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

د بلې خوا پوهیږو چه $v^2=2g\cdot h_1$ دي که دا قیمت په پورتنۍ رابطه کې وضع کړو

$$E_B=mgh_2+mgh_1$$

$$E_B=mg\left(h_2+h_1\right)$$

د شکل مطابق $h_2+h_1=h$ دي

$$E_B=mg\cdot h \quad ....(۴-۷)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

که چيرې د (۴– ٦) او (۴– ۷) رابطې سره پرتله کړو ګورو چه د A او B په موقعيتونو کې د ذخيروي او حرکي انرژي حاصل جمع ثابت پاتې کيږي، 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:

$$E = E_p + E_k = mgh = const$$

۴– ۲ مثال: د يوه پنډوسکی (Ball) کتله $0,2kg$ او سرعت يې $15\, m/sec$ دي

الف) د هغه حرکي انرژي پيدا کړې؟

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

حل: د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

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

ب) $$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0.2kg(30\, m/sec)^2 = 90J$$

۴– ٦: مومنتم او ضربه:

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

د نيوتن د دويم قانون څخه په ګټې اخيستنه ليکلې شو چې:

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

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

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

د پورتنۍ رابطې څخه ليکلې شو چې:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$F\cdot\Delta t = m\cdot\Delta v \ ....(۴- ۹)$$

$m\cdot\Delta v$ 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 کولاې شو د مومنتم د تغيير له نقطه نظره پورتنۍ رابطې په لاندينۍ 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 يعنی:

$$p - p_0 = \Delta p$$

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

نو ليکلې شو چه

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

او يا هم

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

$$F = \frac{dp}{dt} \ ....(۴- ۱۰)$$

ددغې رابطې څخه يو ځل بيا داسې ښکاري، 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 ميخانيک فزيک کتلوي مودل د يوې مادي نقطې ځينې عبارت دي. اما د اجسامو د ميخانيکي خصوصياتو په مطالعه کې د مادي نقاطو د اجسامو د اوزانو وکتوري محصله چه د جسم د ثقل په مرکز کې عمل کوي، د وکتور د عمل نقطه په نظر کې نيول کيږي.

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^{n} F_i = \sum_{i=1}^{n}\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta p_i}{\Delta t} \ ....(۴- ۱۱)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۴– ۷: طاقت :Power

د ډېرو پخوا زمانو څخه د انسانانو او حيواناتو د کارکولو اندازه د اهميت وړ ده. په ننۍ نړۍ کې د ماشين آلاتو د کار د اجرا کيدو اندازه د وخت په اړوند ډېره مهمه ده. ننۍ نړيوال اقتصاد ټول په همدغه حقيقت کې نغښتي دي. طاقت د اجرا شوي کار او د هغه وخت د نسبت څخه لاسته راځي چه نوموړي کار په کې اجرا شوي دي که چيرې طاقت په p ، اجرا شوي کار په w او وخت په t سره ارائيه کړو نو ليکلي شو چې:

$$p = \frac{w}{t} \quad \text{(۴– ۱۱)}$$

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 ميګا واټ معمول دی چې په عملي ژوند کې استفاده ځينی کيږي.

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

حل:

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

$$= (4.5 \cdot 10^6 w)\, \frac{1hp}{746} = 6032.17hp$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۴ – ۸: د فصل لنډيز

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

$$W = Fd\cos\propto = F \cdot d \quad (۴- ۱۳)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$p = \frac{w}{t} \quad (۴- ۱٦)$$

- د انرژي د تحفظ قانون په لاندې ډول دي:

$$E = E_p + E_k = const \quad (۴- ۱۷)$$

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

$$P = mv \quad (۴- ۱۸)$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د څلورم فصل تمرین

1. د $300N$ قوه د 45° زاویې لاندې نسبت افقي سطحې ته په یو جسم عمل کوي او هغه جسم په منظمه توګه د $10m$ په واټن د افقي سطحې په مخ بی ځایه کوي. اجرا شوې کار پیدا کړې؟ ځواب (2100J)
2. ددې لپاره چې د $20g$ کتلې درلودونکې یو جسم د $3\sec$ په وخت کې د $45m$ په واټن د سکون له حالت نه په یو نواخت تعجیل سره بې ځایه کړو څومره کار باید اجرا شي (له اصطکاک څخه صرف نظر کیږي) ځواب ($2.25J$)
3. د $2kg$ کتلې درلودونکې یو جسم د $6\sec$ په جریان کې ازاد سقوط کوي د جسم حرکي انرژي د سقوط په پای کې څومره ده؟ ځواب ($3457.44J$)
4. د $100mg$ یو میخ د کوټې له غولې نه د میز سرته چې ارتفاع یې $75cm$ ده پورته کړ. اجرا شوې کار محاسبه کړئ؟ ځواب: ($7350erg$)
5. یو کرین د $20KN$ یو وزن د $5m$ په لوړوالې پورته کوي. د کرین کار پیدا کړې؟ ځواب: ($10^5 J$)
6. د $20g$ یوه مرمي په عمودي توګه پورته خواته فیر شوې او له $20\sec$ وخت نه وروسته بیرته د ځمکې سطحې ته رارسیږي. د سلاح په میل کې د باروتو د ګاز کار محاسبه کړې؟ ځواب (96J)
7. د فوټ بال یو لوبغاړی د $10 m/\sec$ په سرعت سره د $700g$ کتلې یو توپ په پښه وهې یا یې ضربه کوي. که چیرې د ضربې دوام $0,02\sec$ وي. د ضربې منځنۍ قوه پیدا کړې؟ ځواب: $350N$
8. د $3kg$ کتلې درلودونکې یو خرخ له بنویدو پرته د $5 m/\sec$ په سرعت سره په افقي سطحه باندې رغړي. د خرخ امپولس پیدا کړې؟ ځواب: ($15 kgm/\sec$)
9. که چیرې $20N$ قوه د 30° زاویې لاندې په یو جسم عمل وکړي او هغه د $5m$ په واټن بی ځایه کړي. اجرا شوې کار پیدا کړې؟ ځواب: ($86.6J$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

10. که چیرې د فضايي بیړې او له هغې سره د نیښتی توغندي کتله $2,9\cdot10^{5}kg$ وي او د $11,2\,{km}/{sec}$ په سرعت سره حرکت وکړي د هغوی حرکي انرژي حساب کړې؟
ځواب: ($1.8\cdot10^{13}J$)

11. د لاندنیو شیانو حرکي انرژي محاسبه کړې.
الف) فوتبالیست چې کتله یې $110kg$ او د $8,1\,{m}/{sec}$ په سرعت سره ځغلي
ب) مرمي چې کتله یې $4,2g$ او سرعت یې $950\,{m}/{sec}$ دي
ج) فضايي بیړې چې کتله یې $91400kg$ او سرعت یې $11,2\,{km}/{sec}$
ځوابونه: (الف $3608.55J$، ب $1895.25J$، ج: $5.73\cdot10^{12}J$)

12. یو پلار د خپل زوی سره مسابقه کوي د پلار حرکي انرژي د زوی د حرکي انرژي نیمايي ده او د زوي کتله د پلار د کتلې نیمايي ده. پلار د $1,0\,{m}/{sec}$ سرعت ته رسیږي او وروسته هم هغه د زوی حرکي انرژي لري. د پلار او زوي لومړنی سرعت څومره ده؟
ځوابونه: (پلار $2,4\,{m}/{sec}$، زوی $4,8\,{m}/{sec}$)

13. داوروزنی یو پایپ چې اوږدوالي یې $12m$ دي په افقي توګه د یوې سطحې په مخ په $2,3\,{m}/{sec}$ سرعت سره له اصطکاک پرته کشکول کیږي. د پایپ د هر متر کتله $0,25kg$ ده.کله چې ټول پایپ حرکت کوي د عاملې قوې په نتیجه کې څومره کار ترسره کیږي؟ ځواب:($7,9J$)

14. له اصطکاک پرته د یوې مایلې سطحې په مخ چې له افق سره 25° زاویه جوړوي د $25kg$ کتلې درلودونکې یو صندوق مخ پورته د یو کارګر په واسطه په $209N$ قوه چې له سطحې سره موازي ده کش کول کیږي کله چې صندوق د $1,5m$ په واټن بی ځایه شي. د کارګر په واسطه تر سره شوې کار محاسبه کړې؟ ځواب: ($31315J$)

15. یو جسم چې کتله یې $102kg$ ده د یوه مستقیم افقي خط په مخ د $53\,{m}/{sec}$ په لومړنی سرعت سره حرکت کوي. که چیرې په $2\,{m}/{sec^{2}}$ تأخیري تعجیل (تأجیل) سره د نوموړې خط په مخ ودریږي. پیدا کړې
الف) د هغه د دریدو لازمه قوه

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب) د تأجیل په وخت کې طی کړل شوې واټن

ج) په جسم باندې د واردی قوې په مرسته اجرأ شوې کار؟

ځوابونه: (الف $204N$ ، ب $702.25m$ ج $1,4\cdot10^5\,J$)

16. د توپک مرمي چې کتله یې $5g$ او د $500\,m/sec$ په سرعت سره حرکت کوي حرکي انرژي د ژول له جنسه محاسبه کړې؟ ځواب($625J$)

17. د $30N$ یوه قوه په یوه متحرک توپ چې کتله یې $0,420kg$ ده عمل کوي چې په لومړۍ سرکې د $4\,m/sec$ په سرعت سره د قوې په جهت حرکت کوي. قوه باید په کومه فاصله کې په توپ باندې اغیزه وکړي ترڅو سرعت یې $6\,m/sec$ ته ورسیږي؟

ځواب: ($0.14m$)

18. د انسان زړه یو پیاوړې او د اعتماد وړ پمپ دی. هره ورځ د 7500 لیترو په شا او خوا کې وینه پمپوی او د وجود یا بدن غړیوته یې رسوي. که چیرې د زړه کار د $1,63m$ په ارتفاع (په امریکا کې د ښځو متوسط قد) د همدغو مره اندازې ویني د لوړولو له کار سره مساوي وي او د ویني کثافت د اوبو له کثافت $10^3\,kg/m^3$ سره مساوي وي. په یوه ورځ کې د زړه کار څومره دی؟ ځواب: ($1,20\cdot10^5\,J$)

19. د $5kg$ کتلې یو جسم باید څومره لوړ شي ترڅو د هغه پوتانشیل انرژي $40J$ زیاته شي. څومره باید نوموړې جسم راټیټ یا ښکته کړو ترڅو د هغه پوتانشیل انرژي $100J$ کمه شي. په دواړو حالتونو کې د ثقل د قوې کار محاسبه کړې؟ ځوابونه: ($0,80m$، $2m$، $-40J$، $100J$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

پنځم فصل

کلک (جامد) اجسام Solids

سریزه: ماده په طبعیت کې په درې ډوله جامد، مایع او ګاز وجود لري او له یوه حالت نه په بل حالت اوړي. د تودوخې د زیاتوالي په پایله کې جامد په مایع او مایع په ګاز اوړي. ماده په جامد حالت کې د ټاکلي حجم او ټاکلي شکل درلودونکې ده. ددی لپاره چې د یوه جامد جسم حجم او شکل بدل کړو زیاتو قووته اړتیا شته دی، یعنی جامد اجسام د حجم او شکل د بدلون په وړاندې له ځانه زیات مقاومت ښیې.

ماده په مایع حالت کې ټاکلي حجم لري خو شکل یې بدلون کوي او په هر لوښې (ظرف) کې چې واچول شي د هغه لوښې بڼه ځان ته غوره کوي. که وغواړو چې د یوې مایع حجم ته بدلون ورکړو، نو د زیاتو قوو عمل ته اړتیا شته دی یا په بل عبارت مایع د خپل حجم د بدلون په وړاندې له ځانه زیات مقاومت ښیې، خو د شکل د بدلون په وړاندې له ځانه هیڅ ډول مقاومت نه ښیې.

ماده د ګاز په حالت کې نه ټاکلي حجم لري او نه هم ټاکلي شکل او د خپل حجم او شکل د بدلون په وړاندې هیڅ ډول مقاومت له ځانه، نه ښیې. نو ځکه ګاز په ډیر کم وخت کې ټوله هغه فضا اشغالوي چې په واک کې یې ورکول کیږي. په جامد او مایع اجسامو کې د مالیکولونو ، اتومونو او ایونونو ترمنځ قوې د پام وړ دي او دا ذرې په ټاکلو فاصلو کې یو له بل نه قرار لري. په دی اجسامو کې د مالیکولونو ترمنځ د قوونه ناشي متوسطه پوټانشیل انرژي د مالیکولونو د حرارتي حرکت د متوسطې حرکي انرژي نه زیاته ده $\left(\overline{W}_p \succ \overline{W}_k\right)$.

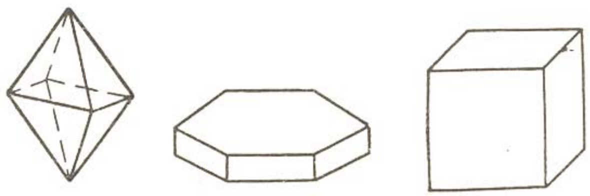
په بل عبارت د مالیکولونو حرکي انرژي د مالیکولونو ترمنځ د جاذبې په قوه باندې د غلبې لپاره کفایت نه کوي.

په جامد جسم کې ذرې (مالیکولونه، اتومونه او ایونونه) په یوه خورا دقیق هندسي نظم کې قرار لري او یوه شبکه جوړوي چې د کرستال په نوم یادیږي. په طبعیت کې زیاتره جامد اجسام کرستالي جوړښت لري د بیلګې په توګه ټول منرالونه او د انجماد په حالت کې ټول

(c) ketabton.com: The Digital Library

فلزات له کرستالونو، نه عبارت دی. په جامدو اجسامو کې مالیکولونه د خپل تعادل حالت په شا او خوا کې اهتزازي حرکت ترسره کوي.

د کرستال خارجي نبنه او مشخصه د هغه منظم هندسي شکل دي (۵– ۱) شکل.



(ج) (ب) (الف)

(۵- ۱) شکل

د بیلګې په توګه د خوړو د مالګې کرستال د مکعب شکل لري (۵– ۱ الف) شکل د کنګل (یخ) کرستال د شپږ وجهي منشور شکل لري. (۵– ۱ ب) شکل او د الماس کرستال د اته وجهي شکل لري (۵– ۱ ج) شکل او داسې نور. د هر کرستالي جسم د محدود کونکو سطحو ترمنځ یوه ټاکلي زاویه وجود لري د مثال په ډول د خوړو د مالګې د کرستال د سطحو ترمنځ زاویه 90° او د یخ د کرستال د سطحو ترمنځ زاویه 120° دي او داسې نور.

د کرستالي جسم یا کرستال بله مشخصه د هغه په داخل کې د نامتجانستوب (انیزوتروپي) شتون دي او هغه دا چې ځینې فزیکي خواص لکه (میخانیکي، برښنایي او نوري) د جهت تابع دی، یعنی په کرستال کې د جهت په بدلون سره دا خواص هم بدلون کوي. یا په بل عبارت کرستال په مختلفو جهتونو کې مختلف خواص لري. که څه هم د اجسامو کرستالي حالت په طبعیت کې ډیر په سترګو کیږي، خو د دغو ټولو اجسامو کرستالي خواص یو شان واضح نه دي. په دی نسبت اجسام په دوو ګروپونو ویشل کیږي. مونو کرستالونه او پولي کرستالونه.

(c) ketabton.com: The Digital Library

مونو کرستال هغه جسم ته ويل کيږي چې ټولې ذرې يې په يوه عمومي فضايي شبکه کې ځای په ځاي کيږي. فضايي شبکه هغه شبکه ده چې په کرستالي جسم کې ذرې (ماليکولونه، اتومونه او ايونونه) د يو بل په نسبت په دقيق او منظم تناظر کې واقع وي.

پولي کرستال هغه جسم ته ويل کيږي چې له زيات شمير کوچنيو مونوکرستالونو نه چې يو د بل په نسبت په نامنظم ډول واقع دي جوړ شوې دی. له دی کبله پولي کرستالونه ايزوتروپ دی، يعنی په ټولو جهتونو کې يو شان فزيکي خواص لري. په پولي کرستالونو کې نامتجانستوب (انيزوتروپ والی) يوازې د مونوکرستال په حدود وکې وجود لري. د معاصر فزيک له نظره جامد اجسام يوازې کرستالي اجسام يا کرستالونه دي. د مايعاتو ذرې (ماليکولونه) په نا منظم او نا مرتب ډول سره يو ځای شوې له دی کبله مايعات ايزوتروپ دي.

۵– ۱: ارتجاعي قوه Elastic Force

مخکې مو ولوستل چې قوه کولی شي يوه جسم ته تغيير د شکل ورکړي او يا د هغه جوړونکي ذرې يو د بل په نسبت بی ځايه کړي. په دی صورت کې (د نيوتن د دريم قانون سره سم) د تغيير موندونکي جسم په داخل کې د تغيير راوړونکي قوې په مقابل کې قوه را پيدا کيږي چې کچه يې د تغيير راوړونکي قوې سره مساوي ده دا قوه د ارتجاعي قوې په نوم ياديږي. د بيلګې په توګه هغه وزنه چې د يوه فنر په سر کې ځوړند او هغه کش کوي د فنر ارتجاعي قوې تر اغيزې لاندې راځي. ارتجاعي قوې د يوه جسم د ذرو (ماليکولونو او اتومونو) د خپل منځينی اغيزو نه سر چينه اخلي او په اخري تحليل کې برښنايي طبعيت لري.

څو ډوله د اجسامو تغيير شکل وجود لري لکه: يو طرفه انبساط، يو طرفه تراکم يا انقباض، څوطرفه يا حجمي انقباض، تاو انحنا يا کږيدل 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 يعنی:

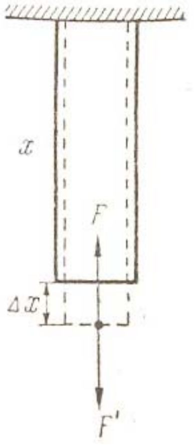
$$F = -k \cdot \Delta x \quad \text{............................} \quad (۵–۱)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 څرګندويه ده.

که چيرې د تغيير راوړونکې يا خارجي قوې له رفع کيدو وروسته ارتجاعي قوې په بشپړه توګه د جسم لومړی بڼه او اندازه اعاده کړي دا ډول تغيير شکل ته ارتجاعي تغيير شکل وايي. د کوچنيو تغيير مکانونو (Δx) په صورت کې د حقيقي اجسامو تغيير شکل ارتجاعي ګڼلې شو. د لويو Δx په صورت کې د جسم په اصطلاح باقي مانده تغيير شکل رامنځ ته کيږي چې په بشپړه توګه د هغه بڼه او اندازه نه اعاده کيږي. په ډيرو سترو تغيير شکلونو کې بنايي جسم مات او خپل اصلي حالت له لاسه ورکړي.

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



(۵- ۲) شکل

فرض کړي د ميلې په کوز سرکې د F' تغيير راوړونکې قوه (خارجي قوه) عمل کوي د ميلې اوږدوالې 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 ښيي چې په ميله کې رامنځ ته شوې اوږدوالي (Δx) د F' قوې او د ميلې له لومړنۍ طول x سره په مستقيمه توګه متناسب او د ميلې د مقطع له مساحت سره په معکوسه توګه متناسب دي يعنی:

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

له دی ځایه:

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

په (۵- ۳) رابطه کې E هغه ضریب دی چې د میلې د مادې د ارتجاعیت ښکارندوی او د ارتجاعیت د مودلس (Modulus) یا د یانګ Young د مودلس په نوم یادیږي.

د (۵- ۲) له رابطې نه لرو چې:

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

که چیرې $\Delta x = x$ او $A = 1$ فرض کړو په دی صورت کې $E = F'$، یعنی د یانګ مودلس په دی توګه له هغې قوې سره مساوي دی چې د واحد مساحت درلودونکې مقطع میله دوه چنده اوږده وي. د SI په سیستم کې دیانګ د مودلس د اندازه کولو واحد N/m^2 دي.

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

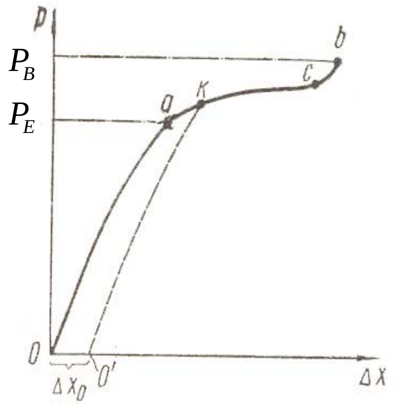
مخکې مو د جامد جسم تغییر شکل په لنډ ډول مطالعه کړ اوس د جامد جسم او کرستالونو د جوړښت په پام کې نیولو سره د هغه تغییر شکل په ژوره توګه او هر اړخیز ډول مطالعه او بررسي کوو. د جسم تغییر شکل د یوه ګراف په واسطه رسموو. د بیلګې په توګه د یوې میلې د یو طرفه انبساط تغییر شکل په پام کې نیسو. په افقي محور د میلې تغییر مکان (د طول زیاتوالې) Δx ، او په عمودي محور فشار په پام کې نیسو، لرو چې:

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

په پورتنی رابطه کې F تغییر راوړونکې قوه او A د میلې د مقطع مساحت دي،

(۵- ۳) شکل.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۵- ۳) شکل

د کمو فشارونو په صورت کې انبساط تقريباً د فشار سره متناسب دي. (د هوک قانون) د تغيير شکل دا ساحه د ارتجاعي تغيير شکل په نوم ياديږي. په ګراف 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 ارتجاعيت د حد په نوم ياديږي.

د فشار د نور زياتوالي په صورت کې په اصطلاح پلاستيکي ارتجاعيت پيل کيږي چې په ګراف کې د ab له منحنی سره مطابقت لري. د فشار د ډير زياتوالي په صورت کې د ميلې زيات انبساط رامنځ ته کيږي چې د جسم په کړيدو يا ماتيدو منجر کيږئ دا فشار په ګراف کې د b له نقطې سره مطابقت لري. د جسم د ماتيدونه مخکې يو بل حالت شته دی چې په هغه کې د انبساط په مقابل کې د جسم مقاومت دوارې يو څه زياتيږي په ګراف کې د (cb) قطعه، د جسم د ماتيدو فشار P_B د استحکام يا ثبات د حد په نوم ياديږي.

که چيرې د يوه جسم د تغيير په صورت کې د هغه د ارتجاعيت له حدنه تيرې ونه شي په دی حالت کې جسم د تغيير شکل راوړونکې قوې له رفعه کيدو وروسته په بشپړه توګه خپله لومړنۍ بڼه اعاده کوي په ګراف کې د بيرته اعادې پروسه د ao په خط حرکت کوي. که چيرې تغيير شکل رامنځ ته کونکې قوه د ارتجاعيت له حد نه تيرۍ وکړي او يا له هغه نه زياته شي (چې په ګراف کې د k له نقطې سره سمون لري) په دی حالت کې د نومورې قوې له رفع کيدونه وروسته جسم خپل لومړنۍ شکل نه اعاده کوي او د تل لپاره

(c) ketabton.com: The Digital Library

د باقي مانده تغيير شکل په نوم د Δx_0 تغيير شکل ساتئ. د جسم د شکل د قسمي اعادې پروسه په ګراف کې د ko' له خط نه عبارت دي.

د يادولو وړ ده چې د ارتجاعي تغيير شکل په صورت کې هم د جسم لومړنی بڼه په آنی اوسم دستي توګه نه اعاده کيږي، بلکې د يو څه وخت نه وروسته چې کله کله دا وخت بنايي څو ساعته او يا څو ورځې وي اعاده کيږي. دا پديده د ارتجاعي وروستنی عمل په نوم ياديږي.

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

د تودوخې په زياتوالي سره د جامد جسم د ذرو حرارتي حرکت ګړندی کيږي او د دوی ترمنځ منحنی واټن زياتيږي. له دی کبله جامد جسم د ګرمولو په پايله کې پراخيږي يا انبساط کوي. تجربه ښيي چې د يوې ميلې د طول زياتوالي يعنی انبساط $\Delta\ell$ د خطي انبساط په صورت کې د هغه د تودوخې له بدلون سره متناسب دي، يعنی:

$$\Delta\ell = \propto \ell_0 \Delta t \quad \text{(۵– ۵)}$$

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

$$\ell = \ell_0 (1 + \propto t) \quad \text{(۵– ٦)}$$

له دی ځايه:

$$\propto = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0 t} \quad \text{(۵– ۷)}$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د خطي انبساط په پايله کې د جسم حجم زياتيږي. د حجمي 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 نوموړي جسم حجم مساوي دي په $v_0 = \ell_0^3$ د t تر تودوخې پورې د مکعب له ګرموالي نه وروسته د هغه هره وجهه مساوي کيږي په $\ell_0 (1+ \propto t)$ او د هغه حجم مساوي دی په:

$$V = \left[\ell_0 (1+ \propto t)\right]^3 = \ell_0^3 \left(1+3 \propto t+3 \propto^2 t^2+ \propto^3 t^3\right)$$

په پورتنۍ رابطه کې د $\propto$ د کوچنيوالي له امله د $\propto^2$ او $\propto^3$ درلودونکو حدونو څخه سترګې پټولې شو يا صرف نظر کولې شو، په پايله کې ليکلې شو چې:

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

که چيرې $3 \propto = \beta$ وي په دی صورت کې

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

په (۵- ۸) رابطه کې β د حجمي 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:

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

په پورتنۍ رابطه کې $\rho_0 = \frac{m}{V_0}$ د جسم کثافت په $t = 0C^{\circ}$ تودوخه کې دي. له (۵- ۹) رابطې نه څرګنديږي چې د يوه جسم کثافت د تودوخې په زياتوالي سره کميږي.

(۵- ٦)، (۵- ۸) او (۵- ۹) رابطې د مايع اجسامو يا مايعاتو لپاره هم ريښتنيې دي، خو يوازې توپير په دې کې دي چې د مايع اجسامو د حجمي انبساط ضريب د جامدو اجسامونه زيات او هغه د $grad^{-1}$ $\left(10^{-4} - 10^{-3}\right)$ په شا او خوا کې دي.

په (۵- ۱) جدول کې د ځينو جامدو اجسامو د خطي انبساط د ضريب $\propto$ قيمتونه د کوټې په تودوخه کې ورکړل شوي دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۵– ۱) جدول د خطي انبساط ځو ضريبونه

جسم	$\propto\left(10^{-6}grad^{-1}\right)$	جسم	$\propto\left(10^{-6}grad^{-1}\right)$
يخ يا کنګل په $0C^{\circ}$ کې	51	پولاد	11
سرپ	29	معمولي شيشه	9
الومنيم	23	پيرکس شيشه	3.2
برونز	19	الماس	1.2
مس	17	اينوار Ni-Fe الياژ	0.7
کانکريت	12	کوارتز	0.5

په پورتنۍ جدول کې ټول درج شوې کميتونه پرته له يخ يا کنګل نه د کوټې په تودوخه کې ورکړل شوې دی.

۵– ۴: ارتجاعيت Elasticity

ټول سخت يا جامد اجسام تر يوه حده دکشش ورټيا يا ارتجاعيت لري په دی مانا چې د کشولو، فشار ورکولو، تاوولو او متراکم کولو په واسطه کولې شو د هغو ابعادوته تريوې اندازې بدلون ورکړو. ددی لپاره چې د ابعادو ددی بدلونو نو په هکله څه ويوهيږو يا تصور وکړو لاندې مثال په پام کې نيسو. که چيرې د يو متر په اوږدوالي او يو سانتي متر په قطر يوې عمودي پولادي ميلې له يوه انجام نه يو کوچنۍ موټر راوځړو ميله کش کيږي خو دا کشش يوازې د $0,55mm$ په اندازه دي پردی برسيره کله چې موټر د ميلې له انجام نه ليرې کړو ميله بيرته خپل لومړنۍ حالت ته ورګرځي، يعنی خپل لومړنۍ طول ته ورګرځي. که چيرې دوه موټره د ميلې له انجام نه وځړو ميله په دايمي ډول کش کيږي چې د موټرو له ليرې کولو نه وروسته خپل لومړنۍ حالت ته نه ورګرځي. او که چيرې د ميلې له انجام نه درې موټره وځړو په دی صورت کې ميله ماتيږي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

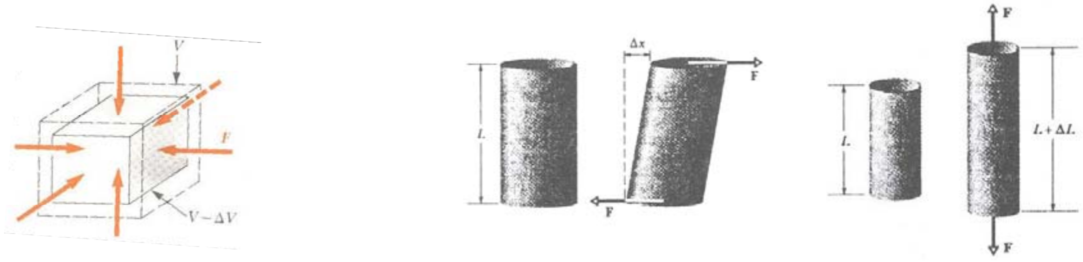
شکل کړي دي. په (۵– ۴ ج) شکل کې يو جامد جسم (مکعب) په مايع کې قرار لري او له هرې خوا د مايع د فشار قوه په هغه باندې عمل کوي. کوم شی چې په دی درې ډوله تغيير شکل کې ونډه لري او يا شريک دي هغه تنش (Streen) يا د تغيير شکل عامله قوه په واحده سطحه دي چې کشش (Strain) يا واحد تغيير شکل $\frac{\Delta L}{L}$ رامنځ 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 توګه د تغيير شکل د عاملې قوې او د جسم د واحدی سطحې له نسبت سره مساوي دي، يعنی:

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

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)

(۵- ۴) شکل

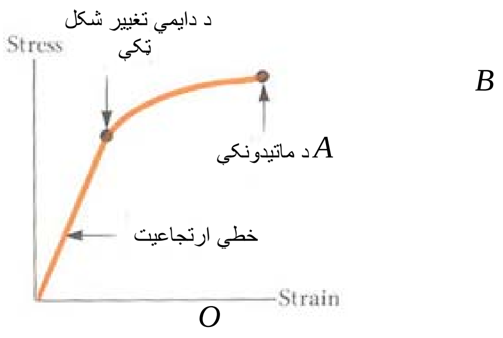
(۵– ۴ الف) شکل کششي تنش، (۵– ۴ ب) شکل برشي تنش او (۵– ۴ ج) شکل هايدروليکي تنش دي. د (۵– ۴) شکل پورته درې واړه حالتونه د (Stress) فشار

(c) ketabton.com: The Digital Library

راوړل او (Strain) کشش مختلف ډولونه دي، خو (Stress) او (Strain) یو د بل سره متناسب دي، او د تناسب ثابت د ارتجاعیت د مودلس په نوم یادیږي، یعنی:

$$Stress = Elastic\ Modulus \times Strain \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۵-۱۱)$$

(۵-۶) شکل د فشار او کشش ترمنځ اړیکه بیانوي.



(۵- ۶) شکل

له (۵- ٦) شکل نه معلومیږي چې د کوچنیو کششونو لپاره د فشار او کشش ترمنځ اړیکه خطي ده، یعنی د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې فشار د کشش سره متناسب دي. په دی ټوټه خط یعنی د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې لیدل کیږي چې که چیرې فشار بیرته صفر کړو کشش هم صفر کیږي، نو له دی کبله د جسم کشش ارتجاعي دي او ویل کیږي چې جسم د ارتجاعیت خاصیت لري (د هوک قانون). که چیرې فشار د A له نقطې نه زیات کړو جسم دایمي تغییر شکل کوي او که فشار نور هم زیات کړو او د B نقطې ته ورسیږو، نو په دی صورت کې جسم ماتیږي یا ټوټه کیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

۵– ۵: کشش او تراکم

د ساده کشش يا تراکم لپاره فشار (Stress) د $\frac{F}{A}$ په ډول تعريفيږئ. يعنی قوه تقسيم په هغه سطحه چې قوه وربانديې عمل کوي قوه لکه څرنګه چې په (۵– ۵) شکل کې ليدل کيږي په سطحه بانديې عموده ده. له دی کبله کشش يا واحد تغيير شکل له واحد پرته د $\frac{\Delta L}{L}$ يو کميت دي. که چيرې يوه اوږده ميله په پام کې ونيسو او فشار په (۵– ٦) شکل کې د A له نقطې نه تيرئ ونکړي هغه وخت که چيرې فشار اعمال شي نه يوازې ټوله ميله، بلکې د ميلې هره برخه يو شان کشش زغمئ، څرنګه چې کشش واحد نه لري په (۵– ۱۱) رابطه کې د ارتجاعيت مودل د فشار په شان واحد لري، يعنی قوه پر سطحه.

