بسم الله الرحمن الرحيم

لومړۍ فصل

د فزيکي کميتونو اندازه کول

سريزه: فزيک د طبيعي علومو يوه خورا مهمه څانګه او تجربي علم دي. فزيک له تجربو او اندازه کولو سره سروکار لري. د فزيک زده کړه او مطالعه د فزيکي کميتونو د اندازه کولو له څرنګوالي نه پيل کوو. له دی کميتونو نه کولې شو له طول، کتلې، وخت، تودوخې، فشار او برښنايي مقاومت نه نوم واخلو. په فزيک کې د هرې پوښتنې د ځواب لپاره بايد تجربه تر سره شي. په فزيک کې هر شی چې د اندازه کولو وړوي د کميت په نوم يادېږي يا دا چې کله د يوه عدد بنی آړخ ته واحد وليکل شي د ايو فزيکي کميت ارائيه کوي لکه 5m، 7N، 10 C^{o} او داسې نور.

د يوه فزيکي کميت د توصيف او پيژندنې لپاره لومړۍ واحد معرفي کوو. د هر فزيکي کميت واحد بايد د هغه کميت له جنسه وي داسې چې نومورې واحد څو ځله په هغه کميت کې شامل وي. واحد بايد داسې وټاکل شي چې د وخت او ځاې په نسبت بدلون ونه کړي او د نړۍ ټول وګړي ورڅخه يوشان ګټه واخلي او يو شان يې وکاروي. له اندازه کولو نه موخه د يوه فزيکي کميت پرتله د هغه له واحد سره ده. په فزيک کې ډير زيات کميتونه وجود لري چې په اصلي او فرعي باندې ويشل کېږي. د ميخانيک فزيک اصلي کميتونه طول، کتله او وخت دي.

۱-۱: مقياسونه او واحدونه

فزيک يو تجربی علم دي او په معمولي توګه د اندازې اخيستلو د پايلو د بيان لپاره د عددونو او [illegible] کاروي د فزيکي کميت په نوم يادېږي. هيڅ فزيکي کميتونه نور نه ډېر بستير لري چې يوازې د اندازې اخيستلو په څرنګوالي سره تعريف او څانګړي کېږي. دا ډول تعريف ته عملياتي تعريف وايي. خو په ځينې نورو حالتونو کې يو فزيکي کميت 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 اوږدوالي 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 آړوند 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 آړوند واحد سره پرتله کيږي. کله چې وايو د يوه موټر اوږدوالي $4.29m$ دي دا مانا لري چې د نوموړې موټر اوږدوالي د ياد شوې درجه لرونکې خط کش 4.29 برابره دي چې د تعريف له مخې د هغه خط کش طول $1m$ دي. دا مقياس د اندازه کولو د واحد په نوم يادیږي. 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 استوا د کربنې 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 لېږد 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 يادېږي. 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 منځني شپې ورځې (شبانه روز) د يوې ټاکلې برخې په توګه تعريف کيده. يوه شپه ورځ هغه وخت ته ويل کيږي چې ځمکه د خپل محور په شااوخوا يو دوران بشپړ کړي او منځني شپه او ورځ د يوه کال د شوا روزونو منځني قيمت دي. خو د وخت هغه واحد چې له ۱۹٦۷ را په دې خوا منل شوې دي 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 کريپتون– ۸٦ اتوم د تشعشع نارنجی–سره، طول موج پر بنسټ تعريف شو. د ۱۹۸۳ په نومبر کې د طول واحد بياله سره او پر بنسټيزه توګه تعريف شو او دا د طول تر ټولو دقيق او اساسي تعريف دي. د نوې تعريف پر بنسټ متر هغه واټن دي چې نور يې په خلا کې $^{1}/_{299792458}$ ثانيو کې طی کوي

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

کتله Mass

د کتلې واحد د هغې استوانې کتله ده چې د پلاتين–ايريديوم له الياژ نه جوړه او پاريس ته نږدې د (Sevres) په ښار کې د وزنونو او مقياسونو په نړيوال موزيم کې ساتل کيږي.
يو کيلو ګرام په $4°C$ کې د $1dm^3$ خالصو اوبو کتله ده.

۱– ۲ : د اصلي واحدونو اجزاً او اضعاف

د اصلي واحدونو له تعريف نه وروسته د نومورېو 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:

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

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

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

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

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

کتله:

$(1\mu g) = 10^{-9} kg$ يو ميکروګرام

$(1mg) = 10^{-6} kg$ يو ملي ګرام

$(1g) = 10^{-3} kg$ يو ګرام

(c) ketabton.com: The Digital Library

وخت:

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

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

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

$(1\min) = 60\sec$ يوه دقيقه

$(1h) = 3600\sec$ يو ساعت

$(1d) = 86400\sec$ يوه ورځ

۱ – ۳: د واحدونو يو په بل اړول راړول:

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

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

$$s = v \cdot t \qquad (۱ - ۱)$$

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

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

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

ليدل کيږي چې $\frac{1}{\sec}$ له sec سره اختصار او په پايله کې m پاته کيږي، واحدونه هم د الجبري علامو په شان ضرب او تقسيم کيږي. په دې طريقه په اساني سره کولي شو

(c) ketabton.com: The Digital Library

واحدونه له يوه سيستم نه په بل سيستم واړوو. که چيرې د يوه کميت اندازه په مختلفو واحدونو سره بيان شي بدلون نه کوي. د مثال په توګه د $1min = 60sec$ ويل د 1 او 60 عددونو د تساوي په مانا نه دي، بلکې داسې ويل کيږي چې يوه دقيقه 60 ثانيې ده.

(۱−۱) مثال: 3 min په ثانيو واړوی؟

حل:

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

(۱− ۲) مثال: ديوې الوتکې سرعت $1019.5\ {}^{km}/_{h}$ دی دا سرعت د m/sce له جنسه پيدا کړئ؟

حل: پوهيږو چې $1km = 10^3 m$ او يو ساعت $3600sec$ دی، نو ليکلی شو چې: s

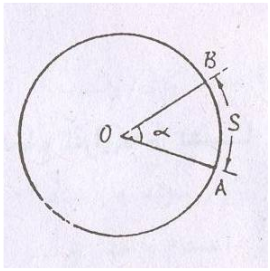
$$1019.5\ {}^{km}/_{h} = 1019.5(\frac{10^3}{km}m)(\frac{1h}{3600\sec}) = 283.2\ {}^{m}/_{\sec}$$

۱− ۴ : زاويه Angle

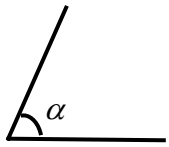
زاويه په دوه ډوله ده، مستوي او فضايي هره يوه يې جدا جدا معرفي کوو:

مستوي زاويه:

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



(ب)



(الف)

(۱- ۲) شکل

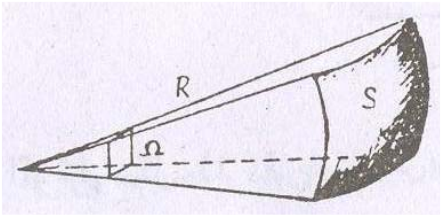
(c) ketabton.com: The Digital Library

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



(۱- ۳) شکل

فضايي زاويه په Ω سره ښودل کيږي، يعنی

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

د فضايي زاويې واحد ستيرادیان (Steradian) دي او دا هغه فضايي زاويه ده چې د مقابلې توټې 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 ورځخه زياته ګټه اخيستل کيږي ددی ياد شويو واحدونو او متر يا سانتی متر ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

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

(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 څرګنديږي چې 100yd=91.44m دي له دی ځايه معلوميږي چې 100m اوږد دي. د دوې تر منځ توپير عبارت دی له:

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

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

حل:

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

۱– ۵: وکتوری او سکالری کميتونه Vectors and Scalars

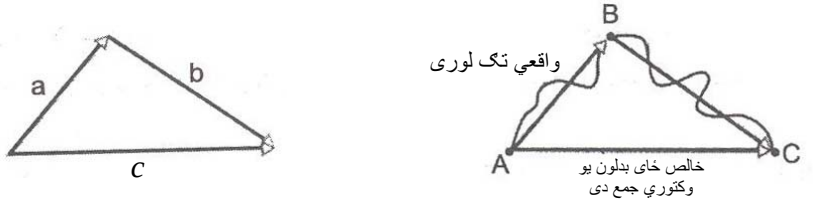
په فزيک کې ټول کميتونه په دوو ډلو ويشل کيږي، وکتوری او سکالری. وکتوری کميتونه هغو کميتو ته ويل کيږي چې د هغو د بشپړې پيژندنې او ارايې لپاره په مقدار او کچې برسيره د هغو لوری او جهت هم بايد په ګوته شي. يو وکتور د کچې او لورې يا جهت درلودونکې دي. د وکتوري کميتونو بيلګې عبارت دی له: قوه، سرعت، تعجيل،امپولس اونور.

سکالر هغه کميت دی چې يوازې کچه لري او د يوه عدد او علامې په واسطه ښودل کيږي، يعني سکالري کميتونه د جهت درلودونکې نه دی د هغو د بشپړې پيژندنې لپاره عدد او علامه کفايت کوي. د سکالري کميتونو بيلګې عبارت دی له: کتله، کثافت، فشار، د تودوخې درجه، انرژی، لوړوالې، ژوروالې او داسې نور.

