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 برښنایي 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 داسي 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 وکړي ورڅخه یوشان ګټه واخلي او یو شان یې وکاروي. له اندازه کولو نه موخه د یوه فزیکي کمیت پرتله د هغه له واحد سره ده. په فزیک کې ډیر زیات کمیتونه وجود لري چې په اصلي او فرعي باندې ویشل 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] ته اړتیا لري. هر عدد چې د یوې فزیکي پدیدې د کمیت بیانولو لپاره کارول کیږي د فزیکي کمیت په نوم یادیږي. ځینې فزیکي کمیتونه [illegible] دي چې یوازې د اندازې اخیستلو په څرنګوالي سره تعریف او ځانګړي کیږي. دا ډول تعریف ته عملیاتي تعریف وایي. خو په ځینې نورو حالتونو کې یو فزیکي کمیت د نورو اندازه

Ketabton.com

(c) ketabton.com: The Digital Library

اخيستلو وړکميتونو په مرسته بيانيږي. له دې کبله کميتونه په لومړۍ او دويم ډول او يا په بنسټيز (اساسي) او فرعي باندې ويشل کيږي. د بيلګې په توګه کله چې طول يا اوږدوالې د يوه درجه لرونکې خط کش او يا وخت د يوه ساعت په مرسته اندازه کوو دا دواړه کميتونه بنسټيز کميتونه دي، خو کله چې د يوه خوځنده جسم سرعت د طی کړل شوې واټن (چې د خط کش په مرسته اندازه شوې) او د هغه اړوند وخت (چې د ساعت په مرسته اندازه شوې) له تقسيم څخه په لاس راوړو دويم ډول کميت او يا فرعي کميت دي.

د اندازه کولو په وخت کې هميشه کميت د هغه اړوند واحد سره پرتله کيږي. کله چې وايو د يوه موټر اوږدوالې $4.29m$ دي دا مانا لري چې د نوموړې موټر اوږدوالې د ياد شوې درجه لرونکې خط کش 4.29 برابره دي چې د تعريف له مخې د هغه خط کش طول $1m$ دي. دا مقياس د اندازه کولو د واحد په نوم ياديږي. متر د طول واحد او ثانيه د وخت واحد دي. په فزيک کې د يوه کميت د بيان په وخت کې بايد د هغه واحد هم ذکر شي. د بيلګې په توګه د پورته ياد شوې موټر د طول د بيان لپاره يوازې د 4.29عدد ويل هيڅ مانا نه لري. د اندازه کولو لپاره بايد واحدونه داسې تعريف او وټاکل شي چې په هيڅ ځای کې بدلون ونه کړي او د نړۍ وګړې په هر ځای کې له هغو نه يو شان ګټه واخلي او د هغو د نمونو جوړول په ټولو ځايونو کې شونې وي. کله چې په ۱۷۹۱ کال کې د پاريس د علومو اکادمی د متريک سيستم بنسټ کيښود نو يو متر يې د ځمکې د کرې د استوأ د کرښې او قطب ترمنځ د واټن (۱−۱) شکل يو پر لس ميليونمه ($\frac{1}{10^7}$) برخه او يوه ثانيه يې د يو متر طول لرونکې رقاصې د مسير له يوه انجام نه تر بل انجامه پورې د ليږد وخت تعريف 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 ياديږي. دا سيستم د SI په توروچې 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 منځنۍ 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 شاوخوا يو دوران بشپړ کړي او منځنۍ شپه او ورځ د يوه کال د شوا روزونو منځنۍ قيمت دي. خو د وخت هغه واحد چې له ۱۹٦۷ را په دې خوا منل شوې دي ډير 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 کرپيتون– 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 نوموړيو 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 کړې شوې واټن)

کتله:

يو ميکروګرام $(1\mu g) = 10^{-9} kg$

يو ملي ګرام $(1mg) = 10^{-6} kg$

يو ګرام $(1g) = 10^{-3} kg$

(c) ketabton.com: The Digital Library

وخت:

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

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

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

$(1\min) = 60\sec$ یوه دقیقه

$(1h) = 3600\sec$ یو ساعت

$(1d) = 86400\sec$ یوه ورځ

۱ – ۳: د واحدونو یو په بل اړول راړول:

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

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

$$s = v \cdot t \qquad (۱ – ۱)$$

څرنګه چې s په متر اندازه کیږي، باید $v.t$ هم په متر بیان شي.

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

(۱-۱) مثال: 3 min په ثانیو واړوی؟

حل:

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

(۱- ۲) مثال: دیوې الوتکې سرعت $1019.5\,{km}/{h}$ دی ددا 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

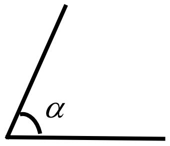
$$1019.5\,{km}/{h} = 1019.5(\frac{10^3}{km}m)(\frac{1h}{3600\sec}) = 283.2\,{m}/{\sec}$$

۱- ۴ : زاویه Angle

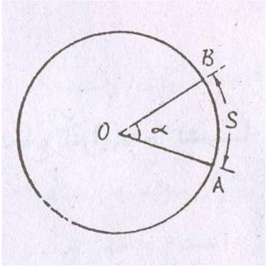
زاویه په دوه ډوله ده، مستوي او فضايي هره یوه یې جدا جدا معرفي کوو:

مستوي زاویه:

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



(الف)



(ب)

(۱- ۲) شکل

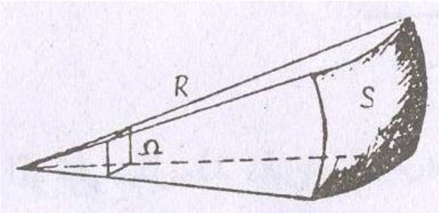
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

فضايي زاويه Solid angle

فضايي زاويه د فضأ 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 ځيني غير سيستمي واحدونه وجود لري لکه: ميل، يارد، فټ او انچ چې په ورځينۍ ژوند کې ورڅخه 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 څرګندېږي چې 100yd=91.44m دي له دی ځایه معلومېږي 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

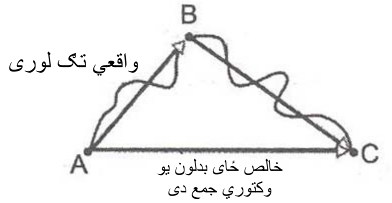
په فزیک کې ټول کمیتونه په دوو ډلو ویشل کیږي، وکتوری او سکالری. وکتوری کمیتونه هغو کمیتو ته ویل کیږي چې د هغو د بشپړې پیژندنې او ارایې لپاره په مقدار او کچې برسیره د هغو لوری او جهت هم باید په ګوته شي. یو وکتور د کچې او لورې یا جهت درلودونکې دي. د وکتوري کمیتونو بیلګې عبارت دی له: قوه، سرعت، تعجیل،امپولس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

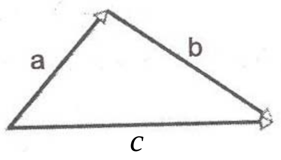
۱ – ۶: په وکتورونو باندې الجبري عملیې:

الف) د وکتورونو جمع

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



(الف)



(ب)

(۱- ۴) شکل

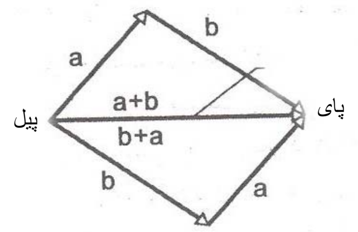
(c) ketabton.com: The Digital Library

د نومورې ذرې عمومي تغییر مکان (ځای بدلون) د $\overrightarrow{AB}$ او $\overrightarrow{BC}$ دوو وکتورونو په واسطه ښودلې شو. ددې دوو تغییر مکانونو محصله د $\overrightarrow{AC}$ تغییر مکان دي. (۱– ۴ الف) شکل. $\overrightarrow{AC}$ وکتور د $\overrightarrow{AB}$ او $\overrightarrow{BC}$ د وکتورونو حاصل جمع دی او په لاندې ډول لیکل کیږي.

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

په پورتنۍ رابطه کې $\vec{c}$ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونو حاصل جمع یا محصله وکتور دي. په (۱–۵) شکل کې د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونو د دوه بعدي جمعي طریقه په ترسیمي یا ګرافیکي توګه ښودل شوې ده.

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

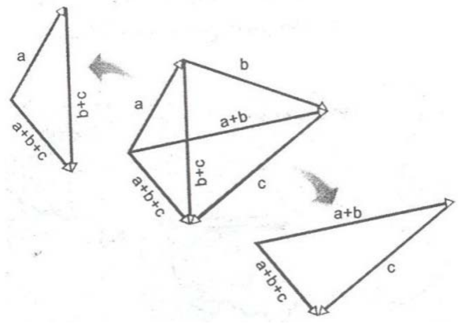


(۱- ۵) شکل

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

(۱– ۳) رابطه د وکتورونو د جمعي د تبدیلي قانون بیانوي.

که چیرې له دوونه زیات 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 یو له بل سره جمع کړو، لومړې $\vec{a}$ او $\vec{b}$ یو له بل سره جمع او وروسته یې د $\vec{c}$ له وکتور سره جمع کوو. له بلې خوا کولې شو لومړۍ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ سره جمع کړو او وروسته د هغو مجموعه له $\vec{a}$ سره جمع کړو.



(۱- ۶) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

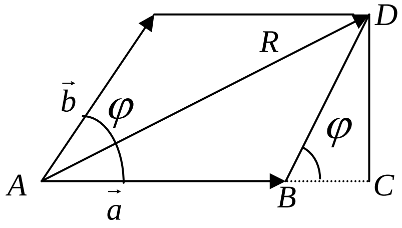
(۱– ٦) شکل په مختلفو طريقو سره د $\vec{a}$ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ درې وکتورونو جمع په دوارو طريقو يو شان پايله لاس ته راځي او په لاندې ډول يې ليکلې شو.

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

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

۱– ۷: د متوازي الاضلاع طريقه

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



(۱- ۷) شکل

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

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

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

$$\overline{BC}=\overline{BD}.Cos\varphi$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

$$= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB}.\overline{BD}Cos\varphi + \overline{BD}^2$$

يا

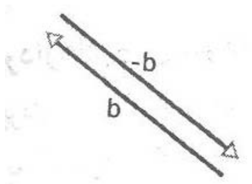
$$R^2 = a^2 + 2abCos\varphi + b^2$$

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

ب) دوکتورونو تفريق:

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

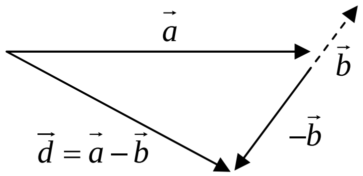
$$\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$$



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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ج) د وکتورونو ضرب:

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

د) د وکتور ضرب په سکالر کې:

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

$$\vec{b} = k\vec{a} \qquad (۱- ٦)$$

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

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

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

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.

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

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.

هـ) د وکتورونو، وکتوري ضرب Cross products

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

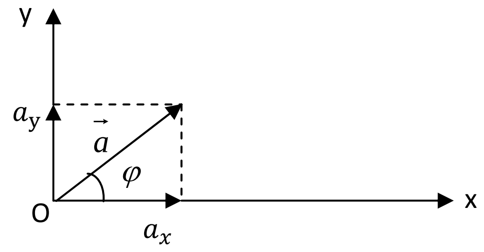
$$\left|\vec{c}\right| = \vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\varphi \qquad (۱- ۹)$$

(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 رسموو 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 لومړی درې يې، یعني طول، کتله او وخت د میخانیک فزیک بنسټیز کمیتونه دي. د بنسټیزو کمیتونو واحدونه په کیفي او اختیاري توګه ټاکل شوي دي. د فزیکي کمیتونو د واحدونو نړیوالي سیستم SI (System International) دي. په

(c) ketabton.com: The Digital Library

دې 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.

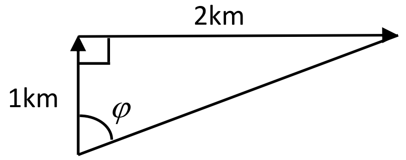
په بنسټيزو کميتونو برسيره په فزيک کې زيات شمير فرعي او يا اشتقاقي کميتونه او د هغو واحدونه وجود لري. فرعي واحدونه د اصلي يا بنسټيزو واحدونو له ضرب او تقسيم څخه حاصليږي. د بيلګې په توګه سرعت يو فرعي کميت دي او واحد يې د SI په سيستم کې $\frac{m}{\sec}$ دي، چې د دوو اصلي واحدونو له تقسيم نه حاصليږي.کار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

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

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

- 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 لومړي فصل سوالونه

1. يوه فضايي سپوږمکۍ د 300km په ارتفاع د ځمکې په شاوو خوا راګرځي دا ارتفاع د يارد او ملي متر له جنسه پيدا 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 محيط په کيلو متر او مساحت يې په کيلو متر مربع حساب کړي؟ ځوابونه: ($4\cdot10^4\,km; 5.096\cdot10^8\,km^2$)

3. د يو يارد مربع او يو سانتي متر مربع، يو کيلو متر مربع او يو سانتي مربع تر منځ رابطه پيدا کړي؟ ځوابونه: ($1yd^2 = 8361.27cm^2 : 1km^2 = 10^{10}cm^2$)

4. هکتار د مساحت واحد دی ($1Ha = 10^4m^2$) د ډېرو سکرو په يوه کان کې هر کال 75 هکتاره ځمکه د $26m$ په ژوروالي لوڅيږي او ليږدول کيږي معلوم کړي چې په دې موده کې د ځمکې څومره حجم د کيلومتر مکعب په حساب ليږدول شوي دي؟
ځواب: ($0.0195km^3$)

5. يو نوري کال هغه فاصله ده چې نور يې په $300000\,{km}/{sec}$ سرعت سره په يوه کال کې طی کوي دا فاصله د متر له جنسه پيدا کړي؟ ځواب: $9.46\cdot10^{15}\,m$

6. د نور سرعت $3.10^8\,{m}/{sec}$ دی دا سرعت د ${mm}/{sec}$ له جنسه پيدا 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 رسيږي؟ ځواب: ($8.44\min$)

8. د اوبو کثافت $1\,{gr}/{cm^3}$ دي دا کثافت د ${kg}/{m^3}$ له جنسه پيدا کړي؟

ځواب: $1000\,{kg}/{m^3}$

9. په يوه مخزن کې $5700m^3$ اوبه دي د نوموړو اوبو کتله په کيلوګرام او ملي ګرام حساب کړي؟ ځوابونه: $5.7\cdot10^{12}\,mg; 5.7\cdot10^6\,kg$

10. د $8.50in^3$ حجم په m^3 تبديل کړي؟ ځواب: ($1.39\cdot10^{-4}\,m^3$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

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

17.د نور سرعت $3.10^8\, m/\sec$ د فوت په نانو ثانیه ft/ns له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: ($0.98\, ft/ns$)

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

الف) د اوسپنې د یوه اتوم حجم

ب) د ګاونډیو اتومونو د مرکزنو ترمنځ فاصله.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

دویم فصل

کینماتیک Kinematics

سریزه: حرکت څه ته وایي؟ که چیرې یو جسم او یا هم د مادې اجسامو یو سیستم نظر یوې مبدې ته خپل موقعیت ته تغییر ورکړي، نو ویل کیږي چې جسم او یا سیستم حرکت کړیدي، کله کله داسې هم واقع کیږي چې د یو سیستم د ننه د اجسامو تر منځ فاصله تغییر مومي چه پدې حالت کې د سیستم د ننه حرکت صورت موندلې دي.
د مثال په توګه یو سرویس موټر چه سپرلي پکښې ناستي دی د موټر دهډې (تم ځای) څخه په ټاکل لورې خوځیږي، دلته لیدل کیږي چه موټر نظر هډې ته تغییر مکان کړی دی. همدا رنګه کیداې شي چه د سرویس موټر دننه دوه سپرلي خپل ځایونه سره بدل کړي، چه دلته دواړه سپرلي د خپلو پخوانیو څوکیو په نسبت موقعیت ته تغییر ورکړیدي، خو نظر سرویس موټر ته هغوې دواړه د نورو سپرلیو سره په موټر کې د ننه دي.
همدا رنګه کیداې شي چه نوموړې سرویس موټر په یوه وخت کې نظر هډې ته تغییر د مکان وکړي او د موټر پورتني ذکر شوې دواړه سپرلي هم ځایونه سره بدل کړي، پدې حالت کې موټر نظر هډې ته او سپرلي د موټر د ننه نظر خپلو څوکیو ته تغییر د موقعیت کړي. یو شمیر نور مثالونه هم یادولي شو.

۲– ۱: حرکت Motion

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

الف) هغه حرکتونه چه د حرکت لامل په پام کې نه نيول کيږي او يوائې د حرکت مسير (تګ لورى) او د ليارې ځرنګوالې او شکل پکښې څيړل کيږي،د ميخانيک دى برخې ته کينماتيک ويل کيږي.

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

په دې فصل کې يوائې کينماتيک تشريح کيږي.

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

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

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

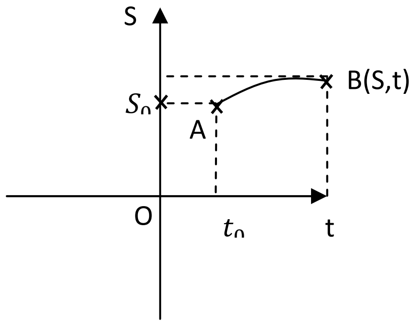
ج) دايروي او بيضوي حرکتونه: په داسې حرکتونو کې خوځنده اجسام په دايروي او يا بيضوي مسير باندې حرکت کوي. د نوموړو حرکتونو نه هر يوې په جلا جلا توګه توضيح کيږي.

۲– ۲: د حرکتونو د محاسبې سيستم

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

فاصلې او وخت د وضعیه کمیتونو په واسطه مشخص کیداې شي. فرضاً حرکت کونکې جسم مخکښې له مخکښې د A موقعیت ته ورغلې دی، که چیرې مونږ د جسم حرکت نظر د O نقطې ته د A له موقعیت څخه حساب کړو، د خوځیدونکې جسم لپاره په دغه نقطه کې وخت صفر نیول کیږي "باید وویل شي چه وخت همیشه خلاف د صفر دي، خو د حرکت د شروع په نقطه کې د محاسبې لپاره وخت صفر نیول کیږي". داسې بریښې چه طې کړل شوې فاصله یعنې s د وخت یعنې t تابع ده، چه د ریاضي له نقطه نظره داسې لیکل کیږي.



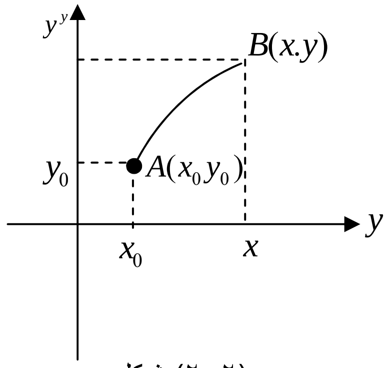
(۲- ۱)

$$s = f(t) \qquad (۲- ۱)$$

که چیرې متحرک جسم د وضعیه کمیتونو دوه بعدي مکان کې د وخت په تابع حرکت وکړي، نو پورتنی رابطه په لاندنیو معادلو بدلیږي.

$$x = f(t)$$

$$y = f(t)$$



(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 طې 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 دی. 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 متره لاره ووهي او يو بل خوځند جسم په دقيقه کې شپږ شپږ متره فاصله طې کړي. دلته ليدل کيږي چه دواړه جسمونه متشابه منظم حرکتونه لري. خو توپير په دی کې دی 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 دی چه د خوځنده جسم چټکوالی 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 یو نواخت حرکت کې هغه فاصله چې یو خوځنده جسم ئې د وخت په واحد کې طی کوي سرعت بلل کیږي، څرنګه چه په متشابه منظم حرکت کې یو جسم همیش مساوي فاصلې په مساوي وخت کې وهي، او کوم تغییر پکښې نه راځي نو پدې علت په متشابه منظم یو نواخت حرکت کې سرعت یو ثابت کمیت دي او تغییر نکوي د ریاضي له نقطه نظره دغه مفاهیم داسې لیکل شو.

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

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

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

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

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

(۲– ۳) رابطه د منحنۍ سرعت معادله ده.

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\Delta t \to 0$$

(۲– ۴) رابطه د لحظوي سرعت معادله ده له د ځایه ویلي شو چه د یوه خوځنده جسم سرعت، د وخت په نسبت د نوموړی جسم په واسطه د طی کړل شوې واټن لومړۍ 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 وروستنۍ ۲– ۳ معادله یو ځل بیا لیکو.

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

$$ds = \upsilon . dt$$

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

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

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

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

$$s - s_0 = \upsilon t$$

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

وروستۍ رابطه د متشابه منظم حرکت معادله ده.

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

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

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

$$s = bt + a \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۲- ٦)$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

$$s = vt + s_0$$

يا

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

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

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

حل: له (۲– ۳) معادلې څخه لرو چې:

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

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

حل: $\Delta t = 10:30 - 9 = 1,5h$

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

له (۲– ۳) معادلې څخه لرو چې:

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

۲– ۵: متشابه منظم متغير حرکت

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

شی د وخت په اړوند تغیر ومومي په بل عبارت سره ویلې شو، چه خوځنده جسم مساوي واټنونه په مساوي وختونو کې نه وهې. د داسې یو سیده حرکت د مشخص کیدو لپاره د فاصلې ، وخت او سرعت د کمیتونو سربیره یو بل فزیکي کمیت چه د حرکت د څرنګوالی مشخص کوونکې دي او د تعجیل یا بیړی په نوم یادیږي تعریف کیږي. د سرعت تغییر د وخت په نسبت تعجیل نومیږي او د ریاضي له نقطه نظره پدې شکل لیکل کیږي.

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

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

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

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

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

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

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

لحظوي تعجیل په لاندې ډول په لاس راوړو:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲– ۳ مثال: د يوې فضايي سپوږمکۍ منځنۍ تعجيل په داسې حال کې پيدا کړئ چې په خارجي فضا کې په 5,0sec کې يې سرعت له $1240\, m/sec$ څخه تر $1300\, m/sec$ پورې رسيږي؟

حل: د منځني تعجيل لپاره لرو چې:

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

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

حل:

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

۲– ٦: د متشابه منظم متغير حرکت معادله

مونږ پوهيږو چه

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

لدغه ځايه

که چيرې $t_0 = 0$ وی، نو لرو چې:

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

$$v - v_0 = at$$

او يا هم

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

دv_0 جسم لومړنی سرعت دی او a د جسم تعجيل د t په وخت کې دی او at جسم سرعت د t وخت له تيريدو وروسته دی.

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

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

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

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

(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 – لمړنۍ سرعت

S_0 – لمړنۍ وهل شوې واټن دی

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

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

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

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

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

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

او د سرعت معادلې یې عبارت دی له:

$$v = v_0 + at$$

$$v = v_0 - at$$

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

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

$$v = at$$

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

$$v = -at$$

(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.پورتنۍ 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 $$a = \frac{v^2}{2s}$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

منفي يعنی $a < 0$ دی 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 نومورې 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: څرنګه چې موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کوي، نو ځکه لومړنی سرعت يې مساوي صفر دی، له دی کبله لرو چې:

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

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

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

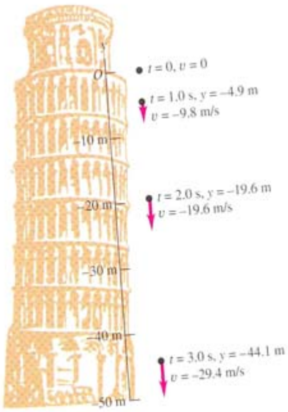
2. ددغه حرکت په وخت کې د ځمکې له خوا جسم ته تعجیل ورکول کیږي، چه دغه تعجیل په g سره ښودل کیږئ او د ځمکې د کروي شکل د درلودلو په علت د تعجیل قیمت د ځمکې په سر توپیر کوي، په افغانستان کې د ځمکې د جاذبې تعجیل $g = 9.81 \, m/\sec^2$ اټکل شویدی.

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۲- ۳) شکل

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

په لمړۍ دقیقه کې $v = (tg)$

په دویمه دقیقه کې $v = 2gt$

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

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

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

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

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

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

$$v^2 = 2gh$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

۲- ۹: مخ پورته عمودي غورځونه

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

$$v = v_0 - gt$$

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

$$v_0 = gt$$

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

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

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

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

$$v = v_0 - gt$$

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

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

(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:

$$v_0^2 = 2gh$$

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

اوس غواړو ثابت کړو چه د آزاد سقوط او مخ پورته غورځيدني وخت پدې شرط چه ارتفاع مساوي وي سره مساوي دي يعني که د ازاد سقوط وخت t_1 او په عين ارتفاع سره د مخ پورته غورځيدو وخت t_2 وي $t_1 = t_2$ دي.

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

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

د بلې خوا کله چه جسم د h ارتفاع ته رسيږي $v = 0$ دي او $v_0 = gt_2$ کيږئ.

څرنګه چه $v = v_0$ دي نو ليکلې شو چه

$$gt_1 = gt_2$$

$$t_1 = t_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(۲- ۲۲)}$$

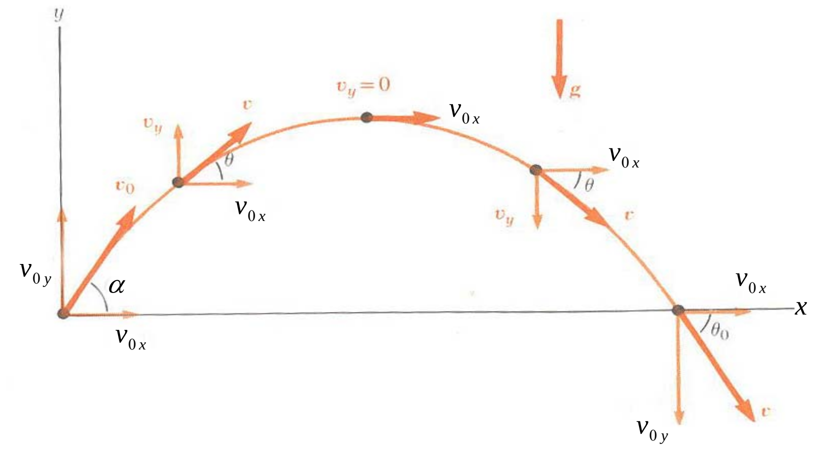
۲- ۱۰: مايله غورځونه **Projectile motion**

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 څیړل 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 ویښتونکې د O د مبدې څخه د x په محور باندې مخامخ نښه نه شي ویشتلې، نښه ویشتونکې غیښی 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 کمیږي 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 چيري غورځول شوي جسم خپلې ډيرې لوړې نقطې يعنى د اوج نقطې ته ورسيږي هلته سرعت يعني $v_{0y} = 0$ کيږي لدغه ځايه:

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

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

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

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

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

د بلې خوا

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

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

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

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

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

د y په محور د سرعت معادله عبارت ده له:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

همدا رنګه کولاې شو چه د غورځول شوې جسم لوړوالي هم پیدا کړو. څرنګه چه په اعظمي لوړوالي کې د جسم سرعت صفر دي 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 لوړوالي عبارت دی له:

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

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 $v_y = 0$

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

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

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

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

$$y = 7,35m$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

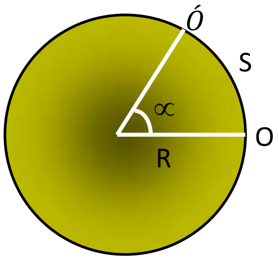
$$t = \frac{2\left(12,0\, {}^{m}\!/_{\sec}\right)}{\left(9,80\, {}^{m}\!/_{\sec^2}\right)} = 2,45\sec$$

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

۲– ۱۲: دایره وي حرکت Circular Motion

دایره وي حرکت هغه حرکت ته ویل کیږي چه خوځنده جسم د دایرې پر محیط باندې راو څرخي. د دایرې عمده ځانګړتیاوې د دایرې د مرکز، شعاع، قطر او محیط څخه 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 مرکزې 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.

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



(۲- ۵) شکل

د دایرې په محیط باندې متشابه منظم حرکت:

فرضاً یو جسم د دایرې پر محیط باندې د O له موقعیت څخه متشابه منظم حرکت باندې وخوځیږي او وروسته د t 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 نوموړي 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 زاويې د شعاع او مرکزي ∝ زاويې پورې اړونده ده. څرنګه چه په یوې ځانګړې دايره کې د دايرې شعاعR ثابت کمیت دي. نو ویلې شو چه په یوې ټاکلې دایره کې د محیط په امتداد باندې وهل شوې فاصله S د مرکزي ∝ زاويې تابع دي.

یعنی $$S = Rf\left(\alpha\right)$$

لکه څرنګه 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.

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

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

پورتنی رابطه د دایرې د محیط پر مخ د خطي او زاویوي سرعت تر منځ ارتباط ښیئ. همدا رنګه 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 ګرځي. باید وویل شي د خطي سرعت تغییر په ټاکلې وخت کې د زاویوي سرعت د تغییر لامل هم ګرځي. پوهیږو چه تعجیل د سرعت مشتق نسبت وخت ته دی، یعني:

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

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

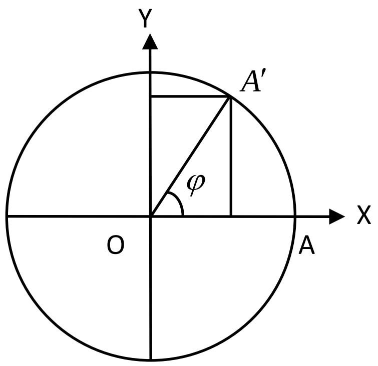
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 يعنی مبدأ سره منطبق دی جسم د A له موقعيت $(R = OA)$ څخه د دايرې پر محيط کينې خواته د $\acute{A}$ په استقامت خوځی او وروسته د t له وخت څخه $\acute{A}$ موقعيت ته رسيږي. که چيرې د $\acute{A}$ څخه د OX او OY پر محور عمودونه رسم کړو نو ليدل کيږي چه د $O\acute{A}$ د X او Y پر محورونو ارتسام موندلي دي. د A څخه د Á په 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 لاندينی 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 چيرې د (۲- ۳۱) او (۲- ۳۲) معادلو مشتق ونيسو، نو پدغه استقامتونو د سرعت مرکبې لاس ته راځي.

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

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

مجموعي سرعت عبارت دی له

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

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

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

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

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

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

ټوليز او يا محصله تعجيل عبارت دي له

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

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

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

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

د بلې خوا څرنګه چه

$$v = R\omega$$

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

او يا هم

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

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

۲- ۹: مثال:

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

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

(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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$v = v_0 + at \quad (۲- ۴۳)$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

- که چیرې سرعت ثابت نه وي او د وخت تابع وي د جسم د سرعت مشتق نسبت وخت ته تعجیل په لاس راکوي او د تغییر مکان مشتق نسبت وخت ته سرعت په لاس راکوي.