د (۵– ۱۲) معادله په لانديې ډول ليکلې شو چې:

$$\frac{F}{A}=E\frac{\Delta L}{L} \qquad (۵– ۱۲)$$

په (۵– ۲) جدول کې د ځينو موادو د ارتجاعيت مودلس يا ديانګ مودلس او کثافت وړکړل شوي دي:

(۵– ۲) جدول د ځينو موادو کثافت او ديانګ مودلس

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۵– ٦: بیاتي کول (برش) **Shear**

د بیاتي کیدو 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 تعریف شوې دي. د بیاتي کولو یا برش لپاره د (۸– ۱۱) معادله په لاندې ډول لیکل کیږي.

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

په (۵– ۱۳) رابطه کې G د بیاتی کیدو یا برش مودل(Shear Modulus) دي.
بیاتي کونکې کششونه د هډوکو په ماتیدو کې خورا مهم رول لري.

۵– ۷: هیدرولیکي فشار (**Streen**)

په (۵– ٦ ج) شکل کې فشار په جامد جسم باندې د مایع له خوا د P وارد فشار دي او دمایعاتو له مبحث نه پوهیږو 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 هیدرولیکي فشار مودل د B په توري ښودل کیږي او د موادو د تراکمي مودل په نوم یادیږئ. په دی حالت کې ویل کیږي چې جسم د هیدرولیکي تراکم لاندې دي او فشار یې د هیدرولیکي تنش په نوم یادیږي. د هیدرولیکي فشار یا تنش لپاره (۵– ۱۱) معادله په لاندې ډول لیکل کیږي.

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

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

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

د آرام سمندر په تل کې چې منځنۍ ژوروالې یې $4000m$ دي فشار مساوي $4{,}0\cdot 10^{7}\,{N}/{m^2}$ دي. په دی فشار کې د اوبو حجم نسبي تراکم $\frac{\Delta V}{V}$ مساوي $1{,}8\%$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

(۵- ۱) مثال: د $102kg$ يو بار د يوه سيم په واسطه چې طول يې $2m$ او د مقطع مساحت يې $0,1cm^2$ دي کشکول کيږي. نوموړي سيم د $0,22cm$ په اندازه له خپل لومړنۍ طول نه اوږديږي. ددی سيم انبساطي فشار، انبساطئ کشش او ديانګ مودلس پيدا کړي؟

حل:

$$\frac{F}{A}=\frac{mg}{A}=\frac{(102kg)(9,8\,{}^{m}/_{\sec^2})}{0,1\cdot10^{-4}m^2}=1,0\cdot10^{8}\,{}^{N}/_{m^2}$$

$$\frac{\Delta L}{L_0}=\frac{0,22\cdot10^{-2}m}{2m}=0,11\cdot10^{-2}$$

$$E=\frac{F/A}{\Delta L/L_0}=\frac{1,0\cdot10^{8}\,N/m^2}{0,11\cdot10^{-2}}=9,1\cdot10^{10}\,N/m^2$$

(۵- ۲) مثال: يوه پولادي ميله چې شعاع يې $9,5mm$ او طول يې $81cm$ دي د $6,2\cdot10^{4}N$ قوې په واسطه په خپل امتداد کشکول کيږي

الف) په ميله باندې وارد شوې فشار (تنش) پيدا کړي

ب) د ميلې د طول زياتوالې او کشش پيدا کړي.

حل:
$$\frac{F}{A}=\frac{F}{\pi R^2}=\frac{6,2\cdot10^{4}N}{\pi(9,5\cdot10^{-3}m)^2}=2,2\cdot10^{8}\,N/m^2$$

ب) د پولاد لپاره $E=2\cdot10^{11}\,N/m^2$ دي

$$\Delta L=\frac{(F/A)L}{E}=\frac{(2,2\cdot10^{8}\,N/m^2)(0,8m)}{2\cdot10^{11}\,N/m^2}$$

$$=8,9\cdot10^{-4}m=0,89mm$$

$$\frac{\Delta L}{L}=\frac{8,9\cdot10^{-4}m}{0,81m}=1,1\cdot10^{-3}=0,11\%$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۵− ۸: د فصل لنډيز

- د هوک قانون عبارت دي له:

$$F = -k\Delta x \text{ ....} (۵- ۱۵)$$

- کله چې اجسام د هغو قوو تر اغيزې لاندې راځي چې په هغو وارديږي د ارتجاعيت د تګ لارې يا د شکل د بدلون د بيان لپاره د ارتجاعيت درې موډولونه کارول کيږي Stress (د طول د بدلون يا تغيير فيصدي). د هوک قانون بيانوي چې په ارتجاعي تغيير شکل کې Stress له Strain سره متناسب دي، يعنی

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

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

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

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 وارديږئ او E د جسم ديانګ 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 کيږي:

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

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 کړې دی د هايدروليکي تراکم لاندې راشي (۵− ۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$P = B\frac{\Delta V}{V} \quad \text{.............................} (۵- ۱۹)$$

په پورتنۍ رابطه کې P فشار (هايدروليکي Stress) کوم چې په جسم باندې د سيال له طرفه وارديږي، $\frac{\Delta V}{V}$، Strain د نوموړی فشار له امله د جسم د حجم د بدلون مطلقه اندازه او B د جسم بلک مودلس دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د پنځم فصل سوالونه

1. د $5KN$ يو بار د يوې ميلې په يوه سر پورې چې قطر يې $28mm$ دي ځړيږي په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) پيدا کړئ؟ ځواب: ($8,1MP_a$)

2. په کوم حالت کې يوه ټاکلې خښته پخپله لاندينۍ خښته زيات فشار واردوي کله چې د اخښته په ولاړې کېښودل شي يا په لماستې؟ 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 کړئ؟ ځواب ($5,0\cdot10^{-4}$)

4. د يوې ميلې مطلق او نسبي د طول زياتوالي يا اوږديدنه په ترتيب $1mm$ او $0,1\%$ دي. د ميلې طول له تغيير شکل نه مخکې څومره وه؟ ځواب ($1m$)

5. د يوې پولادی ميلې پورتنۍ سرمحکم او په کښتنی سر کې يې د $20KN$ وزن ځړيږي. د ميلې طول $5m$ او د مقطع مساحت يې $4cm^2$ دي. په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) او د هغې مطلق او نسبي اوږديدنه پيدا کړئ که چيرې د ميلې د موادو د ارتجاعيت مودل $20\cdot10^{10}\,Pa$ وي؟

ځوابونه ($5\cdot10^7Pa$، $1.25mm$، $2.5\cdot10^{-4}$)

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. همدارنګه که چيرې د ميلې لومړنی طول $200cm$ وي د هغې مطلق او نسبي اوږديدنه پيدا کړئ؟

ځوابونه: (الف $6.27mm$، ب $0,60mm$)

7. د لرګی ستېه (کنده) چې لوړوالي يې $3m$ او پنډوالي يا د مقطع مساحت يې $300cm^2$ دي که چيرې د ارتجاعيت ضريب $10\cdot10^3\,MPa$ وي د $500KN$ قوې تر اغيزې لاندې د کندې مطلق تراکم پيدا کړئ؟ ځواب: (5mm)

8. د يوه مسي سيم سره چې د مقطع مساحت يې $0,5mm^2$ دي څه واقع کيږي که چيرې د هغه له آزاد انجام نه د $1kg$، $2kg$، $5kg$ او $10kg$ کتلو لرونکي اجسام وځړول شي؟ځواب: (په څلورو اړو حالتونو کې سيم حرکت کوي اوږديږي.)

(c) ketabton.com: The Digital Library

شپږم فصل

د سیالو اجسامو میخانیک

سریزه: معمولاً اوبلن اجسام او غازونه د سیالو اجسامو Fluid تر عنوان لاندی څیړل کیږی او په دوو برخو ویشل شوي دي .

الف) اوبلن اجسام، هغه اجساموته ویل کیږي چه د مالیکولو ترمنځ فاصله ئی نظر جامدو اجسامونه زیاته او نسبت غازونوته کمه وي. د اوبلنو اجسامو مالیکولونه د جامدو اجسامو پرخلاف ازادانه حرکت کولاي شي. په هر ظرف کي چه و اچوال شي دهم هغه ظرف شکل نیسي څرنګه چه مایع اجسام خورا زیات دي، نو د کثافت په وسیله د یوبل ځیني پخپلو فزیکي خواصو کي توپیر کیږی .

ب) غازونه هغه اجساموته ویل کیږي، چې د مالیکولو ترمنځ فاصله ئي نسبت مایعاتو ته خورا زیاته ده. د غازونو مالیکولونه په فضا کي ازادانه حرکت کولاي شي. د غازونو مالیکولونه په یو جسم کي ټوله فضا نیسي غازونه هم ډول ډول فزیکی خاصیتونه لري. چه د هغي په ذریعه د یو بل څخه جلا کیږي.

غازونه او مایعات « سیالونه» په ډیرو کمو حالاتو کي د یوبل څخه توپیر لري.

د غازونو او مایعاتو حالتونه، د تودوخي درجي، حجم، فشار، سطحي کشش، لزوجیت، کثافت او داسي نورو فزیکي خصوصیاتو پورې اړوند دي. د میخانک له نقطه نظره، ټول سیال اجسام، په کینماتیکی، دینامیکی او ستاتیکی پدیدوکي څیړل کیږي.

٦– ١: د سیالو اجسامو ستاتیکي حالت Fluid Statics

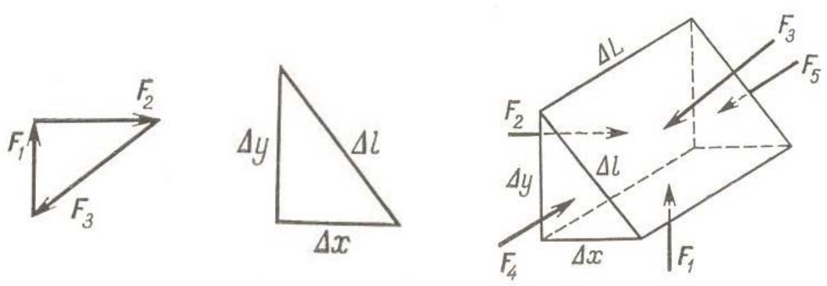
که جهان ته په ژوره توګه و ګورو، نو مطلق خلا په طبیعي حالت کي موجود کیداي نشي، نو ټول اجسام، په سیالو محیطوکي غوټي وهي په دي اړوند په علمي او معمولي ژوندکي د سیالو فزیکي آغیزي د پام وړدي.

په سیال کي غوپه شوي هر جسم باندي د سیال جانبي آغیزي څرګندي دي . که چیري داسي یو جسم په پام کي ونیسو چه په میخانکي سیال کي غوپه شوي وي که سیال د بهیدو

(c) ketabton.com: The Digital Library

په حالت کي نه وي، نو د غوپه شوې جسم په خارجي سطح باندي د سيال لخوا مساوي قوي واردیږي. باید زياته شي چه سيال بايد متجانس ترکيب ولري.ددې موضوع په اړوند يوه عالم د پاسکال (Pascal) په نامه څيړني کړي او دائي ثابته کړي چه د يو غو په شوي جسم په خارجي سطحه باندي د سيال لخوا مساوی قوي عمل کوی، په دی شرط چه داخلی قوي موجودی نه وی، په داسی حالت کي جسم په سيال کي د تعادل حالت اختيار وي. مونږ دغه موضوع په سيال کي غو په شوي يو جسم باندي د شکل مطابق څيړو.

په شکل کي د وکتورونو جهت په جسم باندي د عاملې قوي لوري (جهت) ښيي.



(ب) (الف)

(۶- ۱) شکل

د تعادل حالت د نوموړی منشور ډوله جسم لپاره هغه وخت شوني دي چه په جسم باندي د سيال لخوا د وارد شويو قوو محصله صفر وی. يعنی:

$$F_1+F_2+F_3+F_4+F_5=0 \qquad (١ -٦)$$

پورتني رابطه په لاندينيو دوو معادلو باندي ويشو او داسي ئي ليکلو $F_4 + F_5 = 0$

همدار نګه د شکل مطابق $F_1 + F_2 + F_3 = 0$ د بلي خوا د (۱-٦ 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 $\frac{1}{\Delta L}$ باندي ضرب کړو، نوليکلي شو چې:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د وروستي رابطي څخه ښکاري چه:

$$\Delta x.\Delta L = S_1$$
$$\Delta y.\Delta L = S_2$$
$$\Delta L.\Delta L = S_3$$

که چيري دا قيمتونه په پورتني معادله کي وضع کړو. په پايلي کي لروچې:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} = \frac{F_3}{S_3} = const \qquad (٦- ٢)$$

څرنګه چې فشار د قوي او هغي سطحي له نسبت څخه چه قوه پرې عموداً عمل کوي عبارت دي، نو ليکلې شو چې:

$$P_1 = P_2 = P_3 = const \qquad (٦- ٣)$$

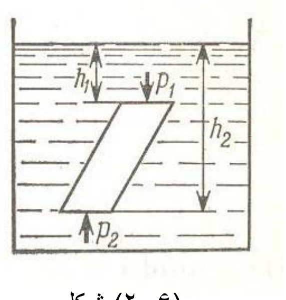
وروستي رابطه د پاسکال قانون بيانوي او هغه دادي. په ولاړ او متعادل سيال کي د واقع جسم په ټولو سطحو باندې يو شان او مساوی فشار عمل کوي.

٦- ٢: د سيال فشار Fluid Pressure

پورتني مثال په جسم باندې د ثقل د قوې په نشتوالي (غياب) کې د سيال فشار ښيي. اوس د (٦- ٢) شکل سره سم د ثقل د قوې په شتون کې په سيال کې په غوپه شوې جسم باندې وارد فشار ترڅيړني لاندي نيسو. په دي حالت کې په جسم باندې محصله فشار عبارت دی له:

پورتني مثال په سيال باندي د ثقل د قوي په نشتو الي (غياب) کي په پام کي نيول شويدي.

$$P_2 - P_1$$



(۶- ۲) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د ثقل د قوي يا وزن لاندې د نيوټن دوم قانون عبارت دي له (۶− ۴)........ $P = m.g$

د بلې خوا (۶− ۵)............... $\rho = \frac{m}{v}$ او يا هم $m = \rho.v$ 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:

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

$$p = \frac{\rho vg}{A}$$

A مساحت او P فشار دي:

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

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

$$p = \rho gh \qquad (۶− ۶)$$

که دغه رابطه د شکل سره پرتله کړونو ليکلي شو.

$$p_2 - p_1 = \rho gh_2 - h_1.\rho g$$

که چيرې د جسم پاسنۍ برخه په سيال کې ډوبه نه وي نو $h_1 = o$ او پدې حالت کې $p_1 = o$ کيږي 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 $p - p_0 = \rho gh$ طبعي خبره ده چه $\rho gh_2 = \rho gh_1$ کيږي.

$$p - p_0 = \rho gh$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

وروستی رابطه د پاسکال د فورمول تطبيق په يوه نقطه کې ښيي. که چيري نوموړي رابطه په نورو ټکو باندي تطبيق کړو، نوعين نتيجه ترې لاسته راځي هغه فشار چه د سيال په عمق کي عمل کوي هايدروستاتيکی فشار بلل کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

هایدروستاتیکي فشار هغه وخت په پام کي نیول کیږي، چه نومورﮢ فشار د ظرف او یا سیال په ژوروالي او جدارونو باندي د محاسبي لاندي نیول کیږي. په دي حالت کي د U ډوله. ظرف په استعمالیدو سره د سیال د تعادل د حالت څخه ګټه پورته کیږي.

په لاندي کښبي دغه موضوع په یو U ډوله ظرف کي د مثال په توګه د مطالعي لاندي نیسو.

مثال :

دوه متقاوت سیال اجسام ، چه کثافتونه ئي یو شان نه دي په یوه U ډوله ظرف کي داسي اچو چه د دواړو سیالو جسمونو ترمنځ تعادل د یو متحرک پستون B پوسیله سره برابر کیږي. فرضاً د سیالونو کثافات په ترتیب ρ_1 او ρ_2 وي. د تعادل په صورت کي چه د B متحرک پستون په وسیله برقراریږي لیکلي شو.

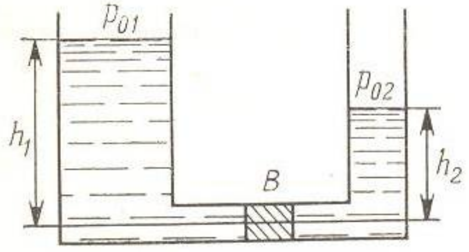
$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2$$

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

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

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

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



(۶- ۳) شکل

په پرانیستی U ډوله ظرف کي د مختلفو اوبلنو اجسام د لوړوالي نسبت د هغوي د کثافت د نسبت سره معکوس تړا ولري.

که چیري د دواړو اوبلنو جسمونو کثافات سره مساوي وي، نو د اوبلنو اجسامو لوړ والي هم مساوي دي. یعني د $\rho_1 = \rho_2$ په صورت کي $h_1 = h_2$ کیږي.

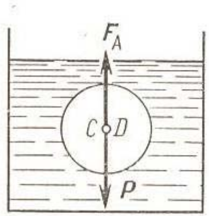
(c) ketabton.com: The Digital Library

٦– ٣: د ارشمیدس قانون Archimedes Law

روایت دي چې په پخوانۍ یونان کې، یو پاچا د خالصو سرو زرو څخه د ځان لپاره د زرګر په وسیله یو ښکلي تاج جوړ کړ، کله چه تاج حاضر کړاي شو، پاچا ته شک پیدا شو چه ګوندي د تاج طلا خالصه نده، غوښتل ئي چه موضوع معلومه کړي، عالمان او بزرګان ئي راو غوښتل او ورته وي ویل، تاسي څنګه کولاي شي چه ځمادي شک ته صحیح او باوري ځواب ووایاست، 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 چیغي کړي و مي موند د پاچا ځواب مي وموند. کورته راغي او یو څو تکراري تجربي ئي وکړي. او په دي بریالي شو چې عملاً ثابته کړي په هر جامد جسم چه په اوبو کي غوپه کړاي شي، نو د خپل حجم په اندازه اوبه د خپله ځایه بي ځاي 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 ښيي.

ارشمیدس د نومړي تاج او خالصو طلاو د تاج برابر بي ځاي شوي او به سره پرتله کړي او دي نتیجي ته ورسید، چه په دي طریقي کیداي شي د نومړي پاچا شک لري کړي.

د بلي خوا څخه کله چه په اوبو کي غو په شوي جسم د اوبو څخه راویستل شی، نو په لوښي باندي د ښکته خوا څخه د جسم د ثقل قوي یعني وزن مخالف د اوبو لخوا قوه عمل کوي، چه د نومړي جسم وزن د بیځایه 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 کیږي:



(۶- ۴) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$F_A = S_{lq}\, g\, v_b \qquad (۶- ۹)$$

په وروستۍ رابطه کي F_A د ارشميدس قوه، ρ_{lq} د مايع يا اوبلن جسم کثافت دي. g د ځمکې تعجيل او v_b د غوپه شوې جسم حجم دي. که چيرې د جسم وزن د هغه د هم حجمه اوبو پر وزن باندې تقسيم کړو، نو د نوموړي جسم مخصوصه وزن تري لاسته راځي.

که چيري $F_A = p$ وي، نو پدي حالت کي جسم د اوبو په منځ کي د تعادل په حالت کي دي.

که چيرې $F_A < p$ وي نو غوپه شوې جسم د لوښې په تل کې کښيني.

که چيري $F_A > p$ وي، نوپدې حالت کي د جسم يوه برخه د اوبو سرته راخيږي.

په دغه درې واړو حالاتو کي د سيال کثافت ډير مهم دي، داځکه چه د ارشميدس قوه د سيال د کثافت سره په مستقيمه توګه تړا ولري.

د تعادل په حالت کي د ارشميدس قوه او جسم د ثقل د قوي د عمل نقطې پر يو بل منطبقي دي. په داسي حال کي چه د نورو دواړو حالتونو په صورت کي دواړه قوي سره انطبول ندي.

۶- ۴: د اجسامو کثافت Density

د هر جسم کتله چه د جسم په واحد حجم کي راټوله شوي ده، د نوموړي جسم د کثافت په نوم ياديږي. او د هغه رياضيکي بڼه داسي ده چې، $\rho = \dfrac{m}{v}$ که کتله په gr او يا kg اندازه شي، او د نوموړې جسم حجم په cm^3 او يا m^3 اندازه کړاي شي، نو د کثافت واحد د $\dfrac{gr}{cm^3}$ او يا $\dfrac{kg}{m^3}$ ځيني عبارت دي. د کثافت موضوع په تخنيک کي ډيره با ارزښته ده. همدارنګه په علمي څيړنو کې د اجسامو سوچه والې يا خالص توب د کثافت سره نيغ په نيغه تړاولري.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د جامدو اجسامو د کثافت اندازه کول کوم ګران کار نه دي. همدارنګه اوبلن مواد هم د کثافت د اندازه کولو خپل ځانګړې ميتودونه لري، چه په مخکنيو درسونو کې ځيړل شويدي. همدار نګه ګازونه د خپلو فزيکي خصوصياتو په نظر کي نيولو سره د کثافت د معلومولو ځانګړي خصوصيت لري.

٦- ١مثال: د غوړيو کثافت $0/91\ gr/cm^3$ دي، د دي غوړيو د 2/5 ليترو کتله پيدا کړي؟

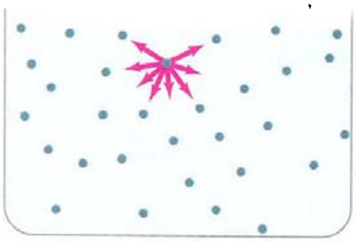
حل: پوهيږ وچې $1L = 1000cm^3$ دي،نوځکه لروچې

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

٦- ٥: سطحي کشش Surface Tension

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

د سطحي کشش پديده، چه په سيالو اجسامو (مايع او ګازونه) عمل کوي، ظاهراً ډيره بسيطه ښکاري، خو کله چه عاملي او په پروسه کي داخله قوي او د محيط جوړښت په پام کي 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 ټوټي داسي ولګو، چه په مايع کې ډوبه نه شي او بيا په ډير احتياط سره هغه د مايع د سطحي څخه



(۶- ۵) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

پورته کږوتر هغه وخته پوري چه د مایع سره د کاغذ ارتباطونه شلیږي، په دي حالت کي د سیال د سطحي د مالیکولونو لخوا په کاغذ باندي قوه واردیږي، چه د سیال د سطحي کشش د قوي په نامه یادیږي. د یو سیال سطحي کشش د لاندیني فورمول په ذریعه لاسته راځي. $\gamma = \frac{F}{d}$

F هغه قوه ده چه د سیال د سطحي د مالیکولونو لخوا د یو جسم په هغه نقطه باندي واردیږي چه د سیال سره په تماس کي ده د سیال د سطحي کشش د اندازه کولو واحد د N/m څخه عبارت دي، اما معمولاً په dyn/cm سره اندازه کیږي په لاندیني جدول کي د سطحي کشش ځیني تجربي قیمتونه لیکل شویدي .

(٦– ١) جدول د سطحي کشش ضریبونه

سطحي کشش په dyne / cm باندي	د تودوخي درجه د سانتي گراد په درجي	هغه سیال چه د هوا سره په تماس کي دي
28.9	20	بنزین
26.8	20	کاربن تترا کلوراید
22.3	20	اتیانول
63.1	20	گلیسیرین
456.0	20	پاره
32.0	20	د زیتون غوړي
25.0	20	د صابون اوبه
75.6	0	اوبه
72.8	20	اوبه
66.2	60	اوبه
58.9	100	اوبه
15.7	−193	اکسیجن
5.15	−247	نیون
0.12	−269	هلیوم

(c) ketabton.com: The Digital Library

د عادي سيال لپاره لکه اوبه د تودوخي د درجي په کميدو سره سطحي کشش زياتيږي. معمولاً د تودوخي درجه د يو جسم د ماليکولونو د حرکت پوري تړاولري . هر څومره چه د تودوخي درجه زياتيږي په هم هغه اندازه د جسم يا سيال ماليکولونه تيزه منډه وهي. په دي صورت کې د ماليکولونو ترمنځ متقابل عمل د هغوي په حرکت کمه اغيزه واردوي، چه په نتيجه کي سطحي کشش هم کميږي. کله چه کالي پريمينځل کيږي، بايد اوبه په ډير قوت سره هغه کوچينو سوريو ترميځ چه د ټوکر د موادو د ليافو په منيځ کي دي ورننوځي.

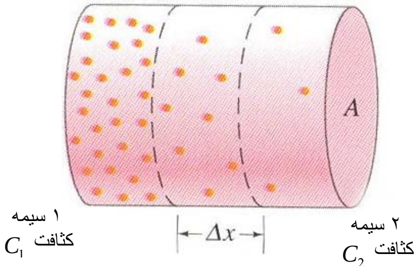
٦– ٦: ديفوژن Diffusion

دوه يو بل سره په تماس کي مايع يو د بل په منځ کې نفوذ کوي ترڅو په بشپړه توګه يو د بل سره ګډی شي. يوازي هغه مايع ګاني چې يو پربل کې د انحلال وړنه وي (لکه اوبه په کوچوکې) يو د بل په منځ کي نفوذ نه کوی. د بيلګې په توګه که چيري د يوه پايپ يا نل په واسطه د اوبو د لوښي په قاعده کې د مسود زمچ محلول ($C_4SO_45H_2O$) توي کړو، نو په لومړي سرکې د دی دوو مايع ګانو ترمنځ واضح او څرګنده پوله يا سرحد په تدريجی توګه له منځه ځي او يو له بل سره ګډيږي. له څو مياشتو وروسته دوی په بشپړه توګه يو له بل سره ګډيږي. د دوو مايع دا ډول ګډيدوته ديفوژن وايی. ديفوژن په ګازونو کې هم واقع کيږی مثلاً دوګ (لوګی) په هوا کې نفوذ کوي او په تدريجي توګه په بشپړه توګه په هوا کې ګډيږي. ديفوژن د ماليکولونو په کثافت او يا په واحد حجم کې د ماليکولونو يا مولونو په شمير پوری اړه لري . په عمومي ډول نفوذ کونکي جسم له هغې سيمې څخه چې کثافت زيات دی د هغي سيمې په خوا حرکت کوی چې کثافت کم وی.

د يفوژن د ماليکولونو د حرکي تيوری او نابيره حرکت په مرسته په اسانی سره توضيح او بيانيږئ. د ديفوژن د توضيح لپاره داسی يو تيوب په پام کې نيسو چې د مقطع مساحت يی A، په کين انجام کې يې د ماليکولونو کثافت زيات او په ښی انجام کې يې د ماليکولونو کثافت کم دی (٦–٦) شکل که چيری نوموړي تيوب له اوبو څخه ډک وي او په هغه کې د ديګ د رنګ يو څاڅکی واچو د ديګ رنګ په تدريجی توګه په اوبو کې نفوذ کوی

(c) ketabton.com: The Digital Library

فرض کړی چې مالیکولونه په نامنظم یا نابیره حرکت کې دی د مالیکولونو خالص جریان په تیوب کې له کینې خوا ښي خوا ته دی.



(۶- ۶) شکل

په تیوب کې د Δx په طول یوه کوچنی مقطع په پام کې نسیو. مالیکولونه د نابیره حرکت په ترڅ کې د 1 او 2 دواړه سیمو څخه نوموړی مرکزی مقطع ته داخلیږی. څرنګه چې د مالیکولونو کثافت په 1 سیمه کې زیات دی له دی کبله له دې سیمې څخه زیات مالیکولونه مرکزی مقطع ته ننوزی په پایله کې د مالیکولونو خالص جریان له کینې خوا څخه ښی خواته دی، یعني د لوړ یا زیات کثافت څخه د ټیټ یا کم کثافت خواته. د مالیکولونو جریان هغه وخت ودریږی کله چې کثافت په ټولو سیمو کې یو شان شي.

د مایعاتو د دیفوژن پروسه د (Fick) د قانون په مرسته بیانیږی. نوموړی په تجربی توګه وټاکل چې د دیفوژن قیمت J په مستقیمه توګه په واحد فاصله کې د کثافتونو له بدلون $\frac{C_1 - C_2}{\Delta x}$ او د مقطع له مساحت A سره متناسب دی. $\frac{C_1 - C_2}{\Delta x}$ د کثافت ډګرادینت په نوم یادیږی.

$$J = DA\frac{C_1 - C_2}{\Delta x} \qquad (٦- ١٠)$$

(٦- ١٠) د دیفوژن معادله ده. D د تناسب ضریب او د دیفوژن د ثابت په نوم یادیږی.

(٦- ١٠) رابطه د دیفوژن د معادلې یا د (Fick)د قانون په نوم یادیږی. که چیری کثافت په mol/m^3 سره وښیو، په دی حالت کې J د هغو مولونو شمیر دی چې په یوه ثانیه

(c) ketabton.com: The Digital Library

کې له راکړل شوی نقطې څخه تیریږئ، که چیرې کثافت په $\frac{kg}{m^3}$ سره اندازه شي، په دی صورت کې J په یوه ثانیه کې لیږدول شوی کتله ده $(\frac{kg}{sec})$.

دیفوژن په جامدو اجسامو کې هم لیدل کیږئ خو ډیر ورو اوبطی تر سره کیږی 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 لری، د بیلګې په توګه د نباتاتو تغذیه د دیفوژن د عملیې پر بنسټ صورت نیسي.

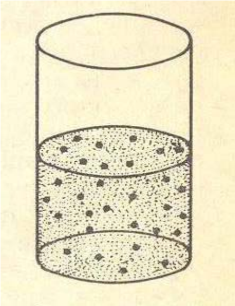
۶- ۷: د اوسموس عملیه Osmosis

کله چه یو کلک جسم په اوبلن جسم کی حل کیږی، د نوموړی جسم مالیکولونه د اوبلن جسم په ټول حجم کی په مساویانه توګه تقسیم کیږی، او حاصل شوی ترکیب ته محلول وئیل کیږی. هغه اوبلن جسم چه جامد جسم پکښی حل کیږی د محلل (Solvent) په نوم یادیږی، یعنی د کلک جسم حل کوونکی او کلک جسم ته چه حل کیږی حل کیدونکی جسم یا منحله جسم (Soluble) وایي.

که چیري د حل کیدونکي جسم کتله m د v محلل په واحد حجم کی حل کړو په نتیجه کی د محلول غلظت چه په C سره ښودل کیږی لاسته راځی.

$$C = \frac{m}{v} \qquad (۶- ۱۱)$$

که چیری د یو محلول غلظت کم وی، نو داسی محلول کمزوری محلول بلل کیږی.



(۶- ۷) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

کمزوری محلول په يوه ظرف کي د شکل مطابق په نظر کی نيسو د حل شوی مادې ماليکولونه په نومورې ظرف کې په ټکو سره ښودل شويدی دلته د محلل ماليکولونه د حل شوی جسم په مقايسه ډير کوچنی په نظر کي نيسو. په دی لحاظ د دوی د ماليکونو ترمنځ د عمل قوه وجود نلری. په دی لحاظ په ضعيف محلل کی د حل شوی جسم ماليکولونه د خيالی گاز حالت را په گوته کوی، په دی توپير چه په مايع کی د حل شوي جسم ماليکولونه لکه د گاز په شان آزادانه حرکت نشی کولای. دغه تشابه مونږ دی نتيجی ته رسوی چه په حل شوی جسم باندی د خيالي گازونو قوانين تطبيق کړو.