۱– ٦: په وکتورونو باندې الجبري عملیې:

الف) د وکتورونو جمع

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



(الف) (۱- ۴) شکل (ب)

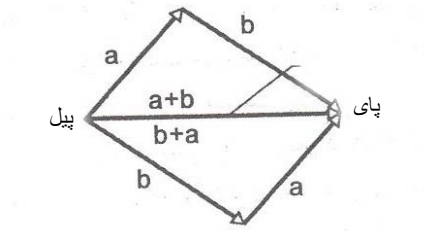
(c) ketabton.com: The Digital Library

د نوموړې 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.

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

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.

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

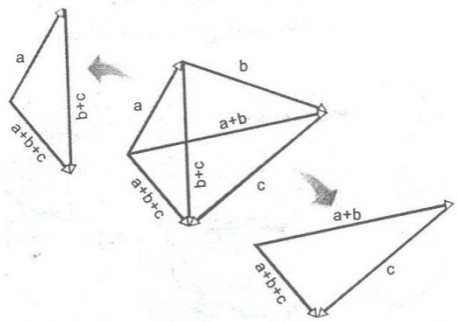


(۱- ۵) شکل

(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 لومړې $\vec{b}$ 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

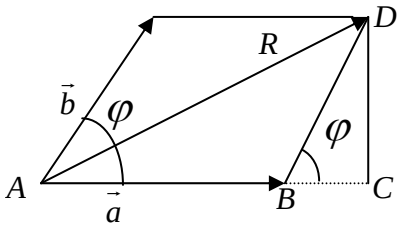
(۱ – ٦) شکل په مختلفو طريقو سره د $\vec{a}$ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ درې وکتورونو جمع په دواړو طريقو يو شان پايله لاس ته راځي او په لاندې ډول يې ليکلې شو.

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

(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 نومورېو 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 نومورې 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:

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

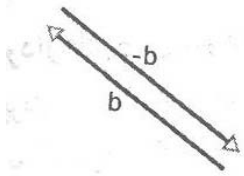
يا

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

ب) دوکتورونو تفريق:

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

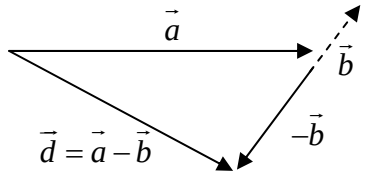
$$\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$$



(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، يعنې مونږ د $\vec{a}-\vec{b}$ عمليه داسې تعريفوو لکه د $-\vec{b}$ وکتور د $\vec{a}$ په وکتور علاوه يا يې له هغه سره جمع کړي.

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



(۱- ۸) شکل د دوو وکتورونو تفريق

(c) ketabton.com: The Digital Library

ج) د وکتورونو ضرب:

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

د) د وکتور ضرب په سکالر کې:

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

$$\vec{b} = k\vec{a} \qquad (۱-۶)$$

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 :

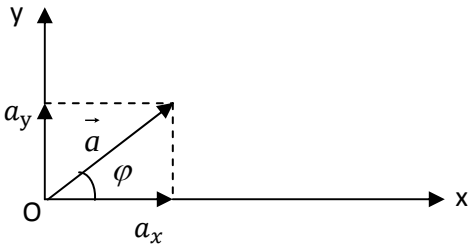
$$\left|\vec{c}\right| = \vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\varphi \qquad (۱-۹)$$

(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 نومورې 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 نومورۍعمودونو 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:

$$a_x = a\cos\varphi \qquad (۱۰ -۱)$$

$$a_y = a\sin\varphi$$

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 یې، یعنې طول، کتله او وخت د میخانیک فزیک بنسټیز کمیتونه دي. د بنسټیزو کمیتونو واحدونه په کیفي او اختیاري توګه ټاکل شوې دي. د فزیکي کمیتونو د واحدونو نړیوالې سیستم (System International) SI 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.

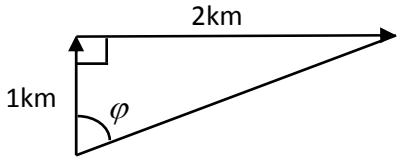
په بنسټيزو کميتونو برسيره په فزيک کې زيات شمير فرعي او يا اشتقاقي کميتونه او د هغو واحدونه وجود لري. فرعي واحدونه د اصلي يا بنسټيزو واحدونو له ضرب او تقسيم څخه حاصليږي. د بيلګې په توګه سرعت يو فرعي کميت دي او واحد يې د SI په سيستم کې $\frac{m}{\sec}$ دي، چې د دوو اصلي واحدونو له تقسيم نه حاصليږي.کار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

(۱- ۵) مثال: د اسکي لوبغاړې لومړنۍ 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 لومړنۍ 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 ميخانيک فزيک اصلي يا بنسټيز کميتونه کتله، طول او وخت دي او په نړيوال سيستم يا SI کې د هغو د اندازه کولو واحدونه په ترتيب سره کيلوګرام، متر او ثانيه دي.
- يو سکالري کميت د يوه عدد په واسطه څانګړې کيږئ او په دا ډول کميتونو باندې محاسبه د عادي يا معمولي حساب د قاعدو تابع دي.
- د يو وکتور مرکبې عبارت دی له:

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

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د لومړۍ فصل سوالونه

1. يوه فضايي سپورېمکې د 300km په ارتفاع د ځمکې په شاوخوا 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 $(1Ha = 10^4 m^2)$ د ډبرو سکرو په يوه کان کې هر کال 75 هکتاره ځمکه د $26m$ په ژورواليو لوخيږي او ليږدول کيږي معلوم کړي چې په دې موده کې د ځمکې څومره حجم د کيلومتر مکعب په حساب ليږدول شوې دي؟
ځواب: $(0.0195km^3)$
5. يو نوري کال هغه فاصله ده چې نور يې په $300000\,{}^{km}/_{\sec}$ سرعت سره په يوه کال کې طی کوي دا فاصله د متر له جنسه پيدا کړي؟ ځواب: $9.46\cdot10^{15}\,m$
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 نومورو 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 يوه سالون طول $150\,ft$ او سوربې $100\,ft$ دي د سالون مساحت په m^2 محاسبه کړي؟ ځواب: $(1393.9m^2)$

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

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

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

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

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

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

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

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

ځواب: $(0.98\,\frac{ft}{ns})$

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

الف) د اوسپنې د يوه اتوم حجم

ب) د ګاونډيو اتومونو د مرکزنو ترمنځ فاصله.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

دويم فصل

کينماتيک Kinematics

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

د مثال په توګه يو سرويس موټر چه سيرلې پکښې ناستې دی د موټر دهډې (تم ځای) څخه په ټاکل لورې خوځيږي، دلته ليدل کيږي چه موټر نظر هډې ته تغيير مکان کړی دی. همدا رنګه کيداې شي چه د سرويس موټر دننه دوه سپرلې خپل ځايونه سره بدل کړي، چه دلته دواړه سپرلې د خپلو پخوانيو څوکيو په نسبت موقعيت ته تغيير ورکړيدي، خو نظر سرويس موټر ته هغوې دواړه د نورو سپرليو سره په موټر کې د ننه دي.

همدا رنګه کيداې شي چه نومورې سرويس موټر په يوه وخت کې نظر هډې ته تغيير د مکان وکړي او د موټر پورتني ذکر شوې دواړه سپرلې هم ځايونه سره بدل کړي، پدې حالت کې موټر نظر هډې ته او سپرلې د موټر د ننه نظر خپلو څوکيو ته تغيير د موقعيت کړي. يو شمير نور مثالونه هم يادولې شو.

۲- ۱: حرکت Motion

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

ميخانيکي حرکتونه په دوه ډوله څيړل کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

په دې فصل کې يواځې کينماتيک تشريح کيږي.

په کينماتيک کې ميخانيکي حرکتونه په زيات شمير سره موجود دی اما دلته يواځې 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 دي.

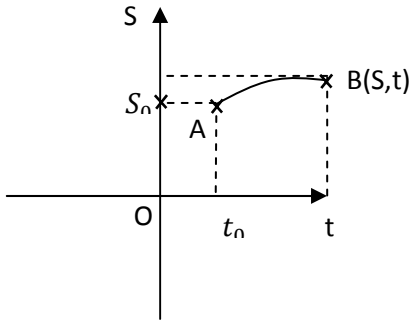
ج) دايروي او بيضوي حرکتونه: په داسې حرکتونو کې خوځنده اجسام په دايروي او يا بيضوي مسير باندې حرکت کوي. د نوموړو حرکتونو نه هر يوې په جلا جلا توګه توضيح کيږي.