- په پرتابي حرکتونو یا غورځونو کې $a_x = 0$ او $a_y = -g$ دي د تغییر مکان او سرعت مرکبې عبارت دي له:

$$x = (v_0 \cos \propto)t \quad \text{(۲- ۴٦)}$$

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

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

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

- کله چې یو جسم د R په شعاع په یوه دایره یي مسیر باندې د V په سرعت حرکت کوي د هغه تعجیل مساوي دی په:

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

(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 کوونکې 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 ننداره کونکي له څنګ نه تير شو. معلوم کړئ چې دوه ساعته مخکې بايسکل ځغلونکي چيرې وه او همدا رنګه ووایاست چې يو نيم ساعت وروسته به بايسکل ځغلونکي چيرې وي؟ ځوابونه: (له ننداره کونکي نه 24km د لوديځ په خوا، له ننداره کونکي نه 18km د ختيځ په خوا)

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

5. د ځمکې او سپوږمۍ ترمنځ واټن $380000km$ دي. يوې مصنوعي سپوږمکې يا فضايي بيړې د نوموړي 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 ($7,6.10^3 \, km/h$ ، $3,8.10^3 \, km/h$ ، $5.7 \cdot 10^3 \, km/h$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

ځواب: $(48\,{}^{km}\!/_{h})$

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

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

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

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

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

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

13. موټر په يو نواخت تعجيلی حرکت سره 100m واټن طی کوي چې سرعت يې $20\,{}^{m}\!/_{\sec}$ ته رسيږي. د نوموړې واټن په وسطي نقطه کې سرعت څومره وه؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځواب($14.14 \, {}^{m}\!/_{\sec}$)

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

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

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

17. یوه ډبره د $v_0 = 30 \, {}^{m}\!/_{\sec}$ 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 گرځي مطالعه کيږئ. ستاتيک د ديناميک يوځانګړی حالت دي چې په هغه کې تعجيل وجود نه لري. ديناميک د قوو د علم په نوم هم يادېږي 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 يادېږي. يا په بل عبارت قوه ديوه جسم د اغيزې مقياس په بل جسم دی. قوه يو وکتوری کميت دی چې له کچې پرته جهت يا لوری او د اغيزی نقطه هم لری. هغه قوه چې د هغې د اغيزې له امله ټول اجسام له پورته نه کښته خواته په عين تعجيل يا يو شان تعجيل (g) سره د ځمکي پرمخ رالويږي د ثقل د قوې په نوم يادېږی 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

$$\vec{W} = m\vec{g} \qquad (۳- ۱)$$

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 که چيرې د يو کيلو ګرام کتلي په يوه جسم باندې عمل وکړي هغه ته د $1m\ /sec^2$ په اندازه تعجيل ورکوي. له دې ځايه معلوميږي چې قوه د هغه تعجيل په واسطه اندازه کيږي چې هغې ايجاد کړي دي.

د نيوتن قوانين:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۳–۲: د 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 باندې عمل وکړی دا قوه په خپل جهت جسم ته تعجیل ورکوی، داسې چې که چیرې دا قوه دوه چنده، درې چنده، او څو چنده کړو له هغې نه لاس ته راغلي تعجیل به هم یو چند، دوه چنده او څو چنده شي، یعني قوه او تعجیل یو له بل سره متناسب دي:

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

په عمومي ډول لیکلي شو چې :

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

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

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

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

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

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

$$1\,Lb = 1\,slug\,.\,ft/\,sec^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵-۳)$$
$$1N = 0{,}225\,Lb \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۶-۳)$$

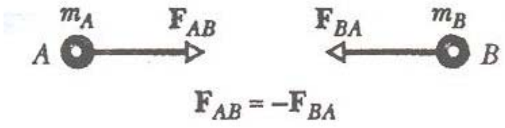
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۳–۴: د نیوتن دریم قانون:

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

په (۳–۱) شکل کې د A جسم د $\vec{F}_{AB}$ قوه د B په جسم واردوي تجربه ښيي 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 نیوتن دریم قانون دي.

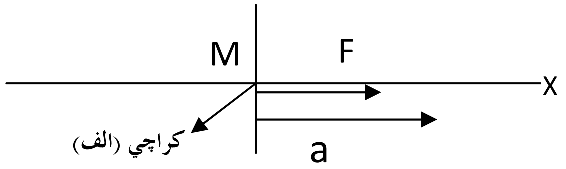
(۳–۱) مثال: یو سړى یوه بارووړونکي کراچۍ چې کتله یې له بار سره 240 kg ده د جادې په مخ د 2.3 m په واټن د F = 130 N ثابتې افقي قوې په واسطه له خپل ځایه بې ځایه کړې ده د اصطکاک له قوې نه صرف نظر وکړې.

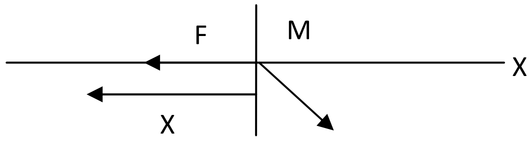
الف: که چیرې کراچۍ د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کړې وي د کراچۍ وروستي یا نهایي سرعت پیدا کړې؟

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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





(۳-۲) شکل

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

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

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 ښې خواته دي.

ب: د سرعت د لورې د بدلون لپاره لومړۍ 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:

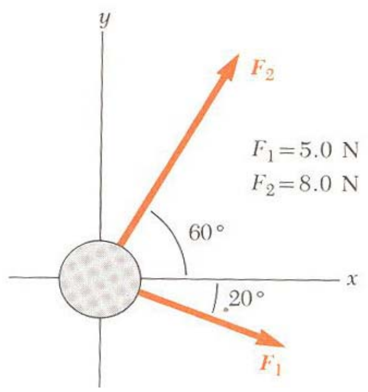
$$f_x = ma_x = (240kg)(-0.711m/sec^2) = -171N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د منفي علامه ښيي چې سرى 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، نومورى پنډوسکي د اصطکاک پرته ديخ په مخ د (۳-۳) شکل سره سم د F_1=5N او F_2=8N قووتر 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:

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

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

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

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

اوس د 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:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

له دې کبله ویلې شو چې د پنډوسکي د تعجیل جهت داسې دې 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 دواردې قوې او له هغې نه د لاس ته راغلې تعجیل ترمنځ اړیکه بیانوئ. کتله ډېر 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 ظاهرېږي کتله یو سکالري کمیت دي.

په لنډ ډول ویلې 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 ځپل 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 $\vec{W}$ یوه قوه ده چې جسم په مستقیمه توګه خپل ورڅنګ ته (ګاونډې) 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:

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

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 سپوږمۍ 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

دوارړو 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 ځتک کتله $2,5kg$ وي 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 $(g = 3,3 m/\sec^2)$ دي، نو د مريخ په مخ د ځتک 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 راښکته شو هغه يو شی د $3,5m$ له ارتفاع نه راخوشي کوي او وينې 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

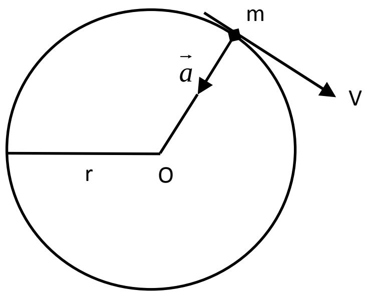
ب) د فضانورد وزن عبارت دی له:

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

۳– ٦: قوه په دايروي حرکت کې

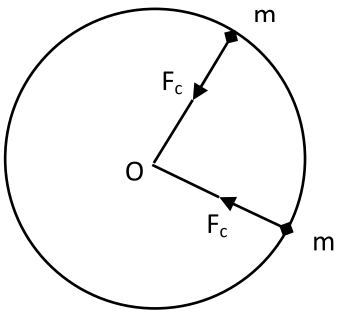
کله چې يو جسم د دايرې په مخ يا ددايرې په يوه قوس باندې په ثابت سرعت سره حرکت کوي، دی حرکت ته منظم يا يو نواخت دايروي حرکت وايي. په دايروي حرکت کې جسم مرکز ته مايل (*Centri Petal*) د ثابت تعجيل يا دوراني تعجيل درلودونکې دی دا تعجيل عبارت دی له:

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



(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:

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

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

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

حل: د دوراني حرکت قوه عبارت ده له:

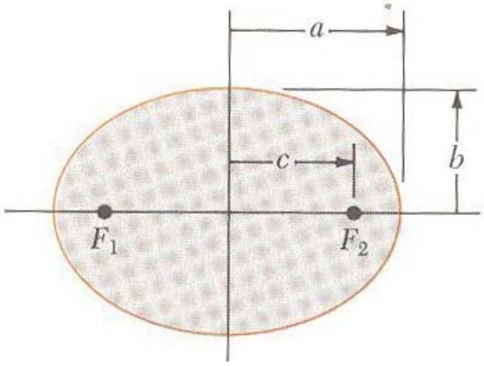
$$F_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} = \frac{1600kg \cdot \left(20 {}^{m}\!/_{sec^2}\right)^2}{190m} = 3368.42N$$

۳- ۷: د کپلر قوانین Kepler’s Laws

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

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

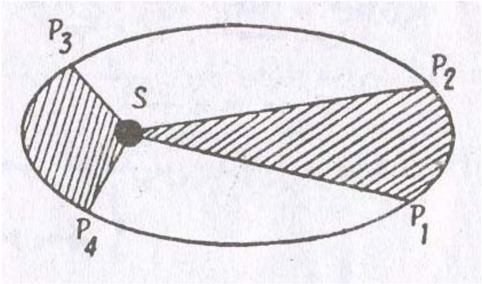
(c) ketabton.com: The Digital Library



(۳- ۶) شکل

دويم قانون يا د مساحتونو قانون:

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



(۳- ۷) شکل

دريم قانون يا د حرکت د دورانونو قانون:

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

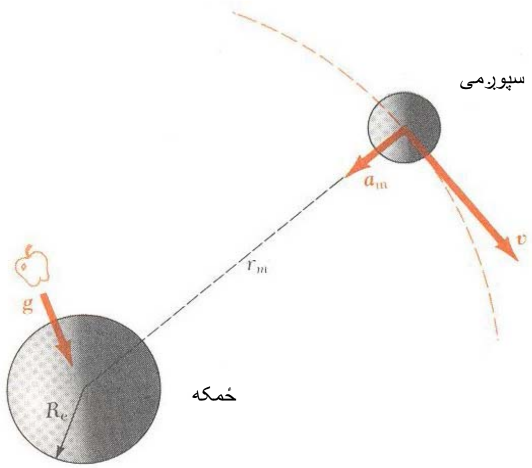
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad \text{(۳– ۱۱)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۳– ۸: د نيوتن د جاذبې قانون

په طبعيت کې ټول اجسام بلمقابل يو بل جذبوي، نيوتن کله چې د اسماني اجسامو حرکت او په ځمکنيو شرايطو کې د شيانو سقوط يا پر ځمکه رالويدل مطالعه کول خپل د جاذبې عمومي قانون يې فورمول بندي کړ. نيوتن دى پايلې ته ورسيد چې نه يواځې ځمکه منه او يا سپوږمۍ ځان ته راجذبوي، بلکې په نړۍ کې هر جسم بل جسم ځان خواته راکاږي د اجسامو دا تمايل چې د بل جسم خواته حرکت وکړي د جاذبې په نوم ياديږي.



د نيوتن د جاذبې قانون بيانوي چې:

د دوو جسمونو ترمنځ د جاذبې قوه په مستقيمه توګه د نومورو جسمونو د کتلو له حاصل ضرب او په معکوسه توګه د دوى د مرکزونو ترمنځ د فاصلې له مربع سره متناسبه ده، يعنى:

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

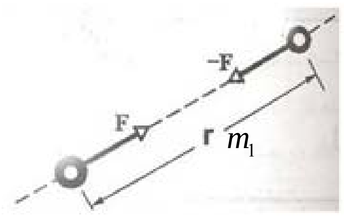
(c) ketabton.com: The Digital Library

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

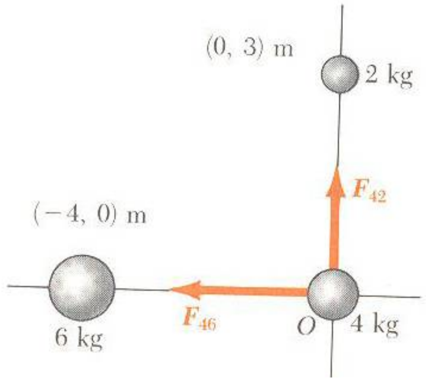
$$v_2 = \sqrt{2gR_E} = 11\,{}^{km}\!/_{sec} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(۳- ۱۵)}$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

حل:



(۳- ۱۰) شکل

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

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

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

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

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

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

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

د پایله ایزې قوې کچه مساوي ده په:

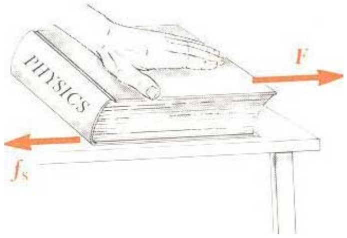
$$F_R = \sqrt{(-10,0)^2 + (5,93)^2} = 11,6.10^{-11}N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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



(۳- ۱۱) شکل

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

يو د بل په نسبت د هغو د اجزاوو د تغيير مکان په وخت کې تبارز کوي. هغه اصطکاک چې د دوو جسمونو د نسبي تغيير مکان له امله رامنځ ته کيږي د خارجي اصطکاک او هغه اصطکاک چې د يوه جسم د اجزاوو په منځ کې پيدا کيږي (لکه مايع او 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 لوري دي.

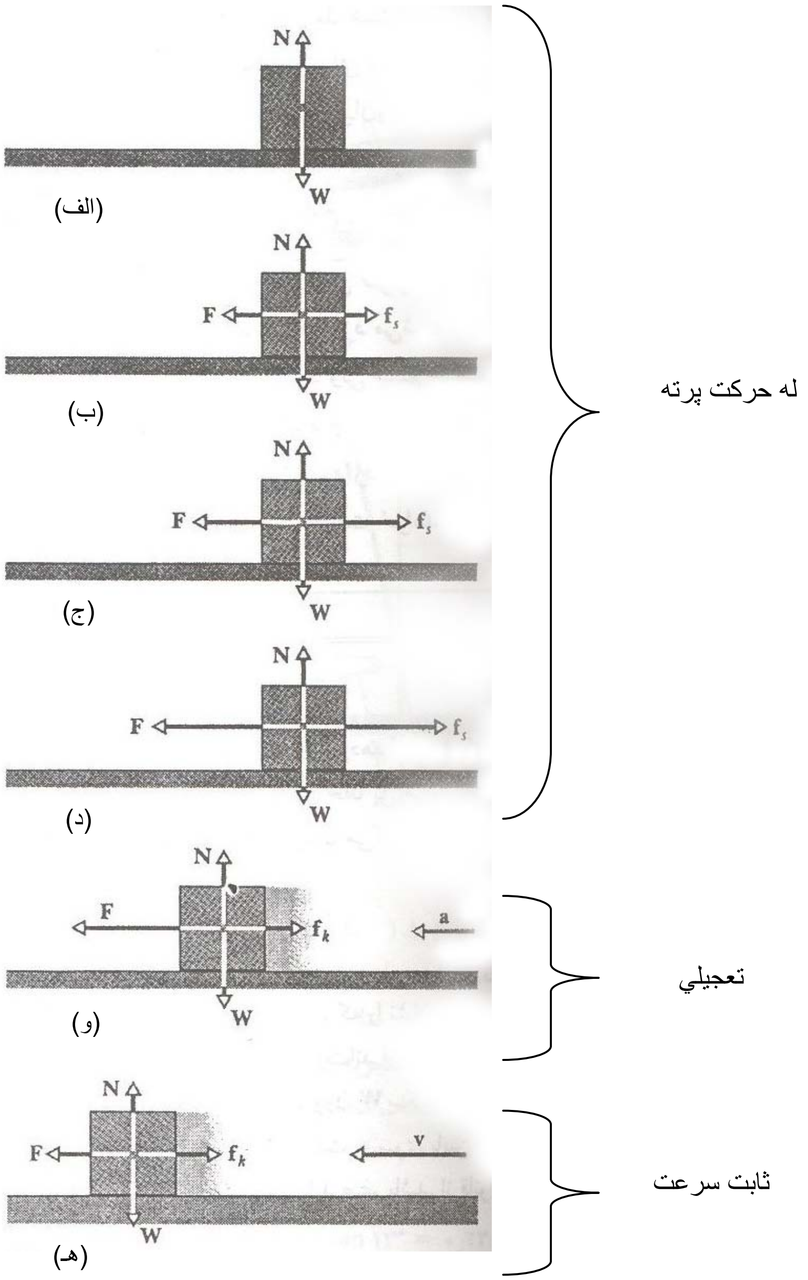
په (۳– ۱۲ ب) شکل کې د F قوه په جعبه واردوو او زيار باسو تر څو هغه کيڼې خواته کش کړو. په غبرګون کې د F_S د اصطکاک قوه را ظاهريږي چې جهت يې ښی خواته او په دقيقه توګه له هغې قوې سره مساوي ده چې په جعبه عمل کوي. د F_Sقوې ته د ستاتيکي اصطکاک قوه وايي.

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 ورروسته له دی د حرکت سره مخالفت کوي د ديناميکي يا حرکي اصطکاک قوې په نوم ياديږي.

د حرکي اصطکاک قوه د ستاتيکي اصطکاک له قوې نه کوچنۍ ده. که چيرې وغواړو چې جعبې ته په ثابت سرعت سره حرکت ورکړو د (۳– ۱۲ 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 دې چې د دوی په منځ کې د غوړو کوم قشر وجود ولري کله چې د F عامله قوه وغواړي چې جسم په حرکت راولي د اصطکاک قوه رامنځ ته کيږي چې لاندې ځانګړتياوې لري.

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

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

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

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

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

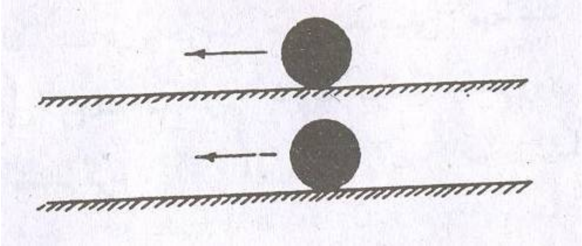
په پورتنۍ رابطه کې μ_k د حرکي اصطکاک ضريب دی. د (۳– ۱۶) او (۳– ۱۷) معادلې وکتوري معادلې نه دي، د f_s او f_k جهتونه هميشه د سطحې سره موازي او د حرکت په خلاف لوری دي او N په سطح باندې عمود ده.

د اصطکاک د قوو اصلي لامل د تماس لرونکو جسمونو د سطحو نا هموارې دي که څه هم دا نا هموارې په سترګو نه ليدل کيږي خو د اوپتيکي 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**

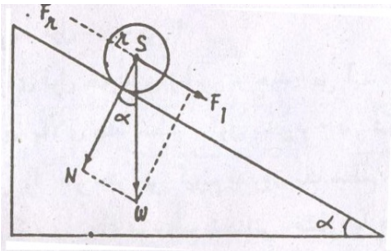
د رغړيدو په وخت کې اصطکاک هغه وخت رامنځ ته کيږي چې يو کروي يا استوانوي جسم د يوې سطحې په مخ ورغړي.د (۳– ۱۳) شکل سره سم يو کروي جسم په پام کې نيسو چې د افقي سطحې په مخ رغړي.

(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 ضایع کوي او له حرکت نه پاته کیږي، 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 رغړیدو د اصطکاک قوې په نوم یادیږي. د رغړیدو اصطکاک قوه د ستاتیکي او حرکي اصطکاک په پرتله ډیره کوچنۍ ده. (۳– ۱۴) شکل یوه استونه ښیي چې د یوې مایلې سطحې په مخ چې له افق سره د $\propto$ زاویه جوړه وي رغړې د نومورې استواني وزن د هغې د ثقل په مرکز s کې عمل کوي. که چیرې د رغړیدو اصطکاک نه وي، نو استوانه د مایلې سطحې په ډیر کم میلان سره ښکته خواته په رغړیدو پیل کوي.



(۳- ۱۴) شکل

خو د استواني او مایلې سطحې ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک له امله یوه نښلیدنه (چسپش) وجود لري، له دی کبله باید مایله سطحه د یوه ټاکلي میلان 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 يعنی $N = W\cos\alpha$ په دې حالت کې د استوانې د وزن دورانی مومنت د تماس د نقطې په شا او خوا عبارت دی له $W.r\sin\alpha$ 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:

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

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

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

$$F_r = W\sin\alpha$$

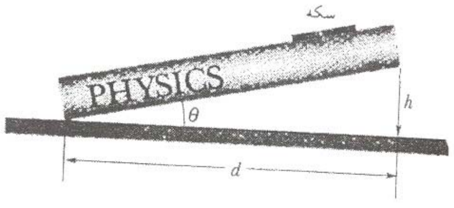
له بلې خوا له شکل نه لرو چې:

$$N = W\cos\alpha$$

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

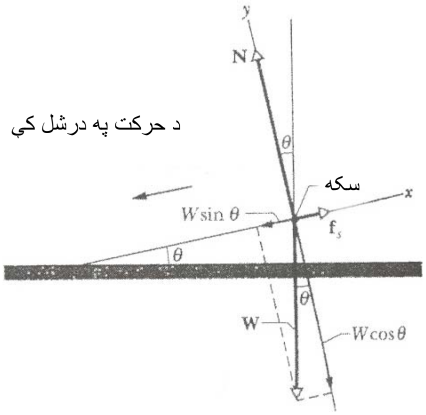
له (۳- ۱۹) رابطې نه معلوميږي چې د عين عمودي قوې N لپاره د رغړيدو د اصطکاک قوه د استواني د شعاع سره په معکوسه توګه متناسبه ده.

(۳- ۵) مثال: د (۳- ۱۵) شکل سره سم د کتاب په مخ چې له افقي سطحې سره د α 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 ګرافيکي انځور

حل: (۳- ۱۵ ب) شکل په سکې باندې عاملې قوې ښيي. 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.

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

ددی وکتوري معادلې افقي مرکبه عبارت ده له

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

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

د عمودي مرکبې لپاره لرو چې:

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

$$N = W \cos \propto \quad (۳- ۲۲)$$

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

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

$$\mu_s = tg\alpha = tg13^\circ = 0.23 \quad (۳- ۲۳)$$

(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.

$$W + N + f_s = ma \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۳– ۲۳)$$

$$N - W = 0$$

$$f = ma$$

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۳- ۱۲: د فصل لنډيز

- قوه يو وکتوري کميت دی او د دوو جسمونو ترمنځ د ميخانيکي متقابلې اغيزې د اندازه کولو کمي مقياس او معيار دی. کله چې 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.

$$\sum F = ma \quad \text{(۳- ۲۵)}$$

- 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:

$$W = mg \quad \text{(۳- ۲۶)}$$

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.

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

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

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

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

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

الف)که چيرې د قوو ترمنځ زاويه 60° وي د جسم تعجيل پيدا کړي؟

ب) که چيرې د قوو ترمنځ زاويه 90° وي په دی صورت کې به د جسم تعجيل څومره وي. ځوابونه: (الف: $6.082\,m/sec^2$، ب: $5.38\,m/sec^2$)

9. که چيرې د $1kg$ کتلې يو جسم د $2\,m/\sec^2$ تعجيل چې جهت يې د X محور له مثبت لوری سره 20° زاويه جوړه وي درلودونکې وي:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب) خالصه قوه د واحد وکتورونو له جنسه ولیکئ؟ ځوابونه (الف: $F_x = 1.879N$، $F_y = 0.684N$، 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 کړئ.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 $2m$ دې یوه جعبه قرار لري. که چیرې جعبه د سکون له حالت نه بښکته خواته په حرکت پیل وکړي پیدا کړئ:

الف) د جعبې تعجیل

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

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

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

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

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

13. د باسکیټ بال یو لوبغاړی چې کتله یې $79kg$ ده په میدان کې ښویږي او د $f = 470N$ اصطکاک قوې په واسطه یې حرکت بطي کیږي د ځمکې او لوبغاړې ترمنځ د حرکي اصطکاک ضریب پیدا 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 $0,37$ دې

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

الف) د اصطکاک د قوې کچه پيدا کړي

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

16. يو کوچنی بکس په يوې مايلې سطحې باندې چې د ميلان زاويه $\propto = 60^{\circ}$ ده قرار لري. د حرکي اصطکاک ضريب $0,20$ دی

الف) که چيرې جسم ښکته خواته وښويږي

ب) او که چيرې هغه پورته خواته وخيږي د بکس تعجيل څومره دی؟

ځوابونه ($6.52\,{}^{m}/_{\sec^2}$، $-6.52\,{}^{m}/_{sec^2}$)

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

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

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

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

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

21. د $450Lb$ وزن درلودونکې موټر سايکل سرعت د $6\sec$ په وخت کې له صفر څخه $55\,{}^{mi}/_{h}$ ته رسيږي

(c) ketabton.com: The Digital Library

الف) د موټر سایکل ثابت تعجیل څومره دی

ب) د نوموړي تعجیل د رامنځ ته کونکي 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 کړي 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

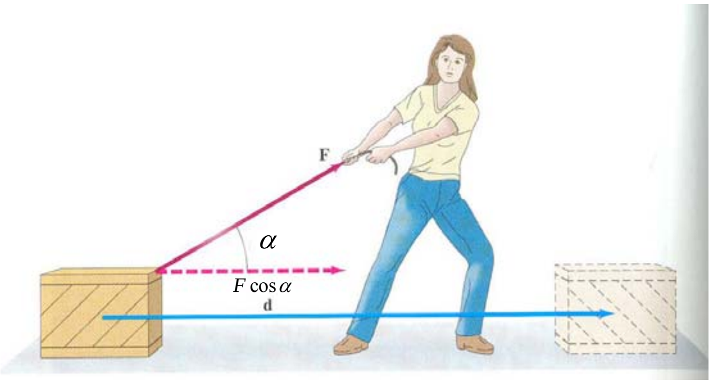
کار، انرژي او مومنتم

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

۴- ۱: کار Work

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

که چیرې پر یو جسم قوه عمل وکړي، او نوموړی جسم ته په یوه فاصله تغییر مکان ورکړي، نو ویل کیږي چه کار انجام شویدی په فزیک کې د کار ډولونه خورا ډیر دي، میخانیکي کار، برقي کار، ترمودینامیکي کار او داسې نور اما دلته یوازې د موضوع په اړوند میخانیکي کار څیړو. د موضوع د وضاحت په ارتباط یو جسم چه کتله يې m ده په نظر کې نیسو. دغه جسم د $\overline{F}$، قوی په ذریعه چه د جسم د تغییر مکان سره د $\propto$ زاویه جوړوي رابنکل کیږي.



(۴- ۱) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د تعریف په لحاظ کار چه په W سره ښودل کیږي د عاملي قوې او جسم د تغییر مکان د حاصل ضرب څخه لاسته راځي. یعنی

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

د پورتنی رابطې څخه ښکاریږي چه د جسم تغییر مکان یعنی d د قوی د مرتسم څخه د جسم د خوځیدو په استقامت عبارت دی یعنی $d = \ell \cdot \cos \propto$.

پورتنی رابطې ښیي چه د کار د اجرا کیدو کمیت د $\cos \propto$ پورې اړوند دی.

الف) که چیرې عامله قوه او د جسم تغیر 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 $\propto$ زاویې په لویدو سره اجرا شوې کار کمیږي دا ځکه چه د $\propto = \frac{\pi}{2}$ قیمت سره اجرا شوې کار یعنی $W = 0$ دي. دا په دی مانا نه دی چې ګوندی عامله قوه وجود نلري، عامله قوه خامخا شته خو تغییر مکان صورت نه نیسي، نو دا علت دی چه $W = 0$ کیږي. د کار د اندازه کیدو واحد ته $Joul$ ژول وائي. ژول هغه مقدار کار ته ویل کیږي چه یو نیوټن قوه یو جسم ته چه یو کیلوګرام کتله لري د یو متر په اندازه تغییر مکان ورکړي.

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

erg د ژول د اجزاو څخه دي.

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

اوس غواړو د فنر پوسیله اجرا شوی کار وڅیړو.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$F \sim \Delta\ell$$

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

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

$$dw = F \cdot dx$$

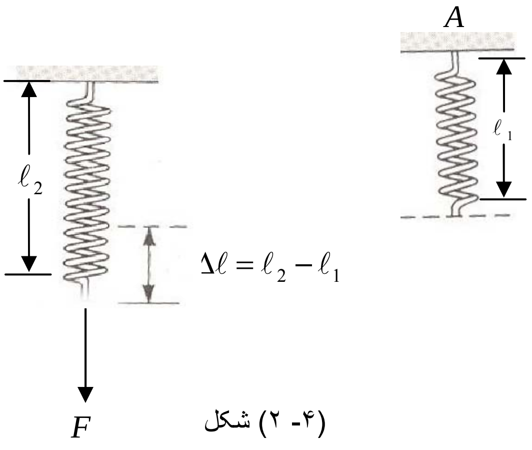
په پورتینی رابطه کې $F = -kx$ دی، منفي علامه د قوي او فنر د راکش کیدو یا تغییر مکان مخالف جهتونه ښیي. د پورتني رابطې څخه لیکلې شو چې:

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

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

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

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 ىی ځايه کيږي تر سره شوی کار پيدا کړئ؟

حل: له (۴– ۱) رابطې څخه لرو چې:

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

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

4– 2: انرژي Energy

انرژي د کار هغه قابليت ته ويل کيږي چه د کار د اجرا کيدو د مخه په يو جسم او يا سيستم کې موجود وي. کله چه په يوه ټاکلي 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 کې په څرخ ولګيږي، نو څرخ نه تاويږي او په نتيجه کې د ژرندې پلوونه نشی ګرځولی، خو کله چه همدا اوبه په ناوه کې حرکت وکړي، نو پدې صورت کې همدغه اوبه څرخ او په نتيجه کې د ژرندې پلونه ګرځولې شي. ولاړو اوبوکې مخکې له حرکت څخه د کار قابليت موجود ؤ. د انرژی ډولونه خورا زيات دی لکه ميخانيکي انرژي، هستوي انرژي، برښنايي انرژی، لمريزه انرژي او داسې نور. په عمومي توګه انرژي پر دوه برخو ويشل کيږي:

الف. مروجه يا معمول انرژي

ب. نوې او د نوې کيدو وړ انرژي

د 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. خلاصيدوونکي 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 ترې 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.

