بسم الله الرحمن الرحیم

لومړی فصل

د فزیکي کمیتونو اندازه کول

سریزه: فزیک د طبیعي علومو یوه خورا مهمه څانګه او تجربي علم دي. فزیک له تجربو او اندازه کولو سره سروکار لري. د فزیک زده کړه او مطالعه د فزیکي کمیتونو د اندازه کولو له څرنګوالي نه پیل کوو. له دی کمیتونو نه کولې شو له طول، کتلې، وخت، تودوخې، فشار او برښنايي مقاومت نه نوم واخلو. په فزیک کې د هرې پوښتنې د ځواب لپاره باید تجربه تر سره شي. په فزیک کې هر شی چې د اندازه کولو وړوي د کمیت په نوم یادیږي یا دا چې کله د یوه عدد بنی آړخ ته واحد ولیکل شي د ایو فزیکي کمیت ارائیه کوي لکه 5m، 7N، 10 C^{o} او داسې نور.

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

۱–۱: مقیاسونه او واحدونه

فزیک یو تجربی علم دي او په معمولي توګه د اندازې اخیستلو د پایلو د بیان لپاره د عددونو او [illegible] عدد [illegible] د [illegible] کارول کیږي د فزیکي کمیت په نوم یادیږي. [illegible] فزیکي کمیتونه [illegible] دي چې یوازې د اندازې اخیستلو په څرنګوالي سره تعریف او ځانګړي کیږي. دا ډول تعریف ته عملیاتي تعریف وايي. خو په ځینې نورو حالتونو کې یو فزیکي کمیت 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 موټړ اوږدوالي $4.29m$ دي دا مانا لري چې د نوموړې موټړ 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 موټړ 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 کیښود 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.

(۱- ۱) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

وخت Time

له ۱۸۸۹ نه تر ۱۹٦۷کل پورې د وخت واحد د لمريزې منځني شپې ورځې (شبانه روز) د يوې ټاکلې برخې په توګه تعريف کيده. يوه شپه ورځ هغه وخت ته ويل کيږي چې ځمکه د خپل محور په شااوخوا يو دوران بشپړ کړي او منځني شپه او ورځ د يوه کال د شوا روزونو منځني قيمت دي. خو د وخت هغه واحد چې له ۱۹٦۷ را په دې خوا منل شوې دي ډېر دقيق او بدلون نه منونکې دي د وخت واحد ثانيه ده او داسې تعريف کيږي.
يوه ثانيه هغه وخت دي چې د هغه په جريان کې د سيزيم – ۱۳۳ اتوم تشعشع، 9192631770 دورانونه يا سايکلونه تر سره کوي.

طول Length

په ۱۹٦۰ کال کې د متر اتومي واحد هم د کريپتون– ۸٦ اتوم د تشعشع نارنجی–سره، طول موج پر بنسټ تعريف شو. د ۱۹۸۳ په نومبر کې د طول واحد بياله سره او پر بنسټيزه توګه تعريف شو او دا د طول تر ټولو دقيق او اساسي تعريف دي. د نوې تعريف پر بنسټ متر هغه واټن دي چې نور يې په خلا کې $^{1}/_{299792458}$ ثانيو کې طی کوي په دې اساس په خلا کې د نور د خپريدو 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 $(1cm) = 10^{-2}m$ (دکوچنۍ ګوتې د نوک قطر)

يو کيلو متر $(1km) = 10^3 m$ (په لسو دقيقو کې پلې طی کړي 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) S 10^{-9} = ($1ns$) 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 طی 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 منو 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 طی کړي دا کميتونه په لاندې ډول يو د بل سره اړوندوي:

$$s = v \cdot t \qquad (۱ – ۱)$$

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 کولي 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 واړوی؟

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

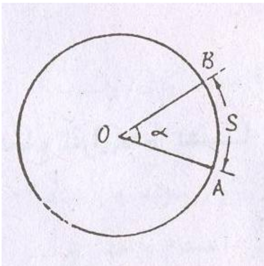
$$1019.5\,{km}/{h} = 1019.5(\frac{10^3}{km}m)(\frac{1h}{3600\sec}) = 283.2\,{m}/{\sec}$$

۱- ۴ : زاویه Angle

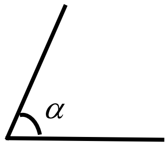
زاویه په دوه ډوله ده، مستوي او فضایي هره یوه یې جدا جدا معرفي کوو:

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.



(ب)



(الف)

(۱- ۲) شکل

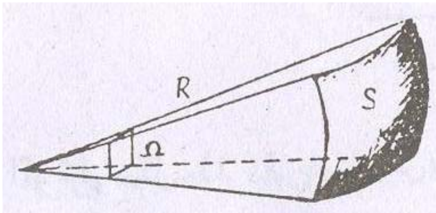
(c) ketabton.com: The Digital Library

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، يعنی

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

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 ورځينۍ ژوند کې ورځخه زياته ګټه اخيستل کيږي ددی ياد شويو واحدونو او متر يا سانتی 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

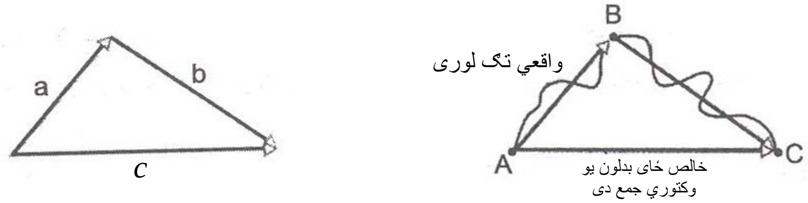
په فزیک کې ټول کمیتونه په دوو ډلو ویشل کیږي، وکتوری او سکالری. وکتوری کمیتونه هغو کمیتو ته ویل کیږي چې د هغو د بشپړې پیژندنې او ارایې لپاره په مقدار او کچې برسیره د هغو لوری او جهت هم باید په ګوته شي. یو وکتور د کچې او لورې یا جهت درلودونکې دي. د وکتوري کمیتونو بیلګې عبارت دی له: قوه، سرعت، تعجیل،امپولس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

سکالر هغه کمیت دی چې یوازې کچه لري او د یوه عدد او علامې په واسطه ښودل کیږي، یعني 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، لومړی د B نقطې ته او وروسته د C نقطې ته رسیږي.



(ب) (۱- ۴) شکل (الف)

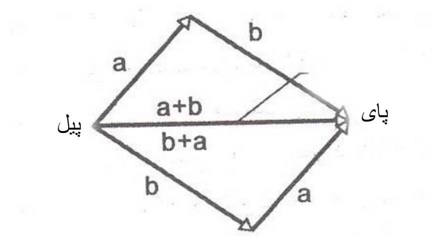
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 دی. (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 دی. 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.

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

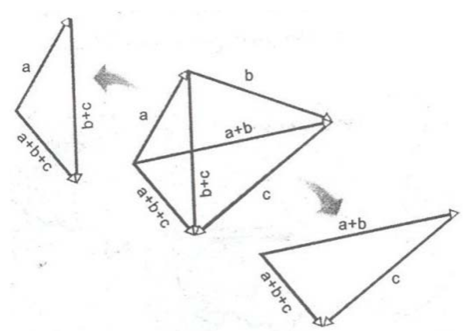


(۱- ۵) شکل

(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

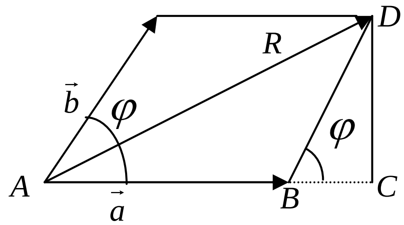
(۱– ٦) شکل په مختلفو طریقو سره د $\vec{a}$ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ دريږ وکتورونو جمع په دوارو طریقو یو شان پایله لاس ته راځي او په لاندې ډول یې لیکلې شو.

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

(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:

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

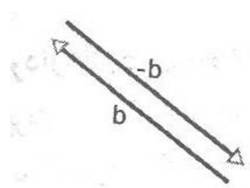
يا

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

ب) دوکتوررونو 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:

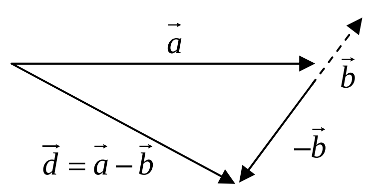
$$\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$$



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

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 وکتوررونو د تفريق لپاره له دی خاصيت نه ګټه اخلو، يعنې 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 کړي.

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



(۱- ۸) شکل د دوو وکتوررونو 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، يعنې:

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

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 يعنې:

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

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.

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

سکالري ضرب ته نقطه يي ضرب هم ويل کيږي. په (۱– ۸) 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 :

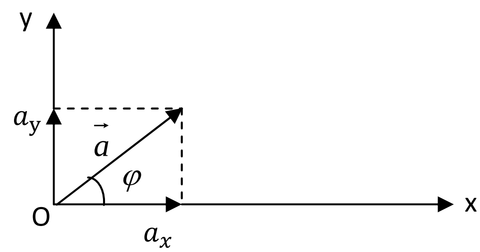
$$|\vec{c}| = \vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\varphi \qquad (1-9)$$

(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 زاویه ده.

۱−۸: د وکتور تجزیه او د هغه مرکبې

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



(۱- ۹) شکل د وکتور تجزیه

د $\vec{a}$ وکتور له انجام نه یو عمود د x په محور او یو عمود د y په محور رسمو و د نوموړوعمودونو 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 فزیک بنسټیز کمیتونه

په ۱۹۷۱ میلادي کال کې د وزنونو او مقیاسونو څوارلسم کنفرانس په نړیواله سطحه د فزیک اوه بنسټیز (اساسي) کمیتونه په لاندې ډول معرفي کړل: *طول، کتله، وخت، د برښنا د جریان شدت، د تودوخې درجه، نوري قوه او د ذرو کچه (مقدار).* د پورته یاد شویو کمیتونو له جملې نه لومړۍ درې یې، یعني طول، کتله او وخت د میخانیک فزیک بنسټیز کمیتونه دي. د بنسټیزو کمیتونو واحدونه په کیفي او اختیاري توګه ټاکل شوې دي. د فزیکي کمیتونو د واحدونو نړیوالې سیستم SI (System International) دي. په

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

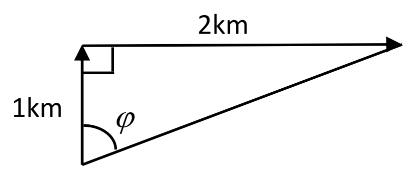
په بنسټيزو کميتونو برسيره په فزيک کې زيات شمير فرعي او يا اشتقاقي کميتونه او د هغو واحدونه وجود لري. فرعي واحدونه د اصلي يا بنسټيزو واحدونو له ضرب او تقسيم څخه حاصليږي. د بيلګې په توګه سرعت يو فرعي کميت دي او واحد يې د SI په سيستم کې $\frac{m}{\sec}$ دي، چې د دوو اصلي واحدونو له تقسيم نه حاصليږي.کار په فزيک کې يو فرعي کميت دي واحد يې Joule دي، $.m$ $1J = N.m = kg.{}^{m}/_{\sec^2}$ دلته هم وينو چې ژول د دريو اصلي واحدونو له حاصل ضرب او تقسيم نه حاصليږي.

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

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

ب) د تغيير مکان دوکتور کچه او جهت.

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



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

د φ زاويه د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخيستنه پيدا 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:

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

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

$$\vec{a}.\vec{b} = abCos\varphi \qquad (۱- ۱۲)$$

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

$$|\vec{c}| = \vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\varphi \qquad (۱- ۱۳)$$

- 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 لومړی فصل سوالونه

1. یوه فضايي سپوږمکې د 300km په ارتفاع د ځمکې په شاوو خوا راګرځي دا ارتفاع د یارد او ملي متر له جنسه پیدا کړي؟ ځوابونه: ($3.282\cdot10^5\,yd : 3\cdot10^8\,mm$)
2. د ځمکې د کرې شعاع $6,37.10^6\,m$ ده. د هغې محیط په کیلو متر او مساحت يې په کیلو متر مربع حساب کړي؟ ځوابونه: ($4\cdot10^4\,km; 5.096\cdot10^8\,km^2$)
3. د یو یارد مربع او یو سانتي متر مربع، یو کیلو متر مربع او یو سانتي مربع تر منځ رابطه پیدا کړي؟ ځوابونه: ($1yd^2=8361.27cm^2 : 1km^2=10^{10}cm^2$)
4. هکتار د مساحت واحد دی ($1Ha=10^4m^2$) د ډبرو سکرو په یوه کان کې هر کال 75 هکتاره ځمکه د $26m$ په ژوروالي لوڅيږي او لیږدول کیږي معلوم کړي چې په دې موده کې د ځمکې څومره حجم د کیلومتر مکعب په حساب لیږدول شوي دي؟ ځواب: ($0.0195km^3$)
5. یو نوري کال هغه فاصله ده چې نور يې په $300000\,{km}/{sec}$ سرعت سره په یوه کال کې طی کوي دا فاصله د متر له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: $9.46\cdot10^{15}\,m$
6. د نور سرعت $3.10^8\,{m}/{sec}$ دی دا سرعت د ${mm}/{sec}$ له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: $3\cdot10^{11}\,{mm}/{sec}$
7. د ځمکې او لمر تر منځ واټن $1.496\cdot10^8\,km$ دي د لمر سرعت $3.10^8\,{m}/{sec}$ دی معلوم کړي چې د لمر نور په څومره وخت کې ځمکې ته را رسیږي؟ ځواب: $(8.44\,\text{min})$
8. د اوبو کثافت $1\,{gr}/{cm^3}$ دي دا کثافت د ${kg}/{m^3}$ له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: $1000\,{kg}/{m^3}$
9. په یوه مخزن کې $5700m^3$ اوبه دي د نوموړو اوبو کتله په کیلوګرام او ملي ګرام حساب کړي؟ ځوابونه: $5.7\cdot10^{12}\,mg; 5.7\cdot10^6\,kg$
10. د $8.50in^3$ حجم په m^3 تبدیل کړي؟ ځواب: ($1.39\cdot10^{-4}\,m^3$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

11.د يوه سالون طول $150\,ft$ او سوريې $100\,ft$ 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 سپوږمی شعاع $1.74\cdot10^8 cm$ دي له دې ارقامونه پيدا کړي

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

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

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

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

15.د يوه جسم کتله $23.94g$ او حجم يې $2.10cm^3$ دي د نوموړي جسم کثافت د SI په سيستم کې پيدا کړي؟ ځواب: ($1.14\cdot10^4\,{kg}/{m^3}$)

16.يو کال (365.25ورځې) څو ثانيې کيږي؟ ځواب: ($3.156\cdot10^7 \sec$)

17.د نور سرعت $3.10^8\,{m}/{\sec}$ د فوت په نانو ثانيه ${ft}/{ns}$ له جنسه پيدا کړي؟

ځواب: ($0.98\,{ft}/{ns}$)

18.د اوسپنې کثافت $7.87\,{gr}/{cm^3}$ او د يوه اتوم کتله يې $9.27\cdot10^{-26} kg$ ده که چيرې اتومونه کروي فرض کړو او يو له بل سره نښتې وي پيدا کړي

الف) د اوسپنې د يوه اتوم حجم

ب) د ګاونډيو اتومونو د مرکزنو ترمنځ فاصله.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

دويم فصل

کینماتیک Kinematics

سريزه: حرکت څه ته وايي؟ که چيرې يو جسم او يا هم د مادې اجسامو يو سيستم نظر يوې مبدې ته خپل موقعيت ته تغيير ورکړي، نو ويل کيږي چې جسم او يا سيستم حرکت کړيدي، کله کله داسې هم واقع کيږي چې د يو سيستم د ننه د اجسامو تر منځ فاصله تغيير مومي چه پدې حالت کې د سيستم د ننه حرکت صورت موندلې دي.
د مثال په توګه يو سرويس موټر چه سپرلي پکښې ناستې دی د موټر دهډې (تم ځای) څخه په ټاکل لورې خوځيږي، دلته ليدل کيږي چه موټر نظر هډې ته تغيير مکان کړی دی. همدا رنګه کيداې شي چه د سرويس موټر دننه دوه سپرلې خپل ځايونه سره بدل کړي، چه دلته دواړه سپرلې د خپلو پخوانيو ځوکيو په نسبت موقعيت ته تغيير ورکړيدي، خو نظر سرويس موټر ته هغوې دواړه د نورو سپرليو سره په موټر کې د ننه دي.
همدا رنګه کيداې شي چه نومورې سرويس موټر په يوه وخت کې نظر هډې ته تغيير د مکان وکړي او د موټر پورتني ذکر شوې دواړه سپرلي هم ځايونه سره بدل کړي، پدې حالت کې موټر نظر هډې ته او سپرلي د موټر د ننه نظر خپلو ځوکيو ته تغيير د موقعيت کړي. يو شمير نور مثالونه هم يادولې شو.

۲– ۱: حرکت Motion

د اجسامو حرکتونه په عمومي ډول نسبي خصوصيت لري، او هغه وخت ښه توضيح کيداې شي چه د حرکت مبدأ معلومه وي. بايد ووايو چه حرکت ډير ډولونه لري لکه ميخانيکي حرکتونه، کيمياوي حرکتونه، بيولوژيکي حرکتونه، د لمريز نظامونوحرکتونه او داسې نور اما مونږ يوائې دلته ميخانيکي حرکتونه څيړو.
ميخانيکي حرکتونه په دوه ډوله څيړل کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

الف) هغه حرکتونه چه د حرکت لامل په پام کې نه نیول کیږي او یواځې د حرکت مسیر (تګ لوری) او د لیارې څرنګوالې او شکل پکښې څیړل کیږي،د میخانیک دی برخې ته کینماتیک ویل کیږي.

ب) هغه حرکتونه ، چه د حرکت لامل یعني قوه پکښې مطالعه کیږي د میخانیک دی برخې ته دینامیک وایي.

په دې فصل کې یواځې کینماتیک تشریح کیږي.

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

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

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

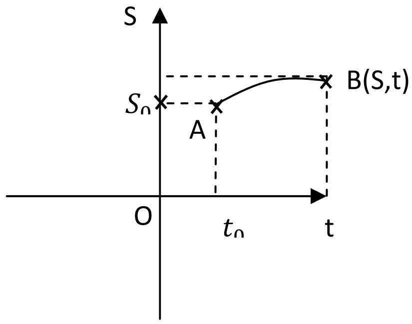
ج) دایروي او بیضوي حرکتونه: په داسې حرکتونو کې خوځنده اجسام په دایروي او یا بیضوي مسیر باندې حرکت کوي. د نوموړو حرکتونو نه هر یوې په جلا جلا توګه توضیح کیږي.

۲– ۲: د حرکتونو د محاسبې سیستم

فزیک په حقیقت کې د اندازه کولو او کمیتونو علم دي، پدې اړوند د حرکتونو د اندازه کولو لپاره، ضروري ده چه د حرکتونو اساسي پارامترونه د اندازه کولو لپاره باید، ونومول شي. هر هغه څه چه په یو ساده میخانیکي حرکت کې د حرکت د توضیح لپاره په لمړې توب کې راځې د جسم یا سیستم د بیځایه کیدو اندازه ده چه په یو ټاکلي وخت کې کیږي. لیدل کیږي چې یو ساده ماده میخانیکي حرکت د فاصلې او د وخت د وضعیه کمیتونو په سیستم کې مطالعه کیداې شي. د ریاضي څخه پوهیږو چه د وضعیه کمیتونو په دوه بعدي سیستم کې د یوې ثابتې نقطې موقعیت په اساني سره ټاکل کیداې شي. که چیرې دا ساکنه نقطه د دغه وضعیه کمیتونو په سیستم کې حرکت وکړي واضح خبره ده چه یوه لیاره به رسم کړي چه د مسیر په نوم یادیږي د مسیر د هرې نقطې موقعیت 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 برېښې چه طې کړل شوې فاصله يعنې s د وخت يعنې t تابع ده، چه د رياضي له نقطه نظره داسې ليکل کيږي.

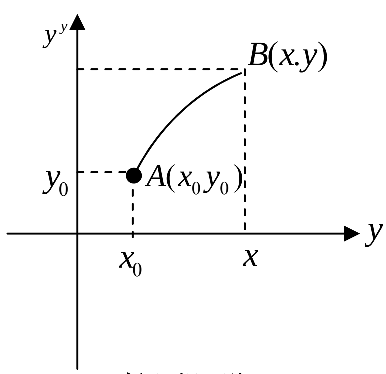


(۲- ۱)

$$s = f(t) \qquad (۲- ۱)$$

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 دوضعيه کميتونو په درې بعده سيستم کې د ځانګړې $B(x, y, z)$ متحرکې نقطې لپاره پورتنۍ معادلې د t وخت په تيريدو سره په لاندې ډول ليکل کيږي.

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

پورتنۍ معادلې د وضعيه کميتونو په سيستم کې په عمومي توګه د ساده حرکت معادلې بيانوي.

۲– ۳: مستقيم الخط حرکتونه

مستقيم الخط حرکتونه په دوو ډولونو ويشل کيږي.

الف) مستقيم الخط متشابه منظم

ب) مستقيم الخط متشابه نامنظم (متغير حرکت)

مستقيم الخط متشابه منظم حرکت

په دې حرکت کې خوځنده جسم مساوي فاصلې په مساوي وختونو کې په منظمه توګه وهي، يعني که چيرې يو جسم پنځه دقيقې په سيده مخامخ خط حرکت وکړي، نو په هره دقيقه کې بايد مساوي فاصلې طی کړي د مثال په توګه که چيرې په لمړې دقيقه کې لس متره فاصله ووهي بايد په راتلوونکو هره دقيقه کې لس لس متر واټنونه، ووهي چه ټول پنځوس متره کيږي. د حرکت د مشخص کيدو يو بل عنصر د سرعت څخه عبارت دي. د فاصلې او وخت سربيره د حرکت په وخت کې کيداې شي، چه يو خوځيدونکې جسم په متشابه منظم حرکت کې په هره دقيقه کې درې درې متره لاره ووهي او يو بل خوځند جسم په دقيقه کې شپږ شپږ متره فاصله طی کړي. دلته ليدل کيږي چه دواړه جسمونه متشابه منظم حرکتونه لري. خو توپير په دی کې دي چې يو جسم په پنځو دقيقو کې پنځلس متره واټن وهي او دويم جسم په پنځو دقيقو کې ديرش متره لاره طی کوي. دلته د حرکت ځانګړې کوونکې يو بل پارامتر دي چه د خوځنده جسم چټکوالې بيانوي. دغه کميت د سرعت په نوم ياديږئ. او په لاندی توګه بيانيږي:

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲– ۴: سرعت Velocity

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

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

دلته υ سرعت، S هغه فاصله ده چه د t په وخت کې يې خوځنده جسم وهي. که چيرې په پورتنی رابطه کې S په متر او t په ثانيه اندازه کړو، معلوميږي چه د سرعت د اندازه کولو واحد يعنی $\upsilon = \frac{s}{t} = \frac{m}{\sec}$ دي همدارنګه کيداې شي سرعت په $km/hour$ او يا په $\frac{cm}{\sec}$ او داسې نور واحدونو اندازه کړو. په انګليسي ژبو ملکونو کې سرعت معمولاً په ميل في ساعت $mile/hour$ باندې اندازه کيږي. که چيرې فرض کړو چه يو جسم په متشابه منظم حرکت کې د S واټن په t_1 وخت کې او د S_2 واټن په t_2 وخت کې ووهي. واضح ده چه نوموړې خوځنده جسم د $(S_2 - S_1)$ فاصله په $(t_2 - t_1)$ وخت کې وهي په دې حالت کې د سرعت لپاره ليکلې شو چې:

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

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

$$\upsilon = \frac{\Delta S}{\Delta t} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (۳-۲)$$

(۲– ۳) رابطه د منځنی سرعت معادله ده.

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

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

(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.

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

$$ds = \upsilon . dt$$

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

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

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

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

$$s - s_0 = \upsilon t$$

$$s = s_0 + vt \ .... \ (۵ – ۲)$$

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 کولاې شو د سیده متشابه منظم حرکت معادله پیدا کړو.

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

$$s = bt + a \ ....(٦ – ۲)$$

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

یو ثابت کمیت دي. همدارنګه که د پورتنۍ رابطې مشتق نظر د t کیفي وخت ته ونیسو نو سرعت ترې لاسته راځي.

لیدل کیږي چه $b = \upsilon$ یعنې سرعت دی $\upsilon = \frac{ds}{dt} = b$

که چیرې د a او b قیمتونه په اصلي معادله، یعنې (۲– ۵) رابطه کې وضع کړو، نو لیکلې شو چې:

$$s = vt + s_0$$

یا

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

دا هغه معادله ده چې مونږ یو پلا د مخه په بله طریقه حاصله کړې وه.

۲– ۱ مثال: که چیرې یو 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 یو سړی د سهار په نهو بجو په پلی ګرځیدنې پیل کوي او په 10:30 بجو د حرکت د پیل له ځای څخه 7360m لیرې کیږئ د نومړې سړی منځنې سرعت پیدا 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 متغیر حرکت

دغه ډول حرکت هم یو سیده حرکت دی، او توپیر یې د متشابه منظم حرکت سره پدې کې دی، چه په دی ډول حرکت کې سرعت ثابت نه بلکې متغیر دي. یعنې سرعت کیداې

(c) ketabton.com: The Digital Library

شى د وخت په اړوند تغير ومومي په بل عبارت سره ويلې شو، چه خوځنده جسم مساوي واټنونه په مساوي وختونو کې نه وهې. 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 څرنګوالى مشخص کوونکې دي او د تعجيل يا بيړى په نوم يادېږي تعريف کيږي. د سرعت تغيير د وخت په نسبت تعجيل نوميږي او د رياضي له نقطه نظره پدې شکل ليکل کيږي.

$$a = \frac{v}{t} \quad \text{.........................}(\text{۷}-\text{۲})$$

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

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \text{.......................}(\text{۸}-\text{۲})$$

څرنګه چه $\upsilon = \dfrac{ds}{dt}$ دي.

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

پورتنى رابطه ښيي چې تعجيل په متشابه منظم حرکت کې د سرعت لومړى مشتق نظر وخت ته او يا د فاصلې دويم مشتق نظر وخت ته دى. تعجيل هم د سرعت په شان په منځنى او لحظوي تعجيل باندې ويشل کيږي. فرض کړى 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 منځنى تعجيل عبارت دى له:

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

لحظوي تعجيل په لاندې ډول په لاس راوړو:

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

(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 یوې فضايي سپوږمکې منځنی تعجیل په داسې حال کې پیدا کړئ چې په خارجي فضا کې په 5,0sec کې یې سرعت له $1240\,{}^{m}/_{sec}$ څخه تر $1300\,{}^{m}/_{sec}$ پورې رسیږئ؟

حل: د منځني تعجیل 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: یو جسم د $12\,{}^{m}/_{sec}$ په سرعت سره حرکت کوي وروسته له 4sec وخت څخه د جسم لحظوي تعجیل پیدا کړئ؟

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

۲– ٦: د متشابه منظم متغیر حرکت معادله

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

لدغه ځایه

که چیرې $t_0=0$ وی، نو لرو چې:

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

او یا هم

$$v=v_0+at\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۲– ۱۲)$$

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

دغه رابطه د متشابه منظم متغیر حرکت معادله ده.

S – وهل شوې واټن

a – تعجیل (بیړه)

v_0 – لمړنی سرعت

S_0 – لمړنی 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 لاندینی شکل غوره کوي.

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

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

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

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

او د سرعت معادلې يې عبارت دی له:

$$v = v_0 + at$$

$$v = v_0 - at$$

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

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

$$v = at$$

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

$$v = -at$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

په تأخیري حرکت کې ورو ورو د v سرعت کمیږي او کله چه $v = 0$ شي نو $v_0 = at$ 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:

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

$$s = \frac{1}{2}a\left(\frac{v^2+v_0^2-2vv_0}{a^2}\right) + \left(\frac{v_0v-v_0^2}{a}\right)$$

$$s = \frac{1}{2}\left(\frac{v^2+v_0^2-2vv_0}{a}\right) + \frac{v_0v-v_0^2}{a}$$

$$s = \frac{v^2+v_0^2-2vv_0}{2a} + \frac{v_0v-v_0^2}{a}$$

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

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

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

که چیرې $v_0 = 0$ وي

او یا هم $$a = \frac{v^2}{2s}$$

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

نوت: محصلان دی پورتنی محاسبه په تأجیلي حرکت کې اجرا کړې 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 طی کوي او په دی 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 نوموړې فاصلې د طی کولو وخت پيدا کړي؟

حل: په دی سوال کې v_0 ، v او $s-s_0$ راکړل شوې دی 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 دی، نو ځکه حرکت تاخيري او په پای 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 طی کوئ؟

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

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

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 نشتوالی 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 انګليسي ستر رياضي پوه او فزيک پوه "نيوټن (Newton " متوجه شو. دی په نابره توګه پخپل بڼ کې د منې د يوې ونې لاندې په تفکر کې و، چه ناڅا په دده د سر د پاسه د منې يوه دانه پررا ولويده. دی په دې فکر شو چه وروسته د لويدو څخه دا منه ولی په بله خواو ولاړه نه چه مخامخ ښکته په ده ولويده. وروسته د ډېرو تجربو څخه دی د نتيجې ته ورسيده چه په منه باندې د ځمکې له خوا يوه قوه "دا موضوع به وروسته وويل شي" عمل کوي او دا علت دی چه دونې څخه د جلا کيدو وروسته منه مخ ښکته د ځمکې په لور غورځي.دی په دې بريالی شو چه د ځمکې د جاذبې عمومي قانون کشف کړي او د تجربو د اجرا کيدو وروسته يې لاندينې موضوعات په ګوته کړل.