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 راځي د جسم يا سيستم د بيځايه کيدو اندازه ده چه په يو ټاکلې وخت کې کيږي. ليدل کيږي چې يو ساده ماده ميخانيکي حرکت د فاصلې او د وخت د وضعيه کميتونو په سيستم کې مطالعه کيداې شي. د رياضي څخه پوهيږو چه د وضعيه کميتونو په دوه بعدي سيستم کې د يوې ثابتې نقطې موقعيت په اساني سره ټاکل کيداې شي. که چيرې دا ساکنه نقطه د دغه وضعيه کميتونو په سيستم کې حرکت وکړي واضح خبره ده چه يوه لياره به رسم کړي چه د مسير په نوم يادیږي د مسير د هرې نقطې موقعيت د

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

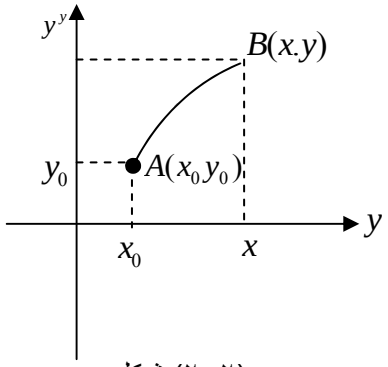


(۱ -۲)

$$s = f(t) \qquad (۱-۲)$$

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

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



(۲- ۲) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

۲– ۳: مستقيم الخط حرکتونه

مستقيم الخط حرکتونه په دوو ډولونو ويشل کيږي.

الف) مستقيم الخط متشابه منظم

ب) مستقيم الخط متشابه نامنظم (متغير حرکت)

مستقيم الخط متشابه منظم حرکت

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲-۴: سرعت Velocity

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

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

دلته υ سرعت، S هغه فاصله ده چه د t په وخت کې يې خوځنده جسم وهي. که چيرې په پورتنۍ رابطه کې S په متر او t په ثانيه اندازه کړو، معلوميږي چه د سرعت د اندازه کولو واحد يعنی $\upsilon = \frac{s}{t} = \frac{m}{\sec}$ دي همدارنګه کيداې شي سرعت په $km/hour$ او يا په $\frac{cm}{\sec}$ او داسې نور واحدونو اندازه کړو. په انګليسي ژبو ملکونو کې سرعت معمولاً په ميل في ساعت $mile/hour$ باندې اندازه کيږي. که چيرې فرض کړو چه يو جسم په متشابه منظم حرکت کې د S واټن په t_1 وخت کې او د S_2 واټن په t_2 وخت کې ووهي. واضح ده چه نوموړي خوځنده جسم د $(S_2 - S_{1)}$ فاصله په $(t_2 - t_{1)}$ وخت کې وهي په دې حالت کې د سرعت لپاره ليکلې شو چې:

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

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

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

(۲-۳) رابطه د منځنۍ سرعت معادله ده.

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\Delta t \to 0$$

(۲− ۴) رابطه د لحظوي سرعت معادله ده له د ځايه ويلې شو چه د يوه خوځنده جسم سرعت، د وخت په نسبت د نوموړی جسم په واسطه د طی کړل شوې واټن لومړی مشتق دی.

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

د متشابه منظم يو نواخت حرکت معادله

د مطلب د ښه وضاحت لپاره د سرعت وروستنی ۲− ۳ معادله يو ځل بيا ليکو.

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

$$ds = \upsilon.dt$$

څرنګه چه په دی ډول يو نواخت سيده حرکت کې $\upsilon = const$ دي نو ليکلې شو چې:

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

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

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

$$s - s_0 = \upsilon t$$

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

وروستی رابطه د متشابه منظم حرکت معادله ده.

S هغه واټن ده چه د υ په سرعت (چټکتيا) سره د t په وخت کې وهل شوې ده. په داسې حال کې چه s_0 لومړينی طی کړې شوې واټن دي.

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

د هندسې څخه پوهيږو چه د سيده خط معادله لاندينی شکل لري.

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

که چيرې په پورتنيې معادله کې $t = 0$ وي واضح خبره ده چې $s = a = s_0$ قيمت اخلي، s_0 هغه لمړيني فاصله ده چه زمونږ د مشاهدې څخه د مخه خوځنده جسم وهلې ده او

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

$$s = vt + s_0$$

يا

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

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

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

حل: له (۲ – ۳) معادلې څخه لرو چې:

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

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

حل:

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

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

له (۲ – ۳) معادلې څخه لرو چې:

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

۲ – ۵: متشابه منظم متغير حرکت

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

پورتنی رابطه ښيي چې تعجيل په متشابه منظم حرکت کې د سرعت لومړی مشتق نظر وخت ته او يا د فاصلې دويم مشتق نظر وخت ته دی. تعجيل هم د سرعت په شان په منځنی او لحظوي تعجيل باندې ويشل کيږي. فرض کړی يو خوځيدونکې جسم د t_1 په لحظه کې د v_1 په سرعت او د t_2 په لحظه کې د v_2 په سرعت سره حرکت کوي په دي حالت کې د نوموړې جسم منځنی تعجيل عبارت دی له:

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

لحظوي تعجيل په لاندې ډول په لاس راوړو:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲- ۳ مثال: د يوې فضايې سپورېمکې منځنۍ تعجيل په داسې حال کې پيدا کړي چې په خارجي فضا کې په $5,0\sec$ کې يې سرعت له $1240\,m/\sec$ څخه تر $1300\,m/\sec$ پورې رسيږئ؟

حل: د منځني تعجيل لپاره لرو چې:

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

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

حل:

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

۲- ٦: د متشابه منظم متغير حرکت معادله

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

لدغه څايه

که چيرې $t_0=0$ وی، نو لرو چې:

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

او يا هم

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

v_0د جسم لومړنی سرعت دی او a د جسم تعجيل د t په وخت کې دی او atد جسم سرعت د t وخت له تيريدو وروسته دی.

له بلې خوا پوهيږو چې: $V_{\text{ave}}=\frac{\Delta s}{\Delta t}=\frac{S-S_0}{\Delta t}=\frac{S-S_0}{t}$ کله چې $t_0=0$ وی $\Delta t=t$ دی $S-S_0=V_{ave}\cdot\Delta t=\frac{v+v_0}{2}\Delta t$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

دغه رابطه د متشابه منظم متغير حرکت معادله ده.

S – وهل شوې واټن

a – تعجيل (بيړه)

υ_0 – لمړنۍ سرعت

S_0 – لمړنۍ وهل شوې واټن دی

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

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

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

مناقشه: **که چيرې په تعجيلي يا تأخيري حرکت کې لمړنۍ فاصله s_0 وجود ونلري، پدې حالت کې د حرکت معادلې لاندينۍ شکل غوره کوي.**

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

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

او د سرعت معادلې يې عبارت دی له:

$$v = v_0 + at$$

$$v = v_0 - at$$

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

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

$$v = at$$

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

$$v = -at$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

په تأخيري حرکت کې ورو ورو د v سرعت کميږي او کله چه $v=0$ شي نو $v_0 = \text{at}$ کيږي دلته بايد و ويل شي چه په دی ډول خوځنبنت کې د حرکت مشخصه د فاصلې او سرعت سربيره تعجيل هم دي.پورتنی معادلې د وخت يعنې t په افنا سره بله بنه ځان ته غوره کوی. که چيرې د سرعت د معادلې څخه د t قيمت و اخلو او د حرکت په معادله کې يې وضع کړو، نو لرو چې:

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

که چيرې د t قيمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، لرو چې:

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

که چيرې $v_0 = 0$ وي

او يا هم $$a = \frac{v^2}{2s}$$

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

نوت: محصلان دی پورتنی محاسبه په تأجيلي حرکت کې اجرا کړي او د استاد د ملاحظې څخه دی تيره کړي. په ياد ولري چه په تاجيلي يا په بل عبارت تأخيري حرکت کې تعجيل

(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 نوموړې فاصلې د طی کولو وخت پيدا کړي؟

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

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

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

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

۲– ٦ مثال:

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

حل: 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 چې 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 دانښيي چه د لويدونکې (سقوط کوونکې) جسم مسير د ځمکې په لوريو مستقيم خط دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

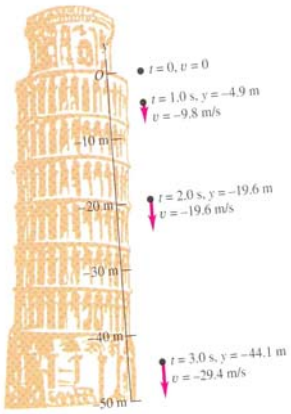
2. ددغه حرکت په وخت کې د ځمکې له خوا جسم ته تعجيل ورکول کيږي، چه دغه تعجيل په g سره ښودل کيږئ او د ځمکې د کروي شکل د درلودلو په علت د تعجيل قيمت د ځمکې په سر توپير کوي، په افغانستان کې د ځمکې د جاذبې تعجيل $g = 9.81 m/\sec^2$ اټکل شويدی.

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

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

د موضوع د وضاحت لپاره، يو جسم د h په ارتفاع کې په پام کې نيسو. که چيرې نومورې جسم په ازادانه توګه مخ ښکته خوشې کړای شي او د هغه سرعت وروسته د هرې دقيقې څخه اندازه کړاې شي، نو لاندينی نتيجه تری لاسته راځي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۲- ۳) شکل

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

په لمړۍ دقيقه کې $v = (tg)$

په دويمه دقيقه کې $v = 2gt$

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

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

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

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

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

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

$$v^2 = 2gh$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

$$v_0 = gt$$

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

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

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

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

$$v = v_0 - gt$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

$$v_0^2 = 2gh$$

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

اوس غواړو ثابت کړو چه د آزاد سقوط او مخ پورته غورځيدنې وخت پدې شرط چه ارتفاع مساوي وي سره مساوي دي يعنې که د 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_1د 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.