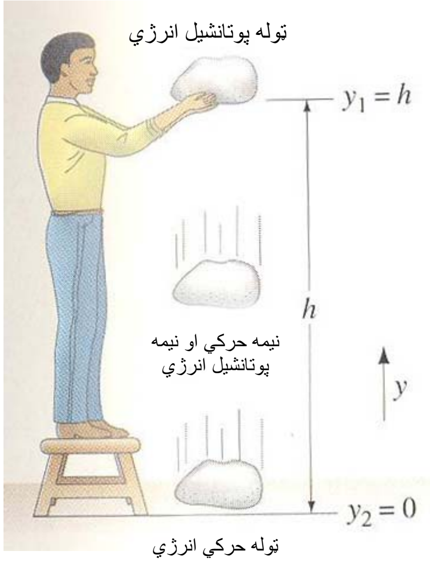
يو جسم د ځمکې په سطحه باندې په نظر کې نيسو په دغه جسم يو کار اجرا کوو او جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع باندې پورته کوو په نوموړې ارتفاع کې دغه اجرا شوې کار زيرمه کيږي که د جسم وزن $p = mg$ وي چې هميشه د ځمکې د سطحې خواته متوجه دی د هغه په وړاندې اجرا شوې کار عبارت دی له $W = p \cdot h = mgh$

او يا هم

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

ويلی شو چه که چيرې د نوموړې 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، ویل کیږي چه حرکي انرژي لري، تر هغه وخته پورې چه جسم ودریږي.

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

$$W_p = mg \cdot h$$

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

که دا قیمت په پاسنۍ رابطه کې وضع کړو

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

یعني اجرا شوی کار چه د E_p ذخیروي انرژي لامل ګرځیدلې کټ مټ په حرکي انرژي اوښتي یا په بل عبارت د ثقل د قوې په مقابل کې کار د h په لوړوالې کې په جسم کې زیرمه شوې ؤ . چه درالویدو وروسته کټ مټ په حرکي انرژي واوښت.

د انرژي د اندازه کیدو واحدونه:

څرنګه چې انرژي د کار د اجرا قابلیت ته ویل کیږي، 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 کیږي.

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

همدا رنګه

$$1N = 10^5 dyne$$

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

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

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

$$1Joul = 10^7 erg$$

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

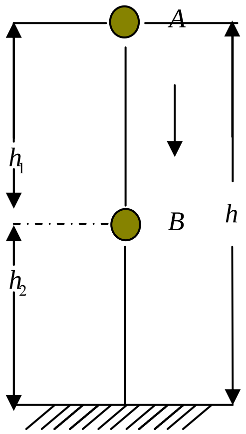
انرژي د یو شکل څخه په بل بانديې اوړي یعنې انرژي خپل شکل بدلوي، نه دا چه له منځه ځي په یو معین موقعیت کې د انرژي کمیت ثابت پاته کیږي. او که چیرې یو ډول انرژي په بل ډول واوړی، نو حتماً بل ډول انرژي زیاتیږي چه په نتیجه کې د دواړو حاصل جمع د لمړی ځل په پرتله سره مساوي دی. یعنی ثابت پاتی کیږي.

دلته وړاندی ذکر شوې مثالونه یو ځل بیا راوړو د h په لوړ والي کې پوتانشیال انرژي $E_p = mg \cdot h$ ده

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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



(۴-۴) شکل

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

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

یعنی د B په موقعیت کې مجموعي انرژي

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

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

$$E_B=mgh_2+mgh_1$$

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

د شکل مطابق $h_2+h_1=h$ دي

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

که چيرې د (۴– ٦) او (۴– ۷) رابطې سره پرتله کړو ګورو چه د A او B په موقعيتونو کې د ذخيروي او حرکي انرژي حاصل جمع ثابت پاتې کيږي، په داسې حال کې چه د A په موقعيت کې $E_k = 0$ دي. لدغه ځايه نتيجه اخلو، چه د جسم په هر موقعيت کې:

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

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

الف) د هغه حرکي انرژي پيدا کړې؟

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

حل: د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

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

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

۴– ٦: مومنتم او ضربه:

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

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

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

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

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

د پورتنۍ رابطې څخه ليکلې شو چې:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

$m\cdot\Delta v$ ته مومنتم او یا د جسم د حرکت اندازه او $F\cdot\Delta t$ ته ضربه ویل کیږي. $F\cdot\Delta t$ د F قوې عمل د Δt په یوه کوچنۍ لحظه کې دي، چه د m کتلې د حرکت سرعت د v_0 څخه v ته رسوي. همدارنګه کولاې شو د مومنتم د تغییر له نقطه نظره پورتنۍ رابطې په لاندینۍ شکل سره ولیکو:

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

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 یعنی:

$$p-p_0=\Delta p$$

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

نو لیکلې شو چه

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

او یا هم

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

$$F=\frac{dp}{dt}\;..................................(۴- ۱۰)$$

ددغې رابطې څخه یو ځل بیا داسې ښکاري، چه قوه د مومنتم د تغییر څخه عبارت دي. لکه د قوې غوندې مومنتم هم یو وکتوري کمیت دي باید پټه پاتې نه وي چه د میخانیک فزیک کتلوي مودل د یوې مادې نقطې څخه عبارت دي. اما د اجسامو د میخانیکي خصوصیاتو 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 نیول کیږي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۴– ۷: طاقت :Power

د ډیرو پخوا زمانو څخه د انسانانو او حیواناتو د کارکولو اندازه د اهمیت وړ ده. په ننۍ نړۍ کې د ماشین آلاتو د کار د اجرا کیدو اندازه د وخت په اړوند ډیره مهمه ده. ننۍ نړیوال اقتصاد ټول په همدغه حقیقت کې نغښتي دي. طاقت د اجرا شوې کار او د هغه وخت د نسبت څخه لاسته راځي چه نومورې 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:

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

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 کړې؟

حل:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۴– ۸: د فصل لنډيز

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

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

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

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

$$W = -\frac{1}{2}kx^2 \quad (۴-۱۴)$$

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

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

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

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

$$p = \frac{w}{t} \quad (۴-۱۶)$$

- د انرژي د تحفظ قانون په لاندې ډول دي:

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

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

$$P = mv \quad (۴-۱۸)$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د څلورم فصل تمرین

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب) د تأجیل په وخت کې طی کړل شوې واټن

ج) په جسم باندې د واردې قوې په مرسته اجرا شوې کار؟

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

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

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

ځواب: ($0.14m$)

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

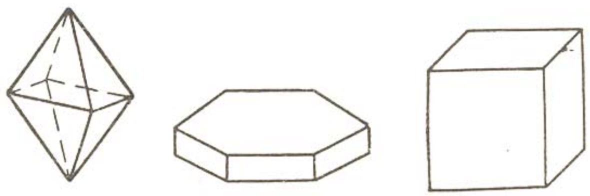
پنځم فصل

کلک (جامد) اجسام Solids

سریزه: ماده په طبعیت کې په درې ډوله جامد، مایع او ګاز وجود لري او له یوه حالت نه په بل حالت اوړي. د تودوخې د زیاتوالي په پایله کې جامد په مایع او مایع په ګاز اوړي.
ماده په جامد حالت کې د ټاکلي حجم او ټاکلي شکل درلودونکې ده. ددی لپاره چې د یوه جامد جسم حجم او شکل بدل کړو زیاتو قووته اړتیا شته دی، یعنی جامد اجسام د حجم او شکل د بدلون په وړاندې له ځانه زیات مقاومت ښیې.
ماده په مایع حالت کې ټاکلي حجم لري خو شکل یې بدلون کوي او په هر 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 ښیې، خو د شکل د بدلون په وړاندې له ځانه هیڅ ډول مقاومت نه ښیې.
ماده د ګاز په حالت کې نه ټاکلي حجم لري او نه هم ټاکلي شکل او د خپل حجم او شکل د بدلون په وړاندې هیڅ ډول مقاومت له ځانه، نه ښیې. نو ځکه ګاز په 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 نبنه او مشخصه د هغه منظم هندسي شکل دي (۵– ۱) شکل.



(الف) (ب) (ج)

(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 ویل کیږي چې ټولې ذرې یې په یوه عمومي فضایي شبکه کې ځای په ځای کیږي. فضایي شبکه هغه شبکه ده چې په کرستالي جسم کې ذرې (مالیکولونه، اتومونه او ایونونه) د یو بل په نسبت په دقیق او منظم تناظر کې واقع وي.

پولي کرستال هغه جسم ته ویل کیږي چې له زیات شمیر کوچنیو مونوکرستالونو نه چې یو د بل په نسبت په نامنظم ډول واقع دي جوړ شوې دی. له دی کبله پولي کرستالونه ایزوتروپ دی، یعنی په ټولو جهتونو کې یو شان فزیکي خواص لري. په پولي کرستالونو کې نامتجانستوب (انیزوتروپ والی) یوازې د مونوکرستال په حدود وکې وجود لري. د معاصر فزیک له نظره جامد اجسام یوازې کرستالي اجسام یا کرستالونه دي. د مایعاتو ذرې (مالیکولونه) په نا منظم او نا مرتب ډول سره یو ځای شوې له دی کبله مایعات ایزوتروپ دي.

۵– ۱: ارتجاعي قوه Elastic Force

مخکې مو ولوستل چې قوه کولی شي یوه جسم ته تغییر د شکل ورکړي او یا د هغه جوړونکي ذرې یو د بل په نسبت بی ځایه کړي. په دی صورت کې (د نیوتن د دریم قانون سره سم) د تغییر موندونکي جسم په داخل کې د تغییر راوړونکي قوې په مقابل کې قوه را پیدا کیږي چې کچه یې د تغییر راوړونکي قوې سره مساوي ده دا قوه د ارتجاعي قوې په نوم یادیږي. د بیلګې په توګه هغه وزنه چې د یوه فنر په سر کې ځوړند او هغه کش کوي د فنر ارتجاعي قوې تر اغیزې لاندې راځي. ارتجاعي قوې د یوه جسم د ذرو (مالیکولونو او اتومونو) د خپل منځینی اغیزو نه سر چینه اخلي او په اخري تحلیل کې برښنایي طبعیت لري.

څو ډوله د اجسامو تغییر شکل وجود لري لکه: یو طرفه انبساط، یو طرفه تراکم یا انقباض، څوطرفه یا حجمي انقباض، تاو انحنا یا کږیدل او نور. تجربه ښیي چې د F ارتجاعي قوه چې د هر ډول کم تغییر شکل په صورت کې رامنځ ته کیږي د تغییر شکل له قیمت (Δx) سره متناسبه ده یعنی:

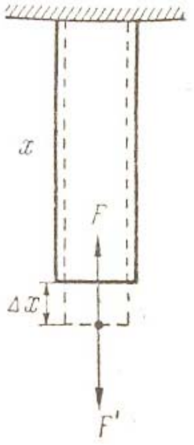
$$F = -k \cdot \Delta x \quad (۵– ۱)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

په پورتنۍ رابطه کې k د تناسب ضريب دي. (۵– ۱) رابطه د هوک د قانون په نوم يادېږي. د منفي علامه د ارتجاعي قوې او تغيير مکان د مختلفو جهتونو څرګندويه ده.

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

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



(۵- ۲) شکل

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

له دی ځایه:

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

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

د (۵- ۲) له رابطې نه لرو چې:

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

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

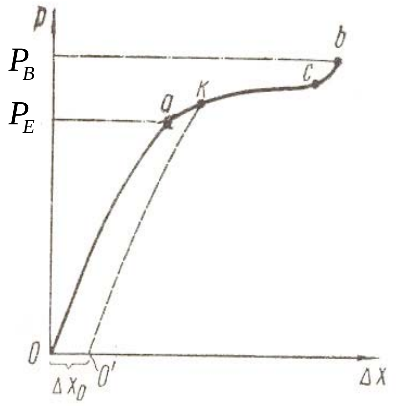
۵- ۲: د جامد جسم د شکل بدلون (تغییر شکل) Deformation

مخکې مو د جامد جسم تغییر شکل په لنډ ډول مطالعه کړ اوس د جامد جسم او کرستالونو د جوړښت په پام کې نیولو سره د هغه تغییر شکل په ژوره توګه او هر اړخیز ډول مطالعه او بررسي کوو. د جسم تغییر شکل د یوه ګراف په واسطه رسموو. د بیلګې په توګه د یوې میلې د یو طرفه انبساط تغییر شکل په پام کې نیسو. په افقي محور د میلې تغییر مکان (د طول زیاتوالي) 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 تقریباً د فشار سره متناسب دي. (د هوک قانون) د تغییر شکل دا ساحه د ارتجاعي تغییر شکل په نوم یادیږي. 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 ارتجاعیت د حد په نوم یادیږي.

د فشار د نور زیاتوالي په صورت کې په اصطلاح پلاستیکي ارتجاعیت پیل کیږي چې په ګراف کې د ab له منحنی سره مطابقت لري. د فشار د ډیر زیاتوالي په صورت کې د میلې زیات انبساط رامنځ ته کیږي چې د جسم په کریدو یا ماتیدو منجر کیږئ دا فشار په ګراف کې د b له نقطې سره مطابقت لري. د جسم د ماتیدونه مخکې یو بل حالت شته دی چې په هغه کې د انبساط په مقابل کې د جسم مقاومت دوارې یو څه زیاتیږي په ګراف کې د (cb) قطعه، د جسم د ماتیدو فشار P_B د استحکام یا ثبات د حد په نوم یادیږي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

د يادولو وړ ده چې د ارتجاعي تغيير شكل 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 بنايي 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 منحنۍ 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:

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

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 $(10^{-6} - 10^{-5})\, grad^{-1}$ په شا او خوا کې ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د خطي انبساط په پايله کې د جسم حجم زياتيږي. د حجمي انبساط د مطالعې لپاره يو مکعب ډوله جسم چې هره ضلع يې د t_0 په تودوخه کې ℓ_0 ده په پام کې نيسو. د نوموړي جسم حجم مساوي دي په $v_0 = \ell_0^3$ د t تر تودوخې پورې د مکعب له ګرموالي نه وروسته د هغه هره وجهه مساوي کيږي په $\ell_0 (1+ \propto t)$ او د هغه حجم مساوي دی په:

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

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

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

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

$$V = V_0 (1+ \beta t) \text{.............................(۵- ۸)}$$

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

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

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

(۵- ٦)، (۵- ۸) او (۵- ۹) رابطې د مايع اجسامو يا مايعاتو لپاره هم 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 (۵- ۱) جدول کې د ځينو جامدو اجسامو د خطي انبساط د ضريب $\propto$ قيمتونه د کوټې په تودوخه کې ورکړل شوې دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۵– ۱) جدول د خطي انبساط څو ضریبونه

جسم	$\propto \left(10^{-6} grad^{-1}\right)$	جسم	$\propto \left(10^{-6} grad^{-1}\right)$
یخ یا کنګل په $0C^{\circ}$ 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 ورتیا یا ارتجاعیت لري په دی مانا چې د کشولو، فشار ورکولو، تاوولو او متراکم کولو په واسطه کولې شو د هغو ابعادوته تریوې اندازې بدلون ورکړو. ددی لپاره چې د ابعادو ددی بدلونو نو په هکله څه ویوهیږو 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، یعنی خپل لومړنۍ 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

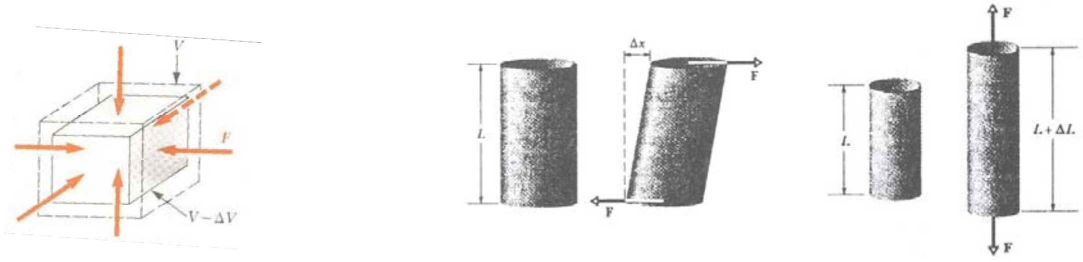
شکل کړي دي. په (۵– ۴ ج) شکل کې يو جامد جسم (مکعب) په مايع کې قرار لري او له هرې خوا د مايع د فشار قوه په هغه باندې عمل کوي. کوم شی چې په دی درې ډوله تغيير شکل کې ونډه لري او يا شريک دي هغه تنش (Streen) يا د تغيير شکل عامله قوه په واحده سطحه دي چې کشش (Strain) يا واحد تغيير شکل $\frac{\Delta L}{L}$ رامنځ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

تنش _ 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، يعنې:

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

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

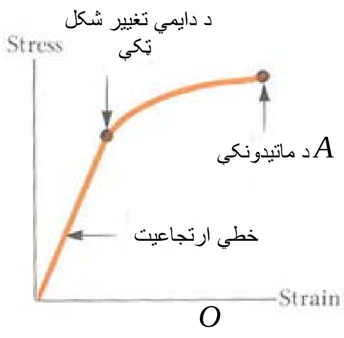
(۵– ۴ الف) شکل کششي تنش، (۵– ۴ ب) شکل برشي تنش او (۵– ۴ ج) شکل هايدروليکي تنش دي. د (۵– ۴) شکل پورته درې واړه حالتونه د (Stress) فشار

(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، يعنی:

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

(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، يعنی د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې فشار د کشش سره متناسب دي. په دی توټه خط يعنی 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 لیدل کیږي په سطحه باندې عموده ده. له دی کبله کشش یا واحد تغییر شکل له واحد پرته د $\frac{\Delta L}{L}$ یو کمیت دی. که چیرې یوه اوږده میله په پام کې ونیسو او فشار په (۵– ٦) شکل کې د A له نقطې نه تیرې ونکړې هغه وخت که چیرې فشار اعمال شي نه یوازې ټوله میله، بلکې د میلې هره برخه یو شان کشش زغمئ، څرنګه چې کشش واحد نه لري په (۵– ۱۱) رابطه کې د ارتجاعیت مودل د فشار په شان واحد لري، یعنی قوه پر سطحه.

د (۵– ۱۲) معادله په لاندې ډول لیکلې شو چې:

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

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

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

ماده	کثافت ρ (kg/m^3)	د یانګ مودل E ($10^9 N/m^2$)
پولاد	7860	200
المونیم	2710	70
شیشه	2190	65
کانکریت	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.

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

په (۵– ۱۳) رابطه کې G د بیاتی کیدو یا برش مودل(Shear Modulus) دي.

بیاتي کونکي 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.

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

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 منځنۍ 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 لومړنی طول نه اوږدیږي. ددې 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 واردېږي 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 پورتنۍ رابطه کې $\frac{\Delta L}{L}$ د جسم *Strain*، F وارده قوه چې د جسم د *Strain* لامل ګرځي، A مقطع چې د (۵– ۴) شکل سره سم د F قوه په هغې عمود واردېږئ او E د جسم دیانګ مودولس دي. *Stress* مساوي دي په $\frac{F}{A}$.

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

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

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

- کله چې يو جسم د هغه *Stress* له امله چې يوه سيال احاطه کړې دی د هايدروليکي تراکم لاندې راشي (۵– ۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د پنځم فصل سوالونه

1. د $5KN$ يو بار د يوې ميلې په يوه سر پورې چې قطر يې $28mm$ دي ځړيږي په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) پيدا کړي؟ ځواب: ($8,1MP_a$)
2. په کوم حالت کې يوه تاکلي 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 اوږدوالي يې $5,4m$ دي د يوه وزن د اغيزې لاندې $2,7mm$ اوږد شو. د سيم نسبي اوږدوالي پيدا کړي؟ ځواب ($5,0\cdot10^{-4}$)
4. د يوې ميلې مطلق او نسبي د طول زياتوالي يا اوږديدنه په ترتيب $1mm$ او $0,1\%$ دي. د ميلې طول له تغيير شکل نه مخکې څومره وه؟ ځواب ($1m$)
5. د يوې پولادی ميلې پورتنۍ سرمحکم او په کښتنۍ سر کې يې د $20KN$ وزن ځړيږي. د ميلې طول $5m$او د مقطع مساحت يې $4cm^2$ دي. په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) او د هغې مطلق او نسبي اوږديدنه پيدا کړي که چيرې د ميلې د موادو د ارتجاعيت مودل $20\cdot10^{10}\,Pa$ وي؟

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

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

ځوابونه: (الف $6.27mm$ ، ب $0,60mm$)

7. د لرګی ستې (کنده) چې لوړوالي يې $3m$ او پنډوالي يا د مقطع مساحت يې $300cm^2$ دي که چيرې د ارتجاعيت ضريب $10\cdot10^3\,MPa$ وي د $500KN$ قوې تر اغيزې لاندې د کندې مطلق تراکم پيدا 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 سيالو اجسامو ميخانيک

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

الف) اوبلن اجسام، هغه اجساموته ويل کيږي چه د ماليکولو ترمينځ فاصله ئی نظر جامدو اجسامونه زياته او نسبت غازونوته کمه وي. د اوبلنو اجسامو ماليکولونه د جامدو اجسامو پرخلاف ازادانه حرکت کولای شي. په هر ظرف کي چه و اچول شي دهم هغه ظرف شکل نيسي ځرنگه چه مايع اجسام خورا زيات دي، نو د کثافت په وسيله د يوبل ځيني پخپلو فزيکي خواصو کي توپير کيږی .

ب) غازونه هغه اجساموته ويل کيږي، چې د ماليکولو ترمنيځ فاصله ئي نسبت مايعاتو ته خورا زياته ده. د غازونو ماليکولونه په فضا کي ازادانه حرکت کولای شي. د غازونو ماليکولونه په يو جسم کي ټوله فضا نيسي غازونه هم ډول ډول فزيکی خاصيتونه لري. چه د هغي په ذريعه د يو بل ځخه جلا کيږي.

غازونه او مايعات « سيالونه» په ډيرو کمو حالاتو کي د يوبل ځخه توپير لري.

د غازونو او مايعاتو حالتونه، د تودوخي درجي، حجم، فشار، سطحي کشش، لزوجيت، کثافت او داسي نورو فزيکي خصوصياتو پورې اړوند دي. د ميخانک له نقطه نظره، ټول سيال اجسام، په کينماتيکی، ديناميکی او ستاتيکی پديدوکي څېړل کيږي.

٦– ١: د سيالو اجسامو ستاتيکي حالت Fluid Statics

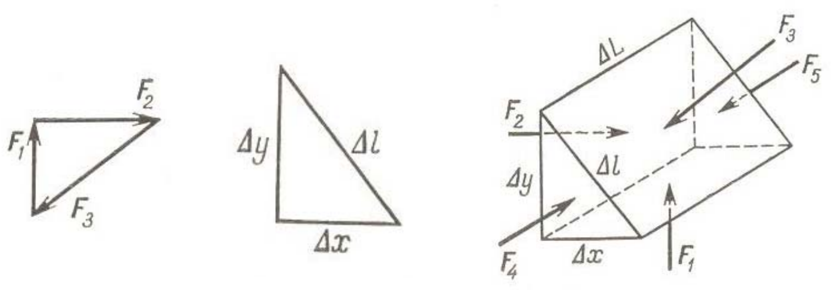
که جهان ته په ژوره توگه و گورو، نو مطلق خلا په طبيعي حالت کي موجود کيداي نشي، نو ټول اجسام، په سيالو محيطوکي غوټې وهي په دي اړوند په علمي او معمولي ژوندکي د سيالو فزيکي آغيزي د پام وړدي.

په سيال کي غوپه شوي هر جسم باندي د سيال جانبي آغيزي ځرگندي دي . که چيري داسي يو جسم په پام کي ونيسو چه په ميخانکي سيال کي غوپه شوي وي که سيال د بهيدو

(c) ketabton.com: The Digital Library

په حالت کي نه وي، نو د غوپه شوي 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 داخلي قوي موجودی نه وی، په داسی حالت کي جسم په سيال کي د تعادل حالت اختيار وي. مونږ دغه موضوع په سيال کي غو په شوي يو جسم باندي د شکل مطابق څيړو.

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



(ب) (الف)

(۶- ۱) شکل

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

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

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

همدار نگه 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 چیري دا قیمتونه په پورتني معادله کي وضع کړو. په پایلي 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 لیکلې شو چې:

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

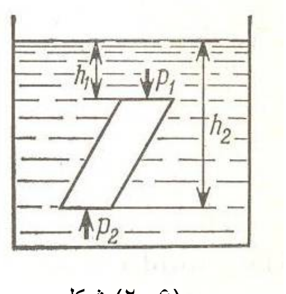
وروستي رابطه د پاسکال قانون بیانوي او هغه دادي. په ولاړ او متعادل سیال کي د واقع جسم په ټولو سطحو باندې یو شان او مساوی فشار عمل کوي.

٦- ٢: د سیال فشار Fluid Pressure

پورتنی مثال په جسم باندې د ثقل د قوې په نشتوالي (غیاب) کې د سیال فشار ښیي. اوس د (٦- ٢) شکل سره سم د ثقل د قوې په شتون کې په سیال کې په غوپه شوې جسم باندې وارد فشار ترڅېرني لاندې نیسو. په دې حالت کې په جسم باندې محصله فشار عبارت دی له:

پورتني مثال په سیال باندې د ثقل د قوي په نشتو الي (غیاب) کي په پام کي نیول شویدي.

$$P_2 - P_1$$



(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 ځمکې ثقل تعجيل او p د ثقل قوي لاندې د جسم وزن دې.

که دغه قيمتونه د فشار په رابطه کې وضع کړو:

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

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

A مساحت او P فشار دې:

څرنګه چې $v = A.h$ دې 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 ليکلې شو.

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

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

د اتموسفير فشار د p_1 په عوض موجود دې او هغه ته p_0 وايو. نو په دې حالت کې که $p_2 = p$ فرض کړو. نو ليکلې شو چې $p - p_0 = \rho gh$ طبعي خبره ده چه $\rho gh_2 = \rho gh_1$ کيږي.

$$p - p_0 = \rho gh$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

وروستی رابطه د پاسکال د فورمول تطبيق په يوه نقطه کې ښيي. که چيرې نوموړې رابطه په نورو ټکو باندې تطبيق کړو، نوعين نتيجه ترې لاسته راځې هغه فشار چه د سيال په عمق کې عمل کوي هايدروستاتيکی فشار بلل کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

هايدروستاتيکي فشار هغه وخت په پام کي نيول کيږي، چه نومورړي فشار د ظرف او يا سيال په ژوروالي او جدارونو باندي د محاسبي لاندي نيول کيږي. په دي حالت کي د U ډوله. ظرف په استعماليدو سره د سيال د تعادل د حالت ښخه ګټه پورته کيږي.

په لاندي کښبي دغه موضوع په يو U ډوله ظرف کي د مثال په توګه د مطالعي لاندي نيسو.

مثال :

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

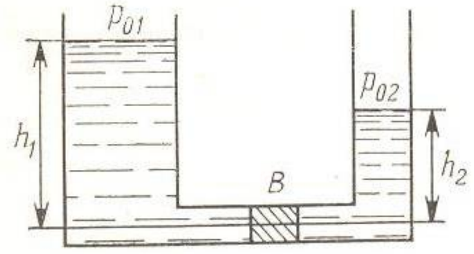
$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2$$

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

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

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

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



(۶- ۳) شکل

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

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

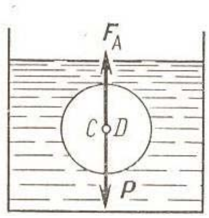
(c) ketabton.com: The Digital Library

٦– ٣: د ارشميدس قانون Archimedes Law

روايت دي چې په پخوانۍ يونان کې، يو پاچا د خالصو سرو زرو څخه د ځان لپاره د زرگر په وسيله يو ښکلي تاج جوړ کړ، کله چه تاج حاضر کړاي شو، پاچا ته شک پيدا شو چه گوندي د تاج طلا خالصه نده، غوښتل ئي چه موضوع معلومه کړي، عالمان او بزرگان ئي راو غوښتل او ورته وي ويل، تاسي څنگه کولاي شي چه ځمادي شک ته صحيح او باوري ځواب ووایاست، عالمان په فکر کي ډوب شول يو ددغه عالمانو څخه ارشميدس Archimedes وه شپه او ورځ ئي فکر کولو. ترڅو يوه ورځ حمام ته ولاړ کله ئي چه د اوبو څخه ډک جام د اوبو له منځه راوکيش نو احساس يي کړه چې د اوبو ډک جام د اوبو په منيځ کې نظرو باندي حالت ته سپک دي. په حمام کي چيغي کړي و مي موند د پاچا ځواب مي وموند. کورته راغي او يو څو تکراري تجربي ئي وکړي. او په دي بريالي 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 ځايه بي ځاي کوي. او ددغه اوبو وزن چه د جسم هم حجمه دي. په اوبوکي د غو په شوي جسم وزن نظرو عادي حالت ته د اوبو څخه د باندي سپک ښيي.

ارشميدس د نوموړي تاج او خالصو طلاو د تاج برابر بي ځاي شوي او به سره پرتله کړي او دي نتيجي ته ورسيد، چه په دي طريقي کيداي شي د نومړي پاچا شک لري کړي.

د بلي خوا څخه کله چه په اوبوکي غو په شوي جسم د اوبو څخه راويستل شی، نو په لوښي باندي د ښکته خوا څخه د جسم د ثقل قوي يعني وزن مخالف د اوبو لخوا قوه عمل کوي، چه د نومړي جسم وزن د بيځايه شو اوبو د وزن معادل دي. دی قوي ته د ارشميدس قوه وايي د شکل مطابق د ارشميدس F_A قوه د لاندیني رابطي په ذريعه محاسبه کيږي:



(۶- ۴) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

په دغه درې وارو حالاتو کي د سيال کثافت ډير مهم دي، داځکه چه د ارشميدس قوه د سيال د کثافت سره په مستقيمه توگه 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 انطبول 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 $\dfrac{kg}{m^3}$ څخني عبارت دي. د کثافت موضوع په تخنيک کې ډيره با ارزښته ده. همدارنگه 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. همدارنکه اوبلن مواد هم د کثافت د اندازه کولو خپل ځانګړې میتودونه لري، چه په مخکنیو درسونو کې څیړل شویدي. همدار نګه ګازونه د خپلو فزيکي خصوصياتو په نظر کي نيولو سره د کثافت د معلومولو ځانګړي خصوصيت لري.