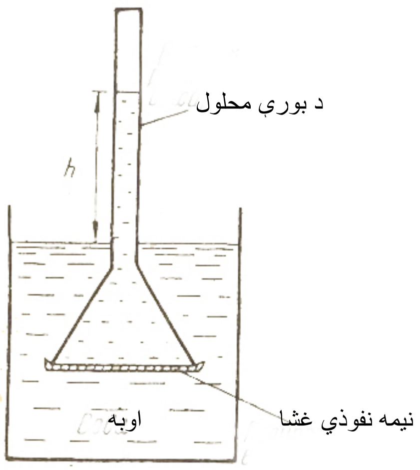
په خاص حالت کي داسي وړانديز کوو چه حل شوی ماده په محلول کی قسمي فشار P رامنځ ته کوی، دغه فشار د گازونو د حرکی انرژي په تيوري او د مندليف– کلا پيرون د معادلو په اساس د لاندنيو فورمولونو په ذريعه حاصليږی.

$$p = \frac{2}{3}\bar{n}_0\bar{w} \qquad (۱۲-٦)$$

$$p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v} \qquad (۱۳-٦)$$

n_0 په مايع کی د حل شوی جسم يا مادی د ماليکولونو تعداد .

$\bar{w}$ د حل شوی جسم حرکی انرژي μ او m په ترتيب سره د حل شوي مادې کتله او دهغې د يو کيلومول کتله ده په داسي حال کې چې V او T د محلول حجم او د تودوخې درجه او R د گازونو عمومي ثابت دي. د دی لپاره چه په عملی توگه دغه فشار ووينو، نو لاندينی تجربه بايد اجرا شي.



(۶- ۸) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د شکل مطابق يوه داسی نفوذی غشا په نظر کې نيسو، چه يوائې محلل تري تيرشی او په محلول کی حل شوی جسم يا مادی ته د تيريد و امکان ورنکړی.
د مثال په توګه د ظرف په اوبوکي ويلې شوی قند په نظر کی نيسو.
يوه نيمه نفوذی غشا، چه اوږد نل لری، په دغه محلول کې کيږدو، نيمه نفوذي غشا د اوبو ماليکولونو ته د تيريدو اجازه ورکوی،
په داسې حال کی چه د قند لوی ماليکولونه ددې نيمه نفوذی غشا څخه تيريدلې نه شی. د دي لپاره چی عمليه په جوته توګه وليدلای شی. د نيمه نفوذی غشا محلول او د ظرف اوبه په عين سطحه سره برابرؤ او وروسته، اوبه ورو ورود نيمه نفوذي 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 سطحي څخه د h په اندازه لوړ شي. دغه لوړوالي د عمليې اړوند فشار ارائه کوی چه قسمی فشار نوميږی او د اوبو او د قند د محلول د عمل په نتيجه کی رامنځ ته کيږی.
د محلول جدا کيدل د خالص محلل څخه او سموس بلل کيږی، چه په نتيجه کی ئی قسمی اضافي فشار رامنيځ ته کيږی.
په نل کی حاصل شوي فشار د ρgh څخه عبارت دی لدغه ځايه او سموسی فشار عبارت دي له .

$$p = \rho g h$$

پداسې حال کی چه ρ د محلول کثافت ، g د ثقل د قوی تعجيل همدارنګه کيداي شي او سموسي فشار د لاندنيو فورمولونو پوسيله هم اندازه کړو.

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

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

پورتني عمليه او فورمولونه د خيالي ګازونو او په مايع کی حل شو مواد و د فشار د رامنيځ ته کيدو ورته والي ښيي. اوس غواړو او سموسی فشار د قند د محلول لپاره د $p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v}$ پوسيله معلوم کړو د قند کيمياوي فورمول $C_{12}H_{22}O_{11}$ دی، پداسی حال کی چه $t = 27c^\circ$. د محلول غلظت $0.034\ {}^{kg}/_{liter}$ په اوبو کي دی. د قند د فورمول مطابق کيلومول کتله عبارت ده له:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\mu = 342$$

$$p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v} = \frac{0/034.82 \cdot 300}{342.1}$$

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

$$p = \frac{CRT}{\mu} \qquad (۱۴ - ٦)$$

لدغه ځایه نتیجه لاسته راځی چې:

او سموسی فشار مستقیماً د محلول د تودوخي د درجي او غلظت سره متناسب دی. په داسي حال کی چه د حل شوی جسم د مالیکولي کتلي سره معکوس تناسب لري.

د او سموس د عملیی قانون د لمړی ځل لپاره په 1887 عیسوی کال کی، د هالندی کیمیا پوه واند- هوف (Vant Hoff) پوسیله برقرار شوی دی. د واند هوف د قانون په اساس د اوسموس عملیه د محلل پوری تړاونه لري.

د اوسموس عملیه د ټولو ژوندیو اجسامو د تغذئي په سیستم کی جوت رول لوبوي، نباتات، حیوانات او حتي انسانان د خپل ژوند د بقا لپاره د دغي عملیي پذریعه خپلي ټولي اړتیاوي تامینوي. او د ژوندیو اجسامو فزیولوجیک فعالیت تامینوی.

٦- ۲: مثال:

د اوکسجن د ګاز $m = 10g$ د تودوخي په $t_1 = 10c^\circ$ او د $p = 3atm$ فشار لاندی واقع دی. په ثابت فشار کې له تودولو وروسته اوکسجن انبساط کوی او $V_2 = 10l$ حجم اشغالوی. پیداکړی:

(الف) له انبساط څخه د مخه د ګاز حجم V_1 (ب) د t_2 د تودوخي درجه له انبساط څخه وروسته (ج) د ګاز کثافت له انبساط څخه د مخه ρ_1 او له انبساط څخه وروسته ρ_2 .

حل:

(الف) د مندلیف –کلاپیرون له معادلي څخه ګټه اخلو:

$$pv_1 = \frac{m}{\mu}RT_1$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

که چيرې $T_1 = 283grad$ ، يعني له تودولو څخه د مخه د اوکسجن مطلقه تودووخه، $\mu = 32 {kg}/{kmole}$ د اوکسجن کتله وی

$R = 8.32 \times 10^3 J/(grad \cdot kmole)$ د ګازونو نړيوال ثابت دي.

$$V_1 = \frac{mRT_1}{\mu p} = \frac{0/01kg \cdot 8.32 \times 10^3\, J/(grad.kmole).283grad}{32\, kg/kmole.3.1/013.10^5\, N/m^2} = 2.4 \cdot 10^{-3} m^3 = 2.4 Liter$$

ب) وګنی چې ګاز په ايزو باريک توګه ګرم شويدی دګی– لوسک له قانون څخه ګټه اخلو:

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

T_2 د اوکسجن مطلقه تودوخه وروسته له ګرمولو څخه دی.

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

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

ج) د منديليف کلابيرون له معادلې څخه د کثافت لپاره لروچې:

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

$$\rho_1 = \frac{3.1/03.10^5\, N/m^2 .32\, kg/kmole}{8.32 \times 10^3\, J/(grad.kmole) .283grad} = 4/13\, kg/m^3$$

$$\rho_2 = \frac{3.1/03 \cdot 10^5 N/m^2 \cdot 32 kg/kmole}{8.32 \cdot 10^3 J/(grad \cdot kmole) \cdot 907grad} = 0.99\, kg/m^3$$

اوس غواړو په لنډيز سره غازونه او پر هغوی باندی د تطبيق وړ قوانين مطالعه کړو.

ګازونه: د ګازونو تعريف مو مخکې د سيال اجسامو په څېړنی کی کړېدي، دلته يو ځل بيا دهغوي په اړوند يوڅه بحث کو، ګازونه د فزيکي خصوصياتو له نظره په دوؤ، برخو ويشل شويدی.

الف – خيالی ګازونه Ideal gases

ب – حقيقی ګازونه Real gases

(c) ketabton.com: The Digital Library

زمورږ په څیړنه کی یوائې خیالي ګازونو او دهغو د فیزیکي خواصو د توضیح کولو قوانین څیړل کیږي. خیالی ګازونه، هغه ګازونو ته ویل کیږی چه په یو حجم کې د هغوي د مالیکولونو تصادم امکان ډیر کم وی مالیکولونه ئی په یوه لوښی کی یو تر بله په لیرې فاصله کی واقع دی.

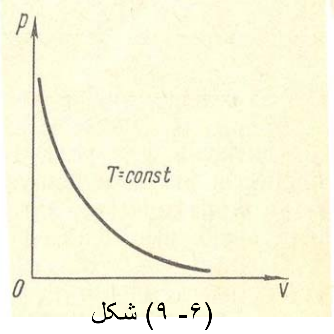
په اولسمه پیړي کي یو شمیر عالمانو په تجربوی ډول د خیالی ګازونو لپاره یو تعداد قوانین وضع کړل چه تر اوسه د دغه علماو په نوم نومول کیږي.

په عمومي توګه د ټولو اجسامو فزیکي حالت د تودوخې د درجې، فشار او حجم او داسې نورو فزیکی کمیتونو پوري اړوند دي. خو ګازونه په ډیره چټکي سره ددغه دریو کمیتونو په تغییر ورکولو سره ډیره ژر بدلون کوي.

٦– ٨: د بایل– ماریوت قانون Boyle-Mariot Law

که چیري په یو لوښي کې د تودوخي درجه $T = const$ ثابته وساتل شي او د ټاکلي خیالي ګاز حجم ته د فشار په تابع تغییر ورکړو نو داسي یوې فزیکي عملیې ته ایزوترمیک عملیه ویل کیږي او که چیري $v = cosnt$ ثابت وي او p فشارته د تودوخي درجي په بدلون سره تغیر ورکړي نو داسي یوبي عملیې ته ایزوخوریک Isochoric ویل کیږي دلته $p = p_0(1 + \beta t)$ دي چه ګراف یې یو مستقیم خط دی. $p_{\circ}$ د ګاز فشار په $0c^{\circ}$ او β د ګاز د فشار د حرارتی ضریب په نوم یادیږي، t د تودوخی درجه همدارنګه که چیري $p = const$

او حجم د تودوخي د درجي په تابع تحول وکړي. پدي حالت کي $v = v_{\circ}(1+\alpha t)$ د عملیي ته ایزوباریک Isobaric ویل کیږي.



(۶- ۹) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

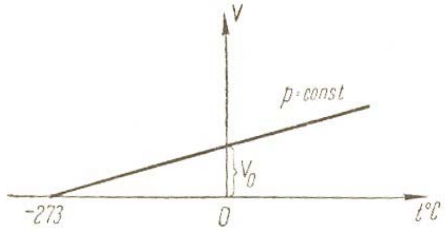
په دي رابطه کي α د گاز د حجمي انبساط ضريب دي. $v_{\circ}$ د گاز حجم د سانتي گراد په صفر درجه، او t د تودوخي درجه ده.

يو انگليسي عالم په 1662 عيسوي کال کي په تجربې توگه ثابته کړه چه د تودوخي درجي په ثابت قيمت سره د گاز د حجم او فشار تغيير حاصل ضرب تل يو ثابت قيمت لري. يعني $p.v = const$ په دي شرط چه $t = const$ وي، ددغه عالم د تجربې شخه پنځه کاله وروسته يو فرانسوي عالم د ماريوت ، په نامه پرته له دي چې د بايل شخه خبر شي پورتنی رابطه په عملي توگه ثبوت کړه چه دغه قانون بايل ماريوت، په نامه و نومول شو. ترډغه وخته د گازونو حرکي تيوري ډير انکشاف نه وه کړي. نو په دي لحاظ دغه قانون د خپل وخت د گازونو د توضيح ښه قانون بلل کيږي. په دغه قانون کي مهم شرط دا دي چه عمليه بايد ايزوترميک و اوسي.

٦- ٩: د گيلو-سک قانون Gay-Lussac's Law

گيلو سک په کال 1802 کي د خيالي گازونو لپاره ايزوخوريک او ايزوباريک عمليې تر څيړنې لاندې و نيولي او په نتيجه کي ئي په عملي توگه ثابته کړه چه

$$v = v_{\circ}(1+\alpha t)\text{ ، او } p = p_{\circ}(1+\beta t)$$



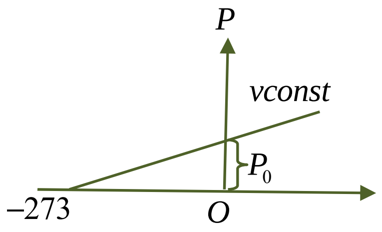
(۶- ۱۰) شکل

که د شکل له مخې د عمليې ايزوخوريک او ايزوباريک مستقيم خطونه مطالعه کړو، نو لاسته راغلي معادلي لانديني شکلونه ځان ته غوره کوي.

د $t = 0$ لپاره

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\begin{cases} p = p_{\circ} \\ v = v_{\circ} \end{cases}$$ دي



(۶- ۱۱) شکل

د بلي خوا څخه دواړه ايزوخوريک او ايزوباريک مستقيم خطونه د t محور په $-273^{\circ}c$ کي قطع کوي.

دغه نقطي ته صفر مطلقه ويل کيږي، چه په هغه کي د ټولو اجسامو فشار او حجم مساوي صفر دي. دا داسي مانا افاده کوي چه ټول اجسام په دغه درجي کي کنګل کيږي:

همدارنګه ليدل کيږي چه $0^{\circ}c$ د $273k$ کلوين سره مساوي ده. د کلوين د تودوخي درجي ته د ترموديناميک د تودوخي درجه هم وئيل کيږي.

$$k = 273 + t^{\circ}c \qquad (۶- ۱۷)$$

همدارنګه د α او β عملي قيمتونه عبارت دي له:

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

که دا قيمتونه په $v = v_{\circ}(1+\alpha t)$ او $p = p_{\circ}(1+\beta t)$ رابطو کي وضع کړو. نوليکلي شو چې:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

څرنگه چه $273 = T_{\circ} k^{\circ}$ دي دا څکه چه $T = T_{\circ} + t$ ، $T = 273 + t$ دي

$$v = v_{\circ}\left(\frac{T}{T_{\circ}}\right)$$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{T}{T_0} \qquad (٦- ١٩)$$

همدارنگه د ايزوبار د رابطي څخه په اساني سره ليکلي شو چه:

$$\frac{p}{p_{\circ}} = \frac{T}{T_{\circ}} \qquad (٦-٢٠)$$

د وروستيو دوو رابطو د پرتلې څخه ليکلي شو چه:

$$\frac{v}{v_{\circ}} = \frac{p}{p_{\circ}} \text{ ، } v.p_{\circ} = v_{\circ}.p \qquad (٦-٢١)$$

که چيري وروستي رابطي ته عموميت ورکړو نوليکلي شو چه:

$$p_1.v_1 = p_2.v_2 = \cdots = p_n.v_n = const \qquad (٦- ٢٢)$$

دغه رابطي يو ځل بياد بايل ماريووت فورمول ثابتوي.

٦- ١٠: د دالتون قانون Dalton's Law

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

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

$$p = \sum_{i=1}^{n} p_i = p_1 + p_2 \cdots + p_n \qquad (٦- ٢٣)$$

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 ليرې کو. هغه غاز چه پاتي دي ، د هغه فشار معلومو او هغه ته p_1 وايو، په همدي ترتيب د مخلوط نورو اجزاو ته p_2 ، p_3 او داسي نور وايو چه په نتيجه کي د گاز د ټولو

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

٦– ١١: د اووګدرو قانون Avogadro's Law

په کال 1811 ميلادي کې ايتالوي فزيک پوه اووګدرو په مختلفو غازونو باندي، ډول ډول تجربي وکړي، او په نتيجه کي ئي يو قانون راځرګند کړ، چه دده په نامه باندې نومول شوي دي.

ددې قانون پربنسټ په مساوي فشار او د تودوخي په مساوي درجه کي ټول ګازونه مساوي حجم لري. د غه حجم په نورمالو شرايطو کي، $22.42\,\frac{m^3}{kmole}$ چه مساوي په $22.42\cdot 10^3\,\frac{liter}{kmole}$ کيږي دي.

٦– ١٢: د منديليف – کلاپيرون قانون Mendelyev-Clapeyron Law

مخکې مو وڅيړل چه د ګازونو حالت د يو پارامتر په ثابت ساتلو او دوو، نورو متحولينو سره د ګاز حالت د کوم قانون څخه پيروي کوي. اوس د ګازونو عمومي حالت څيړو. په دي حالت کي حجم ، فشار او د تودوخي درجه يوځاي تغيير کوي، او دهغي په نتيجه کي کوم قانون چه رامنيځ ته کيږي په کال 1834 ميلادي کي د اووګدرو پوسيله کشف شويدي. اووګدرو دا قانون د بايل – ماريوت او ګيولوسک د قوانينو د ترکيب څخني لاسته راوړي دي.

فرضاَ د يو ګاز د m کتلي حالت د V_1, T_1, P_1 پارامترونو پوسيله مشخص شوي دي. د نوموړي ګاز حالت يو بل حالت ته چي د P_2, V_2, T_2 پاراميترونو پوسيله ځانګړي کيږي تغيير ورکوو.

دغه عمليه د دوو لاندنيو حالاتو پوسيله لاسته راوړو.

الف – د ايزوترميک عمليي په ذريعه $T = const$ د نوموړي ګاز حجم V_2 او فشارئي P_1 سره مساوي کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب – وروسته بياد ايزوخوريک $V = const$ عمليي په ذريعه د نومړي ګاز د تودوخې درجه T_2 او فشار يې P_2 ته رسيږي.
په دغه ګاز باندي د عمليي لومړي پړاو د بايل – ماريوت د قانون په ذريعه په لاندي توګه ليکل کيږي.

$$V_1P_1 = V_2P_1'$$

لدغه ځايه

$$P_1' = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

د عمليي دويمه برخه د ګيولو– سک د قانون په وسيله په لاندي توګه ليکل کيږي.

$$\frac{p_1'}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

که د P_1' قيمت په وروستي رابطه کي وضع کړو، نوليکلي شو چه:

$$\frac{P_1V_1}{V_2.P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{V_2P_2}{T_2}$$

دغه روابط ښيي چه د ګاز د ټاکلي کتلي لپاره $\frac{PV}{T}$ ثابت کميت دي.

$$\frac{Pv}{T} = B = \text{const tant} \qquad (٢٤-٦)$$

وروستې رابطه د کلاپيرون د معادلي په نامه ياديږي دلته B د ټولو ګازونو لپاره مساوي قيمت لري، په دی شرط چه د ګاز د حالت د مشخص کيدو پارامیترونه مساوي وي.
د $1kmole$ ګاز لپاره پورتني رابطه داسي ليکل کيږي.

$$\frac{PV_\mu}{T} = B$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اوګدرو قانون په اساس د B په عوض لیکلي شو چه $\frac{PV_\mu}{T} = R$ ، R د ګاز د عمومي ثابت په نامه سره یادیږي د دغه ثابت په نظر کي نیولو سره لیکلي شو چه:

$$PV_\mu = RT \quad ....(٦- ٢٥)$$

وروستۍ رابطه د $1kmole$ ګاز لپاره د مندلیف کلاپیرون معادله ده ویلې شو چه د ګاز حجم د هغه د کتلي سره په عین فشار او تودوخي درجه کي متناسب دي.

پورتني مفهوم داسي افاده کیږي. $\frac{\mu}{m} = \frac{V\mu}{V}$ ، μ د یو کیلو مول ګاز کتله او V د m کتلي ګاز حجم دي. که چیري V_μ قیمت په $PV_\mu = RT$ کي وضع کړو، نولیکلي شو چي:

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

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

وروستي رابطه د کلاپیرون د ګاز رابطه ارائیه کوي.

د وروستي رابطي په مرسته د ګاز کثافت په لاندي توګه معلومیږي.

$$P = \frac{m}{\mu V}RT \quad ....(٦- ٢٦)$$

خرنګه چه $\rho = \frac{m}{v}$ دي، نو لیکلي شو چه

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ددغې رابطې په مرسته، د ګاز ثابت په لاندي توګه محاسبه کیږي لیکن د $\frac{PV\mu}{T} = R$ رابطي څخه د R قیمت د ترمودینامیکي نورمالو شرایطو په اساس په اساني سره لاسته راځي.

که چیري $p = 1atm$، atm فزیکي (اتموسفیر) 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 سیستم کي $1atm = 1{,}013.10^{5} \frac{N}{m^{2}}$ او $1lit = 10^{-3} m^{3}$ ددغو ارقامو په پام کي نیولو سره لیکلي شو چې:

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

دغه کمیتونه د تجربي پوسیله لاس ته راغلي.د موضوع نظري څیړنه، د مالیکولي فزیک په تیوري کي کیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

٦– ١٣: د فصل لنډیز

- قوه چې په واحد سطحه باندی عمل کوی د فشار په نوم یادیږي، یعنی:

$$P = \frac{F}{A} \quad (٢٨ - ٦)$$

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

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} \quad (٢٩ - ٦)$$

- په مایع کې په غوپه شوي جسم باندي د ارشمیدس قوه عمل کوی، نوموړی قوه عبارت ده له:

$$F_A = \rho_{1q} g V_b \quad (٣٠ - ٦)$$

په پورتنی رابطه کې F_A د ارشمیدس قوه، ρ_{1q} د سیال کثافت، g د ځمکي د جاذبي تعجیل او V_b د غوپه شوي جسم حجم دی.

- د ایدیال ګاز لپاره د بایل ماریوت قانون لاندی بڼه لری.

$$PV = const \quad (٣١ - ٦)$$

- د ایدیال ګازونو لپاره د ګي – لوسک قانون عبارت دی له:

$$\frac{V}{T} = const \quad (٣٢ - ٦)$$

نوموړي قانون بیانوي چې په ثابت فشار کې که چیری د ګاز یوه ټاکلي اندازه ګرمه یا سړه شی د حجم نسبت پر تودوخه ثابت باقی پاته کیږي.

- د دالتون د قانون سره سم د ګاز د یوه مخلوط فشار د مخلوط د اجزاوود فشار له مجموعی سره مساوی دی، یعنی:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

- د اوگدرو قانون بیانوي چې په مساوی فشار او د تودوخې په مساوی درجوکې ټول گازونه مساوي حجم لری.دا حجم په معیاری یا نورمالو شرایطو کې $22{,}42.\frac{M^3}{kmol}$ یا $22{,}42.10^3\,\frac{liter}{kmol}$ دی.
- د مندلیف – کلاپیرون قانون عبارت دی له:

$$PV\mu = RT \quad (٦-٣٤)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

شپږم فصل تمرین

1− په یوه هایدرولیکي پروسه کې د کوچني پستون سطحه $2cm^2$ او دلوی پستون $500\ cm^2$ ده.که چیرې کوچني پستون په $25\ {cm}/{sec}$ سرعت سره ښکته کیږي معلومه کړئ چې لوی پستون په کوم سرعت سره پورته کیږي؟ ځواب: ($0.1\ {cm}/{sec}$)

2− یو استوانوی لوښي له مایع نه ډک او مساحت یې $200\ cm^2$ دی د یوه پستون په واسطه چې کتله یې $1\ kg$ ده محکم شوی دی. معلوم کړئ چې پستون څومره فشار په مایع واردوي؟

(الف) له وزن نه پرته

(ب) د $5\ kg$ کتلې لرونکی وزن سره.

ځواب (الف: $0.49kPa$، ب: $2.9kpa$)

3− په دوو یو له بل سره نښتو لوښو کې سیماب اچول شوی دی او د هغو له پاسه په یوه لوښي کې د $48\ cm$ په ارتفاع غوړي او په بل لوښي کې د $20\ cm$ په ارتفاع د خاورو تیل اچول شوی دی. په دواړو لوښو کې د سیمابو د سطحې توپیر پیداکړئ؟ ځواب: ($\Delta h = 2cm$)

4− له اوبو ډک یوه لوښي کې د $2\ cm^2$ په مقطع یو نل داخل او په نوموړي نل کې $72g$ غوړي اچول شوی دی. د اوبو اوغوړ یو د سطحې توپیر پیدا کړئ؟ ځواب: $\Delta h = \frac{m}{s}\left(\frac{1}{\rho_{oil}} - \frac{1}{\rho w}\right) = 4cm$

5− د هغه اتموسفیر کتله پیدا کړئ چې د ځمکې کره یې احاطه کړې دی؟ ځواب: ($5.3 \cdot 10^{18}kg$)

6− له اوبو ډک یوه لوښي کې دلرگي یوه ټوټه اچول شوی ده، که چیرې اوبه له لوښي نه خارج نه شي. معلومه کړئ چې د لوښي په قاعده او د یو الونوکي

(c) ketabton.com: The Digital Library

فشار بدلون کوی؟ ځواب: بدلون کوی ځکه چې د اوبو سطح په لوښې کې لوړیږي.

7- دلرګی یوه ټوټه په اوبوکی لامبو وهی او $\frac{3}{4}$ برخه یی په اوبوکی ډوبه ده . دلرګی کثافت پیداکړی؟

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

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 توګه متراکمه کوی او حجم $4lit$ ته رسیږی او فشار یی $2.10^5 P_a$ ته لوړیږی. د ګاز لومړنی فشار پیدا کړی؟ ځواب ($4 \cdot 10^5 pa$)

10- د نورمال فشار لاندی په یوه لوښې کی $5lit$ هوا وجود لری دا لوښې له یو بل خالی لوښی سره چی ګنجایش یی $4{,}5lit$ دی نښلوی په وروستی لوښی کی هوا نشته دی. په دواړو لوښوکی 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 $10lit$ ګاز په ایزوباریک توګه له $273^\circ K$ نه تر $323^\circ K$ پوری سړه وی. د ساړه شوی ګاز حجم پیدا کړی؟ ځواب ($8.5liter$)

13- که چیری دبرښنا په ګروپ کی د هوا د تودوخی درجه د ګروپ له رڼاکولو نه وروسته له $15^\circ c$ نه تر $300 \ c^\circ$ پوری لوړه شي. د هوا فشار څومره زیاتیږی؟ ځواب: (تقریباً دوه ځله)

(c) ketabton.com: The Digital Library

14- په $15^{\circ}c$ تودوخه کې د هایدروجن فشار $1{,}33.10^{5}P_a$ او حجم یې $2lit$ دی. د ګاز حجم له متراکم کیدونه وروسته $1{,}5lit$ او تودوخه یې تر $30^{\circ}c$ لوړه شوه. د هایدروجن فشار معلوم کړۍ؟
ځواب($1.9\cdot10^{5}pa$)

15- په $0^{\circ}c$ تودوخه او $1{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کې د هوا یوه کتله $1lit$ حجم اشغالوی. د تودوخې په کومه درجه کې به د نوموړې هوا فشار $2\cdot10^{5}P_a$ شی په داسې حال کې چې نوموړې کتله په وروستی حالت کې $2lit$ حجم اشغال کړي؟ ځواب: ($\approx 820°C$)

16- په $100^{\circ}c$ تودوخه او د $1{,}0MP_a$ فشار په صورت کې یو کیلومول (kmole) ګاز څومره حجم اشغالوی؟ ځواب ($\approx 3.1m^3$)

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

18- د هیلیوم کثافت په $127^{\circ}c$ تودوخه او $8{,}3\cdot10^{5}P_a$ فشار کې څومره دی؟ ځواب ($1.0\,{}^{kg}/_{m^3}$)

19- د هوا د تودوخې درجه باید څومره وی ددی لپاره چې په $5\cdot10^{4}P_a$ فشار کې د هغه کثافت نورمال وی؟ ځواب ($\approx 140°C$)

20- د اوکسجن او کاربن دای اوکساید ترکیب یا مخلوط په دی ډول دی $32g$ اوکسجن او $22g$ کاربن دای اوکساید په $0^{\circ}c$ تودوخه او $1{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کې د نوموړې مخلوط کثافت پیدا کړي؟
ځواب: ($\approx 1.6\,{}^{g}/_{lit}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

21− په نورمالو شرايطو کی د هوا کثافت $1{,}3\, ^{g}/_{lit}$ دی. د هوا کثافت په $100^{\circ}c$ تودوخه او $4{,}0\cdot10^{5}P_{a}$ فشار کی پيدا کړی؟
ځواب: ($3.8\, ^{g}/_{liter}$)

22− په يو سرخلاصی بيکرکي په $20^{\circ}c$ تودوخه کی هوا بايد څومره گرمه شی ترڅو د هوا کثافت دوه ځله کم شی؟ ځواب: (313℃)

(c) ketabton.com: The Digital Library

اوم فصل

د مايعاتو او ګازاتو ديناميک 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 هايدرو ديناميک په نوم هم ياديږي. هايدرو ديناميک د يو لخت يو پارچه يا پرله پسي (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 مينځۍ تعامل او آغيزې مطالعه کيږي. او يا هم د مايعاتو او ګازاتو په ديناميک کې حرکت کونکې مايعات او ګازات مطالعه کيږي.

حقيقي يا ريا ل مايع هغه مايع ده چې تراکم منونکې وي او د فشار په زياتوالې سره يې حجم کم او کثافت يې زياتيږي. خو د يادولو وړ ده چې د مايع د تراکم ورتيا ډيره کمه ده. د بيلګې په توګه که چيرې د اوبو فشار له $1atm$ نه تر $100atm$ پورې لوړ کړو د هغه په پايله کې د اوبو کثافت يوازې $0,5\%$ زياتيږي. $atmosphere \rightarrow atm$ (اتموسفير) د فشار د اندازه کولو يو واحد دی.

$$1atm = 1,033at = 760mm \cdot Hg = 1,013bar = 1,013 \cdot 10^5 Pa$$

په متحرکو مايعاتو کې د فشار بدلونونه په دی کچه نه وي، له دی کبله د متحرکو مايعاتو له فشرده کيدو څخه سترګې پټولې شو. هغه مايع چې لزوجيت ونه لري او فشرده کيدونکې نه وي د ريا ل مايع په نوم ياديږي.

لومړۍ د هغو قوو په هکله خبرې کوو چې د مايع د حرکت لامل کيږي.

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 کيږي په مايع عمل کوي. په حقيقي مايعاتو کې پردی قوو برسيره د مايع د ماليکولونو قوې علاوه کيږي. دا قوې چې د مايعاتو د غلظت لامل کيږي 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

کې وي. د نيوټن 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 نومړو قوو د اغيزې له امله يې په لاس راوړې. دا حقيقت د هايدروديناميک 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 کړې.

د مايعاتو او ګازاتو جريان د مودل په توګه د جريان د ساحې په واسطه داسې تشريح 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. همدارنګه د مايع په داخل کې د يوې ذرې د مسير د تعقيب لپاره له رنګه موادو يا د المونيمو له پودرنه چې د مايع په مسير کې اچول کيږئ ګټه اخيستی شو. د ګازاتو جريان د رنګه ګازونو لکه دوګ (دود) په مرسته څارلې او تعقيبولې شو.

که چيرې د حرکت په حال مايع کې د قلم رنګ د يوه باريکه تار په توګه تويې کړو ليدل کيږي چې دا باريکه رنګه تار په يوه ټاکلي خط ځان مرتبوي چې د جريان د خط په نوم ياديږي. په يوه جريان کې د جريان خط هغه مسير دی چې د مايع ذره يې طي کوي. د مايع د ذرې د سرعت وکتور د هغه د جريان په خط باندې مماس وي (۷– ۱) شکل.

(۷- ۱) شکل

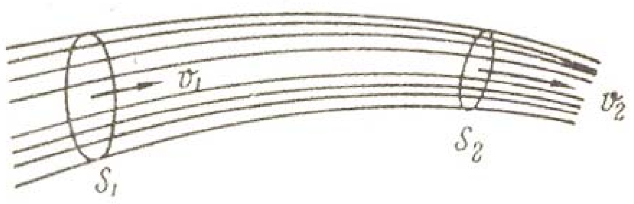
که چيرې يوه مستوي سطحه د جريان په جهت عمود په پام کې ونيسو د جريانو د خطونو شمير چې له نومړې سطحې نه تيريږي د جريان د خطونو د کثافت په نوم ياديږي. د جريان د خطونو کثافت د يوې مايع په داخل کې د سرعت توزيع ارائيه کوي. په هره

(c) ketabton.com: The Digital Library

اندازه چې د جریان خطونه په یو ځای کې زیات وي په هم هغه اندازه د جریان سرعت هلته زیات دي. که چیرې د جریان د سرعت وکتور د فضا په هره نقطه کې ثابت وي او یا ثابت پاته شي په دې حالت کې جریان د مستقر جریان او یا د تقریباً ثابت جریان په نوم یادیږي.

۷– ۱: د تمادیت معادله The Equation of Continuity

د (۷– ۲) شکل سره سم د مایع په جریان کې د S_1 او S_2 دوه مقطع ګانې چې په هره یوه کې د مایع سرعت په ترتیب سره V_1 او V_2 دي په پام کې نیسو. دا چې مایع د تراکم وړنه ده او نه بیلیدونکې ده، نو د Δt په وخت کې له نوموړو مقطع ګانو، نه مساوي حجم او همدارنګه Δm مساوي کتله مایع تیریږي.