خرنگه چه $v = v_0$ دي نو ليکلې شو چه

$$gt_1 = gt_2$$

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

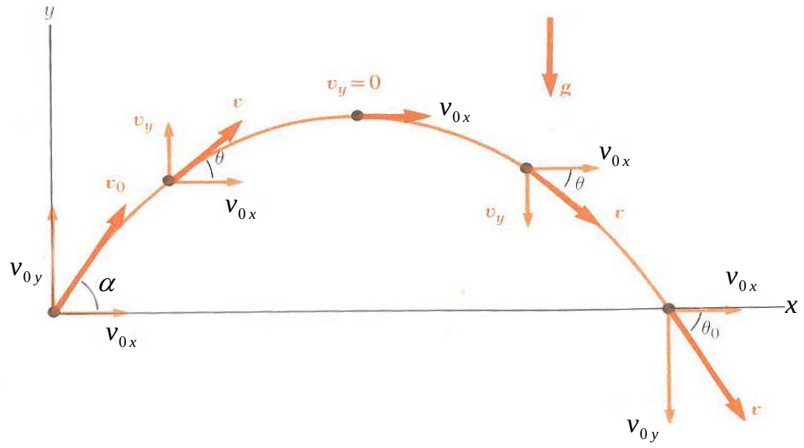
۲-۱۰: مايله غورځونه Projectile motion

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 خرنگه مسير يا لارې خوځيږي تر

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

داسې په پام کې نيسو چه يو جسم د (x,y) د وضعيه کميتونو د سيستم د مبدی څخه v_0 په لمړنی سرعت سره د α زاويې لاندې چې د x د محور سره يې جوړوي غورځول کيږي. که په ځير وليدل شي معلوميږي چې نښه ويښتونکې د O د مبدې څخه د x په محور باندې مخامخ نښه نه شي ويشتلې، نښه ويشتونکې غيشی مجبور دی چه لمړی يو لوړوالې ته ورسيږي (د h لوړوالې ته) او د نښې په لور د هم هغه ځای څخه حرکت وکړي ترڅو په نښه ولګيږي. مونږ د داسې يو حرکت ټولې ځانګړتياوې په لاندې توګه توضيح کو.



(۲- ۴) شکل

۲– ۱۱: د مايل غورځول شويو اجسامو د حرکت معادلې

که چيرې د غورځول شوې جسم لمړنی سرعت v_0 اد غورځيدو زاويه د xله محور سره $\propto$ وي، نو کولای شو چه د v_0 سرعت چه وکتوري کميت دي د x او y په استقامتونو تجزيه 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 $v_{0y} = v_0.\sin\propto$ کيږي. د بلې خوا نه د x محور په اوږدوکې v_x مرکبه ثابته پاتې کيږي، پداسې حال کې چه د y محور په استقامت $v_0.\sin\propto$ د

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

د بلې خوا

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

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

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

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

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

د بلې خوا

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

د y په محور د سرعت معادله عبارت ده له:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

همدا رنګه کولاې شو چه د غورځول شوې جسم لوړوالې هم پیدا کړو. څرنګه چه په اعظمي لوړوالې 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 شوې جسم د اوج نقطې لوړوالې عبارت دی له:

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

۲− ۸ مثال:

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

الف) د اوج د نقطې ارتفاع پيدا کړي؟

ب) څومره وخت وروسته توپ په ځمکه راوليږي؟

حل: د لومړنۍ سرعت مرکبې عبارت دي له:

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

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

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

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

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

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

$$y = 7,35m$$

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

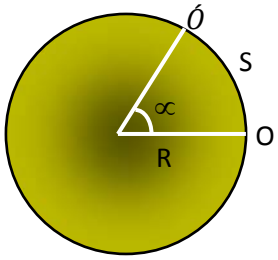
$$t = \frac{2\left(12{,}0\,{}^{m}\!/_{\sec}\right)}{\left(9{,}80\,{}^{m}\!/_{\sec^2}\right)} = 2{,}45\sec$$

نوموړي توب $2{,}45\sec$ وروسته بيرته په خمکه راوليږئ.

۲ – ۱۲: دايره وي حرکت Circular Motion

دايره وي حرکت هغه حرکت ته ويل کيږي چه خوځنده جسم د دايرې پر محيط باندې راو څرخي. د دايرې عمده ځانګړتياوې د دايرې د مرکز، شعاع، قطر او محيط ځينې عبارت دي. دغه کميتونه د يو بل سره د π پوسيله مرتبط دي، مثلاً د دايرې محيط $2\pi r$ او يا πd دي. پدې لحاظ د خوځنده نقطې موقعيت د محيط په يوه نقطه کې د هغې مرکزي زاويې پورې اړوند دي چه د دايرې د افقي محور او د خوځيدونکې نقطې او د دايرې د مرکز د اتصالي خط تر منځ تشکيل کيږي. که چيرې نوموړې زاويه $\propto$ او ددايرې شعاع R وي نو د زاويې مقابل قوس S د α او R په وسيله مشخص کيږي.

$$S = R \propto \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۲۸ – ۲)$$



(۲- ۵) شکل

د دايرې په محيط باندې متشابه منظم حرکت:

فرضاً يو جسم د دايرې پر محيط باندې د O له موقعيت څخه متشابه منظم حرکت باندې وخوځيږي او وروسته د t ټاکلې وخت څخه د Ó موقعيت ته ورسيږي. په حقيقت کې د دايرې پر محيط نوموړې جسم د $S = O\acute{O}$ فاصله د t په وخت کې وهي. ددغه قوس

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$S = R\alpha$$

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

يعنی $$S = Rf(\alpha)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

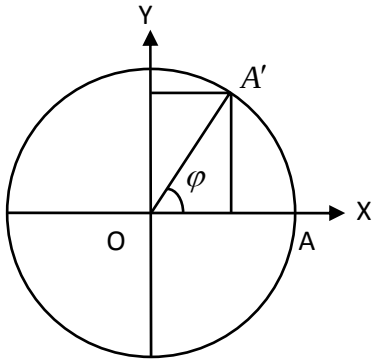
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 کيني 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 $O\acute{A}$ د X او Y پر محورونو ارتسام موندلې دي. د A څخه د $\acute{A}$ به لور مرکزی زاويه که چيرې φ وبلل شي نو $\varphi = \omega.t$ کيږي ω زاويوی سرعت دي. د شکل مطابق د x او د y قيمتونه په لاندينی توګه حاصلولې شو.

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

$$x = R.\cos\varphi = R.\cos\omega t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۳۱ -۲)$$



(۲- ۶) شکل

همدا رنګه ليکلې شو چه:

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

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

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

(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.

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

$$v_y = \dot{y} = R\omega.\cos\omega t \quad \text{..... (۲− ۳۳)}$$

مجموعي سرعت عبارت دی له

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

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

$$v^2 = R^2\omega^2 \Rightarrow v = R\omega \quad \text{..... (۲− ۳۵)}$$

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

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

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

ټوليز او يا محصله تعجيل عبارت دي له

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

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

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

$$a = R\omega^2 \quad \text{..... (۲− ۳۶)}$$

د بلې خوا څرنګه چه

$$v = R\omega$$

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

او يا هم

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

$$a = \frac{v^2}{R} \quad \text{..... (۲− ۳۷)}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

- که چيرې سرعت ثابت نه وي او د وخت تابع وي د جسم د سرعت مشتق نسبت وخت ته تعجيل په لاس راکوي او د تغيير مکان مشتق نسبت وخت ته سرعت په لاس راکوي.

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

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

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د دويم فصل سوالونه

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

ځواب (30sec)

2. يو زده کوونکي له کور نه د ښونځي په خوا لومړۍ $350m$ 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 ځغلونکي په مستقيمه لاره د $12\,{}^{km}/_{h}$ په سرعت بايسکل ځغلوي د لوديځ نه د ختيځ په خوا د يوه نندارې کونکي له څنګ نه تير شو. معلوم کړئ چې دوه ساعته مخکې بايسکل ځغلونکي چيرې وه او همدا رنګه وواياست چې يو نيم ساعت وروسته به بايسکل ځغلونکي چيرې وي؟ ځوابونه: (له نندارې کونکي نه 24km د لوديځ په خوا، له نندارې 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 نوموړې واټن نيمايي برخه په 25 ساعتو کې او دويمه نيمايي برخه يې په 50 ساعتو کې طی کړه. د بيړې منځنی سرعت په لومړۍ نيمايي، دويمه نيمايي او په ټول واټن کې پيدا کړي حرکت مستقيم الخط فرض کړئ؟ ځوابونه ($7,6.10^{3}\,{}^{km}/_{h}$ ، $3,8.10^{3}\,{}^{km}/_{h}$ ، $5.7\cdot10^{3}\,{}^{km}/_{h}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

6. يو سرويس موټر د لارې په افقي برخه کې د $10\,\text{min}$ په جريان کې د $72\,^{km}/_{h}$ په سرعت او وروسته د لارې په مخ پورته برخه کې د $20\,\text{min}$ په جريان کې د $36\,^{km}/_{h}$ په سرعت سره حرکت کوي. د سرويس منځنی سرعت په ټوله لاره کې څومره دي؟
ځواب: $(48\,^{km}/_{h})$