٦– ۱مثال: د غوړيو کثافت $0/91\ gr/cm^3$ دي، د دي غوړيو د 2/5 ليترو کتله پيدا کړي؟

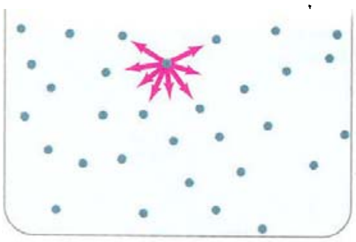
حل: پوهيږ وچي $1L = 1000cm^3$ دي،نوځکه لروچې

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

٦– ۵: سطحي کشش Surface Tension

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

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



(۶- ۵) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

پورته کږوتر هغه وخته پوري چه د مایع سره د کاغذ ارتباطونه شليږي، په دي حالت کي د سيال د سطحي د ماليکولونو لخوا په کاغذ باندي قوه وارديږي، چه د سيال د سطحي کشش د قوي په نامه ياديږي. د يو سيال سطحي کشش د لاندیني فورمول په ذريعه لاسته راځي. $\gamma = \frac{F}{d}$

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

(٦– ١) جدول د سطحي کشش ضريبونه

هغه سيال چه د هوا سره په تماس کي دي	د تودوخي درجه د سانتي ګراد په درجي	سطحي کشش په dyne / cm باندي
بنزين	20	28.9
کاربن تترا کلوراید	20	26.8
اتيانول	20	22.3
ګليسيرين	20	63.1
پاره	20	456.0
د زيتون غوړي	20	32.0
د صابون اوبه	20	25.0
اوبه	0	75.6
اوبه	20	72.8
اوبه	60	66.2
اوبه	100	58.9
اکسيجن	−193	15.7
نيون	−247	5.15
هليوم	−269	0.12

(c) ketabton.com: The Digital Library

د عادي سیال لپاره لکه اوبه د تودوخي د درجي په کمیدو سره سطحي کشش زیاتیږي. معمولاً د تودوخي درجه د یو جسم د مالیکولونو د حرکت پوري تړاولري . هر څومره چه د تودوخي درجه زیاتیږي په هم هغه اندازه د جسم یا سیال مالیکولونه تیزه منډه وهي. په دي صورت کي د مالیکولونو ترمنځ متقابل عمل د هغوي په حرکت کمه اغیزه واردوي، چه په نتیجه کي سطحي کشش هم کمیږي. کله چه کالي پریمینځل کیږي، باید اوبه په ډیر قوت سره هغه کوچینو سوریو ترمیځ چه د ټوکر د موادو د لیافو په منیځ کي دي ورننوځي.

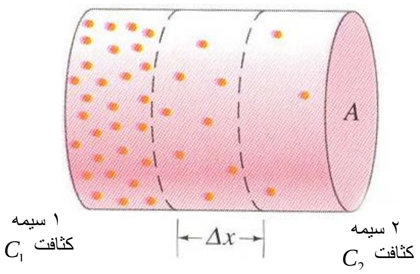
٦– ٦: دیفوژن Diffusion

دوه یو بل سره په تماس کي مایع یو د بل په منځ کي نفوذ کوي ترڅو په بشپړه توګه یو د بل سره ګډی شي. یوازي هغه مایع ګاني چي یو پربل کي د انحلال ورنه وي (لکه اوبه په کوچوکي) یو د بل په منځ کي نفوذ نه کوی. د بیلګي په توګه که چیري د یوه پایپ یا نل په واسطه د اوبو د لوښي په قاعده کي د مسود زمچ محلول ($C_4SO_45H_2O$) توي کړو، نو په لومړي سرکي د دی دوو مایع ګانو ترمنځ واضح او ځرګنده پوله یا سرحد په تدریجی توګه له منځه ځي او یو له بل سره ګډیږي. له څو میاشتو وروسته دوی په بشپړه توګه یو له بل سره ګډیږي. د دوو مایع دا ډول ګډیدوته دیفوژن وایی. دیفوژن په ګازونو کي هم واقع کیږی مثلاً دوګ (لوګی) په هوا کي نفوذ کوي او په تدریجي توګه په بشپړه توګه په هوا کي ګډیږي. دیفوژن د مالیکولونو په کثافت او یا په واحد حجم کي د مالیکولونو یا مولونو په شمیر پوری اړه لري . په عمومي ډول نفوذ کونکي جسم له هغې سیمې ځخه چي کثافت زیات دی د هغي سیمې په خوا حرکت کوی چي کثافت کم وی.

د یفوژن د مالیکولونو د حرکي تیوری او نابیره حرکت په مرسته په اسانی سره توضیح او بیانیږئ. د دیفوژن د توضیح لپاره داسی یو تیوب په پام کي نیسو چي د مقطع مساحت یی A، په کیڼ انجام کي يي د مالیکولونو کثافت زیات او په ښی انجام کي يي د مالیکولونو کثافت کم دی (٦–٦) شکل که چیری نوموړي تیوب له اوبو ځخه ډک وي او په هغه کي د دیګ د رنګ یو ځاځکی واچو د دیګ رنګ په تدریجی توګه په اوبو کي 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 ښې 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.

$$J = DA\frac{C_1 - C_2}{\Delta x} \qquad (١٠ - ٦)$$

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

(٦- ١٠) رابطه د دیفوژن د معادلې یا د (Fick)د قانون په نوم یادیږی. که چیری کثافت په mol/m^3 سره وښیو، په دی حالت کې J د هغو مولونو شمیر دی چې په یوه ثانیه

(c) ketabton.com: The Digital Library

کې له راکړل شوی نقطې څخه تیریږئ، که چیرې کثافت په $\frac{kg}{m^3}$ سره اندازه شي، په دی صورت کې J په یوه ثانیه کې لیږدول شوی کتله ده $(\frac{kg}{\sec})$.

دیفوژن په جامدو اجسامو کې هم لیدل کیږئ خو ډیر ورو اوبطی تر سره کیږی د جامدو اجسامو د دیفوژن ضریب د مایعاتو د دیفوژن له ضریب څخه ډیر کوچنی دی. د دیفوژن پدیده په طبیعت او تخنیک کې مهم او ارزښتناک رول لری، د بیلګې په توګه د نباتاتو تغدیه د دیفوژن د عملیې پر بنسټ صورت نیسي.

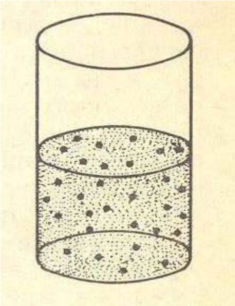
٦– ٧: د اوسموس عملیه Osmosis

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 کی 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 ګاز حالت را په ګوته کوی، په دی توپیر چه په مایع کی د حل شوي جسم مالیکولونه لکه د ګاز په شان آزادانه حرکت نشی کولای. دغه تشابه مونږ دی نتیجی ته رسوی چه په حل شوی جسم باندی د خیالي ګازونو قوانین تطبیق کړو.

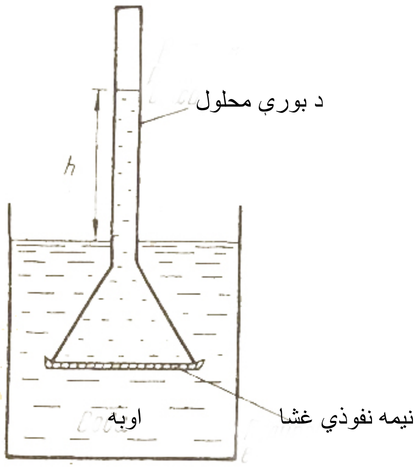
په خاص حالت کې داسي وړاندیز کوو چه حل شوی ماده په محلول کی قسمي فشار P رامنځ ته کوی، دغه فشار د ګازونو د حرکی انرژي په تیوري او د مندلیف– کلا پیرون د معادلو په اساس د لاندنیو فورمولونو په ذریعه حاصلیږی.

$$p = \frac{2}{3}\bar{n}_0\bar{w} \qquad (۱۲ -٦)$$

$$p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v} \qquad (۱۳ -٦)$$

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 داسي حال کې چې V او T د محلول حجم او د تودوخې درجه او R د ګازونو عمومي ثابت دي. د دی لپاره چه په عملی توګه دغه فشار ووینو، نو لاندینی تجربه باید اجرا شی.



(۶- ۸) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

د مثال په توګه د ظرف په اوبوکي ويلې شوی قند په نظر کی نيسو.

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

په داسې حال کی چه د قند لوی ماليکولونه ددې نيمه نفوذی غشا څخه تيريدلې نه شی. د دي لپاره چی عمليه په جوته توګه وليدلای شی. د نيمه نفوذی غشا محلول او د ظرف اوبه په عين سطحه سره برابرؤ او وروسته، اوبه ورو ورود نيمه نفوذي غشا له لاري، دقند د محلول په لور خپل نفوذ ته ادامه ورکوي، تر هغه وخته پوری چه د قند لرونکی محلول د اوبو د سطحي څخه د h په اندازه لوړ شي. دغه لوړوالي د عمليې اړوند فشار ارائه کوی چه قسمی فشار نوميږی او د اوبو او د قند د محلول د عمل په نتيجه کی رامنيځ ته کيږی.

د محلول جدا کيدل د خالص محلل څخه او سموس بلل کيږی، چه په نتيجه کی ئی قسمی اضافي فشار رامنيځ ته کيږی.

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

$$p = \rho g h$$

پداسې حال کی چه ρ د محلول کثافت ، g د ثقل د قوی تعجيل همدارنګه کيداي شي او سموسي فشار د لاندنيو فورمولونو پوسيله هم اندازه کړو.

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

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

پورتني عمليه او فورمولونه د خيالي ګازونو او په مايع کی حل شو مواد و د فشار د رامنيځ ته کيدو ورته والي ښيي. اوس غواړو او سموسی فشار د قند د محلول لپاره د $p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v}$ پوسيله معلوم کړو د قند کيمياوي فورمول $C_{12}H_{22}O_{11}$ دی، پداسی حال کی چه $t = 27c^{\circ}$. د محلول غلظت $0.034\ {}^{kg}/_{liter}$ په اوبو کي دی. د قند د فورمول مطابق کيلومول کتله عبارت ده له:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\mu = 342$$

$$p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v} = \frac{0/034.82\cdot 300}{342.1}$$

د C د قیمت په وضع کولو سره، پورتني فورمول دا لاندې بڼه غوره کوي:

$$p = \frac{CRT}{\mu} \qquad (۱۴-٦)$$

لدغه ځایه نتیجه لاسته راځی چې:

او سموسی فشار مستقیاَ 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.

٦– ۲: مثال:

د اوکسجن د ګاز $m = 10g$ د تودوخي په $t_1 = 10c^\circ$ او د $p = 3atm$ فشار لاندی واقع دی. په ثابت فشار کې له تودولو وروسته اوکسجن انبساط کوی او $V_2 = 10l$ حجم اشغالوی. پیداکړی:

(الف) له انبساط څخه د مخه د ګاز حجم V_1 (ب) د t_2 د تودوخي درجه له انبساط څخه وروسته (ج) د ګاز کثافت له انبساط څخه د مخه ρ_1 او له انبساط څخه وروسته ρ_2 .

حل:

(الف) د مندلیف –کلاپیرون له معادلي څخه ګټه اخلو:

$$pv_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

که 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 کړیدي، دلته یو ځل بیا دهغوي په اړوند یوخه 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

زمورږ په څیړنه کې یوائې خیالي ګازونو او دهغو د فیزیکي خواصو د توضیح کولو قوانین څیړل کیږي. خیالي 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.

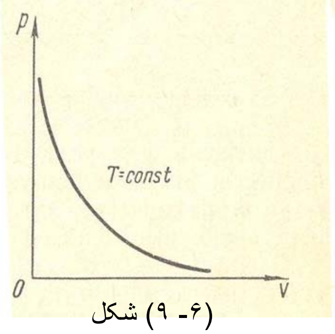
په اولسمه پیړي کي یو شمیر عالمانو په تجربوی ډول د خیالی ګازونو لپاره یو تعداد قوانین وضع کړل چه تر اوسه د دغه علماو په نوم نومول کیږي.

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 یوبې عملیي 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

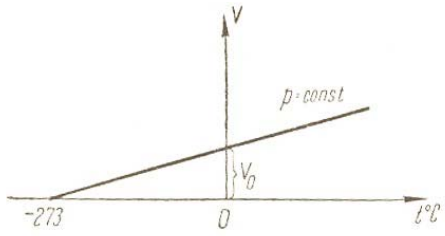
په دي رابطه کي α د گاز د حجمي انبساط ضريب دي. $v_{\circ}$ د گاز حجم د سانتي گراد په صفر درجه، او t د تودوخي درجه ده.

يو انگليسي عالم په 1662 عيسوي کال کي په تجربې توگه ثابته کړه چه د تودوخي درجي په ثابت قيمت سره د گاز د حجم او فشار تغيير حاصل ضرب تل يو ثابت قيمت لري. يعني $p.v = const$ په دي شرط چه $t = const$ وي، ددغه عالم د تجربې څخه پنځه کاله وروسته يو فرانسوي عالم د ماريوت ، په نامه پرته له دي 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 څیړنې لاندې و نيولې او په نتيجه کې ئي په عملي توگه ثابته کړه چه

$$v = v_{\circ}(1 + \alpha t) \text{ ، او } p = p_{\circ}(1 + \beta t)$$



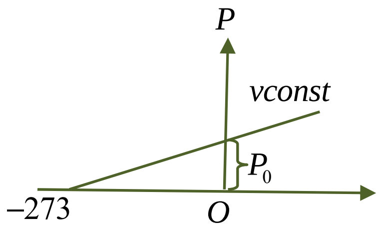
(۶- ۱۰) شکل

که د شکل له مخې د عمليې ايزوخوريک او ايزوباريک مستقيم خطونه مطالعه کړو، نو لاسته راغلي معادلي لاندېني شکلونه ځان ته غوره کوي.

د $t = 0$ لپاره

(c) ketabton.com: The Digital Library

دي $\begin{cases} p = p_\circ \\ v = v_\circ \end{cases}$



(۶- ۱۱) شکل

د بلي خوا څخه دواړه ايزوخوريک او ايزوباريک مستقيم خطونه د t محور په $-273^\circ c$ کي قطع کوي.

دغه نقطي ته صفر مطلقه ويل کيږي، چه په هغه کي د ټولو اجسامو فشار او حجم مساوي صفر دي. دا داسي مانا افاده کوي چه ټول اجسام په دغه درجي کي کنګل کيږي:

همدارنګه ليدل کيږي چه $0^\circ c$ د $273k$ کلوين سره مساوي ده. د کلوين د تودوخي درجي ته د ترموديناميک د تودوخي درجه هم وئيل کيږي.

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

همدارنګه د α او β عملي قيمتونه عبارت دي له:

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

که دا قيمتونه په $v = v_\circ(1+\alpha t)$ او $p = p_\circ(1+\beta t)$ رابطو کي وضع کړو. نوليکلي شو چي:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

همدارنګه د ايزوبار د رابطي څخه په اساني سره ليکلي شو چه:

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

د وروستيو دوو رابطو د پرتلي څخه ليکلي شو چه:

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

که چيري وروستي رابطي ته عموميت ورکړو نوليکلي شو چه:

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

دغه رابطي يو ځل بياد بايل ماريووت فورمول ثابتوي.

٦- ١٠: د دالتون قانون Dalton's Law

که چيري د ګازونو د مخلوط m کتله په يو ټاکلي ظرف کي د ځانګړيو شرايطو لاندې وساتو، او دغه مخلوط مجموعي فشار د p په اندازه وی، د مخلوط د هر جزء فشار په لانديني توګه لاسته راځي، چه په حقيقت کي د هر ګاز جلا جلا فشار مجموعه د مخلوط فشار سره مساوي دي.

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

$$p=\sum_{i=1}^{n}p_i=p_1+p_2\cdots+p_n \qquad (٦- ٢٣)$$

پورتنی رابطه د دالتون قانون دي.

د p_1 د حاصلولو لپاره د ظرف څخه د ګازونو د مخلوط غير له يو څخه نورې اجزا وي ليرې کو. هغه غاز چه پاتي دي ، د هغه فشار معلومو او هغه ته p_1 وايو، په همدي ترتيب د مخلوط نورو اجزاو ته p_2 ، p_3 او داسي نور وايو چه په نتيجه کي د 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 تجربي 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 $22.42\cdot10^3\,\frac{liter}{kmole}$ 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 رامنځ ته کيږي په کال 1834 ميلادي کي د اووګدرو پوسيله کشف شويدي. اووګدرو دا قانون د بايل – ماريوت او ګيولوسک د قوانينو د ترکيب څخه لاسته راوړي دي.

فرضاً 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 $V = const$ عمليي په ذريعه د نومړي ګاز د تودوخې درجه T_2 او فشار يې P_2 ته رسيږي.

په دغه ګاز باندي د عمليي لومړي پړاو د بايل – ماريوت د قانون په ذريعه په لاندي توګه ليکل کيږي.

$$V_1P_1 = V_2P_1'$$

لدغه ځايه

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

د عمليي دويمه برخه د ګيولو– سک د قانون په وسيله په لاندي توګه ليکل کيږي.

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

که د P_1' قيمت په وروستي رابطه کي وضع کړو، نوليکلي شو چه:

$$\frac{P_1V_1}{V_2.P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{V_2P_2}{T_2}$$

دغه روابط ښيي چه د ګاز د ټاکلي کتلي لپاره $\frac{PV}{T}$ ثابت کميت دي.

$$\frac{Pv}{T} = B = \text{const tant} \qquad (٦- ٢۴)$$

وروستی رابطه د کلاپيرون د معادلي په نامه ياديږي دلته B د ټولو ګازونو لپاره مساوي قيمت لري، په دی شرط چه د ګاز د حالت د مشخص کيدو پاراميترونه مساوي وي.

د $1kmole$ ګاز لپاره پورتني رابطه داسي ليکل کيږي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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. $\frac{\mu}{m} = \frac{V\mu}{V}$ ، μ د یو کیلو مول ګاز کتله او V د m کتلي ګاز حجم دي. که چیري V_{μ} قیمت په $PV_{\mu} = RT$ کي وضع کړو، نولیکلي شو چي:

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

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

وروستي رابطه د کلاپیرون د ګاز رابطه ارائیه کوي.

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

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

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 کیږي لیکن د $\frac{PV\mu}{T} = R$ رابطي څخه د R قیمت د ترمودینامیکي نورمالو شرایطو په اساس په اساني سره لاسته راځي.

که چیري $p = 1atm$، atm فزیکي (اتموسفیر) او $T = 273k^{\circ}$ او

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

وضع شي. نو حاصلولې شو چې:

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

د SI په سیستم کي $1atm = 1{,}013.10^5 \frac{N}{m^2}$ او $1lit = 10^{-3} m^3$ ددغو ارقامو په پام کي نیولو سره لیکلي شو چې:

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

دغه کمیتونه د تجربي پوسیله لاس ته راغلي.د موضوع نظري څیړنه، د مالیکولي فزیک په تیوري کي کیږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

٦– ١٣: د فصل لنډيز

- قوه چې په واحد سطحه باندی عمل کوی د فشار په نوم يادېږي، يعنی:

$$P = \frac{F}{A} \quad (٦ - ٢٨)$$

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

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

- په مايع کې په غوپه شوي جسم باندي د ارشميدس قوه عمل کوی، نومړی قوه عبارت ده له:

$$F_A = \rho_{1q} g V_b \, (٦ - ٣٠)$$

په پورتنی رابطه کې F_A د ارشميدس قوه، ρ_{1q} د سيال کثافت، g د ځمکي د جاذبي تعجيل او V_b د غوپه شوي جسم حجم دی.

- د ايديال ګاز لپاره د بايل ماريوت قانون لاندی بڼه لری.

$$PV = const \quad (٦- ٣١)$$

- د ايديال ګازونو لپاره د ګي – لوسک قانون عبارت دی له:

$$\frac{V}{T} = const \quad (٦- ٣٢)$$

نومړي قانون بيانوي چې په ثابت فشار کې که چيری د ګاز يوه ټاکلي اندازه ګرمه يا سړه شی د حجم نسبت پر تودوخه ثابت باقی پاته کيږي.

- د دالتون د قانون سره سم د ګاز د يوه مخلوط فشار د مخلوط د اجزاوود فشار له مجموعی سره مساوی دی، يعنی:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

- د اوګدرو قانون بیانوي چې په مساوی فشار او د تودوخې په مساوی درجوکې ټول ګازونه مساوي حجم لری.دا حجم په معیاری یا نورمالو شرایطو کې $22{,}42.\frac{M^3}{kmol}$ یا $22{,}42.10^3\frac{liter}{kmol}$ دی.
- د مندلیف – کلاپیرون قانون عبارت دی له:

$$PV\mu = RT \quad (٦-٣٤)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

شپږم فصل تمرین

1- په یوه هایدرولیکي پروسه کې د کوچني پستون سطحه $2cm^2$ او دلوی پستون $500\ cm^2$ ده.که 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 لوښي 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 $5\ kg$ کتلی 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 یی احاطه کړی دی؟
ځواب: ($5.3 \cdot 10^{18} kg$)

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

فشار بدلون کوی؟ ځواب: بدلون کوی ځکه چې د اوبو سطح په لوښې کې لوړیږي.

7- دلرګی یوه ټوټه په اوبوکی لامبو وهی او $\frac{3}{4}$ برخه یی په اوبوکی ډوبه ده . دلرګی کثافت پیداکړی؟

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

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

9- د هوا لومړنی حجم $6lit$ دی هغه په تدریجی 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 خالي لوښی سره چی ګنجایش یی $4{,}5lit$ دی نښلوی په وروستی لوښی کی هوا نشته دی. په دواړو لوښوکی منځ ته راغلی فشار پیدا کړی؟ ځواب: $(5.3 \cdot 10^4 pa)$

11- په $0^\circ c$ تودوخه کی د کوم فشار په صورت کی د اوکسجن کثافت د اوبو له کثافت سره په نورمالو شرایطو کی مساوی کیږی؟

ځواب $(7 \cdot 10^7 pa)$

12- تر پستون لاندی په یوه استوانه کی $10lit$ ګاز په ایزوباریک توګه له $273^\circ K$ نه تر $323^\circ K$ پوری سړه وی. د ساړه شوی ګاز حجم پیدا کړی؟ ځواب $(8.5liter)$

13- که چیری دبرښنا په ګروپ کی د هوا د تودوخی درجه د ګروپ له رڼاکولو نه وروسته له $15^\circ c$ نه تر $300\ c^\circ$ پوری لوړه شي. د هوا فشار څومره زیاتیږی؟ ځواب: (تقریباً دوه ځله)

(c) ketabton.com: The Digital Library

14- په $15^{\circ}c$ تودوخه کی د هایدروجن فشار $1/33.10^{5}P_{a}$ او حجم یی $2lit$ دی. د گاز حجم له متراکم کیدونه وروسته $1/5lit$ او تودوخه یی تر $30^{\circ}c$ لوړه شوه. د هایدروجن فشار معلوم کړی؟
ځواب($1.9\cdot10^{5}pa$)

15- په $0^{\circ}c$ تودوخه او $1/0\cdot10^{5}P_{a}$ فشار کی د هوا یوه کتله $1lit$ حجم اشغالوی. د تودوخی په کومه درجه کی به د نوموړی هوا فشار $2\cdot10^{5}P_{a}$ شی په داسې حال کی چی نوموړی کتله په وروستی حالت کی $2lit$ حجم اشغال کړی؟ ځواب: ($\approx 820°C$)

16- په $100^{\circ}c$ تودوخه او د $1/0MP_{a}$ فشار په صورت کی یو کیلومول (kmole) گاز څومره حجم اشغالوی؟ ځواب ($\approx 3.1m^{3}$)

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

18- د هیلیوم کثافت په $127^{\circ}c$ تودوخه او $8/3\cdot10^{5}P_{a}$ فشار کی څومره دی؟ ځواب ($1.0\ ^{kg}/_{m^{3}}$)

19- د هوا د تودوخی درجه باید څومره وی ددی لپاره چی په $5\cdot10^{4}P_{a}$ فشار کی 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 کی د نوموړی 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 $4{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کې پیدا کړی؟

ځواب: ($3.8\,{}^{g}\!/_{liter}$)

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

اوم فصل

د مايعاتو او ګازاتو ديناميک Fluid Dynamics

سريزه: د کلکو يا جامدو اجسامو له ميخانيک پرته د مايع او ګاز ډوله اجسامو ميخانيک هم وجود لري. د مايع اجسامو ميخانيک د هايدرو ديناميک په نوم هم يادېږي. هايدرو ديناميک د يو لخت يو پارچه يا پرله پسي (پيوسته) محيط د ميخانيک يوه برخه ده چې په هغه کې د تراکم نه منونکو (نه فشرده کيدونکو) مايعاتو حرکت او د جامدو اجسامو سره د هغو خپل مينځۍ تعامل او آغيزې مطالعه کيږي. او يا هم د مايعاتو او ګازاتو په ديناميک کې حرکت کونکې مايعات او ګازات مطالعه کيږي.

حقيقي يا ريا ل مايع هغه مايع ده چې تراکم منونکې وي او د فشار په زياتوالې سره يې حجم کم او کثافت يې زياتيږي. خو د يادولو وړ ده چې د مايع د تراکم ورتيا ډيره کمه ده. د بيلګې په توګه که چيرې د اوبو فشار له $1atm$ نه تر $100atm$ پورې لوړ کړو د هغه په پايله کې د اوبو کثافت يوازې $0,5\%$ زياتيږي. $atmosphere \to atm$ (اتموسفير) د فشار د اندازه کولو يو واحد دی.

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

په متحرکو مايعاتو کې د فشار بدلونونه په دی کچه نه وي، له دی کبله د متحرکو مايعاتو له فشرده کيدو څخه سترګې پټولې شو. هغه مايع چې لزوجيت ونه لري او فشرده کيدونکې نه وي د ريا ل مايع په نوم يادېږي.

لومړی د هغو قوو په هکله خبرې کوو چې د مايع د حرکت لامل کيږي.

د مايع په هره ذره خارجي قوې لکه د ثقل قوه او هغه قوه چې د مايع د فشار د توپير له کبله رامنځ ته کيږي په مايع عمل کوي. په حقيقي مايعاتو کې پردی قوو برسيره د مايع د ماليکولونو قوې علاوه کيږي. دا قوې چې د مايعاتو د غلظت لامل کيږي د اصطکاک د قوو په نوم يادېږي. پوهيږو چې کله يو جسم په ساکنه مايع او يا ګاز کې په حرکت پيل وکړي د هغه په مقابل کې د اصطکاک قوې تبارز کوي چې د حرکت په مخالف جهت

(c) ketabton.com: The Digital Library

کې وي. د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ د ټولو هغو قوو مجموعه چې د مایع په یوه ذره باندې عمل کوي مساوي دی په: د ذرې کتله ضرب د کتلې هغه تعجیل چې د نوموړو قوو د اغیزې له امله یې په لاس راوړې. دا حقیقت د هایدرودینامیک د معادلو لنډیز ارائیه کوي. د مایع د هرې ذرې لپاره باید خارجي قوې، د فشار د توپیر قوې د اصطکاک قوې او د عطالت قوې یو بل سره خنثي کړي.

د مایعاتو او ګازاتو جریان د مودل په توګه د جریان د ساحې په واسطه داسې تشریح کولې شو. که چیرې وغواړو د مایع د یوې ذرې مسیر د هغې د سطحې په مخ مطالعه کړو، کولې شو چې هغه د کارک د کوچنیو ټوټو (د کارک براده) په واسطه چې د ذرې په مسیر کې پاشل کیږي وڅارو او تعقیب یې کړو. همدارنګه د مایع په داخل کې د یوې ذرې د مسیر د تعقیب لپاره له رنګه موادو یا د المونیمو له پودرنه چې د مایع په مسیر کې اچول کیږئ ګټه اخیستی شو. د ګازاتو جریان د رنګه ګازونو لکه دوګ (دود) په مرسته څارلې او تعقیبولې شو.

که چیرې د حرکت په حال مایع کې د قلم رنګ د یوه باریکه تار په توګه توپې کړو لیدل کیږي چې دا باریکه رنګه تار په یوه ټاکلې خط ځان مرتبوي چې د جریان د خط په نوم یادیږي. په یوه جریان کې د جریان خط هغه مسیر دی چې د مایع ذره یې طي کوي. د مایع د ذرې د سرعت وکتور د هغه د جریان په خط باندې مماس وي (۷– ۱) شکل.

(۷- ۱) شکل

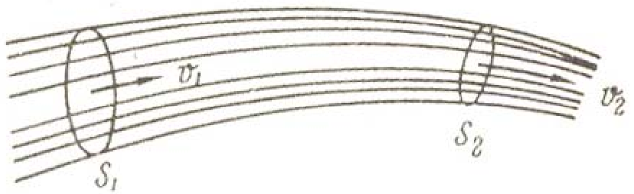
که چیرې یوه مستوي سطحه د جریان په جهت عمود په پام کې ونیسو د جریانو د خطونو شمیر چې له نوموړې سطحې نه تیریږي د جریان د خطونو د کثافت په نوم یادیږي. د جریان د خطونو کثافت د یوې مایع په داخل کې د سرعت توزیع ارائیه کوي. په هره

(c) ketabton.com: The Digital Library

اندازه چې د جريان خطونه په يو ځاى کې زيات وي په هم هغه اندازه د جريان سرعت هلته زيات دي. که چيرې د جريان د سرعت وکتور د فضا په هره نقطه کې ثابت وي او يا ثابت پاته شي په دې حالت کې جريان د مستقر جريان او يا د تقريباً ثابت جريان په نوم ياديږي.

۷- ۱: د تماديت معادله The Equation of Continuity

د (۷- ۲) شکل سره سم د مايع په جريان کې د S_1 او S_2 دوه مقطع ګانې چې په هره يوه کې د مايع سرعت په ترتيب سره V_1 او V_2 دي په پام کې نيسو. دا چې مايع د تراکم وړنه ده او نه بيليدونکې ده، نو د Δt په وخت کې له نوموړو مقطع ګانو، نه مساوي حجم او همدارنګه Δm مساوي کتله مايع تيريږي.



(۷- ۲) شکل

د S_1 په پراخه مقطع کې تيرودونکې مايع د استوانې بڼه لري چې قاعده يې S_1 او ارتفاع يې $V_1 \cdot \Delta t$ او حجم يې $S_1V_1\Delta t$ دي. په همدې ډول په تنګه مقطع S_2 کې د تيريدونکې مايع حجم $S_2V_2\Delta t$ دي له دې ځايه لرو چې:

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

$$SV = const \text{ ....} (۷- ۱)$$

(۷- ۱) رابطه د مايع د تماديت 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 پيدا کړې.