1. په ازاد سقوط کې د هوا په نشتون کې ټول اجسام په سيده مستقيم خط د ځمکې په مخ رالويږي.

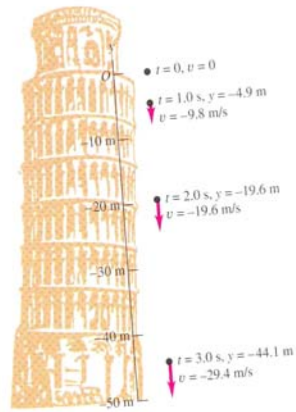
2. ددغه حرکت په وخت کې د ځمکې له خوا جسم ته تعجيل ورکول کيږي، چه دغه تعجيل په g سره ښودل کيږئ او د ځمکې د کروي شکل د درلودلو په علت د تعجيل قيمت د ځمکې په سر توپير کوي، په افغانستان کې د ځمکې د جاذبې تعجيل $g = 9.81 m/\sec^2$ اټکل شويدی.

3. د آزادی لويدنی د خوځيدو قانون متشابه منظم متغير حرکت دی او هر څومره چه جسم د ځمکې مخ ته نږدې کيږي رالويدونکې جسم په چټکې سره حرکت کوي، يعنې د g قيمت د سقوط د وخت سره مخامخ متناسب دي.

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

د موضوع د وضاحت لپاره، يو جسم د h په ارتفاع کې په پام کې نيسو. که چيرې نوموړې جسم په ازادانه توګه مخ ښکته خوشې کړای شي او د هغه سرعت وروسته د هرې دقيقې څخه اندازه کړاې شي، نو لاندينۍ نتيجه 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 $\quad v = (tg)$

په دویمه دقیقه کې $\quad v = 2gt$

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:

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

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

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

وروستی معادله د آزاد سقوط د سرعت معادله ده په هغې کې t نه شته دی دا مانا لري چې ټول شيان په يو سرعت د ځمکې مخ ته رارسيږي.

۲- ۹: مخ پورته عمودي غورځونه

د ازاد سقوط پر عکس که چيرې يو جسم نيغ په نيغ 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 کميدونکې تغيير راځي. که چيرې د جسم د مخ نيغه غورځولو په وخت کې لمړۍ سرعت v_0 وي، د اوج په نقطه کې د هغه تعجيلي سرعت صفر کيږي او د سرعت معادله يې عبارت ده له:

$$v = v_0 - gt$$

اعظمي ارتفاع ته د جسم د رسيدو په وخت کې، جسم لږ څه تم کيږي يعنى $v = 0$ کيږي له دې کبله لرو چې:

$$v_0 = gt$$

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

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

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

دغه رابطه د تاخيري سيده حرکت معادله ده که چيرې وغواړو د سرعت د معادلې څخه د t قيمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، نو ليکلې شو چې:

$$v = v_0 - gt$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

څرنګه 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 يعنې 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.

څرنګه چه $v = v_0$ دي نو ليکلې شو چه

$$gt_1 = gt_2$$
$$t_1 = t_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۲- ۲۲)$$

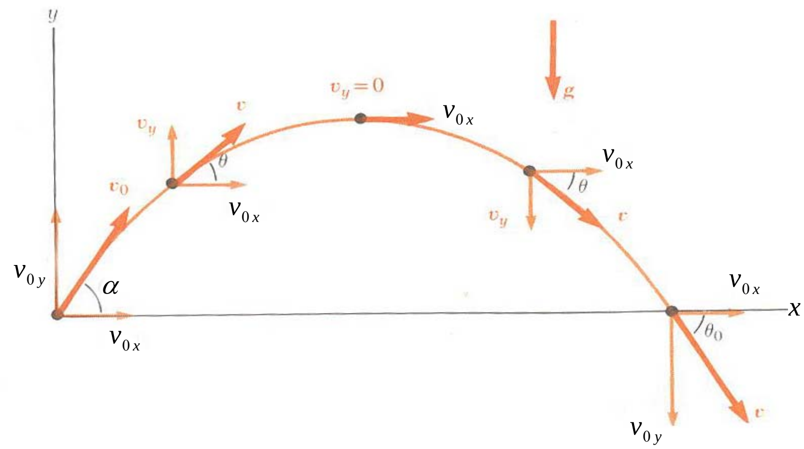
۲- ۱۰: مايله غورځونه **Projectile motion**

په عملي ژوند کې ډير داسې کيږي چه يو جسم د يوه موقعيت څخه بل ته وغورځول شي، دا چه دغه غورځول شوې جسم چه په لمړنۍ v_0 سرعت سره د α زاويې لاندې د يوې مبدې څخه غورځول کيږي، پخپله تګ لاره کې په څرنګه 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 وینښتونکې د O د مبدې څخه د x په محور باندې مخامخ نښه نه شي ویشتلې، نښه ویشتونکې غیشي 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 دي 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 شوې 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 يعنې $v_{0y} = 0$ کيږي لدغه ځايه:

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

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

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 لوری د حرکت په معادله کې وضع کړو. نو ليکلې شو چې:

$.\sin\propto\frac{v_0}{g}$ ، $x = v_0.\cos\propto .t = v_0.\cos\propto .\frac{v_0}{g}.\sin\propto$ ، x د برد د Range د واټن په نوم يادېږي 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

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

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

دا د تيررس فاصله يا د غورځول شوې جسم له مبدأ نه په څمکه باندې د رالويدو د نقطې تر منځ فاصله ده. اوس د غورځول شوې جسم د حرکت معادله د y په محور مطالعه کوو:

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

د بلې خوا

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

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

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:

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

$$h = \frac{v_0^2 sin^2\alpha}{2g} \qquad (۲– ۲٦)$$

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) ښیې 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 راځی، یعنی:

(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 لوړوالې 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

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

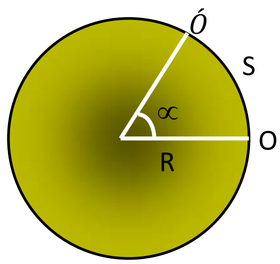
$$t = \frac{2\left(12{,}0\, {}^{m}\!/_{\sec}\right)}{\left(9{,}80\, {}^{m}\!/_{\sec^2}\right)} = 2{,}45 \sec$$

نوموړې توب $2{,}45\sec$ 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.

$$S = R \propto \qquad (۲– ۲۸)$$



(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 ټاکلې 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 ∝ زاویه جوړه وي. د دایرې پر محیط S لپاره لکه د پخوا په شان لیکلې شو.

$$S = R\alpha$$

دلته د S وهل شوې فاصله د زاویې د شعاع او مرکزي ∝ زاویې پورې اړونده ده. څرنگه چه په یوې ځانگړې دایره کې د دایرې شعاعR ثابت کمیت دي. نو ویلې شو چه په یوې ټاکلې دایره کې د محیط په امتداد باندې وهل شوې فاصله S د مرکزي ∝ زاویې تابع دي.

یعنی $$S = Rf\left(\alpha\right)$$

لکه څرنگه چې پوهیږو چې د فاصلې مشتق نظر هغه وخت ته چه دغه فاصله پکښې وهل شویده د دایرې 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 زاویوی سرعت ویل کیږي که چیرې زاویوی سرعت په ω سره وښودل شي. نو لاندینۍ رابطه ترې حاصل کیږي.

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

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

پورتنی رابطه د دایرې د محیط پر مخ د خطي او زاویوي سرعت تر منځ ارتباط ښیئ. همدا رنگه v یو وکتوري کمیت دي، چه د جسم د خوځښت په وخت کې خپل جهت ته تغییر ورکوي او د جهت دغه تغییر په متشابه منظم حرکت کې د زاویوي تعجیل باعث گرځي. باید وویل شي د خطي سرعت تغییر په ټاکلې وخت کې د زاویوي سرعت د تغییر لامل هم گرځي. پوهیږو چه تعجیل د سرعت مشتق نسبت وخت ته دی، یعنې:

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

پدې رابطه کې $\frac{d\omega}{dt} = \beta$ د زاویوي تعجیل په نوم یادیږي.

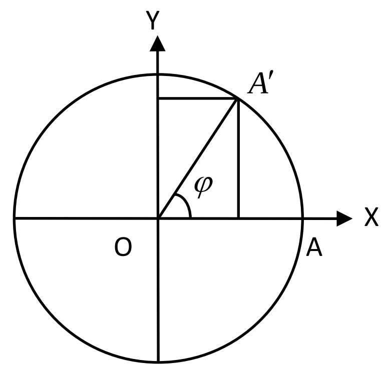
(c) ketabton.com: The Digital Library

۲– ۱۳: په دايروي حرکت کې د x او y په لور د حرکت معادلې

يوه دايره په پام کې نيسو چه شعاع يې R دي او مرکز يې د وضعيه کميتونو د تقاطع يعنى مبدأ سره منطبق دی جسم د A له موقعيت $(R = OA)$ شخه د دايرې پر محيط کينې خواته د $\acute{A}$ په استقامت خوځی او وروسته د t له وخت شخه $\acute{A}$ موقعيت ته رسيږي. که چيرې د $\acute{A}$ شخه د OX او OY پر محور عمودونه رسم کړو نو ليدل کيږي چه د $O\acute{A}$ د X او Y پر محوررونو ارتسام موندلې دي. د A شخه د A َ به لور مرکزی زاويه که چيرې φ وبلل شي نو $\varphi = \omega.t$ کيږي ω زاويوی سرعت دي. د شکل مطابق د x او د y قيمتونه په لاندينۍ توګه حاصلولې شو.

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

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



(۲- ۶) شکل

همدا رنګه ليکلې 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 چیرې د (۲– ۳۱) او (۲– ۳۲) معادلو مشتق ونیسو، نو پدغه استقامتونو د سرعت مرکبې لاس ته راځي.

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

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

مجموعي سرعت عبارت دی له

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

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

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

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

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

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

ټولیز او یا محصله تعجیل عبارت دي له

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

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

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

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

د بلې خوا څرنګه چه

$$v = R\omega$$

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

او یا هم

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

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

۲– ۹: مثال:

یو جسم د $9{,}2\,{}^{m}\!/_{\sec}$ په سرعت سره په یوه دایروي مسیر چې شعاع یې $22m$ ده حرکت کوي د جسم پریود یا د تناوب وخت پیدا کړي؟

(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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲– ۱۴: د فصل لنډيز

- کله چې يو جسم د يوه مستقيم خط په امتداد حرکت کوي د هغه وضعيت د O د مبدا د نقطې په نسبت په S سره ښودل کيږي.

تغيير مکان د يوه جسم ځاې بدلون دي او د فاصلې په خلاف وکتوري کميت دي. که چيرې يو جسم يا يوه ذره د x د محور په مثبت جهت حرکت وکړي د هغه تغيير مکان مثبت او که په منفي جهت حرکت وکړي تغيير مکان منفي دي.

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

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

- لحظه يي سرعت (يا په ساده ډول سرعت) د t په هر کيفي وخت کې عبارت دي له:

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

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

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

- لحظه يي تعجيل (يا په ساده ډول تعجيل) د سرعت بدلون نسبت وخت ته دي، يعنی:

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

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

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

$$v = v_0 + at \quad \text{.........................} \quad (۲- ۴۳)$$

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

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

(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:

$$x = (v_0 \cos \propto) t \qquad (۲- ۴۶)$$

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

$$v_x = v_0 \cos \propto \qquad (۲- ۴۸)$$

$$v_y = v_0 \sin \propto - g t \qquad (۲- ۴۹)$$

- 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:

$$a = \frac{v^2}{R} \qquad (۲- ۵۰)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د دويم فصل سوالونه

1. يو اورګاډی (ترين) چې اوږدوالی يې $100m$ دي. د $200m$ په اوږدوالی تونل نه په څومره وخت کې تيريږي که چيرې د اورګاډي سرعت $36\,{}^{km}\!/_{h}$ وي؟
ځواب (30sec)

2. يو زده کوونکي له کور نه د ښوونځي په خوا لومړی $350m$ د ختيځ په خوا او وروسته $350m$ د شمال په خوا حرکت وکړ د زده کوونکي تغيير مکان پيدا کړئ؟
ځواب (494.9m)

3. يو بايسکل ځغلونکې په مستقيمه لاره د $12\,{}^{km}\!/_{h}$ په سرعت بايسکل ځغلوي د لوديځ نه د ختيځ په خوا د يوه نندارہ کونکې له څنګ نه تير شو. معلوم کړئ چې دوه ساعته مخکې بايسکل ځغلونکې چيرې وه او همدا رنګه وواياست چې يو نيم ساعت وروسته به بايسکل ځغلونکې چيرې وي؟ ځوابونه: (له نندارہ کونکې نه 24km د لوديځ په خوا، له نندارہ کونکې نه 18km د ختيځ په خوا)

4. دوه بايسکل ځغلونکې د $160m$ په واټن يو له بل نه واقع او په يوه وخت يو له بل سره د ملاقات يا ليدني لپاره دواړه يو د بل په خوا په حرکت پيل کوي. د يوه سرعت $3\,{}^{m}\!/_{sec}$ او د بل $5\,{}^{m}\!/_{sec}$ دي. وروسته له څومره وخت نه يو له بل سره مخامخ کيږي د هر يوه تغيير مکان پيدا کړئ. ځوابونه (100m,60m,20sec)

5. د ځمکې او سپوږمی ترمنځ واټن $380000km$ دي. يوې مصنوعي سپوږمکې يا فضايي بيړې د نومورې واټن نيمايي برخه په 25 ساعتو کې او دويمه نيمايي برخه يې په 50 ساعتو کې طی کړه. د بيړې منځنی سرعت په لومړی نيمايي، دويمه نيمايي او په ټول واټن کې پيدا کړې حرکت مستقيم 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 منځنۍ سرعت په ټوله لاره کې څومره دي؟

ځواب: ($48 {km}/{h}$)

7. د $0,001\sec$ په جریان کې د فضایي بیړې سرعت $0,05 {m}/{\sec}$ زیات شو. پیدا کړئ چې بیړې په کوم تعجیل حرکت کړې 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 هوایي ډګر کې د کښیناستو 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 پاې کې د یوه جسم سرعت $15 {m}/{\sec}$ دی. د جسم سرعت د پنځمې ثانیې په پاې 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 کړې چې د جسم لومړنۍ 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 نوموړې واټن په وسطي نقطه کې سرعت څومره وه؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځواب($14.14\, m/\text{sec}$)

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

15. پراشوتیست له الوتکې نه له ټوپ وهلونه $2\sec$ وروسته خپل پراشوټ پرانیزي. د پراشوټ د پرانیستلو تر وخت پورې څومره واټن په عمودي توګه طی کوي او ددې واټن په پای کې یې لحظوي سرعت څومره دي؟ ځوابونه: ($20m$ $20\, m/\text{sec}$)

16. د $1000m$ په ارتفاع له یوه ولاړ هیلوکپټر نه د توپانچې په واسطه په عمودي توګه ښکته خواته مرمي فیر کیږي. مرمي د $200\, m/\text{sec}$ په سرعت پرواز کوي. وروسته له څومره وخت نه او په کوم سرعت مرمي ځمکې ته را رسیږي؟ ځوابونه:($4,5\sec$ ، $245\, m/\text{sec}$)

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

18. یو توپ په عمودي توګه پورته خواته غورځول شوې دی او له $3\sec$ وخت نه وروسته په هغه ځای بیرته راولوید له کومه ځایه چې اچول شوې وه. په کوم 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 يوځانګړی 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 ځمکي 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 ځمکي د جاذبې يا ثقل قوه ده او هغه عبارت ده له

$$\vec{W} = m\vec{g} \qquad (۱-۳)$$

په (۳-۱) رابطه کې m د جسم کتله او g د ځمکي د جاذبې يا ثقل قوې تعجيل دي. د قوې واحد د SI په سيستم کې نيوتن (N) دي. يو نيوتن قوه هغه قوه ده چې کله چيرې د يو کيلو ګرام کتلي په يوه جسم باندي 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 نیوتن لومړی قانون:

د نیوتن لومړی قانون بیا نوی چې که چیري یو جسم ساکن وي تر څو په هغه قوه عمل ونه کړي خپل د سکون حالت ساتي او که چیري 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 نیوتن د لومړی قانون پربنسټ سکون او په ثابت سرعت سره حرکت کول یو شان دي.

۳–۳: د نیوتن دویم قانون:

د نیوتن دویم قانون بیانوی چې یوه قوه په یوه جسم باندي عمل وکړی دا قوه په خپل جهت جسم ته تعجیل ورکوی، داسي چې که چیرې دا قوه دوه چنده، دري چنده، او څو چنده کړو له هغې نه لاس ته راغلي تعجیل به هم یو چند، دوه چنده او څو چنده شي، یعني قوه او تعجیل یو له بل سره متناسب دي:

$$F \propto a$$

$$F = m.a \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (۳- ۱)$$

په عمومي ډول لیکلي شو چې :

$$\sum F = ma \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (۳- ۲)$$

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

$$F = ma$$

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

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

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

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

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

$$1N = 0{,}225\,Lb \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (۳- ٦)$$

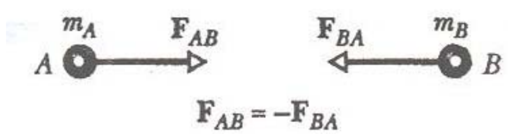
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۳–۴: د نيوتن دريم قانون:

په طبعيت کې قوې يو طرفه يا يو اړخيز عمل نه کوي هميشه په جوړه (جفت) يا متقابل ډول عمل کوي. د بيلګې په توګه که چيرې يو څټک په يوه ميخ باندي قوه وارده کړي، ميخ هم هغومره قوه په څټک په مخالف لورى وارده وي او يا که چيرې د لاس په واسطه په ميز ضربه وارده کړو، نو زموږ لاس يو درد احساسوي دا هغه قوه ده چې د ميز 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 باندي 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

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

(۳–۷) رابطه د نيوتن دريم قانون دي.

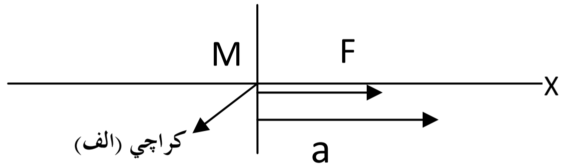
(۳–۱) مثال: يو سړى يوه بارووړونکي کراچۍ چې کتله يې له بار سره 240 kg ده د جادې په مخ د 2.3 m په واټن د F = 130 N ثابتې افقي قوې په واسطه له خپل ځايه بې ځايه کړې ده د اصطکاک له قوې نه صرف نظر وکړې.

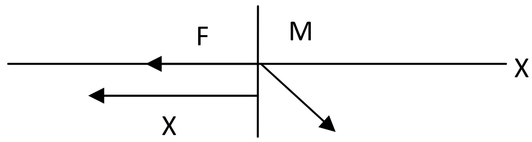
الف: که چيرې کراچې د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کړې وي د کراچې وروستي يا نهايي سرعت پيدا کړې؟

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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





(۳–۲) شکل

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

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

د نهایي سرعت د پیداکولو 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 ښیوو، نولرو چې.

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

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

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

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

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

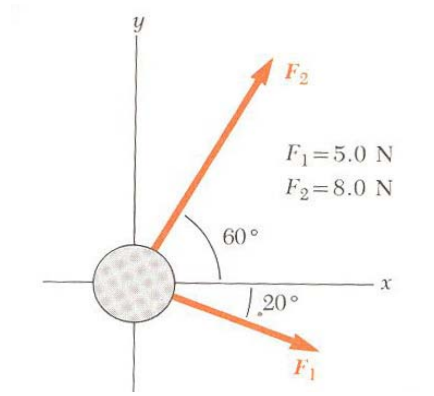
$$f_x = ma_x = (240kg)(-0.711m/sec^2) = -171N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د منفي علامه ښيې چې سرې بايد کراچي د x د کمبنت په لورى (يعني په منفي جهت) باندي کش کړى (۳-۲ ب) شکل.

(۳-۲) مثال: ديخ په مخ د حاکي د پنډوسکي (Hockey puck) کتله 0.3 kg ده، نومورې پنډوسکي د اصطکاک پرته ديخ په مخ د (۳-۳) شکل سره سم د F_1=5N او F_2=8N قووتو اغيزي لاندي ښويږي (حرکت کوي) د پنډوسکي تعجيل او د هغه جهت پيدا کړي

حل:



(۳- ۳) شکل

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:

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

اوس د نيوتن د دريم قانون نه په ګټه اخيستنه د تعجيل افقي او عمودي مرکبې يعني a_xاو a_yپيدا کوو:

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

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

اوس د پنډوسکي تعجيل پيدا کوو:

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

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 ویلي شو چې د پنډوسکي د تعجیل جهت داسي دي چې د x محور له مثبت جهت سره 31^0 زاویه تشکیلوي.

۳-۵: کتله او وزن Mass and Weight

کتله د یوه جسم داسې مشخصه (ځانګړتیا) ده چې پر نوموړې جسم دواردی قوې او له هغې نه د لاس ته راغلي تعجیل ترمنځ اړیکه بیانوئ. کتله ډیر دقیق تعریف نه لري، یوازې هغه وخت له کتلې نه فزیکي احساس درلودی شي چې جسم ته تعجیل ورکړي. تجربې څرګندوي چې کتله د یوه جسم ذاتي مشخصه ده، یعنې داسې مشخصه ده چې که غواړې یا ونه غواړې د جسم د موجودیت سره ظاهریږي کتله یو سکالري کمیت دي.

په لنډ ډول ویلي شو چې کتله د یوه جسم د مادې یا ذرو تعداد دي چې نوموړې جسم ورڅخه جوړ شوې دي. د نیوتن په میخانیک کې کتله یو ثابت کمیت 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 یا د جسم وزن هغه قوه ده چې جسم یې په ساکنه افقي تکیه ګاه یا د اتکأ په نقطه او یا د خپل ځان په نسبت ساکنې ځړیدو په نقطه یې واردوي. د جسم وزن د اتکأ په نقطه عمل کوئ نه پخپله جسم او ښایي د اتکأ د نقطې د حرکت په نسبت زیات بدلون وکړي. د جسم وزن ثابت کمیت نه دي، بلکې له جغرافیایي عرض البلد سره بدلون کوي. د جسم وزن $\overrightarrow{W}$ یوه قوه ده چې جسم په مستقیمه توګه خپل ورڅنګ ته (ګاونډي) نجومي جسم خواته ورکشوی په ورځنیو شرایطو کې دا نجومي جسم ځمکه ده. په عمده توګه دا قوه د دوو جسمونو تر منځ د جاذبې له قوې نه سر چینه اخلي. د هغه جسم وزن چې کتله یې m او په داسې ځای کې قرار ولري چې د ځمکې د جاذبې د قوې تعجیل هلته g وی عبارت دی له:

$$\overrightarrow{W} = m\overrightarrow{g} \quad \text{.........................} \quad (۸-۳)$$

څرنګه چې وزن یوه قوه ده د SI په سیستم کې د هغه د اندازه کولو واحد نیوتن دی. وزن، کتله نه ده او د هغه اندازه په هره لحظه کې په هغه ځای کې د g په قیمت پورې اړه لري. یو جسم د ځمکې په مخ $71N$ وزن لري، خو د سپوږمی په مخ چې د g قیمت هلته د ځمکې په نسبت توپیر لري، یوازې $12N$ وزن لري. د جسم کتله چې $7{,}2kg$ ده په

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

(۳– ۱) مثال: که چيرې د يوه څپک کتله $2,5kg$ وې د هغه وزن د ځمکې په مخ او د مريخ د سيارې په مخ پيدا کړې؟

حل: پوهيږو 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 مريخ په سطحه $\left(g = 3,3 m/_{\sec^2}\right)$ دي، نو د مريخ په مخ د څپک وزن مساوي دی په:

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

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

(الف) د سيارې په مخ د ثقل تعجيل

او (ب) د فضا نورد وزن پيدا 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

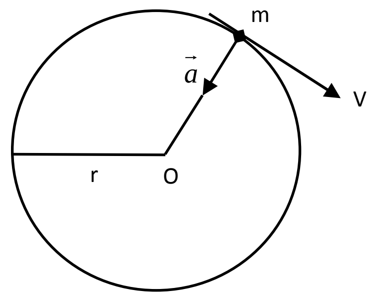
ب) د فضانورد وزن عبارت دی له:

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

۳– ٦: قوه په دايروي حرکت کې

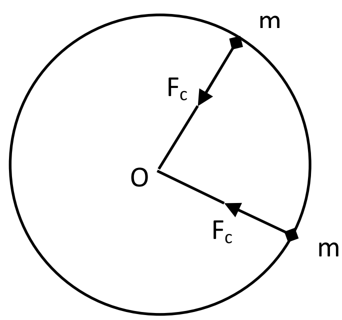
کله چې يو جسم د دايرې په مخ يا ددايرې په يوه قوس باندې په ثابت سرعت سره حرکت کوي، دی حرکت ته منظم يا يو نواخت دايروي حرکت وايي. په دايروي حرکت کې جسم مرکز ته مايل (*Centri Petal*) د ثابت تعجيل يا دوراني تعجيل درلودونکې دی دا تعجيل عبارت دی له:

$$a_r = \frac{v^2}{r} \quad \text{.........................} \quad (۳– ۹)$$



(۳- ۴) شکل

دا مرکز ته مايل يا دوراني تعجيل د يوې مرکز ته جذبونکې قوې (*Centri Petal Force*) په واسطه چې په جسم عمل کوي رامنځ ته کيږي.



(۳- ۵) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$\vec{F}_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} \quad \text{.........................} \quad (٣- ١٠)$$

په (٣- ١٠) رابطه کې F_r د دوراني حرکت قوه او a_r دوراني تعجيل دي د r اندیکس د (rotation) له کلمې نه اخيستل شوې دي. كه چيرې دا قوه نه وي، نو جسم د دايرې په مخ يونواخت حركت نه شوى ترسره كولې. مركز ته مايل تعجيل يا دوراني تعجيل (a_r) او هم مركز ته جذبونكې قوه (F_r) دواړه وكتوري كميتونه دي چې د كچې له پلوه ثابت خو د جهت له نګاه هره لحظه بدلون كوي داسې چې هميشه مخ په مركز موٌجه دي.

(٣- ٣) مثال: يو موټر چې كتله يې $1600kg$ ده د يوې دايروي ډوله جادې په مخ چې شعاع يې $190m$ دي د $20 m/_{\text{sec}}$ په ثابت سرعت سره حركت كوي. په دى حالت كې مركز ته جذبونكې قوه پيدا كړئ؟

حل: د دوراني حركت قوه عبارت ده له:

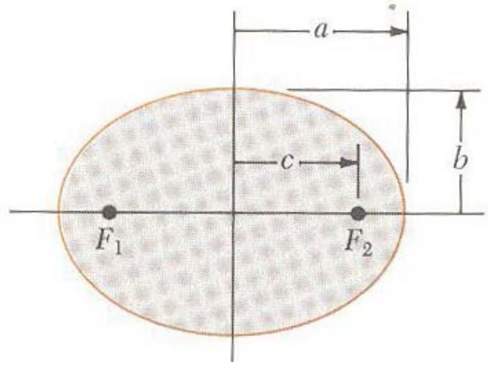
$$F_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} = \frac{1600\text{kg}\cdot\left(20\,\text{m}/_{\text{sec}^2}\right)^2}{190\text{m}} = 3368.42\text{N}$$

٣- ٧: د كپلر قوانين Kepler's Laws

ټولې سيارې په كهكشان كې سرګردانه او د حركت په حالت كې دى. د دوې حركت ډير مغلق او پيچلى دي. كپلر د خپل عمر زياته برخه د سيارو د حركت څرنګوالي ته وقف او د زياتو تجربو په پايله كې يې يو شمير قوانين وضع كړل چې په هغو كې د سيارو د حركت بررسي شوې ده دا قوانين د كپلر د قوانينو په نوم ياديږي او په لاندې ډول دي.

لومړى قانون يا د مدارونو قانون: دا قانون بيانوي چې ټولې سيارې د لمر په شا او خوا په بيضوي مدارونو راڅرخيږي داسې چې لمر د بيضوي په يوه محراق كې قرار لري. (٣- ٦) شكل يوه سياره ښيي چې كتله يې m دي د لمر په شا او خوا چې كتله يې M ده څرخيږي.