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

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

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

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

11. يو جسم د $6\,^{m}/_{\text{sec}^2}$ په ثابت تعجيل سره حرکت کوي له 4sec نه وروسته د جسم په واسطه طی کړل شوې واټن په هغه صورت کې پيدا کړي چې د جسم لومړنی سرعت الف)صفر، ب) $4\,^{m}/_{\text{sec}}$ 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 $1,2\,^{m}/_{\text{sec}^2}$ نه زيات نه شي؟
ځواب$(42m)$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځواب($14.14\,{}^{m}\!/_{\sec}$)

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

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

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

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

18. يو توپ په عمودي توګه پورته خواته غورځول شوې دی او له $3\sec$ وخت نه وروسته په هغه ځای بيرته راولويد له کومه ځايه چې اچول شوې وه. په کوم لومړنی سرعت توپ غورځول شوې وه؟ ځواب ($15\,{}^{m}\!/_{sec}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

دريم فصل

ديناميک Dynamics

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

۳-۱: قوه Force

هر هغه لامل چې ولاړ يا ساکن جسم خوځوي يا خوځنده (متحرک) جسم دروي او يا په جسم کې تعجيل پيدا کوي د قوې په نوم ياديږي. يا په بل عبارت قوه ديوه جسم د اغيزې مقياس په بل جسم دی. قوه يو وکتوری کميت دی چې له کچې پرته جهت يا لوری او د اغيزی نقطه هم لری. هغه قوه چې د هغې د اغيزې له امله ټول اجسام له پورته نه کښته خواته په عين تعجيل يا يو شان تعجيل (g) سره د ځمکې پرمخ رالويږي د ثقل د قوې په نوم يادیږی يا هغه قوه چې ځمکه ټول شيان د هغې په واسطه ځان خواته راکشوي يا جذبوي د ځمکې د جاذبې يا ثقل قوه ده او هغه عبارت ده له

$$\vec{W} = m\vec{g} \qquad (۱-۳)$$

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

د نيوتن لومړی قانون بيا نوی چې که چيرې يو جسم ساکن وي تر څو په هغه قوه عمل ونه کړي خپل د سکون حالت ساتي او که چيرې د حرکت په حال کې وي، نو حرکت به يې مستقيم الخط او منظم وي دا قانون د عطالت د قانون په نوم هم يادیږي. ددې قانون پر بنسټ اجسام عطيل او تمبل دي هميشه کوشش کوی چې خپل اوسني حالت وساتي د نيوتن د لومړی قانون پربنسټ سکون او په ثابت سرعت سره حرکت کول يو شان دي.

۳–۳: د نيوتن دويم قانون:

د نيوتن دويم قانون بيانوی چې يوه قوه په يوه جسم باندي عمل وکړی دا قوه په خپل جهت جسم ته تعجيل ورکوی، داسي چې که چيرې دا قوه دوه چنده، دري چنده، او څو چنده کړو له هغې نه لاس ته راغلي تعجيل به هم يو چند، دوه چنده او څو چنده شي، يعني قوه او تعجيل يو له بل سره متناسب دي:

$$F \propto a$$

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

په عمومي ډول ليکلي شو چې :

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

له پورتنی رابطې نه څرګندیږي چې د نيوتن دويم قانون د نيوتن د لومړی قانون يوځانګړي حالت دي. ځکه کله چې قوه صفر وي يا په جسم باندي قوه عمل ونه کړي، نو د جسم تعجيل هم صفر دي. د نيوتن له دويم قانون نه د قوې واحد په لاندي ډول حاصليږي:

$$F = ma$$

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

د $C.G.S$ په سيستم کې د قوې واحد ډاين $(dyne)$ دي.

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

په انګليسي سيستم $(F.P.S)$ کې د قوې واحد پوند (Lb) دي.

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۳–۴: د نيوتن دريم قانون:

په طبعيت کې قوې يو طرفه يا يو اړخيز عمل نه کوي هميشه په جوړه (جفت) يا متقابل ډول عمل کوي. د بيلګې په توګه که چيرې يو څټک په يوه ميخ باندې قوه واړده کړي، ميخ هم هغومره قوه په څټک په مخالف لوری واړده وي او يا که چيرې د لاس په واسطه په ميز ضربه واړده کړو، نو زموږ لاس يو درد احساسوي دا هغه قوه ده چې د ميز له خوا زموږ په لاس واړده شوي ده. په بل عبارت د هر عمل په مقابل کې عکس العمل وجود لري چې د کچې له پلوه له عمل سره مساوي خو د هغه په مخالف لوري باندې عمل کوي.

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

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

(۳- ۱) شکل

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

(۳–۷) رابطه د نيوتن دريم قانون دي.

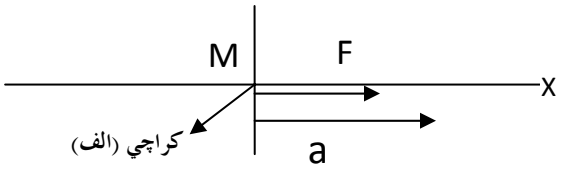
(۳–۱) مثال: يو سړی يوه بارورونکي کراچی چې کتله يې له بار سره 240 kg ده د جادې په مخ د 2.3 m په واټن د F = 130 N ثابتې افقي قوې په واسطه له خپل ځايه بې ځايه کړي ده د اصطکاک له قوې نه صرف نظر وکړي.

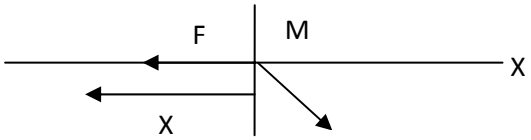
الف: که چيرې کراچي د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کړي وي د کراچي وروستي يا نهايي سرعت پيدا کړي؟

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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





(۳−۲) شکل کراچی (ب)

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

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

د نهايي سرعت د پيداکولو لپاره د $V^2 = V_0^2 + 29(x - x_0)$ معادلي نه ګټه اخلو. ځرنګه چې $V_0 = 0$ او $x - x_0 = s$ او A_x په A سره ښيوو، نولرو چې.

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

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

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

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

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

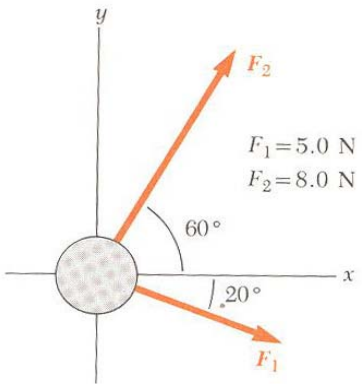
$$f_{x=}ma_x=(240kg)(-0.711m/sec^2)= -171N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

د منفي علامه ښيي چې سړی بايد کراچي د x د کمښت په لوری (يعني په منفي جهت) باندي کش کړی (۳−۲ ب) شکل.

(۳−۲) مثال: ديخ په مخ د حاکي د پنډوسکي (Hockey puck) کتله 0.3 kg ده، نوموړی پنډوسکي د اصطکاک پرته ديخ په مخ د (۳−۳) شکل سره سم د F_1=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:

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

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

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

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

اوس د پنډوسکي تعجيل پيدا کوو:

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

او د تعجيل جهت په لاندي ډول معلوموو:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۳– ۵: کتله او وزن Mass and Weight

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

په لنډ ډول ويلې شو چې کتله د يوه جسم د مادې يا ذرو تعداد دي چې نومورې جسم ورځخه جوړ شوې دي. د نيوتن په ميخانيک کې کتله يو ثابت کميت دي، خو په (Relativity Theory) کې کتله د سرعت تابع ده. د جسم وزن هغه قوه ده چې په کتله عمل کوي او هغه د ځمکې خواته جذبوي يا د جسم وزن هغه قوه ده چې جسم يې په ساکنه افقي تکيه ګاه يا د اتکاً په نقطه او يا د خپل ځان په نسبت ساکنې ځړيدو په نقطه يې واردوي. د جسم وزن د اتکاً په نقطه عمل کوئ نه پخپله جسم او بنايي د اتکاً د نقطې د حرکت په نسبت زيات بدلون وکړي. د جسم وزن ثابت کميت نه دي، بلکې له جغرافيايي عرض البلد سره بدلون کوي. د جسم وزن $\vec{W}$ يوه قوه ده چې جسم په مستقيمه توګه خپل ورځنګ ته (ګاونډي) نجومي جسم خواته ورکشوی په ورځنيو شرايطو کې دا نجومي جسم ځمکه ده. په عمده توګه دا قوه د دوو جسمونو تر منځ د جاذبې له قوې نه سر چينه اخلي. د هغه جسم وزن چې کتله يې m او په داسې ځای کې قرار ولري چې د ځمکې د جاذبې د قوې تعجيل هلته g وی عبارت دی له:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

دواړو ځايونو کې يو شان ده، ځکه چې کتله د جسم يو ذاتي خاصيت دي. که غواړي چې وزن موکم شي بايد غره ته پورته شي. په 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 څټک کتله $2,5kg$ وي د هغه وزن د ځمکې په مخ او د مريخ د سيارې په مخ پيدا کړي؟

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

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

$$= 24,5kg.\left(m/\sec\right)^2 = 24,5N$$

ب) د مريخ په سطحه $(g = 3,3 \, m/\sec^2)$ دي، نو د مريخ په مخ د څټک 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 رابښکته 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 کړي؟