حل: د تماديت له معادلې نه لرو چې:

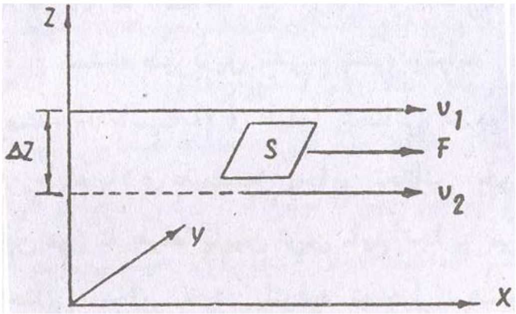
(c) ketabton.com: The Digital Library

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

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

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

که چيرې د مايع يوه طبقه د بلې طبقې په مخ وښويږي په دی صورت کې د اصطکاک يوه قوه رامنځ ته کيږي. که چيرې پورتنۍ طبقه په زيات سرعت سره حرکت وکړي. په دې حالت کې کښتنۍ طبقې ته چې بطي حرکت کوي يو تعجيل ورکوي. دا قوې د اصطکاک د قوې په نوم ياديږي. په هره اندازه چې سطحه لويه وي په هغه اندازه د اصطکاک قوه لويه ده او همدارنګه د اصطکاک قوه له يوې طبقې نه بلې طبقې ته د سرعت د بدلون سره متناسبه ده. اوس دوه طبقې داسې په پام کې نيسو چې د يوې سرعت V_1 او د بلې V_2 وي او د دوی ترمنځ فاصله ΔZ دي (۷– ۳) شکل.



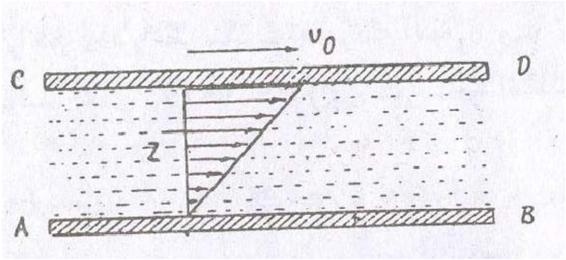
(۷- ۳) شکل

په دې حالت کې د اصطکاک قوه عبارت ده له:

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

په بله تجربه کې د AB او CD دوه موازي لوحې داسې په پام کې نيسو چې د دوې ترمنځ د Z په پنډوالې يوه کيفي مايع وجود لري (۷– ۳) شکل. د AB لوحه ثابته او د CD لوحې ته په خپله مستوي کې د V_0 په سرعت سره ښي خواته حرکت ورکوو. ليدل کيږي چې د مايع مختلفې طبقې يو د بل پاسه په مختلفو سرعتونو سره ښي 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 معلومیږي چې دCD سره نښتې ده. هغه ته ورته د مایع هغه طبقه چې له AB سره په تماس کې ده هم له هغې سره نښتې معلومیږي، 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:

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

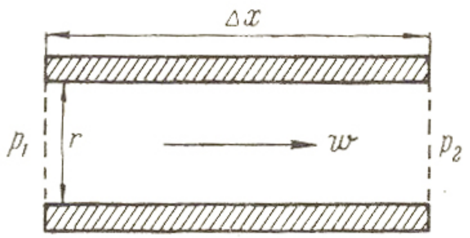
هغه جریانونه چې تر اوسه پورې مو مطالعه کړل د آرام یا (Laminar) یا طبقه ایزوجریانونو په نوم یادیږي، په دی حالت کې د مایع طبقې یو پر بل ښویږئ. که چیرې مایع له یوه نل یا پایپ نه تیره شي او خپل سرعت زیات کړي په دی حالت کې خپل طبقه ایزخاصیت له لاسه ورکوي او بی ترتیبه کیږي. مایع په شدیده توګه مخلوطیږي، د مایع د

(c) ketabton.com: The Digital Library

ذرو سرعت په هر ځای کې هر وخت په نامنظمه توګه بدلون کوي او جريان نا مستقر وي د مايع دا ډول جريان ته متلاطم، طوفاني يا (Turbulant) جريان وايي.
د مايع لزوجيت د ګازونو له لزوجيت نه ډېر زيات دي. د مايعاتو د لزوجيت ضريب د $(10^{-3}-1)\dfrac{kg}{m\cdot\sec}$ په شاوو خوا کې دي. له دی سره سره د مايعاتو د لزوجيت ضريب د تودوخې تابع دی، يعنی د تودوخې په زياتوالې سره کمیږي. د بيلګې په توګه د اوبو د لزوجيت ضريب په صفر درجه د سانتي ګريد کې $\eta=1,8\cdot10^{-3}\dfrac{kg}{m\cdot\sec}$ او په $90C^{\circ}$ کې $\eta=3,2\cdot10^{-4}\dfrac{kg}{m\cdot\sec}$ دي. فرانسوي عالم پايزولي (Poiseuille) ثابته کړه چې:

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

(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 ګرادينت په خلاف جهت کې دي.



(۷- ۵) شکل

(۷- ۵) شکل د يوې مايع لاميناري جريان په نل کې ښيي. که چيرې يو کروي جسم د بيلګې په توګه يوه ګلوله په يوه غير لزوج مايع کې حرکت وکړي، په دی حالت کې جسم د خپل حرکت په مقابل کې د اصطکاک قوه نه احساسوي، برعکس په يوه لزوجه مايع کې د اصطکاک قوه محسوسه ده، که چيرې د مايع سرعت کم وي د جسم له شا او خوا نه د مايع د تيريدو له امله طوفاني جريان نه تشکيليږي دلته د اصطکاک قوې په مايع کې رامنځ ته کيږي او د مايع هغه طبقې چې له جسم سره په تماس کې دي هڅه کوي چې جسم له

(c) ketabton.com: The Digital Library

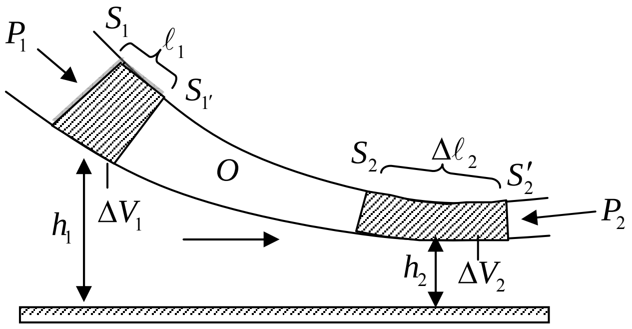
ځانه سره کش کړي. د اصطکاک دا قوه چې د مقاومت د قوې په نوم هم يادېږي د جسم د سرعت V، د مايع د لزوجيت ضريب η او د جسم له شعاع r سره متناسبه ده، يعنې:

$$F = 6\pi\eta r V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۷- ۵)$$

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

۷- ۳: د برنولي معادله Bernaulli Equation

د مايعاتو د حرکت د مطالعې په صورت کې زياتره داسې فرض کيږئ چې د مايع د يوې برخې ځاى بدلون (تغيير مکان) نسبت نورو برخو ته د اصطکاک د قوې په بروز پورې اړه نه لري. هغه مايع چې په هغې کې داخلي اصطکاک (لزوجيت) وجود ونه لري د خيالي يا ايديال مايع په نوم يادېږي. په ايديال مايع کې چې په ثابته توګه جريان لري د جريان يوه لوله چې مقطع يې کوچنې 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 دى وخت کې د S_1 مقطع د S_1' موقعيت ته تغيير مکان کوي او د $\Delta\ell_1$ واټن طې کوي، او د S_2 مقطع د S_2' ته تغيير مکان کوي او د $\Delta\ell_2$ واټن طې کوي. د جريان د

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

د مايع د هرې ذرې انرژي د هغې ذرې د حرکي او پوتانشيل له انرژي نه د ځمکې د جاذبې د قوې په ساحه کې متشکله ده. د جريان د ثابت والي له امله هغه ذره چې د Δt له وخت نه وروسته د نل د نه خط شوې برخې يوې نقطې د بيلګې په توګه د پام وړ حجم د O نقطې ته رسيږي. د هغه سرعت (او حرکي انرژي) درلودونکې ده چې په هغه نقطه کې واقع ذرې د پيل په لحظه کې درلوده. له دې کبله د ټول مطالعې لاندې حجم د انرژي تزايد ΔE د ΔV_1 او ΔV_2 کوچنيو حجمونو د انرژي د توپير په شان محاسبه کولې شو.

د نل مقطع او $\Delta \ell$ دومره کوچني غوره کوو چې د خط شويو حجمونو د ټولو نقطو لپاره د سرعت V، فشار P او ارتفاع h قيمتونه يو شان او مساوي وي. په دې صورت کې د انرژي تزايد په لاندې ډول ليکلې شوو:

$$\Delta E = \left(\frac{1}{2}\rho\Delta V V_2^2 + \rho\Delta V g h_2\right) - \left(\frac{1}{2}\rho\Delta V V_1^2 + \rho\Delta V g h_1\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٦)$$

په پورتنۍ رابطه کې ρ د مايع کثافت دي.

په ايدياله مايع کې د اصطکاک قوې وجود نه لري. له دی کبله د انرژي تزايد (٧- ٦) رابطه بايد له هغه کار سره مساوي وي چې د فشار د قوې په واسطه په جدا شوي 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، يعنی:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۷– ۹) رابطه د برنولي معادله ده د نوموړي معادلې د کينې خوا لومړی حد د مايع مخصوصه حرکي انرژي، دويم حد يې مخصوصه پوتانشيل انرژي د ځمکې د جاذبې په ساحه کې او دريم حد يې د مايع مخصوصه انرژي ده چې د فشار د قوونه منشه اخلي پوهيږو چې د فشار واحد $\frac{N}{m^2}$ دي ($\frac{N}{m^2}=\frac{N\cdot m}{m^3}=\frac{Joule}{m^3}$). له دی ځايه داسې پايلې ته رسيږو چې د برنولي معادله د انرژي د تحفظ قانون ارائيه کوي او بيانوي چې:

د ايديالي مايع د ثابت جريان په صورت کې د حرکي مخصوصه، پوتانشيل مخصوصه او فشار مخصوصه انرژيو مجموعه د جريان په هر ډول مقطع کې ثابته ده. په (۷– ۹) معادله کې P ستاتيکي فشار، $\frac{1}{2}\rho V^2$ ديناميکي فشار او ρgh هايدروليکي فشار دي له دی کبله د برنولي د قانون بل بيان په دی ډول دي:

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

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

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = const \quad \text{.................................(۷– ۱۰)}$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۷- ۴: د فصل لنډیز

- د تمادیت معادله عبارت ده له:

$$VS = const$$

- د لزوجیت ضریب عبارت دی له:

$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}}$$

- د ستوکس قانون بیانوي چې:

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

- 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، یعنی:

$$\overline{V} = \frac{-\Delta P}{\Delta X}\frac{r^2}{8\eta}$$

په پورتنۍ رابطه کې د منفي علامه ددی څرګندویه ده چې د جریان سرعت د فشار د ګرادنیت په خلاف لورې یا جهت کې دي.

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

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

- 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 سورې وجود لري. له سورې څخه د اوبو د جریان اندازه $2,5\cdot10^{-3}\,{}^{m^3}\!/_{\min}$ ده. پیدا کړي:

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

ب) د سورې 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 ټیټه نقطه کې $0,83 m/\sec$) په لوړه نقطه کې $3,3 m/\sec$ ب) $4,15\cdot10^{-3}\ m^3/\sec$

6. په یوه پایپ کې چې د مقطع مساحت یې $4.0cm^2$ دی د $5 m/\sec$ په سرعت اوبه حرکت کوي. د پایپ د مقطع د مساحت په زیاتوالي سره تر $8,0cm^2$ پورې اوبه په تدریجي توګه تر $10m$ پورې راښکته کیږي

الف) په ټیټه سطحه کې د اوبو سرعت څومره دی؟

ب) که چیرې په لوړه سطحه کې فشار $1,5\cdot10^5 Pa$ وي په ټیټه سطحه کې فشار پیدا کړئ؟ ځوابونه: (الف: $2.5\ m/sec$، ب: $0.5\cdot10^5 pa$)

7. د اوبو لیږدونکي یوه نل داخلي قطر $2,54cm$ او په هغه کې د اوبو سرعت $0,914 m/\sec$ او فشار یې $172375Pa$ دی. که چیرې دا نل د $1,27cm$ قطر درلودونکي نل سره وصل شي او د یوه تعمیر دویم پوړته چې د ننو تلو د نقطې نه $7,62m$ لوړ واقع دی یوړل شي. په دویم پوړکې د اوبو سرعت او فشار معلوم کړئ؟

ځوابونه: ($3,658 m/\sec$، $8,95\cdot10^4 Pa$)

8. که چیرې د یوې الوتکې د وزر لاندې سطحه کې د هوا سرعت $110 m/\sec$ وي ددې لپاره چې دوزر لاندې او دوزر د پاسه سطحو ترمنځ د فشار توپیر $900Pa$ وي. د وزر د پاسه سطحې په مخ د هوا سرعت باید څومره وي د هوا کثافت $1,30\cdot10^3\ gr/cm^3$ دی؟ ځواب: ($116 m/\sec$)

9. د متحولې مقطع درلودونکي نل کې اوبه جریان لري او د $15 m/\sec$ په سرعت سره له نل نه خارجیږي. د نل د کینې او بنې خو قطرونه په ترتیب سره $5cm$ او $3cm$ دي او د اوبو جریان په نل کې له کینې خواته بنې خواته دي

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

ب) په کینه خوا کې د اوبو جریان سرعت څومره دی

ج) په کینه خوا کې د اوبو فشار څومره دی؟

ځوابونه: (الف $6,4m^3$ ب $5,4 m/\sec$ ج $9,8\cdot10^4 Pa$)

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د نل لومړنۍ 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: $(0,01\ {}^{m}\!/_{sec})$

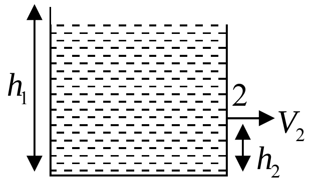
11. يوه مايع چې کثافت يې $900\ {}^{kg}\!/_{m^3}$ دي په يوه افقي نل کې چې مقطع يې متحوله او له $1,90\cdot10^{-2}m^2$ نه تر $9,50\cdot10^{-2}m^2$ پورې بدلون کوي جريان لري. په نل کې د پورتنيو دوو مقطعو ترمنځ د مايع د فشار توپير $7,20\cdot10^{3}Pa$ دي. پيدا کړي

الف) د اوبو د جريان مقدار

ب) له نل نه د تيريدونکي 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 سرپرانيستې 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 ژوروالیو 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 يعنی 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: $(2,9 \cdot 10^4 N)$

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 کړئ؟

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 ژوروالي يې $3,4m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,3\, m/_{sec}$ دی. د دويم واړه سيند سور $6,8m$ او ژوروالي 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 ژوروالي معلوم کړئ؟ 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 $24N$ ښيي. د وروستۍ مايع کثافت پيدا کړئ؟ ځواب: $(600\, kg/_{m^3})$

(c) ketabton.com: The Digital Library

اتم فصل

تودوخه Heat

سریزه :تودوخه او ساړه هغه مفاهیم دی چه په انسانی او تخنیکی اړخونو کی تری ګټه اخیستنه د ډیرپخوانیو زمانو څخه رواج لری، کله چه ژمی شی، انسانان کوټو ته مخه کوی په معاصره نړی کی، دتو دوخی دحاصلولو لپاره مختلف میتودونه شته، خوپه وروسته پاتی نړی کی لاتر اوسه دسون د یو عنعنوی او ساده موادو لکه لرګي، بوټی دحیواناتو فضله مواد، حتی کله کله خپله حیوانات هم دتودوخی دتولیدي ضرورت په حیث استعمالیږی، دتودوخی ډیره لویه چینه زموږ په لمریز نظام کی لمردی. لمردتودوخی دحاصلولو ډیره پاکه اومطمئنه چینه ده په کلیوالی او ښاری چاپیریال او معاصره نړۍ کی دلمر تودوخې څخه ګټه اخیستنه ډیره مروجه شوی ده. همدارنګه دنفت اوګاز دسوزولو څخه هم ډیره ګټه اخیستله کیږی ، برښنا داوبو او اتومی سون موادو څخه په لاس راځي دبرښنا څخه په پخه ولو اوتودولو کي خورا ډیره ګټه اخیستل کیږی :
انسانان ودی ته متوجه شوی دی ، چه دانرژی د ټولو قسمونو څخه په تودوخه کې ګټه اخیستنه یوشان نده . دچاپیریال ککړتیا، دروغتیایي حالت ساتنه دا ټول هغه څه دی چې باید له پامه ونه غورځول شي. اوس که اصل موضوع ته راشو دعلما و له نظره تودوخه په مختلفو وختونو کی په متفاوته بڼه څیړل شوی ده ، دلمړی ځل لپاره یو انګلیسي عالم د رامفورد (Rumford) په نامه د تودوخی دارزونی په اړوند د ډیرو تجربودسرته رسولو وروسته یوه نظرپه رادمخه کړه چه د کالوریک (Coloric) نظریی په نوم یادیږی او په لاندینو اصولو ولاړه ده:
الف– تودوخه ذخیره کیدای شی ، که چیری څو تاوده او نسبتاً ساړه اجسام په یوتړلی ظرف کی یوځای کړو ، نودتودو اجسامو څخه تودوخه ساړه اجسام اخلی – هغومره تودوخه چه تود جسم یا اجسام له لاسه ورکوی ، په همدغه اندازه ساړه اجسام تودوخه اخلی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب ـــ کله چه اجسام تودوخه اخلی نو انبساط کوی .(پرسیږي، اوږدیږی) اوحجم یې زیاتیږي.

ج ـــ کله چه دیوجسم حالت دجامد څخه مایع ته او دمایع څخه ګاز ته تغییر مومی، نو په دغه حالتونو کی دتودوخی درجه تغییر نکوی، بلکه تودوخه دجسم دحالت په داخلی تغییر کی مصرف کیږی.

د ډیرو پخوا زمانو څخه دتودوخی په اړوند دوه متضادی نظریې موجودی وی. چه هری نظریې یوشمیر طرفداران درلودل. دیوی نظریې طرفداران په دی باورؤ چه ګوندی، تودوخه یو قسم حرکت دی، اودبلی نظریې طرفدارانو ویل چه تودوخه یو قسم سیال دی.

وروستی نظریې ډیرطرفداران درلودل او دنونسمی پیړی ترپای ډیره دباور وړوه. ددی تیوری په بنسټ، تودوخه دیو سیال د جریان څخه عبارت دی، چه کالوریک نومیږی ددغې نظریې په اساس کلوریک چه په هر جسم ورزیات شی، په نوموړی جسم کی دتودوخی ددرجی او چتیدو باعث ګرځی او دهغه جسم څخه چه دکلوریک مقدارکم شویدی ، دهغه دتودوخی درجه کمیږی . پدغه نظریه کی دالازمه ده چه وویل شی، چه کالوریک نه ایجاد کیدای شی اونه له منځه ځي. او داورستی جملې د الف برخی حقایق تاییدوی، دیوجسم انبساط هم دتودوخی ددرجی په پورته کیدو سره په دی ډول توضیح کیږی چه د ب په قسمت کی راغلی دی . کله چه کالوریک دیو جسم څخه وبل جسم ته لیږدول کیږی ، نودنوموړی جسم دتودوخی درجه پورته ځي اودغه لیږدول شوی کالوریک دانبساط سبب ګرځي.

داجسامو دحالت په بدلون کی دتودوخی درجی ثابت ساتنه په تجربی لحاظ یوښکاره حقیقت دی چه د تودوخی دکالوریک سیلان دپام وړوه او باور پری کیدلای شولو. وروسته د تخنیک دپرمختګ سره اودتودوخی څخه په مختلفه توګه ګټه اخیسته، پورتنی نظریې و نشوکړی چه ځینی سوالو نو ته ځواب ووایی. بالاخره خپله رامفورد او یوتعداد نور و علمأ لکه ژول وښودله چې تودوخه په میخانیکی کار بدلیداې شي. ده دیوتعداد تجربو په لړکی دتودوخی او اجراشوی کار ترمینځ یونسبت لاسته راوړل چې د تودوخې دمیخانیکی معادل په نامه سره یادیږي.

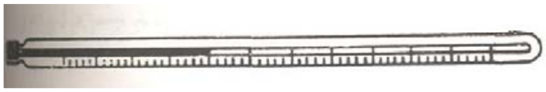
(c) ketabton.com: The Digital Library

نن داثابته ده چه دتودوخی مقدار د يو جسم دماليکولونو دحرکی انرژی څخه عبارت دي دغه تعريف نظر د اجسامو حالت ته په جلا جلا توګه توضيح کيږی خو په مجموع کی همدغه پورتنی تعريف کافی دی.

۸– ۱:دتودوخې درجه Temperature

دتودوخی ددرجی مفهوم ، دانسان په واسطه د ګرموالې او سوړوالې له احساس څخه راپيدا شوې دی. فرض کړی چه دانسان بدن په ټاکلی اندازه تودوالی لری ، که چيری داسی يوانسان دخپل وجود دتودوخی څخه سوړجسم سره په تماس کې شی، نو داسې احساسوی، چه نوموړی جسم سوړ دی او که چيری دخپل ځان د تودوالی څخه نسبتاً تودجسم سره په تماس کی شی ، نونوموړی جسم ورته تود احساسيږی ددغه لمړنی احساس په نظرکی نيولو سره دتودوخی درجې تر ننی ډيرپيچلی تخنيکی پرو سوپوری انکشاف کړيدی د ډيرساده دلمريزی ورځی د تودوخی د درجی څخه نيولی د آتومی بټيو دتودوخی د درجی معلومول نن ممکن کاردی ، دطبی ساده تر موميتر څخه نيولی د ډيرو پيچليو فزيکي حوادثو دخيړ نو آسانتياوی دهمدې ليارې ممکن دی. راځی وګورو چه دتودوخی ددرجی داندازه کولو وسيله ولی ترموميتر نوميږی ترمو په لاتينی ژبه تودوخی ته ويل کيږی او متر داندازه کولو وسيلی ته ويل کيږی. مخکی له دې چه دترموميتر پرچوړښت خبری وشی يوه بله ډيره ضروری اصطلاح بايد توضيح شی.

او هغه دتودوخی دتعادل او يوشان کيدو اصطلاح ده دابايد ومنو (په ترموديناميک کی ثبوت کيږی) چه تودوخه ديونسبتاً تود جسم نه ويوسوړ جسم ته ترهغه وخته پوری انتقال کوی ، ترڅو چه د دواړو جسمونو دتودوخی درجه برابره شی . وګوری کله چه يو طبيب يو ناروغ معاينه کوی نو تر موميتر ورته دژبی اويا تخرګه لاندی ږدی ترڅو دناروغ شخص او ترموميتر د موادو تر منځ دتعادل حرارتی پروسه تکميله شی، نوبيا ډاکتر خپله دترموميتر آله ګوری اودهغی څخه پوهيږی چه ناروغ تبه لری اوکه نه، اوکه لريی 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 برقرارېږی ، پاره انبساط کوی په درجه لرونکی نل کی پورته ځی، دتعادل دبرقرار کیدو وروسته پاره ځای په ځای ودیږی او موظف نفر هغه په آسانی سره لولی: همدارنګه کیدای شی په سرتړلی بیکر کی یومقدار ګاز واچو او دهغه په پاسنی برخه کی د فشار معلومولو یوه اله وصل کړو ، کله چه دتودوخی درجه پورته کیږی، نو پدغه سرتړلی بیکرکی دګاز فشار هم پورته ځی .

همدارنګه کیدای شی، د برښنا پوسیله دیوسیم د مقاومت په تغیر ورکولو سره د تودوخی د درجی دښکته پورته کیدو په هکله خپل معلومات د تودوخی په اړوند معلوم او ثبت کړو. او ګوری چه د اجسامو د فزیکی خصوصیاتو څخه په ګته اخیسته دتودوخی د درجی په پام کی نیولو سره په کافی اندازه علمی معلومات لاس ته راوړلی شو.

۸− ۲:ترمومترونه او دتودوخی د درجی اندازې

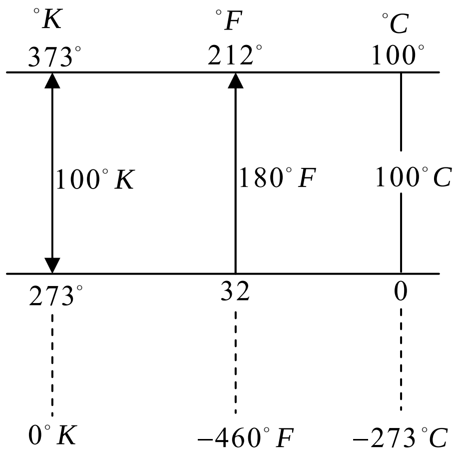
Thermometers and Temperatures Scale

د اجسامو د تودوخی داندازی د معلومولو لپاره د ترمومترو څخه استفاده کیږی. داندازه کولو په سیستمونو کې ترمومیترونه ډیر ډولونه لری حتی کیدای شی په پیچلیو تحقیقاتی څیړنوکی یو څیړونکی دخپل ځان لپاره یوخاص ترمومیتر جوړ کاندی. خو دا اوس په نړی کی دری قسمه ترمومیترونه رواج لري ، چه دسانتیګراد د تودوخی درجه ، دفارنهایت د تودوخی درجه او دتودوخی اندازه کولو مطلقه درجه (کلوین) ترمومیتر، چه په (۲− ۸) شکل کی ښودل شوی دی.

د سانتی ګراد د تودوخی درجی صفر د اوبو دکنګل کیدو له حالت سره مطابقت کوی، او دهمدغه اوبو د خوټیدو (جوش) حالت دسلو په عدد نښه شوی دی. دصفر او سلوتر مینځ ښیښه 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 نښه کړو او ددغو دوو رقمونو ترمنځ فاصله چه

(c) ketabton.com: The Digital Library

دنوموړی مادی متفاوت حالات نسبي په مساوی برخوو ویشو او هری برخی ته یی دتودوخی اړونده درجه ووایو همدارنګه د برښنایی جریان په مرسته اوداسی نور کولی شو، دتودوخی داندازه کولو ترمومیترونه جوړ کړو. مونږ دلته شکل کی دفارنهایت F°، کلوین K° او سانتی ګراد ترمومیترونو ترمنځ اړیکه ښیړو.



(8- 2) شکل

۸– ۳: دسانتی ګرید، فارنهایت او کلوین ترمومیترونو ترمنځ آړیکې

د مخکینی شکل څخه ښکاریږي چې د فارنهایت هره درجه د سانتي ګراد ددرجی $\frac{9}{5} = \frac{180}{100}$ برخه کیږی یعنی:

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

په عمومی توګه

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

(۸– ۱) مثال: دسانتی ګرید $10C^{\circ}$ د فارنهایت څودرجی کیږی ؟

حل : د $(1–8)$ رابطې څخه لروچې:

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

په همدی ترتیب د سانتی ګرید تودوخی درجی او فارنهایت ترمنځ اړیکه په لاندې ډول حاصلولی شو.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۸– ۲) مثال: دفارنهايت $50F^{\circ}$ د سانتي ګريد څو درجې کيږي:

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 ډيره آسانی سره کولای شو د مطلقه درجی K او سانتي ګراد دتودوخی درجی، د مطلقه اوفارنهايت درجوترمنځ ارتباط په آسانی سره پيداکړو.

هغه فرضيه چه په $-273،15C^{\circ}$ تودوخه کې دګازونو فشار صفر کيږی د تجربی سره کاملاً مطابقت کوی که شکل ته وګورو دسانتي ګراد، $0C^{\circ}$ دکلوين يا مطلقه درجی $273،15K^{\circ}$ سره مطابقت کوی، نوپدی لحاظ

$$t_K = t_C + 273{,}15 \qquad (۸– ۳)$$

۸– ۳ مثال: دسانتي ګريد $20C^{\circ}$ په کلوين واړوی؟

حل : له (8–3) رابطی څخه لروچې:

$$T_K^{\circ} = 20C^{\circ} + 273{,}15$$
$$T_K = 293{,}15K^{\circ}$$

استاذ دی محصلينو ته موقع ورکړی، ترڅودکلوين او فارنهايت دتودوخی درجو ترمنځ ارتباط برقرارکړی.

۸– ۴: تودوخه او داجسامو دری ګونی حالت Heat and States of Matter

بايد وويل شی چه د ځمکې په مخ يا زموږ په سياره کی اجسام په جامد «کلک» اويلن او ګاز ويشل شوی دی.

اما په نړی کی دتخنيکی او علمی ودی سره سم داسې ضرورتونه رامينځ ته شول چه داجسامو طبيعی حالت ته يې دفزيکی پارامترونو په تغيير ورکولو سره تغيير ورکړی دی.

دجسم دحالت پارامترونه، داجسامو دتودوخی راکړی ورکړی په ، نتيجه کی رامينځ ته کيږی، چه په نتيجه کی يی دجسم حالت تغيير مومی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

دری ګونی لاندینی حالات ممکن دی

ګاز ⇆ اوبلن مواد

کلک یا جامد ⇆ اوبلن مواد

ګاز ⇆ کلک یا جامدمواد

داجسامو دحرارتی تعادل په نتیجه کی ، تودوخه باید واخیستل شي اویا ورکړل شي چه دغي تودوخی ته Transformation انرژی ویل کیږی « دتبخیر اویا جذب تودوخه » د دا ډول بدلون په نتیجه کی دتودوخی درجه اوفشار ثابت پاتی کیږي. مونږ کولای شو، چه ددغه توضیح څخه به ګټی اخیستلو د Transformation تودوخی مقدار تعریف کړو، په دی شرط چه دتودوخی درجه ثابته پاتی شی.

۸– ۵: دتودوخی مقدار

تعریف: « n – gram » مادی دحالت phase دتغییر ورکولو لپاره n- مراتبه تودوخه ضرورت ده، نسبت وهغه تودوخی ته چه 1gram یوګرام همدغه مادی د please دتغییر ورکولو لپاره ضرورت ده یا ویلی شو چه د Transformation تودوخه دکتلی دمقدار سره مستقیماً متناسبه ده : دغه تعریف ترهغه وخته صحیح دی چه دتودوخی درجه د Transformation انرژی دبدلون په وخت کی ثابته پاتی شی. کله چې یو جسم چې د تودوخې درجه یې t_1 ده د یو بل جسم سره چې د تودوخې درجه یې t_2ده ($t_1 > t_2$) په تماس کې شي لومړی جسم د Q_1 په اندازه تودوخه دویم جسم ته ورکوي چې په دې حالت کې د دویم جسم تودوخه Q_2 کیږي. دلته د Q_1 هغه مقدار تودوخه چه لمړنی جسم 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 عملیي 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 معادلي یعنی اخیستل شوی اوورکړشوی تودخي په اساس لیکلی شو چې:

$$Q = cm_1(t_2 - t_3) = cm_2(t_3 - t_1) \text{ ....(۸- ۴)}$$

په داسی حال کی چه C دجسم د مخصوصه تودوخي په نوم یادیږی. له دی وروستی معادلي څخه لیکلی شو چه

$$t_3 = \frac{m_1t_1 + m_2t_2}{m_1 + m_2} \text{.................................(۸- ۵)}$$

دغه فورمول د بدلون وړ دی. یعنی دتودوخي ددرجی دبدلون په صورت کی نه تطبیق کیږی. همدارنگه د m_1 او m_2 اجسامو دیوځای کیدو په حالت کی فشار P او حجم V دt_3 دتودوخی درجی لپاره ثابت په پام کی نیول کیږی. پورتنی فورمول یوائې دتودوخی د ډیروکوچنیو درجو دتوپیر لپاره صحیح دی. که چیری $t_3 = t_1 + dt$ او $t_2 = t_1 + dt_1$ وی نولیکلی شو چه

$$C(m_1 + m_2)dt = cm_2dt_1$$
$$dt = \frac{m_2}{m_1 + m_2}dt_1$$

ددی روابطو په پام کی نیولو سره یوه نسبتاً صحیح معادله دتودوخی د مقدار لپاره داسې لاسته راځی:

$$Q = m\int_0^t c(t)dt = m\int_0^t ć\ (t́\ )dt́$$

په داسې حال کی چه په عمومی توګه C دتودوخی د درجی یعنی t پوری اړوند دی.