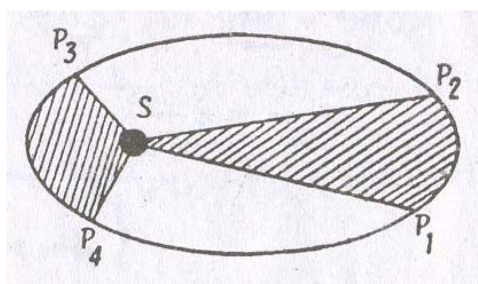
(c) ketabton.com: The Digital Library



(۳- ۶) شکل

دویم قانون یا د مساحتونو قانون:

دا قانون بیانوي چې شعاع وکتور یا هغه هغه خط چې د سیارې او لمر مرکز سره نښلوي په مساوي وختونو کې مساوي سطحې جاروکوي. ددې قانون نه ځرګندیږي چې کله سیاره له لمر نه په لیرې نقطه کې واقع وي ډېره ورویا بطي حرکت کوي او کله چې لمر ته په ډېره نږدې نقطه کې واقع وي ډېر تیز حرکت کوي لکه ځرنګه چې په (۳– ۷) شکل کې معلومیږي.



(۳- ۷) شکل

دریم قانون یا د حرکت د دورانونو قانون:

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

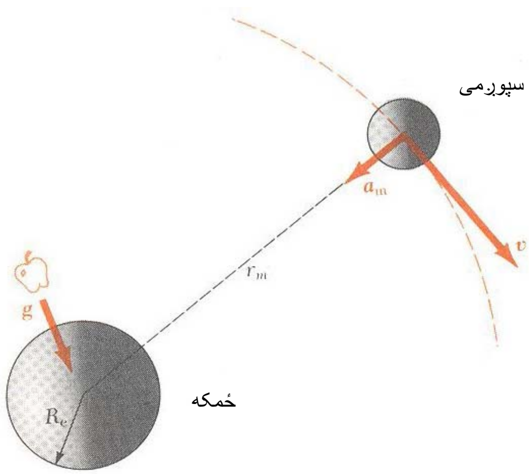
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad \text{(۳– ۱۱)}$$

(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 لري.

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 يې فورمول بندي کړ. نیوتن دی پایلې ته ورسید چې نه یواځې 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 نوموړو جسمونو د کتلو له حاصل ضرب او په معکوسه توګه د دوی د مرکزونو ترمنځ د فاصلې له مربع سره متناسبه ده، یعنی:

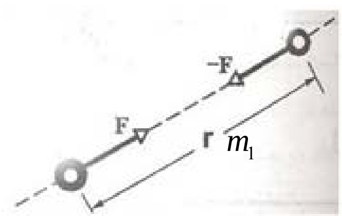
$$F = G_1 \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \text{.......................................} \quad (\text{۳– ۱۲})$$

(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 يې مساوي ده په:

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

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



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

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

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

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

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:

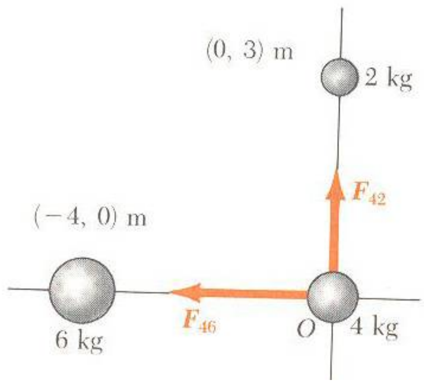
$$v_2 = \sqrt{2gR_E} = 11\, {}^{km}/_{\sec} \quad \text{.................... (۳- ۱۵)}$$

(۳- ۴) مثال: د یوه قایمه زاویه مثلث په راسونو کې (۳- ۱۰) شکل سره سم د $2kg$، $4kg$ او $6kg$ دری 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:

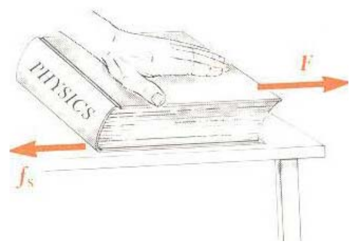
$$F_R = \sqrt{(-10,0)^2 + (5,93)^2} = 11,6.10^{-11}N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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



(۳- ۱۱) شکل

د اصطکاک قوې په طبعيت کې ډير مهم رول لري په ورځنی ژوند کې اصطکاک زياتره ګټور واقع کيږي. د بيلګې په توګه د ژمې په ورځو کې کله چې ټولې لارې او کوڅې کنګل (يخ بندان وي) د اصطکاک د نه موجوديت په صورت کې په لارو او جادو کې به د انسانانو او ليږدونکو وسايلوتګ او راتګ ډير ګران او حتی ناشونې وي. او همدا رنګه که اصطکاک نه وي نو ميز څوکی او نور شيان مو بايد د کوټې په مخ تړلې.

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

(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 ګاز) 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.

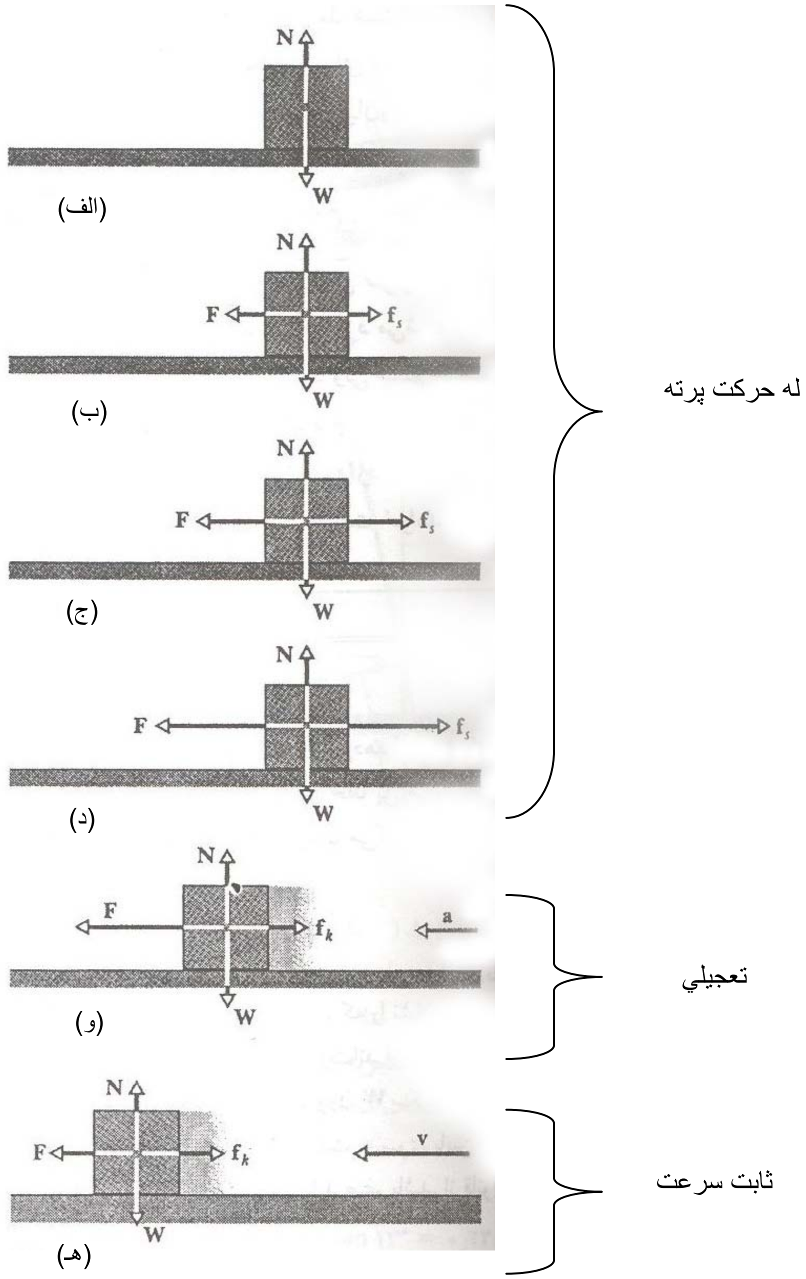
په (۳– ۱۲ ب) شکل کې د F قوه په جعبه واردوو او زيار باسو تر څو هغه کيڼې خواته کش کړو. په غبرګون کې د F_S د اصطکاک قوه را ظاهريږي چې جهت يې ښې خواته او په دقيقه توګه له هغې قوې سره مساوي ده چې په جعبه عمل کوي. د F_Sقوې ته د ستاتيکي اصطکاک قوه وايي.

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 کيڼې خواته تعجيل اخلي (۳– ۱۲ و) شکل، د اصطکاک هغه قوه چې وروسته له دې د حرکت سره مخالفت کوي د ديناميکي يا حرکي اصطکاک قوې په نوم ياديږي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۳- ۱۲) شکل

(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 دی چې د دوی په منځ کې د غوړو کوم قشر وجود ولري کله چې د F عامله قوه وغواړي چې جسم په حرکت راولي د اصطکاک قوه رامنځ ته کيږي چې لاندې ځانګړتياوې لري.

لومړی: که چيرې جسم حرکت ونه کړي په دی صورت کې د ستاتيکي اصطکاک قوه F_s او د عاملې قوې F د سطحې سره موازي مرکبه 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:

$$f_{s\max} = \mu_s N \quad \text{(۳– ۱۶)}$$

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

$$f_k = \mu_k N \quad \text{(۳– ۱۷)}$$

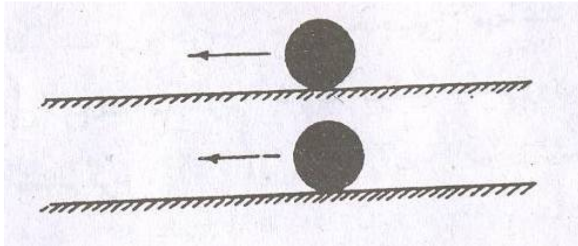
په پورتنۍ رابطه کې μ_k د حرکي اصطکاک ضريب دی. د (۳– ۱۶) او (۳– ۱۷) معادلې وکتوري معادلې نه دی، د f_s او f_k جهتونه هميشه د سطحې سره موازي او د حرکت په خلاف لوری دي او N په سطح باندې عمود ده.

د اصطکاک د قوو اصلي لامل د تماس لرونکو جسمونو د سطحو نا همواري دی که څه هم دا نا همواري 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

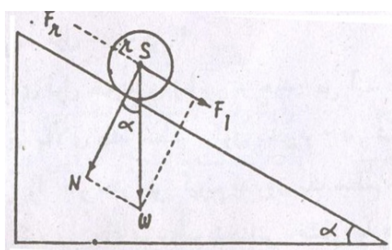
د رغړيدو په وخت کې اصطکاک هغه وخت رامنځ ته کيږي چې يو کروي يا استوانوي جسم د يوې سطحې په مخ ورغړي.د (۳– ۱۳) شکل سره سم يو کروي جسم په پام کې نيسو چې د افقي سطحې په مخ رغړي.

(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 استونه ښيي چې د يوې مايلې سطحې په مخ چې له افق سره د $\propto$ زاويه جوړه وي رغړې 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 يوه منظم او مستقيم الخط حرکت ته دوام ورکړي. څرنګه چې د اصطکاک قوه د W وزن د عمودي مرکبې سره متناسبه ده يعنې $N = W\cos\propto$ 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 رغړيدو په وخت کې بايد يو د بل سره د تعادل په حالت کې وي. ځکه د داسې شرط لاندې د استوانې حرکت د مايلې سطحې په مخ مستقيم الخط او منظم دی نو ځکه لرو چې:

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

$$\mu_r = r \cdot tg\alpha \qquad (۱۸-۳)$$

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

$$F_r = W\sin\propto$$

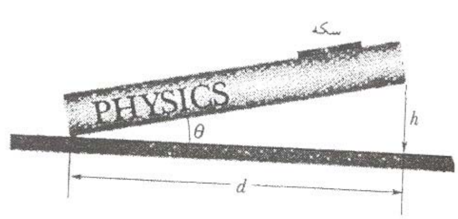
له بلې خوا له شکل نه لرو چې:

$$N = W\cos\propto$$

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

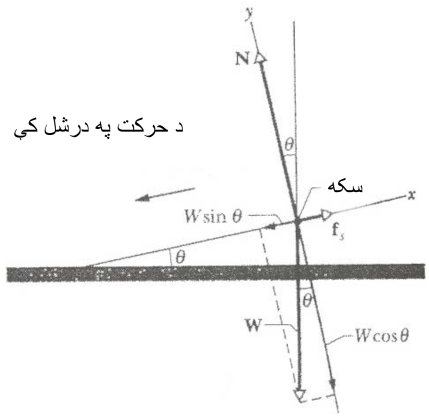
له (۳- ۱۹) رابطې نه معلوميږي چې د عين عمودي قوې N لپاره د رغړيدو د اصطکاک قوه د استواني د شعاع سره په معکوسه توګه متناسبه ده.

(۳- ۵) مثال: د (۳- ۱۵) شکل سره سم د کتاب په مخ چې له افقي سطحې سره د $\propto$ زاويه جوړوي يوه سکه د سکون په حالت کې ده. که چيرې زاويه تر 13° پورې زياتوالې پيدا کړي سکه په ښويدو پيل کوي د سکې او کتاب ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک ضريب μ_s پيدا کړئ؟



(الف)

(c) ketabton.com: The Digital Library



(ب)

(۳– ۱۵) شکل (الف) د کتاب په مخ د ښويدو په حال کې سکه

(ب) د قوو گرافيکي انځور

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

$$\sum F = f_s + W + N = 0 \quad \text{.............................(۳– ۲۰)}$$

ددی وکتوري معادلې افقي مرکبه عبارت ده له

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

$$f_s = W\sin\propto \quad \text{..................................(۳– ۲۱)}$$

د عمودي مرکبې لپاره لرو چې:

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

$$N = W\cos\propto \quad \text{..................................(۳– ۲۲)}$$

د (۳– ۱۹) او (۳– ۲۰) له تقسيم نه لرو چې:

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

$$\mu_s = \mathrm{tg}\alpha = \mathrm{tg}13^\circ = 0.23 \quad \text{....................(۳– ۲۳)}$$

(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 کمې مقياس او معيار دی. کله چې څو 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 لومړی 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 لومړی 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 څو 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:

$$W = mg \quad (۳– ۲۶)$$

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.

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \text{(۲٦ -۳)}$$

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 $6,67\cdot 10^{-11}\,\frac{N.m^2}{kg^2}$ 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 یې 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 نیمایي 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 تمرين

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 سپوږمی 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 نوموړې سړی وزن په N پیدا کړئ؟

ځواب:($53,33N$)

4. یو جسم $200g$ کتله لري د نوموړې 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 نوموړې جسم وزن به د X سیارې په مخ چې هلته $g=3,5\,{}^{m}/_{\sec^2}$ دی څومره 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 څومره 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 لورې سره 20° زاویه جوړه وي درلودونکې 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: $F_x = 1.879\text{N}$، $\text{F}_y = 0.684\text{N}$، 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 $\propto = 15^\circ$ او طول یې $2m$ دی یوه جعبه قرار لري. که چیرې جعبه د سکون له حالت نه بنکته 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 راولي 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 لوبغاړي ترمنځ د حرکي اصطکاک ضریب پیدا کړئ؟ (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 $0,37$ دی

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 سړی وزن 240 پونډه او د یوه موټر وزن $1,8$ ټنه دی نومړې 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 درلودونکې 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 سایکل ثابت تعجیل څومره دی

ب) د نوموړې تعجیل 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 تعجیل** $9,8\ ^{m}/_{\sec^2}$ **دی د یوه جسم وزن** $22N$ **دی**

الف) د نوموړی جسم وزن او کتله په هغه ځای کې پیدا کړې چې هلته د ځمکې د جاذبې تعجیل $4,9\ ^{m}/_{\sec^2}$ **وي**

ب) که چیرې نوموړې جسم داسې ځای ته یوسو چې د ځمکې د جاذبې تعجیل صفر وي. د نوموړې جسم وزن او کتله به څومره وي؟ ځوابونه (الف $11N$، $2,2kg$ ب 0، $2,2kg$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

څلورم فصل

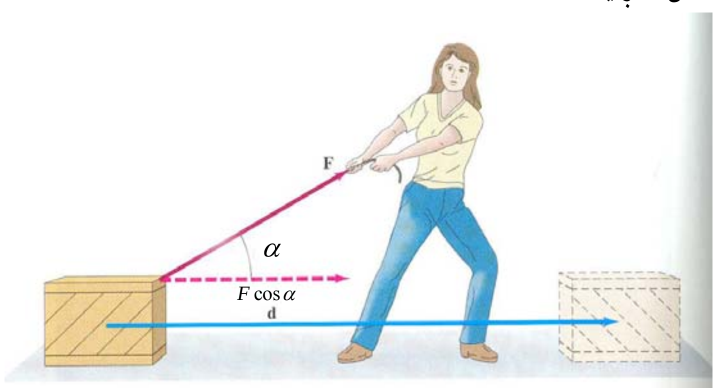
کار، انرژي او مومنتم

سريزه: کله به مو يو پتي د يو ځای څخه بل ځای ته وړه وي ليدلي 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 يواځې د موضوع په اړوند ميخانيکي کار څيړو. د موضوع د وضاحت په ارتباط يو جسم چه کتله يې m ده په نظر کې نيسو. دغه جسم د $\overline{F}$، قوی په ذريعه چه د جسم د تغيير مکان سره د $\propto$ زاويه جوړوي رانښکل کيږي.



(۴- ۱) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$W = F \cdot \ell \cdot \cos \propto$$
$$W = F \cdot d \quad \text{......} (۴- ۱)$$

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

پورتنۍ 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 ګوندی 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.

$$1 Joul = 1 N.m \quad \text{......} (۴- ۲)$$

erg د ژول د اجزاو څخه دي.

$$1 Joul = 1 N \cdot m$$
$$1 N = 10^5 dyne$$
$$1 m = 10 cm$$
$$1 Joul = 10^5 dyne \cdot 10^2 cm$$
$$= 10^7 dyne \cdot cm$$
$$1 Joul = 10^7 erg \quad \text{......} (۴- ۳)$$

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 اوږدوالې 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 فنر د اوږدیدو سره مستقیماً متناسبه ده. یعنی:

$$F \sim \Delta\ell$$

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

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

$$dw = F \cdot dx$$

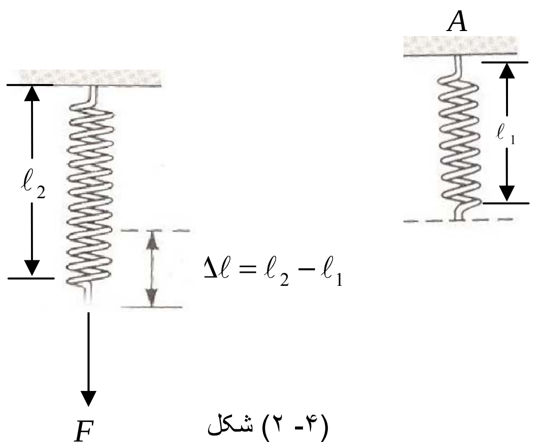
په پورتینی رابطه کې $F = -kx$ دی، منفي علامه د قوي او فنر د راکش کیدو یا تغییر مکان مخالف جهتونه ښیي. د پورتنی رابطې څخه لیکلې شو چې:

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

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

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

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:

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

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

4- 2: انرژي Energy

انرژي د کار هغه قابليت ته ويل کيږي چه د کار د اجرا کيدو د مخه په يو جسم او يا سيستم کې موجود وي. کله چه په يوه ټاکلې ارتفاع کې يو جسم واقع وي، که چيرې موانع رفع شي نو جسم مخ 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 نوموړې 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 ويالی کي 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 لمرۍ 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.   خلاصيدوونکې دي

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

الف. نه خلاصيدونکې منابع لري، لکه لمر

ب. په ټاکلی او د پيداکيدو په محل کې ګټه تری اخستل کيدای شي.

ج. د ترانسپورتي وسايلو په مرسته د ليږد وړندې همدا رنګه يو شمير نورې ځانګړتياوې شته چه د هغوی د ذکر څخه دلته صرف نظر کيږي. د ميخانيکي انرژي دوه مهم ډولونه د پوتانشيال او حرکي انرژي څخه عبارت دی. چه په لاندې ډول تشريح کيږي.

۴– ۳: پوتانشيال انرژي:

هغه انرژي چه په يو سيستم او يا جسم کې د هغه د حالت د بدلون له کبله رامينځ ته کيږئ، پوتانشيال انرژي په نوم ياديږي. ددغه تعريف څخه په ګټه اخيستنه د ځمکې د ثقل اړوند پوتانشيال انرژي توضيح کوو.

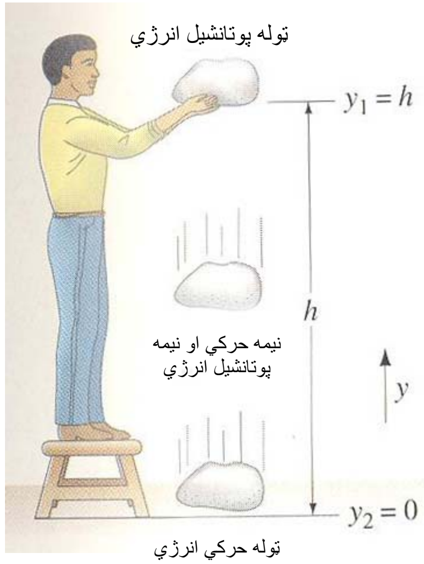
يو جسم د ځمکې په سطحه باندې په نظر کې نيسو په دغه جسم يو کار اجرا کوو او جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع باندې پورته کوو په نومورې ارتفاع کې دغه اجرا شوې کار زيرمه کيږي که د جسم وزن $p = mg$ وي چې هميشه د ځمکې د سطحې خواته متوجه دی د هغه په وړاندې اجرا شوې کار عبارت دی له $W = p \cdot h = mgh$

او يا هم

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

ويلی شو چه که چيرې د نومورې جسم څخه مانع لرې او يا يې 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 يعني هغه اندازه کار چې مخکې په جسم باندې ترسره شوې دی (۴– ۵) اړيکه د پوتانشيل انرژي په بڼه په جسم کې زيرمه کيږي.

(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، ويل کيږي چه حرکي انرژي لري، تر هغه وخته پورې چه جسم ودريږي.

د مثال په توګه فرض کوؤ چه مخکينی ذکر شوې جسم د h له ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ رالويږي، کله چې د ځمکې سطحې ته رسيږي، د هغه پوټانشيال انرژي ټوله په حرکي انرژي اوړي. څرنګه چې جسم د h له ارتفاع څخه سقوط کړيدی نو ليکلې شو چه

$$W_p = mg \cdot h$$

څرنګه چې جسم سرعت اخيستی، نو ليکلې شو چه $\upsilon^2 = 2g \cdot h \Rightarrow h = \dfrac{v^2}{2g}$

که دا قيمت 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 شوی کار 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 دی امله د کار او انرژي د اندازه کولو واحدونه سره مساوي دی. په بل عبارت انرژي هم د کار غوندی په $Joul$ ژول او د هغه په اجزء او اضعافو اندازه کيږي.

$1 Joul = 1 N \cdot m$

همدا رنګه

$1 N = 10^5 dyne$

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

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

$1 dyne \cdot cm = 1 erg$

$1 Joul = 10^7 erg$

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

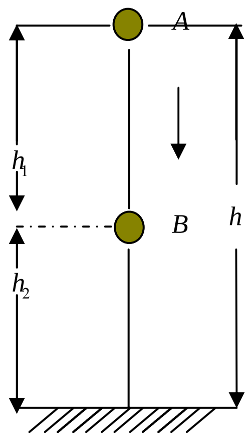
انرژي د يو شکل څخه په بل باندې اوړي يعنې انرژي خپل شکل بدلوي، نه دا چه له منځه ځي په يو معين موقعيت کې د انرژي کميت ثابت پاته کيږي. او که چيرې يو ډول انرژي په بل ډول واوړی، نو حتماً بل ډول انرژي زياتيږي چه په نتيجه کې د دواړو حاصل جمع د لمړی ځل په پرتله سره مساوي دی. يعنی ثابت پاتی کيږي.

دلته وړاندی ذکر شوې مثالونه يو ځل بيا راواړو د h په لوړ والی کې پوتانشيال انرژي $E_p = mg \cdot h$ ده

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځرنګه چه جسم د توقف په حالته کې دي نو $v=0$ او يا $E_k=0$ کيږي چه په حقيقت کې پدغه موقعيت کې $E_A=E_p+E_K=mg\cdot h+0$

$$E_A=mg\cdot h \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۴-٦)$$



شکل (۴-۴)

فرضاً نوموړی جسم د مسير په امتداد د A موقعيت ځخه B موقعيت ته راوليږي. د B په موقعيت کې پوتانشيال انرژي $E_p=m\cdot g\cdot h_2$ ځخه عبارت دي.

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

يعنی د B په موقعيت کې مجموعي انرژي

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

د بلې خوا پوهيږو چه $v^2=2g\cdot h_1$ دي که دا قيمت په پورتنی 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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

که چيرې د (۴– ۶) 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 کړي؟

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– ۶: 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:

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

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

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

د پورتنی رابطې څخه ليکلې شو چې:

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

$$F\left(t - t_0\right) = m\left(v - v_0\right)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$F\cdot\Delta t=m\cdot\Delta v \quad \text{......(۹ –۴)}$$

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

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

څرنګه چه $mv=p$ او $mv_0=p_0$ دي نو په دی لحاظ $F\cdot\Delta t=p-p_0$

څرنګه 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

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

$$F=\frac{dp}{dt} \quad \text{......(۱۰ –۴)}$$

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 مادې نقطې ځينی 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.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۴- ۷: طاقت Power:

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

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

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

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

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

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

۴- ۳ مثال: د جت الوتکې موتور کولې شي $15000N$ قوه رامنځ ته کړئ. که چیرې 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 پیدا 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 لنډیز

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

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

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

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

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

$$p = \frac{w}{t} \quad (۴-۱۶)$$

- د انرژي د تحفظ قانون په لاندې ډول دي:

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

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

$$P = mv \quad (۴-۱۸)$$

- د $F\cdot t$ کمیت د قوې د امپولس په نوم یادیږي. امپولس وکتوري کمیت 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 کړي؟ 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 کړي؟ 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 کړي؟ ځواب (96J)
7. د فوټ بال یو لوبغاړې د $10\,{}^{m}/_{\sec}$ په سرعت سره د $700g$ کتلې یو توپ په پښه وهي یا یې ضربه کوي. که چیرې د ضربې دوام $0,02\sec$ وي. د ضربې منځنۍ قوه پیدا کړي؟ 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 کړي؟ 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 کړي؟ ځواب: ($86.6J$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

12. يو پلار د خپل زوی سره مسابقه کوي د پلار حرکي انرژي د زوی د حرکي انرژي نيمايي ده او د زوي کتله د پلار د کتلې نيمايي ده. پلار د $1{,}0\, m/sec$ سرعت ته رسيږي 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. داورروژنی يو پايپ چې اوږدوالي يې $12m$ دي په افقي توګه د يوې سطحې په مخ په $2{,}3\, m/sec$ سرعت سره له اصطکاک پرته کشکول کيږي. د پايپ د هر متر کتله $0{,}25kg$ ده.کله چې ټول پايپ حرکت کوي د عاملې قوې په نتيجه کې څومره کار ترسره کيږي؟ ځواب:($7{,}9J$)

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

15. يو جسم چې کتله يې $102kg$ ده د يوه مستقيم افقي خط په مخ د $53\, m/sec$ په لومړنی سرعت سره حرکت کوي. که چيرې په $2\, m/sec^2$ تأخيري تعجيل (تأجيل) سره د نوموړې خط په مخ ودريږي. پيدا کړي
الف) د هغه د دريدو 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 کړي؟ ځواب($625J$)

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

ځواب: ($0.14m$)

18. د انسان زړه یو پیاوړې او د اعتماد وړ پمپ دي. 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 وینې د لوړولو له کار سره مساوي وي او د وینې کثافت د اوبو له کثافت $10^3\,{}^{kg}\!/_{m^3}$ سره مساوي وي. په یوه ورځ کې د زړه کار څومره دي؟ ځواب: ($1,20\cdot10^5 J$)

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 کړي؟ 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 ټاکلې حجم او ټاکلې 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 ښیي.

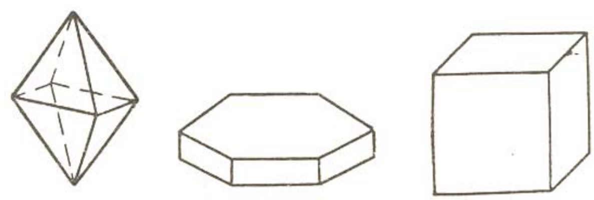
ماده په مایع حالت کې ټاکلې حجم لري خو شکل یې بدلون کوي او په هر لوښي (ظرف) کې چې واچول شي د هغه لوښي بڼه ځان ته غوره کوي. که وغواړو چې د یوې مایع حجم ته بدلون ورکړو، نو د زیاتو قوو عمل ته اړتیا شته دی یا په بل عبارت مایع د خپل حجم د بدلون په وړاندې له ځانه زیات مقاومت ښیي، خو د شکل د بدلون په وړاندې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

ماده د ګاز په حالت کې نه ټاکلې حجم لري او نه هم ټاکلې شکل او د خپل حجم او شکل د بدلون په وړاندې هیڅ ډول مقاومت له ځانه، نه ښیي. نو ځکه ګاز په ډېر 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 پوتانشیل 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 ماليکولونه د خپل تعادل حالت په شا او خوا کې اهتزازي حرکت ترسره کوي.
د کرستال خارجي نښه او مشخصه د هغه منظم هندسي شکل دي (۵– ۱) شکل.