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

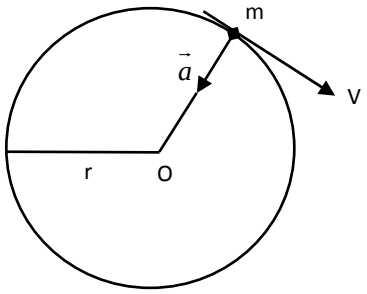
ب) د فضانورد وزن عبارت دی له:

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

۳– ٦: قوه په دايروي حرکت کې

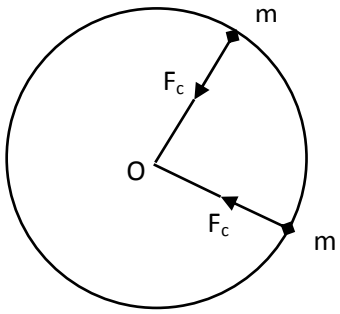
کله چې يو جسم د دايرې په مخ يا ددايرې په يوه قوس باندې په ثابت سرعت سره حرکت کوي، دی حرکت ته منظم يا يو نواخت دايروي حرکت وايي. په دايروي حرکت کې جسم مرکز ته مايل (*Centri Petal*) د ثابت تعجيل يا دوراني تعجيل درلودونکې دی دا تعجيل عبارت دی له:

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



(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 نيوتن د دويم قانون څخه لرو چې:

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

په (۳ – ۱۰) رابطه کې F_r د دوراني حرکت قوه او a_r دوراني تعجيل دي د r انديکس د (rotation) له کلمې نه اخيستل شوې دي. که چيرې دا قوه نه وي، نو جسم د دايرې په مخ يونواخت حرکت نه شوی ترسره کولې. مرکز ته مايل تعجيل يا دوراني تعجيل (a_r) او هم مرکز ته جذبونکې قوه (F_r) دواړه وکتوري کميتونه دي چې د کچې له پلوه ثابت خو د جهت له نگاه هره لحظه بدلون کوي داسې چې هميشه مخ په مرکز موًجه دي.

(۳ – ۳) مثال: يو موټر چې کتله يې $1600kg$ ده د يوې دايروي ډوله جادې په مخ چې شعاع يې $190m$ دي د $20^{m}/_{\text{sec}}$ په ثابت سرعت سره حرکت کوي. په دی حالت کې مرکز ته جذبونکې قوه پيدا کړي؟

حل: د دوراني حرکت قوه عبارت ده له:

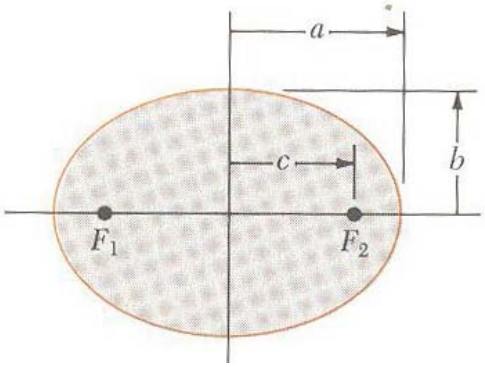
$$F_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} = \frac{1600kg \cdot \left(20^{m}/_{sec^2}\right)^2}{190m} = 3368.42N$$

۳ – ۷: د کپلر قوانين Kepler's Laws

ټولې سيارې په کهکشان کې سرګردانه او د حرکت په حالت کې دی. د دوې حرکت ډير مغلق او پيچلی دي. کپلر د خپل عمر زياته برخه د سيارو د حرکت څرنګوالې ته وقف او د زياتو تجربو په پايله کې يې يو شمير قوانين وضع کړل چې په هغو کې د سيارو د حرکت بررسي شوې ده دا قوانين د کپلر د قوانينو په نوم يادېږي او په لاندې ډول دي.

لومړی قانون يا د مدارونو قانون: دا قانون بيانوي چې ټولې سيارې د لمر په شا او خوا په بيضوي مدارونو راڅرخيږي داسې چې لمر د بيضوي په يوه محراق کې قرار لري. (۳ – ٦) شکل يوه سياره ښيي چې کتله يې m دي د لمر په شا او خوا چې کتله يې M ده څرخيږي.

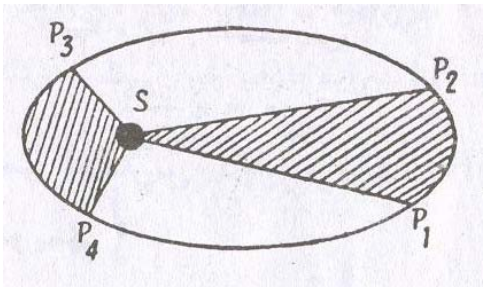
(c) ketabton.com: The Digital Library



(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 سطحي جاروکوي. ددې قانون نه څرګندېږي چې کله سياره له لمر نه په ليرې نقطه کې واقع وي ډيره وړويا بطي 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:

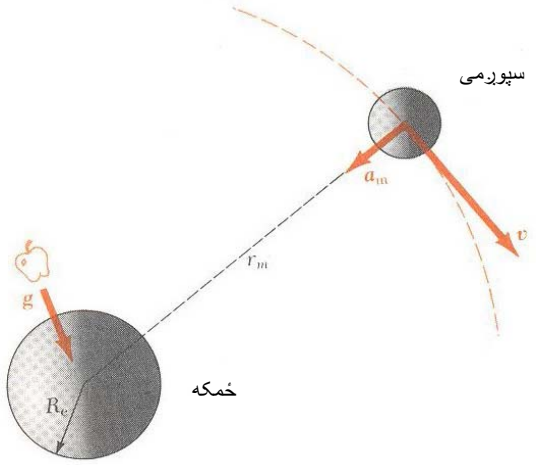
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad \text{..... (۱۱ –۳)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۳– ۸: د نيوتن د جاذبې قانون

په 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 دی پايلې ته ورسيد چې نه يوائې 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 يادېږي.



د نيوتن د جاذبې قانون بيانوي چې:

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

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

(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 \ldots\ldots\ldots\

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

د (۳− ۱۴) له رابطې نه څرګنديږي ددی لپاره چې يو جسم د ځمکې سپوږمکی شي لازمه ده نوموړې جسم ته د v_1 سرعت ورکړل شي چې د لومړنۍ کيهاني سرعت په نوم يادیږي. دا سرعت مساوي دی په:

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

د پورتنۍ سرعت په درلودلو سره جسم پر ځمکه نه راوليږي. خو ددی لپاره چې جسم د ځمکې د جاذبې له ساحې نه خارج يعنی له ځمکې نه دومره ليری شي چې د ځمکې جاذبه په هغه اغيزه ونه کړي دی موخې ته د رسيدو لپاره د v_2سرعت ته ضرورت دی چې د دويم کيهاني سرعت په نوم يادیږي. دويم کيهاني سرعت $\sqrt{2}$ ځله له لومړۍ کيهاني سرعت نه زيات دی، يعنی:

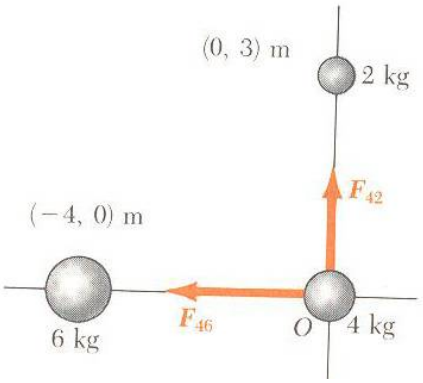
$$v_2 = \sqrt{2gR_E} = 11\, {}^{km}/_{\text{sec}} \quad \text{..... (۱۵ −۳)}$$

(۳− ۴) مثال: د يوه قايمه زاويه مثلث په راسونو کې (۳− ۱۰) شکل سره سم د $2kg$، $4kg$ او $6kg$ دری کتلې قرار لري. که چيرې 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 يا پايله ايزه قوه محاسبه کړي.

حل:



(۳- ۱۰) شکل

لومړی د $4kg$ او $2kg$ او $4kg$ او $6kg$ کتلو ترمنځ د جاذبې قوه پيدا کوو او روسته په $4kg$ کتله باندې پايليزه يا محصله قوه د وکتوري جمع په ډول پيدا کوو.

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

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

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

$$= -10.0\cdot 10^{-11}\vec{i}N$$

له دی ځايه په $4kg$ کتله باندې پايله ايزه قوه د F_{42} او F_{46} د قوو وکتوري مجموعه ده.

$$F_4 = F_{42} + F_{46} = (-10.0\vec{i} + 93\vec{J})\cdot 10^{-11}N$$

د پايله ايزې قوې کچه مساوي ده په:

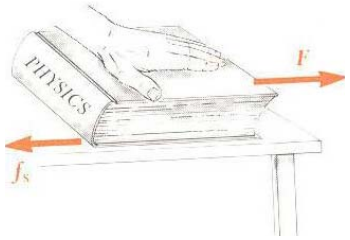
$$F_R = \sqrt{(-10,0)^2 + (5,93)^2} = 11,6.10^{-11}N$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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



(۳- ۱۱) شکل

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

د اصطکاک د ښې پيژندنې لپاره د (۳– ۱۲ الف) شکل سره سم د ميز په مخ يوه جعبه د سکون په حالت کې ده. د هغې وزن W د Nعمودي قوې سره مساوي خو د هغې په مخالف لورې دي.