که څه هم دوروستنی رابطی پوسیله د Q محاسبه معموله نده ترڅو چه مخصوصه تودوخه دقیقه محاسبه ونشی نوکیدای شی وروستی رابطه داسې ولیکو:

$$\delta Q = mcdt = mć\ \ dt́ \text{ ....(۸- ٦)}$$

البته واضح ده چه مخصوصه تودوخه دتودوخي درجی په ذریعه تعریف کیدای شی.

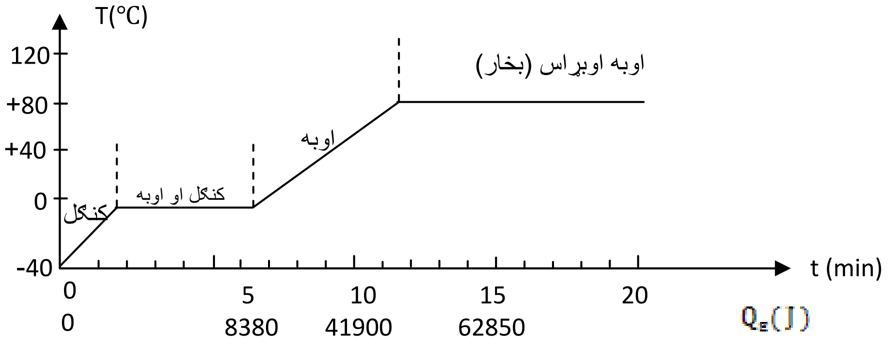
۸- ٦:داجسامو دحالت بدلون Phase transition

مخکی مو ولوستل چی ماده په طبیعت کی د جامد، او بلن اوګاز په ډول پیداکیږی. دتودوخی په مرسته یو جسم خپل حالت بدلوی ددی مسئلی دروښنتیا او توضیح لپاره اوبه

(c) ketabton.com: The Digital Library

چی کیمیاوی او حیاتي ماده، ده او په طبیعت کی په زیاته اندازه پیداکیږی په پام کی نیسو. پوهیږو چی اوبه یوه او بلنه ماده ده او دسړوالی په پایله کی په جامد جسم، یعنی کنګل اودګرموالی په پایله کی دخوټیدو « جوش» ترحده په ګازی ماده، یعنی بړاس یا بخار بدلیږی که چیری یوه اندازه کنګل په تودوو اوبو کی کیږیدو، تودوخه له اوبونه ګنګل ته لیږدول کیږی ، ترڅو په $0C^{\circ}$ کی حرارتی تعادل برقرارشی. په دی عملیه کی اوبه سړیږی، خوکنګل نه ګرمیږي پوښتنه پیداکیږی هغه تودوخه چی اوبه یی له لاسه ورکوی چیری ځی اویا په هغه څه کیږی. معلومیږی چی یوه اندازی کنګل 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 یی بدلون نه کوی اوپه عوض کی یی حالت بدلون کوی ، یعنی د جامد حالت نه اوبلن حالت ته اوړی.

ددی موضوع دبررسی لپاره $100g$ کنګل په $-40C^{\circ}$ تودوخه کی په پام کی نیسو. کنګل په یوه تړلی دستګاه کی ایږدو او په ثابت مقیاس تودوخه ورکوو (8–2) شکل ګراف د کنګل دحالت بدلون په داسی حالت کی ښیي چي تودوخه دوخت تابع ده. په لومړی دقیقه کی کنګل ګرمیږی او دتودوخی درجه یی $0C^{\circ}$ 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 چي ټول کنګل ویلی شی او به ګرمیږی او په راتلونکو پنځو دقیقو کی یی د تودوخی درجه $100C^{\circ}$ ته رسیږی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

وروسته او به په جوش راځی او همدارنګه له اوبونه په بخار بدلیږی داوبو او بخار مخلوط تولیدیږی. او ویشت (۲۷) دقیقی وروسته ټول د اوبوبخار او د بخار دتودوخی درجه د $100C^{\circ}$ نه زیاتیږی چې دانقطه په ګراف کی نه معلومیږی.

ګراف دتودوخی ددرجی دزیاتوالی د مقیاس په حساب هم درجه بندی کولی شو. د پنځو دقیقو په موده کی د اوبو د تودخی درجه له $0C^{\circ}$ نه تر $100C^{\circ}$ پوری لوړیږی. د $Q = mc(t_2 - t_1)$ معادلی پربنسټ 100g اوبود تودوخی د درجی دازیاتوالی د 41900J انرژی مصرف غواړی. له دی کبله ویلی شو چی هردقیقه 8380J تودوخه زیاتیږی اوس کولی شو په افقی محور باندی بل مقیاس علاوه کړو چې په سیستم باندی دعلاوه شوی تودوخه څرګندوی دی.

دلومړی او پنځمی دقیقی په منځ کی33500J انرژی کنګل ته ورکړل شوی ده په دی واټن کی هیڅ ډول تودوخیزبدلون نه دی رامنځ ته شوی د انرژی یا تودوخی ددی زیاتوالی یوازینی اغیزه دکنګل ویلی کیدل دی . په ظاهری توګه دیوګرام صفر درجی کنګل دویلی کیدولپاره 335J انرژی یا تودوخه مصرف شوی ده. دامقدار انرژی 335J/g د کنګل دویلی کیدو د مخفی یا پټی تودوخی په نوم یادیږی. دیوی ټاکلی اندازی کنګل دویلی کیدو لپاره لازمه انرژی دلاندی رابطی نه په لاس راځي:

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

په پورتنی رابطه کی L دویلی کیدو پټه تودوخه ده.

(۸- ۴) مثال: د300g صفر درجي کنګل دویلی کیدو لپاره څومره تودوخه لازمه ده؟

حل :

$$Q=mL=(300g)(335J/g)$$

$$= 101000 \text{ J}$$

۸- ۵: دتودوخی لیږد (انتقال) Transfer of Heat

تودوخه له یوه جسم نه بل جسم ته یادیوه جسم له یوی برخی نه بلی برخی ته په دریو طریقو لیږدول کیږی هره یوه یی په لنډه توګه مطالعه کوو. ددی لپاره چې یو جسم بل جسم ګرم کړی، نو ددوی ترمنځ واقعی تماس ضروری او حتمی نه دی، څکه پوهیږی چې

(c) ketabton.com: The Digital Library

لمر له ډير ليرى واټن نه ټول شيان ګرموى که څه هم تودوخه په درى مختلفو طريقو او په هره طريقه کى دځانګړيو شرايطو لاندى ليږدول کيږي، خو ددوى ترمنځ ګډه وجه داده چې تودوخه هميشه له ګرم يا تودجسم نه ساړه جسم ته ليږدول کيږى.

که چيرى ديوه او سپنيز سيخ يو سرد زيات وخت لپاره په اورکى کيږدو د هغه بل سرهم ګرميږى. تودوخه دسيخ دبدنى يا تنى له لارى له ګرم سرنه يخ يا ساړه سرته ليږدول کيږى د تووودخى د ليږددا طريقه يا دانرژى سيلان د مادى له لارى د هدايت (Conduction) په نوم ياديږى د تودوخى ترټولو ښه هاديان فلزات او په ځانګړى توګه سپين زر،مس او المونيم او کمزورى هاديان غير فلزات دى.اوبه د تودوخى ډيره کمزورى هادى ده. که چيرى داوبوډک يو لوښي داوردپاسه کيښودل شي ښايي داوبو سطحه په جوش راشى په داسى حال کى چى داوبو تل به لا اوس هم سوړوى . ددى لپاره چى اوبه په يونواخت ډول ګرمى شي بايد نوريى هم په اورکيښودل شى. په دى حالت کى د ظرف يا لوښى دتل اوبه ګرمى او انبساط کوى او کثافت يى کميږى. ددى په پايله کى ګرمى اوبه د لوښي له تل نه پورته خو اته او سړې اوبه د لوښي دتل خواته ځى او اورته ځان نږدى کوى. دى عمليې ته چى جريان وايى تر هغو پورى دوام کوى ترڅو د اوبو ټول حجم د لوښى په داخل کى دجوش نقطى ته ورسيږى.

د تودوخې ليږد دجريان (Convection) له لارى يوازى دځاکليو شرايطو لاندى ترسره کيږى لومړى شرط دادى چى ماده بايد سيال وى، يعنى د جارى کيدو وړتيا ولرى، ترڅو ګرمه برخه د سړې برخى له منځ نه پورته ولاړه شى همدارنګه سيال بايد له کوزى خوا نه ګرم اوياله پاسه خوانه سوړشى. په کوټه کى بخارى يا بله دګرمولو وسيله دکوټى په غولى « کف» کى قرار لرى په داسى حال کى چې ديخچال سړه ونکى برخه د هغه په پوټنى برخه کې قرار لرى. د هدايت په واسطه د تودخې دليږديا انتقال نه دمخنيوى ډير وسايل شته دى. دا وسايل دهوا د جريان نه د مخنيوى په واسطه د تودوخى د ليږد خنډ کيږى. له دى کبله د کوټى د ديوالو نو د منځ فضا اسفنج نه ډکوى او خپل ځانونه په وړينو ټو کرانوکى پټوو او سفرى يخدانونه له اسفنج نه جوړوى. هوا د تودوخى خو را کمزورى هادى ده د تودوخى دليږد دريمه طريقه د تشعشع (Radiation) طريقه ده. تودوخه له لمرنه موږ ته د ډيرو پراخو خلا ګانو او خالى فضا په تيريدوسره رارسيږى او داواټن د نه

(c) ketabton.com: The Digital Library

ليدونکو «نا مرئی» وړانګو په ډول طی کوی . هرګرم جسم له هغی جمله نه خپله تاسو داډول وړانګی ليږدوی. ساړه اجسام دا تودوخه جذبوی. ويلی شو چی تودوخه دنور په شان د تشعشع له لاری اوپه مستقيم خط ليږدول کيږئ. له دی کبله ده کله چې تاسو په آزاده هوا کی داور مخ ته کښينی مخ مو له ګرمی نه سور کيږی اوشامويخ وهی.
ديوه جسم تشعشع اويا دهغه په واسطه د تودوخی جذب دهغه جسم دسطي په رنګ پوري تړاو لرې. تورجسم هرډول تشعشع په چټکی او اغيزمنه توګه جذبوی. تور جسم کله چی ګرم وی ښه تشعشع کوی. سپين 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 يو بنسټيز کميت دی اوتودوخه يو 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 دويلې 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 تمرين

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 کي دروسي د سیبریا به یوه کلی کي د تودوخي درجه $-71^{\circ}C$ ته ټیټه شوه. د تودوخي دا درجه دفارنهایت له جنسه څومره کیږی « ب» دامریکا په لویه وچه کی په کالیفورنیا کی ترټولو لومړه 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. دتودوخي په کومه درجه کي دوه لاندیني ترمومیترونه یوشان یا مساوی تودوخه ښییي « الف » فارنهایت اوسانتی ګراد « ب » فارنهایت او کلوین « ج» سانتی ګراد او کلوین

ځوابونه: « الف » -40 «ب» 575° « ج » سانتی ګراد او کلوین یوشان عدد په لاس نه ورکوی.

4. 240g اوبه چي په لومړی سرکي دانجماد په نقطه کي واقع دي ورروسته له دی چي له نوموړو اوبونه 50.2 KJ تودوخه خارجه شی. پیداکړی چي څومره کنګل نه وهلی اوبه پاته کیږی؟ ځواب: 109 g

5. داوسپنی، پولادو او المونیمو توټي 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 يي ګیلاس کی جي دتودوخي درجه يی $15C^{\circ}$ ده. د $100C^{\circ}$ جوش اوبه چي کتله يي 0.20 Kg ده اچول شوی دي. په ګیلاس کي داوبو دتودوخي درجه پیداکړي؟ ځواب: $364K^{\circ}$

(c) ketabton.com: The Digital Library

7. د 100g جست دګرمولو لپاره له $15C^\circ$ نه تر $35C^\circ$ پوری باید 260J تودوخه جسم ته ورکړل شي. دنوموړی جسم « جست» تودوخیز ظرفیت، مولری ظرفیت او دتودوخې مخصوصه ظرفیت پیداکړی؟

ځوابونه:($130J/kg.\ ^\circ k$: $\approx 26.9J/mole.\ ^\circ k$, : $(13j/\ ^\circ k$,

8. داوسیدلو کور په یوه شوارروز « 24 ساعته » کی څومره تودوخې ته اړتیا لري که چیرې په دی موده کی د کوردمرکز ګرمی سیستم ته $1600m^3$ اوبه چې دتودوخې درجه یی $90C^\circ$ ده داخل اود $50C^\circ$ اوبه له هغه نه خارج شي؟

ځواب $270 \cdot 10^6$ KJ

9. د $20C^\circ$، $0.40m^3$ اوبه یې 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 فضأ له ازوت نه ډکوی چی په پایله کی دسیمابو د جوش نقطه لوړیږی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نهم فصل

اهتزازي حرکتونه (رپیدنې) او موجونه

Oscillatory Motion and Waves

سریزه: اهتزازي حرکتونه یا اهتزازونه هغې عملیې ته ویل کیږئ چې یو جسم یا سیستم په وار وار د خپل تعادل له حالت نه یوه خوا او بله خوا تیریږي او هر ځل بیرته هغه ته راګرځي. که چیرې دابیرته راګرځیدنه له مساوي وختونو، نه وروسته تر سره شي نو دا ډول اهتزازونه د پریودیکي اهتزازونو په نوم یادیږئ. د اهتزازونو خورا ښه مثال د دیوالي ساعتونو رقاصه ده.

اهتزازي حرکتونه په پراخه کچه په طبعیت او تخنیک کې وجود لري. د اهتزازونو د فزیکي طبعیت په پام کې نیولو سره هغه په میخانیکي، الکترو مقناطیسي او الکترو میخانیکي باندې تقسیموي. موږ دلته یوازې میخانیکي اهتزازونه مطالعه کوو. اهتزازونه د ډول ډول تخنیکي وسیلو بنسټ تشکیلوي د مثال په ډول د رادیو ټول تخنیک د اهتزازي عملیو پر بنسټ دي. په اهتزاز کونکې سیستم باندې د واردی شوی اغیزې د څرنګوالي له پلوه اهتزازونه په لاندې ډول دي. خپلواک یا مستقل اهتزازونه اجباري اهتزازونه او اوتو اهتزازونه.

که چیرې سیستم وښورول شي یا له ځایه بی ځاي شي او یا د تعادل له حالت نه خارج شي او وروسته په خپل حال پریښودل شي په دی حالت کې چې اهتزازونه رامنځ ته کیږي د خپلواکه یا ذاتي اهتزازونو په نوم یادیږئ. د مثال په ډول د یوه کروي جسم له اهتزازنه یا دونه کولی شو چې د یوه تار په سر پورې ترل شوی دي یعنی رقاصه. په داسې جسم کې د اهتزاز د ایجاد لپاره کولې شو چې کروي جسم د تعادل له حالته بی ځایه او وروسته یې په خپل حال پریږدو.

اجباري اهتزازونه هغه اهتزازونه دي چې د هغو په عملیه کې اهتزاز کونکې جسم یا سیستم د داسې قوې له اغیزې لاندې راځي چې په تناوبی ډول بدلون کوي. د اجباري اهتزاز مثال د هغه پل اهتزاز دي چې د هغه په مخ د خلکو (عابرینو) د قدم وهلو په وخت کې رامنځ ته کیږئ. اوتو اهتزازونه (یا پخپل سراهتزازونه)، د اجباري اهتزازونو په شان په اهتزاز کونکي

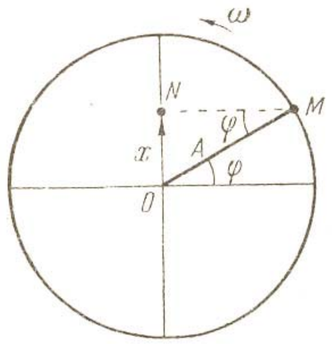
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

ترټولونه 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 ترټولو ساده مثال د m مادې 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:

$$X = A\sin\varphi \quad \text{.................................(۹- ۱)}$$

له بلې خوا پوهیږو چې:

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

$$X = A\sin\omega t \quad \text{.................................(۹- ۲)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$X = A\sin\frac{2\pi}{T}t \qquad (۹- ۳)$$

$$X = A\sin 2\pi ft \qquad (۹- ۴)$$

(۹- ۲) معادله د هغه هارمونیکي اهتزاز معادله ده چې لومړنۍ فازیې صفر دي، که چیرې په اهتزاز کې لومړنۍ فاز موجود وي په هغه صورت کې د اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$x = A\sin\left(\omega t + \varphi_0\right) \qquad (۹- ۵)$$

په پورتنۍ معادله کې X د اهتزاز بعد یا تغییر مکان ، A امپلیتود، 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 نیسو، نو لرو چې:

$$V = \frac{dx}{dt} = A\omega\cos wt \qquad (۹- ٦)$$

او یا

$$V = A\omega\sin\left(\omega t + \pi/2\right) \qquad (۹- ۷)$$

د اهتزاز د تعجیل د لاس ته راوړلو لپاره د (۹- ٦) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نیسو، نو لرو چې:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2\sin\omega t \qquad (۹- ۸)$$

او یا

$$a = A\omega^2\sin\left(\omega t + \pi\right) \qquad (۹- ۹)$$

د (۹- ۲) رابطې نه په ګټه اخیستنه تعجیل د تغییر مکان له جنسه په لاس راړې شو:

$$a = A\omega^2\sin\left(\omega t + \pi\right) = -A\omega^2\sin\omega t = -\omega^2 X \qquad (۹- ۱۰)$$

(۹- ۲)، (۹- ۳) او (۹- ۴) رابطې د هارمونیکي اهتزازونو د معادلې مختلف ډولونه دي. له نوموړیو معادلو، نه څرګندیږي چې په هارمونیکي اهتزازونو کې د اهتزاز کونکې جسم تغییر مکان د ساین او یا کوساین (که چیرې د m د نقطې مرتسم په افقي محور په پام کې ونیسو) د قانون په مطابقت ترسره کیږي.

په اهتزازي حرکتونو کې لاندېنۍ فزیکي کمیتونه همیشه په پام کې نیول کیږي:

(c) ketabton.com: The Digital Library

1. بعُد Elongation: بعد د وخت په يوه کيفي لحظه کې د تعادل له موقعيت نه د جسم فاصله ده.
2. امپليتود يا د اهتزاز لمنه: په يوه هارمونيکي اهتزاز کې اعظمي بعُد ته امپليتود وايي يا په بل عبارت د تغيير مکان او فازنسبت د امپليتود په نوم ياديږي.
3. د تناوب وخت يا پريود: د جسم د حرکت د دوو پرله پسې او مشابه حالتونو ترمنځ زماني واټن ته تناوب وايي يا په بل عبارت د تناوب وخت هغه وخت ته ويل کيږي چې يو اهتزاز په هغه کې بشپړ شي او په T سره ښودل کيږي.
4. فريکونسي: په يوه ثانيه کې د اهتزازونو شمير ته فريکونسي وايي فريکونسي د پريود د معکوسه ده. د فريکونسي واحد هرتس دی $1Hz = \sec^{-1}$
5. فاز: په يوه ځانګړې لحظه کې د جسم د اهتزاز حالت ته فاز وايي. د فاز فزيکي مفهوم دادي چې هغه په هره لحظه کې تغيير مکان معلوموي، يعنی د اهتزازي سيستم حالت ټاکئ. د بيلګې په توګه په (۹– ۱) معادله کې که $\varphi = \frac{\pi}{6}$ وي، نو په دی صورت کې تغيير مکان يعنی $X = \frac{A}{2}$، که چيرې $\varphi = \pi$ وي، $X = 0$ او که چيرې $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ وي $X = -A$ 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 یې کتله ده.

پوتانشیل انرژي چې له ارتجاعي قوې نه ناشي کیږي د یوه ارتجاعي کش شوې جسم (فنر) د پوتانشیل انرژي په شان ارائیه کیږي، یعنی د تغییر مکان له مربع سره متناسبه ده، نو له دی کبله لرو چې:

$$W_p=\frac{1}{2}KX^2=\frac{K}{2}A^2\sin^2\omega t$$

پوهیږو چې $K=m\omega^2$ دي.

$$W_p=\frac{m}{2}\omega^2A^2\sin^2\omega t \quad \text{.................................} (۹– ۱۳)$$

د (۹– ۱۱)، (۹– ۱۲) او (۹– ۱۳) رابطو نه لرو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

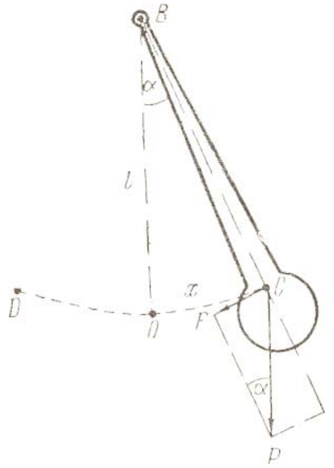
$$W=\frac{m\omega^2A^2}{2}\left(\cos^2\omega t+\sin^2 wt\right)=\frac{m\omega^2}{2}A^2 \quad \text{..................(۹– ۱۴)}$$

(۹– ۱۴) رابطه 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 درونډ (پنډ) 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 چيرې اصطکاک کم وي نو د رقاصې اهتزاز زيات وخت دوام کوي. د رقاصې د ثقل مرکز C د دايرې په مخ د COD قوس ترسيموي. د تعادل د موقعيت ښي اړخ ته د انحراف زاويه ∝ مثبت اوکيڼ اړخ ته يې منفي فرضوو د تعادل موقعيت ته راستنونکې قوه عبارت ده له:

$$F = -Wsin\alpha = -mgsin\alpha$$

په پورتنۍ رابطه کې m د رقاصې کتله ده. د منفي علامه په رابطه کې له دې امله په پام کې نيول کيږي چې د قوې جهت او د انحراف زاويه يو د بل په خلاف لورې دي. د کم انحراف په صورت کې ($\alpha < 0.14rad = 6^\circ$) $sin\alpha = \alpha$ په دی صورت کې لرو چې:

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

د دوراني حرکتونو د قوانينو مطابق د راستنونکې ارتجاعي قوې F مومنت عبارت دي له:

$$M = F\ell = J\beta$$

په پورتنۍ رابطه کې J د څرېدو د محور په نسبت د رقاصې د عطالت مومنت دي، β زاويوي تعجيل دي په دی حالت کې لرو چې:

$$F = \frac{J\beta}{\ell}$$

څرنګه چې $\beta = \frac{a}{\ell}$ دي، نو لرو چې:

$$F = \frac{Ja}{\ell^2} = -\frac{J}{\ell^2}\omega^2 x \quad \text{(۹- ۱۶)}$$

په پورتنۍ رابطه کې ω د رقاصې زاويوي فريکونسي ده. د (۹- ۱۵) او (۹- ۱۶) رابطونه لرو چې:

$$mg\ell = J\omega^2$$

په پايله کې د فزيکي رقاصې زاويوي فريکونسي او پريود عبارت دي له:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

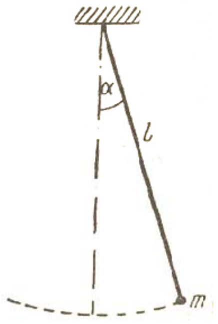
(۹– ۱۷) او (۹– ۱۸) رابطې په ترتیب سره د فزیکي رقاصې زاویوي فریکونسي او پریود دي.

د فزیکي رقاصې نه وروسته اوس ریاضیکي رقاصه مطالعه کوو. ریاضیکي رقاصه عبارت له یوې مادي نقطې څخه ده چې د یوه بی وزنه تار (د تار له وزن نه سترګې پټېږي) په سرکې ځوړند او اهتزاز اجرا کړي (۹– ۳) شکل. د مادي نقطې د عطالت مومنت له تعریف سره سم، د ریاضیکي 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 چیرې د J دا قیمت په (۹– ۱۸) رابطه کې وضع کړو د ریاضیکي رقاصې د اهتزاز پریود په لاس راځي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{.................................(۹– ۱۹)}$$



(۹- ۳) شکل ریاضیکي رقاصه

(۹– ۱۹) رابطه بیانوي چې د ریاضیکي رقاصې پریود د رقاصې د طول له مربع جذر سره په مستقیمه توګه او د ځمکې د جاذبې د تعجیل د مربع جذر سره په معکوسه توګه متناسب دي د اهتزاز د امپلیتود او د رقاصې د کتلې تابع نه دي.

(۹– ۲) مثال: د یوې ساده رقاصې د تناوب وخت او فریکونسي پیدا کړي چې طول یې $1{,}00m$ 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:

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

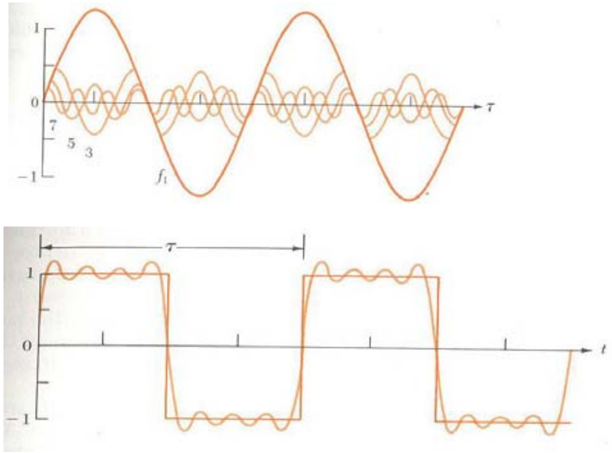
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{3}(1,00m)/9,8\,{}^{m}/_{\sec^2}} = 1,64\sec$$

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 ځاى کيدل يا انطباق يو غير هارمونيکي او پيچلى اهتزاز توليدوي داسې هم ويلې شو چې پيچلې اهتزازونه د هارمونيکي اهتزازونو څخه رامنځ ته کيږي. داسې پوښتنه رامنځ ته کيږي چې آيا يو پيچلى 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 ټولګې 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:

$$y = A_0 + A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \ldots$$

$$+B_1 \cos \omega t + B_2 \cos 2\omega t + B_3 \cos 3\omega t + \ldots \qquad (۹- ۲۰)$$

پورتنۍ معادله د فوریه د سلسلې په نوم یادیږي او د A_0 له ثابت حد پرته داسې حدونه هم لري چې امپلیتودونه یې $A_1, A_2, A_3, \ldots$ او $B_1, B_2, B_3 \ldots$ او زاویه یې فریکونسي ګانې یې $\omega, 2\omega, 3\omega \ldots$ دي.

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

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

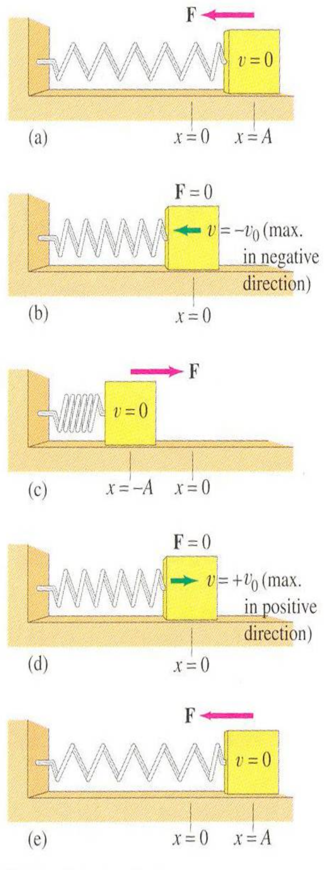
(۹- ۲۱) معادله د فوریه سلسله ده د یوه ټاکلي موج لپاره د امپلیتودونو یا A_n ضریبونو پیدا کول او محاسبه د یو لړ ریاضیکي عملیو په مرسته ترسره کیږي، چې موږ ورڅخه سترګې پټو یا ورڅخه تیریږو.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د فوریه سلسله د نوري موجونو د مطالعې په مبحث کې هم کارول کیږئ ځکه چې په مستقیمه توګه د یوه نوري موج د بنې لیدل او مشاهده ناشونې ده. د فوریه له آنالیز څخه د نور او صوت د کیفیت په څېړنه کې زیاته ګټه اخیستل کیږئ.

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

د یوه هم غږې خطي یا ساده اهتزاز کونکې نمونه په (۹- ۵) شکل کې ښودل شوې ده او هغه د m له یوې کتلې څخه عبارت دي چې د k ارتجاعیت یا د قوې ثابت درلودونکې فنر په پای کې تړل شوې ده. دا دفنر-کتلې سیستم د x د محور په امتداد له اصطکاک پرته د یوې افقي سطحې په مخ یو بعده اهتزازي حرکت ترسره کوئ. سیستم د هوک له قانون څخه پیروي کوي، نو ځکه یو خطي سیستم دي.