(ج) (ب) (الف)

(۵- ۱) شکل

د بيلګې په توګه د خوړو د مالګې کرستال د مکعب شکل لري (۵– ۱ الف) شکل د کنګل (يخ) 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 يوه ټاکلي زاويه وجود لري د مثال په ډول د خوړو د مالګې د کرستال د سطحو ترمنځ زاويه 90° او د يخ د کرستال د سطحو ترمنځ زاويه 120° دي او داسې نور.
د کرستالي جسم يا کرستال بله مشخصه د هغه په داخل کې د نامتجانستوب (انيزوتروپي) شتون دي او هغه دا چې ځينې فزيکي خواص لکه (ميخانيکي، برښنايي او نوري) د جهت تابع دی، يعنی په کرستال کې د جهت په بدلون سره دا خواص هم بدلون کوي. يا په بل عبارت کرستال په مختلفو جهتونو کې مختلف خواص لري. که څه هم د اجسامو کرستالي حالت په طبعيت کې ډير په سترګو کيږي، خو د دغو ټولو اجسامو کرستالي خواص يو شان واضح نه دي. په دی نسبت اجسام په دوو ګروپونو ويشل کيږي. 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 ځای 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 موندونکې جسم په داخل کې د تغيير راوړونکې قوې په مقابل کې قوه را پيدا کيږي چې کچه يې د تغيير راوړونکې قوې سره مساوي ده دا قوه د ارتجاعي قوې په نوم 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 چنيه 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:

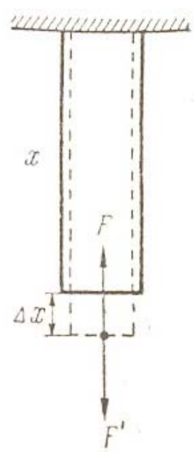
$$F = -k \cdot \Delta x \quad \text{............................} \quad (۵ – ۱)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

په پورتنۍ رابطه کې k د تناسب ضریب دي. (۵– ۱) رابطه د هوک د قانون په نوم یادیږي. د منفي علامه د ارتجاعي قوې او تغییر مکان د مختلفو جهتونو څرګندویه ده.

که چیرې د تغییر راوړونکې یا خارجي قوې له رفع کیدو وروسته ارتجاعي قوې په بشپړه توګه د جسم لومړۍ بڼه او اندازه اعاده کړي دا ډول تغییر شکل ته ارتجاعي تغییر شکل وایي. د کوچنیو تغییر مکانونو (Δx) په صورت کې د حقیقي اجسامو تغییر شکل ارتجاعي ګڼلې شو. د لویو Δx په صورت کې د جسم په اصطلاح باقي مانده تغییر شکل رامنځ ته کیږي چې په بشپړه توګه د هغه بڼه او اندازه نه اعاده کیږي. په ډیرو سترو تغییر شکلونو کې ښایي جسم مات او خپل اصلي حالت له لاسه ورکړي.

اوس د (۲– ۸) شکل سره سم د یوې میلې د یو طرفه انبساط ارتجاعي تغییر شکل مطالعه کوو.



(۵- ۲) شکل

فرض کړي د میلې په کوز سرکې د F' تغییر راوړونکې قوه (خارجي قوه) عمل کوي د میلې اوږدوالې x او د مقطع مساحت یې A دي. میله د Δx په اندازه اوږدیږي او په هغې کې د $F = -F'$ ارتجاعي قوه رامنځ ته کیږي. تجربه ښیې چې په میله کې رامنځ ته شوې اوږدوالي (Δx) د F' قوې او د میلې له لومړنۍ طول x سره په مستقیمه توګه متناسب او د میلې د مقطع له مساحت سره په معکوسه توګه متناسب دي یعنی:

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

له دی ځایه:

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

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:

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

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.

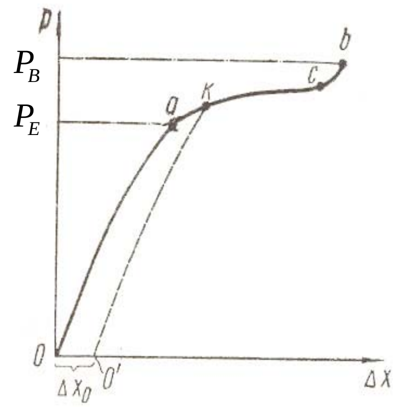
۵– ۲: د جامد جسم د شکل بدلون (تغییر شکل) Deformation

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 ميلي 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 لومړنۍ بڼه په آني اوسم دستي توګه نه اعاده کيږي، بلکې د يو څه وخت نه وروسته چې کله کله دا وخت ښايي څو ساعته او يا څو ورځې وي اعاده کيږي. دا پديده د ارتجاعي وروستنۍ عمل په نوم ياديږي.

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

د تودوخې په زياتوالي سره د جامد جسم د ذرو حرارتي حرکت ګړندی کيږي او د دوی ترمنځ منځنۍ 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:

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

په پورتنۍ 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:

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

له دی ځايه:

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

له پورتنۍ 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 ګرموالې نه وروسته د هغه هره وجهه مساوي کيږي په $\ell_0\left(1+\propto t\right)$ او د هغه حجم مساوي دی په:

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

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:

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

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

$$V=V_0\left(1+\beta t\right)\text{.............................}(٥-٨)$$

په (٥- ٨) رابطه کې β د حجمي انبساط د ضريب په نوم يادېږي. پوهيږو چې د جسم کثافت $\rho=\frac{m}{V}$ دي، چې m د جسم کتله او V يې حجم دي، نو د (٨- ٨) رابطې نه لور چې:

$$\rho=\frac{\rho_0}{1+\beta t}\text{.............................}(٥-٩)$$

په پورتنۍ رابطه کې $\rho_0=\frac{m}{V_0}$ د جسم کثافت په $t=0C^\circ$ تودوخه کې دي. له (٥- ٩) رابطې نه څرګنديږي چې د يوه جسم کثافت د تودوخې په زياتوالي سره کميږي.

(٥- ٦)، (٥- ٨) او (٥- ٩) رابطې د مايع اجسامو يا مايعاتو لپاره هم ريښتيني دي، خو يوازې توپير په دې کې دي چې د مايع اجسامو د حجمي انبساط ضريب د جامدو اجسامونه زيات او هغه د $\left(10^{-4}-10^{-3}\right)grad^{-1}$ په شا او خوا کې دي.

په (٥- ١) 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 ضریبونه

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

په پورتنۍ جدول کې ټول درج شوي کمیتونه پرته له یخ یا کنګل نه د کوټې په تودوخه کې ورکړل شوي دی.

۵– ۴: ارتجاعیت Elasticity

ټول سخت یا جامد اجسام تر یوه حده دکشش وړتیا یا ارتجاعیت لري په دی مانا چې د کشولو، فشار ورکولو، تاوولو او متراکم کولو په واسطه کولي شو د هغو ابعادوته تریوې اندازې بدلون ورکړو. ددی لپاره چې د ابعادو ددی بدلونو نو په هکله ځه وپوهیږو یا تصور وکړو لاندې مثال په پام کې نیسو. که چیرې د یو متر په اوږدوالي او یو سانتي متر په قطر یوې عمودي پولادي میلې له یوه انجام نه یو کوچنۍ موټر راوځړو میله کش کیږي خو دا کشش یوازې د $0,55mm$ په اندازه دي پردی برسیره کله چې موټر د میلې له انجام نه لیرې کړو میله بیرته خپل لومړنۍ حالت ته ورګرځي، یعنې خپل لومړنی طول ته ورګرځي. که چیرې دوه موټره د میلې له انجام نه وځړو میله په دایمي ډول کش کیږي چې د موټرو له لیرې کولو نه وروسته خپل لومړنۍ حالت ته نه ورګرځي. او که چیرې د میلې له انجام نه درې موټره وځړو په دی صورت کې میله ماتیږي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

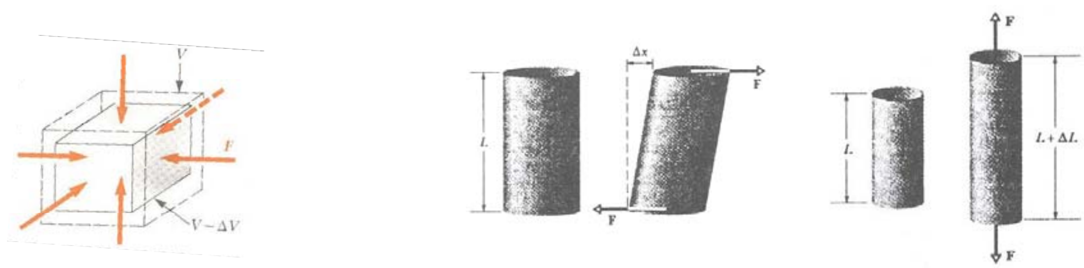
شکل کړي دي. په (۵– ۴ ج) شکل کې يو جامد جسم (مکعب) په مايع کې قرار لري او له هرې خوا د مايع د فشار قوه په هغه باندې عمل کوي. کوم شی چې په دی درې ډوله تغيير شکل کې ونډه لري او يا شريک دي هغه تنش (Streen) يا د تغيير شکل عامله قوه په واحده سطحه دي چې کشش (Strain) يا واحد تغيير شکل $\frac{\Delta L}{L}$ رامنځ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

تنش ــ 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:

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

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

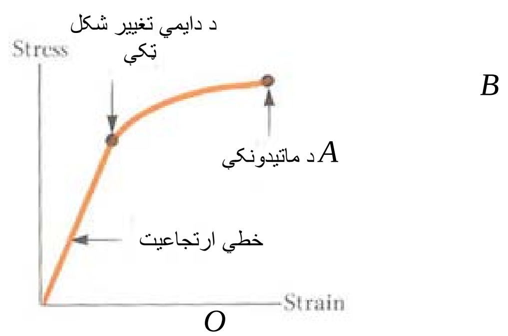
(۵– ۴ الف) شکل کششي تنش، (۵– ۴ ب) شکل برشي تنش او (۵– ۴ ج) شکل هايدروليکي تنش دي. د (۵– ۴) شکل پورته درې واړه حالتونه د (Stress) فشار

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

(۵- ٦) شکل د فشار او کشش ترمنځ اړيکه بيانوي.



(۵- ۶) شکل

له (۵- ٦) شکل نه معلوميږي چې د کوچنيو کششونو لپاره د فشار او کشش ترمنځ اړيکه خطي ده، يعنې د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې فشار د کشش سره متناسب دي. په دی ټوټه خط يعنې د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې ليدل کيږي چې که چيرې فشار بيرته صفر کړو کشش هم صفر کيږي، نو له دی کبله د جسم کشش ارتجاعي دي او ويل کيږي چې جسم د ارتجاعيت خاصيت لري (د هوک قانون). که چيرې فشار د A له نقطې نه زيات کړو جسم دايمي تغيير شکل کوي او که فشار نور هم زيات کړو او د B نقطې ته ورسيږو، نو په دی صورت کې جسم ماتيږي يا ټوټه کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

۵– ۵: کشش او تراکم

د ساده کشش یا تراکم لپاره فشار (Stress) د $\frac{F}{A}$ په ډول تعریفیږئ. یعنی قوه تقسیم په هغه سطحه چې قوه وربانديې عمل کوي قوه لکه څرنګه چې په (۵– ۵) شکل کې ليدل کيږي په سطحه باندې 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 تیرۍ ونکړي هغه وخت که چيرې فشار اعمال شي نه یوازې 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 لاندې ډول ليکلې شو چې:

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

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

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

ماده	کثافت ρ (kg/m^3)	د یانګ 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.

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

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.

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

په (۵– ۱۴) معادله کې B د بلک مودلس (Bulk Modulus) دی.
د اوبو تراکمي مودلس، یعنی B، $2,2\cdot10^{9}\,N/m^{2}$ او د پولادو $16\cdot10^{10}\,N/m^{2}$ دي.
د آرام سمندر په تل کې چې منځنی ژوروالې یې $4000m$ دي فشار مساوي $4,0\cdot10^{7}\,N/m^{2}$ 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 یوازې $0,025\%$ دي. په عمومي توګه سخت یا جامد اجسام د مایعاتو په پرتله کم تراکم منونکې دئ.

(۵− ۱) مثال: د $102kg$ یو بار د یوه سیم په واسطه چې طول یې $2m$ او د مقطع مساحت یې $0,1cm^2$ دي کشکول کیږي. نوموړي سیم د $0,22cm$ په اندازه له خپل لومړنۍ طول نه اوږدیږي. ددی سیم انبساطي فشار، انبساطئ کشش او دیانګ مودلس پیدا 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: یوه پولادي میله چې شعاع یې $9,5mm$ او طول یې $81cm$ دي د $6,2\cdot10^4N$ قوې په واسطه په خپل امتداد کشکول کیږي

الف) په میله باندې وارد شوې فشار (تنش) پیدا کړي

ب) د میلې د طول زیاتوالې او کشش پیدا کړي.

حل:

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

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 مودولونه 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

$$\text{د ارتجاعيت مودلس} = \frac{Streen}{\text{Strain}} \text{...............(۵– ۱٦)}$$

- 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 پورتنی 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 پورتنی 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

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

په پورتنۍ رابطه کې P فشار (هايدروليکي Stress) کوم چې په جسم باندې د سيال له طرفه وارديږي، $\frac{\Delta V}{V}$ ، Strain د نومړی 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 $28mm$ دې ځړېږي په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) پيدا کړي؟ ځواب: ($8,1MP_a$)

2. په کوم حالت کې يوه ټاکلې خښته پخپله لاندينۍ خښته زيات فشار واردوي کله چې د اخښته په ولاړې کيښودل شي يا په لماستې؟ ځواب (په ولاړې)

3. يو سيم چې اوږدوالې يې $5,4m$ دې د يوه وزن د اغيزې لاندې $2,7mm$ اوږد شو. د سيم نسبي اوږدوالې پيدا کړي؟ ځواب ($5,0\cdot10^{-4}$)

4. د يوې ميلې مطلق او نسبي د طول زياتوالې 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 کښتني سر کې يې د $20KN$ وزن ځړېږي. 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 کړي که چيرې د ميلې د موادو د ارتجاعيت مودل $20\cdot10^{10}Pa$ وي؟

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

6. د يوې پولادي ميلې قطر بايد څومره وي تر څو د $25KN$ وزن له اغيزې لاندې د هغې ميخانيکي فشار مساوي $60MP_0$ شي. همدارنګه که چيرې د ميلې لومړنۍ طول $200cm$ وي د هغې مطلق او نسبي اوږديدنه پيدا کړي؟

ځوابونه: (الف $6.27mm$ ، ب $0,60mm$)

7. د لرګۍ سته (کنده) چې لوړوالې يې $3m$ او پنډوالې 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 کړي؟ 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 څرنگه چه مایع اجسام خورا زیات دي، نو د کثافت په وسیله د یوبل څیني 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.

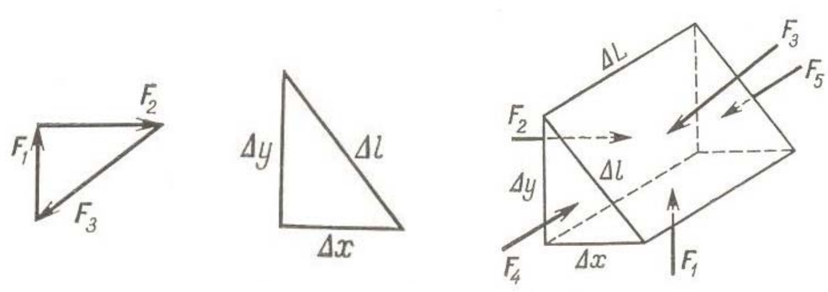
٦– ١: د سیالو اجسامو ستاتیکي حالت Fluid Statics

که جهان ته په ژوره توگه و گورو، نو مطلق خلا په طبیعي حالت کي موجود کیداي نشي، نو ټول اجسام، په سیالو محیطوکې غوټې 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 څرگندي 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 واردېږي. بايد زياته شي چه سيال بايد متجانس ترکيب ولري.ددې موضوع په اړوند يوه عالم د پاسکال (Pascal) په نامه څېړني 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 څېړو.
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:

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

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 (١-٦ 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:

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

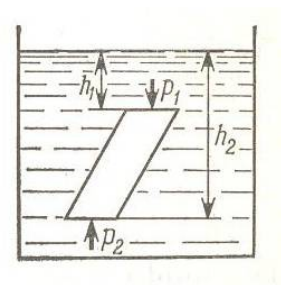
وروستي رابطه د پاسکال قانون بيانوي او هغه دادي. په ولاړ او متعادل سيال کي د واقع جسم په ټولو سطحو باندې يو شان او مساوی فشار عمل کوي.

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 ترڅيړنې لاندې نيسو. په دې حالت کې په جسم باندې محصله فشار عبارت دی له:

پورتني مثال په سيال باندې د ثقل د قوې په نشتو الي (غياب) کې په پام کې 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 (٦– ۴)........ $P = m.g$

د بلې خوا (٦– ۵)............... $\rho = \frac{m}{v}$ او يا هم $m = \rho.v$ دلته ρ کثافت v حجم، m کتله، g د ځمکي ثقل تعجيل او p د ثقل قوي لاندي د جسم وزن دي.

که دغه قيمتونه د فشار په رابطه کي وضع کړو:

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

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

A مساحت او P فشار دي:

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

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

$$p = \rho gh \qquad (٦– ٦)$$

که دغه رابطه د شکل سره پرتله کړونو ليکلي شو.

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

که چيرى د جسم پاسنۍ برخه په سيال کې ډوبه نه وي نو $h_1 = o$ او پدي حالت کي $p_1 = o$ کيږي ليکن:

د اتموسفير فشار د p_1 په عوض موجود دي او هغه ته p_0 وايو. نو په دي حالت کي 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.

$$p - p_0 = \rho gh$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

وروستى رابطه د پاسکال د فورمول تطبيق په يوه نقطه کي 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 نومړي 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 متفاوت 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.

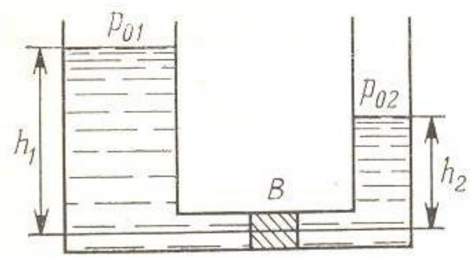
$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2$$

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.

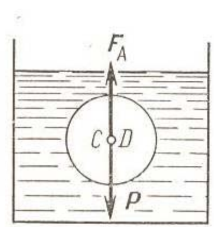
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 زرگر په وسیله یو ښکلي تاج جوړکړ، کله چه تاج حاضر کړاي شو، پاچا ته شک پیدا شو چه گوندي د تاج طلا خالصه نده، غوښتل ئي چه موضوع معلومه کړي، عالمان او بزرگان ئي راو غوښتل او ورته وي ویل، تاسي څنگه 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 ښیي.

ارشمیدس د نوموړي 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 نوموړي پاچا شک لرې کړي.

د بلي خوا څخه کله چه په اوبوکي 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 نوموړي 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

$$F_A = S_{lq}\, g\, v_b \qquad (٦- ٩)$$

په ورروستی 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 باندي 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 راخيژي.

په دغه درې وارو 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 دوارو حالتونو په صورت کي دواړه قوي سره انډول ندي.

٦- 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 $\dfrac{kg}{m^3}$ څيني عبارت دي. د کثافت موضوع په تخنيک کې 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 میتودونه لري، چه په مخکنیو درسونو کې څیړل شویدي. همدار نګه ګازونه د خپلو فزیکي خصوصیاتو په نظر کي نیولو سره د کثافت د معلومولو ځانګړي خصوصیت لري.

٦- ١مثال: د غوړیو کثافت $0/91\ gr/cm^3$ دي، د دي غوړیو د 2/5 لیترو کتله پیدا کړي؟

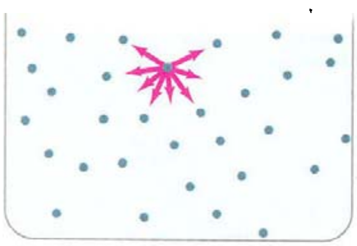
حل: پوهیږ وچې $1L = 1000cm^3$دي،نوځکه لروچې

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

٦- ٥: سطحي کشش Surface Tension

د نړیوال نظم د برقراري قانون مندي خورا ډیري او د یو بل څخه متفاوتي دي. کله انسان ته یو حقیقت ډیر ساده او معمولي بریښي، لیکن کله چه ښه ورته ځیرشي بیاهلته پوهیږي، چه دلته یو جهان او یوه نړي معلومات خوندي دي.

د سطحي کشش پدیده، چه په سیالو اجسامو (مایع او ګازونه) عمل کوي، ظاهراً ډیره بسیطه ښکاري، خو کله چه عاملي او په پروسه کي داخله قوي او د محیط جوړښت په پام کي ونیول شي، نو داتري څرګندیږي چه یوه پیچلې قانون مندي عمل کوي. لیدلي به مووي کله چه د مایع د سطحي پر سر د یو کاغذ ټوټي داسي ولګو، چه په مایع کې ډوبه نه شي او بیا په ډیر احتیاط سره هغه د مایع د سطحي څخه



(۶- ۵) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

پورته کړوتر هغه وخته پورې چه د مایع سره د کاغذ ارتباطونه شلیږي، په دې حالت کې د سیال د سطحي د مالیکولونو لخوا په کاغذ باندي قوه واردیږي، چه د سیال د سطحي کشش د قوې 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 کې 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 کې د سطحي کشش ځیني تجربي قیمتونه لیکل شویدي .

(٦- ١) جدول د سطحي کشش ضریبونه

هغه سیال چه د هوا سره په تماس کې دي	د تودوخې درجه د سانتي ګراد په درجي	سطحي کشش په dyne / cm باندي
بنزین	20	28.9
کاربن تترا کلوراید	20	26.8
اتیانول	20	22.3
ګلیسیرین	20	63.1
پاره	20	456.0
د زیتون غوړي	20	32.0
د صابون اوبه	20	25.0
اوبه	0	75.6
اوبه	20	72.8
اوبه	60	66.2
اوبه	100	58.9
اکسیجن	−193	15.7
نیون	−247	5.15
هلیوم	−269	0.12

(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.

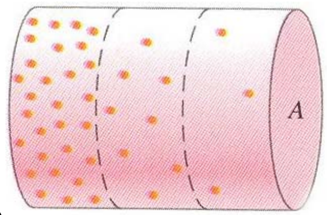
٦– ٦: ديفوژن Diffusion

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 ګانې چې يو پربل کې د انحلال وړنه وي (لکه اوبه په کوچوکې) يو د بل په منځ کې 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 ($C_4SO_45H_2O$) توې 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 وايې. 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 يې A، په کيڼ 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 ښۍ 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 شی.

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 ګرادینت په نوم یادیږی.

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

(۶- ۱۰) د دیفوژن معادله ده. D د تناسب ضریب او د دیفوژن د ثابت په نوم یادیږی.

(۶- ۱۰) 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

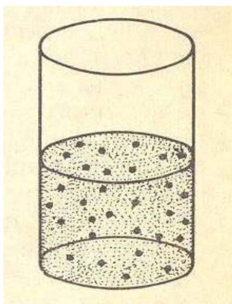
کې له راکړل شوی نقطې څخه تیریږئ، که چیرې کثافت په kg/m^3 سره اندازه شی، په دی صورت کې J په یوه ثانیه کې لیږدول شوی کتله ده (kg/sec).
دیفوژن په جامدو اجسامو کې هم لیدل کیږئ خو ډیر ورو اوبطی تر سره کیږی د جامدو اجسامو د دیفوژن ضریب د مایعاتو د دیفوژن له ضریب څخه ډیر کوچنی دی. د دیفوژن پدیده په طبیعت او تخنیک کې مهم او ارزښتناک رول لری، د بیلګې په توګه د نباتاتو تغدیه د دیفوژن د عملیې پر بنسټ صورت نیسي.

٦– ٧: 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.

$$C = \frac{m}{v} \qquad (٦- ١١)$$

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 یوه ظرف کې د شکل مطابق په نظر کې نیسو د حل شوی مادې مالیکولونه په نوموړی ظرف کې په ټکو سره بنودل شویدی دلته د محلل مالیکولونه د حل شوی جسم په مقایسه ډیر کوچنی په نظر کې نیسو. په دی لحاظ د دوی د مالیکونو ترمنځ د عمل قوه وجود نلری. په دی لحاظ په ضعیف محلل کی د حل شوی جسم مالیکولونه د خیالی گاز حالت را په گوته کوی، په دی توپیر چه په مایع کی د حل شوي جسم مالیکولونه لکه د گاز په شان آزادانه حرکت نشی کولای. دغه تشابه مونږ دی نتیجی ته رسوی چه په حل شوی جسم باندی د خیالي گازونو قوانین تطبیق کړو.

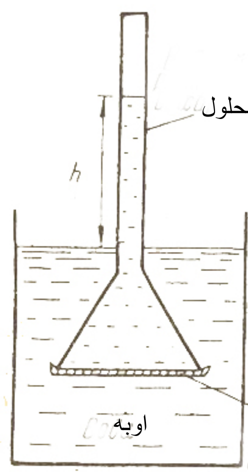
په خاص حالت کې داسی وړاندیز کوو چه حل شوی ماده په محلول کی قسمي فشار P رامنځ ته کوی، دغه فشار د گازونو د حرکی انرژۍ په تیوري او د مندلیف– کلا پیرون د معادلو په اساس د لاندنیو فورمولونو په ذریعه حاصلیږی.

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

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

n_0 په مایع کی د حل شوی جسم یا مادی د مالیکولونو تعداد .

$\bar{w}$ د حل شوی جسم حرکی انرژي μ او m په ترتیب سره د حل شوي مادې کتله او دهغې د یو کیلومول کتله ده په داسې حال کې چې V او T د محلول حجم او د تودوخې درجه او R د گازونو عمومی ثابت دي. د دی لپاره چه په عملی توگه دغه فشار ووینو، نو لاندینی تجربه باید اجرا شي.



(۶- ۸) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د شکل مطابق يوه داسی نفوذی غشا په نظر کې نیسو، چه یواځي محلل تري تیرشی او په محلول کی حل شوی جسم یا مادی ته د تیرید و امکان ورنکړی.
د مثال په توګه د ظرف په اوبوکي ویلې شوی قند په نظر کی نیسو.
یوه نیمه نفوذی غشا، چه اوږد نل لری، په دغه محلول کې کیږدو، نیمه نفوذي غشا د اوبو مالیکولونو ته د تیریدو اجازه ورکوی،
په داسې حال کی چه د قند لوی مالیکولونه ددې نیمه نفوذی غشا څخه تیریدلې نه شی. د دي لپاره چی عملیه په جوته توګه ولیدلای شی. د نیمه نفوذی غشا محلول او د ظرف اوبه په عین سطحه سره برابرؤ او وروسته، اوبه ورو ورود نیمه 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 لوړوالې د عملیې اړوند فشار ارائه کوی چه قسمی فشار نومیږی او د اوبو او د قند د محلول د عمل په نتیجه کی رامنیځ ته کیږی.
د محلول جدا کیدل د خالص محلل څخه او سموس بلل کیږی، چه په نتیجه کی ئی قسمی اضافي فشار رامنیځ ته کیږی.
په نل کی حاصل شوي فشار د ρgh څخه عبارت دی لدغه ځایه او سموسی فشار عبارت دي له .

$$p = \rho g h$$

پداسې حال کی چه ρ د محلول کثافت ، g د ثقل د قوی تعجیل همدارنګه کیداي شي او سموسي فشار د لاندنیو فورمولونو پوسیله هم اندازه کړو.

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

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

پورتني عملیه او فورمولونه د خیالي ګازونو او په مایع کی حل شو مواد و د فشار د رامنیځ ته کیدو ورته والي ښیي. اوس غواړو او سموسی فشار د قند د محلول لپاره د $p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v}$ پوسیله معلوم کړو د قند کیمیاوي فورمول $C_{12}H_{22}O_{11}$ دی، پداسی حال کی چه $t = 27c^\circ$. د محلول غلظت $0.034 \, {}^{kg}/_{liter}$ په اوبو کي دی. د قند د فورمول مطابق کیلومول 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:

$$p = \frac{CRT}{\mu} \qquad (۱۴-۶)$$

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 لری.

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.

۶- 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 چیرې $T_1 = 283grad$ ، یعني 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 نړیوال ثابت دي.

$$V_1 = \frac{mRT_1}{\mu p} = \frac{0/01kg \cdot 8.32 \times 10^3 \, {J}/{(grad.kmole)}.283grad}{32 \, {kg}/{kmole}.3.1/013.10^5 \, {N}/{m^2}} = 2.4 \cdot 10^{-3} m^3 = 2.4Liter$$

(ب) وګنی چې ګاز په ایزو باریک توګه ګرم شویدی 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 مندلیف کلابیرون 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 لنډیز سره غازونه او پر هغوی باندی د تطبیق وړ قوانین مطالعه کړو.

ګازونه: د ګازونو تعریف مو مخکې د سیال اجسامو په څپرنی کی کړېدي، دلته یو ځل بیا دهغوي په اړوند یوڅه بحث کو، ګازونه د فزیکي خصوصیاتو له نظره په دؤ، برخو ویشل شویدی.