(۷- ۲) شکل

د S_1 په پراخه مقطع کې تیرودونکې مایع د استواني بڼه لري چې قاعده يې S_1 او ارتفاع يې $V_1 \cdot \Delta t$ او حجم يې $S_1V_1\Delta t$ دي. په همدې ډول په تنګه مقطع S_2 کې د تیریدونکې مایع حجم $S_2V_2\Delta t$ دي له دې ځایه لرو چې:

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

$$SV = const \quad \text{.................................(۷– ۱)}$$

(۷– ۱) رابطه د مایع د تمادیت معادله ده.

(۷– ۱) مثال: د متحولې مقطع درلودونکې نل د $15cm^2$ په مقطع کې د اوبو سرعت $2 \, m/\sec$ دي. د $10cm^2$ په مقطع کې د اوبو سرعت پیدا کړې.

حل: د تمادیت له معادلې نه لرو چې:

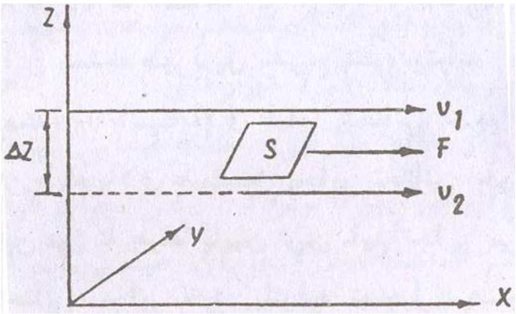
(c) ketabton.com: The Digital Library

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

$$V_1 = \frac{S_2V_2}{S_1} = \frac{15cm^2 \cdot 2\, {}^{m}\!/_{\sec}}{10cm^2} = 3\, {}^{m}\!/_{\sec}$$

۷- ۲: لزوجيت او د ستوکس قانون Viscosity and Stokes Law

که چيرې د مايع يوه طبقه د بلې طبقې په مخ ونښويږي په دی صورت کې د اصطکاک يوه قوه رامنځ ته کيږي. که چيرې پورتنۍ طبقه په زيات سرعت سره حرکت وکړي. په دې حالت کې کښتنۍ طبقې ته چې بطي حرکت کوي يو تعجيل ورکوي. دا قوې د اصطکاک د قوې په نوم ياديږي. په هره اندازه چې سطحه لويه وي په هغه اندازه د اصطکاک قوه لويه ده او همدارنګه د اصطکاک قوه له يوې طبقې نه بلې طبقې ته د سرعت د بدلون سره متناسبه ده. اوس دوه طبقې داسې په پام کې نيسو چې د يوې سرعت V_1 او د بلې V_2 وي او د دوی ترمنځ فاصله ΔZ دي (۷- ۳) شکل.



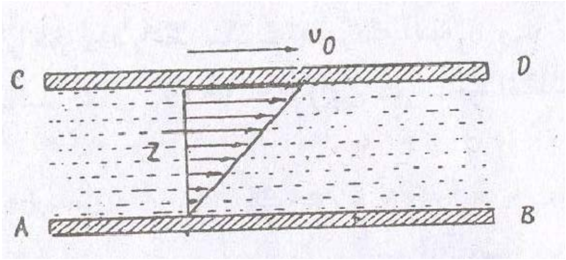
(۷- ۳) شکل

په دې حالت کې د اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F = \eta s \frac{\Delta v}{\Delta z} \qquad (۷- ۲)$$

په بله تجربه کې د AB او CD دوه موازي لوحې داسې په پام کې نيسو چې د دوې ترمنځ د Z په پنډوالې يوه کيفي مايع وجود لري (۷- ۳) شکل. د AB لوحه ثابته او د CD لوحې ته په خپله مستوي کې د V_0 په سرعت سره ښې خواته حرکت ورکوو. ليدل کيږي چې د مايع مختلفې طبقې يو د بل پاسه په مختلفو سرعتونو سره ښې خواته ښوييږئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۷- ۴) شکل

د مایع هغه طبقه چې له CD سره نښتې یا په تماس کې ده د V_0 سرعت لري او داسې معلومیږي چې دCD سره نښتې ده. هغه ته ورته د مایع هغه طبقه چې له AB سره په تماس کې ده هم له هغې سره نیښتې معلومیږي، یعنی د هغې سرعت صفر دی. د مایع 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 توګه زیاتیږي. دا مسئله په لاندې ډول تشریح کیږي. په شکل کې د مایع تر ټولو پورتنۍ طبقه چې د V_0 په سرعت حرکت کوي پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه یوه مماسي قوه واردوي، همدا عمل دا طبقه پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه تر سره کوي. په همدې ترتیب دا عمل د مایع ترټولو کښتنۍ طبقې پورې صورت نیسي، یعنی هره طبقه پخپله کښتنۍ طبقه یوه تعجیل ورکونکې قوه F واردوي. د نیوټن د دریم قانون سره سم کښتنۍ مجاوره طبقه په پورتنۍ طبقه یوه د F تأخیري قوه واردوي. پورتنۍ دواړه قوې د اندازې له نګاه یو بل سره مساوي دي. په پایله کې د لزوجیت ضریب η په لاندې ډول تعریفیږي:

$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}} \quad \text{.................................} (۷- ۳)$$

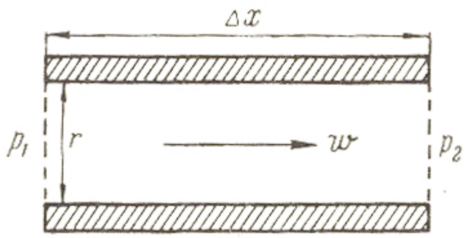
هغه جریانونه چې تر اوسه پورې مو مطالعه کړل د آرام یا (Laminar) یا طبقه ایزوجریانونو په نوم یادیږي، په دی حالت کې د مایع طبقې یو پر بل ښویږئ. که چیرې مایع له یوه نل یا پایپ نه تیره شي او خپل سرعت زیات کړي په دی حالت کې خپل طبقه ایزخاصیت له لاسه ورکوي او بی ترتیبه کیږي. مایع په شدیده توګه مخلوطیږي، د مایع د

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 $\left(10^{-3}-1\right)\frac{kg}{m \cdot \sec}$ په شاوا خوا کې دي. له دی سره سره د مايعاتو د لزوجيت ضريب د تودوخې تابع دی، يعنی د تودوخې په زياتوالې سره کميږي. د بيلګې په توګه د اوبو د لزوجيت ضريب په صفر درجه د سانتي ګريد کې $\eta=1,8\cdot10^{-3}\frac{kg}{m \cdot \sec}$ او په $90C^{\circ}$ کې $\eta=3,2\cdot10^{-4}\frac{kg}{m \cdot \sec}$ دي. فرانسوي عالم پايزولي (Poiseuille) ثابته کړه چې:

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

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



(۷- ۵) شکل

(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 دی 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 تشکيليږي دلته د اصطکاک قوې په مايع کې رامنځ ته کيږي او د مايع هغه طبقې چې له جسم سره په تماس کې دي هڅه کوي چې جسم له

(c) ketabton.com: The Digital Library

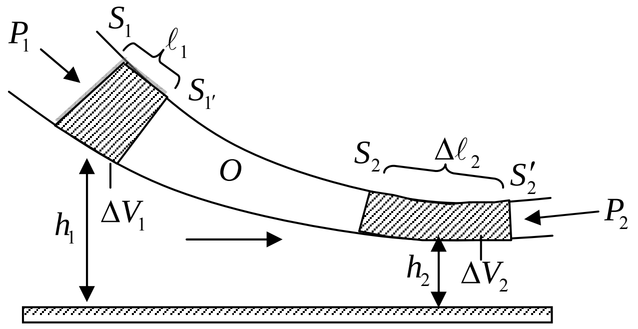
ځانه سره کش کړي. د اصطکاک دا قوه چې د مقاومت د قوې په نوم هم يادېږي د جسم د سرعت V، د مايع د لزوجيت ضريب η او د جسم له شعاع r سره متناسبه ده، يعنې:

$$F = 6\pi\eta r V \quad \text{.................................(۵ –۷)}$$

(۷– ۵) رابطه د ستوکس (Stokes) قانون دي، نوموړي قانون په ګاز کې د کروي ډوله اجسامو د حرکت لپاره هم صادق دي د بيګلې په توګه د باران د ځاځکو رالويدل په اتموسفير کې.

۷– ۳: د برنولي معادله Bernaulli Equation

د مايعاتو د حرکت د مطالعې په صورت کې زياتره داسې فرض کيږئ چې د مايع د يوې برخې ځاى 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 کوچنۍ دي جدا کوو، يا د (۷– ٦) شکل سره سم يو مايل نل چې د متحولې مقطع درلودونکې او له کينې خوانه ښي خواته مايع پکې جريان لري په پام کې نيسو.



(۷- ۶) شکل

د هغې مايع حجم په پام کې نيسو چې د نل د ديوالونو او S_1 او S_2 مقطع ګانو په واسطه محدود شوې دي. د Δt په وخت کې دا حجم د مايع د جريان په امتداد تغيير مکان کوي او په دى وخت کې د S_1 مقطع د S_1' موقعيت ته تغيير مکان کوي او د $\Delta\ell_1$ واټن طى کوي، او د S_2 مقطع د S_2' ته تغيير مکان کوي او د $\Delta\ell_2$ واټن طى کوي. د جريان د

(c) ketabton.com: The Digital Library

تماديت او پرله پسی توب پر بنسټ په شکل کې خط شوې حجمونه يو د بل سره مساوي دي، يعنی $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$

د مايع د هرې ذرې انرژي د هغې ذرې د حرکي او پوتانشيل له انرژي نه د ځمکې د جاذبې د قوې په ساحه کې متشکله ده. د جريان د ثابت والي له امله هغه ذره چې د Δt له وخت نه وروسته د نل د نه خط شوې برخې يوې نقطې د بيلګې په توګه د پام وړ حجم د O نقطې ته رسيږي. د هغه سرعت (او حرکي انرژي) درلودونکې ده چې په هغه نقطه کې واقع ذرې د پيل په لحظه کې درلوده. له دې کبله د ټول مطالعې لاندې حجم د انرژي تزايد ΔE د ΔV_1 او ΔV_2 کوچنيو حجمونو د انرژي د توپير په شان محاسبه کولې شو.

د نل مقطع او $\Delta \ell$ دومره کوچني غوره کوو 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 ليکلې شوو:

$$\Delta E = \left(\frac{1}{2}\rho\Delta V V_2^2 + \rho\Delta V g h_2\right) - \left(\frac{1}{2}\rho\Delta V V_1^2 + \rho\Delta V g h_1\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٦)$$

په پورتنی رابطه کې ρ د مايع کثافت دي.

په ايدياله مايع کې د اصطکاک قوې وجود نه لري. له دی کبله د انرژي تزايد (٧- ٦) رابطه بايد له هغه کار سره مساوي وي چې د فشار د قوې په واسطه په جدا شوې حجم باندې تر سره کيږي. د نل په جانبي سطحه باندې د فشار قوه په هره نقطه کې د ذرو په تغيير مکان باندې عموده ده، نو ځکه کار نه ترسره کوي. د قوې کار يوازې د S_1 او S_2 په مقطع ګانو باندې اجرا کيږي، دا کار صفر نه دی او مساوي دی په:

$$W = P_1 S_1 \Delta\ell_1 - P_2 S_2 \Delta\ell_2 = (P_1 - P_2)\Delta V \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٧)$$

د (٧- ٦) او (٧- ٧) رابطو له تساوي نه لرو چې:

$$\frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g h_2 + P_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٨)$$

خرنګه چې د S_1 او S_2 مقطع ګانې په بشپړه توګه په کيفي ډول غوره شوې دي، نو ځکه د جريان د هرې مقطع لپاره د $\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h + P$ افاده ثابت قيمت لري، يعنی:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h + P = const \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٩)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۷− ۹) رابطه د برنولي معادله ده د نومړي معادلې د کيڼې خوا لومړی حد د مايع مخصوصه حرکي انرژي، دويم حد يې مخصوصه پوټانشيل 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 دی 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، پوټانشيل 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 هايدروليکي فشار دي له دی کبله د برنولي د قانون بل بيان په دی ډول دي:

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

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

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = const \quad \text{.................................(۷− ۱۰)}$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۷– ۴: د فصل لنډیز

- د تمادیت معادله عبارت ده له:

$$VS = const$$

- د لزوجیت ضریب عبارت دی له:

$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}}$$

- د ستوکس قانون بیانوي چې:

$$F = 6\pi\eta r v$$

- د پایزولي د قانون پر بنسټ په پایپ یا نل کې د مایع د لامیناري جریان منځنۍ سرعت د مایع د فشار له ګرادینت $\frac{\Delta P}{\Delta X}$، د پایپ د شعاع r له مربع سره په مستقیمه توګه او د مایع د لزوجیت له ضریب η سره په معکوسه توګه متناسب دي، یعنې:

$$\overline{V} = \frac{-\Delta P}{\Delta X}\frac{r^2}{8\eta}$$

په پورتنۍ رابطه کې د منفي علامه ددې څرګندویه ده چې د جریان سرعت د فشار د ګرادنیت په خلاف لورې یا جهت کې دي.

- د یوه غیر افقي نل لپاره د برنولي معادله په لاندې ډول ده:

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اوم فصل تمرين

1. په يوه افقي نل کې د اوبو د جريان اندازه $2\,{}^{m^3}\!/_{\min}$ ده د اوبو د جريان سرعت د نل په هغه نقطه کې پيدا کړي په کوم ځای کې چې د نل قطر الف) $10cm$ ب) $5cm$ دي. ځوابونه: (الف $4,24\,{}^{m}\!/_{\sec}$ ، ب $17\,{}^{m}\!/_{\sec}$)

2. د اوبو د يوې لويې ذخيرې په يوه خوا کې د اوبو له سطحې نه $16m$ لاندې يو کوچنی سوری وجود لري. له سوري څخه د اوبو د جريان اندازه $2,5\cdot10^{-3}\,{}^{m^3}\!/_{\min}$ ده. پيدا کړي:

الف) د اوبو د جريان سرعت له سوري نه د خارجيدو په وخت کې

ب) د سوري قطر. ځوابونه (الف: $17.88\,{}^{m}\!/_{sec}$، ب: $0.137cm$)

3. د اوبو جريان له يوه افقي نل نه تيريږي. په هغه نقطه کې چې د اوبو سرعت $2\,{}^{m}\!/_{\sec}$ او د مقطع مساحت يې A دي د اوبو فشار $4,5\cdot10^{4}\,Pa$ دي. د مايع سرعت او فشار د مقطع په هغه نقطه کې پيدا کړي چې د مقطع مساحت $\frac{A}{4}$ دي؟

ځوابونه ($V_2 = 8\,{}^{m}\!/_{\sec}$ ، $P_2 = 44970Pa$)

4. د يوې متحولې مقطع درلودونکې يوه افقي نل پراخه مقطع $40cm^2$ او تنګه مقطع يې $10cm^2$ ده. په نل کې د اوبو د جريان اندازه $4\cdot10^{-3}\,{}^{m^3}\!/_{\sec}$ ده پيدا کړي

الف) د اوبو سرعت په پراخه او تنګه مقطع کې

ب) د دواړو مقطعو تر منځ د فشار توپير ځوابونه: (الف $V_1 = 0,025\,{}^{m}\!/_{\sec}$ ، $V_2 = 0,4\,{}^{m}\!/_{\sec}$ ، ب $P_1 - P_2 = 15,9375Pa$)

5. په يوه پايپ کې اوبه بهيږي. په هغه نقطه د پايپ کې چې قطر يې $8cm$ دي د اوبو فشار $2,5\cdot10^{4}\,Pa$ په بله نقطه کې چې $0,5m$ له مخکينی نقطې نه لوړه ده د پايپ قطر $4cm$ او د اوبو فشار $115\cdot10^{4}\,Pa$ دي.

الف) په ټيټه او لوړه نقطه کې د اوبو د جريان سرعت پيدا کړي

ب) د اوبو بهيدو اندازه يا مقدار معلوم کړي؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځوابونه: (په ټیټه نقطه کې $0{,}83\,m/\sec$) په لوړه نقطه کې $3{,}3\,m/\sec$ ب
$4{,}15\cdot10^{-3}\,m^3/\sec$

6. په یوه پایپ کې چې د مقطع مساحت یې $4.0cm^2$ دي د $5\,m/\sec$ په سرعت اوبه حرکت کوي. د پایپ د مقطع د مساحت په زیاتوالي سره تر $8{,}0cm^2$ پورې اوبه په تدریجي توګه تر $10m$ پورې راښکته کیږي

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

ب) که چیرې په لوړه سطحه کې فشار $1{,}5\cdot10^5\,Pa$ وي په ټیټه سطحه کې فشار پیدا کړي؟ ځوابونه: (الف: $2.5\,m/sec$، ب: $0.5\cdot10^5pa$)

7. د اوبو لیږدونکي یوه نل داخلي قطر $2{,}54cm$ او په هغه کې د اوبو سرعت $0{,}914\,m/\sec$ او فشار یې $172375Pa$ دي. که چیرې دا نل د $1{,}27cm$ قطر درلودونکي نل سره وصل شي او د یوه تعمیر دویم پوړته چې د ننو تلو د نقطې نه $7{,}62m$ لوړ واقع دي یوړل شي. په دویم پوړکې د اوبو سرعت او فشار معلوم کړي؟
ځوابونه: ($3{,}658\,m/\sec$، $8{,}95\cdot10^4\,Pa$)

8. که چیرې د یوې الوتکې د وزر لاندې سطحه کې د هوا سرعت $110\,m/\sec$ وي ددې لپاره چې دوزر لاندې او دوزر د پاسه سطحو ترمنځ د فشار توپیر $900Pa$ وي. د وزر د پاسه سطحې په مخ د هوا سرعت باید څومره وي د هوا کثافت $1{,}30\cdot10^3\,gr/cm^3$ دي؟ ځواب: ($116\,m/\sec$)

9. د متحولې مقطع درلودونکي نل کې اوبه جریان لري او د $15\,m/\sec$ په سرعت سره له نل نه خارجیږي. د نل د کینې او بنې خو قطرونه په ترتیب سره $5cm$ او $3cm$ 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 خارجیږي

ب) په کینه خوا کې د اوبو جریان سرعت څومره دي

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

ځوابونه: (الف $6{,}4m^3$ ب $5{,}4\,m/\sec$ ج $9{,}8\cdot10^4\,Pa$)

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د نل لومړنۍ یا ابتدائي شعاع $0,200m$ ، منځنۍ یا وسطي شعاع یې $0,400m$ او وروستۍ یا نهایي شعاع یې $0,600m$ ده. که چیرې په لومړنۍ مقطع کې د اوبو د جریان سرعت $9,00\cdot10^{-2}\ {}^{m}/_{sec}$ وي. په وروستۍ یا اخرنۍ مقطع کې د اوبو سرعت پیدا کړئ؟

ځواب: $(0,01\ {}^{m}/_{sec})$

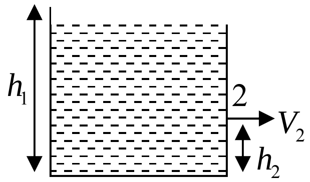
11. یوه مایع چې کثافت یې $900\ {}^{kg}/_{m^3}$ دي په یوه افقي نل کې چې مقطع یې متحوله او له $1,90\cdot10^{-2}m^2$ نه تر $9,50\cdot10^{-2}m^2$ پورې بدلون کوي جریان لري. په نل کې د پورتنیو دوو مقطعو ترمنځ د مایع د فشار توپیر $7,20\cdot10^{3}Pa$ دي. پیدا کړي

الف) د اوبو د جریان مقدار

ب) له نل نه د تیریدونکي مایع کتله ځوابونه: (الف $0,00776\ {}^{m^3}/_{sec}$ ب $69,8\ {}^{kg}/_{sec}$)

12. د برنولي د معادلې نه په ګټه اخیستنه سره د هغې تراکم نه منونکې مایع سرعت پیدا کړي چې د یوه سرپرانیستې لوښې د یوه کوچنۍ سورې نه خارجیږي (۷– ۷) شکل.

ځواب: $V_2=\sqrt{2g(h_1-h_2)}$



(۷- ۷) شکل

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

14. په مایعاتو او ګازاتو کې ولې تیله کونکې قوه رامنځ ته کیږي؟

(ځواب: تیله کونکې قوه د فشار د توپیر له کبله په مختلفو ژوروالیو کې رامنځ ته کیږي)

15. یوه مایع چې کثافت یې $791\ {}^{kg}/_{m^3}$ دي په آرامه توګه د یوه افقي نل نه چې مقطع یې $A_1=1,2\cdot10^{-3}m^2$ نه تر $A_2=\frac{A_1}{2}$ پورې بدلون کوي یعنی تنګیږي تیریږي. د نل د تنګي او پراخې برخو تر منځ د فشار توپیر $4120Pa$ دي. د نل نه د تیریدونکې مایع مقدار پیدا کړي؟ ځواب: $(2,24\cdot10^{-3}\ {m^3}/{sec})$

(c) ketabton.com: The Digital Library

16. د يوې ورسۍ (اشه داری) اندازه $3{,}4m$ په $2{,}1m$ کې ده. د طوفان او باد د تیریدو له کبله د باندې هوا فشار $0{,}96atm$ کمیږي، خو د کوټې د ننه د هوا فشار $1{,}0atm$ ساتل کیږي. کومه خالصه قوه په ورسۍ باندې عمل کوي؟
ځواب: $(2{,}9\cdot10^4 N)$

17. د کورنه د لاندې د اوبو د نل داخلي قطر $1{,}0in$ ، د اوبو سرعت $3{,}0 \,{}^{ft}\!/_{\sec}$ او فشار يې $25 \,{}^{Lb}\!/_{in^2}$ دي. که چیرې دا نل د يو بل نل سره چې قطر $0{,}50in$ دي وصل شي او دويم پوړته چې له ځمکې نه $25\,ft$ لوړ دي يوړل شي. په دويم پوړ کې الف) د اوبو سرعت ب) د اوبو فشار پیدا کړي؟
ځوابونه: (الف $12 \,{}^{ft}\!/_{\sec}$) ب $13 \,{}^{Lb}\!/_{in^2}$)

18. د اوبو دوه واړه سیندونه يو له بل سره يوځای کیږي او يو نسبتاً لوی سیند جوړوي. د لومړی واړه سیندسور $8{,}2m$ او ژوروالې يې $3{,}4m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2{,}3 \,{}^{m}\!/_{\sec}$ دي. د دويم واړه سیند سور $6{,}8m$ او ژوروالې يې $3{,}2m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2{,}6 \,{}^{m}\!/_{\sec}$ دي. د دواړو ورو سیندونو نه جوړ شوی لوی سیندسور $10{,}5m$ او د اوبو د جريان سرعت په هغه کې $2{,}9 \,{}^{m}\!/_{\sec}$ دي. د لوی سینده ژوروالې معلوم کړي؟ ځواب: $(4m)$

19. يو جسم له يوه فنري ترازو نه راځړيږي. دا ترازو په هوا کې د هغه وزن $30N$، په اوبو کې $20N$ او په يوه بله مايع کې چې کثافت يې مجهول دي $24N$ بنيي. د وروستی مايع کثافت پیدا کړي؟ ځواب: $(600 \,{}^{kg}\!/_{m^3})$

(c) ketabton.com: The Digital Library

اتم فصل

تودوخه Heat

سریزه :تودوخه او ساړه هغه مفاهیم دی چه په انسانی او تخنیکی اړخونو کی تری ګټه اخیستنه د ډیرپخوانیو زمانو څخه رواج لری، کله چه ژمی شی، انسانان کوټو ته مخه کوی په معاصره نړی کی، دتو دوخی دحاصلولو لپاره مختلف میتودونه شته، خوپه وروسته پاتی نړی کی لاتر اوسه دسون د یو عنعنوی او ساده موادو لکه لرګي، بوټی دحیواناتو فضله مواد، حتی کله کله خپله حیوانات هم دتودوخی دتولیدې ضرورت په حیث استعمالیږی، دتودوخی ډیره لویه چینه زموږ په لمریز نظام کی لمردی. لمردتودوخی دحاصلولو ډیره پاکه اومطمٔنه چینه ده په کلیوالی او ښاری چاپیریال او معاصره نړۍ کی دلمر تودوخې څخه ګټه اخیستنه ډیره مروجه شوی ده. همدارنګه دنفت اوګاز دسوزولو څخه هم ډیره ګټه اخیستله کیږی ، برښنا داوبو او اتومی سون موادو څخه په لاس راځي دبرښنا څخه په پخه ولو اوتودولو کې خورا ډیره ګټه اخیستل کیږی :
انسانان ودی ته متوجه شوی دی ، چه دانرژی د ټولو قسمونو څخه په تودوخه کې ګټه اخیستنه یوشان نده . دچاپیریال ککړتیا، دروغتیایي حالت ساتنه دا ټول هغه څه دی چې باید له پامه ونه غورځول شي. اوس که اصل موضوع ته راشو دعلما و له نظره تودوخه په مختلفو وختونو کی په متفاوته بڼه ځیړل شوی ده ، دلمړی ځل لپاره یو انګلیسي عالم د رامفورد (Rumford) په نامه د تودوخی دارزونی په اړوند د ډیرو تجربودسرته رسولو وروسته یوه نظرپه رادمخه کړه چه د کالوریک (Coloric) نظریی په نوم یادیږی او په لاندینو اصولو ولاړه ده:
الف– تودوخه ذخیره کیدای شی ، که چیری څو تاوده او نسبتاً ساړه اجسام په یوتړلی ظرف کی یوځای کړو ، نودتودو اجسامو څخه تودوخه ساړه اجسام اخلی – هغومره تودوخه چه تود جسم یا اجسام له لاسه ورکوی ، په همدغه اندازه ساړه اجسام تودوخه اخلی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب ــ کله چه اجسام تودوخه اخلی نو انبساط کوی .(پرسيږي، اوږديږی) اوحجم يې زياتيږي.

ج ــ کله چه ديوجسم حالت دجامد څخه مايع ته او دمايع څخه ګاز ته تغيير مومی، نو په دغه حالتونو کی دتودوخی درجه تغيير نکوی، بلکه تودوخه دجسم دحالت په داخلی تغيير کی مصرف کيږی.

د ډيرو پخوا زمانو څخه دتودوخی په اړوند دوه متضادی نظريی موجودی وی. چه هری نظريی يوشمير طرفداران درلودل. ديوی نظريی طرفداران په دی باورؤ چه ګوندی، تودوخه يو قسم حرکت دی، اودبلی نظريی طرفدارانو ويل چه تودوخه يو قسم سيال دی.

وروستی نظريی ډيرطرفداران درلودل او دنونسمی پيړی ترپای ډيره دباور وړوه. ددی تيوری په بنسټ، تودوخه ديو سيال د جريان څخه عبارت دی، چه کالوريک نوميږی ددغې نظريی په اساس کلوريک چه په هر جسم ورزيات شی، په نوموړی جسم کی دتودوخی ددرجی او چتيدو باعث ګرځی او دهغه جسم څخه چه دکلوريک مقدارکم شويدی ، دهغه دتودوخی درجه کميږی . پدغه نظريه کی دالازمه ده چه وويل شی، چه کالوريک نه ايجاد کيدای شی اونه له منځه ځي. او داورستی جملې د الف برخی حقايق تاييدوی، ديوجسم انبساط هم دتودوخی ددرجی په پورته کيدو سره په دی ډول توضيح کيږی چه د ب په قسمت کی راغلی دی . کله چه کالوريک ديو جسم څخه وبل جسم ته ليږدول کيږی ، نودنوموړی جسم دتودوخی درجه پورته ځي اودغه ليږدول شوی کالوريک دانبساط سبب ګرځي.

داجسامو دحالت په بدلون کی دتودوخی درجی ثابت ساتنه په تجربی لحاظ يوښکاره حقيقت دی چه د تودوخی دکالوريک سيلان دپام وړوه او باور پری کيدلای شولو. وروسته د تخنيک دپرمختګ سره اودتودوخی څخه په مختلفه توګه ګټه اخيسته، پورتنی نظريی و نشوکړی چه ځينی سوالو نو ته ځواب ووايی. بالاخره خپله رامفورد او يوتعداد نور و علمأ لکه ژول وښودله چې تودوخه په ميخانيکی کار بدليداې شي. ده ديوتعداد تجربو په لړکی دتودوخی او اجراشوی کار ترمينځ يونسبت لاسته راوړل چې د تودوخې دميخانيکی معادل په نامه سره ياديږي.

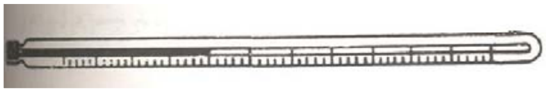
(c) ketabton.com: The Digital Library

نن داثابته ده چه دتودوخی مقدار د یو جسم دمالیکولونو دحرکی انرژی څخه عبارت دي دغه تعریف نظر د اجسامو حالت ته په جلا جلا توګه توضیح کیږی خو په مجموع کی همدغه پورتنی تعریف کافی دی.

۸- ۱:دتودوخې درجه Temperature

دتودوخی ددرجی مفهوم ، دانسان په واسطه د ګرموالې او سوړوالې له احساس څخه راپیدا شوې دی. فرض کړی چه دانسان بدن په ټاکلی اندازه تودوالی لری ، که چیری داسی یوانسان دخپل وجود دتودوخی څخه سوړجسم سره په تماس کې شی، نو داسې احساسوی، چه نوموړی جسم سوړ دی او که چیری دخپل ځان د تودوالی څخه نسبتاً تودجسم سره په تماس کی شی ، نونوموړی جسم ورته تود احساسیږی ددغه لمړنی احساس په نظرکی نیولو سره دتودوخی درجې تر ننی ډیرپیچلی تخنیکی پرو سوپوری انکشاف کړیدی د ډیرساده دلمریزی ورځی د تودوخی د درجی څخه نیولی د آتومی بتیو دتودوخی د درجی معلومول نن ممکن کاردی ، دطبی ساده تر مومیتر څخه نیولی د ډیرو پیچلیو فزیکي حوادثو دخیړ نو آسانتیاوی دهمدې لیارې ممکن دی. راځی وګورو چه دتودوخی ددرجی داندازه کولو وسیله ولی ترمومیتر نومیږی ترمو په لاتینی ژبه تودوخی ته ویل کیږی او متر داندازه کولو وسیلی ته ویل کیږی. مخکی له دې چه دترمومیتر پرچوړښت خبری وشی یوه بله ډیره ضروری اصطلاح باید توضیح شی.

او هغه دتودوخی دتعادل او یوشان کیدو اصطلاح ده دابايد ومنو (په ترمودینامیک کی ثبوت کیږی) چه تودوخه دیونسبتاً تود جسم نه ویوسوړ جسم ته ترهغه وخته پوری انتقال کوی ، ترڅو چه د دواړو جسمونو دتودوخی درجه برابره شی . وګوری کله چه یو طبیب یو ناروغ معاینه کوی نو تر مومیتر ورته دژبی اویا تخرګه لاندی ږدی ترڅو دناروغ شخص او ترمومیتر د موادو تر منځ دتعادل حرارتی پروسه تکمیله شی، نوبیا ډاکتر خپله دترمومیتر آله ګوری اودهغی څخه پوهیږی چه ناروغ تبه لری اوکه نه، اوکه لریی نوڅومره ده. داځکه چه دانسانانو دوجود متوسطه تودوخه دروغ شخص لپاره په متوسط ډول دسانتی ګراد $37C^\circ$ ده .