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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د تعادل له موقعيت څخه د x د ځای بدلون (تغيير مکان) په اندازه کولو سره، د پوتانشيل 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 نيوټن له دويم قانون، $F(x) = m\frac{d^2x}{dt^2}$ ، څخه دی پايلې ته رسيږو چې:

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

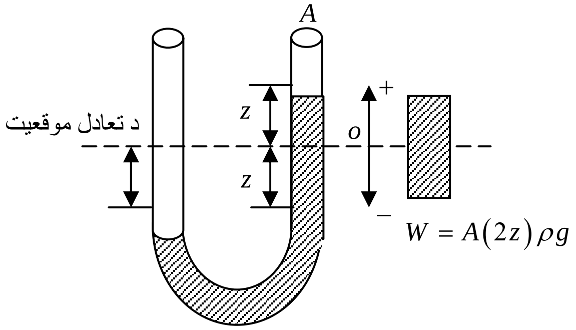
يا

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

چې په هغې کې:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (۹- ۲٦)$$

ω_0 يو ثابت دي او د خپلواکې زاويه يې فريکونسي يا د خپلواکه اهتزازونو د فريکونسي په نوم ياديږئ. د هم غږه خطي يا ساده اهتزازونو بل مثال په يوه U ډوله تيوب کې د مايع اهتزاز دي. د (۹- ٦) شکل سره سم په يوه U ډوله تيوب کې مايع د تعادل په حالت کې قرار لري. کله چې مايع لږ بی ځايه شي، يعنی په تيوب کې د ځای بدلون وکړي، هم غږې اهتزازی حرکت ترسره کيږي. ددی اهتزازونو فريکونسي 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 ښۍ 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 غیرې خطي یا ساده اهتزاز کونکې کله چې په حرکت راشي بنایي 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

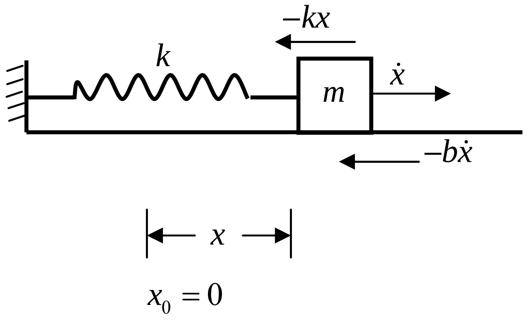
(c) ketabton.com: The Digital Library

تيريدو سره خپله انرژي له لاسه ورکوي. په دی ترتيب مهتزز سيستم خاموش او په پاې کې ودريږئ. د يوه خطي اهتزاز کونکې د ديفرانسيل معادله، يعنی (۹– ۲۵) بايد داسې اصلاح شي چې د خاموشي يا ودريدو اغيزې په کې شاملې شي.

يو ځل بيا د m يوه کتله چې په يوه فنر پورې ترل شوی ده لکه څرنګه چې په (۹– ٦) شکل کې ښودل شوې ده د يوې نمونې په توګه په پام کې نيسو او د هغې حرکت يوازې په يوه بعد کې مطالعه کوو. کله چې کتله په يو سيال ، هوا يا مايع کې حرکت وکړي، اصطکاکي قوې خاموشي، وروکيدونه او په پاې کې ودريدل رامنځ ته کوي. اصطکاکي قوه يا خاموش کونکې عامل F_d کيداې شي له سرعت سره متناسب فرض شي، يعنی

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

چې په هغې کې b بايد مثبت وي.



(۹- ۷) شکل په يوه تبخيري اهتزاز کونکې جسم باندې واردې قوې

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

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

د نيوټن د دويم قانون څخه په ګټه اخيستنه او د $F_{net} = m\ddot{x}$ په وضع کولو سره لرو چې:

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

پورتنی معادله يوه دويمه درجه ديفرانسيلي معادله او د تبخيري اهتزاز معادله ده. د نوموړې معادلې د حل لپاره اطراف په m تقسيموو او هم لاندې تعويض په پام کې نيسو:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\gamma = \frac{b}{2m} \quad \text{.................................(۹− ۳۵)}$$

او

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \quad \text{.................................(۹− ۳٦)}$$

په پايله کې:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad \text{...........................(۹− ۳۷)}$$

د پورتنۍ معادلې يو حل په لاندې ډول دی.

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

که چيرې دا قيمتونه په (۹− ۳۷) معادله کې وضع کړو، لرو چې

$$e^{\lambda t}\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0$$

څرنګه چې $e^{\lambda t} \neq 0$ دی، نو بايد ولرو چې:

$$\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0 \quad \text{................................(۹− ۳۸)}$$

ددې معادلې جذرونه عبارت دي له:

$$\lambda_1 = -\gamma + \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

$$\lambda_2 = -\gamma - \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

له دې کبله (۹− ۳۷) معادلې عمومي ځواب عبارت دی له:

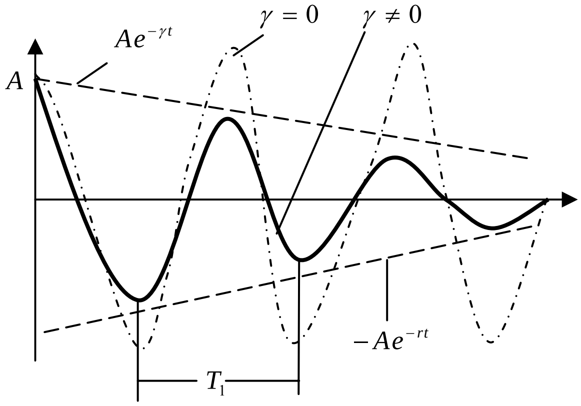
$x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$ يا

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

څرنګه چې (۹− ۳۷) معادله يوه تفاضلي معادله ده د هغې دحل د زيات تفصيل څخه ډډه کوو، که چيرې خاموش 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 يو تبخيري اهتزاز ښيي لکه څرنګه چې په شکل کې ليدل کيږي د اهتزازونو امپليتود په طاقتيزه يا نمايي توګه کميږي. د پرتلې لپاره غير تبخيري اهتزازونه (نقطه نقطه منحني) هم ښودل شوي ده چې د هغې لپاره $\gamma = 0$ دي.

۹– ۷: اجباري اهتزازونه Forced Oscillations

يو خپلواک اهتزاز کونکې د هميشه لپاره اهتزاز کوي. خو په حقيقت کې د هر ډول سيستم لپاره يو ډول خاموشي يا تبخير حضور لري (انرژي ضايع کيږي، مثلاً په تودوخه بدليږي) او په پاې کې سيستم له اهتزاز څخه پاته کيږي، يعنی ودريږي. د اهتزازو نو د ساتنې او دوام لپاره بايد له يوې خارجي منبع (چينې) څخه په خاموش کونکې يا تبخيري محيط کې سيستم ته په هغه مقياس انرژي ورسول شي په کوم مقياس چې انرژي ضايع کيږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمينيږئ د اجباري يا هدايت کيدونکو اهتزازونو په نوم ياديږي او اهتزاز کونکې سيستم د اجباري يا هدايت کيدونکې سيستم په نوم ياديږئ. که چيرې په سيستم باندې يوه هدايت کونکې قوه F_d وارده شي په سيستم باندې عمومی محصله وارده قوه مساوي ده په:

$$F_{net} = F_s + F_f + F_d \quad \text{................................} (۹– ۴۱)$$

په پورتنی رابطه کې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$F_s = -kx, F_f = -b\dot{x}$$

او د 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. خرنګه چې مورږ د خطي اهتزاز کونکو په هکله بحث کوو ښه به وئ چې هدايت کونکې قوه F_d په سينوسي بڼه فرض کړو، يعنى

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

ددې لپاره چې هدايت کونکې قوه پورتنۍ بڼه لري ښه دلايل لرو. لومړۍ 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، يعنى 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 ځو 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، يعنى

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

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 زاويه يې طبيعي فريكونسي يا د تبخيري اهتزازونو فريكونسي ده او هميشه د خپلواكه اهتزازونو له فريكونسي ω_0 څخه كوچنۍ وي. كه چيرې په (۹- ۴۶) معادله كې لاندې تعويض په پام كې ونيسو

$$A=\sqrt{B^2+C^2},\tan\phi=-\frac{C}{B}$$

په دې صورت كې (۹- ۴۵) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره كوئ.

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

څرنګه چې تبخيري اهتزازونه په پاى كې له مينځه ځي يا صفر كيږئ د ځواب د X_h برخه د تيريدونكې (ګذرا) حد په نوم ياديږئ. له يو څه وخت څخه وروسته د ځواب د X_h برخه خپل اهميت له لاسه وركوي له دې كبله بايد د قسمي ځواب $X_1(t)$ پيدا كولو ته پاملرنه وكړو.

د (۹- ۴۲) رابطې سره سم اعمال شوې قوه په سينو سيزه توګه بدلون كوي، له دې كبله انتظار لرو چې د $X_i(t)$ ځواب په سينو سيزه توګه بدلون كوي. كه چيرې د معادلې په كينه خوا كې $\dot{X}$ نه وي د $X=A\cos\omega t$ په بڼه ځواب په بشپړه توګه د منلو وړ دي. ددې ټكې په رعايتولو سره بايد ځواب په لاندې بڼه ولرو:

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

ځواب په لاندې بڼه په پام كې نيسو

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

د A او ϕ د محاسبې لپاره په (۹- ۴۸) رابطه كې د X_i قيمت وضع او $\theta_0=0$ په پام كې نيسو، په دې صورت كې لرو چې:

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

د معادلې له ترتيبولو وروسته لرو چې:

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

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

(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

$$\left(K-m\omega^2\right)\cos\phi+b\omega\sin\phi=\frac{F_0}{A} \quad (۹- ۵۰)$$

$$\left(K-m\omega^2\right)\sin\phi-b\omega\cos\phi=0 \quad (۹- ۵۱)$$

د زاویې د فاز لپاره لاندې افاده په لاس راځي:

$$\tan\phi=\frac{b\omega}{k-m\omega^2}=\frac{b\omega/m}{k/m-\omega^2} \quad (۹- ۵۲)$$

که چیرې $\frac{k}{m}=\omega_0$ او $\gamma=\frac{b}{2m}$ سره عوض کړو، لرو چې:

$$\tan\phi=\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2} \quad (۹- ۵۳)$$

له پورتنۍ رابطې څخه لرو چې:

$$\sin\phi=\frac{2\gamma\omega}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}} \quad (۹- ۵۴)$$

$$\cos\phi=\frac{\omega_0^2-\omega^2}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}} \quad (۹- ۵۵)$$

که چیرې دا کمیتونه په (۹- ۴۷) رابطه کې وضع کړو په لاس راځي چې:

$$A=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}} \quad (۹- ۵۶)$$

په دې ترتیب د غیر متجانسې معادلې قسمي ځواب عبارت دی له:

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

په پورتنۍ معادله کې:

$$\phi=\tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2} \quad (۹- ۵۸)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

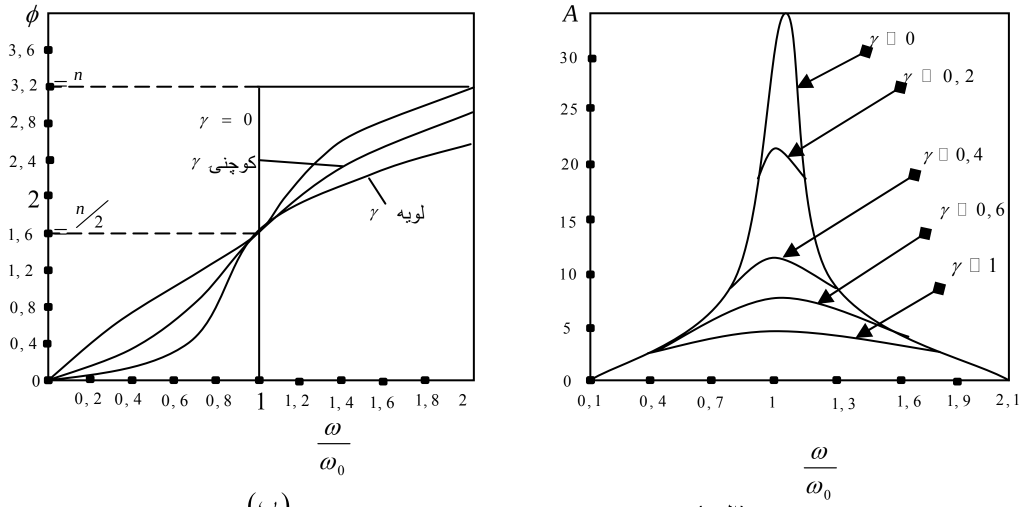
۹– ۸: ریزونانس Resonance

د یوه مستقر حرکت امپلیتود A او د فاز زاویه د (۹– ٥٦) او (۹– ٥٨) معادلو سره سم عبارت دي له:

$$A = \frac{F_0 / m}{\left(\omega_0^2 - \omega^2\right)^2 + 4\gamma^2\omega^2} \quad \text{(۹– ٥۹)}$$

$$\phi = \tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad \text{(۹– ٦٠)}$$

د ω_0 د یوه ټاکلي قیمت لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدایت کونکي فریکونسي له جنسه د γ د مختلفو کچو لپاره په (۹– ۹) شکل کې ښودل شوي دئ. لکه څرنګه چې معلومیږي د دغو کمیتونو تګ لاره په شدیده توګه د $\frac{\omega}{\omega_0}$ په نسبت پورې اړه لري.



(ب) (الف)

(۹– ۹) شکل د γ د مختلفو قیمتونو لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدایت کونکي فریکونسي ω له جنسه.

(c) ketabton.com: The Digital Library

لکه څرنګه چې مخکې وويل شول ϕ د هدايت کونکې قوې F او د X لاس ته راغلې حرکت ترمنځ د فاز توپير دي، يعنی د عمل او ځواب ترمنځ د ځنډ څرګندوي دي. لکه څرنګه چې (۹- ۹) شکل يې ښيي د فاز دا ځنډ چې د $\omega=\pi$ لپاره $\phi=0$ دي ، د $\omega=\omega_0$ لپاره $\phi=\pi/2$ او د $\omega=\infty$ لپاره $\phi=\pi$ دي، يعنی په ډيرو لوړو فريکونسيو کې د سيستم اهتزازونه د هدايت کونکې قوې سره 180° د فاز توپير لري. دې نقطې ته پاملرنه دلچسپه ده کله چې $\gamma\to 0$ وي د فاز بدلونو نه تيز او ډير چټک دي او په حدي حالت $\gamma=0$ کې، فاز په نابيره توګه په $\omega=\omega_0$ کې له 0 څخه π ته بدلون کوي.

د (۹- ۹) شکل څخه معلوميږي چې د γ په کچو پورې اړونده يوه هدايت کونکې فريکونسي وجود لري چې په هغې کې امپليتو A اعظمي دي. هغه فريکونسي چې په هغې کې امپليتود اعظمي وي د امپليتود د ريزوتانس فريکونسي په نوم ياده او په ω_r سره ښودل کيږي. د ω_r فريکونسي له (۹- ۵۹) رابطې څخه محاسبه کولې شو.

$$\left.\frac{dA}{d\omega}\right|_{\omega=\omega_r}=0 \quad\text{(۹- ۶۱)}$$

د لاس ته راغلې معادلې له حل څخه لرو چې:

$$\omega=\omega_r=\left(\omega_0^2-2\gamma^2\right)^{\frac{1}{2}} \quad\text{(۹- ۶۲)}$$

پورتنی رابطه بيانوي چې کله چې د تخير ضريب(γ) کميږئ د ريزونانس فريکونسي زياتيږئ او کله چې $\gamma\to 0$، ω_r د خپلواک اهتزاز کونکې د طبيعي فريکونسي ω_0 خواته تقرب يا ميل کوي. کله چې د تخير ضريب فوق العاده کوچنی وي د (۹- ۶۲) رابطې ښي خوا د نيوټن د بينوم په کاروني سره په لاندې ډول ليکلې شو

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

يا

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

(۹- ۶۲) او (۹- ۶۳) رابطې چې د اجباري اهتزاز لپاره ليکلې شوې دي کولې شو د تخيري اهتزاز لپاره هم چې مخکې مطالعه شول مشابه رابطه وليکو، يعنی

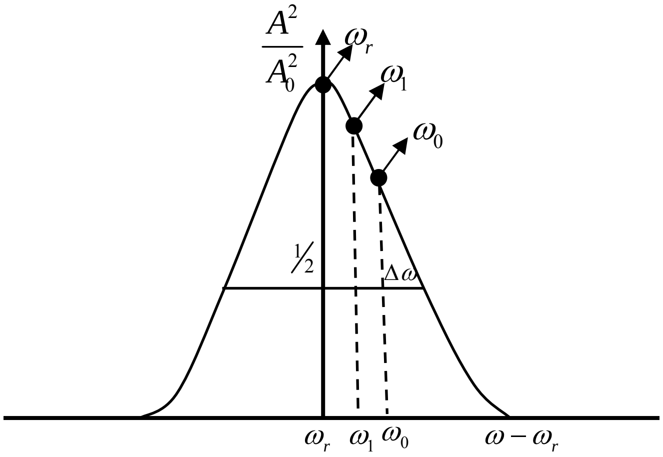
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

د کوچنی γ لپاره لرو چې:

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

په داسې حال کې چې د خپلواک اهتزاز کونکې لپاره $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ دي. له دی کبله د ω_1 په بنې خوا کې قرار نیسي او بیا هم له ω_0 څخه لیرې ده. په هغه صورت کې ω_r کله چې $\omega = \omega_r$ وي لکه څرنګه چې (٩– ١٠) شکل یې ښیې، لرو چې: $\frac{A^2}{A_0^2} = 1$ دي.



(٩– ١٠) شکل د ریزونانس د فریکونسي ω_r، طبیعي فریکونسي ω_1 او د خپلواکه طبیعي فریکونسي ω_0 نسبي موقعیتونه ښیئ. په دې ترتیب اعظمي امپلیتود د $A = A_0$ چې په $\omega = \omega_r$ کې واقع کیږي کولې شو د (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 تبخیر په صورت کې، فرضوو چې $\gamma \to 0$، په پایله کې

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

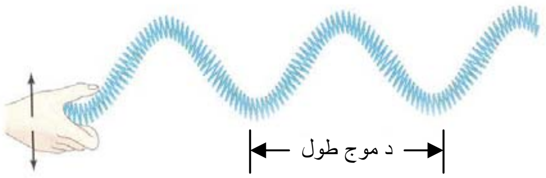
(c) ketabton.com: The Digital Library

څرګنده ده چې که چیرې b کوچنۍ وي په پایله کې $A_0 \to \infty$، خو داسې سیستم وجود نه لري چې غیر تبخیري وي.

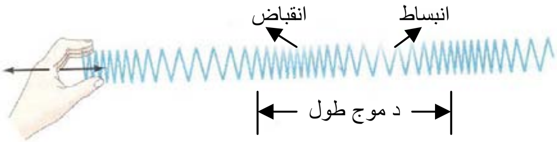
۹- ۹: موجي حرکت Wave Motion

که چیرې په یوه ارتجاعي محیط کې اهتزاز کونکې جسم (د اهتزاز منبع) کښېږدو، د محیط ذرې د تعادل له حالت نه وزي او په اهتزاز پیل کوي. د محیط هر ځای ته چې اهتزاز رسیږي د محیط د هغه ځاي ذرې هم په اهتزاز راځي او داسې تر پای پورې، د لږ وخت نه وروسته اهتزاز ټول محیط نیسي. خو د محیط ذرې په مختلفو فازونو سره اهتزاز ترسره کوي هر څومره چې ذره د اهتزاز له منبع نه لیرې واقع وي هغو مره نا وخته په اهتزاز پیل کوي او په هم هغه اندازه د فاز ځنډ (تأخیر) لري.

په محیط کې د اهتزاز خپریدو ته موجي حرکت یا موج وایي. د موجي حرکت ښه بیلګه د اوبو په مخ هغه څپه ده چې د ډبرې د لویدو په ځای کې رامنځ ته کیږي او د متحد المرکز دایرو بڼه لري. د څپې (اهتزاز) د خپریدو جهت ته وړانګه (شعاع) وایي. هغه څپه چې په هغې کې د محیط ذرې د څپې په جهت (وړانګې) باندې عمود اهتزاز کوي د عرضي څپې په نوم یادیږي. که چیرې د محیط ذرو اهتزاز د څپې د جهت سره هم لورې وي دا ډول څپې ته طولي څپه وایي. د عرضي او طولي څپو د پیژندنې لپاره د (۹- ۱۱) شکل سره سم



(الف)



(ب)

(۹- ۱۱) شکل

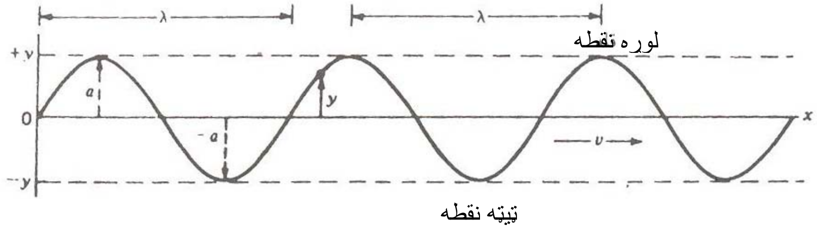
(c) ketabton.com: The Digital Library

که چیرې د یوه اوږده فنر په یو انجام باندې د لاس په واسطه په عمودي جهت ضربه وارده کړو (۹– ۱۱ الف) شکل یوه عرضي څپه او که دا ضربه په افقي جهت (۹– ۱۱ ب) شکل وارده کړو یوه طولي څپه رامنځ ته کیږي. په څپه کې د محیط ذرې تغییر مکان نه کوي یوازې د خپل تعادل موقعیت په شا او خوا کې اهتزاز تر سره کوي، یوازې څپه ایزه پروسه یا موجي حرکت تغییر مکان کوي.

د یادولو وړ ده چې طولي څپې په جامدو مایع او ګاز ډوله اجسامو کې او عرضي څپې له اوبو پرته یوازې په جامدو اجسامو کې رامنځ ته کیږي.

زمونږ شا او خوا نړۍ له موجونو، نه ډکه ده. ځینې موجونه لیدل کیږي او د اوریدلو وړ دي، خو زیاتره یې د لیدلو او اوریدلو وړنه دي، یعنی زمونږ د لیدو او اوریدو حواس هغه درک کولې نه شي. پوهیږو چې اتومونه او مالیکولونه له الکترونونو، پروتونونو، نیوترونونو او میزونونو، نه جوړ شوي دئ چې د څپو یا موجونو په بڼه پخپله محدوده کې دا خوا او ها خوا حرکت کوي. که چیرې همدا اتومونه او مالیکولونه په سم ډول ولمسول شي د ګاما (γ) او ایکس (x) وړانګو په نامه موجونه، نوري موجونه، تودخیز (حرارتي) موجونه او رادیویي موجونه خپروي.

په ورځنۍ ژوند کې د موجونو ښې بیلګې د اوبو په مخ موجونه، د زلزلې موجونه او د صوت موجونه دي. د اوبو په مخ موجونه د بیړیو د حرکت نه، صوتي موجونه د شیانو د چټک حرکت نه او د ځمکې د زلزلې موجونه د ځمکې په کره کې د ناڅاپي حرکتونو، نه راپیدا کیږي. موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي. د نور موجونه د عرضي موجونو له جملې څخه دي. که چیرې د اهتزاز یوه چنیه یا منبع په یو نواخت محیط کې په پام کې ونیسو د هغې موجونه د (۹– ۱۰) شکل په شان دي.



(c) ketabton.com: The Digital Library

(۹– ۱۲) شکل د یوې عرضي ځپې 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 يې 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:

$$\upsilon = f\lambda \quad \text{.................................(۹– ۶۷)}$$

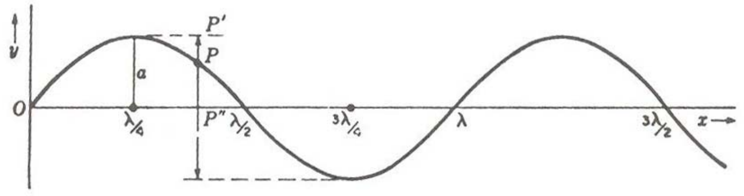
د موج د معادلې د لاس ته راوړلو لپاره یو عرضي موج په پام کې نیسو چې په هغه کې د ټولو نقطو حرکت د خپریدو په جهت عمود وي. د هرې نقطې تغییر مکان y له لاندینۍ رابطې نه په لاس راځي:

$$y = a\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \quad \text{.................................(۹– ۶۸)}$$

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 ښي خواته حرکت کوي، د t وخت په لاندې ډول په معادله کې وارده وو:

$$y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(x-\upsilon t) \quad \text{.................................(۹– ۶۹)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۱۳) شکل د t=0 په لحظه کې د يوه ساينيز موج مسير

د موج په مخ هر ذره په ګراف کې د P د نقطې په شان يو ساده هارمونيک حرکت ترسره کوي او د $P, P', P'', P''', \ldots$ پرله پسې يا متوالي موضع ګانې په داسې حال کې چې موج د حرکت په حال کې دي اشغالوئ. د هرې نقطې د يوه بشپړ اهتزاز د اجرا وخت د نورو نقطو د اهتزاز د اجرا له وخت سره مساوي دي، نو څکه لرو چې:

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

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

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

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

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

(۹- ۴) مثال: د $m = 0,016kg$ کتلې درلودونکې يوې مادي نقطې د اهتزاز معادله $x = 0,1\sin\left(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{4}\right)m$ ده. معلوم کړئ.

الف) د اهتزاز کونکې نقطې اعظمي سرعت (v_m) اعظمي تعجيل (a_m)

ب) په اهتزاز کونکې نقطې باندې عامله اعظمي قوه F_m

ج) د اهتزاز کونکې نقطې بشپړه يا ټوليزه انرژي W

(c) ketabton.com: The Digital Library

حل: د نوموړې نقطې د اهتزاز معادله د هارمونیک اهتزاز له عمومي معادلې (۹– ۷۱) سره پرتله کوو، نو د ذرې امپلیتود عبارت دې 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:

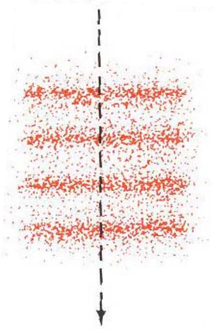
$$W = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{0.016kg \cdot \pi^2 \cdot 0.01m^2}{2 \cdot 64 sec^2} = 1.23 \cdot 10^{-5} J$$

(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

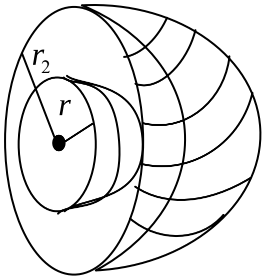
د یوه لوډ سپیکر مهتزز دیافراګم یا د صوتي پنجې مهتزز شاخ (څانګه) چې خپله د شا او خوا هوا له ځانه شړئ همدا ډول سیمې چې په ترتیب د لوړ او ټیټ کثافت درلودونکې دي موج رامنځ ته کوي. د ټیټ کثافت په سیمو کې مالیکولونه اعظمي ځای بدلون متقبل شوی دي هغه له سیمې څخه د باندې بی ځایه شوې دئ. د لوړ کثافت په سیمه کې 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، يعنى دا ټاکي چې آيا دموږ غوږ به د غږ تن لوړ يا ټيټ تر لاسه کړي. د انسان غوږ هغه غږونه اوري چې فريکونسي يې له $20Hz$ څخه تر $20000Hz$ پورې وي. دا حدود يوه اندازه متغيير دي، د بيلګې په توګه د زړو خلکو غوږونه لوړو فريکونسيوته کم حساس دي. هغه صوتي موجونه چې فريکونسي يې $20000Hz$ څخه لوړ دي د فرا صوت ultrasound په نوم ياديږي، ځينې حيوانات لکه سپي، ګيدړې او نور دا فريکونسي ګانې اوري.

د يوه صوتي موج شدت د 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 ګرځئ.

هر څومره چې صوتي موج له خپلې منبع څخه پراختيا کوي يا ليرې کيږي د هغه شدت کميږي ځکه چې د موج د جبهې سطحه زياتيږي له دې کبله د موج انرژي په واحد سطحه کې کميږئ. په يوه متجانس محيط کې د موج شدت د موج له منبع څخه د فاصلې له مربع سره په معکوسه توګه متناسب دي. (۹– ۱۵) شکل د وخت په پرله پسې لحظو کې د کروي موج يوه جبهه ښيي. لکه څرنګه چې په شکل کې ليدل کيږي د وخت په لومړۍ لحظه کې د موج د جبهې شعاع r_1 او په پرله پسې دويمه لحظه کې د موج د جبهې شعا r_2 ده، نو ځکه د هغې سطحه له $4\pi r_1^2$ څخه $4\pi r_2^2$ پورې رسيږئ.



(۹- ۱۵) شکل په هوا کې د يوه صوتي موج د متحد المرکز کروي موجونو جبهه

(c) ketabton.com: The Digital Library

د موج د دغې جبهې په واسطه تولېز، ليږدول شوې قدرت يو شان پاته کيږئ. له دې کبله په واحد سطحه کې شدت يا 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 يا نتيجې په لاس ته راوړولو کې مو محيط متجانس فرض کړي دي، له دې کبله د موج سرعت له ځای پورې اړه نه لري يا د ځای تابع نه دي. د فرا صوت يا اولترا صوت موجونه په ډيره لوړه فريکونسي په هوا کې په ښه توګه نه خپريږي د هوا ماليکولونه هغه په چټکې سره جذبوي. خو دا موجونه د مايعاتو او جامداتو په منځ کې په اساني سره خپريږي چې په دې ورستيو کلونو کې د اولترا صوت د زياتی عملي کاروني لامل شوې دي. د بيلګې په توګه د اولترا صوت موجونه همدا اوس د انسان د بدن د داخلي غړيو د عکس اخيستنې لپاره د X د وړانګې په ځای کارول کيږئ. دا ازمايښت د اميدواري ښځې په بدن کې جنين مجازه وي يا تثبيتوي او هغه زيانونه چې د X وړانګه يې لري دا موجونه يې نه لري. د اولترا صوت هغه کامرې چې دا عکسونه اخلي د $10^6\,Hz$ فريکونسي لرونکې موجونه کار وي.

۹- ۱۱: د صوت سرعت Speed of Sound

لکه د پړې (ريسمان) په مخ موج په شان د صوت سرعت په هوا کې په راستنونکې قوې او له کثافت پورې اړه لري. له کومه ځايه چې راستنونکې قوه د هوا فشار تأمينوي، پس هيله لرو چې د صوت سرعت د هوا د فشار او کثافت تابع وي. يوه پيچلې محاسبه چې دلته له هغې شخه ډډه کيږي ښيي 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 ترتيب سره له اختلال مخکې فشار او کثافت دي له فورمول شخه معلوميږي چې د صوت سرعت د راستنونکې قوې سره زياتيږي او له کثافت سره کميږي. تر معياري شرايطو لاندې (تودوخه د سانتي ګريد 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.