الف – خیالی ګازونه Ideal gases

ب – حقیقی ګازونه Real gases

(c) ketabton.com: The Digital Library

زمونږ په څېرنه کی یوائځی خیالي ګازونو او دهغو د فیزیکي خواصو د توضیح کولو قوانین څېړل 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.

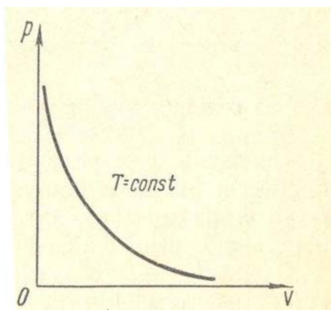
په اولسمه پیړي کي یو شمیر عالمانو په تجربوی ډول د خیالی ګازونو لپاره یو تعداد قوانین وضع کړل چه تر اوسه د دغه علماو په نوم نومول کیږي.

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 عملیي 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 عمليي ته ایزوخوریک Isochoric ویل کیږي دلته $p = p_0(1 + \beta t)$دي چه ګراف يې یو مستقیم خط دی. $p_{\circ}$ د ګاز فشار په oc° 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

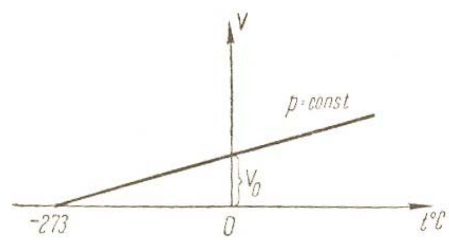
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 تودوخې 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 څخه پنځه کاله وروسته يو فرانسوي عالم د ماريوت ، په نامه پرته له دې چې د بايل څخه خبر شي پورتنی رابطه په عملي توگه ثبوت کړه چه دغه قانون بايل ماريوت، په نامه و نومول شو. تردغه 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 کې د خيالي گازونو لپاره ايزوخوريک او ايزوباريک عمليې تر څيړنې لاندې و نيولې او په نتيجه کي ئي په عملي توگه ثابته کړه چه
$v = v_{\circ}(1 + \alpha t)$ ، او $p = p_{\circ}(1 + \beta t)$



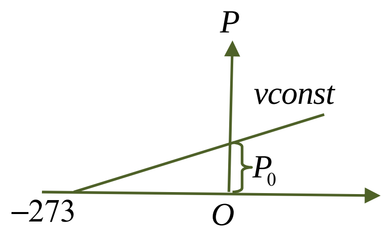
(۶- ۱۰) شکل

که د شکل له مخې د عمليې ايزوخوريک او ايزوباريک مستقيم خطونه مطالعه کړو، نو لاسته راغلي معادلي لاندېني 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 ایزوخوریک او ایزوباریک مستقیم خطونه د t محور په $-273^{\circ}c$ کې قطع کوي.

دغه نقطې ته صفر مطلقه ویل کیږي، چه په هغه کې د ټولو اجسامو فشار او حجم مساوي صفر دي. دا داسي مانا افاده کوي چه ټول اجسام په دغه درجې کې کنګل کیږي:

همدارنګه لیدل کیږي چه $0^{\circ}c$ د $273k$ کلوین سره مساوي ده. د کلوین د تودوخي درجي ته د ترمودینامیک د تودوخي درجه هم وئیل کیږي.

$$k = 273 + t^{\circ}c \qquad (۱۷ - ٦)$$

همدارنګه د α او β عملي قیمتونه عبارت دي له:

$$\alpha = \beta = \frac{1}{273} \qquad (۱۸ - ٦)$$

که دا قیمتونه په $v = v_{\circ}(1 + \alpha t)$ او $p = p_{\circ}(1 + \beta t)$ رابطو کې وضع کړو. نولیکلي 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

خرنگه چه $273 = T_{\circ} k^{\circ}$ دي دا څکه چه $T = T_{\circ} + t$ ، $T = 273 + t$ دي

$$v = v_{\circ}(\frac{T}{T_{\circ}})$$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{T}{T_0} \qquad (٦- ١٩)$$

همدارنگه د ایزوبار د رابطي څخه په اساني سره لیکلي شو چه:

$$\frac{p}{p_{\circ}} = \frac{T}{T_{\circ}} \qquad (٦-٢٠)$$

د وروستیو دوو رابطو د پرتلې څخه لیکلي شو چه:

$$\frac{v}{v_{\circ}} = \frac{p}{p_{\circ}} \text{ ، } v.p_{\circ} = v_{\circ}.p \qquad (٦-٢١)$$

که چیري وروستي رابطي ته عمومیت ورکړو نولیکلي شو چه:

$$p_1.v_1 = p_2.v_2 = \cdots = p_n.v_n = const \qquad (٦- ٢٢)$$

دغه رابطي یو ځل بیاد بایل ماریووت فورمول ثابتوي.

٦- ١٠: د دالتون قانون Dalton's Law

که چیري د ګازونو د مخلوط m کتله په یو ټاکلي ظرف کي د ځانګړیو شرایطو لاندې وساتو، او دغه مخلوط مجموعي فشار د p په اندازه وی، د مخلوط د هر جزء فشار په لاندیني توګه لاسته راځي، چه په حقیقت کي د هر ګاز جلا جلا فشار مجموعه د مخلوط فشار سره مساوي دي.

که چیري د مخلوط د اجزاو فشارونه په ترتیب 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 ګازونو د مخلوط غیر له یو څخه نورې اجزا وي لیرې کو. هغه غاز چه پاتي دي ، د هغه فشار معلومو او هغه ته p_1 وایو، په همدي ترتیب د مخلوط نورو اجزاو ته p_2 ، p_3 او داسي نور وایو چه په نتیجه کي د ګاز 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 تجربې وکړي، او په نتيجه کي ئي يو قانون راڅرګند 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 مندليف – 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 ځيني 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 بیاد ایزوخوریک $V = const$ عملیي په ذریعه د نومړي گاز د تودوخې درجه T_2 او فشار يې P_2 ته رسيږي.

په دغه گاز باندې د عملیي لومړي پړاو د بایل – ماریوت د قانون په ذریعه په لاندې توگه لیکل کیږي.

$$V_1P_1 = V_2P_1'$$

لدغه ځايه

$$P_1' = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

د عملیې دویمه برخه د گیولو– سک د قانون په وسیله په لاندې توگه لیکل کیږي.

$$\frac{p_1'}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

که د P_1' قیمت په وروستي رابطه کې وضع کړو، نولیکلي 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 گاز د ټاکلي کتلي لپاره $\frac{PV}{T}$ ثابت کمیت دي.

$$\frac{Pv}{T} = B = \text{const tant} \qquad (۲۴-۶)$$

وروستی رابطه د کلاپیرون د معادلي په نامه یادیږي دلته B د ټولو گازونو لپاره مساوي قیمت لري، په دی شرط چه د گاز د حالت د مشخص کیدو پارامیترونه مساوي وي.

د $1kmole$ گاز لپاره پورتني رابطه داسي لیکل کیږي.

$$\frac{PV_\mu}{T} = B$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اوګدرو قانون په اساس د B په عوض لیکلي شو چه $R = \frac{PV_\mu}{T}$ ، R د ګاز د عمومي ثابت په نامه سره یادیږي د دغه ثابت په نظر کي نیولو سره لیکلي شو چه:

$$PV_\mu = RT \quad \text{.....................(٦- ٢٥)}$$

وروستی 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. $\frac{V\mu}{V} = \frac{\mu}{m}$ ، 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 چې:

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

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

وروستي رابطه د کلاپیرون د ګاز رابطه ارائیه کوي.

د وروستي رابطي په مرسته د ګاز کثافت په لاندي توګه معلومیږي.

$$P = \frac{m}{\mu V}RT \quad \text{.............................(٦- ٢٦)}$$

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 کيږي ليکن د $R = \frac{PV\mu}{T}$ رابطي څخه د R قيمت د ترموديناميکي نورمالو شرايطو په اساس سره لاسته راځي.

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

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

وضع شي. نو حاصلولې شو چې:

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

د SI په سيستم کي $1atm = 1{,}013.10^5 \frac{N}{m^2}$ او $1lit = 10^{-3} m^3$ ددغو ارقامو په پام کي نيولو سره ليکلي شو چي:

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

دغه کميتونه د تجربي پوسيله لاس ته راغلي.د موضوع نظري څېړنه، د ماليکولي فزيک په تيوري کي کيږي.

(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:

$$P = \frac{F}{A} \quad (٦ - ٢٨)$$

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

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} \quad (٦ - ٢٩)$$

- په مایع کې په غوپه شوي جسم باندي د ارشمیدس قوه عمل کوی، نوموړی قوه عبارت ده له:

$$F_A = \rho_{1q} g V_b \quad (٦ - ٣٠)$$

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 گاز لپاره د بایل ماریوت قانون لاندی بڼه لری.

$$PV = const \quad (٦- ٣١)$$

- د ایدیال گازونو لپاره د گي – لوسک قانون عبارت دی له:

$$\frac{V}{T} = const \quad (٦- ٣٢)$$

نوموړي قانون بیانوي چې په ثابت فشار کې که چیری د گاز یوه ټاکلي اندازه گرمه یا سړه شی د حجم نسبت پر تودوخه ثابت باقی پاته کیږي.

- د دالتون د قانون سره سم د گاز 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:

$$PV\mu = RT \qquad (٦-٣٤)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

شپږم فصل تمرین

1− په یوه هایدرولیکي پروسه کی د کوچني پستون سطحه $2cm^2$ او دلوی پستون $500\ cm^2$ ده.که چیری کوچني پستون په $25\ {cm}/{\sec}$ سرعت سره ښکته کیږی معلومه کړی چی لوی پستون په کوم سرعت سره پورته کیږی؟ ځواب: ($0.1\ {cm}/{sec}$)

2− یو استوانوی لوښې له مایع نه ډک او مساحت یې $200\ cm^2$ دی د یوه پستون په واسطه چی کتله یې $1\ kg$ ده محکم شوی دی. معلوم کړی چی 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 لوښوکی سیماب اچول شوی دی او د هغو له پاسه په یوه لوښي کې د $48\ cm$ په ارتفاع غوړی او په بل لوښي کی د $20\ cm$ په ارتفاع د خاورو تیل اچول شوی دی. په دواړو لوښوکی د سیمابو د سطحی توپیر پیداکړی؟ ځواب: ($\Delta h = 2cm$)

4− له اوبوډک یوه لوښي کی د $2\ cm^2$ په مقطع یو نل داخل او په نوموړی نل کی $72g$ غوړی اچول شوی دی. د اوبو اوغوړ یو د سطحی توپیر پیدا کړی؟ ځواب: $\Delta h = \frac{m}{s}\left(\frac{1}{\rho_{oil}} - \frac{1}{\rho w}\right) = 4cm$

5− د هغه اتموسفیر کتله پیدا کړی چی د ځمکی کره یې احاطه کړی دی؟ ځواب: ($5.3 \cdot 10^{18} kg$)

6− له اوبوډک یوه لوښي کی دلرګی یوه ټوټه اچول شوی ده، که چیری اوبه له لوښي نه خارج نه شي. معلومه کړی چی د لوښي په قاعده او د یو الونوکی

(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 اوبو کی لامبو وهی او $\frac{3}{4}$ برخه یی په اوبو کی 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 $323^\circ K$ نه تر $273^\circ K$ 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 شی. 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 کړی؟
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 $2\cdot10^{5}P_a$ شي په داسې حال کې چې نوموړې کتله په وروستی حالت کې $2lit$ حجم اشغال کړی؟ 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 راوړی 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 کړی؟
ځواب: ($\approx 1.6\ ^{g}/_{lit}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

21− په نورمالو شرایطو کې د هوا کثافت $1{,}3\, {}^{g}\!/\!_{lit}$ دی. د هوا کثافت په $100^{\circ}c$ تودوخه او $4{,}0 \cdot 10^{5} P_a$ فشار کې پیدا کړی؟

ځواب: $(3.8\, {}^{g}\!/\!_{liter})$

22− په یو سرخلاصی بیکرکي په $20^{\circ}c$ تودوخه کې هوا باید څومره گرمه شي ترڅو د هوا کثافت دوه ځله کم شي؟ ځواب: $(313^{\circ}C)$

(c) ketabton.com: The Digital Library

اوم فصل

د مایعاتو او ګازاتو دینامیک Fluid Dynamics

سریزه: د کلکو یا جامدو اجسامو له میخانیک پرته د مایع او ګاز ډوله اجسامو میخانیک هم وجود لري. د مایع اجسامو میخانیک د هایدرو دینامیک په نوم هم یادیږي. هایدرو دینامیک د یو لخت یو پارچه یا پرله پسې (پیوسته) محیط د میخانیک یوه برخه ده چې په هغه کې د تراکم نه منونکو (نه فشرده کیدونکو) مایعاتو حرکت او د جامدو اجسامو سره د هغو خپل مینځی تعامل او آغیزې مطالعه کیږي. او یا هم د مایعاتو او ګازاتو په دینامیک کې حرکت کونکې مایعات او ګازات مطالعه کیږي.

حقیقي یا ریا ل مایع هغه مایع ده چې تراکم منونکې وي او د فشار په زیاتوالې سره یې حجم کم او کثافت یې زیاتیږي. خو د یادولو وړ ده چې د مایع د تراکم وړتیا ډیره کمه ده. د بیلګې په توګه که چیرې د اوبو فشار له $1atm$ نه تر $100atm$ پورې لوړ کړو د هغه په پایله کې د اوبو کثافت یوازې $0,5\%$ زیاتیږي. $atmosphere \to atm$ (اتموسفیر) د فشار د اندازه کولو یو واحد دي.

$$1atm = 1,033at = 760mm \cdot Hg = 1,013bar = 1,013 \cdot 10^5 Pa$$

په متحرکو مایعاتو کې د فشار بدلونونه په دی کچه نه وي، له دی کبله د متحرکو مایعاتو له فشرده کیدو څخه سترګې پټولې شو. هغه مایع چې لزوجیت ونه لري او فشرده کیدونکې نه وي د ریا ل مایع په نوم یادیږي.

لومړی د هغو قوو په هکله خبرې کوو چې د مایع د حرکت لامل کیږي.

د مایع په هره ذره خارجي قوې لکه د ثقل قوه او هغه قوه چې د مایع د فشار د توپیر له کبله رامنځ ته کیږي په مایع عمل کوي. په حقیقي مایعاتو کې پردی قوو برسیره د مایع د مالیکولونو قوې علاوه کیږي. دا قوې چې د مایعاتو د غلظت لامل کیږي د اصطکاک د قوو په نوم یادیږي. پوهیږو چې کله یو جسم په ساکنه مایع او یا ګاز کې په حرکت پیل 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 راوړي. 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 کړي.

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 توپې 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

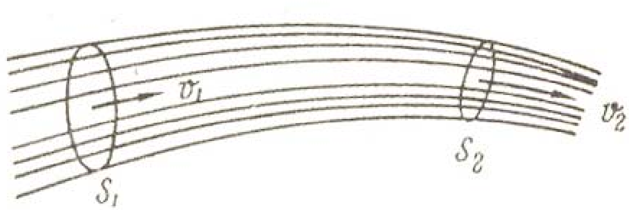
که چيرې يوه مستوي سطحه د جريان په جهت عمود په پام کې ونيسو د جريانو د خطونو شمير چې له نومړې سطحې نه تيريږي د جريان د خطونو د کثافت په نوم ياديږي. د جريان د خطونو کثافت د يوې مايع په داخل کې د سرعت توزيع ارائيه کوي. په هره

(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 استوانې بڼه لري چې قاعده یې S_1 او ارتفاع یې $V_1 \cdot \Delta t$ او حجم یې $S_1V_1\Delta t$ 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:

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

$$SV = const \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۷ – ۱)$$

(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:

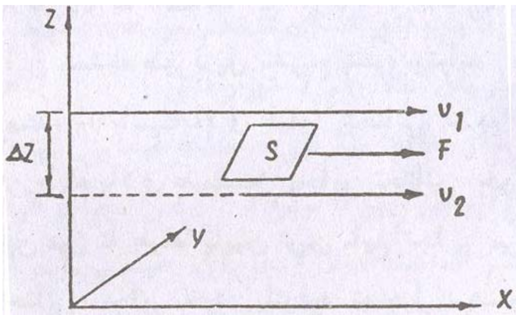
(c) ketabton.com: The Digital Library

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

$$V_1 = \frac{S_2V_2}{S_1} = \frac{15cm^2 \cdot 2\, {}^{m}/_{\sec}}{10cm^2} = 3\, {}^{m}/_{\sec}$$

۷– ۲: لزوجیت او د ستوکس قانون Viscosity and Stokes Law

که چیرې د مایع یوه طبقه د بلې طبقې په مخ ونښويږي په دی صورت کې د اصطکاک یوه قوه رامنځ ته کیږي. که چیرې پورتنۍ طبقه په زیات سرعت سره حرکت وکړي. په دې حالت کې کښتنۍ طبقې ته چې بطي حرکت کوي یو تعجیل ورکوي. دا قوې د اصطکاک د قوې په نوم یادیږي. په هره اندازه چې سطحه لویه وي په هغه اندازه د اصطکاک قوه لویه ده او همدارنګه د اصطکاک قوه له یوې طبقې نه بلې طبقې ته د سرعت د بدلون سره متناسبه ده. اوس دوه طبقې داسې په پام کې نیسو چې د یوې سرعت V_1 او د بلې V_2 وي او د دوی ترمنځ فاصله ΔZ دي (۷– ۳) شکل.



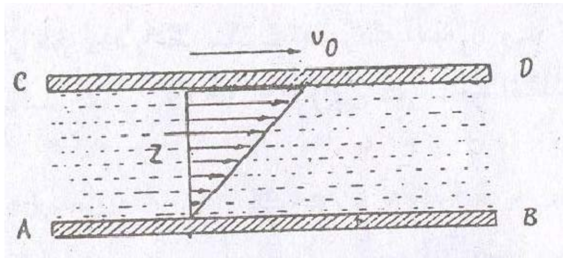
(۷- ۳) شکل

په دې حالت کې د اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F = \eta s \frac{\Delta v}{\Delta z} \quad \text{.................................(۷– ۲)}$$

په بله تجربه کې د AB او CD دوه موازي لوحې داسې په پام کې نیسو چې د دوې ترمنځ د Z په پنډوالې یوه کیفي مایع 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. لیدل کیږي چې د مایع مختلفې طبقې یو د بل پاسه په مختلفو سرعتونو سره ښې خواته ښويږئ.

(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 معلومېږي 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 معلومېږي، یعنی د هغې سرعت صفر دي. 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:

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

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

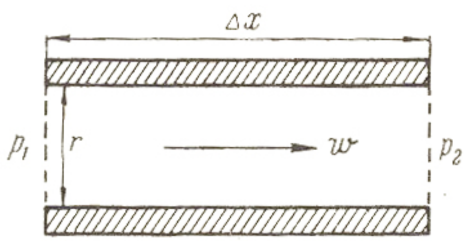
ذرو سرعت په هر ځای کې هر وخت په نامنظمه توګه بدلون کوي او جريان نا مستقر وي د مايع دا ډول جريان ته متلاطم، طوفاني يا (Turbulant) جريان وايي.

د مايع لزوجيت د ګازونو له لزوجيت نه ډېر زيات دي. د مايعاتو د لزوجيت ضريب د $\left(10^{-3}-1\right)\frac{kg}{m\cdot\sec}$ په شاوو خوا کې دي. له دی سره سره د مايعاتو د لزوجيت ضريب د تودوخې تابع دی، يعنې 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:

$$\overline{V}=-\frac{\Delta P}{\Delta X}\frac{r^{2}}{8\eta}\quad\text{.................................}(۷-۴)$$

(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 څرګندويه ده چې د جريان سرعت د فشار ګراديئنت 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

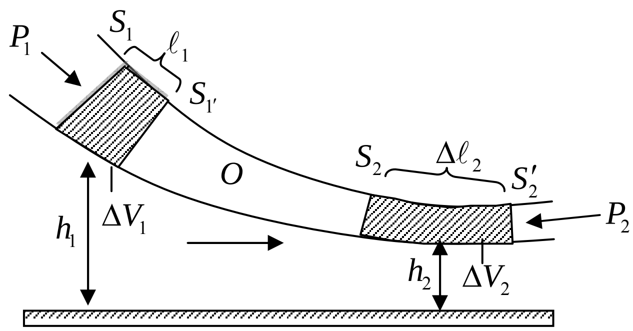
ځانه سره کش کړي. د اصطکاک دا قوه چې د مقاومت د قوې په نوم هم ياديږي د جسم د سرعت V، د مايع د لزوجيت ضريب η او د جسم له شعاع r سره متناسبه ده، يعنې:

$$F = 6\pi\eta rV \quad \text{.................................} (۷- ۵)$$

(۷- ۵) رابطه د ستوکس (Stokes) قانون دي، نوموړي قانون په ګاز کې د کروي ډوله اجسامو د حرکت لپاره هم صادق دي د بيګلې په توګه د باران د څاڅکو رالويدل په اتموسفير کې.

۷- ۳: د برنولي معادله Bernaulli Equation

د مايعاتو د حرکت د مطالعې په صورت کې زياتره داسې فرض 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 ياديږي. 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 ښې 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 دی وخت کې د S_1 مقطع د S_1' موقعيت ته تغيير مکان کوي او د $\Delta\ell_1$ واټن طي کوي، او د S_2 مقطع د S_2' ته تغيير مکان کوي او د $\Delta\ell_2$ واټن طي کوي. د جريان د

(c) ketabton.com: The Digital Library

تماديت او پرله پسې توب پر بنسټ په شکل کې خط شوې حجمونه يو د بل سره مساوي دي، يعنې $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$

د مايع د هرې ذرې انرژي د هغې ذرې د 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 پورتنۍ رابطه کې ρ د مايع کثافت دي.

په ايدياله مايع کې د اصطکاک قوې وجود نه لري. له دې 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:

$$\frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g h_2 + P_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧-٨)$$

څرنګه 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، يعنې:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h + P = const \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧-٩)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۷- ۹) رابطه د برنولي معادله ده د نوموړي معادلې د کینې خوا لومړی حد د مایع مخصوصه حرکي انرژي، دویم حد یې مخصوصه پوتانشیل انرژي د ځمکې د جاذبې په ساحه کې او دریم حد یې د مایع مخصوصه انرژي ده چې د فشار د قوونه منشه اخلي پوهیږو چې د فشار واحد $\frac{N}{m^2}$ دي ($\frac{N}{m^2} = \frac{N \cdot m}{m^3} = \frac{Joule}{m^3}$). له دی ځایه داسې پایلې ته رسیږو چې د برنولي معادله د انرژي د تحفظ قانون ارائیه کوي او بیانوي چې:

د ایدیالې مایع د ثابت جریان په صورت کې د حرکي مخصوصه، پوتانشیل مخصوصه او فشار مخصوصه انرژیو مجموعه د جریان په هر ډول مقطع کې ثابته ده. په (۷- ۹) معادله کې P ستاتیکي فشار، $\frac{1}{2}\rho V^2$ دینامیکي فشار او ρgh هایدرولیکي فشار دي له دی کبله د برنولي د قانون بل بیان په دی ډول دي:

د ایدیالي مایع په ثابت جریان کې د ستاتیکي فشار، دینامیکي فشار او هایدرولیکي فشار مجموعه د جریان په هر ډول مقطع کې ثابته ده.

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

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

د برنولي له معادلې او د تمادیت له معادلې نه دی پایلې ته رسیږو چې: د نل په نری (باریکه) برخه کې د مایع د جریان سرعت زیات او فشار یې کمیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

۷– ۴: د فصل لنډيز

- 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:

$$F = 6\pi\eta rv$$

- 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 ښکاره کوي چې د جریان سرعت د فشار د ګرادنیت په خلاف لوري یا جهت کې دي.

- د یوه غیر افقي نل لپاره د برنولي معادله په لاندې ډول ده:

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اوم فصل تمرین

1. په یوه افقي نل کې د اوبو د جریان اندازه $2\,{m^3}/{\min}$ ده د اوبو د جریان سرعت د نل په هغه نقطه کې پیدا کړي په کوم ځای کې چې د نل قطر الف) $10cm$ ب) $5cm$ دي. ځوابونه: (الف $4,24\,{m}/{\sec}$ ، ب $17\,{m}/{\sec}$)

2. د اوبو د یوې لویې ذخیرې په یوه خوا کې د اوبو له سطحې نه $16m$ لاندې یو کوچنی سوری وجود لري. له سوري ځخه د اوبو د جریان اندازه $2,5\cdot10^{-3}\,{m^3}/{\min}$ ده. پیدا کړي:

الف) د اوبو د جریان سرعت له سوري نه د خارجیدو په وخت کې

ب) د سوري قطر. ځوابونه (الف: $17.88\,{m}/{sec}$، ب: $0.137cm$)

3. د اوبو جریان له یوه افقي نل نه تیریږي. په هغه نقطه کې چې د اوبو سرعت $2\,{m}/{\sec}$ او د مقطع مساحت یې A دي د اوبو فشار $4,5\cdot10^{4}\,Pa$ دي. د مایع سرعت او فشار د مقطع په هغه نقطه کې پیدا کړي چې د مقطع مساحت $\frac{A}{4}$ دي؟

ځوابونه ($V_2 = 8\,{m}/{\sec}$ ، $P_2 = 44970Pa$)

4. د یوې متحولې مقطع درلودونکې یوه افقي نل پراخه مقطع $40cm^2$ او تنګه مقطع یې $10cm^2$ ده. په نل کې د اوبو د جریان اندازه $4\cdot10^{-3}\,{m^3}/{\sec}$ ده پیدا کړي

الف) د اوبو سرعت په پراخه او تنګه مقطع کې

ب) د دواړو مقطعو تر منځ د فشار توپیر ځوابونه: (الف $V_1 = 0,025\,{m}/{\sec}$ ، $V_2 = 0,4\,{m}/{\sec}$ ، ب $P_1 - P_2 = 15,9375Pa$)

5. په یوه پایپ کې اوبه بهیږي. په هغه نقطه د پایپ کې چې قطر یې $8cm$ دي د اوبو فشار $2,5\cdot10^{4}\,Pa$ په بله نقطه کې چې $0,5m$ له مخکینی نقطې نه لوړه ده د پایپ قطر $4cm$ او د اوبو فشار $115\cdot10^{4}\,Pa$ دي.