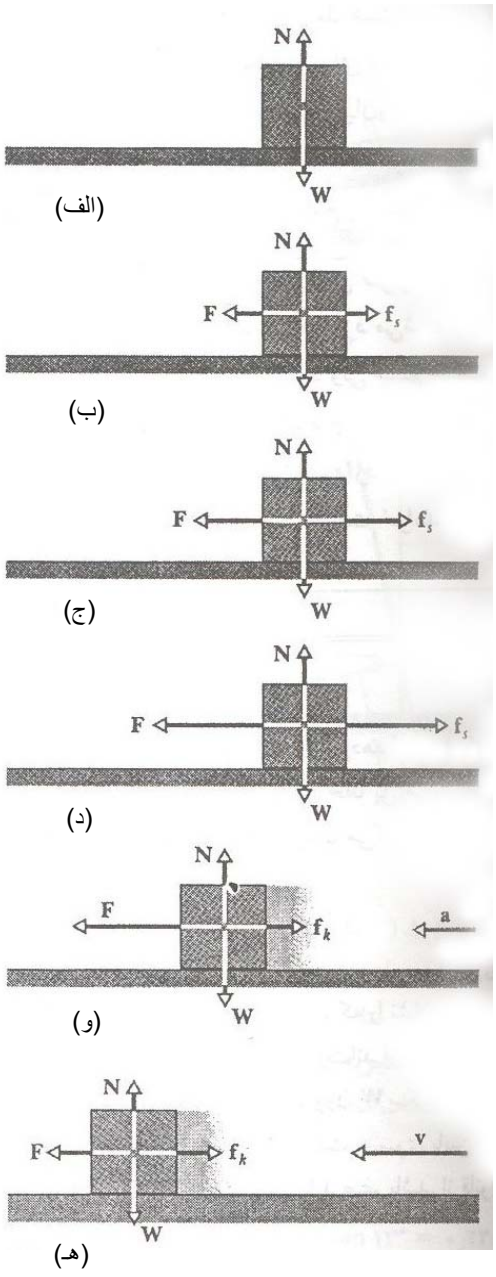
په (۳– ۱۲ ب) شکل کې د F قوه په جعبه واردوو او زيار باسو تر څو هغه کينې خواته کش کړو. په غبرګون کې د F_S د اصطکاک قوه را ظاهريږي چې جهت يې ښې خواته او په دقيقه توګه له هغې قوې سره مساوي ده چې په جعبه عمل کوي. د F_Sقوې ته د ستاتيکي اصطکاک قوه وايي.

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۳- ۱۲) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

۳– ۱۰: د اصطکاک ځانګړتياوي

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

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

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

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

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

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

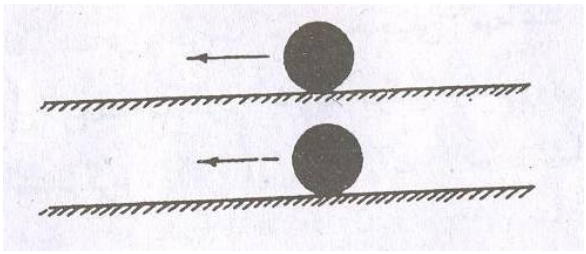
په پورتنۍ رابطه کې μ_k د حرکي اصطکاک ضريب دی. د (۳– ۱۶) او (۳– ۱۷) معادلې وکتوري معادلې نه دی، د f_s او f_k جهتونه هميشه د سطحې سره موازي او د حرکت په خلاف لوری دي او N په سطح باندې عمود ده.

د اصطکاک د قوو اصلي لامل د تماس لرونکو جسمونو د سطحو نا هواري دی که څه هم دا نا هواري په سترګو نه ليدل کيږي خو د اوپټيکي وسايلو په مرسته په وضاحت سره ليدل کيږي. د اصطکاک د قوو بل لامل د تماس لرونکو جسمونو د مالیکولونو او اتومونو ترمنځ متقابلې اغيزې دي.

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

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

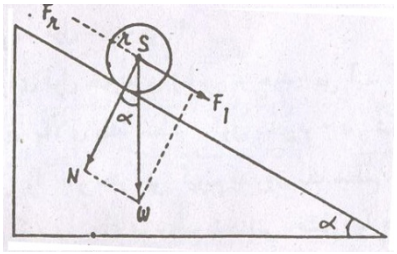
(c) ketabton.com: The Digital Library



(۳- ۱۳) شکل

دلته کروي جسم په افقي سطحې فشار واردوي چې د سطحې په مخ ژوري رامنځ ته کوي. د حرکت په وخت کې جسم خپله حرکي انرژي ضايع کوي او له حرکت نه پاته کيږي، ځکه چې د کروي جسم د تماس د نقطې او افقي سطحې ترمنځ د اصطکاک قوه د جسم د حرکت په مقابل کې عمل کوي. د اصطکاک دا قوه د رغړيدو د اصطکاک قوې په نوم يادېږي. د رغړيدو اصطکاک قوه د ستاتيکي او حرکي اصطکاک په پرتله ډيره کوچنۍ ده.

(۳– ۱۴) شکل يوه استونه ښيي چې د يوې مايلې سطحې په مخ چې له افق سره د $\propto$ زاويه جوړه وي رغړې د نوموړې استواني وزن د هغې د ثقل په مرکز S کې عمل کوي. که چيرې د رغړيدو اصطکاک نه وي، نو استوانه د مايلې سطحې په ډير کم ميلان سره ښکته خواته په رغړيدو پيل کوي.



(۳- ۱۴) شکل

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

$$F_r = W\sin\propto$$

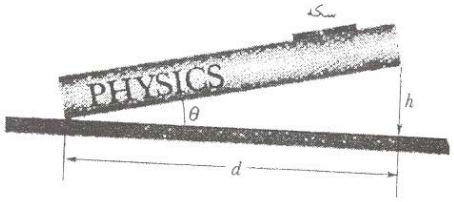
له بلې خوا له شکل نه لرو چې:

$$N = W\cos\propto$$

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

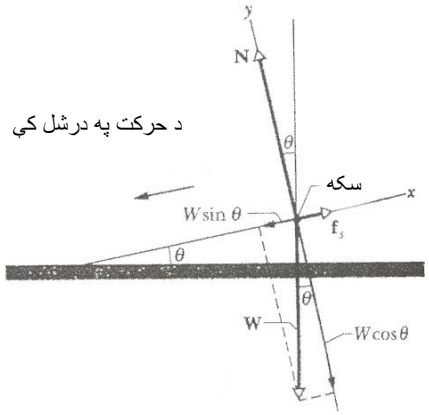
له (۳- ۱۹) رابطې نه معلوميږي چې د عين عمودي قوې N لپاره د رغړيدو د اصطکاک قوه د استوانې د شعاع سره په معکوسه توګه متناسبه ده.

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



(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.

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

ددی وکتوري معادلې افقي مرکبه عبارت ده له

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

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

د عمودي مرکبې لپاره لرو چې:

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۳– ٦) مثال: يو موټر چې کتله يې $1500kg$ ده د $20\,m/\sec$ په سرعت سره په افقي جاده باندې حرکت کوي. د ماشين 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 ضريب پيدا کړي؟

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

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

$$N - W = 0$$

$$f = ma$$

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

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

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

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

(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 ټولیزه 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 لومړۍ 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 لومړۍ 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.

$$\sum F = ma \quad \text{.....(۲۵ -۳)}$$

- 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 نومورې 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 نومورې نقطه کې د ځمکې د جاذبې د تعجيل (g) له حاصل ضرب سره مساوي دی:

$$W = mg \quad \text{.....(۲۶ -۳)}$$

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 يا يو جسم بل جسم ځان ته راجذبوي ددی قوې اندازه چې د نيوټن د جاذبې د قوې په نوم يادېږي له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

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

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

- جاذبه لمريز نظام نسبت يو بل ته ساتی او د ځمکې د طبيعي او مصنوعي سپوږمکيو دوران د ځمکې په شا او خوا شونی کوئ. دا ډول حرکتونه د کپلر د درې ګونيو سياره يي حرکتونو څخه پيروي کوي او دا ټول د نيوټن د حرکت او جاذبې د قوانينو پيلامه ده.

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

- کله چې د F قوه يو جسم د يوې سطحې په مخ ښويوي د سطحې له خوا په جسم باندې د اصطکاک قوه f واردېږي. د اصطکاک قوه له سطحې سره موازي او جهت يې د جسم د ښويدو په خلاف لوری دي. دا قوه د جسم او سطحې ترمنځ د تماس له امله ده. که چيرې جسم ونه ښويږي د اصطکاک قوه د ستاتيکي اصطکاک په نوم يادە او په f_s سره ښودل کيږي. که چيرې جسم وښويږي د اصطکاک قوه د حرکي اصطکاک قوې په نوم يادە او په f_k سره ښودل کيږي.