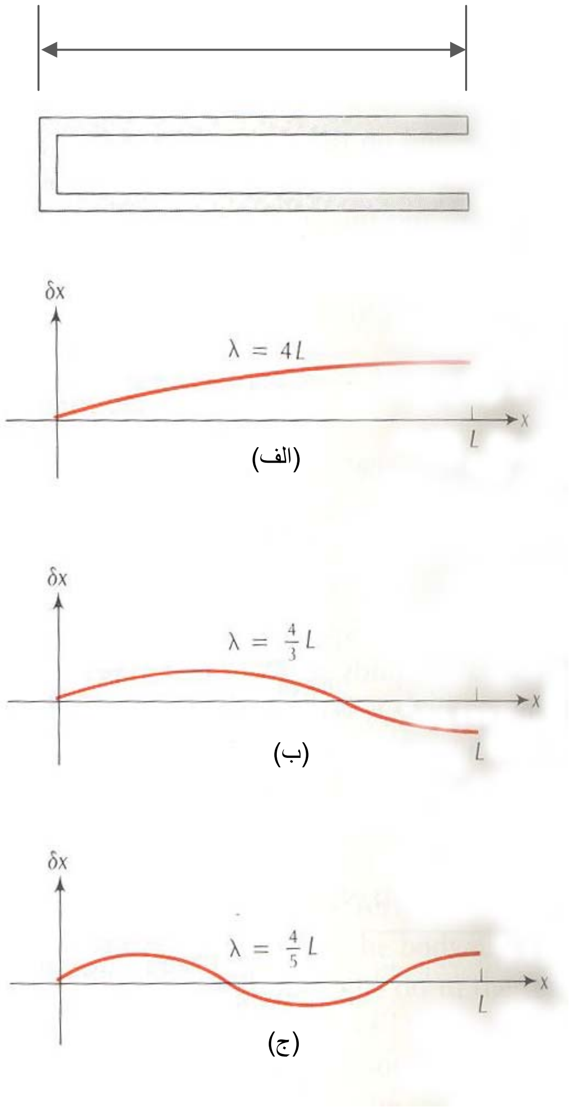
د صوت سرعت په مايعاتو او جامداتو کې له هوا څخه زيات دي ځکه چې هلته راستنونکې قوه ډېره زياته ده. مايعات او جامدات د ګازونو په نسبت د تراکم او فشردګي په مقابل کې له ځانه زيات مقاومت او مخالفت ښيي. په لاندې جدول کې په څو مادو کې د صوت سرعت ثبت شوې دي.

(۹- ۱) جدول په څو مادو کې د صوت سرعت

ماده	$V(m/\sec)$	ماده	$V(m/\sec)$
هوا		المونيم	5104
$0C^\circ$ او $1atm$	331	اوسپنه	5130
$20C^\circ$ او $1atm$	344	ښيښه	5000-6000
$100C^\circ$ او $1atm$	386	ګرافيت	6000
هيليوم $0C^\circ$ او $1atm$	965		
مقطرې اوبه	1497		
د سيند اوبه	1531		

په هوا کې د صوت د سرعت داندازه کولو لپاره په يوه داسې توله (نل) کې چې يو سرېې پرانيستي او بل سرېې ترلي وي له ولاړو يا ساکنو موجونو څخه ګټه اخلي (۹- ۱۶) شکل. هغه وخت ولاړ صوتي موج په ښکاره توګه بايد د تولې په ترلي سر کې د يوې غوټې ځای بدلون (تغيير مکان) درلودونکې وي ځکه چې په دی سر کې د هوا حرکت د يوال محدوده وي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۱۶) شکل

(۹– ۱٦) شکل په هغه نل کې چې يو سريې پرانيستی دي ممکنه ولاړ موجونه

(c) ketabton.com: The Digital Library

په پرانیستی انجام کې موج باید د ځای بدلون یوه خیټه یا بطن ولري. دا ډېره واضح نه ده، خو که چیرې لومړی فشار په پام کې ونیسو په هغه پوهیدی شو. فشار باید په پرانیستی انجام کې ثابت باقي پاته شي ځکه چې پرانیستی انجام هوا سره لاره لري له دی کبله په فشار کې هر نوې رامنځ ته شوې کمښت یا زیاتوب له ځنډ پرته له جو څخه یا جوته د هوا په حاضر کیدو ختمیږي او د فشار بدلون له منځه وړي. په دی ترتیب جو یا آزاده هوا لکه د ثابت فشار د مخزن په توګه عمل کوي. دا په بشپړه توګه دقیقه او سمه نه ده، ځکه چې ځینې صوتي موجونه له انجام څخه انعکاس کوي او د محیط په هوا کې پریودیک اهتزازونه تولیدوي، خو دا ښه تقریب دي ځکه چې د شا او خوا ازادي هوا یا، جو د فشار اهتزازونه د نل یا تولې د داخلي اهتزازونو څخه ډېر کم دي. له دې کبله پرانیستی انجام د فشار یوه غوټه ده، لکه څرنګه چې مخکې وویل شول د فشار اصغري ګان د ځای بدلون یا تغییر مکان اعظمي ګان دي، له دی کبله د فشار غوټه د ځای بدلون یا تغییر مکان یوه خیټه یا بطن دي.

د نل په دوو انجامونو کې د دی سرحدي شرایطو سره، ولاړموجونه هغه چې په (۹– ۱٦) شکل کې ښودل شوې دي. که چیرې د تولی یا نل اوږدوالې L وي، ددې ولاړو موجونو طول په لاندې ډول دي.

$$\lambda_1 = 4L \text{،} \lambda_2 = \frac{4}{3}L \text{،} \lambda_3 = \frac{4}{5}L,\ldots \quad \text{(۹– ۷۴)}$$

او اړونده فریکونسې ګانې

$$f_1 = \frac{v}{4L},\ f_2 = \frac{3v}{4L},\ f_3 = \frac{5v}{4L},\ldots \quad \text{(۹– ۷۵)}$$

یا په عمومي ډول

$$f_n = n\frac{v}{4L} \qquad n = 1,3,5,\ldots \quad \text{(۹– ۷٦)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹- ۱۲: د صوتي موجونو انعکاس The Reflection of Sound Waves

صوتي موجونه د دوو مختلفو محيطونو له ګډې پولې څخه چې مختلف ميخانيکي خواص لري منعکس کيږئ. د بيلګې په توګه کله چې له هوا څخه اوبو ته موجونه تيريږي يا د هغه بر عکس د انرژي زياته برخه منعکس او يوازې يوه کمه برخه يې دويم محيط ته ننوزي.

صوتي موجونه په هوا کې له سختو يا جامدو جسمونو څخه هم منعکس کيږي د بيلګې په توګه د ځمکې له سطحې څخه ځرنګه چې مونږ ته د پژواک (Echo) پديده معلومه ده. د صوتي موجونو په انعکاس کې مهم رول د محيط د کثافت ρ او د صوت د سرعت v بدلون لري يا په دقيقه توګه د ρv د کميت بدلون عمده رول لوبوي. په هره اندازه چې د ρv د کميت بدلون زيات وي له يوه محيط څخه بل محيط ته د تيريدو په وخت کې هم هغه اندازه د دغو محيطونو په پوله کې د صوتي موجونو زياته انرژي منعکس کيږي. تجربې ښيي چې د منعکس شوې موج فاز ښايي يا صفر او يا π وي يعنی منعکس شوې موج له وارده موج سره بايد يا هم فازه او يا له هغه سره مخالف فاز ولري.

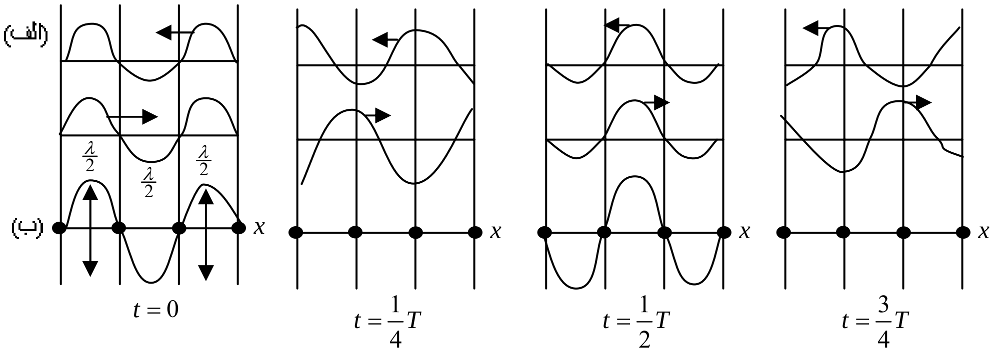
ρv د محيط د اکو ستيک موجي مقاومت په نوم ياديږي. د منعکسه موج فاز په دی پورې اړه لري چې کوم محيط زيات موجي مقاومت لري. که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت کم وي په دی صورت کې انعکاس د فاز له بدلون پرته تر سره کيږي، بر عکس که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت زيات وي منعکسه موج مخالف فاز لري.

۹- ۱۳: ولاړ يا ساکن موجونه Standing Waves

د ولاړو موجونو د مطالعې لپاره دوه ساينيز موجونه چې د موج طول او دامنه يا امپليتود يې يو شان او مساوي دي په پام کې نيسو. که چيرې دا دوه موجونه په دوو مختلفو جهتونو حرکت وکړي څه واقع کيږي؟ ايا د دواړو موجونو محصله د هغه له حاصل جمع څخه لاس ته راوړې شو.

(۹- ۱۷) شکل ددا ډول موجونو ګراف ښيي. دا ګراف دوه يو ځای کيدونکي يا ترکيب کيدونکي موجونه چې يو يې ښي خواته او بل يې کيڼي 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 معلومیږي د محصله موج ځانګړتیا په دې کې ده چې د پړی یا رسی په اوږدو کې غوټې وجود لري چې د غوټو په ځای کې پړې همیشه ساکن یا ولاړه وي. په (۹– ۱۷ ب) شکل کې څلورغوټې د نقطو په واسطه ښودل شوې دي. د دوو متوالي غوټو په منځ کې جوف یا خیټه قرار لري چې د موج امپلیتود په هغې کې اعظمي قیمت لري.

په (۹– ۱۷ ب) شکل کې موج ډوله انځورونه د ولاړ یا ساکن موج په نوم یادیږي، ځکه چې د موج انځورونه ښیې او کیڼې خواته حرکت نه کوي یا په بل عبارت د اعظمیو او اصغریو ځایونه بدلون نه کوي. په لنډه توګه ولاړ موج په لاندې ډول تعریفوو.

که چیرې دوه ساینیز موجونه چې د موج طول او امپلیتود یې سره مساوي او یو شان وي د یو بل په مخالف لورې د یوه کش شوې پړې په اوږدوکې حرکت وکړي د یو بل سره د هغو له تداخل نه ولاړ یا ساکن موج رامنځ ته کیږي. د یوه ولاړ موج د تحلیل او ارزیابي لپاره دوه یو ځای کیدونکې موجونه چې معادلې یې په لاندې ډول دي په پام کې نیسو:

$$y_1(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) \quad \text{.................................(۹– ۷۷)}$$

$$y_2 = (x,t) = y_m \sin(kx + \omega t) \quad \text{.................................(۹– ۷۸)}$$

د نوموړیو موجونو محصله عبارت ده له:

$$y'(x,t) = y_1(x,t) + y_2(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) + y_m \sin(kx + \omega t)$$

د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخیستنه سره لیکلې شو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$y'(x,t) = [2y_m \sin kx]\cos \omega t \quad \text{..........................} (۷۹ -۹)$$

وروستۍ رابطه يو خوځنده موج نه دي، بلکې يو ولاړ يا ساکن موج دي، پس (۹- ۷۹) رابطه د ساکن موج معادله ده. په نوموړې معادله کې د قوس داخل کميت يعنى $2y_m \sin kx$ د x په محل کې د موج امپليتود دي. خو څرنګه چې امپليتود هميشه مثبت دي او $\sin kx$ بنايي 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 بيلګې 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:

$$x = n\frac{\lambda}{2} \text{ غوټې} \quad \text{..................................} (۸۰ -۹)$$

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 پورتنۍ معادله کې د $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ د قيمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x = (n+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2} \text{ جوفونه} \quad \text{......................} (۸۱ -۹)$$

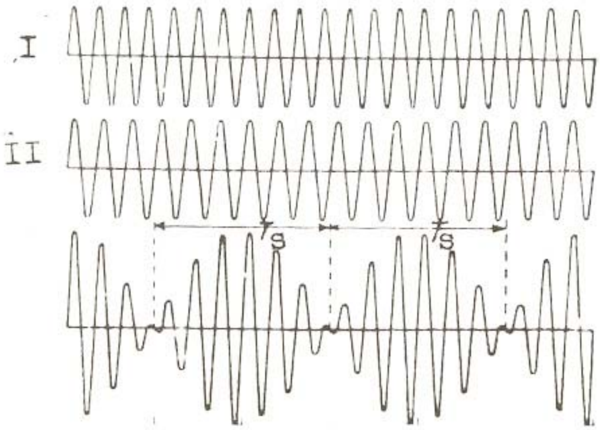
$n = 0,1,2,...$

(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 ډیر کم توپیر لري په پام کې نیسو (۹− ۱۸) شکل. د I او II منحنی 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:

$$y_1 = b\sin\omega_1 t \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۸۲)$$

$$y_2 = b\sin\omega_2 t \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۸۳)$$

د دواړو اهتزازونو مجموعه یا محصله په y سره ښیوو، نو څکه لرو چې:

$$y = y_1 + y_2 = b(\sin\omega_1 t + \sin\omega_2 t)\;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۸۴)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د لاندې مثلثاتي فورمول په کارونې سره

$$\sin \propto + \sin \beta = 2\cos\frac{\propto - \beta}{2}\sin\frac{\propto + \beta}{2}$$

(۹– ۸۴) رابطه په لاندې ډول سره لیکلې شو:

$$y = 2b\cos(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t)\sin(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۸۵ -۹)$$

کله چې ω_1 ډیره زیاته ω_2 ته نږدې وي په دې صورت کې به $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ له $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ څخه ډیر کوچنی وي. په دې حالت کې د $\cos\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ فکتور د $\sin\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t$ په نسبت نظر وخت ته ډیر ورو بدلون کوي. د محصله حرکت عملیه په یوه ښه تقریب سره کولې شو د یوه هارمونیکي اهتزاز په توګه تصور کړو چې د هغه فریکونسي $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$، خو ددی اهتزاز امپلیتود، یعنی $2b\cos\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t$ خپله د $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ فریکونسي سره نظر وخت ته په تناوبي ډول بدلون کوي. د محصله اهتزاز امپلیتود له صفر څخه تر یوه اعظمي قیمت $2b$ پورې تزاید کوي دواري کمیږي. دا ډول اهتزازونه د لړزیدنې یا beats په نوم یادوي. د دوو اعظمي امپلیتودونو ترمنځ فاصله د لړزیدنې د دوام په نوم یاد او په T_s سره یې ښیي. دا وخت هغه وخت دي چې $\cos\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ له $+1$ څخه تر -1 پورې بدلون کوي. یا په بل عبارت دا هغه وخت دی چې د کوساین قوس د π په اندازه بدلون وکړي، یعني:

$$\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}T_s = \pi$$

له دی ځایه لیکلې شو چې:

$$T_s = \frac{2\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{1}{f_1 - f_2} = \frac{T_1T_2}{T_2 - T_1} \ldots\ldots\ldots\ldots(۸٦ -۹)$$

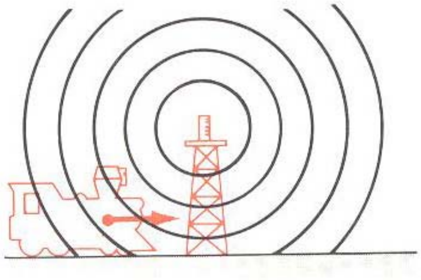
د لړزیدنې فریکونسي په f_s سره ښیو او دا فریکونسي عبارت ده له:

$$f_s = f_1 - f_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۸۷ -۹)$$

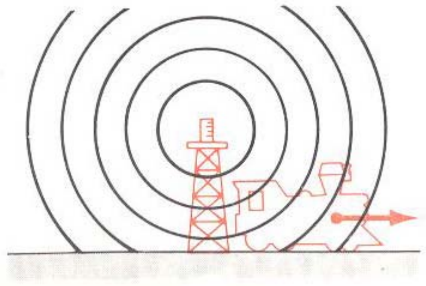
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 $331 \, m/_{\text{sec}}$ 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 ښايي زيات يا کم شي. د بیلګې په توګه که چیرې یو اورګاړي (ترین) چې په $30 \, m/_{\text{sec}}$ سرعت حرکت کوي یوه ساکن انتن ته نږدې شي (۹– ۱۹ الف) شکل، د صوتي موج سرعت به داورګاړي په نسبت $361 \, m/_{\text{sec}}$ وي، او که چیرې اورګاړي له آنتن څخه لیرې شی د (۹– ۱۹ ب) شکل، د صوت د موج سرعت به $301 \, m/_{\text{sec}}$ وي.



(الف)



(ب)

(۹– ۱۹) شکل (الف) اورګاډي آنتن ته نږدې کیږي. اورګاډي نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د زياتو 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 کيږي

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اورګاډي حرکت يوازې د صوتي موجونو په سرعت نه، بلکې د هغو په فریکونسي باندې هم آغیزه کوي. د بېلګې 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، اخیستونکي یا ثبت کونکي 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 اخیستونکي او یا لیږدونکي د حرکت له امله رامنځ ته کیږي د دوپلر د لیږد په نوم یادیږي. د فریکونسي د لیږد د محاسبې لپاره له هغې رابطې څخه ګټه اخلو، چې د سرعت، د موج طول او فریکونسي ترمنځ وجود لري، یعنی:

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{.....} \quad (۹- ۸۸)$$

او د اورګاډي د پورتنی مثال لپاره لرو چې:

$$f' = \frac{v'}{\lambda} \quad \text{.....} \quad (۹- ۸۹)$$

د پورتنیو رابطو له تقسیم څخه لرو چې:

$$\frac{f'}{f} = \frac{v'}{v} \quad \text{.....} \quad (۹- ۹۰)$$

د اورګاډي سرعت چې د صوتي موجونو د اخیستونکي یا ثبت کونکي په توګه عمل کوي په V_R سره ښیو د اورګاډي د محاسبې په سیستم کې د صوت سرعت $V' = V \pm V_R$ دي، چې په هغه کې مثبته علامه د صوت د منبعې په خوا د اورګاډي د حرکت او منفي علامه د صوت له منبعې څخه د اورګاډي د حرکت آړوند ده. په پایله کې (۹– ۹۰) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوي.

$$f' = f\left(\frac{V \pm V_R}{V}\right)$$

یا

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \quad (۹- ۹۱)$$

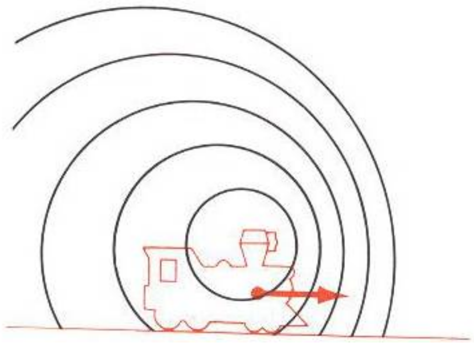
په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کیدونکې او منفي علامه د لیرې کیدونکې اخیستونکې یا ثبت کونکې لپاره ده. (۹- ۸۹) رابطه په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي ده.

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 دې 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 وروسته 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 کونکي 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 اورګاډي 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 شاته 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 فریکونسي 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 طی 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:

$$\acute{f} = \frac{V}{\acute{\lambda}} = \frac{V}{\lambda \mp \frac{V_E}{f}} = \frac{V}{\frac{V}{f} \mp \frac{V_E}{f}} \qquad (۹- ۹۲)$$

يا:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right) \qquad (۹- ۹۳)$$

(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:

$$f' = f\,\frac{1}{1-\frac{V_E}{V}} = \frac{440Hz}{1-\frac{30\,{}^{m}/_{sec}}{331\,{}^{m}/_{sec}}} = 484Hz$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹- ۱٦: د فصل لنډيز

- اهتزازي حرکتونه هغو حرکتونو ته ويل کيږي چې يو جسم يا سيستم په وارورا د خپل تعادل له حالت څخه يوه خوا او بله خوا تيريږي او هرځل بيرته هغه ته راګرځي. که چيرې دابيرته راګرځيدنه له مساوي وخت څخه وروسته ترسره شي دا ډول اهتزازونه د پريوديکي اهتزازونو په نوم ياديږئ.
- هارمونيک اهتزازونه هغو اهتزازونو ته ويل کيږي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کميت مثلاً د رقاصې انحراف يا تغيير مکان د وخت په نسبت د ساين او کوساين د قانون په مطابق بدلون کوي.
- د هارمونيکي اهتزاز معادله کله چې لومړنۍ فاز مساوي صفر وي عبارت دي له:

$$X = A\sin\omega t \quad (۹-۹۴)$$

د لومړنۍ فاز د موجوديت په صورت کې د هارمونيکي اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$X = A\sin(\omega t + \varphi_0) \quad (۹-۹۵)$$

- ساده يا رياضيکي رقاصه د m په کتلې سره د يوې مادې نقطې څخه عبارت ده چې د يوه بى وزنه تار په پاى پورې ځړول شوې ده. د هغه حرکت کله چې د اهتزاز امپليتود کم وي تقريباً يو ساده اهتزاز دي. د ساده رقاصې زاويه يې فريکونسي او پريود په لاندې ډول دئ.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad (۹-۹٦)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad (۹-۹۷)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (۹-۹۸)$$

- فزيکي يا مرکبه رقاصه يو جسم دي چې له يوه دوراني محور څخه چې د ثقل له مرکز څخه د ℓ په فاصله واقع دي ځوړندوي. که چيرې د جسم د عطالت مومنت د دوران د محور په نسبت J وي د نوموړي رقاصې زاويه يې فريکونسي او تناوب مساوي دي په:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\omega=\sqrt{\frac{mg\ell}{J}}\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۹۶)$$

$$T=2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}}\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۱۰۰)$$

- په هارمونيکي اهتزاز کې د انرژي د تحفظ قانون عبارت دي له:

$$W=W_K+W_P=\text{const}$$

$$W=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kx^2=const\ \ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۱۰۱)$$

- په محيط کې د اهتزاز خپريدو ته څپه ایزه پروسه یا څپه وايي. څپې یا موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي.
- هغه اهتزازونه چې په تدريجي توګه يې امپليتود کميږي او په پای کې مهتزز جسم ودريږي د تبخيري يا مستهلک اهتزاز په نوم يادېږي.
- د تبخيري اهتزاز معادله په لاندې ډول ده.

$$m\ddot{x}+b\dot{x}+kx=0\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۱۰۲)$$

- 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 يادېږي.
- د اجباري اهتزاز معادله عبارت ده له:

$$m\ddot{x}+b\dot{x}+kx=F_0\cos\left(\omega t+\theta_0\right)\ \ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۱۰۳)$$

- د موجي حرکت معادله په لاندې ډول ده:

$$y=a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۹-۱۰۴)$$

- د صوت د سرعت فورمول عبارت دي له:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$V = \sqrt{1,40\frac{P_0}{\rho_0}} \text{.............................(۹- ۱۰۵)}$$

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:

$$y'(x,t) = [2y_m \sin kx]\cos \omega t \text{ ....(۹- ۱۰۶)}$$

- د لړزیدنې په اهتزازونو کې د لړزیدنې فریکونسي مساوي ده په:

$$f_s = f_1 - f_2 \text{..................................(۹- ۱۰۷)}$$

- د دوپلر دافکت پر بنسټ په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي عبارت ده له:

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \text{...........................(۹- ۱۰۸)}$$

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 تمرین

1. د یوې ذرې تغییر مکان د $x = 4\cos(3\pi t + \pi)$ معادلې مطابق ترسره کیږي که چیرې فاصله په متر او وخت په ثانیه اندازه شي پیدا کړي

الف) د اهتزاز امپلیتود

ب) د اهتزاز فریکونسي او پریود

ج) د ذرې موقعیت د $t = 0$ په لحظه کې

ځوابونه (الف: $4m$ ، ب: $0.67Hz$ $1.5sec$، ج: $-4m$)

2. په پورته سوال کې د بیان شوې ذرې لپاره د t په وخت کې سرعت او تعجیل پیدا کړي همدا رنګه د t=0 په لحظه کې د ذرې اعظمي سرعت او اعظمي تعجیل پیدا کړي؟

ځوابونه:

$$V = -12\pi\sin(3\pi t + \pi); V_m = 0$$

$$a = -36\pi^2\cos(3\pi t + \pi); a_m = 36\pi^2 \, m/\sec^2$$

3. یوه ذره هارمونیک اهتزاز ترسره کوي که چیرې د حرکت معادله یې $X = 5\cos(2t + \pi/6)$ ، فاصله په سانتي متر او وخت په ثانیه اندازه شي. د $t = 0$ په لحظه کې پیدا کړي

الف) د ذرې تغییر مکان

ب) د هغې سرعت او تعجیل

ج) د حرکت امپلیتود او پریود

ځوابونه: (الف: $4,3cm$ ، ب: $-5\,m/\sec, -17\,cm/\sec^2$ ، ج: $\pi\sec, 5cm$)

4. یوه ذره هارمونیک اهتزاز کوي په هر سایکل یا دوران کې مجموعاً $20cm$ فاصله طې کوي او اعظمي تعجیل یې $50\,m/\sec^2$ دی. پیدا کړي

الف) د اهتزاز زاویوي فریکونسي

ب) د ذرې اعظمي سرعت

ځوابونه: (الف: $3,33\,rad/\sec$ ، ب: $16,65\,cm/\sec$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

5. یوه ساده رقاصه (ریاضیکي رقاصه) چې پریود یې $2,5\sec$ دي

الف) د رقاصې طول پیدا کړئ؟

ب) د نوموړې رقاصې پریود به د سپوږمۍ په مخ چیرې چې $\left(g_m = 1,67 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}\right)$ دي پیدا کړئ؟

ځوابونه: (الف: $1,55m$، ب: $6\sec$)

6. د یوې ساده رقاصې طول $10m$ دي د رقاصې فریکونسي او پریود پیدا کړئ.

ځواب: ($T = 6,35\sec,\ f = 0,158Hz$)

7. یوه ساده رقاصه چې طول یې $2m$ دي په داسې ځای کې اهتزاز کوي چې $g = 9,80 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}$ دي. معلوم کړئ چې په $5\min$ کې نوموړې رقاصه څو اهتزازه ترسره کوي. ځواب: (106)

8. یوه ساده رقاصه چې طول یې $3m$ دي که چیرې نوموړې رقاصه له هغه ځایه چې هلته $g = 9,80 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}$ دي داسې ځای ته ولیږدول شي چې لوړوی او هلته $g = 9,78 \, {}^{m}\!/_{\sec^2}$ وي د نوموړې رقاصې د پریود بدلون معلوم کړئ.

ځواب: ($1,78 \cdot 10^{-3}\sec$)

9. یو جسم ساده اهتزازي حرکت ترسره کوي، فریکونسي یې $4Hz$ او امپلیتود یې $18cm$ دي پیدا کړئ.

الف) اعظمي سرعت او اعظمي تعجیل

ب) د $x = 9cm$ لپاره یې سرعت او تعجیل

ځواب: (الف: $V_m = 144\pi$، ب: $a_m = 1152\pi^2 \, {}^{cm}\!/_{\sec^2}$)

10. د یوه اهتزاز کونکي جسم کتله $0,800kg$ او د فنر ارتجاعیت یې $140 \, {}^{N}\!/_{m}$ دي

الف) د تناوب وخت یې پیدا کړئ؟

ب) خطي فریکونسي یې پیدا کړئ؟

ج) زاویه یي فریکونسي یې پیدا کړئ؟

ځوابونه: (الف: 0.47 ب: $2,1Hz$، ج: $13,2 \, {}^{rad}\!/_{\sec}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

11. د یوه اهتزاز کونکي جسم کتله $0,400kg$ او د تناوب وخت یعنی پریود یې $0,200\sec$ دي د فنر ارتجاعیت پیدا کړي. ځواب: ($394\,{}^{N}\!/\!{}_{m}$)

12. یو جسم د یوه فنر په انجام کې چې د ارتجاعیت ضریب یې $200\,{}^{N}\!/\!{}_{m}$ دي محکم شوې دي نوموړي سیستم په $4Hz$ فریکونسي سره اهتزاز کوي پیدا کړي

الف) د تناوب وخت

ب) زاویه یي فریکونسي

ج) د جسم کتله

ځوابونه: (الف: $0,25\sec$، ب: $25,12\,{}^{Rad}\!/\!{}_{\sec}$، ج: $0,317kg$)

13. د هغه اهتزازي حرکت معادله ولیکي چې امپلیتود یې $5cm$ او پریود یې $0,5\sec$ دي؟

ځواب: ($X = A\sin\frac{2\pi}{T}\cdot t = 0,05\sin\pi t$)

14. د هغه اهتزازي حرکت معادله ولیکي چې امپلیتود یې $4cm$ او فریکونسي یې $f = 50Hz$ ؟

ځواب: $X = A\sin 2\pi ft = 0,04\sin 100\pi t$

15. د یوې رقاصې طول $98m$ دي.نوموړې رقاصه په څومره وخت کې یو اهتزاز بشپړه وي؟ ځواب: ($20\sec$)

16. د ځمکې د جاذبې تعجیل د ټاکلو په منظور یې هغه رقاصه غوره کړې چې د سیم اوږدوالې یې $90,7cm$ او د یوې پولادي چرې (ساچمه) نه چې قطر یې $40mm$ دي تشکیل شوې ده. پس له تجربې معلومه شوه چې نوموړې رقاصه 100 اهتزازه په $193\sec$ کې ترسره کوي. د نوموړې رقاصې په مرسته اندازه شوې تعجیل څومره دي؟

ځواب: ($9,82\,{}^{m}\!/\!{}_{\sec^2}$)

17. یو جسم د یوه فنر له انجام نه ځوړند او هارمونیک اهتزاز تر سره کوي. په هغه لحظه کې چې د جسم تغییر مکان د هغه د امپلیتود نیمایي وي د جسم د مجموعي انرژي کومه برخه حرکي او کومه برخه یې پوتانشیل انرژي ده؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځواب: ($\frac{3}{4}$ حرکي او $\frac{1}{4}$ پوتانشيل)

18. يو جسم چې کتله يې $0{,}10kg$ او د يوه فنر په انجام پورې چې د ارتجاعيت ضريب يې $10\,{}^{N}\!/_{m}$ دي ځوړند او اهتزاز ترسره کوي. د اهتزاز پريود پيدا کړي؟

ځواب: ($0{,}628\sec$)

19. يوه نقطه د $10cm$ په امپليتود د $20Hz$ فريکونسي او د $\frac{\pi}{2}$ په لومړنی فاز سره اهتزاز کوي. د نوموړي نقطې سرعت او تعجيل د $t=\frac{1}{120}\sec$ په وخت کې پيدا کړي؟

ځواب: ($-1{,}4\cdot10^{5}\,{}^{cm}\!/_{\sec^{2}}, 630\,{}^{cm}\!/_{\sec}$)

20. د يوې نقطې اهتزاز د $X=\sin\frac{\pi}{6}t$ له معادلې سره سم ترسره کيږي د نوموړې نقطې سرعت او تعجيل پيدا کړي؟ ځواب: ($\frac{-\pi^{2}}{36}\sin\frac{\pi}{6}t, \frac{\pi}{6}\cos\frac{\pi}{6}t$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

The Greek Alphabet لومړی ضميمه

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℃ $1atm$)	$1.00 \times 10^3\, kg/m^3$
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 اخځلیکونه

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 پوهنځی ساینس

Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library