الف) په ټیټه او لوړه نقطه کې د اوبو د جریان سرعت پیدا کړي

ب) د اوبو بهیدو اندازه یا مقدار معلوم کړي؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

6. په يوه پايپ کې چې د مقطع مساحت يې $4.0cm^2$ دي د $5 m/\sec$ په سرعت اوبه حرکت کوي. د پايپ د مقطع د مساحت په زياتوالي سره تر $8,0cm^2$ پورې اوبه په تدريجي توګه تر $10m$ پورې راښکته کيږي

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

ب) که چيرې په لوړه سطحه کې فشار $1,5\cdot 10^5 Pa$ وي په ټيټه سطحه کې فشار پيدا کړي؟ ځوابونه: (الف: $2.5\ m/sec$، ب: $0.5\cdot 10^5 pa$)

7. د اوبو ليږدونکې يوه نل داخلي قطر $2,54cm$ او په هغه کې د اوبو سرعت $0,914 m/\sec$ او فشار يې $172375Pa$ دي. که چيرې دا نل د $1,27cm$ قطر درلودونکې نل سره وصل شي او د يوه تعمير دويم پوړته چې د نو تلو د نقطې نه $7,62m$ لوړ واقع دي يوړل شي. په دويم پوړکې د اوبو سرعت او فشار معلوم کړي؟

ځوابونه: ($3,658 m/\sec$، $8,95\cdot 10^4 Pa$)

8. که چيرې د يوې الوتکې د وزر لاندې سطحه کې د هوا سرعت $110 m/\sec$ وي ددی لپاره چې دوزر لاندې او دوزر د پاسه سطحو ترمنځ د فشار توپير $900Pa$ وي. د وزر د پاسه سطحې په مخ د هوا سرعت بايد څومره وي د هوا کثافت $1,30\cdot 10^3\ gr/cm^3$ دي؟ ځواب: ($116 m/\sec$)

9. د متحولې مقطع درلودونکې نل کې اوبه جريان لري او د $15 m/\sec$ په سرعت سره له نل نه خارجيږي. د نل د کينې او ښې خو قطرونه په ترتيب سره $5cm$ او $3cm$ دي او د اوبو جريان په نل کې له کينې خواته ښې خواته دي

الف) په $10\min$ کې څومره حجم اوبه له نل نه خارجيږي

ب) په کينه خوا کې د اوبو جريان سرعت څومره دي

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

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

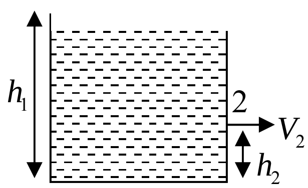
10. په يوه افقي نل کې اوبه جريان لري چې مقطع يې په لاندې ډول ده:

(c) ketabton.com: The Digital Library

د نل لومړنۍ يا ابتدائي شعاع $0,200m$ ، منځنۍ يا وسطي شعاع يې $0,400m$ او وروستۍ يا نهايي شعاع يې $0,600m$ ده. که چيرې په لومړنۍ مقطع کې د اوبو د جريان سرعت $9,00\cdot10^{-2}\ {}^{m}\!/_{\sec}$ وي. په وروستۍ يا اخرنۍ مقطع کې د اوبو سرعت پيدا کړي؟
ځواب: $(0,01\,{}^{m}\!/_{\sec})$

11. يوه مايع چې کثافت يې $900\,{}^{kg}\!/_{m^3}$ دي په يوه افقي نل کې چې مقطع يې متحوله او له $1,90\cdot10^{-2}m^2$ نه تر $9,50\cdot10^{-2}m^2$ پورې بدلون کوي جريان لري. په نل کې د پورتنيو دوو مقطعو ترمنځ د مايع د فشار توپير $7,20\cdot10^3\,Pa$ دي. پيدا کړي
الف) د اوبو د جريان مقدار
ب) له نل نه د تيريدونکې مايع کتله ځوابونه: (الف $0,00776\,{}^{m^3}\!/_{\sec}$ ب $69,8\,{}^{kg}\!/_{\sec}$)

12. د برنولي د معادلې نه په ګټه اخيستنه سره د هغې تراکم نه منونکې مايع سرعت پيدا کړي چې د يوه سرپرانيستي لوښي د يوه کوچنۍ سورې نه خارجيږي (۷– ۷) شکل.
ځواب: $V_2=\sqrt{2g(h_1-h_2)}$



(۷- ۷) شکل

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

14. په مايعاتو او ګازاتو کې ولې تيله کونکې قوه رامنځ ته کيږي؟
(ځواب: تيله کونکې قوه د فشار د توپير له کبله په مختلفو ژورواليو کې رامنځ ته کيږي)

15. يوه مايع چې کثافت يې $791\,{}^{kg}\!/_{m^3}$ دي په آرامه توګه د يوه افقي نل نه چې مقطع يې $A_1=1,2\cdot10^{-3}m^2$ نه تر $A_2=\frac{A_1}{2}$ پورې بدلون کوي يعنې تنګيږي تيريږي. د نل د تنګې او پراخې برخو تر منځ د فشار توپير $4120Pa$ دي. د نل نه د تيريدونکې مايع مقدار پيدا کړي؟ ځواب: $(2,24\cdot10^{-3}\,{}^{m^3}\!/_{\sec})$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

18. د اوبو دوه واړه سيندونه يو له بل سره يوځای کيږي او يو نسبتاً لوی سيند جوړوي. د لومړی واړه سيندسور $8,2m$ او ژوروالې يې $3,4m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,3\,{m}/{sec}$ دی. د دويم واړه سيند سور $6,8m$ او ژوروالې يې $3,2m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,6\,{m}/{sec}$ دی. د دواړو وړو سيندونو نه جوړ شوی لوی سيندسور $10,5m$ او د اوبو د جريان سرعت په هغه کې $2,9\,{m}/{sec}$ دی. د لوی سينده 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 دی $24N$ ښيې. د وروستی مايع کثافت پيدا کړي؟ ځواب: ($600\,{kg}/{m^3}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

اتم فصل

تودوخه Heat

سريزه :تودوخه او ساړه هغه مفاهيم دی چه په انسانی او تخنيکی اړخونو کی تری ګټه اخيستنه د ډيرپخوانيو زمانو څخه رواج لری، کله چه ژمی شی، انسانان کوټو ته مخه کوی په معاصره نړی کی، دتو دوخی دحاصلولو لپاره مختلف ميتودونه شته، خوپه وروسته پاتی نړی کی لاتر اوسه دسون د يو عنعنوی او ساده موادو لکه لرګي، بوټی دحيواناتو فضله مواد، حتی کله کله خپله حيوانات هم دتودوخی دتوليدې ضرورت په حيث استعماليږی، دتودوخی ډيره لويه چينه زموږ په لمريز نظام کی لمردی. لمردتودوخی دحاصلولو ډيره پاکه اومطمٔنه چينه ده په کليوالی او ښاری چاپيريال او معاصره نړۍ کی دلمر تودوخې څخه ګټه اخيستنه ډيره مروجه شوی ده. همدارنګه دنفت اوګاز دسوزولو څخه هم ډيره ګټه اخيستله کيږی ، برښنا داوبو او اتومی سون موادو څخه په لاس راځي دبرښنا څخه په پخه ولو اوتودولو کي خورا ډيره ګټه اخيستل کيږی :

انسانان ودی ته متوجه شوی دی ، چه دانرژی د ټولو قسمونو څخه په تودوخه کې ګټه اخيستنه يوشان نده . دچاپيريال ککړتيا، دروغتيايي حالت ساتنه دا ټول هغه څه دی چې بايد له پامه ونه غورځول شي. اوس که اصل موضوع ته راشو دعلما و له نظره تودوخه په مختلفو وختونو کی په متفاوته بڼه څيړل شوی ده ، دلمړی ځل لپاره يو انګليسي عالم د رامفورد (Rumford) په نامه د تودوخی دارزونی په اړوند د ډيرو تجربودسرته رسولو وروسته يوه نظرپه رادمخه کړه چه د کالوريک (Coloric) نظريی په نوم يادیږی او په لاندينو اصولو ولاړه ده:

الف– تودوخه ذخيره کيدای شی ، که چيری څو تاوده او نسبتاً ساړه اجسام په يوتړلی ظرف کی يوځای کړو ، نودتودو اجسامو څخه تودوخه ساړه اجسام اخلی – هغومره تودوخه چه تود جسم يا 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 .(پړسيږي، اوږديږی) اوحجم يې زياتيږي.

ج ــ کله چه ديوجسم حالت دجامد څخه مايع ته او دمايع څخه گاز 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 گوندی، 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 گرځی 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 گرځې.

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 دپرمختگ سره اودتودوخی څخه په مختلفه توگه گټه 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.

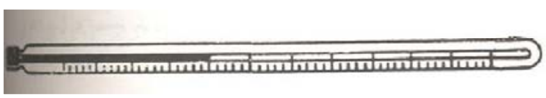
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 ګرموالي 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 ګټه اخیسته دتودوخی د درجی په پام کی نیولو سره په کافی اندازه علمی معلومات لاس ته راوړلی شو.

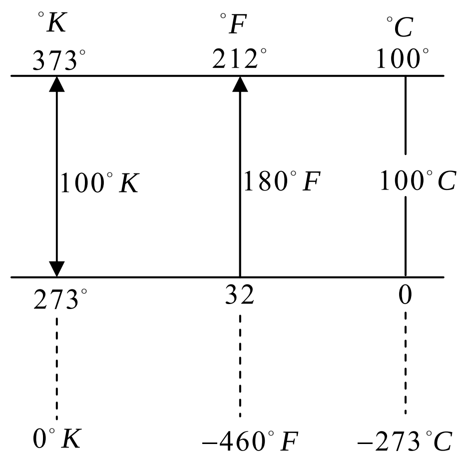
۸– ۲:ترمومترونه او دتودوخی د درجی اندازې

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 دخپل ځان لپاره یوخاص ترمومیتر جوړ کاندی. خو دا اوس په نړی کی دری قسمه ترمومیترونه رواج لری ، 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

دنومړی 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 ترمنځ اړیکه څیړو.



شکل (8- 2)

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

$$t_{F}=\frac{9}{5}t_{C}+32^{\circ} \qquad \text{:۱ –۸}$$

(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.

$$t_{C}=\frac{5}{9}(t_{F}-32^{\circ}) \quad \text{.............(۸– ۲)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۸– ۲) مثال: دفارنهایت $50F^{\circ}$ د سانتي 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 سانتي 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 دسانتي 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: دسانتي 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 ځمکې 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 داسي 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 شی اویا ورکړل شی چه دغې 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 یی 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 عملیې څخه لاسته راغلی دی. دوه جسمونه چې د کتلو مقداریی 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:

$$Q = cm_1(t_2 - t_3) = cm_2(t_3 - t_1) \ldots\ldots\ldots\ldots (۸- ۴)$$

په داسی حال کی چه C دجسم د مخصوصه تودوخې په نوم ياديږی. له دی ورروستی معادلې څخه ليکلی شو چه

$$t_3 = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} \ldots\ldots\ldots\ldots (۸- ۵)$$

دغه فورمول د بدلون وړ دی. يعنی دتودوخی ددرجی دبدلون په صورت کی نه تطبيق کيږی. همدارنگه 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 يوائې 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:

$$Q = m\int_0^t c(t)dt = m\int_0^t \acute{c}\ (\acute{t}\ )d\acute{t}$$

په داسې حال کی چه په عمومی توگه C دتودوخی د درجی 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:

$$\delta Q = mcdt = m\acute{c}\ \ d\acute{t} \ \ldots\ldots\ldots\ldots (۸- ٦)$$

البته واضح ده چه مخصوصه تودوخه دتودوخی درجی په ذريعه تعريف کيدای شی.

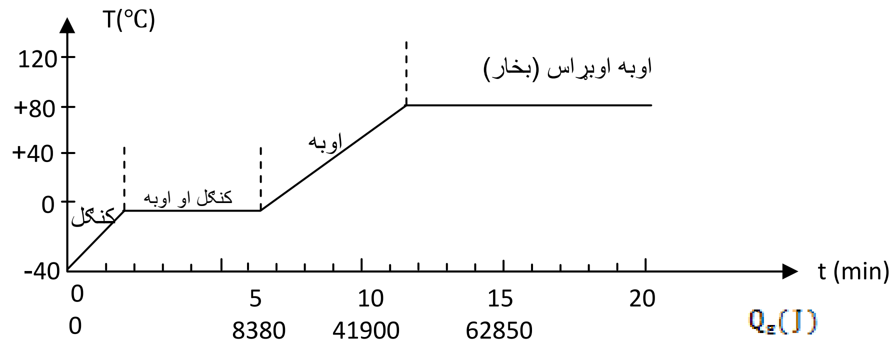
۸- ٦:داجسامو دحالت بدلون Phase transition

مخکی مو ولوستل چی ماده په طبيعت کی د جامد، او بلن اوگاز په ډول پيداکيږی. دتودوخی په مرسته يو جسم خپل حالت بدلوی ددی مسئلې دروښنتيا او توضيح لپاره اوبه

(c) ketabton.com: The Digital Library

چې کیمیاوی او حیاتي ماده، ده او په طبیعت کی په زیاته اندازه پیداکیږی په پام کی نیسو. پوهیږو چې اوبه یوه او بلنه ماده ده او دسرږوالی 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 برقرارشی. په دی عملیه کی اوبه سړیږی، خوکنګل نه ګرمیږي پوښتنه پیداکیږی هغه تودوخه چې اوبه یې له لاسه ورکوی چیری ځی اویا په هغه څه کیږی. معلومیږی چې یوه اندازی کنګل ویلې 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 یې بدلون نه کوی اوپه عوض کی یې 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 (8-2) شکل ګراف د کنګل دحالت بدلون په داسی حالت کی ښیې چې تودوخه دوخت تابع ده. په لومړي دقیقه کی کنګل ګرمیږی او دتودوخی درجه یې $0C^{\circ}$ ته رسیږی.



شکل (8-2)

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 یې 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 دزياتوالي د مقياس په حساب هم درجه بندي کولی 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 دازياتوالي د 41900J انرژۍ مصرف غواړي. له دې کبله ويلې شو چې هردقيقه 8380J تودوخه زياتيږي اوس کولی شو په افقي محور باندې بل مقياس علاوه کړو چې په سيستم باندې دعلاوه شوې تودوخه ښرګندوي دي.

دلومړي او پنځمې دقيقې په منځ کې33500J انرژۍ کنګل ته ورکړل شوې ده په دې واټن کې هيڅ ډول تودوخيزبدلون نه دی رامنځ ته شوی د انرژۍ يا تودوخې ددې زياتوالي يوازينی اغيزه دکنګل ويلې کيدل دي . په ظاهري توګه ديوګرام صفر درجې کنګل دويلې کيدولپاره 335J انرژۍ يا تودوخه مصرف شوې ده. دامقدار انرژۍ 335J/g د کنګل دويلې کيدو د مخفي يا پټې تودوخې په نوم ياديږي. ديوې ټاکلې اندازې کنګل دويلې کيدو لپاره لازمه انرژۍ دلاندې رابطې نه په لاس راځي:

$$Q = mL \quad \text{.................................(۷ – ۸)}$$

په پورتنۍ 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 يادیوه 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 ددوی ترمنځ واقعي تماس ضروري او حتمي نه دی، ځکه پوهيږي چې

(c) ketabton.com: The Digital Library

لمر له ډیر لیری واټن نه ټول شیان ګرموی که څه هم تودوخه په دری مختلفو طریقو او په هره طریقه کی دځانګړیو شرایطو لاندی لیږدول کیږې، خو ددوی ترمنځ ګډه وجه داده چې تودوخه همیشه له ګرم یا تودجسم نه ساړه جسم ته لیږدول کیږی.

که چیری دیوه او سپنیز سیخ یو سرد زیات وخت لپاره په اورکی کیږدو د هغه بل سرهم ګرمیږی. تودوخه دسیخ دبدنی یا تنی له لاری له ګرم سرنه یخ یا ساړه سرته لیږدول کیږی د توودوخی د لیږددا طریقه یا دانرژی سیلان د مادی له لاری د هدایت (Conduction) په نوم یادیږی د تودوخی ترټولو ښه هادیان فلزات او په ځانګړی توګه سپین زر،مس او المونیم او کمزوری هادیان غیر فلزات دی.اوبه د تودوخی ډیره کمزوری هادی ده. که چیری داوبوډک یو لوښې داوردپاسه کیښودل شی ښایی داوبو سطحه په جوش راشی په داسی حال کی چی داوبو تل به لا اوس هم سوړوی . ددی لپاره چی اوبه په یونواخت ډول ګرمی شی باید نوریی هم په اورکیښودل شی. په دی حالت کی د ظرف یا لوښی دتل اوبه ګرمی او انبساط کوی او کثافت یی کمیږی. ددی په پایله کی ګرمی اوبه د لوښې له تل نه پورته خو اته او سړی اوبه د لوښې دتل خواته ځی او اورته ځان نږدی کوی. دی عملیې ته چی جریان وایی تر هغو پوری دوام کوی ترڅو د اوبو ټول حجم د لوښی په داخل کی دجوش نقطې ته ورسیږی.

د تودوخې لیږد دجریان (Convection) له لاری یوازی دټاکلیو شرایطو لاندی ترسره کیږی لومړی شرط دادی چی ماده باید سیال وی، یعنی د جاری کیدو وړتیا ولری، ترڅو ګرمه برخه د سړی برخی له منځ نه پورته ولاړه شی همدارنګه سیال باید له کوزی خوا نه ګرم اویاله پاسه خوانه سوړشی. په کوټه کی بخاری یا بله دګرمولو وسیله دکوټی په غولی « کف» کی قرار لری په داسی حال کی چې دیخچال سړه ونکی برخه د هغه په پوتنی برخه کې قرار لری. د هدایت په واسطه د تودخې دلیږدیا انتقال نه دمخنیوی ډیر وسایل شته دی. دا وسایل دهوا د جریان نه د مخنیوی په واسطه د تودوخی د لیږد خنډ کیږی. له دی کبله د کوټی د دیوالو نو د منځ فضا اسفنج نه ډکوی او خپل ځانونه په وړینو ټو کرانوکی پټوو او سفری یخدانونه له اسفنج نه جوړوی. هوا د تودوخی خو را کمزوری هادی ده د تودوخی دلیږد دریمه طریقه د تشعشع (Radiation) طریقه ده. تودوخه له لمرنه مونږ ته د ډیرو پراخو خلا ګانو او خالی فضا په تیریدوسره رارسیږی 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 دسطې 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 لنډيز

- تودوخه د SI یو بنسټيز کميت دی اوتودوخه یو ډول انرژی ده.
- د SI په سيستم کې د تودوخې درجه په کلوين سره اندازه کيږی د سانتی ګريد او کلوين ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$t_C = t_K - 273.15^{\circ} \quad (۸ - ۸)$$

- دفارنهايت او سانتی ګريد ترمنځ رابطه عبارت ده له:

$$t_F = \frac{9}{5} t_C + 32^{\circ} \quad (۹ - ۸)$$

- ديوه جسم دتودوخې مقدار يا اندازه مساوی ده په:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad (۱۰ - ۸)$$

- مخصوصه تودوخه C د تودوخې هغه مقدار ته ويل کيږی چې ديو ګرام يوې مادې دتودوخې درجه دسانتی ګريد يوه درجه لوړه کړئ. د مخصوصه تودوخې داندازه کولو واحد J/Kg. grad دي.
- تودوخه په درې ډوله هدايت، کانوکشن او تشعشع سره ليږدول کيږي.
- ديوې ټاکلی اندازی کنګل دويلي کيدو لپاره لازمه تودوخه عبارت ده له:

$$Q = mL \quad (۱۱ - ۸)$$

L د مادې پټه يا مخفي تودوخه ده او واحد يې J/g دی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اتم فصل تمرین

1. دتودوخی په کومه درجه کی دفارنهایت په ترمومیترکی لوستل شوې عدد مساوي دئ له «الف» دسانتی ګراد له دوه چنده سره « ب» دسانتی 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 $-71°C$ 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 ښیېي « 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 سرکي دانجماد په نقطه کي واقع دي وروسته له دی چې له نوموړو اوبونه 50.2 KJ تودوخه خارجه شي. پیداکړی چې څومره کنګل نه وهلی اوبه پاته کیږی؟ ځواب: 109 g

5. داوسپنی، پولادو او المونیمو ټوټې یوشان حجم لري. کومه یوه له هغونه ترټولو زیات تودوخیز ظرفیت اوکومه یوه یی تر ټولو کم تودوخیز ظرفیت لري ؟

ځواب: توټولو زیات او سپنه او ترټولو کم المونیم لري.

6. د 0.12Kg کتلي درلودونکی په یوه شیشه یې ګیلاس کی جې دتودوخې درجه یی $15C^{\circ}$ ده. د $100C^{\circ}$ جوش اوبه چې کتله یي 0.20 Kg ده اچول شوی دي. په ګیلاس کي داوبو دتودوخې درجه پیداکړې؟ ځواب: $364K^{\circ}$

(c) ketabton.com: The Digital Library

7. د 100g جست دګرمولو لپاره له $15C^{\circ}$ نه تر $35C^{\circ}$ پورې 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 شی؟

ځواب $270 \cdot 10^6$ KJ

9. د $20C^{\circ}$، $0.40m^3$ اوبه یی د $70C^{\circ}$ ، $0.10m^3$ اوبو سره ګډی 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 تودخیز ظرفیت 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 فضاً 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. موږ 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 واردې شوی اغيزې د څرنګوالې 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 ځاې شي او يا د تعادل له حالت نه خارج شي او وروسته په خپل حال پريښودل شي په دی 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 شوی دي يعنی رقاصه. په داسې جسم کې د اهتزاز د ايجاد لپاره کولې شو چې کروي جسم د تعادل له حالته بې 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 تناوبی 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 کونکې

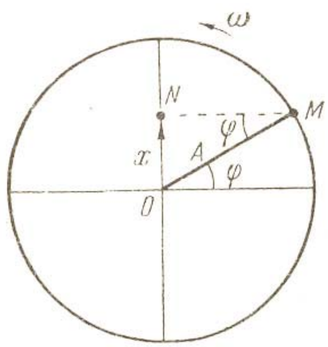
(c) ketabton.com: The Digital Library

سیستم باندې د خارجي قوې د اغیزې په واسطه بدرګه کیږي. د اوتو اهتزازونو د سیستم ښه مثال د یوالی رقاصه لرونکې ساعت دي.

۹– ۱: هارمونیک اهتزازونه Harmonic Oscillations

تر ټولو ساده اهتزازونه، هارمونیک اهتزازونه دي دا هغه اهتزازونه دي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کمیت د مثال په توګه د رقاصې انحراف یا تغییر مکان دوخت په نسبت د ساین او کوساین د قانون په مطابق بدلون کوي.

د هارمونیکي اهتزاز تر ټولو ساده مثال د m مادي نقطه ده چې د (۹– ۱) شکل سره سم د هغې دایرې په شا او خوا چې شعاع یې A ده د ω (اومیګا) په ثابت زاویو یې سرعت سره د ساعت د عقربې په مخالف لورى دوراني حرکت او د هغې مرتسم (سیوري) N د y محور د تعادل د موقعیت O د نقطې په شا او خوا پریودیکي اهتزازونه اجرا کوي چې تغییر مکان یا ځای بدلون یې $X = ON$ دي.



(۹- ۱) شکل

د t د وخت په هره لحظه کې تغییر مکان عبارت دي له:

$X = A\sin\varphi$ ....(۹– ۱)

له بلې خوا پوهیږو چې:

$$\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T} t = 2\pi f t$$

$X = A\sin\omega t$ ....(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:

$$x = A\sin(\omega t + \varphi_0) \quad \text{(۹- ۵)}$$

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

$$V = A\omega\sin(\omega t + \pi/2) \quad \text{(۹- ۷)}$$

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

$$a = A\omega^2\sin(\omega t + \pi) \quad \text{(۹- ۹)}$$

د (۹- ۲) رابطې نه په ګټه اخيستنه تعجيل د تغيير مکان له جنسه په لاس راړې شو:

$$a = A\omega^2\sin(\omega t + \pi) = -A\omega^2\sin\omega t = -\omega^2 X \quad \text{(۹- ۱۰)}$$

(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 کونکې جسم تغيير مکان د ساين او يا کوساين (که چيرې د m د نقطې مرتسم په افقي محور په پام کې ونيسو) د قانون په مطابقت ترسره 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 يادېږي.
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 $X = -A$ دي.

(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 يې 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

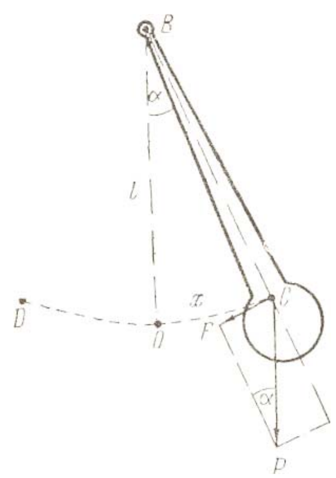
$$W=\frac{m\omega^2A^2}{2}\left(\cos^2\omega t+\sin^2 wt\right)=\frac{m\omega^2}{2}A^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۱۴)$$

(۹- ۱۴) رابطه بيانوي چې د هارمونيکي اهتزاز بشپړه يا ټوليزه انرژي ثابته او د امپليتود له مربع سره متناسبه ده.

۹- ۳: رقاصه

په فزيک کې رقاصه هغه کلک جسم ته ويل کيږي چې د ځمکې د جاذبې قوې تر اغيزې لاندې د يوې نقطې او يا د غير متحرک محور په شا او خوا اهتزاز وکړي. دوه ډوله رقاصې وجود لري رياضيکي او فزيکي په لنډ ډول هغه مطالعه کوو.

اوس يو اهتزاز کونکې ميخانيکي سيستم د فزيکي رقاصې په توګه په پام کې نيسو دا سخت جسم د جاذبې قوې تر اغيزې لاندې د افقي محور په نسبت اهتزاز تر سره کوي. فزيکي رقاصه په معمولي توګه له يوې ميلې څخه عبارت دي چې کښتنۍ سر يې درونده (پنډه) او له نرۍ سر نه راځړول کيږي (۹- ۲) شکل.



(۹- ۲) شکل فزيکي رقاصه

کله چې رقاصه د تعادل له حالت نه يعنې د OB له موقعيت نه د ∝ زاويې په اندازه بلې خواته بې ځايه کړو رقاصه په اهتزاز پيل کوئ او د تعادل د موقعيت ښي او کيڼ 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 راستونکې 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 لورې دي. د کم انحراف په صورت کې ($\alpha < 0.14rad = 6^\circ$) $sin\alpha = \alpha$ په دی صورت کې لرو چې:

$$F = -mg\alpha = -mg\frac{x}{L} \qquad (۹- ۱۵)$$

د دوراني حرکتونو د قوانینو مطابق د راستونکې 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:

$$F = \frac{Ja}{\ell^2} = -\frac{J}{\ell^2}\omega^2 x \qquad (۹- ۱٦)$$

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:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \qquad (۹- ۱۷)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \qquad (۹- ۱۸)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

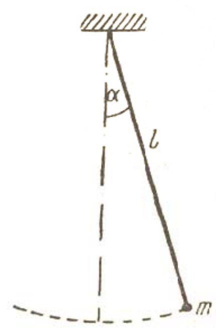
(۹– ۱۷) او (۹– ۱۸) رابطې په ترتيب سره د فزيکي رقاصې زاويوي فريکونسي او پريود دي.

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 کړي 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 يوه متجانسه ميله چې له يوه انجام نه راځړېدلې ده او اهتزاز تر سره کوي. ددې اهتزاز د تناوب وخت پيدا کړې؟

حل: د سوال نه معلوميږي چې نوموړې ميله يوه فزيکي رقاصه تشکيلوي او د فزيکي رقاصې تناوب عبارت دي له:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}}$$

پوهيږو چې د يوې متجانسې ميلې 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:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{{}^{1}/_{3}\,m\ell^2}{mg\,{}^{\ell}/_{2}}}=2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

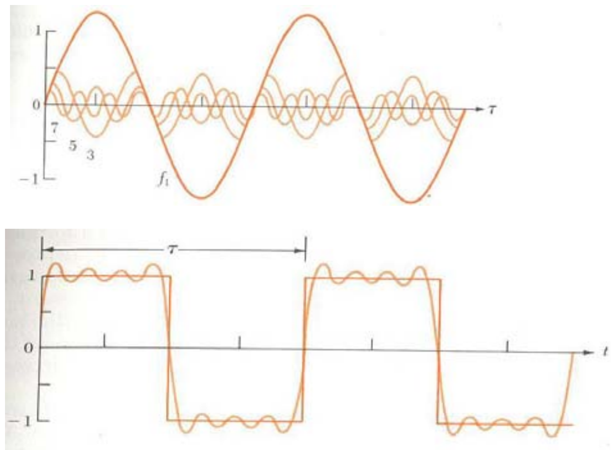
$$T=2\pi\sqrt{\frac{2}{3}(1,00m)/9,8\,{}^{m}/_{\sec^2}}=1,64\sec$$

۹– ۴: د فوريه آناليز Fourier Analysis

د دوو يا څو هارمونيکي اهتزازونو ترکيب يا يوځاي کيدل په عمومي توګه يو هارمونيکي اهتزاز نه، بلکې يو مغلق اهتزاز رامنځ ته کوي يا په بل عبارت د هارمونيکي اهتزازونو يو ځای کيدل يا انطباق يو غير هارمونيکي او پيچلی اهتزاز توليدوي داسې هم ويلې شو چې پيچلي اهتزازونه د هارمونيکي اهتزازونو څخه رامنځ ته کيږي. داسې پوښتنه رامنځ ته کيږي چې آيا يو پيچلی غير هارمونيکي اهتزاز په هارمونيکي اهتزازونو باندې تجزيه کولې شو. ددې پوښتنې رياضيکي ځواب فرانسوي رياضي پوه فوريه (Fourier) ويلې دي. د فوريه د يوې قضيې پر بنسټ هره متناوبه تابع کولې شو د يو شمير (حتي لايتناهي) ساينيزو او کوساينيزو تابع ګانو د ټولګی په توګه وښيو. د متناوبې تابع څخه هغه تابع مطلب دي چې

(c) ketabton.com: The Digital Library

د بشپړ مساوي او پرله پسې وخت څخه وروسته تکراریږي (۹- ۴) شکل. د فوریه د انالیز په مرسته کولې شو تناوبي حرکتونه په هارمونیکي اهتزازي حرکتونو باندې تجزیه 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 فوریه د سلسلې په نوم یادیږي او د A_0 له ثابت حد پرته داسې حدونه هم لري چې امپلیتودونه یې $A_1, A_2, A_3, ...$ او $B_1, B_2, B_3 ...$ او زاویه یې فریکونسي ګانې یې $\omega, 2\omega, 3\omega ...$ دي.

د فوریه سلسله په لنډه توګه په لاندې ډول لیکل کیږئ.

$$y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \sin 2\pi f_n t + B_n \cos 2\pi f_n t \right) \quad (۹- ۲۱)$$

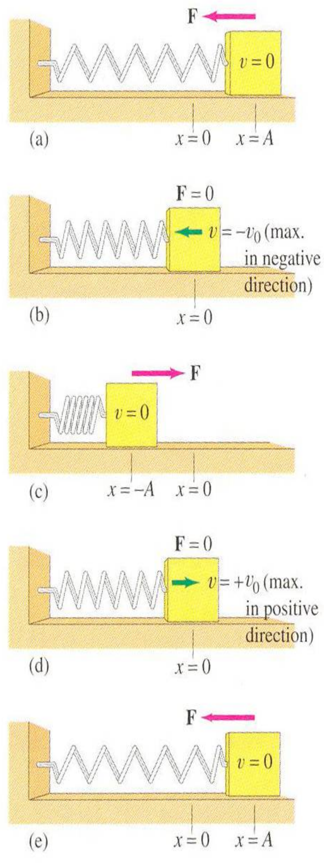
(۹- ۲۱) معادله د فوریه سلسله ده د یوه ټاکلي موج لپاره د امپلیتودونو یا A_n ضریبونو پیدا کول او محاسبه د یو لړ ریاضیکي عملیو په مرسته ترسره کیږي، چې مونږ ورڅخه سترګې پټو یا ورڅخه تیریږو.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د فوريه سلسله د نوري موجونو د مطالعې په مبحث کې هم کارول کيږئ ځکه چې په مستقيمه توګه د يوه نوري موج د بنې ليدل او مشاهده ناشونې ده. د فوريه له آناليز څخه د نور او صوت د کيفيت په څيړنه کې زياته ګټه اخيستل کيږئ.