(۸- ۱) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

په (8-1) شکل کی یوطبی ترمومیتر چه د سیمابو پر اساس کارکوی ښودل شوی دی دلته په یوکوچنی ظرف کی چه دتودوخی هادی دی پاره (سیماب Hg) دنورمال فشار لاندی اچوی ، اوبیا هغه دیوه درجه لرونکی نل سره وصل کوی ګورو چه دتودوخی د اخیستلو په ذریعه د انسان دوجود او پاری ترمنځ د تودوخی تعادل برقراریږی ، پاره انبساط کوی په درجه لرونکی نل کی پورته ځی، دتعادل دبرقرار کیدو وروسته پاره ځای په ځای ودیږی او موظف نفر هغه په آسانی سره لولی: همدارنګه کیدای شی په سرتړلی بیکر کی یومقدار ګاز واچو او دهغه په پاسنی برخه کی د فشار معلومولو یوه اله وصل کړو ، کله چه دتودوخی درجه پورته کیږی، نو پدغه سرتړلی بیکرکی دګاز فشار هم پورته ځی .
همدارنګه کیدای شی، د برښنا پوسیله دیوسیم د مقاومت په تغیر ورکولو سره د تودوخی د درجی دښکته پورته کیدو په هکله خپل معلومات د تودوخی په اړوند معلوم او ثبت کړو.
او ګوری چه د اجسامو د فزیکی خصوصیاتو څخه په ګته اخیسته دتودوخی د درجی په پام کی نیولو سره په کافی اندازه علمی معلومات لاس ته راوړلی شو.

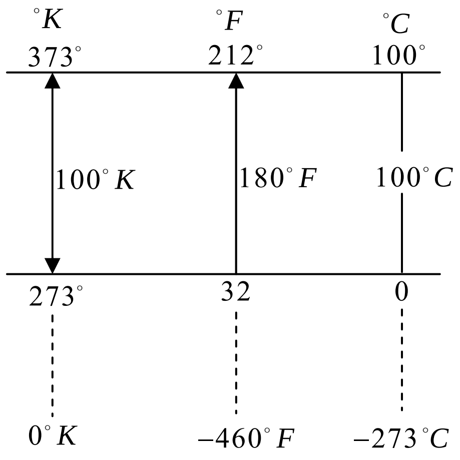
۸– ۲:ترمومترونه او دتودوخی د درجی اندازې

Thermometers and Temperatures Scale

د اجسامو د تودوخی داندازی د معلومولو لپاره د ترمومترو څخه استفاده کیږی. داندازه کولو په سیستمونو کې ترمومیترونه ډیر ډولونه لری حتی کیدای شی په پیچلیو تحقیقاتی څیړنوکی یو څیړونکی دخیل ځان لپاره یوخاص ترمومیتر جوړ کاندی. خو دا اوس په نړی کی دری قسمه ترمومیترونه رواج لري ، چه دسانتیګراد د تودوخی درجه ، دفارنهایت د تودوخی درجه او دتودوخی اندازه کولو مطلقه درجه (کلوین) ترمومیتر، چه په (۲– ۸) شکل کی ښودل شوی دی.
د سانتی ګراد د تودوخی درجی صفر د اوبو دکنګل کیدو له حالت سره مطابقت کوی، او دهمدغه اوبو د خوټیدو (جوش) حالت دسلو په عدد نبنه شوی دی. دصفر او سلوتر مینځ ښیبنه یی نل په سلو مساوی برخو ویشل شویدی او هری برخی ته دساتنی ګراد د تودوخی یوه درجه ویل کیږی . په کیفی توګه کیدای شی دیوی مشخصی او بلنی مادی د دوو متضادو حالتونو لپاره حسابی ارقام نبنه کړو او ددغو دوو رقمونو ترمنځ فاصله چه

(c) ketabton.com: The Digital Library

دنوموړی مادی متفاوت حالات نسبي په مساوی برخوو ویشو او هری برخی ته یی دتودوخی اړونده درجه ووایو همدارنګه د برښنایی جریان په مرسته اوداسی نور کولی شو، دتودوخی داندازه کولو ترمومیترونه جوړ کړو. مونږ دلته شکل کی دفارنهایت F°، کلوین K° او سانتی ګراد ترمومیترونو ترمینځ اړیکه څیړو.



(8- 2) شکل

۸– ۳: دسانتی ګرید، فارنهایت او کلوین ترمومیترونو ترمینځ آړیکې

د مخکینی شکل څخه ښکاریږي چې د فارنهایت هره درجه د سانتی ګراد ددرجی $\frac{9}{5}=\frac{180}{100}$ برخه کیږی یعنی:

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

په عمومی توګه

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

(۸– ۱) مثال: دسانتی ګرید $10C^{\circ}$ د فارنهایت څودرجی کیږی ؟

حل : د (8–1) رابطې څخه لروچی:

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

په همدی ترتیب د سانتی ګرید تودوخی درجی او فارنهایت ترمنځ اړیکه په لاندې ډول حاصلولی شو.

$$t_C = \frac{5}{9}(t_F - 32^{\circ}) \; \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۸– ۲})$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۸– ۲) مثال: دفارنهایت $50F^{\circ}$ د سانتی ګرید څو درجې کیږي:

حل: له (۸– ۲) رابطې څخه لروچې:

$$t_C = \frac{5}{9}(50-32)$$
$$t_C = \frac{5}{9}(18) = \frac{90}{9}$$
$$t_C = 10C^{\circ}$$

همدارنګه په ډیره آسانی سره کولای شو د مطلقه درجی K او سانتی ګراد دتودوخی درجی، د مطلقه اوفارنهایت درجوترمنځ ارتباط په آسانی سره پیداکړو.

هغه فرضیه چه په $-273،15C^{\circ}$ تودوخه کې دګازونو فشار صفر کیږی د تجربی سره کاملاً مطابقت کوی که شکل ته وګورو دسانتی ګراد، $0C^{\circ}$ دکلوین یا مطلقه درجی $273،15K^{\circ}$ سره مطابقت کوی، نوپدی لحاظ

$$t_K = t_C + 273{,}15 \qquad (۸- ۳)$$

۸– ۳ مثال: دسانتی ګرید $20C^{\circ}$ په کلوین واړوی؟

حل : له (8–3) رابطی څخه لروچې:

$$T_K^{\circ} = 20C^{\circ} + 273{,}15$$
$$T_K = 293{,}15K^{\circ}$$

استاذ دی محصلینو ته موقع ورکړی، ترڅودکلوین او فارنهایت دتودوخی درجو ترمینځ ارتباط برقرارکړی.

۸– ۴: تودوخه او داجسامو دری ګونی حالت Heat and States of Matter

باید وویل شی چه د څمکې په مخ یا زموږ په سیاره کی اجسام په جامد «کلک» اویلن او ګاز ویشل شوی دی.

اما په نړی کی دتخنیکی او علمی ودی سره سم داسې ضرورتونه رامینځ ته شول چه داجسامو طبیعی حالت ته یې دفزیکی پارامیترونو په تغییر ورکولو سره تغییر ورکړی دی.

دجسم دحالت پارامیترونه، داجسامو دتودوخی راکړی ورکړی په ، نتیجه کی رامینځ ته کیږی، چه په نتیجه کی یی دجسم حالت تغییر مومی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

دری ګونی لاندینی حالات ممکن دی

ګاز ⇆ اوبلن مواد

کلک یا جامد ⇆ اوبلن مواد

ګاز ⇆ کلک یا جامدمواد

داجسامو دحرارتی تعادل په نتیجه کی ، تودوخه باید واخیستل شي اویا ورکړل شی چه دغي تودوخی ته Transformation انرژی ویل کیږی « دتبخیر اویا جذب تودوخه » د دا ډول بدلون په نتیجه کی دتودوخی درجه اوفشار ثابت پاتی کیږي. مونږ کولای شو، چه ددغه توضیح څخه به ګټی اخیستلو د Transformation تودوخی مقدار تعریف کړو، په دی شرط چه دتودوخی درجه ثابته پاتی شی.

۸– ۵: دتودوخی مقدار

تعریف: « n – gram » مادی دحالت phase دتغییر ورکولو لپاره -n مراتبه تودوخه ضرورت ده، نسبت وهغه تودوخی ته چه 1gram یوګرام 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 دتودوخی درجه د Transformation انرژی دبدلون په وخت کی ثابته 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_2ده ($t_1 > t_2$) په تماس کې شي لومړی جسم د Q_1 په اندازه تودوخه دویم جسم ته ورکوي چې په دې حالت کې د دویم جسم تودوخه Q_2 کیږي. دلته د Q_1 هغه مقدار تودوخه چه لمړنی جسم یې له لاسه ورکوی د Q_2 تودوخی سره چه دوم جسم یی اخلی مساوي ده کیدای شی چه Q_1 او Q_2 تودوخه د Transformation تودوخه وی.

په تاریخی لحاظ دتودوخی مقدار په مختلطه توګه د یوی عملیي څخه لاسته راغلی دی. دوه جسمونه چې د کتلو مقداریي m_1 او m_2 دی په پام کی نیسو، به دی شرط چه $t_1 < t_2$ دی. دغه دوه جسمونه دیوبل سره په تماس کی راوړو « یا سره ګډو» دیوځای شویو جسمونو د تودوخی درجه د t_3 قیمت اخلی « یعنی د $m_1 + m_2$ د تودوخې

(c) ketabton.com: The Digital Library

درجهt_3 ده ». د تودوخې دتعادل معادلې يعنې اخيستل شوی اوورکړشوی تودخې په اساس ليکلی شو چې:

$$Q = cm_1(t_2 - t_3) = cm_2(t_3 - t_1) \text{ ....(۸- ۴)}$$

په داسی حال کی چه C دجسم د مخصوصه تودوخې په نوم ياديږی. له دی ورروستی معادلې څخه ليکلی شو چه

$$t_3 = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} \text{.................................(۸- ۵)}$$

دغه فورمول د بدلون وړ دی. يعنې دتودوخې ددرجې دبدلون په صورت کی نه تطبيق کيږی. همدارنګه د m_1 او m_2 اجسامو ديوځای کيدو په حالت کی فشار P او حجم V دt_3 دتودوخی درجی لپاره ثابت په پام کی نيول کيږی. پورتنی فورمول يوائی دتودوخی د ډيروکوچينيو درجو دتوپير لپاره صحيح دی. که چيری $t_3 = t_1 + dt$ او $t_2 = t_1 + dt_1$ وی نوليکلی شو چه

$$C(m_1 + m_2)dt = cm_2 dt_1$$

$$dt = \frac{m_2}{m_1 + m_2} dt_1$$

ددی روابطو په پام کی نيولو سره يوه نسبتاً صحيح معادله دتودوخی د مقدار لپاره داسې لاسته راځی:

$$Q = m\int_o^t c(\text{t})\text{dt} = \text{m}\int_o^t \acute{c} \quad (\acute{t} \quad)\text{d}\acute{t}$$

په داسې حال کی چه په عمومی توګه C دتودوخی د درجې يعنی t پوری اړوند دی.

که څه هم دوروستنی رابطی پوسيله د Q محاسبه معموله نده ترڅو چه مخصوصه تودوخه دقيقه محاسبه ونشی نوکيدای شی ورروستی رابطه داسې وليکو:

$$\delta Q = mcdt = m\acute{c} \quad d\acute{t} \quad \text{................(۸- ٦)}$$

البته واضح ده چه مخصوصه تودوخه دتودوخې درجې په ذريعه تعريف کيدای شی.

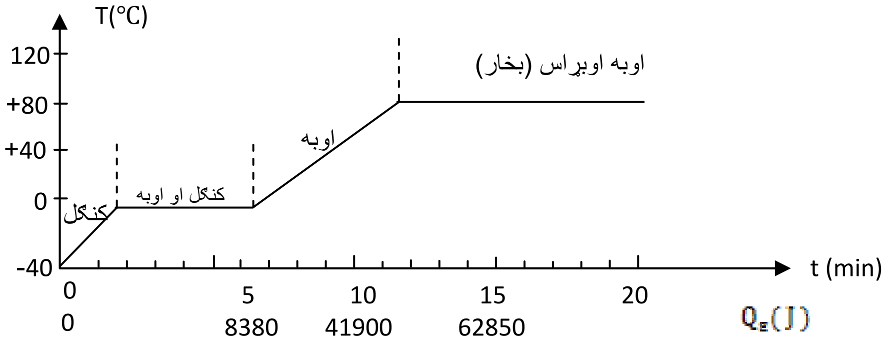
۸- ٦:داجسامو دحالت بدلون Phase transition

مخکی مو ولوستل چی ماده په طبيعت کی د جامد، او بلن اوګاز په ډول پيداکيږی. دتودوخې په مرسته يو جسم خپل حالت بدلوی ددی مسئلې دروښنتيا او توضيح لپاره اوبه

(c) ketabton.com: The Digital Library

چی کیمیاوی او حیاتي ماده، ده او په طبیعت کی په زیاته اندازه پیداکیږی په پام کی نیسو. پوهیږو چی اوبه یوه او بلنه ماده ده او دسړوالی په پایله کی په جامد جسم، یعنی کنګل اودګرموالی په پایله کی دخوټیدو « جوش» ترحده په ګازی ماده، یعنی بړاس یا بخار بدلیږی که چیری یوه اندازه کنګل په تودوو اوبو کی کیږیدو، تودوخه له اوبونه ګنګل ته لیږدول کیږی ، ترڅو په $0C^{\circ}$ کی حرارتی تعادل برقرارشي. په دی عملیه کی اوبه سړیږی، خوکنګل نه ګرمیږي پوښتنه پیداکیږی هغه تودوخه چی اوبه یی له لاسه ورکوی چیری ځی اویا په هغه څه کیږی. معلومیږی چی یوه اندازی کنګل ویلي شوې دي. دا په دې مانا ده چې په $0°C$ کې د اوبو داخلي انرژی د هم هغې اندازې کنګل له داخلی انرژی نه زیاته ده. کنګل په $0C^{\circ}$ 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 $100g$ کنګل په $-40C^{\circ}$ تودوخه کی په پام کی نیسو. کنګل په یوه تړلی دستګاه کی ایږدو او په ثابت مقیاس تودوخه ورکوو (2–8) شکل ګراف د کنګل دحالت بدلون په داسی حالت کی ښيي چې تودوخه دوخت تابع ده. په لومړې دقیقه کی کنګل ګرمیږی او دتودوخی درجه یی $0C^{\circ}$ ته رسیږی.



شکل (2-8)

وروسته دکنګل ویلی کیدل پیل او د څلورو دقیقو لپاره د صفر درجی د کنګل او اوبو مخلوط رامنځ ته کیږی کله چې ټول کنګل ویلی شی او به ګرمیږی او په راتلونکو پنځو دقیقو کی یی د تودوخی درجه $100C^{\circ}$ ته رسیږی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

وروسته او به په جوش راځي او همدارنګه له اوبونه په بخار بدليږي داوبو او بخار مخلوط توليديږي. او ويشت (۲۷) دقيقې وروسته ټول د اوبوبخار او د بخار دتودوخې درجه د $100C^{\circ}$ نه زياتيږي چې دانقطه په ګراف کې نه معلوميږي.

ګراف دتودوخې ددرجې دزياتوالې د مقياس په حساب هم درجه بندې کولې شو. د پنځو دقيقو په موده کې د اوبو د تودخې درجه له $0C^{\circ}$ نه تر $100C^{\circ}$ پورې لوړيږي. د $Q = mc(t_2 - t_1)$ معادلې پربنسټ 100g اوبود تودوخې د درجې دازياتوالې د 41900J انرژې مصرف غواړي. له دې کبله ويلې شو چې هردقيقه 8380J تودوخه زياتيږي اوس کولې شو په افقي محور بانډې بل مقياس علاوه کړو چې په سيستم بانډې دعلاوه شوې تودوخه څرګندوې دې.

دلومړې او پنځمې دقيقې په منځ کې33500J انرژې کنګل ته ورکړل شوې ده په دې واټن کې هيڅ ډول تودوخيزبدلون نه دې رامنځ ته شوې د انرژې يا تودوخې ددې زياتوالې يوازينې اغيزه دکنګل ويلې کيدل دې . په ظاهرې توګه ديوګرام صفر درجې کنګل دويلې کيدولپاره 335J انرژې يا تودوخه مصرف شوې ده. دامقدار انرژې 335J/g د کنګل دويلې کيدو د مخفي يا پټې تودوخې په نوم ياديږي. ديوې ټاکلې اندازې کنګل دويلې کيدو لپاره لازمه انرژې دلاندې رابطې نه په لاس راځي:

$$Q = mL \quad \text{......................................(۷ −۸)}$$

په پورتنې رابطه کې L دويلې کيدو پټه تودوخه ده.

(۸– ۴) مثال: د300g صفر درجې کنګل دويلې کيدو لپاره څومره تودوخه لازمه ده؟

حل :

$$Q = mL = (300g)(335J/g)$$

$$= 101000\ J$$

۸– ۵: دتودوخې ليږد (انتقال) Transfer of Heat

تودوخه له يوه جسم نه بل جسم ته ياديوه جسم له يوې برخې نه بلې برخې ته په دريو طريقو ليږدول کيږي هره يوه يې په لنډه توګه مطالعه کوو. ددې لپاره چې يو جسم بل جسم ګرم کړي، نو ددوې ترمنځ واقعي تماس ضروري او حتمي نه دې، ځکه پوهيږي چې

(c) ketabton.com: The Digital Library

لمر له ډير ليرى واټن نه ټول شيان ګرموى كه څه هم تودوخه په درى مختلفو طريقو او په هره طريقه كى دځانګړيو شرايطو لاندى ليږدول كيږي، خو ددوى ترمنځ ګډه وجه داده چې تودوخه هميشه له ګرم يا تودجسم نه ساړه جسم ته ليږدول كيږى.

كه چيرى ديوه او سپنيز سيخ يو سرد زيات وخت لپاره په اوركى كيږدو د هغه بل سرهم ګرميږى. تودوخه دسيخ دبدنى يا تنى له لارى له ګرم سرنه يخ يا ساړه سرته ليږدول كيږى د توودوخى د ليږددا طريقه يا دانرژى سيلان د مادى له لارى د هدايت (Conduction) په نوم يادېږى د تودوخى ترټولو ښه هاديان فلزات او په ځانګړى توګه سپين زر،مس او المونيم او كمزورى هاديان غير فلزات دى.اوبه د تودوخى ډيره كمزورى هادى ده. كه چيرى داوبوډک يو لوښې داوردپاسه كيښودل شى ښايي داوبو سطحه په جوش راشى په داسى حال كى چى داوبو تل به لا اوس هم سوړوى . ددى لپاره چى اوبه په يونواخت ډول ګرمى شى بايد نوريى هم په اوركيښودل شى. په دى حالت كى د ظرف يا لوښى دتل اوبه ګرمى او انبساط كوى او كثافت يى كميږى. ددى په پايله كى ګرمى اوبه د لوښې له تل نه پورته خو اته او سړى اوبه د لوښې دتل خواته ځى او اورته ځان نږدى كوى. دى عمليې ته چى جريان وايى تر هغو پورى دوام كوى ترڅو د اوبو ټول حجم د لوښى په داخل كى دجوش نقطى ته ورسيږى.

د تودوخې ليږد دجريان (Convection) له لارى يوازى دټاكليو شرايطو لاندى ترسره كيږى لومړى شرط دادى چى ماده بايد سيال وى، يعنى د جارى كيدو وړتيا ولرى، ترڅو ګرمه برخه د سړى برخى له منځ نه پورته ولاړه شى همدارنګه سيال بايد له كوزى خوا نه ګرم اوياله پاسه خوانه سوړشى. په كوټه كى بخارى يا بله دګرمولو وسيله دكوټى په غولى « كف» كى قرار لرى په داسى حال كى چې ديخچال سړه ونكى برخه د هغه په پوټنى برخه كې قرار لرى. د هدايت په واسطه د تودخې دليږديا انتقال نه دمخنيوى ډير وسايل شته دى. دا وسايل دهوا د جريان نه د مخنيوى په واسطه د تودوخى د ليږد خنډ كيږى. له دى كبله د كوټى د ديوالو نو د منځ فضا اسفنج نه ډكوى او خپل ځانونه په وړينو ټو كرانوكى پټوو او سفرى يخدانونه له اسفنج نه جوړوى. هوا د تودوخى خو را كمزورى هادى ده د تودوخى دليږد دريمه طريقه د تشعشع (Radiation) طريقه ده. تودوخه له لمرنه موږ ته د ډيرو پراخو خلا ګانو او خالى فضا په تيريدوسره رارسيږى او داواټن د نه

(c) ketabton.com: The Digital Library

لیدونکو «نا مرئی» وړانګو په ډول طی کوی . هرګرم جسم له هغی جمله نه خپله تاسو داډول وړانګی لیږدوی. ساړه اجسام دا تودوخه جذبوی. ویلی شو چی تودوخه دنور په شان د تشعشع له لاری اوپه مستقیم خط لیږدول کیږئ. له دی کبله ده کله چې تاسو په آزاده هوا کی داور مخ ته کښینی مخ مو له ګرمی نه سور کیږی اوشامویخ وهی.

دیوه جسم تشعشع اویا دهغه په واسطه د تودوخی جذب دهغه جسم دسطي په رنګ پوري تړاو لرې. تورجسم هرډول تشعشع په چټکی او اغیزمنه توګه جذبوی. تور جسم کله چی ګرم وی ښه تشعشع کوی. سپین جسم نه ښه تشعشع کوی او نه په ښه ډول تودوخه جذبوی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

۸ – ۸:د فصل لنډیز

- تودوخه د SI یو بنسټیز کمیت دی اوتودوخه یو ډول انرژی ده.
- د SI په سیستم کې د تودوخې درجه په کلوین سره اندازه کیږی د سانتی ګرید او کلوین ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$t_C = t_K - 273.15^\circ \quad (\text{۸ – ۸})$$

- دفارنهایت او سانتی ګرید ترمنځ رابطه عبارت ده له:

$$t_F = \frac{9}{5} t_C + 32^\circ \quad (\text{۸ – ۹})$$

- دیوه جسم دتودوخې مقدار یا اندازه مساوی ده په:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad (\text{۸ – ۱۰})$$

- مخصوصه تودوخه C د تودوخې هغه مقدار ته ویل کیږی چې دیو ګرام یوې مادې دتودوخې درجه دسانتي ګرید یوه درجه لوړه کړئ. د مخصوصه تودوخې داندازه کولو واحد J/Kg. grad دي.
- تودوخه په درې ډوله هدایت، کانوکشن او تشعشع سره لیږدول کیږي.
- دیوې ټاکلی اندازی کنګل دویلي کیدو لپاره لازمه تودوخه عبارت ده له:

$$Q = mL \quad (\text{۸ – ۱۱})$$

L د مادې پټه یا مخفي تودوخه ده او واحد یې J/g دی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اتم فصل تمرین

1. دتودوخې په کومه درجه کې دفارنهایت په ترمومیترکی لوستل شوې عدد مساوي دئ له «الف» دسانتی ګراد له دوه چنده سره « ب» دسانتي ګراد له نیمایی سره.

ځوابونه: « الف » $320F^{\circ}$ «ب» $-12.3F^{\circ}$

2. په 1964 کال کې دروسې د سیبریا به یوه کلی کې د تودوخې درجه $-71^{\circ}C$ ته ټیټه شوه. د تودوخې دا درجه دفارنهایت له جنسه څومره کیږی « ب» دامریکا په لویه وچه کی په کالیفورنیا کی ترټولو لوړه د تودوخی درجه $134F^{\circ}$ ثبت شوی ده. دتودوخی دا درجه دسانتی ګراد له جنسه پیداکړی.

ځوابونه: « الف » $96F^{\circ}$ – «ب» $56.7C^{\circ}$

3. دتودوخې په کومه درجه کې دوه لاندیني ترمومیترونه یوشان یا مساوی تودوخه ښییي « الف » فارنهایت اوسانتی ګراد « ب » فارنهایت او کلوین « ج» سانتی ګراد او کلوین

ځوابونه: « الف » 40– «ب» 575° « ج » سانتی ګراد او کلوین یوشان عدد په لاس نه ورکوی.

4. 240g اوبه چې په لومړی سرکې دانجماد په نقطه کې واقع دې ورروسته له دی چې له نومورو اوبونه 50.2 KJ تودوخه خارجه شی. پیداکړی چې څومره کنګل نه وهلی اوبه پاته کیږی؟ ځواب: 109 g

5. داوسپنې، پولادو او المونیمو ټوټې یوشان حجم لري. کومه یوه له هغونه ترټولو زیات تودوخیز ظرفیت اوکومه یوه یې تر ټولو کم تودوخیز ظرفیت لري ؟

ځواب: توټولو زیات او سپنه او ترټولو کم المونیم لري.

6. د 0.12Kg کتلې درلودونکی په یوه شیشه یې ګیلاس کی جې دتودوخې درجه یې $15C^{\circ}$ ده. د $100C^{\circ}$ جوش اوبه چې کتله یې 0.20 Kg ده اچول شوی دي. په ګیلاس کې داوبو دتودوخې درجه پیداکړې؟ ځواب: $364K^{\circ}$

(c) ketabton.com: The Digital Library

7. د 100g جست دګرمولو لپاره له $15C^\circ$ نه تر $35C^\circ$ پوری باید 260J تودوخه جسم ته ورکړل شي. دنوموړی جسم « جست» تودوخیز ظرفیت، مولری ظرفیت او دتودوخې مخصوصه ظرفیت پیداکړی؟

ځوابونه:($130J/kg.\ ^\circ k$: $\approx 26.9J/mole.\ ^\circ k,$: $(13j/\ ^\circ k$,

8. داوسیدلو کور په یوه شواروز « 24 ساعته » کی څومره تودوخې ته اړتیا لري که چیرې په دی موده کی د کوردمرکز ګرمی سیستم ته $1600m^3$ اوبه چې دتودوخې درجه یی $90C^\circ$ ده داخل اود $50C^\circ$ اوبه له هغه نه خارج شي؟

ځواب $270 \cdot 10^6$ KJ

9. د $20C^\circ$، $0.40m^3$ اوبه یی د $70C^\circ$ ، $0.10m^3$ اوبو سره ګډې کړي. د تودوخیز تعادل په حالت کی دګډو اوبه دتودوخې درجه څوده ؟ ځواب: $30C^\circ$

10. د 1.0Kg د اوسپنی یوه ټوټه ترڅو درجو پوری ګرمه شوی ده که چیری هغه په کالوری متر کې داخل او دکالوری متر 11.0 lit اوبو د تودوخی درجه له $11.3C^\circ$ نه تر $30.0C^\circ$ پورې لوړه کړي. دکالوري متر تودخيز ظرفيت په پام کې مه نیسې؟

ځواب: $200C^\circ$

11. په یوه لوښې کې 2lit اوبه چې دتودوخې درجه یی $20C^\circ$ ده پرتی دی نوموړی لوښې ته 150 KJ تودوخه ورکول کیږی. دهغه بخار کتله پیداکړی چې داوبو دخوټیدو په نتیجه کې رامنځ ته کیږي . دلوښې له تودوخیز ظرفیت نه صرف نظر وکړی؟

ځواب: 0.17Kg

12. دسیمابی ترمومیتر په واسطه تر $600C^\circ$ پورې تودخه اندازه کیداې شي. داڅرنګه ممکنه ده که چیری دسیمابو دجوش نقطه $357C^\circ$ وی ؟ ځواب: په تیوب کی دسیمابو د پاسه فضأ له ازوت نه ډکوی چی په پایله کی دسیمابو د جوش نقطه لوړیږی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نهم فصل

اهتزازي حرکتونه (رپيدنې) او موجونه

Oscillatory Motion and Waves

سريزه: اهتزازي حرکتونه يا اهتزازونه هغې عمليې ته ويل کيږئ چې يو جسم يا سيستم په وار وار د خپل تعادل له حالت نه يوه خوا او بله خوا تيريږي او هر ځل بيرته هغه ته راګرځي. که چيرې دابيرته راګرځيدنه له مساوي وختونو، نه وروسته تر سره شي نو دا ډول اهتزازونه د پريوديکي اهتزازونو په نوم ياديږئ. د اهتزازونو خورا ښه مثال د ديوالي ساعتونو رقاصه ده.

اهتزازي حرکتونه په پراخه کچه په طبعيت او تخنيک کې وجود لري. د اهتزازونو د فزيکي طبعيت په پام کې نيولو سره هغه په ميخانيکي، الکترو مقناطيسي او الکترو ميخانيکي باندې تقسيموي. مونږ دلته يوازې ميخانيکي اهتزازونه مطالعه کوو. اهتزازونه د ډول ډول تخنيکي وسيلو بنسټ تشکيلوي د مثال په ډول د راديو ټول تخنيک د اهتزازي عمليو پر بنسټ دي. په اهتزاز کونکې سيستم باندې د واردى شوى اغيزې د څرنګوالي له پلوه اهتزازونه په لاندې ډول دي. خپلواک يا مستقل اهتزازونه اجباري اهتزازونه او اوتو اهتزازونه.

که چيرې سيستم وښورول شي يا له ځايه بې ځاي شي او يا د تعادل له حالت نه خارج شي او وروسته په خپل حال پريښودل شي په دى حالت کې چې اهتزازونه رامنځ ته کيږي د خپلواکه يا ذاتي اهتزازونو په نوم ياديږئ. د مثال په ډول د يوه کروي جسم له اهتزازنه يا دونه کولی شو چې د يوه تار په سر پورې تړل شوى دي يعنى رقاصه. په داسې جسم کې د اهتزاز د ايجاد لپاره کولې شو چې کروي جسم د تعادل له حالته بى 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 تناوبى 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 کيږئ. اوتو اهتزازونه (يا پخپل سراهتزازونه)، د اجباري اهتزازونو په شان په اهتزاز کونکي

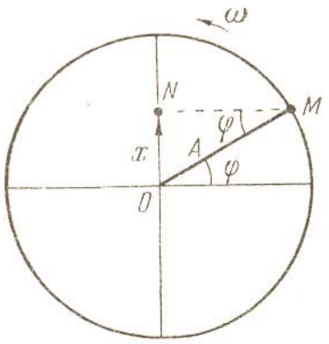
(c) ketabton.com: The Digital Library

سيستم باندې د خارجي قوې د اغيزې په واسطه بدرګه کيږي. د اوتو اهتزازونو د سيستم ښه مثال د يوالی رقاصه لرونکې ساعت دي.

۹ – ۱: هارمونيک اهتزازونه Harmonic Oscillations

ترټولونه ساده اهتزازونه، هارمونيک اهتزازونه دي دا هغه اهتزازونه دي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کميت د مثال په توګه 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 (اوميګا) په ثابت زاويو يې سرعت سره د ساعت د عقربې په مخالف لوری 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.



(۹- ۱) شکل

د t د وخت په هره لحظه کې تغيير مکان عبارت دي له:

$$X = A\sin\varphi \quad \text{..............................(۹– ۱)}$$

له بلې خوا پوهيږو چې:

$$\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T}t = 2\pi ft$$

$$X = A\sin\omega t \quad \text{..............................(۹– ۲)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$X = A\sin\frac{2\pi}{T}t \quad \text{(۹- ۳)}$$

$$X = A\sin 2\pi ft \quad \text{(۹- ۴)}$$

(۹- ۲) معادله د هغه هارمونيکي اهتزاز معادله ده چې لومړنۍ فازيې صفر دي، که چيرې په اهتزاز کې لومړنۍ فاز موجود وي په هغه صورت کې د اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$x = A\sin\left(\omega t + \varphi_0\right) \quad \text{(۹- ۵)}$$

په پورتنۍ معادله کې X د اهتزاز بعد يا تغيير مکان ، A امپليتود، ωt فاز او φ_0 لومړنۍ فاز دي.

د اهتزاز سرعت د لاس ته راوړلو لپاره د (۹- ۲) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$V = \frac{dx}{dt} = A\omega\cos wt \quad \text{(۹- ٦)}$$

او يا

$$V = A\omega\sin\left(\omega t + \pi/2\right) \quad \text{(۹- ۷)}$$

د اهتزاز د تعجيل د لاس ته راوړلو لپاره د (۹- ٦) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2\sin\omega t \quad \text{(۹- ۸)}$$

او يا

$$a = A\omega^2\sin\left(\omega t + \pi\right) \quad \text{(۹- ۹)}$$

د (۹- ۲) رابطې نه په ګټه اخيستنه تعجيل د تغيير مکان له جنسه په لاس راوړې شو:

$$a = A\omega^2\sin\left(\omega t + \pi\right) = -A\omega^2\sin\omega t = -\omega^2 X \quad \text{(۹- ۱۰)}$$

(۹- ۲)، (۹- ۳) او (۹- ۴) رابطې د هارمونيکي اهتزازونو د معادلې مختلف ډولونه دي. له نوموړيو معادلو، نه څرګنديږي چې په هارمونيکي اهتزازونو کې د اهتزاز کوونکي 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 کيږي.