۹– ۵: هم غږې خطي اهتزاز کونکې Linear Harmonic Oscillator

د يوه هم غږې خطي يا ساده اهتزاز کونکې نمونه په (۹– ۵) شکل کې ښودل شوې ده او هغه د m له يوې کتلې څخه عبارت دي چې د k ارتجاعيت يا د قوې ثابت درلودونکې فنر په پای کې ترل شوې ده. دا دفنر–کتلې سيستم د x د محور په امتداد له اصطکاک پرته د يوې افقي سطحې په مخ يو بعده اهتزازي حرکت ترسره کوئ. سيستم د هوک له قانون څخه پيروي کوي، نو ځکه يو خطي سيستم دي.



(۹- ۵) شکل د يوه هم غږې خطي اهتزاز کونکې نمونه

(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:

$$F(x)=m\frac{d^2x}{dt^2}=-kx \quad (۹-۲۴)$$

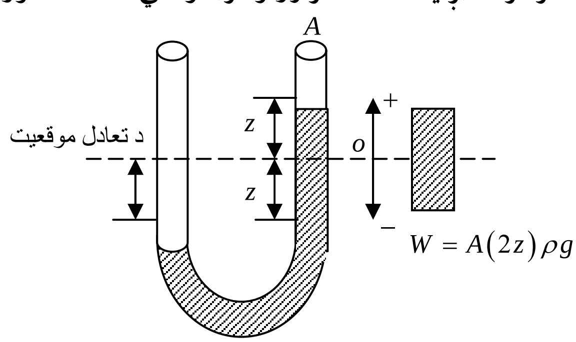
یا

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega_0^2x=0 \quad (۹-۲۵)$$

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 غږه 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 غږې اهتزازی حرکت ترسره کیږي. ددی اهتزازونو فریکونسي محاسبه کوو.



(۹- ۶) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

ددی اهتزازونو فریکونسي په لاندې ډول په لاس راځي. که چیرې مایع د کیڼې خوا په ستون کې د Z په اندازه ښکته شوې وي د ښی خوا ستون مایع به له هغه سره د $2z$ په اندازه توپیر ولري. په دی ترتیب د مایع دا برخه د یوې بیرته راستنونکې قوې تر اغیزې لاندې راځي، دا قوه د نوموړې مایع له وزن سره، یعنی

$$W = mg = \rho Vg = \rho\left(A2Z\right)g \quad \text{.................................}(۹- ۲۷)$$

سره مساوي ده. په پورتنۍ رابطه کې ρ د مایع کثافت او A د تیوب مقطع ده. د نیوټن د دویم قانون څخه لرو چې:

$$F = M\ddot{Z} \quad \text{.................................}(۹- ۲۸)$$

په پورتنۍ رابطه کې M په U ډوله تیوب کې د ټولې مایع کتله ده. که چیرې L د تیوب هغه طول وي چې له مایع څخه ډک دي لرو چې $M = \rho AL$، له دی ځایه:

$$F = \left(\rho AL\right)\ddot{Z} \quad \text{.................................}(۹- ۲۹)$$

که چیرې پورتنۍ جهت مثبت ونیسو، د W وزن ښکته خواته دي. په پایله 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 طبیعي فریکونسي عبارت دي له:

$$\omega_0 = \left(\frac{2g}{L}\right)^{1/2} \quad \text{.................................}(۹- ۳۱)$$

۹- ٦: تبخیري اهتزازونه Damped Oscillation

له تیوریکي یا نظري پلوه یو هم غږې خطي یا ساده اهتزاز کونکې کله چې په حرکت راشي ښایي د همیشه لپاره خپل اهتزاز ته ادامه ورکړي او د هغه دا منه یا امپلیتود همیشه ثابت پاته شي. دا ډول اهتزازونو ته خپلواک اهتزازونه وایي. خو په عمل کې په هر ډول فزیکي وضعیت او حالت کې خاموشونکې قوې وجود لري او اهتزاز کونکې سیستم د وخت په

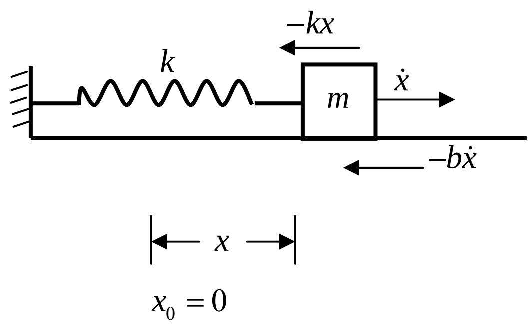
(c) ketabton.com: The Digital Library

تیریدو سره خپله انرژي له لاسه ورکوي. په دی ترتیب مهتزز سیستم خاموش او په پاې کې ودریږئ. د یوه خطي اهتزاز کونکې د دیفرانسیل معادله، یعنی (۹– ۲۵) باید داسې اصلاح شي چې د خاموشي یا ودریدو اغیزې په کې شاملې شي.

یو ځل بیا د m یوه کتله چې په یوه فنر پورې تړل شوی ده لکه څرنګه چې په (۹– ٦) شکل کې ښودل شوې ده د یوې نمونې په توګه په پام کې نیسو او د هغې حرکت یوازې په یوه بعد کې مطالعه کوو. کله چې کتله په یو سیال ، هوا یا مایع کې حرکت وکړي، اصطکاکي قوې خاموشي، وروکیدونه او په پاې کې ودریدل رامنځ ته کوي. اصطکاکي قوه یا خاموش کونکې عامل F_d کیداې شي له سرعت سره متناسب فرض شي، یعنی

$$F_d = -bv = -b\dot{x} \quad \text{(۹– ۳۲)}$$

چې په هغې کې b باید مثبت وي.



(۹- ۷) شکل په یوه تبخیري اهتزاز کونکې جسم باندې واردې قوې

هغه خالصه قوه F_{net} چې د m په کتلې باندې عمل کوي، لکه څرنګه چې په (۹– ۷) شکل کې ښودل شوې ده، عبارت دي له:

$$F_{net} = F + F_d = -kx - b\dot{x} \quad \text{(۹– ۳۳)}$$

د نیوټن د دویم قانون څخه په ګټه اخیستنه او د $F_{net} = m\ddot{x}$ په وضع کولو سره لرو چې:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad \text{(۹– ۳۴)}$$

پورتنی معادله یوه دویمه درجه دیفرانسیلي معادله او د تبخیري اهتزاز معادله ده. د نوموړې معادلې د حل لپاره اطراف په m تقسیموو او هم لاندې تعویض په پام کې نیسو:

(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 دي.

$$x = e^{\lambda t}; \dot{x} = \lambda e^{\lambda t}; \ddot{x} = \lambda^2 e^{\lambda t}$$

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 $e^{\lambda t} \neq 0$ دي، 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 دي له:

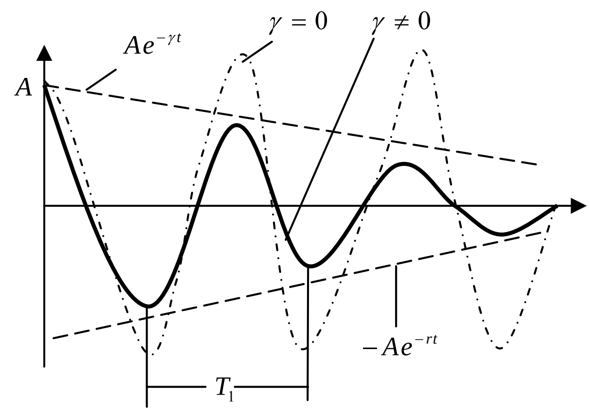
$x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$ يا

$$kx(t) = e^{-\gamma t}(A_1 e^{\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2 t}} + A_2 e^{-\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2 t}}) \quad \text{........... (۹– ۳۹)}$$

څرنګه چې (۹– ۳۷) معادله يوه تفاضلي معادله ده د هغې دحل د زيات تفصيل څخه ډډه کوو، که چيرې خاموش کونکې 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 یو تبخیري اهتزاز ښیې لکه څرنګه چې په شکل کې لیدل کیږي د اهتزازونو امپلیتود په طاقتیزه یا نمایي توګه کمیږي. د پرتلې لپاره غیر تبخیري اهتزازونه (نقطه نقطه منحني) هم ښودل شوې ده چې د هغې لپاره $\gamma = 0$ دي.

۹– ۷: اجباري اهتزازونه Forced Oscillations

یو خپلواک اهتزاز کونکې د همیشه لپاره اهتزاز کوي. خو په حقیقت کې د هر ډول سیستم لپاره یو ډول خاموشي یا تبخیر حضور لري (انرژي ضایع کیږي، مثلاً په تودوخه بدلیږي) او په پاې کې سیستم له اهتزاز څخه پاته کیږي، یعنی ودریږي. د اهتزازو نو د ساتنې او دوام لپاره باید له یوې خارجي منبع (چینې) څخه په خاموش کونکې یا تبخیري محیط کې سیستم ته په هغه مقیاس انرژي ورسول شي په کوم مقیاس چې انرژي ضایع کیږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمینیږئ د اجباري یا هدایت کیدونکو اهتزازونو په نوم یادیږي او اهتزاز کونکې سیستم د اجباري یا هدایت کیدونکې سیستم په نوم یادیږئ. که چیرې په سیستم باندې یوه هدایت کونکې قوه F_d وارده شي په سیستم 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 نيوټن له دويم قانون څخه لرو چې، $F_{net} = m\ddot{x}$.

(۹- ۴۱) معادله هغه وخت حل کيداې شي کله چې د اعمال شوې قوې F_d بڼه وپيژنو. څرنګه چې موږ د خطي اهتزاز کونکو په هکله بحث کوو ښه به وئ چې هدايت کونکې قوه F_d په سينوسي بڼه فرض کړو، يعنی

$$F_d = F_0 \cos\left(\omega t + \theta_0\right) \quad (۹- ۴۲)$$

ددې لپاره چې هدايت کونکې قوه پورتنۍ بڼه لري ښه دلايل لرو. لومړی دا چې په زياتره حقيقي او واقعي حالتونو کې واقعاً همدا ډول قوه حضور لري د بيلګې په توګه په يوه مقيد الکترون کې، کله چې الکترو مقناطيسي موجونه په هغه وارد شي، يعنی له مقيد الکترون څخه د نور په پراګندګې کې همدا ډول قوه وجود لري. دويم د وخت هره دوراني يا تناوبي تابع کيداې شي د څو سينوسي حدونو د حاصل جمع په توګه وښودل شي. د فوريه د سلسلې د طريقې څخه په ګټه اخيستنه سره کولې شو د هرې تناوبي هدايت کونکې قوې لپاره د سيستم حرکت وڅاکو.

کولې شو دا معادلې سره ترکيب او داسې معادله ورڅخه لاس ته راوړو چې اجباري اهتزاز توصيفوي، يعنی

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos\left(\omega t + \theta_0\right) \quad (۹- ۴۳)$$

دا معادله يوه دويمه درجه ديفرانسيلي خطي غير متجانس معادله ده، چې د هغې عمومي حل يا ځواب عبارت دي 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 دي.

ددې متجانسې معادلې عمومي ځواب عبارت دي 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 اخيستنه (۹- ۴۵) رابطه په لاندې ډول ليکلې شو:

$$x_h(t) = e^{-\gamma t}\left[i(A_1 - A_2)\sin\omega_1 t + \left(A_1 + A_2\right)\cos\omega_1 t\right]$$

که چيرې $i\left(A_1 - A_2\right) = B$ او $\left(A_1 + A_2\right) = C$ تعويض کړو، په دې حالت کې لرو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$X_h(t)=e^{-\gamma t}\left[B\sin\omega_1 t+C\cos\omega_1 t\right] \qquad (۹- ۴۶)$$

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.

$$X_h(t)=A_h e^{-\gamma t}\cos\left(\omega_1 t+\phi_h\right) \qquad (۹- ۴۷)$$

څرنګه چې تبخیري اهتزازونه په پاې 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 ټکي په رعایتولو سره باید ځواب په لاندې بڼه ولرو:

$$X=A\cos\left(\omega t\pm\phi\right) \qquad (۹- ۴۸)$$

ځواب په لاندې بڼه په پام کې نیسو

$$X_i=A\cos\left(\omega t-\phi\right) \qquad (۹- ۴۹)$$

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:

$$-m\omega^2 A\cos\left(\omega t-\phi\right)-b\omega A\sin\left(\omega t-\phi\right)+KA\cos\left(\omega t-\phi\right)=F_0\cos\omega t$$

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 زاویې 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:

$$X_i\left(t\right)=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\cos\left(\omega t-\phi\right)\quad\text{(۹- ۵۷)}$$

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

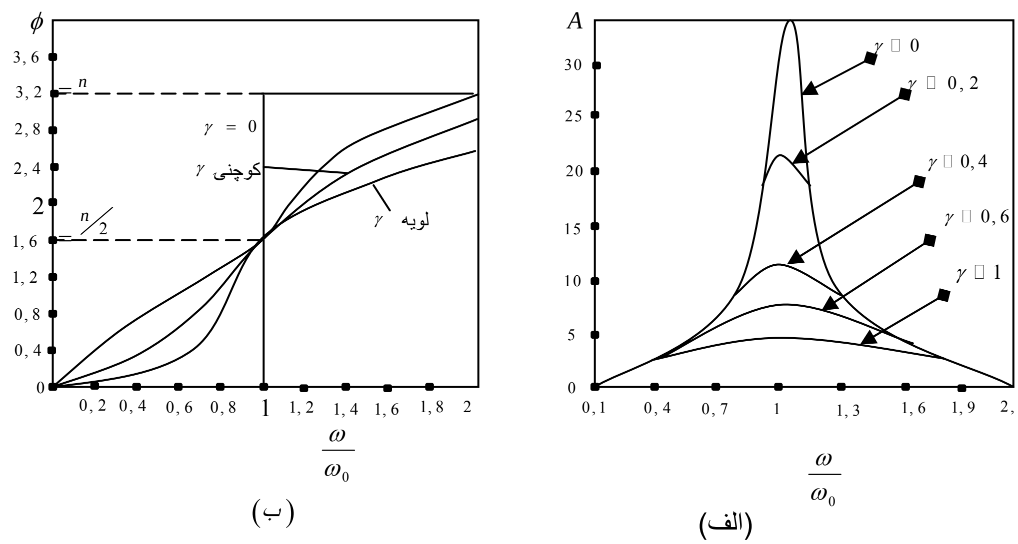
۹– ۸: ريزونانس Resonance

د يوه مستقر حرکت امپليتود A او د فاز زاويه د (۹– ۵۶) او (۹– ۵۸) معادلو سره سم عبارت دي له:

$$A = \frac{F_0 / m}{\left(\omega_0^2 - \omega^2\right)^2 + 4\gamma^2\omega^2} \quad \text{.................................(۹– ۵۹)}$$

$$\phi = \tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad \text{.................................(۹– ۶۰)}$$

د ω_0 د يوه ټاکلي قيمت لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدايت کونکې فريکونسي له جنسه د γ د مختلفو کچو لپاره په (۹– ۹) شکل کې ښودل شوي دي. لکه څرنګه چې معلوميږي د دغو کميتونو تګ لاره په شديده توګه د $\frac{\omega}{\omega_0}$ په نسبت پورې اړه لري.



(۹– ۹) شکل د γ د مختلفو قيمتونو لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدايت کونکې فريکونسي ω له جنسه.

(c) ketabton.com: The Digital Library

لکه څرنګه چې مخکې وویل شول ϕ د هدایت کونکې قوې F او د X لاس ته راغلې حرکت ترمنځ د فاز توپیر دي، یعنی د عمل او ځواب ترمنځ د ځنډ څرګندوي دي. لکه څرنګه چې (۹– ۹) شکل یې ښیې د فاز دا ځنډ چې د $\omega = \pi$ لپاره $\phi = 0$ دي ، د $\omega = \omega_0$ لپاره $\phi = \pi/2$ او د $\omega = \infty$ لپاره $\phi = \pi$ دي، یعنی په ډیرو لوړو فریکونسیو کې د سیستم اهتزازونه د هدایت کونکې قوې سره 180° د فاز توپیر لري. دې نقطې ته پاملرنه دلچسپه ده کله چې $\gamma \to 0$ وي د فاز بدلونو نه تیز او ډیر چټک دي او په حدي حالت $\gamma = 0$ کې، فاز په نابیره توګه په $\omega = \omega_0$ کې له 0 څخه π ته بدلون کوي.

د (۹– ۹) شکل څخه معلومیږي چې د γ په کچو پورې اړونده یوه هدایت کونکې فریکونسي وجود لري چې په هغې کې امپلیتو A اعظمي دي. هغه فریکونسي چې په هغې کې امپلیتود اعظمي وي د امپلیتود د ریزوتانس فریکونسي په نوم یاده او په ω_r سره ښودل کیږي. د ω_r فریکونسي 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 بیانوي چې کله چې د تبخیر ضریب(γ) کمیږئ د ریزونانس فریکونسي زیاتیږئ او کله چې $\gamma \to 0$ ، ω_r د خپلواک اهتزاز کونکې د طبیعي فریکونسي ω_0 خواته تقرب یا میل کوي. کله چې د تبخیر ضریب فوق العاده کوچنی وي د (۹– ۶۲) رابطې ښي خوا د نیوټن د بینوم په کارونې سره په لاندې ډول لیکلې شو

$$\omega_r = \omega_0 \left(1 - \frac{1}{2}\frac{2\gamma^2}{\omega_0^2} + \cdots\right)$$

یا

$$\omega_r \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{\omega_0} \quad \text{.............................(۹– ۶۳)}$$

(۹– ۶۲) او (۹– ۶۳) رابطې چې د اجباري اهتزاز لپاره لیکلې شوې دي کولې شو د تبخیري اهتزاز لپاره هم چې مخکې مطالعه شول مشابه رابطه ولیکو، یعنی

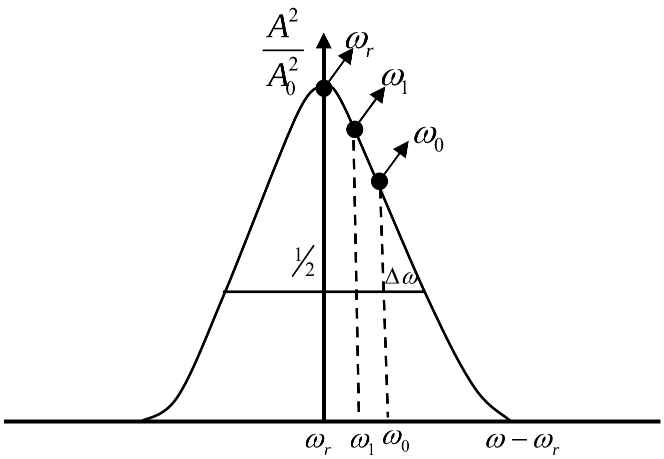
(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\omega_1 = \left(\omega_0^2 - \gamma^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

د کوچنی γ لپاره لرو چې:

$$\omega_1 \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{2\omega_0} \quad \text{.................................}(64 -٩)$$

په داسې حال کې چې د خپلواک اهتزاز کونکې لپاره $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ دي. له دی کبله د ω_1 ω_r په ښې خوا کې قرار نيسي او ω_0 بيا هم له ω_r څخه ليرې ده. په هغه صورت کې کله چې $\omega = \omega_r$ وي لکه څرنګه چې (٩- ١٠) شکل يې ښيې، لرو چې: $\frac{A^2}{A_0^2} = 1$ دي.



(٩- ١٠) شکل د ريزونانس د فريکونسي ω_r، طبيعي فريکونسي ω_1 او د خپلواکه طبيعي فريکونسي ω_0 نسبي موقعيتونه ښيئ. په دې ترتيب اعظمي امپليتود د $A = A_0$ چې په $\omega = \omega_r$ کې واقع کيږي کولې شو د (٩- ٥٩) او (٩- ٦٢) معادلو څخه په لاندې توګه په لاس راوړو.

$$A = \frac{F_0/m}{2\gamma\sqrt{\omega_0^2 - \gamma 2}} \quad \text{.................................}(٦٥ -٩)$$

د کوچنی تبخير په صورت کې، فرضوو چې $\gamma \to 0$، په پايله کې

$$A_0 \approx \frac{F_0}{2m\gamma\omega_0} \approx \frac{F_0}{b\omega_0}$$

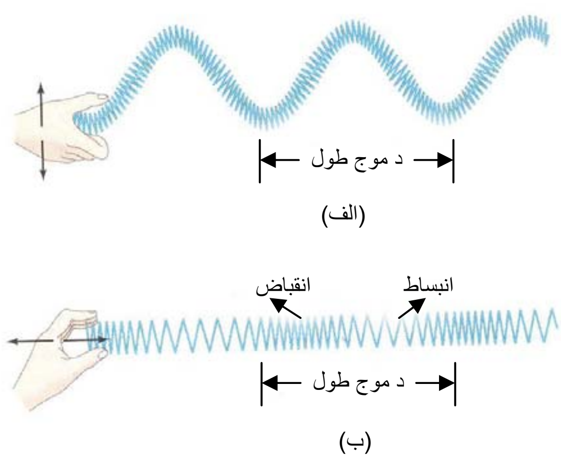
(c) ketabton.com: The Digital Library

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) کښیږدو، 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



(۹- ۱۱) شکل

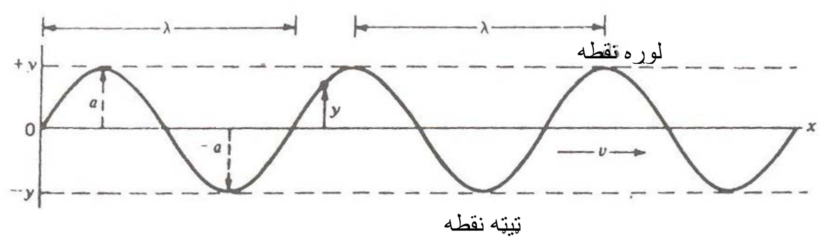
(c) ketabton.com: The Digital Library

که چيرې د يوه اوږده فنر په يو انجام باندې د لاس په واسطه په عمودي جهت ضربه وارده کړو (۹– ۱۱ الف) شکل يوه عرضي څپه او که دا ضربه په افقي جهت (۹– ۱۱ ب) شکل وارده کړو يوه طولي څپه رامنځ ته کيږي. په څپه کې د محيط ذرې تغيير مکان نه کوي يوازې د خپل تعادل موقعيت په شا او خوا کې اهتزاز تر سره کوي، يوازې څپه ايزه پروسه يا موجي حرکت تغيير مکان کوي.

د يادولو وړ ده چې طولي څپې په جامدو مايع او ګاز ډوله اجسامو کې او عرضي څپې له اوبو پرته يوازې په جامدو اجسامو کې رامنځ ته کيږي.

زمونږ شا او خوا نړۍ له موجونو، نه ډکه ده. ځينې موجونه ليدل کيږي او د اوريدلو وړ دي، خو زياتره يې د ليدلو او اوريدلو وړنه دي، يعنی زمونږ د ليدو او اوريدو حواس هغه درک کولې نه شي. پوهيږو چې اتومونه او ماليکولونه له الکترونونو، پرتونونو، نيوترونونو او ميزونونو، نه جوړ شوې دئ چې د څپو يا موجونو په بڼه پخپله محدوده کې دا خوا او ها خوا حرکت کوي. که چيرې همدا اتومونه او ماليکولونه په سم ډول ولمسول شي د ګاما (γ) او ايکس (x) وړانګو په نامه موجونه، نوري موجونه، تودخيز (حرارتي) موجونه او راديويي موجونه خپروي.

په ورځنۍ ژوند کې د موجونو ښې بيلګې د اوبو په مخ موجونه، د زلزلې موجونه او د صوت موجونه دي. د اوبو په مخ موجونه د بيړيو د حرکت نه، صوتي موجونه د شيانو د چټک حرکت نه او د ځمکې د زلزلې موجونه د ځمکې په کره کې د ناڅاپي حرکتونو، نه راپيدا کيږي. موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي. د نور موجونه د عرضي موجونو له جملې څخه دي. که چيرې د اهتزاز يوه چنيه يا منبع په يو نواخت محيط کې په پام کې ونيسو د هغې موجونه د (۹– ۱۰) شکل په شان دي.



(c) ketabton.com: The Digital Library

(۹- ۱۲) شکل د یوې عرضي څپې یا موج ګراف چې د کتاب په مخ اهتزاز کوي. د موج طول λ، د موج لمنه یا امپلیتود a، د موج تغییر مکان y، د موج سرعت υ په شکل کې د دوو متوالي یا پرله پسې مشابه نقطو ترمنځ واټن د موج د طول په نوم یاد او په λ سره ښودل کیږي.

د وخت په هره لحظه کې د یوه موج په اوږدوکې د هرې نقطې تغییر مکان y د هغې نقطې له عمودي واټن نه نسبت د تعادل حالت ته یې ټاکل کیږي. 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 تعریف له مخې د تغییر مکان اعظمي قیمت ته امپلیتود یا دامنه وایي.

د موج فریکونسي د هغو موجونو تعداد یا شمیر ته ویل کیږي چې په یوه ثانیه کې له یوې نقطې نه تیریږي یا هغې ته رارسیږئ او په هرتز اندازه کیږي چې هم هغه د اهتزازونو تعداد په یوه ثانیه کې دي. د موج د طول، سرعت او فریکونسي ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$\upsilon = f\lambda \quad \text{.................................} (۹- ٦٧)$$

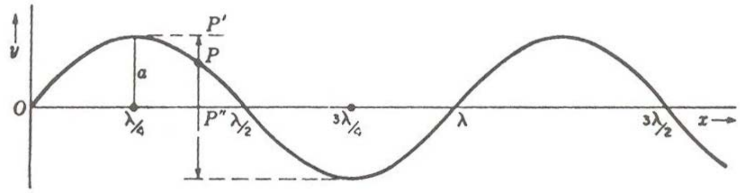
د موج د معادلې د لاس ته راوړلو لپاره یو عرضي موج په پام کې نیسو چې په هغه کې د ټولو نقطو حرکت د خپریدو په جهت عمود وي. د هرې نقطې تغییر مکان y له لاندینۍ رابطې نه په لاس راځي:

$$y = a\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \quad \text{.................................} (۹- ٦٨)$$

ددې معادلې د بدلونونو منحني په (۹- ۱۳) شکل کې لیدل کیږي چې د a او λ اهمیت پکې له ورایه 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:

$$y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}\left(x - \upsilon t\right) \quad \text{.................................} (۹- ٦٩)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۱۳) شکل د t=0 په لحظه کې د یوه ساینیز موج مسیر

د موج په مخ هر ذره په ګراف کې د P د نقطې په شان یو ساده هارمونیک حرکت ترسره کوي او د $P, P', P'', P''',...$ پرله پسې یا متوالي موضع ګانې په داسې حال کې چې موج د حرکت په حال کې دي اشغالوئ. د هرې نقطې د یوه بشپړ اهتزاز د اجرا وخت د نورو نقطو د اهتزاز د اجرا له وخت سره مساوي دي، نو ځکه لرو چې:

$$\upsilon = f\lambda = \frac{\lambda}{T} \quad \text{(۹- ۷۰)}$$

که چیرې دا متحولین په (۹- ۶۹) معادله کې وضع کړو د موجي حرکت لپاره لاندې معادلې په لاس راځي.

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

$$y = a\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{\upsilon}\right) \quad \text{(۹- ۷۱)}$$

$$y = \sin 2\pi f\left(t - \frac{x}{\upsilon}\right)$$

(۹- ۴) مثال: د $m = 0,016kg$ کتلې درلودونکې یوې مادي 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 تعجیل (a_m)

ب) په اهتزاز کونکې نقطې باندې عامله اعظمي قوه F_m

ج) د اهتزاز کونکې نقطې بشپړه یا ټولیزه انرژي W

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل: د نوموړې نقطې د اهتزاز معادله د هارمونیک اهتزاز له عمومي معادلې (۹− ۷۱) سره پرتله کوو، نو د ذرې امپلیتود عبارت دي له $A = 0,1m$ لومړنی فاز $f_0 = \frac{\pi}{4}$ او زاویوي فریکونسي $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{8}\,Rad/\sec$، $T = 16\sec$ د مادي نقطې د اهتزاز پریود دي.