په اهتزازي حرکتونو کې لاندېنۍ فزيکي کميتونه هميشه په پام کې نيول کيږي:

(c) ketabton.com: The Digital Library

1. بعُد Elongation: بعد د وخت په يوه کيفي لحظه کې د تعادل له موقعيت نه د جسم فاصله ده.
2. امپليتود يا د اهتزاز لمنه: په يوه هارمونيکي اهتزاز کې اعظمي بعُد ته امپليتود وايي يا په بل عبارت د تغيير مکان او فازنسبت د امپليتود 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 کيږي چې يو اهتزاز په هغه کې بشپړ شي او په T سره ښودل کيږي.
4. فريکونسي: په يوه ثانيه کې د اهتزازونو شمير ته فريکونسي وايي فريکونسي د پريود د معکوسه ده. د فريکونسي واحد هرتس دی $1Hz = \sec^{-1}$
5. فاز: په يوه ځانګړې 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 ټاکئ. د بيلګې په توګه په (۹- ۱) معادله کې که $\varphi = \frac{\pi}{6}$ وي، نو په دی صورت کې تغيير مکان يعنی $X = \frac{A}{2}$، که چيرې $\varphi = \pi$ وي، $X = 0$ او که چيرې $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ وي $X = -A$ دی.

(۹- ۱) مثال: يو جسم د X د محور په امتداد هارمونيک اهتزاز تر سره کوي. د حرکت معادله يې $X = 4,0\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ ده، که چيرې X په متر او t په ثانيه اندازه شي پيدا کړي:

الف) امپليتود، فريکونسي او د اهتزاز پريود

ب) د t په وخت کې د جسم سرعت او تعجيل

حل: د حرکت له معادلې نه معلوميږي چې امپليتود $A = 4,0m$ او $\omega = \pi \, Rad/\sec$،

$$T = \frac{1}{f} = 2\sec \quad \text{او} \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = 0,50\sec^{-1}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب)

$$V=\frac{dx}{dt}=-4,0\sin\left(\pi t+\frac{\pi}{4}\right)\frac{d}{dt}(\pi t)$$
$$=-4\pi\sin\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)\,{}^{m}\!/_{\sec}$$
$$a=\frac{dv}{dt}=-4\pi\cos\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)\frac{d}{dt}(\pi t)$$
$$=-4\pi^2\cos\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)\,{}^{m}\!/_{\sec^2}$$

۹– ۲: د هارمونیکي اهتزاز انرژي Energy in Harmonic Oscillation

په هارمونیکي اهتزاز کې په پریودیک ډول د اهتزاز کونکې جسم حرکي انرژي په پوتانشیل انرژي او بلمقابل پوتانشیل انرژي په حرکي انرژي تبدیلیږي. د اهتزاز کونکې جسم بشپړه انرژي عبارت ده له:

$$W=W_p+W_k \quad \text{.................................(۹– ۱۱)}$$

د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

$$W_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{m}{2}\omega^2A^2\sin^2\left(\omega t+{}^{\pi}\!/_{2}\right)$$
$$=\frac{m}{2}\omega^2A^2\cos^2\omega t \quad \text{.................................(۹– ۱۲)}$$

په پورتنی رابطه کې v د جسم سرعت او m یې کتله ده.

پوتانشیل انرژي چې له ارتجاعي قوې نه ناشي کیږي د یوه ارتجاعي کش شوې جسم (فنر) د پوتانشیل انرژي په شان ارائیه کیږي، یعنی د تغییر مکان له مربع سره متناسبه ده، نو له دی 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.

$$W_p=\frac{m}{2}\omega^2A^2\sin^2\omega t \quad \text{.................................(۹– ۱۳)}$$

د (۹– ۱۱)، (۹– ۱۲) او (۹– ۱۳) رابطو نه لرو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

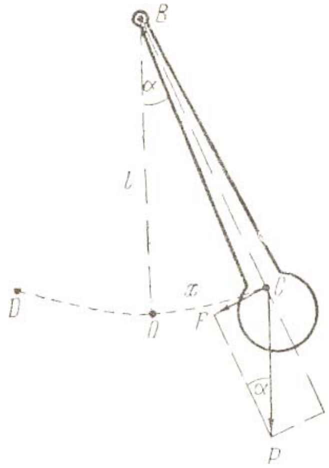
$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}\left(\cos^2 \omega t + \sin^2 wt\right) = \frac{m\omega^2}{2} A^2 \quad \text{(۹− ۱۴)}$$

(۹− ۱۴) رابطه بیانوي چې د هارمونیکي اهتزاز بشپړه یا ټولیزه انرژي ثابته او د امپلیتود له مربع سره متناسبه ده.

۹− ۳: رقاصه

په فزیک کې رقاصه هغه کلک جسم ته ویل کیږي چې د ځمکې د جاذبې قوې تر اغیزې لاندې د یوې نقطې او یا د غیر متحرک محور په شا او خوا اهتزاز وکړي. دوه ډوله رقاصې وجود لري ریاضیکي او فزیکي په لنډ ډول هغه مطالعه کوو.

اوس یو اهتزاز کونکې میخانیکي سیستم د فزیکي رقاصې په توګه په پام کې نیسو دا سخت جسم د جاذبې قوې تر اغیزې لاندې د افقي محور په نسبت اهتزاز تر سره کوي. فزیکي رقاصه په معمولي توګه له یوې میلې څخه عبارت دي چې کښتنۍ سر یې درونډ (پنډ) او له نرۍ سر نه راځړول کیږي (۹− ۲) شکل.



(۹- ۲) شکل فزیکي رقاصه

کله چې رقاصه د تعادل له حالت نه یعنی د OB له موقعیت نه د ∝ زاویې په اندازه بلې خواته بې ځایه کړو رقاصه په اهتزاز پیل کوئ او د تعادل د موقعیت ښې او کیڼ اړخ ته

(c) ketabton.com: The Digital Library

خپل اهتزاز ته دوام ورکوي. که چیرې اصطکاک کم وي نو د رقاصې اهتزاز زیات وخت دوام کوي. د رقاصې د ثقل مرکز C د دایرې په مخ د COD قوس ترسیموي. د تعادل د موقعیت ښي اړخ ته د انحراف زاویه $\propto$ مثبت اوکیڼ اړخ ته یې منفي فرضوو د تعادل موقعیت ته راستنونکې قوه عبارت ده له:

$$F = -Wsin\alpha = -mgsin\alpha$$

په پورتنۍ رابطه کې m د رقاصې کتله ده. د منفي علامه په رابطه کې له دې امله په پام کې نیول کیږي چې د قوې جهت او د انحراف زاویه یو د بل په خلاف لوري دي. د کم انحراف په صورت کې ($\alpha < 0.14rad = 6^\circ$) په دی صورت کې $sin\alpha = \alpha$ لرو چې:

$$F = -mg\alpha = -mg\frac{x}{L} \quad \text{(۹- ۱۵)}$$

د دوراني حرکتونو د قوانینو مطابق د راستنونکې ارتجاعي قوې F مومنت عبارت دي له:

$$M = F\ell = J\beta$$

په پورتنۍ رابطه کې J د څرېدو د محور په نسبت د رقاصې د عطالت مومنت دي، β زاویوي تعجیل دي په دی حالت کې لرو چې:

$$F = \frac{J\beta}{\ell}$$

څرنګه چې $\beta = \frac{a}{\ell}$ دي، نو لرو چې:

$$F = \frac{Ja}{\ell^2} = -\frac{J}{\ell^2}\omega^2 x \quad \text{(۹- ۱٦)}$$

په پورتنۍ رابطه کې ω د رقاصې زاویوي فریکونسي ده. د (۹- ۱۵) او (۹- ۱٦) رابطونه لرو چې:

$$mg\ell = J\omega^2$$

په پایله کې د فزیکي رقاصې زاویوي فریکونسي او پریود عبارت دي له:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \quad \text{(۹- ۱۷)}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \quad \text{(۹- ۱۸)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

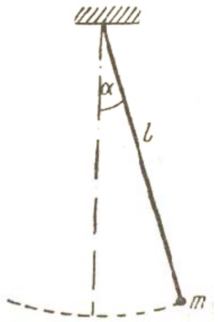
(۹– ۱۷) او (۹– ۱۸) رابطې په ترتيب سره د فزيکي رقاصې زاويوي فريکونسي او پريود دي.

د فزيکي رقاصې نه وروسته اوس رياضيکي رقاصه مطالعه کوو. رياضيکي رقاصه عبارت له يوې مادي نقطې څخه ده چې د يوه بې وزنه تار (د تار له وزن نه سترګې پټيږي) په سرکې ځوړند او اهتزاز اجرا کړي (۹– ۳) شکل. د مادي نقطې د عطالت مومنت له تعريف سره سم، د رياضيکي رقاصې د عطالت مومنت عبارت دي له:

$J = m\ell^2$

په پورتنۍ رابطه کې m د مادي نقطې کتله او ℓ د تاراوږدوالي دي. که چيرې د J دا قيمت په (۹– ۱۸) رابطه کې وضع کړو د رياضيکي رقاصې د اهتزاز پريود په لاس راځي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{.................................(۹– ۱۹)}$$



(۹- ۳) شکل رياضيکي رقاصه

(۹– ۱۹) رابطه بيانوي چې د رياضيکي رقاصې پريود د رقاصې د طول له مربع جذر سره په مستقيمه توګه او د ځمکې د جاذبې د تعجيل د مربع جذر سره په معکوسه توګه متناسب دي د اهتزاز د امپليتود او د رقاصې د کتلې تابع نه دي.

(۹– ۲) مثال: د يوې ساده رقاصې د تناوب وخت او فريکونسي پيدا کړئ چې طول يې $1,00m$ او په داسې ځای کې واقع دي چې هلته $g = 9,800\, m/\sec^2$ دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1,00m}{9,800\,{}^{m}/_{\sec^2}}} = 2,007\sec$$

$$F = \frac{1}{T} = 0,4983Hz$$

(۹– ۳) مثال: د $\ell = 1,00m$ په اوږدوالي یوه متجانسه میله چې له یوه انجام نه راځړیدلې ده او اهتزاز تر سره کوي. ددې اهتزاز د تناوب وخت پیدا کړئ؟

حل: د سوال نه معلومیږي چې نوموړې میله یوه فزیکي رقاصه تشکیلوي او د فزیکي رقاصې تناوب عبارت دي له:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}}$$

پوهیږو چې د یوې متجانسې میلې د عطالت مومنت $J = \frac{1}{3}m\ell^2$ دي د محور فاصله د ثقل له مرکز نه $\frac{\ell}{2}$ ده، نو ځکه لرو چې:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}m\ell^2}{mg\,\frac{\ell}{2}}} = 2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

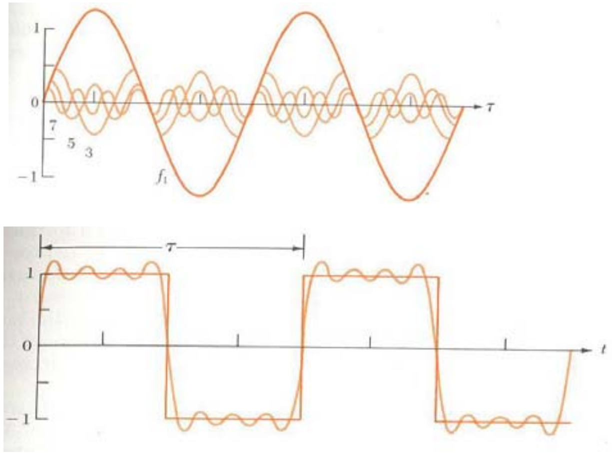
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{3}(1,00m)/9,8\,{}^{m}/_{\sec^2}} = 1,64\sec$$

۹– ۴: د فوریه آنالیز Fourier Analysis

د دوو یا څو هارمونیکي اهتزازونو ترکیب یا یوځاي کیدل په عمومي توګه یو هارمونیکي اهتزاز نه، بلکې یو مغلق اهتزاز رامنځ ته کوي یا په بل عبارت د هارمونیکي اهتزازونو یو ځاى کیدل یا انطباق یو غیر هارمونیکي او پیچلی اهتزاز تولیدوي داسې هم ویلې شو چې پیچلي اهتزازونه د هارمونیکي اهتزازونو څخه رامنځ ته کیږي. داسې پوښتنه رامنځ ته کیږي چې آیا یو پیچلی غیر هارمونیکي اهتزاز په هارمونیکي اهتزازونو باندې تجزیه کولې شو. ددې پوښتنې ریاضیکي ځواب فرانسوي ریاضي پوه فوریه (Fourier) ویلې دي. د فوریه د یوې قضیې پر بنسټ هره متناوبه تابع کولې شو د یو شمیر (حتي لایتناهي) ساینیزو او کوساینیزو تابع ګانو د ټولګې په توګه وښیو. د متناوبې تابع څخه هغه تابع مطلب دي چې

(c) ketabton.com: The Digital Library

د بشپړ مساوي او پرله پسې وخت څخه وروسته تکراريږي (۹- ۴) شکل. د فوريه د انالېز په مرسته کولې شو تناوبي حرکتونه په هارمونيکي اهتزازي حرکتونو باندې تجزيه کړو.



(۹- ۴) شکل

د (۹- ۴) شکل د موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y = A_0 + A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + ...$$

$$+B_1 \cos \omega t + B_2 \cos 2\omega t + B_3 \cos 3\omega t + ... \quad (۹- ۲۰)$$

پورتنۍ معادله د فوريه د سلسلې په نوم يادېږي او د A_0 له ثابت حد پرته داسې حدونه هم لري چې امپليتودونه يې $A_1, A_2, A_3,...$ او $B_1, B_2, B_3...$ او زاويه يې فريکونسي ګانې يې $\omega, 2\omega, 3\omega...$ دي.

د فوريه سلسله په لنډه توګه په لاندې ډول ليکل کيږئ.

$$y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \sin 2\pi f_n t + B_n \cos 2\pi f_n t \right) \quad (۹- ۲۱)$$

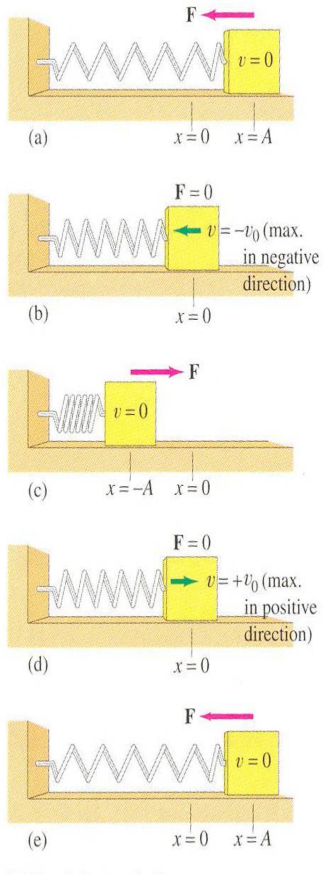
(۹- ۲۱) معادله د فوريه سلسله ده د يوه ټاکلي موج لپاره د امپليتودونو يا A_n ضريبونو پيدا کول او محاسبه د يو لړ رياضيکي عمليو په مرسته ترسره کيږي، چې موږ ورڅخه سترګې پټو يا ورڅخه تيريږو.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د فوریه سلسله د نوري موجونو د مطالعې په مبحث کې هم کارول کیږئ څکه چې په مستقیمه توګه د یوه نوري موج د بنې لیدل او مشاهده ناشونې ده. د فوریه له آنالیز څخه د نور او صوت د کیفیت په څیړنه کې زیاته ګټه اخیستل کیږئ.

۹– ۵: هم غږې خطي اهتزاز کونکې Linear Harmonic Oscillator

د یوه هم غږې خطي یا ساده اهتزاز کونکې نمونه په (۹– ۵) شکل کې ښودل شوې ده او هغه د m له یوې کتلې څخه عبارت دي چې د k ارتجاعیت یا د قوې ثابت درلودونکې فنر په پای کې تړل شوې ده. دا دفنر–کتلې سیستم د x د محور په امتداد له اصطکاک پرته د یوې افقي سطحې په مخ یو بعده اهتزازي حرکت ترسره کوئ. سیستم د هوک له قانون څخه پیروي کوي، نو څکه یو خطي سیستم دي.



(۹- ۵) شکل د یوه هم غږې خطي اهتزاز کونکې نمونه

(c) ketabton.com: The Digital Library

د تعادل له موقعیت څخه د x د ځای بدلون (تغییر مکان) په اندازه کولو سره، د پوتانشیل انرژي V(x) عبارت دي له:

$$V(x)=\frac{1}{2}kx^2 \quad (۹-۲۲)$$

او عامله قوه مساوي ده په:

$$F(x)=-kx \quad (۹-۲۳)$$

د نیوټن له دویم قانون، $F(x)=m\frac{d^2x}{dt^2}$، څخه دی پایلې ته رسیږو چې:

$$F(x)=m\frac{d^2x}{dt^2}=-kx \quad (۹-۲۴)$$

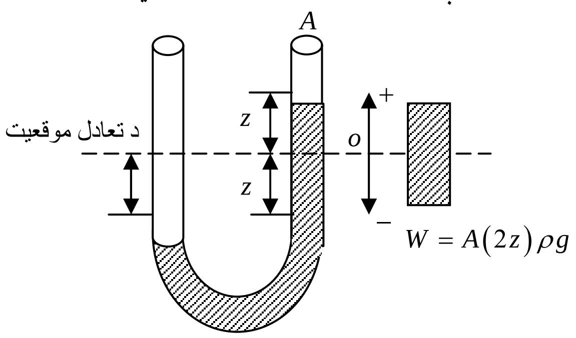
یا

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega_0^2x=0 \quad (۹-۲۵)$$

چې په هغې کې:

$$\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}} \quad (۹-۲٦)$$

ω_0 یو ثابت دي او د خپلواکې زاویه یې فریکونسي یا د خپلواکه اهتزازونو د فریکونسي په نوم یادیږئ. د هم غړه خطي یا ساده اهتزازونو بل مثال په یوه U ډوله تیوب کې د مایع اهتزاز دي. د (۹– ٦) 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 غړې اهتزازی حرکت ترسره کیږي. ددی اهتزازونو فریکونسي محاسبه کوو.



(۹- ۶) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

ددی اهتزازونو فريکونسي په لاندې ډول په لاس راځي. که چيرې مايع د کيڼي خوا په ستون کې د Z په اندازه بې ځايه شوې وي د ښی 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 نوموړې مايع له وزن سره، يعنی

$$W = mg = \rho Vg = \rho\left(A2Z\right)g \quad \text{.................................(۹- ۲۷)}$$

سره مساوي ده. په پورتنۍ رابطه کې ρ د مايع کثافت او A د تيوب مقطع ده. د نيوټن د دويم قانون څخه لرو چې:

$$F = M\ddot{Z} \quad \text{.................................(۹- ۲۸)}$$

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 دی لرو چې $M = \rho AL$، له دی ځايه:

$$F = \left(\rho AL\right)\ddot{Z} \quad \text{.................................(۹- ۲۹)}$$

که چيرې پورتنۍ جهت مثبت ونيسو، د W وزن ښکته خواته دې. په پايله کې د (۹- ۲۷) او (۹- ۲۹) رابطو څخه لرو چې:

$$-2\rho AZg = \rho AL\ddot{Z}$$

$$\ddot{Z} + \left(\frac{2g}{L}\right)Z = 0 \quad \text{.................................(۹- ۳۰)}$$

$$\ddot{Z} + \omega_0^2 Z = 0$$

له دی کبله د اهتزازونو طبيعي فريکونسي عبارت دي له:

$$\omega_0 = \left(\frac{2g}{L}\right)^{1/2} \quad \text{.................................(۹- ۳۱)}$$

۹- ۶: تبخيري اهتزازونه Damped Oscillation

له تيوريکي يا نظري پلوه يو هم غږې خطي يا ساده اهتزاز کونکې کله چې په حرکت راشي بنايي د هميشه لپاره خپل اهتزاز ته ادامه ورکړي او د هغه دا منه يا امپليتود 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

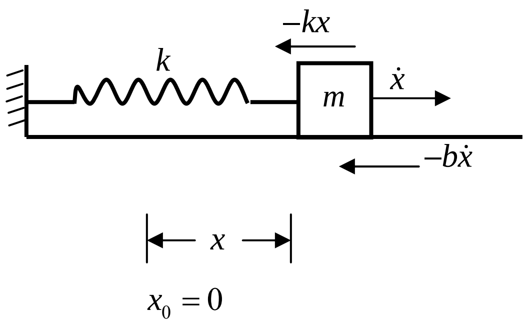
(c) ketabton.com: The Digital Library

تيريدو سره خپله انرژي له لاسه ورکوي. په دی ترتيب مهتزز سيستم خاموش او په پاې کې ودريږئ. د يوه خطي اهتزاز کونکې د ديفرانسيل معادله، يعنی (۹– ۲۵) بايد داسې اصلاح شي چې د خاموشي يا ودريدو اغيزې په کې شاملې شي.

يو ځل بيا د m يوه کتله چې په يوه فنر پورې ترل شوی ده لکه څرنګه چې په (۹– ٦) شکل کې ښودل شوې ده د يوې نمونې په توګه په پام کې نيسو او د هغې حرکت يوازې په يوه بعد کې مطالعه کوو. کله چې کتله په يو سيال ، هوا يا مايع کې حرکت وکړي، اصطکاکي قوې خاموشي، وروکيدونه او په پاې کې ودريدل رامنځ ته کوي. اصطکاکي قوه يا خاموش کونکې عامل F_d کيداې شي له سرعت سره متناسب فرض شي، يعنی

$$F_d = -bv = -b\dot{x} \quad (۹-۳۲)$$

چې په هغې کې b بايد مثبت وي.



(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 څرنګه چې په (۹– ۷) شکل کې ښودل شوې ده، عبارت دې له:

$$F_{net} = F + F_d = -kx - b\dot{x} \quad (۹-۳۳)$$

د نيوټن د دويم قانون څخه په ګټه اخيستنه او د $F_{net} = m\ddot{x}$ په وضع کولو سره لرو چې:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad (۹-۳۴)$$

پورتنی معادله يوه دويمه درجه ديفرانسيلي 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:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\gamma = \frac{b}{2m} \quad \text{..............................(۹- ۳۵)}$$

او

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \quad \text{..............................(۹- ۳٦)}$$

په پايله کې:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad \text{.........................(۹- ۳۷)}$$

د پورتنۍ معادلې يو حل په لاندې ډول دی.

$$x = e^{\lambda t};\ \dot{x} = \lambda e^{\lambda t};\ \ddot{x} = \lambda^2 e^{\lambda t}$$

که چيرې دا قيمتونه په (۹- ۳۷) معادله کې وضع کړو، لرو چې

$$e^{\lambda t}\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0$$

څرنګه چې $e^{\lambda t} \neq 0$ دی، نو بايد ولرو چې:

$$\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0 \quad \text{..............................(۹- ۳۸)}$$

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 (۹- ۳۷) معادلې عمومي ځواب عبارت دی له:

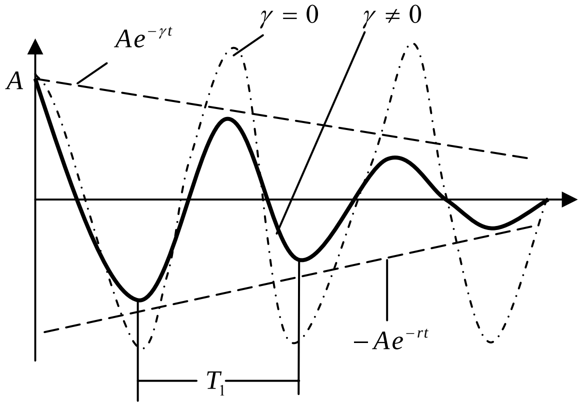
$x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$ يا

$$kx(t) = e^{-\gamma t}\left(A_1 e^{\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2 t}} + A_2 e^{-\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2 t}}\right) \quad \text{...........(۹- ۳۹)}$$

څرنګه چې (۹- ۳۷) معادله يوه تفاضلي معادله ده د هغې دحل د زيات تفصيل څخه ډډه کوو، که چيرې خاموش کونکي قوه نسبتاً کوچنۍ او جسم په لومړۍ سر کې د A امپليتود ولري د هغه حرکت د لاندې رابطې سره سم ترسره کيږئ.

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos\left(\omega_1 t + \phi\right) \quad \text{..............................(۹- ۴۰)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۸) شکل

(۹– ۸) شکل د (۹– ۴۰) رابطې منحني او يو تبخيري اهتزاز ښيي لکه څرنګه چې په شکل کې ليدل کيږي د اهتزازونو امپليتود په طاقتيزه يا نمايي توګه کميږي. د پرتلې لپاره غير تبخيري اهتزازونه (نقطه نقطه منحني) هم ښودل شوي ده چې د هغې لپاره $\gamma = 0$ دي.

۹– ۷: اجباري اهتزازونه Forced Oscillations

يو خپلواک اهتزاز کونکې د هميشه لپاره اهتزاز کوي. خو په حقيقت کې د هر ډول سيستم لپاره يو ډول خاموشي يا تبخير حضور لري (انرژي ضايع کيږي، مثلاً په تودوخه بدليږي) او په پاې کې سيستم له اهتزاز څخه پاته کيږي، يعنی ودريږي. د اهتزازو نو د ساتنې او دوام لپاره بايد له يوې خارجي منبع (چينې) څخه په خاموش کونکې يا تبخيري محيط کې سيستم ته په هغه مقياس انرژي ورسول شي په کوم مقياس چې انرژي ضايع کيږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمينيږئ د اجباري يا هدايت کيدونکو اهتزازونو په نوم ياديږي او اهتزاز کونکې سيستم د اجباري يا هدايت کيدونکې سيستم په نوم ياديږئ. که چيرې په سيستم باندې يوه هدايت کونکې قوه F_d وارده شي په سيستم باندې عمومی محصله وارده قوه مساوي ده په:

$$F_{net} = F_s + F_f + F_d \quad \text{(۹– ۴۱)}$$

په پورتنی رابطه کې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$F_s = -kx, F_f = -b\dot{x}$$

او د نیوټن له دویم قانون څخه لرو چې، $F_{net} = m\ddot{x}$.

(۹- ۴۱) معادله هغه وخت حل کیداې شي کله چې د اعمال شوې قوې F_d بڼه وپیژنو. څرنګه چې مورږ د خطي اهتزاز کونکو په هکله بحث کوو نبه به وئ چې هدایت کونکې قوه F_d په سینوسي بڼه فرض کړو، یعنی

$$F_d = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \quad (۹- ۴۲)$$

ددې لپاره چې هدایت کونکې قوه پورتنۍ بڼه لري ښه دلایل لرو. لومړۍ دا چې په زیاتره حقیقي او واقعي حالتونو کې واقعاً همدا ډول قوه حضور لري د بیلګې په توګه په یوه مقید الکترون کې، کله چې الکترو مقناطیسي موجونه په هغه وارد شي، یعنی له مقید الکترون څخه د نور په پراګندګۍ کې همدا ډول قوه وجود لري. دویم د وخت هره دوراني یا تناوبي تابع کیداې شي د څو سینوسي حدونو د حاصل جمع په توګه وښودل شي. د فوریه د سلسلې د طریقې څخه په ګټه اخیستنه سره کولې شو د هرې تناوبي هدایت کونکې قوې لپاره د سیستم حرکت وڅاکو.

کولې شو دا معادلې سره ترکیب او داسې معادله ورڅخه لاس ته راوړو چې اجباري اهتزاز توصیفوي، یعنی

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \quad (۹- ۴۳)$$

دا معادله یوه دویمه درجه دیفرانسیلي خطي غیر متجانس معادله ده، چې د هغې عمومي حل یا ځواب عبارت دې له:

$$x(t) = x_i(t) + x_h(t) \quad (۹- ۴۴)$$

په (۹- ۴۴) رابطه کې x_h د $m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0$ متجانسې معادلې ځواب دې.

ددې متجانسې معادلې عمومي ځواب عبارت دې له:

$$x_h(t) = e^{-rt}\left[A_1 e^{+i\omega_1 t} + A_2 e^{-i\omega_1 t}\right] \quad (۹- ۴۵)$$

د $e^{+-i\theta} = \cos\theta + -i\sin\theta$ رابطې څخه په ګټه اخیستنه (۹- ۴۵) رابطه په لاندې ډول لیکلې شو:

$$x_h(t) = e^{-\gamma t}\left[i(A_1 - A_2)\sin\omega_1 t + (A_1 + A_2)\cos\omega_1 t\right]$$

که چیرې $i(A_1 - A_2) = B$ او $(A_1 + A_2) = C$ تعویض کړو، په دې حالت کې لرو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$X_h(t)=e^{-\gamma t}\left[B\sin\omega_1 t+C\cos\omega_1 t\right] \quad \text{(۹- ۴۶)}$$

ω_1 زاویه یې طبیعي فریکونسي یا د تبخیري اهتزازونو فریکونسي ده او همیشه د خپلواکه اهتزازونو له فریکونسي ω_0 څخه کوچنۍ وي. که چیرې په (۹- ۴۶) معادله کې لاندې تعویض په پام کې ونیسو

$$A=\sqrt{B^2+C^2},\tan\phi=-\frac{C}{B}$$

په دې صورت کې (۹- ۴۵) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوئ.

$$X_h(t)=A_h e^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t+\phi_h) \quad \text{(۹- ۴۷)}$$

څرنګه چې تبخیري اهتزازونه په پای کې له مینځه ځي یا صفر کیږئ د ځواب د X_h برخه د تیریدونکې (ګذرا) حد په نوم یادیږئ. له یو څه وخت څخه وروسته د ځواب د X_h برخه خپل اهمیت له لاسه ورکوي له دې کبله باید د قسمي ځواب $X_1(t)$ پیدا کولو ته پاملرنه وکړو.

د (۹- ۴۲) رابطې سره سم اعمال شوې قوه په سینو سیزه توګه بدلون کوي، له دې کبله انتظار لرو چې د $X_i(t)$ ځواب په سینو سیزه توګه بدلون کوي. که چیرې د معادلې په کینه خوا کې $\dot{X}$ نه وي د $X=A\cos\omega t$ په بڼه ځواب په بشپړه توګه د منلو وړ دي.

ددې ټکې په رعایتولو سره باید ځواب په لاندې بڼه ولرو:

$$X=A\cos(\omega t\pm\phi) \quad \text{(۹- ۴۸)}$$

ځواب په لاندې بڼه په پام کې نیسو

$$X_i=A\cos(\omega t-\phi) \quad \text{(۹- ۴۹)}$$

د A او ϕ د محاسبې لپاره په (۹- ۴۸) رابطه کې د X_i قیمت وضع او $\theta_0=0$ په پام کې نیسو، 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 ترتیبولو وروسته لرو چې:

$$\left(KA\cos\phi-m\omega^2 A\cos\phi+b\omega A\sin\phi\right)\cos\omega t$$

$$-(KA\sin\phi-m\omega^2 A\sin\phi-b\omega A\cos\phi)\sin\omega t=F_0\cos\omega t$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

ددې لپاره چې دا رابطه د t د ټولو کچو لپاره برقرار وي د $\cos\omega t$ او $\sin\omega t$ د حدونو ضریبونه په دواړو خواو کې باید په جدا توګه ترتیب شي، یعنی

$$\left(K-m\omega^2\right)\cos\phi+b\omega\sin\phi=\frac{F_0}{A}\quad\text{(۹- ۵۰)}$$

$$\left(K-m\omega^2\right)\sin\phi-b\omega\cos\phi=0\quad\text{(۹- ۵۱)}$$

د زاويې د فاز لپاره لاندې افاده په لاس راځي:

$$\tan\phi=\frac{b\omega}{k-m\omega^2}=\frac{b\omega/m}{k/m-\omega^2}\quad\text{(۹- ۵۲)}$$

که چیرې $\frac{k}{m}=\omega_0$ او $\gamma=\frac{b}{2m}$ سره عوض کړو، لرو چې:

$$\tan\phi=\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2}\quad\text{(۹- ۵۳)}$$

له پورتنۍ رابطې څخه لرو چې:

$$\sin\phi=\frac{2\gamma\omega}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad\text{(۹- ۵۴)}$$

$$\cos\phi=\frac{\omega_0^2-\omega^2}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad\text{(۹- ۵۵)}$$

که چیرې دا کمیتونه په (۹- ۴۷) رابطه کې وضع کړو په لاس راځي چې:

$$A=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad\text{(۹- ۵۶)}$$

په دې ترتیب د غیر متجانسې معادلې قسمي ځواب عبارت دی له:

$$X_i(t)=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\cos(\omega t-\phi)\quad\text{(۹- ۵۷)}$$

په پورتنۍ معادله کې:

$$\phi=\tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2}\quad\text{(۹- ۵۸)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

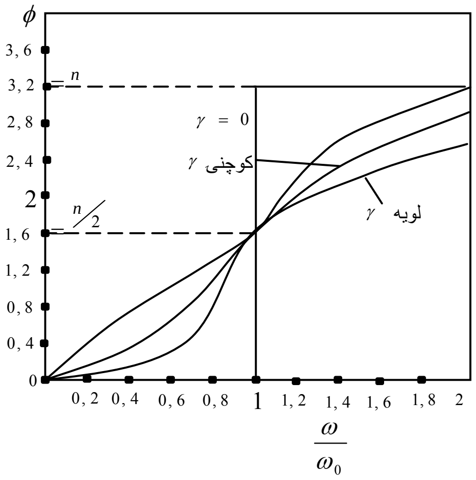
۹– ۸: ریزونانس **Resonance**

د یوه مستقر حرکت امپلیتود A او د فاز زاویه د (۹– ۵٦) او (۹– ۵۸) معادلو سره سم عبارت دي له:

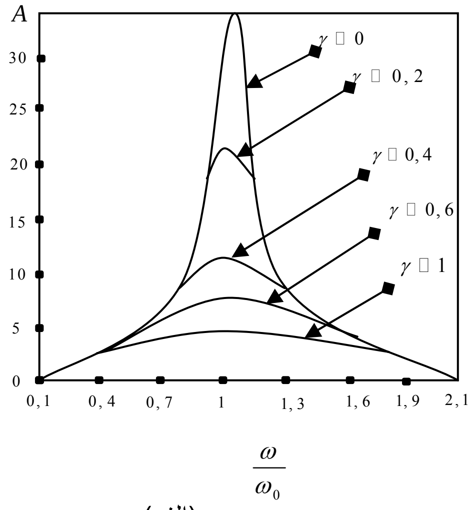
$$A=\frac{F_0/m}{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}\quad\text{..............................(۹– ۵۹)}$$

$$\phi=\tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2}\quad\text{..............................(۹– ٦٠)}$$

د ω_0 د یوه ټاکلي قیمت لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدایت کونکي فریکونسي له جنسه د γ د مختلفو کچو لپاره په (۹– ۹) شکل کې ښودل شوي دئ. لکه څرنګه چې معلومیږي د دغو کمیتونو تګ لاره په شدیده توګه د $\frac{\omega}{\omega_0}$ په نسبت پورې اړه لري.



(ب)



(الف)

(۹– ۹) شکل د γ د مختلفو قیمتونو لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدایت کونکي فریکونسي ω له جنسه.

(c) ketabton.com: The Digital Library

لکه څرنګه چې مخکې وويل شول ϕ د هدايت کونکې قوې F او د X لاس ته راغلې حرکت ترمنځ د فاز توپير دي، يعنی د عمل او ځواب ترمنځ د ځنډ څرګندوي دي. لکه څرنګه چې (۹- ۹) شکل يې ښيي 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، يعنی 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 $\gamma\to 0$ وي د فاز بدلونو نه 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 امپليتو A اعظمي دي. هغه فريکونسي چې په هغې کې امپليتود اعظمي وي د امپليتود د ريزوتانس فريکونسي په نوم ياده او په ω_r سره ښودل کيږي. د ω_r فريکونسي له (۹- ۵۹) رابطې څخه محاسبه کولې شو.

$$\left.\frac{dA}{d\omega}\right|_{\omega=\omega_r}=0 \quad \text{(۹- ۶۱)}$$

د لاس ته راغلې معادلې له حل څخه لرو چې:

$$\omega=\omega_r=\left(\omega_0^2-2\gamma^2\right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{(۹- ۶۲)}$$

پورتنی رابطه بيانوي چې کله چې د تخير ضريب(γ) کميږئ د ريزونانس فريکونسي زياتيږئ او کله چې $\gamma\to 0$، ω_r د خپلواک اهتزاز کونکې د طبيعي فريکونسي ω_0 خواته تقرب يا ميل کوي. کله چې د تخير ضريب فوق العاده کوچنی وي د (۹- ۶۲) رابطې ښي خوا د نيوټن د بينوم په کاروني سره په لاندې ډول ليکلې شو

$$\omega_r=\omega_0\left(1-\frac{1}{2}\frac{2\gamma^2}{\omega_0^2}+\cdots\right)$$

يا

$$\omega_r\approx\omega_0-\frac{\gamma^2}{\omega_0} \quad \text{(۹- ۶۳)}$$

(۹- ۶۲) او (۹- ۶۳) رابطې چې د اجباري اهتزاز لپاره ليکلې شوې دي کولې شو د تخيري اهتزاز لپاره هم چې مخکې مطالعه شول مشابه رابطه وليکو، يعنی

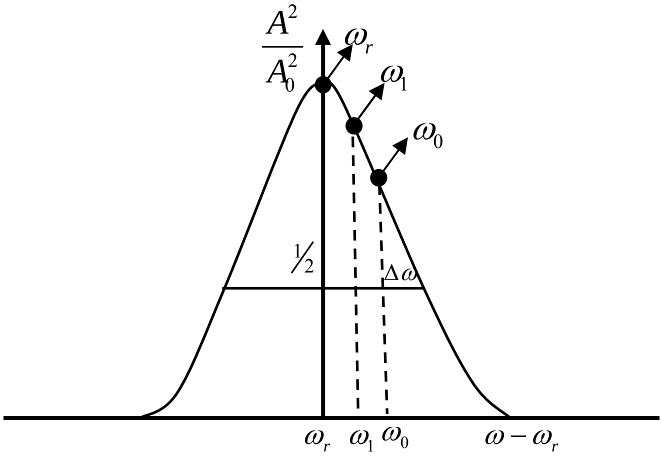
(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\omega_1 = \left(\omega_0^2 - \gamma^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

د کوچنی γ لپاره لرو چې:

$$\omega_1 \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{2\omega_0} \quad \text{.................................}(64 - ۹)$$

په داسې حال کې چې د خپلواک اهتزاز کونکې لپاره $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ دي. له دی کبله د ω_1 په بنې خوا کې قرار نیسي او ω_0 بیا هم له ω_r څخه لیرې ده. په هغه صورت کې ω_r کله چې $\omega = \omega_r$ وي لکه څرنګه چې (۹- ۱۰) شکل يې ښيې، لرو چې: $\frac{A^2}{A_0^2} = 1$ دي.



(۹- ۱۰) شکل د ریزونانس د فریکونسي ω_r، طبیعي فریکونسي ω_1 او د خپلواکه طبیعي فریکونسي ω_0 نسبي موقعیتونه ښیئ. په دې ترتیب اعظمي امپلیتود د $A = A_0$ چې په $\omega = \omega_r$ کې واقع کیږي کولې شو د (۹- ۵۹) او (۹- ٦٢) معادلو څخه په لاندې توګه په لاس راوړو.

$$A = \frac{F_0/m}{2\gamma\sqrt{\omega_0^2 - \gamma 2}} \quad \text{.................................}(٦٥ - ۹)$$

د کوچنی تبخیر په صورت کې، فرضوو چې $\gamma \to 0$، په پایله کې

$$A_0 \approx \frac{F_0}{2m\gamma\omega_0} \approx \frac{F_0}{b\omega_0}$$

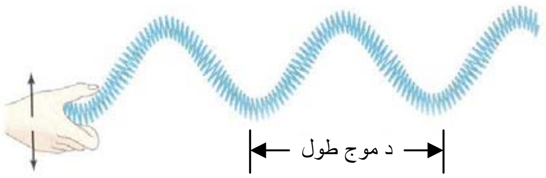
(c) ketabton.com: The Digital Library

څرګنده ده چې که چیرې b کوچنۍ وي په پایله کې $A_0 \to \infty$ ، خو داسې سیستم وجود نه لري چې غیر تبخیري وي.

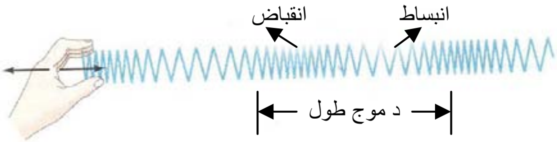
۹- ۹: موجي حرکت Wave Motion

که چیرې په یوه ارتجاعي محیط کې اهتزاز کونکې جسم (د اهتزاز منبع) کښېږدو، د محیط ذرې د تعادل له حالت نه وزي او په اهتزاز پیل کوي. د محیط هر ځای ته چې اهتزاز رسیږي د محیط د هغه ځاي ذرې هم په اهتزاز راځي او داسې تر پای پورې، د لږ وخت نه وروسته اهتزاز ټول محیط نیسي. خو د محیط ذرې په مختلفو فازونو سره اهتزاز ترسره کوي هر څومره چې ذره د اهتزاز له منبع نه لیرې واقع وي هغو مره نا وخته په اهتزاز پیل کوي او په هم هغه اندازه د فاز ځنډ (تأخیر) لري.

په محیط کې د اهتزاز خپریدو ته موجي حرکت یا موج وایي. د موجي حرکت ښه بیلګه د اوبو په مخ هغه څپه ده چې د ډبرې د لویدو په ځای کې رامنځ ته کیږي او د متحد المرکز دایرو بڼه لري. د څپې (اهتزاز) د خپریدو جهت ته وړانګه (شعاع) وایي. هغه څپه چې په هغې کې د محیط ذرې د څپې په جهت (وړانګې) باندې عمود اهتزاز کوي د عرضي څپې په نوم یادیږي. که چیرې د محیط ذرو اهتزاز د څپې د جهت سره هم لورې وي دا ډول څپې ته طولي څپه وایي. د عرضي او طولي څپو د پیژندنې لپاره د (۹- ۱۱) شکل سره سم



(الف)



(ب)

(۹- ۱۱) شکل

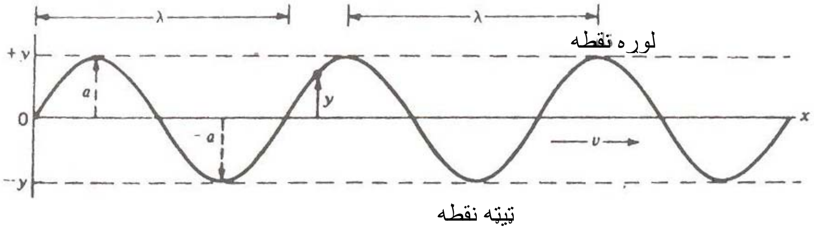
(c) ketabton.com: The Digital Library

که چیرې د یوه اوږده فنر په یو انجام باندې د لاس په واسطه په عمودي جهت ضربه وارده کړو (۹– ۱۱ الف) شکل یوه عرضي څپه او که دا ضربه په افقي جهت (۹– ۱۱ ب) شکل وارده کړو یوه طولي څپه رامنځ ته کیږي. په څپه کې د محیط ذرې تغییر مکان نه کوي یوازې د خپل تعادل موقعیت په شا او خوا کې اهتزاز تر سره کوي، یوازې څپه ایزه پروسه یا موجي حرکت تغییر مکان کوي.

د یادولو وړ ده چې طولي څپې په جامدو مایع او ګاز ډوله اجسامو کې او عرضي څپې له اوبو پرته یوازې په جامدو اجسامو کې رامنځ ته کیږي.

زمونږ شا او خوا نړۍ له موجونو، نه ډکه ده. ځیني موجونه لیدل کیږي او د اوریدلو وړ دي، خو زیاتره یې د لیدلو او اوریدلو وړنه دي، یعنی زمونږ د لیدو او اوریدو حواس هغه درک کولې نه شي. پوهیږو چې اتومونه او مالیکولونه له الکترونونو، پرتونونو، نیوترونونو او میزونونو، نه جوړ شوي دئ چې د څپو یا موجونو په بڼه پخپله محدوده کې دا خوا او ها خوا حرکت کوي. که چیرې همدا اتومونه او مالیکولونه په سم ډول ولمسول شي د ګاما (γ) او ایکس (x) وړانګو په نامه موجونه، نوري موجونه، تودخیز (حرارتي) موجونه او رادیویي موجونه خپروي.

په ورځنۍ ژوند کې د موجونو ښې بیلګې د اوبو په مخ موجونه، د زلزلې موجونه او د صوت موجونه دي. د اوبو په مخ موجونه د بیړیو د حرکت نه، صوتي موجونه د شیانو د چټک حرکت نه او د ځمکې د زلزلې موجونه د ځمکې په کره کې د ناڅاپي حرکتونو، نه راپیدا کیږي. موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي. د نور موجونه د عرضي موجونو له جملې څخه دي. که چیرې د اهتزاز یوه چنیه یا منبع په یو نواخت محیط کې په پام کې ونیسو د هغې موجونه د (۹– ۱۰) شکل په شان دي.



(c) ketabton.com: The Digital Library

(۹– ۱۲) شکل د يوې عرضي څپې يا موج ګراف چې د کتاب په مخ اهتزاز کوي. د موج طول λ، د موج لمنه يا امپليتود a، د موج تغيير مکان y، د موج سرعت υ په شکل کې د دوو متوالي يا پرله پسې مشابه نقطو ترمنځ واټن د موج د طول په نوم ياد او په λ سره ښودل کيږي.

د وخت په هره لحظه کې د يوه موج په اوږدوکې د هرې نقطې تغيير مکان y د هغې نقطې له عمودي واټن نه نسبت د تعادل حالت ته يې ټاکل کيږي. د y اندازه په پرله پسې توګه له +نه – او له – نه مثبت ته بدلون کوي. د هر موج لمنه په (۱۲–۹) شکل کې په a سره ښودل شوې ده چې د تعريف له مخې د تغيير مکان اعظمي قيمت ته امپليتود يا دامنه وايي. د موج فريکونسي د هغو موجونو تعداد يا شمير ته ويل کيږي چې په يوه ثانيه کې له يوې نقطې نه تيريږي يا هغې ته رارسيږئ او په هرتز اندازه کيږي چې هم هغه د اهتزازونو تعداد په يوه ثانيه کې دي. د موج د طول، سرعت او فريکونسي ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$\upsilon = f\lambda \quad \text{.................................} (۹– ۶۷)$$

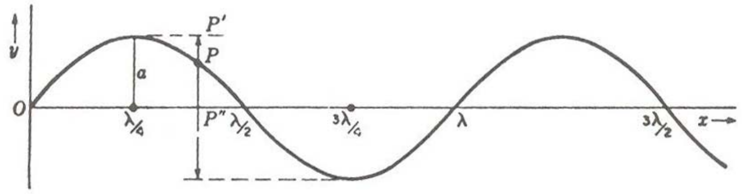
د موج د معادلې د لاس ته راوړلو لپاره يو عرضي موج په پام کې نيسو چې په هغه کې د ټولو نقطو حرکت د څپېدو په جهت عمود وي. د هرې نقطې تغيير مکان y له لاندينۍ رابطې نه په لاس راځي:

$$y = a\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \quad \text{.................................} (۹– ۶۸)$$

ددې معادلې د بدلونونو منحني په (۹– ۱۳) شکل کې ليدل کيږي چې د a او λ اهميت پکې له ورايه څرګند دي. د موجي حرکت لپاره چې د υ په سرعت سره ښې خواته حرکت کوي، د t وخت په لاندې ډول په معادله کې وارده وو:

$$y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(x-\upsilon t) \quad \text{.................................} (۹– ۶۹)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۱۳) شکل د t=0 په لحظه کې د يوه ساينيز موج مسير

د موج په مخ هر ذره په ګراف کې د P د نقطې په شان يو ساده هارمونيک حرکت ترسره کوي او د $P, P', P'', P''', ...$ پرله پسې يا متوالي موضع ګانې په داسې حال کې چې موج د حرکت په حال کې دي اشغالوئ. د هرې نقطې د يوه بشپړ اهتزاز د اجرا وخت د نورو نقطو د اهتزاز د اجرا له وخت سره مساوي دي، نو څکه لرو چې:

$$\upsilon = f\lambda = \frac{\lambda}{T} \quad (۹- ۷۰)$$

که چيرې دا متحولين په (۹- ٦۹) معادله کې وضع کړو د موجي حرکت لپاره لاندې معادلې په لاس راځي.

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

$$y = a\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{\upsilon}\right) \quad (۹- ۷۱)$$

$$y = \sin 2\pi f\left(t - \frac{x}{\upsilon}\right)$$

(۹- ۴) مثال: د $m = 0,016kg$ کتلې درلودونکې يوې مادې نقطې د اهتزاز معادله $x = 0,1\sin\left(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{4}\right)m$ ده. معلوم کړې.

الف) د اهتزاز کونکې نقطې اعظمي سرعت (v_m) اعظمي تعجيل (a_m)

ب) په اهتزاز کونکې نقطې باندې عامله اعظمي قوه F_m

ج) د اهتزاز کونکې نقطې بشپړه يا ټوليزه انرژي W

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل: د نومورې نقطې د اهتزاز معادله د هارمونيک اهتزاز له عمومي معادلې (۹– ۷۱) سره پرتله کوو، نو د ذرې امپليتود عبارت دي له $A=0,1m$ لومړنی فاز $f_0=\frac{\pi}{4}$ او زاويوي فريکونسي $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{\pi}{8}Rad/\sec$ ، $T=16\sec$ د مادي نقطې د اهتزاز پريود دي.

الف) د (۹– ۷) او (۹– ۹) معادلونه څرګندېږي چې د اهتزاز کونکې نقطې سرعت او تعجيل هغه وخت اعظمي دي چې:

$$\sin\left(\omega t+\frac{\pi}{2}\right)=1$$

يا

$$\sin(\omega t+\pi)=1$$

له دی کبله

$$V_m=\omega A=\frac{\pi}{8}\cdot 0,1\,m/\sec \cong 0,04\,m/\sec$$

او

$$a_m=\omega^2 A=\frac{\pi^2}{64}\cdot 0,1\,m/\sec^2 \cong 0,0154\,m/\sec^2$$

ب) پوهيږو چې د اعظمي تعجيل په صورت کې عامله قوه هم اعظمي قيمت لري. د نيوتن د دويم قانون پربنسټ لرو چې:

$$F_m=ma_m=0,016kg\cdot 0,0154\,m/\sec^2$$
$$=2,46\cdot 10^{-4}N$$

ج) د رپيدونکې نقطې ټوليزه انرژي مساوي ده په:

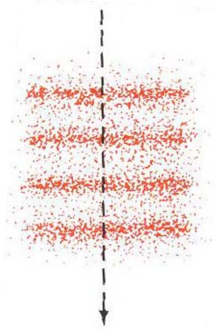
$$W=\frac{1}{2}m\omega^2A^2=\frac{0.016kg\cdot\pi^2\cdot 0.01m^2}{2\cdot 64sec^2}=1.23\cdot 10^{-5}J$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹- ۱۰: صوتي موجونه Sound Waves

صوتي موجونه د کم شدت درلودونکې ارتجاعي موجونه دي، يعنی کمزورې ميخانيکي اختلالونه دی چې په ارتجاعي محيط کې خپريږي. صوتي موجونه د انسان د اوريدو په غړيو باندې اغيزه کوي او د هغه د اوريدو حواس لمسوي.

صوتي موج يو طولي موج دي چې په هغه کې اختلال له يوه ماليکول څخه بل ماليکول ته رسيږي. ددې ډول موج لپاره بيرته راستنونکې قوه د هوا فشار تأمينوئ، په هر ځای کې چې د ماليکولو کثافت له عادي حالت څخه زيات شي فشار هم له عادي حالت څخه ډيريږي او ماليکولونه شا او خواته شړي. (۹- ۱۴) شکل په هوا کې يو صوتي موج ښيي. موج له هغو سيمو څخه عبارت دي چې په پرله پسې توګه ټيټ او لوړ کثافتونه لري.



(۹- ۱۴) شکل په يوه صوتي موج کې د هوا کثافت بدلون کوي

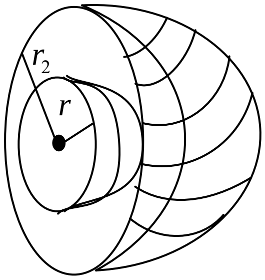
د يوه لوډ سپيکر مهتزز ديافراګم يا د صوتي پنجې مهتزز شاخ (شانګه) چې خپله د شا او خوا هوا له ځانه شړئ همدا ډول سيمې چې په ترتيب د لوړ او ټيټ کثافت درلودونکې دي موج رامنځ ته کوي. د ټيټ کثافت په سيمو کې ماليکولونه اعظمي ځای بدلون متقبل شوی دي هغه له سيمې څخه د باندې بی ځايه شوې دئ. د لوړ کثافت په سيمه کې ماليکولونو اصغری ځای بدلون قبول کړي دي هغه په داسې حال کې چې له ګاونډيو سيمو څخه د اعظمي ځای بدلونو درلودونکيو ماليکولونو د دوی خواته ميل کړي دي،ساکن پاته شوې دي. په (۹- ۱۴) شکل کې ځای بدلونونه او د کثافت زياتوالې په مبالغه اميزه توګه ښودل شوې دي. حتی په يوه ډير شديد صوتي موج کې، د بيلګې په توګه لکه هغه صوتي موج چې يوه الوتکه يې له ځمکې څخه د پورته کيدو په وخت کې رامنځ ته کوئ ځای بدلونونه يوازې $10^{-4}m$ او د کثافتونو بدلون يوازې 1% دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د صوت فريکونسي د هغه غږ زير او بمې ټاکې چې موږ يې اورو، يعنى دا ټاکي چې آيا دموږ غوږ به د غږ تن لوړ يا ټيټ تر لاسه کړي. د انسان غوږ هغه غږونه اوري چې فريکونسي يې له $20Hz$ څخه تر $20000Hz$ پورې وي. دا حدود يوه اندازه متغيير دي، د بيلګې په توګه د زړو خلکو غوږونه لوړو فريکونسيوته کم حساس دي. هغه صوتي موجونه چې فريکونسي يې $20000Hz$ څخه لوړ دي د فرا صوت ultrasound په نوم ياديږي، ځينې حيوانات لکه سپي، ګيدړې او نور دا فريکونسي ګانې اوري.

د يوه صوتي موج شدت د نوموړي موج په واسطه د موج د جبهې په هر متر مربع کې دليږدول 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 غوږ لپاره د اوريدو وړ دي $2,5\cdot10^{-12}W/m^2$ دي. دا شدت د اوريدو د درشل (استانه) په نوم ياديږي. د صوت د اوريدو وړ شدت لپاره لوړ حد وجود نه لري، خو له $1W/m^2$ څخه لوړ شدت په غوږ کې د درد د احساس د پيدا کيدو لامل ګرځئ.

هر څومره چې صوتي موج له خپلې منبع څخه پراختيا کوي يا ليرې کيږي د هغه شدت کميږي ځکه چې د موج د جبهې سطحه زياتيږي له دې کبله د موج انرژي په واحد سطحه کې کميږئ. په يوه متجانس محيط کې د موج شدت د موج له منبع څخه د فاصلې له مربع سره په معکوسه توګه متناسب دي. (۹– ۱۵) شکل د وخت په پرله پسې لحظو کې د کروي موج يوه جبهه ښيي. لکه څرنګه چې په شکل کې ليدل کيږي د وخت په لومړۍ لحظه کې د موج د جبهې شعاع r_1 او په پرله پسې دويمه لحظه کې د موج د جبهې شعا r_2 ده، نو ځکه د هغې سطحه له $4\pi r_1^2$ څخه $4\pi r_2^2$ پورې رسيږئ.



(۹- ۱۵) شکل په هوا کې د يوه صوتي موج د متحد المرکز کروي موجونو جبهه

(c) ketabton.com: The Digital Library

د موج د دغې جبهې په واسطه تولیز، لیږدول شوې قدرت یو شان پاته کیږئ. له دې کبله په واحد سطحه کې شدت یا قدرت عبارت دي له:

$$I_2 = \frac{r_1^2}{r_2^2} I_1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۷۲)$$

ددې ساده رابطې یا نتیجې په لاس ته راوړولو کې مو محیط متجانس فرض کړي دي، له دې کبله د موج سرعت له ځای پورې اړه نه لري یا د ځای تابع نه دي. د فرا صوت یا اولترا صوت موجونه په ډیره لوړه فریکونسي په هوا کې په ښه توګه نه خپریږي د هوا مالیکولونه هغه په چټکې سره جذبوي. خو دا موجونه د مایعاتو او جامداتو په منځ کې په اساني سره خپریږي چې په دې ورستیو کلونو کې د اولترا صوت د زیاتې عملي کارونې لامل شوې دي. د بیلګې په توګه د اولترا صوت موجونه همدا اوس د انسان د بدن د داخلي غړیو د عکس اخیستنې لپاره د x د وړانګې په ځای کارول کیږئ. دا ازمایښت د امیدواري ښځې په بدن کې جنین مجازه وي یا تثبیتوي او هغه زیانونه چې د x وړانګه یې لري دا موجونه یې نه لري. د اولترا صوت هغه کامرې چې دا عکسونه اخلي د $10^6\,Hz$ فریکونسي لرونکې موجونه کار وي.

۹- ۱۱: د صوت سرعت Speed of Sound

لکه د پړې (ریسمان) په مخ موج په شان د صوت سرعت په هوا کې په راستنونکې قوې او له کثافت پورې اړه لري. له کومه ځایه چې راستنونکې قوه د هوا فشار تأمینوي، پس هیله لرو چې د صوت سرعت د هوا د فشار او کثافت تابع وي. یوه پیچلې محاسبه چې دلته له هغې شخه ډډه کیږي ښیي چې د صوت د سرعت لپاره نظري فورمول په لاندې ډول دي.

$$v = \sqrt{1,40\frac{P_0}{\rho_0}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۷۳)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتیب سره له اختلال مخکې فشار او کثافت دي له فورمول شخه معلومیږي چې د صوت سرعت د راستنونکې قوې سره زیاتیږي او له کثافت سره کمیږي. تر معیاري شرایطو لاندې (تودوخه د سانتي ګرید صفر درجه،

(c) ketabton.com: The Digital Library

د صوت د سرعت اندازه ($\rho_0 = 1,29 \,{}^{kg}\!/_{m^3}$ ، $P_0 = 1atm = 1,01 \cdot 10^5 \,{}^{N}\!/_{m^2}$ $331,29 \,{}^{m}\!/_{\sec}$ ده.

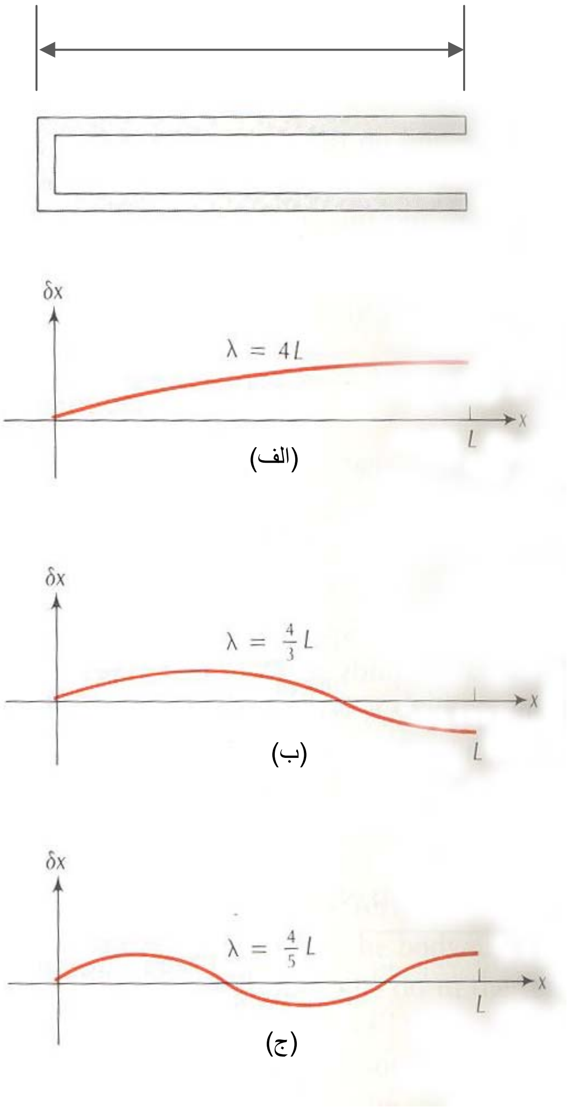
د صوت سرعت په مايعاتو او جامداتو کې له هوا څخه زيات دي ځکه چې هلته راستنونکې قوه ډيره زياته ده. مايعات او جامدات د ګازونو په نسبت د تراکم او فشردګي په مقابل کې له ځانه زيات مقاومت او مخالفت ښيي. په لاندې جدول کې په څو مادو کې د صوت سرعت ثبت شوې دي.

(۹– ۱) جدول په څو مادو کې د صوت سرعت

ماده	$V\left({}^{m}\!/_{\sec}\right)$	ماده	$V\left({}^{m}\!/_{\sec}\right)$
هوا		المونيم	5104
$0C^{\circ}$ او $1atm$	331	اوسپنه	5130
$20C^{\circ}$ او $1atm$	344	ښيښه	5000-6000
$100C^{\circ}$ او $1atm$	386	ګرافيت	6000
هيليوم $0C^{\circ}$ او $1atm$	965		
مقطرې اوبه	1497		
د سيند اوبه	1531		

په هوا کې د صوت د سرعت داندازه کولو لپاره په يوه داسې توله (نل) کې چې يو سرېې پرانيستي او بل سرېې 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 ځاى بدلون (تغيير مکان) درلودونکې وي ځکه چې په دى سر کې د هوا حرکت د يوال محدوده وي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۱۶) شکل

(۹– ۱٦) شکل په هغه نل کې چې یو سرېې پرانیستی دي ممکنه ولاړ موجونه

(c) ketabton.com: The Digital Library

په پرانيستی انجام کې موج بايد د ځای بدلون يوه خيټه يا بطن ولري. دا ډېره واضح نه ده، خو که چيرې لومړی فشار په پام کې ونيسو په هغه پوهيدی 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 شخه يا جوته د هوا په حاضر کيدو ختميږي او د فشار بدلون له منځه وړي. په دی ترتيب جو يا آزاده هوا لکه د ثابت فشار د مخزن په توګه عمل کوي. دا په بشپړه توګه دقيقه او سمه نه ده، ځکه چې ځينې صوتي موجونه له انجام څخه انعکاس کوي او د محيط په هوا کې پريوديک اهتزازونه توليدوي، خو دا ښه تقريب دي ځکه چې د شا او خوا ازادې هوا يا، جو د فشار اهتزازونه د نل يا تولې د داخلي اهتزازونو څخه ډېر کم دي. له دې کبله پرانيستی انجام د فشار يوه غوټه ده، لکه څرنګه چې مخکې ووېل شول د فشار اصغري ګڼل د ځای بدلون يا تغيير مکان اعظمي ګڼل 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– ۱٦) شکل کې ښودل شوې دي. که چيرې د تولی يا نل اوږدوالې L وي، ددې ولاړو موجونو طول په لاندې ډول دي.

$$\lambda_1 = 4L \text{ ، } \lambda_2 = \frac{4}{3}L \text{ ، } \lambda_3 = \frac{4}{5}L, \ldots \quad \text{(۹– ۷۴)}$$

او اړونده فريکونسې ګانې

$$f_1 = \frac{v}{4L},\ f_2 = \frac{3v}{4L},\ f_3 = \frac{5v}{4L}, \ldots \quad \text{(۹– ۷۵)}$$

يا په عمومې ډول

$$f_n = n\frac{v}{4L} \qquad n = 1, 3, 5, \ldots \quad \text{(۹– ۷٦)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹- ۱۲: د صوتي موجونو انعکاس The Reflection of Sound Waves

صوتي موجونه د دوو مختلفو محيطونو له ګډې پولې څخه چې مختلف ميخانيکي خواص لري منعکس کيږئ. د بيلګې په توګه کله چې له هوا څخه اوبو ته موجونه تيريږي يا د هغه بر عکس د انرژي زياته برخه منعکس او يوازې يوه کمه برخه يې دويم محيط ته ننوزي.