الف) د (۹− ۷) او (۹− ۹) معادلونه څرګندیږي چې د اهتزاز کونکې نقطې سرعت او تعجیل هغه وخت اعظمي دي چې:

$$\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 1$$

یا

$$\sin(\omega t + \pi) = 1$$

له دی کبله

$$V_m = \omega A = \frac{\pi}{8} \cdot 0,1\,m/\sec \cong 0,04\,m/\sec$$

او

$$a_m = \omega^2 A = \frac{\pi^2}{64} \cdot 0,1\,m/\sec^2 \cong 0,0154\,m/\sec^2$$

ب) پوهیږو چې د اعظمي تعجیل په صورت کې عامله قوه هم اعظمي قیمت لري. د نیوتن د دویم قانون پربنسټ لرو چې:

$$F_m = ma_m = 0,016kg \cdot 0,0154\,m/\sec^2$$
$$= 2,46 \cdot 10^{-4}\,N$$

ج) د رپیدونکې نقطې ټولیزه انرژي مساوي ده په:

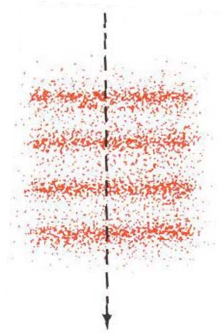
$$W = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{0.016kg \cdot \pi^2 \cdot 0.01m^2}{2 \cdot 64 sec^2} = 1.23 \cdot 10^{-5} J$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹– ۱۰: صوتي موجونه Sound Waves

صوتي موجونه د کم شدت درلودونکې ارتجاعي موجونه دي، یعنی کمزوری میخانیکي اختلالونه دی چې په ارتجاعي محیط کې خپرېږي. صوتي موجونه د انسان د اوریدو په غړیو باندې اغیزه کوي او د هغه د اوریدو حواس لمسوي.

صوتي موج یو طولي موج دي چې په هغه کې اختلال له یوه مالیکول څخه بل مالیکول ته رسیږي. ددې ډول موج لپاره بیرته راستنونکې قوه د هوا فشار تأمینوئ، په هر ځای کې چې د مالیکولو کثافت له عادي حالت څخه زیات شي فشار هم له عادي حالت څخه ډیریږي او مالیکولونه شا او خواته شړي. (۹– ۱۴) شکل په هوا کې یو صوتي موج ښیي. موج له هغو سیمو څخه عبارت دي چې په پرله پسې توګه ټیټ او لوړ کثافتونه لري.



(۹- ۱۴) شکل په یوه صوتي موج کې د هوا کثافت بدلون کوي

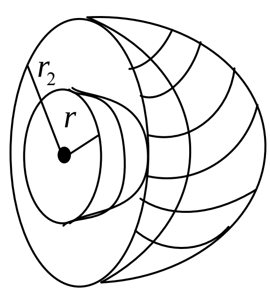
د یوه لوډ سپیکر مهتزز دیافراګم یا د صوتي پنجې مهتزز شاخ (ځانګه) چې خپله د شا او خوا هوا له ځانه شړئ همدا ډول سیمې چې په ترتیب د لوړ او ټیټ کثافت درلودونکې دي موج رامنځ ته کوي. د ټیټ کثافت په سیمو کې مالیکولونه اعظمي ځای بدلون متقبل شوی دي هغه له سیمې څخه د باندې بی ځایه شوې دئ. د لوړ کثافت په سیمه کې مالیکولونو اصغری ځای بدلون قبول کړي دي هغه په داسې حال کې چې له ګاونډیو سیمو څخه د اعظمي ځای بدلونو درلودونکیو مالیکولونو د دوی خواته میل کړي دي،ساکن پاته شوې دي. په (۹– ۱۴) شکل کې ځای بدلونونه او د کثافت زیاتوالې په مبالغه امیزه توګه ښودل شوې دي. حتی په یوه ډیر شدید صوتي موج کې، د بیلګې په توګه لکه هغه صوتي موج چې یوه الوتکه یې له ځمکې څخه د پورته کیدو په وخت کې رامنځ ته کوئ ځای بدلونونه یوازې $10^{-4}m$ او د کثافتونو بدلون یوازې 1% دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د صوت فريکونسي د هغه غږ زير او بمې ټاکې چې موږ يې اورو، يعنې 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 نوموړې 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 ګرځي.

هر څومره چې صوتي موج له خپلې منبع څخه پراختيا کوي يا ليرې کيږي د هغه شدت کميږي ځکه چې د موج د جبهې سطحه زياتيږي له دې کبله د موج انرژي په واحد سطحه کې کميږي. په يوه متجانس محيط کې د موج شدت د موج له منبع څخه د فاصلې له مربع سره په معکوسه 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 رسيږي.



(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:

$$I_2 = \frac{r_1^2}{r_2^2} I_1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۷۲)$$

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 زیاتی 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 څخه ډډه کیږي ښیي چې د صوت د سرعت لپاره نظري فورمول په لاندې ډول دي.

$$v = \sqrt{1,40 \frac{P_0}{\rho_0}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۷۳)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتیب سره له اختلال مخکې فشار او کثافت دي له فورمول څخه 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

$P_0 = 1atm = 1,01 \cdot 10^5 \, N/m^2$ ، $\rho_0 = 1,29 \, kg/m^3$) د صوت د سرعت اندازه $331,29 \, m/\sec$ ده.

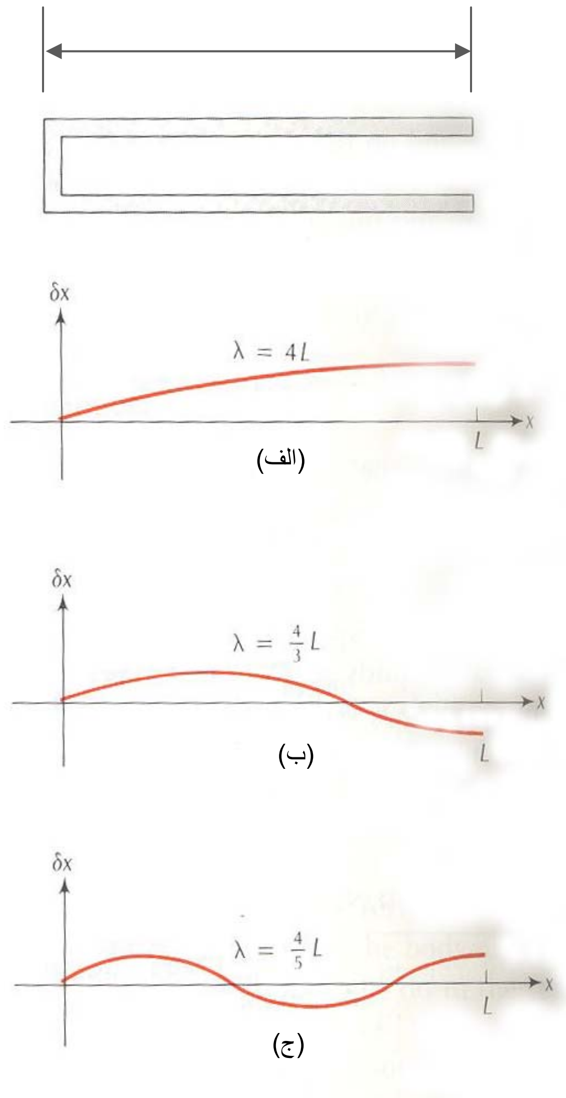
د صوت سرعت په مایعاتو او جامداتو کې له هوا څخه زیات دي ځکه چې هلته راستنونکې قوه ډیره زیاته ده. مایعات او جامدات د ګازونو په نسبت د تراکم او فشردګي په مقابل کې له ځانه زیات مقاومت او مخالفت ښیي. په لاندې جدول کې په څو مادو کې د صوت سرعت ثبت شوې دي.

(۹– ۱) جدول په څو مادو کې د صوت سرعت

ماده	$V(m/\sec)$	ماده	$V(m/\sec)$
هوا		المونیم	5104
$0C^\circ$ او $1atm$	331	اوسپنه	5130
$20C^\circ$ او $1atm$	344	ښیښه	5000-6000
$100C^\circ$ او $1atm$	386	ګرافیت	6000
هیلیوم $0C^\circ$ او $1atm$	965		
مقطرې اوبه	1497		
د سیند اوبه	1531		

په هوا کې د صوت د سرعت داندازه کولو لپاره په یوه داسې توله (نل) کې چې یو سرېې پرانیستې او بل سرېې ترلې وي له ولاړو یا ساکنو موجونو څخه ګټه اخلي (۹– ۱۶) شکل. هغه وخت ولاړ صوتي موج په ښکاره توګه باید د تولې په ترلې سر کې د یوې غوټې ځای بدلون (تغییر مکان) درلودونکې وي ځکه چې په دی سر کې د هوا حرکت د یوال محدوده وي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۱۶) شکل

(۹– ۱٦) شکل په هغه نل کې چې یو سر یې پرانیستی دي ممکنه ولاړ موجونه

(c) ketabton.com: The Digital Library

په پرانيستي انجام کې موج بايد د ځاى بدلون يوه خيټه يا بطن ولري. دا ډيره واضح نه ده، خو که چيرې لومړى فشار په پام کې ونيسو په هغه پوهيدى شو. فشار بايد په پرانيستي انجام کې ثابت باقي پاته شي ځکه چې پرانيستى انجام هوا سره لاره لري له دى کبله په فشار کې هر نوې رامنځ ته شوې کمښت يا زياتوب له ځنډ پرته له جو څخه يا جوته د هوا په حاضر کيدو ختميږي او د فشار بدلون له منځه وړي. په دى 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 ازادي هوا يا، جو د فشار اهتزازونه د نل يا تولې د داخلي اهتزازونو څخه ډير کم دي. له دې کبله پرانيستى انجام د فشار يوه غوټه ده، لکه څرنګه چې مخکې وويل شول د فشار اصغري ګان د ځاى بدلون يا تغيير مکان اعظمي ګان دي، له دى کبله د فشار غوټه د ځاى بدلون يا تغيير مکان يوه خيټه يا بطن دي.

د نل په دوو انجامونو کې د دى سرحدي شرايطو سره، ولاړموجونه هغه چې په (۹– ۱٦) شکل کې ښودل شوې دي. که چيرې د تولى يا نل اوږدوالې L وي، ددې ولاړو موجونو طول په لاندې ډول دي.

$$\lambda_1 = 4L \text{ ، } \lambda_2 = \frac{4}{3}L \text{ ، } \lambda_3 = \frac{4}{5}L, \ldots \qquad (۹- ۷۴)$$

او اړونده فريکونسې ګانې

$$f_1 = \frac{v}{4L},\ f_2 = \frac{3v}{4L},\ f_3 = \frac{5v}{4L}, \ldots \qquad (۹- ۷۵)$$

يا په عمومي ډول

$$f_n = n\frac{v}{4L} \qquad n = 1,3,5,\ldots \qquad (۹- ۷٦)$$

(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 څرنګه چې مورږ ته لوته 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.

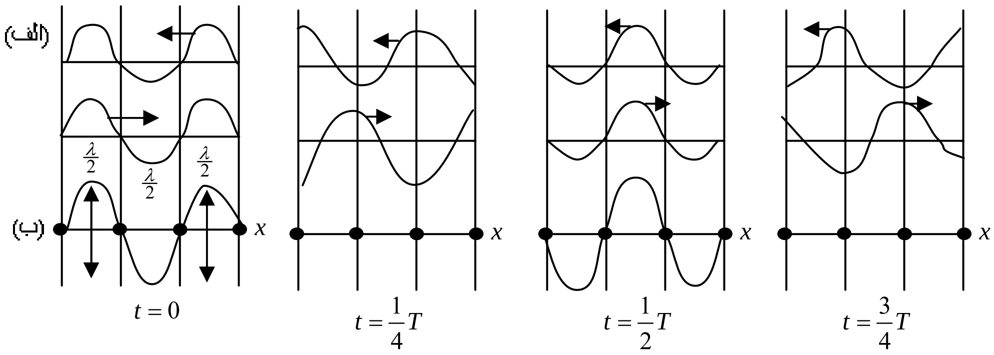
ρv د محيط د اکو ستيک موجي مقاومت په نوم ياديږي. د منعکسه موج فاز په دی پورې اړه لري چې کوم محيط زيات موجي مقاومت لري. که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت کم وي په دی صورت کې انعکاس د فاز له بدلون پرته تر سره کيږي، بر عکس که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت زيات وي منعکسه موج مخالف فاز لري.

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 راوړي شو.

(۹– ۱۷) شکل ددا ډول موجونو ګراف ښيي. دا ګراف دوه يو ځای کيدونکې يا ترکيب کيدونکې موجونه چې يو يې ښې 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 راځي ښيي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(9- 17) شکل

لکه څرنګه چې له شکل نه معلوميږي د محصله موج ځانګړتيا په دې کې ده چې د پړی يا رسی په اوږدو کې غوټې وجود لري چې د غوټو په ځای کې پړې هميشه ساکن يا ولاړه وي. په (۹– ۱۷ ب) شکل کې څلورغوټې د نقطو په واسطه ښودل شوې دي. د دوو متوالي غوټو په منځ کې جوف يا خيټه قرار لري چې د موج امپليتود په هغې کې اعظمي قيمت لري.

په (۹– ۱۷ ب) شکل کې موج ډوله انځورونه د ولاړ يا ساکن موج په نوم ياديږي، ځکه چې د موج انځورونه ښيي او کيڼي خواته حرکت نه کوي يا په بل عبارت د اعظميو او اصغريو ځايونه بدلون نه کوي. په لنډه توګه ولاړ موج په لاندې ډول تعريفوو.

که چيرې دوه ساينيز موجونه چې د موج طول او امپليتود يې سره مساوي او يو شان وي د يو بل په مخالف لوري د يوه کش شوې پړې په اوږدوکې حرکت وکړي د يو بل سره د هغو له تداخل نه ولاړ يا ساکن موج رامنځ ته کيږي. د يوه ولاړ موج د تحليل او ارزيابي لپاره دوه يو ځای کيدونکې موجونه چې معادلې يې په لاندې ډول دي په پام کې نيسو:

$$y_1(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) \quad \text{.................................}(۹- ۷۷)$$

$$y_2 = (x,t) = y_m \sin(kx + \omega t) \quad \text{.................................}(۹- ۷۸)$$

د نوموړيو موجونو محصله عبارت ده له:

$$y'(x,t) = y_1(x,t) + y_2(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) + y_m \sin(kx + \omega t)$$

د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخيستنه سره ليکلې شو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$y'(x,t)=[2y_m \sin kx]\cos \omega t \quad ....(\text{۷۹ -۹})$$

وروستی رابطه يو خوځنده موج نه دي، بلکې يو ولاړ يا ساکن موج دي، پس (۹- ۷۹) رابطه د ساکن موج معادله ده. په نومورې معادله کې د قوس داخل کميت يعنی $2y_m \sin kx$ د x په محل کې د موج امپليتود دي. خو څرنګه چې امپليتود هميشه مثبت دي او $\sin kx$ ښايي منفي هم وي د $2y_m \sin kx$ د کميت مطلقه قيمت د x په محل کې د موج د امپليتود په توګه په پام کې نيسو.

په يوه خوځنده ساينيز موج کې د پرې د ټولو برخو لپاره امپليتود يو شان دي. دا حقيقت د ولاړ موج لپاره چې امپليتود يې نسبت محل ته بدلون کوي سم نه دي. د بېلګې په توګه د (۹- ۷۹) ولاړ موج په معادله کې د kx د هغو اندازو لپاره چې $\sin kx = 0$ امپليتود صفر کيږي عبارت دي له:

د $n = 0,1,2...$ لپاره $kx = n\pi$ په دی معادله کې د $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ قيمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x = n\frac{\lambda}{2} \quad \text{غوټې} ....(\text{۸۰ -۹})$$

چې د (۹- ۷۹) معادلې لپاره د صفر امپليتود ځايونه يا غوټې دي د پام وړ ده چې د متوالي غوټو ترمنځ واټن نيم طول موج ($\frac{\lambda}{2}$) دي. (د (۹- ۷۹) ولاړ موج اعظمي امپليتود $2y_m$ دي چې د kx د هغو قيمتونو لپاره چې په هغو کې $(\sin kx) = 1$ کيږي په لاس راځي. دا قيمتونه يا 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 پورتنی معادله کې د $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ د قيمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x = (n+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2} \quad \text{جوفونه} \quad ....(\text{۸۱ -۹})$$

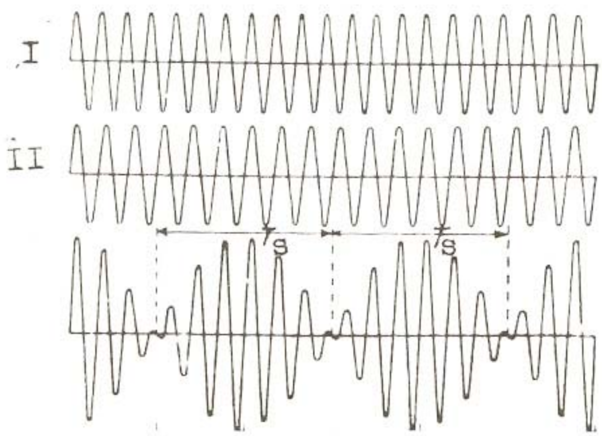
$$n = 0,1,2,...$$

(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 ډېر کم توپیر لري په پام کې نیسو (۹– ۱۸) شکل. د I او II منحني 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:

$$y_1 = b\sin\omega_1 t \quad \text{(۹– ۸۲)}$$

$$y_2 = b\sin\omega_2 t \quad \text{(۹– ۸۳)}$$

د دواړو اهتزازونو مجموعه یا محصله په y سره ښیوو، نو څکه لرو چې:

$$y = y_1 + y_2 = b(\sin\omega_1 t + \sin\omega_2 t) \quad \text{(۹– ۸۴)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د لاندې مثلثاتي فورمول په کاروني 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 دی صورت کې به $\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ له $\frac{\omega_1+\omega_2}{2}$ څخه ډير کوچنی وي. په دی 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 $2b\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t$ 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 لړزيدني 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، يعنې:

$$\frac{\omega_1-\omega_2}{2}T_s=\pi$$

له دی ځايه ليکلې شو چې:

$$T_s=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}=\frac{1}{f_1-f_2}=\frac{T_1T_2}{T_2-T_1}\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۸۶)$$

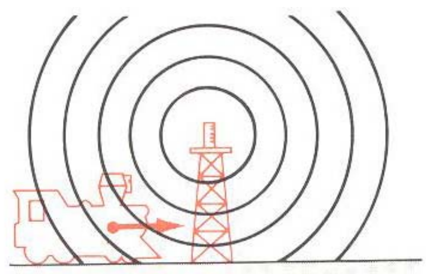
د لړزيدنې فريکونسي په f_s سره ښيو او دا فريکونسي عبارت ده له:

$$f_s=f_1-f_2\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۸۷)$$

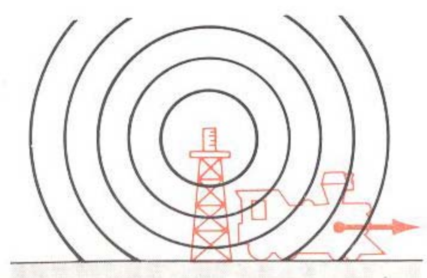
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 شي 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– ۱٦) 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– ۱٦ 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:

$$f = \frac{v}{\lambda} \qquad (۹- ۸۸)$$

او د اورګاډي د پورتنی مثال لپاره لرو چې:

$$f' = \frac{v'}{\lambda} \qquad (۹- ۸۹)$$

د پورتنیو رابطو له تقسیم څخه لرو چې:

$$\frac{f'}{f} = \frac{v'}{v} \qquad (۹- ۹۰)$$

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

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \quad \text{(۹− ۹۱)}$$

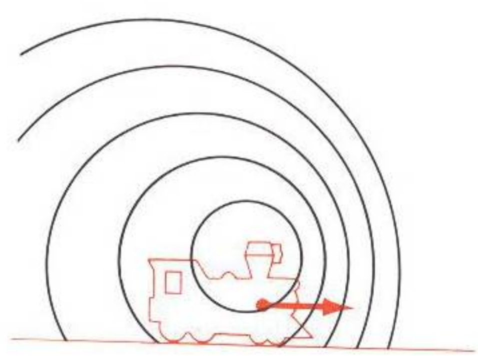
په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کېدونکې او منفي علامه د لیرې کېدونکې اخیستونکې یا ثبت کونکې لپاره ده. (۹− ۸۹) رابطه په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي ده.

پاملرنه وکړې 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 څټ 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 خپرونکې په توګه عمل کوي په V_E سره ښيو. د فريکونسي د هغه بدلون د محاسبې لپاره چې د خپرونکې 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 طې کوي او په دی حالت کې د موج طول له خپلې 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 کېدونکې خپرونکې او مثبت علامه د لیرې کېدونکې خپرونکې لپاره ده. (۹– ۹۱) رابطه د خوځنده یا متحرک خپرونکې لپاره په ثبت کونکې کې فریکونسي ده. تجربې ښیي چې د خپرونکې او ثبت کونکې حرکت په فریکونسي تقریباً یو شان اغیزه لري په کمو سرعتونو کې د فریکونسي لیږد که خپرونکې په حرکت کې وي او یا ثبت کونکې د حرکت په حال کې وي یو شان دي. له ثبت کونکې یا اخیستونکې څخه منظور ناظر یا مشاهد دي.

(۹– ۵) مثال:

فرض کړي آنتن ساکن او اورګاډي د $30 \, {}^{m}\!/_{\sec}$ په سرعت هغه ته نږدې کیږي، آنتن د $440Hz$ په فریکونسي صوت یا غږ خپروي. هغه فریکونسي چې په اورګاډي کې ترلاسه کیږي پیدا 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 یوه اورګاډي الارم چې په $30 \, {}^{m}\!/_{\sec}$ سرعت سره یوه ولاړ یا ساکن ناظر ته نږدې کیږي د $440Hz$ په فریکونسي صوت خپروي. ناظر کومه فریکونسي اوري؟

حل: له (۹– ۹۳) رابطې څخه لرو چې:

$$f' = f\,\frac{1}{1-\dfrac{V_E}{V}} = \frac{440Hz}{1-\dfrac{30 \, {}^{m}\!/_{\sec}}{331 \, {}^{m}\!/_{\sec}}} = 484Hz$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹– ۱٦:د فصل لنډیز

- اهتزازي حرکتونه هغو حرکتونو ته ویل کیږي چې یو جسم یا سیستم په واروار د خپل تعادل له حالت څخه یوه خوا او بله خوا تیریږي او هرځل بیرته هغه ته راګرځي. که چیرې دابیرته راګرځیدنه له مساوي وخت څخه وروسته ترسره شي دا ډول اهتزازونه د پریودیکي اهتزازونو په نوم یادیږئ.
- هارمونیک اهتزازونه هغو اهتزازونو ته ویل کیږي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کمیت مثلاً د رقاصې انحراف یا تغییر مکان د وخت په نسبت د ساین او کوساین د قانون په مطابق بدلون کوي.
- د هارمونیکي اهتزاز معادله کله چې لومړنی فاز مساوي صفر وي عبارت دي له:

$$X = A\sin\omega t \;\ldots\ldots(۹۴-۹)$$

د لومړنی فاز د موجودیت په صورت کې د هارمونیکي اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$X = A\sin(\omega t+\varphi_0) \;\ldots\ldots(۹۵-۹)$$

- ساده یا ریاضیکي رقاصه د m په کتلې سره د یوې مادې نقطې څخه عبارت ده چې د یوه بی وزنه تار په پای پورې ځړول شوې ده. د هغه حرکت کله چې د اهتزاز امپلیتود کم وي تقریباً یو ساده اهتزاز دي. د ساده رقاصې زاویه یې فریکونسي او پریود په لاندې ډول دئ.

$$\omega=\sqrt{\frac{g}{\ell}} \;\ldots\ldots(۹٦-۹)$$

$$f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}} \;\ldots\ldots(۹۷-۹)$$

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{1}{f}=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \;\ldots\ldots(۹۸-۹)$$

- فزیکي یا مرکبه رقاصه یو جسم دي چې له یوه دوراني محور څخه چې د ثقل له مرکز څخه د ℓ په فاصله واقع دي ځوړندوي. که چیرې د جسم د عطالت مومنت د دوران د محور په نسبت J وي د نوموړي رقاصې زاویه یې فریکونسي او تناوب مساوي دي په:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \quad \text{..............................(۹- ۹۶)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \quad \text{.........................(۹- ۱۰۰)}$$

- په هارمونيکي اهتزاز کې د انرژي د تحفظ قانون عبارت دي له:

$$W = W_K + W_P = const$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = const \quad \text{...............(۹- ۱۰۱)}$$

- 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 پاى کې مهتزز جسم ودريږي د تبخيري يا مستهلک اهتزاز په نوم ياديږي.
- د تبخيري اهتزاز معادله په لاندې ډول ده.

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad \text{.........................(۹- ۱۰۲)}$$

- د اهتزازونو د ساتنې او دوام لپاره بايد له يوې خارجي منبع څخه په خاموش کونکي 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 تأمينيږي د اجباري يا هدايت کونکي اهتزاز په نوم ياديږي.
- د اجباري اهتزاز معادله عبارت ده له:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \quad \text{.....................(۹- ۱۰۳)}$$

- د موجي حرکت معادله په لاندې ډول ده:

$$y = a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \quad \text{............................(۹- ۱۰۴)}$$

- د صوت د سرعت فورمول عبارت دي له:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$V=\sqrt{1,40\frac{P_0}{\rho_0}} \quad \text{(۹− ۱۰۵)}$$

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:

$$y'(x,t)=[2y_m \sin kx]\cos \omega t \quad \text{(۹− ۱۰۶)}$$

- د لړزیدنې په اهتزازونو کې د لړزیدنې فریکونسي مساوي ده په:

$$f_s=f_1-f_2 \quad \text{(۹− ۱۰۷)}$$

- د دوپلر دافکت پر بنسټ په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي عبارت ده له:

$$\acute{f}=f(1\mp\frac{V_R}{V}) \quad \text{(۹− ۱۰۸)}$$

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 کړي

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 کړي

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 $50\, m/\sec^2$ دې. پيدا کړي

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. يوه ساده رقاصه (رياضيکي رقاصه) چې پريود يې $2,5\sec$ دي

الف) د رقاصې طول پيدا کړي؟

ب) د نوموړي رقاصې پريود به د سپوږمۍ په مخ چيرې چې $\left(g_m = 1,67 \,{}^{m}\!/\!_{\sec^2}\right)$ دي پيدا کړي؟

ځوابونه: (الف: $1,55m$، ب: $6\sec$)

6. د يوې ساده رقاصې طول $10m$ دي د رقاصې فريکونسي او پريود پيدا کړي.

ځواب: ($T = 6,35\sec,\ f = 0,158Hz$)

7. يوه ساده رقاصه چې طول يې $2m$ 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. يوه ساده رقاصه چې طول يې $3m$ دي که چيرې نوموړي رقاصه له هغه ځايه چې هلته $g = 9,80 \,{}^{m}\!/\!_{\sec^2}$ دي داسې ځای ته وليږدول شي چې لوړوی او هلته $g = 9,78 \,{}^{m}\!/\!_{\sec^2}$ وي د نوموړي رقاصې د پريود بدلون معلوم کړي.

ځواب: ($1,78 \cdot 10^{-3}\sec$)

9. يو جسم ساده اهتزازي حرکت ترسره کوي، فريکونسي يې $4Hz$ او امپليتود يې $18cm$ دي پيدا کړي.

الف) اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل

ب) د $x = 9cm$ لپاره يې سرعت او تعجيل

ځواب: (الف: $V_m = 144\pi$، ب: $a_m = 1152\pi^2 \,{}^{cm}\!/\!_{\sec^2}$)

10. د يوه اهتزاز کونکې جسم کتله $0,800kg$ او د فنر ارتجاعيت يې $140 \,{}^{N}\!/\!_{m}$دي

الف) د تناوب وخت يې پيدا کړي؟

ب) خطي فريکونسي يې پيدا کړي؟

ج) زاويه يي فريکونسي يې پيدا کړي؟

ځوابونه: (الف:0.47 ب: $2,1Hz$، ج: $13,2 \,{}^{rad}\!/\!_{\sec}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

11. د یوه اهتزاز کونکې 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 $200 N/m$ دی محکم شوې دي نوموړي سیستم په $4Hz$ فریکونسي سره اهتزاز کوي پیدا کړي

الف) د تناوب وخت

ب) زاویه يي 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 چړې (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 نیمايي 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 $\frac{1}{4}$ پوتانشیل)

18. یو جسم چې کتله یې $0,10kg$ او د یوه فنر په انجام پورې چې د ارتجاعیت ضریب یې $10\,N/m$ دي ځوړند او اهتزاز ترسره کوي. د اهتزاز پریود پیدا کړي؟

ځواب: ($0,628\sec$)

19. یوه نقطه د $10cm$ په امپلیتود د $20Hz$ فریکونسي او د $\frac{\pi}{2}$ په لومړنی فاز سره اهتزاز کوي. د نوموړي نقطې سرعت او تعجیل د $t=\frac{1}{120}\sec$ په وخت کې پیدا کړي؟

ځواب: ($-1,4\cdot10^5\,cm/\sec^2,\,630\,cm/\sec$)

20. د یوې نقطې اهتزاز د $X=\sin\frac{\pi}{6}t$ له معادلې سره سم ترسره کیږي د نوموړې نقطې سرعت او تعجیل پیدا 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. П. 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