صوتي موجونه په هوا کې له سختو يا جامدو جسمونو څخه هم منعکس کيږي د بيلګې په توګه د ځمکې له سطحې څخه ځرنګه چې مونږ ته د پژواک (Echo) پديده معلومه ده. د صوتي موجونو په انعکاس کې مهم رول د محيط د کثافت ρ او د صوت د سرعت v بدلون لري يا په دقيقه توګه د ρv د کميت بدلون عمده رول لوبوي. په هره اندازه چې د ρv د کميت بدلون زيات وي له يوه محيط څخه بل محيط ته د تيريدو په وخت کې هم هغه اندازه د دغو محيطونو په پوله کې د صوتي موجونو زياته انرژي منعکس کيږي. تجربې ښيي چې د منعکس شوې موج فاز ښايي يا صفر او يا π وي يعنی منعکس شوې موج له وارده موج سره بايد يا هم فازه او يا له هغه سره مخالف فاز ولري.

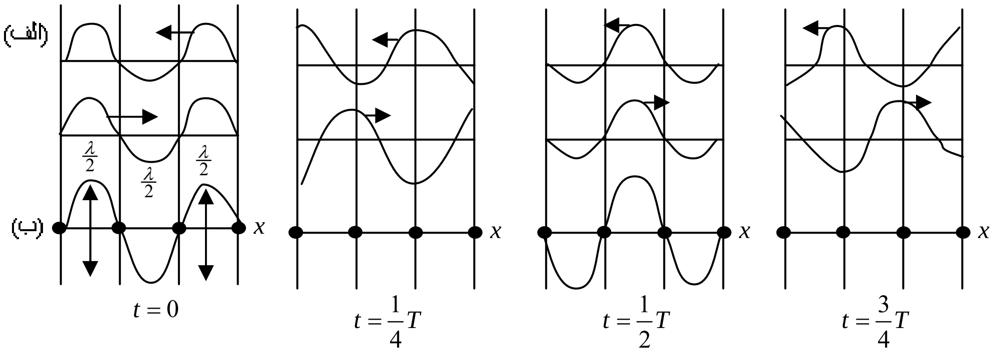
ρv د محيط د اکو ستيک موجي مقاومت په نوم ياديږي. د منعکسه موج فاز په دی پورې اړه لري چې کوم محيط زيات موجي مقاومت لري. که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت کم وي په دی صورت کې انعکاس د فاز له بدلون پرته تر سره کيږي، بر عکس که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت زيات وي منعکسه موج مخالف فاز لري.

۹- ۱۳: ولاړ يا ساکن موجونه Standing Waves

د ولاړو موجونو د مطالعې لپاره دوه ساينيز موجونه چې د موج طول او دامنه يا امپليتود يې يو شان او مساوي دي په پام کې نيسو. که چيرې دا دوه موجونه په دوو مختلفو جهتونو حرکت وکړي څه واقع کيږي؟ ايا د دواړو موجونو محصله د هغه له حاصل جمع څخه لاس ته راوړې شو.

(۹- ۱۷) شکل ددا ډول موجونو ګراف ښيي. دا ګراف دوه يو ځای کيدونکې يا ترکيب کيدونکې موجونه چې يو يې ښي خواته او بل يې کيڼې خواته حرکت کوي (۹- ۱۷ الف) شکل ښيي. (۹- ۱۷ ب) شکل د هغو مجموعه چې يو د بل له جمعې نه په ګرافيکي توګه په لاس راغې ښيي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(9- 17) شکل

لکه څرنګه چې له شکل نه معلومېږي د محصله موج ځانګړتیا په دې کې ده چې د پړی یا رسی په اوږدو کې غوټې وجود لري چې د غوټو په ځای کې پړې همیشه ساکن یا ولاړه وي. په (۹– ۱۷ ب) شکل کې ځلورغوټې د نقطو په واسطه ښودل شوې دي. د دوو متوالي غوټو په منځ کې جوف یا خیټه قرار لري چې د موج امپلیتود په هغې کې اعظمي قیمت لري.

په (۹– ۱۷ ب) شکل کې موج ډوله انځورونه د ولاړ یا ساکن موج په نوم یادیږي، ځکه چې د موج انځورونه ښيي او کیڼې خواته حرکت نه کوي یا په بل عبارت د اعظمیو او اصغریو ځایونه بدلون نه کوي. په لنډه توګه ولاړ موج په لاندې ډول تعریفوو.

که چیرې دوه ساینیز موجونه چې د موج طول او امپلیتود یې سره مساوي او یو شان وي د یو بل په مخالف لورې د یوه کش شوې پړې په اوږدوکې حرکت وکړي د یو بل سره د هغو له تداخل نه ولاړ یا ساکن موج رامنځ ته کیږي. د یوه ولاړ موج د تحلیل او ارزیابي لپاره دوه یو ځای کیدونکې موجونه چې معادلې یې په لاندې ډول دي په پام کې نیسو:

$$y_1(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹- ۷۷)$$

$$y_2 = (x,t) = y_m \sin(kx + \omega t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹- ۷۸)$$

د نوموړیو 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 ګټه اخیستنه سره لیکلې شو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$y'(x,t)=[2y_m \sin kx]\cos \omega t \quad ....(۹- ۷۹)$$

وروستۍ رابطه یو خوځنده موج نه دي، بلکې یو ولاړ یا ساکن موج دي، پس (۹- ۷۹) 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 څرنګه 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 (۹- ۷۹) ولاړ موج په معادله کې د kx د هغو اندازو لپاره چې $\sin kx = 0$ امپلیتود صفر کیږي عبارت دي له:

د $n = 0,1,2...$ لپاره $kx = n\pi$ په دی معادله کې د $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x = n\frac{\lambda}{2} \text{ غوټې} ....(۹- ۸۰)$$

چې د (۹- ۷۹) معادلې لپاره د صفر امپلیتود ځایونه یا غوټې دي د پام وړ ده چې د متوالي غوټو ترمنځ واټن نیم طول موج ($\frac{\lambda}{2}$) دي. (د (۹- ۷۹) 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 ندازې عبارت دي له:

$$kx = \frac{1}{2}\pi, \frac{3}{2}\pi, \frac{5}{2}\pi, ...(n+\frac{1}{2})\pi : n = 0,1,2,3$$

په پورتنۍ معادله کې د $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ د قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x = (n+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2} \text{ جوفونه } ....(۹- ۸۱)$$

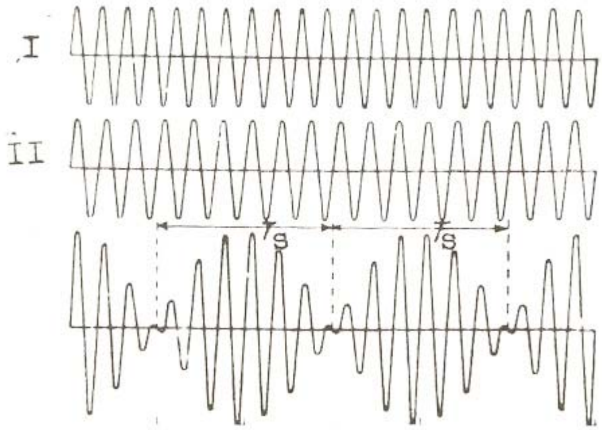
$$n = 0,1,2,...$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

وروستۍ رابطه په (۹– ۷۹) معادله کې د اعظمي امپلیتود ځایونه یا جوفونه په لاس راکوي.
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 لړزیدنې اهتزازونه Beats

دوه اهتزازونه چې فریکونسۍ یې یو له بل څخه ډیر کم توپیر لري په پام کې نیسو (۹– ۱۸) شکل. د I او II منحنې ګانې هارمونیکي اهتزازونه دي. د نظري تحلیل او بررسي لپاره فرضوو چې د مرکبه اهتزازونو د فاز توپیر صفر دي.



(۹- ۱۸) شکل

که چیرې فرض کړو چې د یوه هارمونیکي اهتزازي حرکت امپلیتود b او فریکونسۍ یې ω_1 او د دویم هارمونیکي اهتزازي حرکت امپلیتود هم b، خو فریکونسي یې ω_2 دي. له دې کبله ددې دوو اهتزازونو معادلې په لاندې ډول لیکلې شو:

$$y_1 = b\sin\omega_1 t \quad \ldots\ldots(۹- ۸۲)$$

$$y_2 = b\sin\omega_2 t \quad \ldots\ldots(۹- ۸۳)$$

د دواړو اهتزازونو مجموعه یا محصله په y سره ښیوو، نو څکه لرو چې:

$$y = y_1 + y_2 = b(\sin\omega_1 t + \sin\omega_2 t) \quad \ldots\ldots(۹- ۸۴)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د لاندې مثلثاتي فورمول په کارولو سره

$$\sin\propto+\sin\beta=2\cos\frac{\propto-\beta}{2}\sin\frac{\propto+\beta}{2}$$

(۹- ۸۴) رابطه په لاندې ډول سره ليکلې شو:

$$y=2b\cos(\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t)\sin(\frac{\omega_1+\omega_2}{2})\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۸۵)$$

کله چې ω_1 ډېره 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 ډېر کوچنی وي. په دې حالت کې د $\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ فکتور د $\sin\frac{\omega_1+\omega_2}{2}t$ په نسبت نظر وخت ته ډير ورو بدلون کوي. د محصله حرکت عمليه په يوه ښه تقريب سره کولې شو د يوه هارمونيکي اهتزاز په توګه تصور کړو چې د هغه فريکونسي $\frac{\omega_1+\omega_2}{2}$، خو ددی اهتزاز امپليتود، يعنی $2b\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t$ د 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 دواري کميږي. دا ډول اهتزازونه د لړزيدنې يا beats په نوم يادوي. د دوو اعظمي امپليتودونو ترمنځ فاصله د لړزيدنې د دوام په نوم ياد او په T_s سره يې ښيي. دا وخت هغه وخت دي چې $\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ له $+1$ څخه تر -1 پورې بدلون کوي. يا په بل عبارت دا هغه وخت دی چې د کوساين قوس د π په اندازه بدلون وکړي، يعني:

$$\frac{\omega_1-\omega_2}{2}T_s=\pi$$

له دی ځايه ليکلې شو چې:

$$T_s=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}=\frac{1}{f_1-f_2}=\frac{T_1T_2}{T_2-T_1}\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۸۶)$$

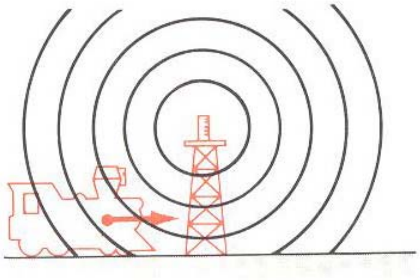
د لړزيدنې فريکونسي په f_s سره ښيو او دا فريکونسي عبارت ده له:

$$f_s=f_1-f_2\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۸۷)$$

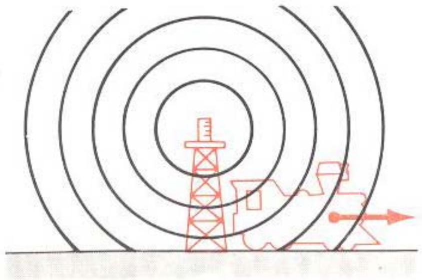
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 نوموړیو موجونو د فریکونسي له بدلون څخه عبارت دي. د معیاري شرایطو لاندې د یوه صوتي موج سرعت کله چې په هوا کې په ساکن سیستم کې اندازه شي $331 m/_{sec}$ دي. خو کله چې په هوا کې متحرکت د محاسبې په سیستم کې اندازه شي د محاسبې د سیستم د حرکت د جهت تابع دي ښایي زیات یا کم شي. د بیلګې په توګه که چیرې یو اورګاړي (ترین) چې په $30 m/_{sec}$ سرعت حرکت کوي یوه ساکن انتن ته نږدې شي (۹– ۱۹ الف) شکل، د صوتي موج سرعت به داورګاړي په نسبت $361 m/_{sec}$ وي، او که چیرې اورګاړي له آنتن څخه لیرې شی د (۹– ۱۹ ب) شکل، د صوت د موج سرعت به $301 m/_{sec}$ وي.



(الف)



(ب)

(۹– ۱۹) شکل (الف) اورګاډي آنتن ته نږدې کیږي. اورګاډي نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د زیاتو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږي. ب، اورګاډي له آنتن څخه لیرې کیږئ نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږي

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اورګاډي حرکت یوازې د صوتي موجونو په سرعت نه، بلکې د هغو په فریکونسي باندې هم آغیزه کوي. د بیلګې په توګه که چیرې اورګاډي آنتن ته نږدې شي مخامخ صوتي موجونو ته ورداخلیږي (۹– ۱۶) شکل، له دی کبله نسبت هغه وخت ته چې ساکن وي په واحد وخت کې د زیاتو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږئ، او که چیرې اورګاړي له آنتن څخه لیرې شي د صوتي موجونو سره یو ځای حرکت کوي (۹– ۱۶ ب) شکل له دی کبله د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږي. په پایله کې په اورګاړي کې مشاهد، اخیستونکې یا ثبت کونکې آنتن ته د نږدې کیدو په وخت کې زیاتې فریکونسي ترلاسه کوي او د لیرې کیدو په وخت کې کمې. د فریکونسي دا ډول بدلون چې د اخیستونکې او یا لیږدونکې د حرکت له امله رامنځ ته کیږي د دوپلر د لیږد په نوم یادیږي. د فریکونسي د لیږد د محاسبې لپاره له هغې رابطې څخه ګټه اخلو، چې د سرعت، د موج طول او فریکونسي ترمنځ وجود لري، یعنی:

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{(۹– ۸۸)}$$

او د اورګاډي د پورتنۍ مثال لپاره لرو چې:

$$f' = \frac{v'}{\lambda} \quad \text{(۹– ۸۹)}$$

د پورتنیو رابطو له تقسیم څخه لرو چې:

$$\frac{f'}{f} = \frac{v'}{v} \quad \text{(۹– ۹۰)}$$

د اورګاډي سرعت چې د صوتي موجونو د اخیستونکې یا ثبت کونکې په توګه عمل کوي په V_R سره ښیو د اورګاډي د محاسبې په سیستم کې د صوت سرعت $V' = V \pm V_R$ دي، چې په هغه کې مثبته علامه د صوت د منبعې په خوا د اورګاډي د حرکت او منفي علامه د صوت له منبعې څخه د اورګاډي د حرکت آړوند ده. په پایله کې (۹– ۹۰) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوي.

$$f' = f\left(\frac{V \pm V_R}{V}\right)$$

یا

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \quad (۹- ۹۱)$$

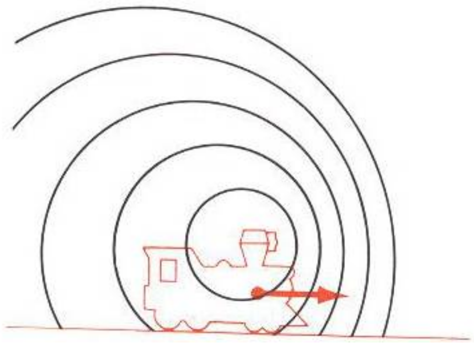
په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کيدونکې او منفي علامه د لیرې کیدونکې اخیستونکې یا ثبت کونکې لپاره ده. (۹- ۸۹) رابطه په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي ده.

پاملرنه وکړي چې که چیرې ثبت کونکې د $V_R = V$ په سرعت له منبع څخه لیرې شي. هغه وخت د f' فریکونسي صفر کیږي دا په دی مانا ده چې منبع په دقیقه توګه له موجونو سره حرکت کوي له دې کبله د موج هیڅ جبهه په لاس نه راوړي. که چیرې ثبت کونکې له V څخه په زیات سرعت سره له منبعې څخه لیرې شي هغه وخت (۹- ۹۱) رابطه منفي فریکونسي راکوي دا په دې مانا ده چې ثبت کونکې د موجونو هغه جبهه چې له شا ورپسې راځي شاته پریږدي او خپله ورڅخه ځي. (۹- ۹۱) رابطه نه یوازې د صوتي موجونو لپاره، بلکې د اوبو د موجونو او نورو موجونو لپاره هم کارول کیږي.

که چیرې هغه منبع چې صوتي موجونه یا نور موجونه خپروي په حرکت کې او ثبت کونکې ساکن وي بیا د خپرې شوې فریکونسي او هغې فریکونسي ترمنځ چې ثبت کونکې یې ښکاره کوي لیرد (انتقال) واقع کیږي. د بیلګې په توګه که چیرې هغه اورګاډي چې تم ځای یا ستشن ته نږدې کیږي خپل آلارم (د اروګاډي مخصوص هارن) وغږوي د الارم په واسطه د پرله پسې موجونو جبهه د الارم په مسیر په منظمو فاصلو کې متمرکز کیږي په مخامخ لورې یا جهت د موجونو تجمع یو بل ته نږدې او د شاخواته یا مخ په شټ یو له بل څخه زیاته فاصله لري (۹- ۲۰) شکل. په پایله کې یو ساکن یا ولاړ ثبت کونکې کله چې د اورګاډي په مخ کې ولاړ وي زیاتې فریکونسي او کله چې د هغه شا ته ولاړوي کمې فریکونسې ترلاسه کوي.

کله چې اورګاډي د ولاړ یا ساکن ثبت کونکې له څنګ څخه تیریږي ترلاسه شوې فریکونسي په نابیره توګه سقوط کوي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۲۰)

(۹– ۲۰) شکل د حرکت په حال کې اورګاډي صوتي موجونه خپروي د اورګاډي په مخ کې د موج طول لنډ او د اورګاډي شاته د موج طول د هغه د سکون له حالت څخه زيات دي.

د اورګاډي سرعت کله چې د صوتي موجونو د خپرونکي په توګه عمل کوي په V_E سره ښيو. د فريکونسي د هغه بدلون د محاسبې لپاره چې د خپرونکي د حرکت له امله رامنځ ته شوې دي، لومړی پاملرنه کوو چې د $\frac{1}{f}$ په وخت کې له يو پريود سره معادل دي، اورګاډي د $\frac{1}{f}V_E$ فاصله طی کوي او په دی حالت کې د موج طول له خپلي عادي اندازې λ څخه لنډ او يا اوږد دي. يعنی $\acute{\lambda} = \lambda \mp \frac{V_E}{f}$ په دې رابطه کې د منفي علامه د اورګاډي په مخ کې د موج په طول پورې او مثبت علامه د اورګاډي شاته د موج په طول پورې اړه لري. له دې کبله نوې فريکونسي په لاندې ډول ده:

$$\acute{f} = \frac{V}{\acute{\lambda}} = \frac{V}{\lambda \mp \frac{V_E}{f}} = \frac{V}{\frac{V}{f} \mp \frac{V_E}{f}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۹۲)$$

يا:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۹۳)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 ليږد 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 آنتن ساکن او اورګاډي د $30\,{}^{m}/_{sec}$ په سرعت هغه ته نږدې کيږي، آنتن د $440Hz$ په فريکونسي صوت يا غږ خپروي. هغه فريکونسي چې په اورګاډي کې ترلاسه کيږي پيدا کړي؟

حل: لرو چې:

$$f' = f\left(1+\frac{V_R}{V}\right) = 440Hz\left(1+\frac{30\,{}^{m}/_{sec}}{331\,{}^{m}/_{sec}}\right) = 480Hz$$

(۹– ٦) مثال:

فرض کړي چې د يوه اورګاډي الارم چې په $30\,{}^{m}/_{sec}$ سرعت سره يوه ولاړ يا ساکن ناظر ته نږدې کيږي د $440Hz$ په فريکونسي صوت خپروي. ناظر کومه فريکونسي اوري؟

حل: له (۹– ۹۳) رابطې څخه لرو چې:

$$f' = f\,\frac{1}{1-\frac{V_E}{V}} = \frac{440Hz}{1-\frac{30\,{}^{m}/_{sec}}{331\,{}^{m}/_{sec}}} = 484Hz$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹– ۱٦: د فصل لنډيز

- اهتزازي حرکتونه هغو حرکتونو ته ويل کيږي چې يو جسم يا سيستم په واروار د خپل تعادل له حالت څخه يوه خوا او بله خوا تيريږي او هرځل بيرته هغه ته راګرځي. که چيرې دابيرته راګرځيدنه له مساوي وخت څخه وروسته ترسره شي دا ډول اهتزازونه د پريوديکي اهتزازونو په نوم ياديږئ.
- هارمونيک اهتزازونه هغو اهتزازونو ته ويل کيږي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کميت مثلاً د رقاصې انحراف يا تغيير مکان د وخت په نسبت د ساين او کوساين د قانون په مطابق بدلون کوي.
- د هارمونيکي اهتزاز معادله کله چې لومړنی فاز مساوي صفر وي عبارت دي له:

$$X = A\sin\omega t \quad \text{......} (۹۴ -۹)$$

د لومړنی فاز د موجوديت په صورت کې د هارمونيکي اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$X = A\sin(\omega t + \varphi_0) \quad \text{......} (۹۵ -۹)$$

- ساده يا رياضيکي رقاصه د m په کتلې سره د يوې مادې نقطې څخه عبارت ده چې د يوه بی وزنه تار په پای پورې ځړول شوې ده. د هغه حرکت کله چې د اهتزاز امپليتود کم وي تقريباً يو ساده اهتزاز دي. د ساده رقاصې زاويه يې فريکونسي او پريود په لاندې ډول دئ.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad \text{......} (۹٦ -۹)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad \text{......} (۹۷ -۹)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{......} (۹۸ -۹)$$

- فزيکي يا مرکبه رقاصه يو جسم دي چې له يوه دوراني محور څخه چې د ثقل له مرکز څخه د ℓ په فاصله واقع دي ځوړندوي. که چيرې د جسم د عطالت مومنت د دوران د محور په نسبت J وي د نومړي رقاصې زاويه يې فريکونسي او تناوب مساوي دي په:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \quad ....(۹- ۹۶)$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \quad ....(۹- ۱۰۰)$$

- په هارمونيکي اهتزاز کې د انرژي د تحفظ قانون عبارت دي له:

$$W = W_K + W_P = const$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = const \quad ....(۹- ۱۰۱)$$

- په محيط کې د اهتزاز خپريدو ته څپه ايزه پروسه يا څپه وايي. څپې يا موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي.
- هغه اهتزازونه چې په تدريجي توګه يې امپليتود کميږي او په پای کې مهتزز جسم ودريږي د تخيري يا مستهلک اهتزاز په نوم ياديږي.
- د تخيري اهتزاز معادله په لاندې ډول ده.

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad ....(۹- ۱۰۲)$$

- د اهتزازونو د ساتنې او دوام لپاره بايد له يوې خارجي منبع څخه په خاموش کونکي يا تخيري محيط کې سيستم ته په هغه مقياس انرژي ورسول شي په کوم مقياس چې انرژي ضايع کيږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمينيږي د اجباري يا هدايت کونکې اهتزاز په نوم ياديږي.
- د اجباري اهتزاز معادله عبارت ده له:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0\cos(\omega t + \theta_0) \quad ....(۹- ۱۰۳)$$

- د موجي حرکت معادله په لاندې ډول ده:

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \quad ....(۹- ۱۰۴)$$

- د صوت د سرعت فورمول عبارت دي له:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$V = \sqrt{1,40\frac{P_0}{\rho_0}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹- ۱۰۵)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتیب له اختلال مخکې فشار او کثافت دي.

- د ساکن یا ولاړ موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y'(x,t) = [2y_m \sin kx]\cos \omega t \ldots\ldots\ldots(۹- ۱۰۶)$$

- د لړزیدنې په اهتزازونو کې د لړزیدنې فریکونسي مساوي ده په:

$$f_s = f_1 - f_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹- ۱۰۷)$$

- د دوپلر دافکت پر بنسټ په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي عبارت ده له:

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹- ۱۰۸)$$

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:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right)$$

منفي علامه د نږدې کیدونکې خپرونکې او مثبت علامه د لیرې کیدونکې خپرونکې لپاره ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د نهم فصل تمرين

1. د يوې ذرې تغيير مکان د $x = 4\cos(3\pi t + \pi)$ معادلې مطابق ترسره کيږي که چيرې فاصله په متر او وخت په ثانيه اندازه شي پيدا کړې

الف) د اهتزاز امپليتود

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 کړې همدا رنګه د t=0 په لحظه کې د ذرې اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل پيدا کړې؟

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 هارمونيک اهتزاز ترسره کوي که چيرې د حرکت معادله يې $X = 5\cos(2t + \pi/6)$ ، فاصله په سانتي متر او وخت په ثانيه اندازه شي. د $t = 0$ په لحظه کې پيدا کړې

الف) د ذرې تغيير مکان

ب) د هغې سرعت او تعجيل

ج) د حرکت امپليتود او پريود

ځوابونه: (الف: $4,3cm$ ، ب: $-5\,m/sec$, $-17\,cm/sec^2$ ، ج: $\pi\, sec, 5cm$)

4. يوه ذره هارمونيک اهتزاز کوي په هر سايکل يا دوران کې مجموعاً $20cm$ فاصله طې کوي او اعظمي تعجيل يې $50\,m/sec^2$ دي. پيدا کړې

الف) د اهتزاز زاويوي فريکونسي

ب) د ذرې اعظمي سرعت

ځوابونه: (الف: $3,33\,rad/sec$ ، ب: $16,65\,cm/sec$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

5. یوه ساده رقاصه (ریاضیکي رقاصه) چې پریود یې $2,5\sec$ دي
الف) د رقاصې طول پیدا کړي؟
ب) د نوموړي رقاصې پریود به د سپوږمۍ په مخ چیرې چې $\left(g_m = 1,67 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}\right)$ دي پیدا کړي؟
ځوابونه: (الف: $1,55m$، ب: $6\sec$)

6. د یوې ساده رقاصې طول $10m$ دي د رقاصې فریکونسي او پریود پیدا کړي.
ځواب: ($T = 6,35\sec,\ f = 0,158Hz$)

7. یوه ساده رقاصه چې طول یې $2m$ دي په داسې ځای کې اهتزاز کوي چې $g = 9,80 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}$ دي. معلوم کړي چې په $5\min$ کې نوموړي رقاصه څو اهتزازه ترسره کوي. ځواب: (106)

8. یوه ساده رقاصه چې طول یې $3m$ دي که چیرې نوموړي رقاصه له هغه ځایه چې هلته $g = 9,80 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}$ دي داسې ځای ته ولیږدول شي چې لوړوی او هلته $g = 9,78 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}$ وي د نوموړي رقاصې د پریود بدلون معلوم کړي.
ځواب: ($1,78 \cdot 10^{-3}\sec$)

9. یو جسم ساده اهتزازي حرکت ترسره کوي، فریکونسي یې $4Hz$ او امپلیتود یې $18cm$ دي پیدا کړي.
الف) اعظمي سرعت او اعظمي تعجیل
ب) د $x = 9cm$ لپاره یې سرعت او تعجیل
ځواب: (الف: $V_m = 144\pi$، ب: $a_m = 1152\pi^2 \, {}^{cm}\!/_{\sec^2}$)

10. د یوه اهتزاز کونکي جسم کتله $0,800kg$ او د فنر ارتجاعیت یې $140 \, {}^{N}\!/_{m}$ دي
الف) د تناوب وخت یې پیدا کړي؟
ب) خطي فریکونسي یې پیدا کړي؟
ج) زاویه یي فریکونسي یې پیدا کړي؟
ځوابونه: (الف: 0.47 ب: $2,1Hz$، ج: $13,2 \, {}^{rad}\!/_{\sec}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

11. د یوه اهتزاز کونکي جسم کتله $0,400kg$ او د تناوب وخت یعنی پریود یې $0,200\sec$ دي د فنر ارتجاعیت پیدا کړي. ځواب: ($394\,{}^{N}\!/_{m}$)

12. یو جسم د یوه فنر په انجام کې چې د ارتجاعیت ضریب یې $200\,{}^{N}\!/_{m}$ دي محکم شوې دي نوموړي سیستم په $4Hz$ فریکونسي سره اهتزاز کوي پیدا کړي

الف) د تناوب وخت

ب) زاویه یي فریکونسي

ج) د جسم کتله

ځوابونه: (الف: $0,25\sec$، ب: $25,12\,{}^{Rad}\!/_{\sec}$، ج: $0,317kg$)

13. د هغه اهتزازي حرکت معادله ولیکي چې امپلیتود یې $5cm$ او پریود یې $0,5\sec$ دي؟

ځواب: ($X = A\sin\frac{2\pi}{T}\cdot t = 0,05\sin\pi t$)

14. د هغه اهتزازي حرکت معادله ولیکي چې امپلیتود یې $4cm$ او فریکونسي یې $f = 50Hz$ ؟

ځواب: $X = A\sin 2\pi ft = 0,04\sin 100\pi t$

15. د یوې رقاصې طول $98m$ دي.نوموړې رقاصه په څومره وخت کې یو اهتزاز بشپړه وي؟ ځواب: ($20\sec$)

16. د ځمکې د جاذبې تعجیل د ټاکلو په منظور یې هغه رقاصه غوره کړې چې د سیم اوږدوالې یې $90,7cm$ او د یوې پولادي چرې (ساچمه) نه چې قطر یې $40mm$ دي تشکیل شوې ده. پس له تجربې معلومه شوه چې نوموړې رقاصه 100 اهتزازه په $193\sec$ کې ترسره کوي. د نوموړې رقاصې په مرسته اندازه شوې تعجیل څومره دي؟

ځواب: ($9,82\,{}^{m}\!/_{\sec^2}$)

17. یو جسم د یوه فنر له انجام نه ځوړند او هارمونیک اهتزاز تر سره کوي. په هغه لحظه کې چې د جسم تغییر مکان د هغه د امپلیتود نیمایي وي د جسم د مجموعي انرژي کومه برخه حرکي او کومه برخه یې پوتانشیل انرژي ده؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځواب: ($\frac{3}{4}$ حرکي او $\frac{1}{4}$ پوټانشيل)

18. يو جسم چې کتله يې $0{,}10kg$ او د يوه فنر په انجام پورې چې د ارتجاعيت ضريب يې $10\,N/m$ دي ځوړند او اهتزاز ترسره کوي. د اهتزاز پريود پيدا کړي؟

ځواب: ($0{,}628\sec$)

19. يوه نقطه د $10cm$ په امپليتود د $20Hz$ فريکونسي او د $\frac{\pi}{2}$ په لومړنی فاز سره اهتزاز کوي. د نوموړي نقطې سرعت او تعجيل د $t=\frac{1}{120}\sec$ په وخت کې پيدا کړي؟

ځواب: ($-1{,}4\cdot10^{5}\,cm/\sec^{2}, 630\,cm/\sec$)

20. د يوې نقطې اهتزاز د $X=\sin\frac{\pi}{6}t$ له معادلې سره سم ترسره کيږي د نوموړې نقطې سرعت او تعجيل پيدا کړي؟ ځواب: ($\frac{-\pi^{2}}{36}\sin\frac{\pi}{6}t, \frac{\pi}{6}\cos\frac{\pi}{6}t$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

The Greek Alphabet لومړی 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	$3.84 \times 10^{8} m$
Average earth-sun distance	$1.49 \times 10^{11} m$
Average radius of the earth	$6.37 \times 10^{6} m$
Avogadros number (NA)	$6.022 \times 10^{23} (gmole)^{-1}$
Density of air	$1.29 \, {}^{kg}/_{m^3}$
Density of water (20°C $1atm$)	$1.00 \times 10^{3} \, {}^{kg}/_{m^3}$
Gas constant (R)	$8.31 \, {}^{J}/_{k \cdot mole}$
Gravitational constant (G)	$6.627 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$
Mass of the earth	$5.99 \times 10^{24} kg$
Mass of the moon	$7.36 \times 10^{22} kg$
Mass of the sun	$1.99 \times 10^{30} kg$
Speed of light (vacuum)	$2.9979 \times 10^{8} \, {}^{m}/_{sec}$
Standard atmosphere pressure	$1atm = 1.013 \times 10^{5} \frac{N}{m^2} (Pa)$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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	∞

(c) ketabton.com: The Digital Library

References اخځليکونه

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. Π. 1975. MEXANKA uggatellcmbo Hayka Mockba

10. دیود هالیدی، رابرت ریزنیک، جرل 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 میخانیک
ترجمه: فضل الله فروتن. نشر علوم دانشگاهی
12. واگتر فزیک میخانیک.....
13. ستانیزی. عبدالظاهر، 1281 فزیک عمومی جلد اول-پوهنتون کابل پوهنحی ساینس

Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library