(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 نوموړې سړی وزن په N پيدا کړئ؟

ځواب:($53,33N$)

4. يو جسم $200g$ کتله لري د نوموړې جسم وزن په dyn او N پيدا کړي؟

ځوابونه: ($1,96N$,$196000dyn$)

5. د سمندر په سطح چيرې چې $g = 9,8 m/sec^2$ دی د يوه جسم وزن $25N$ دي د نوموړې جسم وزن به د X سيارې په مخ چې هلته $g = 3,5 m/sec^2$ 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 وليکی؟ ځوابونه (الف: $F_x = 1.879\text{N}$، $F_y = 0.684\text{N}$، ب: $\vec{F} = 1.879N\vec{i} + 0.684N\vec{J}$)

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

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

ب) خالصه قوه او

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

11. د مايلې سطحې په مخ چې ميلان يې $\propto = 15^\circ$ او طول يې $2m$ دي يوه جعبه قرار لري. که چيرې جعبه د سکون له حالت نه ښکته خواته په حرکت پيل وکړي پيدا کړي:

الف) د جعبې تعجيل

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

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

12. يوه ماری چې کتله يې له هغو جامو سره چې پکې دی $45kg$ ده د سکون په حالت کې د کوټې په مخ ولاړه ده:

الف) که چيرې د ستاتيکي اصطکاک ضريب د کوټې د غولې او ماری ترمنځ $0,45$ وي هغه تر ټولو کوچنی افقي قوه چې ماری په حرکت راولي پيدا کړي؟

ب) که چيرې جامی چې مجموعي کتله يې $17kg$ ده له ماری نه وباسو په دی صورت کې به ځومره قوې ته ضرورت وي. ځوابونه: (الف: $198.45N$، ب: $123.48N$)

13. د باسکيټ بال يو لوبغاړی چې کتله يې $79kg$ ده په ميدان کې ښويږي او د $f = 470N$ اصطکاک قوې په واسطه يې حرکت بطي کيږي د ځمکې او لوبغاړي ترمنځ د حرکي اصطکاک ضريب پيدا کړي؟ (ځواب: 0.6)

14. يو کارګر د $35kg$ کتلې لرونکي يو صندوق په $110N$ قوه سره په افقي توګه کش کوي. د صندوق او د غولې ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک ضريب $0,37$ دي

الف) د غولی له خوا د اصطکاک ځومره 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. نومورې جسم يوازې په افقي جهت حرکت کوي. که چيرې د نومورې 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 سړی وزن 240 پونډه او د يوه موټر وزن $1,8$ ټنه دی نومورې 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 اړينی 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 موتر سايکل ثابت تعجيل څومره دی

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

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

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

الف) د نومورې جسم وزن او کتله په هغه ځای کې پيدا کړي چې هلته د ځمکې د جاذبې تعجيل $4,9\ ^{m}/_{\sec^2}$ وي

ب) که چيرې نومورې جسم داسې ځای ته يوسو چې د ځمکې د جاذبې تعجيل صفر وي. د نومورې جسم وزن او کتله به څومره وي؟ ځوابونه (الف $11N$ ، $2,2kg$ ب 0 ، $2,2kg$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

څلورم فصل

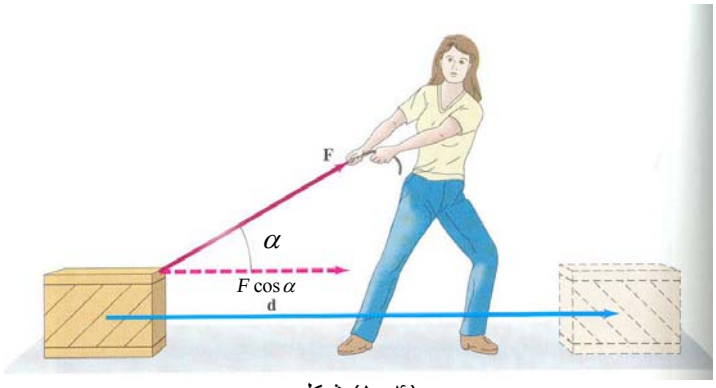
کار، انرژي او مومنتم

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

۴- ۱: کار Work

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

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



(۴- ۱) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

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

erg د ژول د اجزاو څخه دي.

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

اوس غواړود فنر پوسيله اجرا شوی کار وڅيړو.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ℓ_2 حالت ځانته نيسي د جسم تغيير مکان $\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1$ په هر اندازه چه عامله قوه زياتيږي نو د فنر اوږدوالي زياتيږي، برعکس هر څومره چه عامله قوه کمه شي نو د فنر اوږدوالي کميږي ، ويلی شو چه د فنر قوه د فنر د اوږديدو سره مستقيماً متناسبه ده. يعنی:

$$F \sim \Delta\ell$$

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

$F = k\Delta\ell$ (۴-۴) ، kد تناسب ضريب دی همدارنګه $\Delta\ell = dx$ سره ښيو. اجرا شوې کار په لاندی ډول ليکل کيږي.

$$dw = F \cdot dx$$

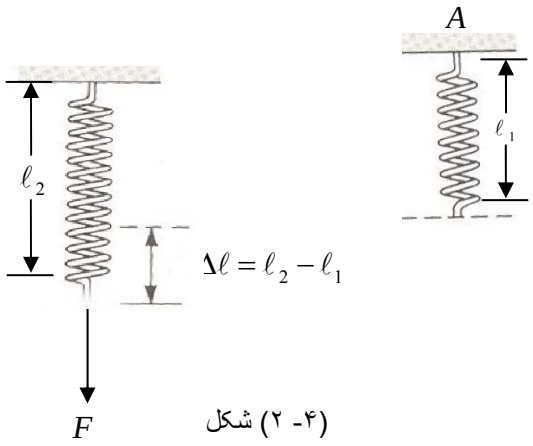
په پورتينی رابطه کې $F = -kx$ دی، منفي علامه د قوي او فنر د راکش کيدو يا تغيير مکان مخالف جهتونه ښيی. د پورتنی رابطې څخه ليکلې شو چې:

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

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

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

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



(۴- ۲) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

۴- ۱ مثال:

يو جسم د افقي سطحې په مخ د $300N$ قوې لاندې چې له افق سره 45° زاويه جوړوي د $10m$ په فاصله بې ځايه کيږي تر سره شوی کار پيدا کړئ؟

حل: له (۴- ۱) رابطې څخه لرو چې:

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

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

4- 2: انرژي Energy

انرژي د کار هغه قابليت ته ويل کيږي چه د کار د اجرا کيدو د مخه په يو جسم او يا سيستم کې موجود وي. کله چه په يوه ټاکلې ارتفاع کې يو جسم واقع وي، که چيرې موانع رفع شي نو جسم مخ ښکته د ځمکې په لور حرکت کوي او د يو کار د اجرا کيدو باعث ګرځي، داسې معلوميږي چه د کار د اجرا کيدو د مخه په نوموړی جسم کې د کار قابليت موجود ؤ. همدارنګه کله چه په يوه ناوه کې له تيريدو وروسته او به په شدت سره د ژرندی به څرخ لګيږئ د څرخ پرې ګرځي او په نتيجه کې د ژرندی پلونه څرخوی. که چيرې عين مقدار اوبه په يوه اواره 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 لمړۍ برخې انرژي ځانګړتياوې دا دي:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ج. خلاصيدوونکې دي

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

الف. نه خلاصيدونکې منابع لري، لکه لمر

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

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

۴– ۳: پوتانشيال انرژي:

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

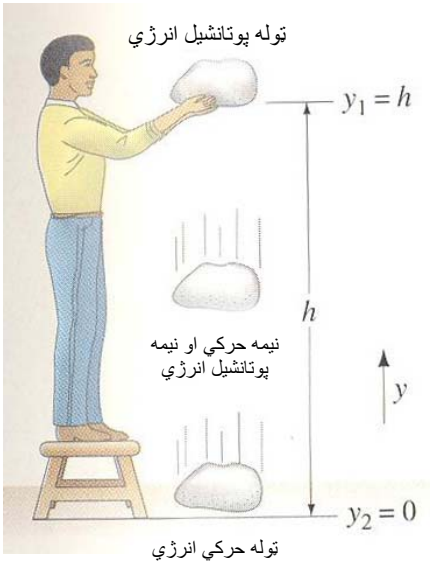
يو جسم د ځمکې په سطحه باندې په نظر کې نيسو په دغه جسم يو کار اجرا کوو او جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع باندې پورته کوو په نوموړې ارتفاع کې دغه اجرا شوې کار زيرمه کيږي که د جسم وزن $p = mg$ وي چې همېشه د ځمکې د سطحې خواته متوجه دی د هغه په وړاندې اجرا شوې کار عبارت دی له $W = p \cdot h = mgh$

او يا هم

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

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 يعنې هغه اندازه کار چې مخکې په جسم باندې ترسره شوې دی (۴– ۵) اړيکه د پوتانشيل انرژي په بڼه په جسم کې زيرمه کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۴- ۳) شکل

۴– ۴: حرکي انرژي Kinetic Energy

هرخوځنده جسم چه د V په سرعت باندې حرکت وکړي، ويل کيږي چه حرکي انرژي لري، تر هغه وخته پورې چه جسم ودريږي.

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

$$W_p = mg \cdot h$$

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

که دا قيمت په پاسنۍ رابطه کې وضع کړو

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

د انرژي د اندازه کيدو واحدونه:

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

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

همدا رنګه

$$1N = 10^5 dyne$$

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

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

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

$$1Joul = 10^7 erg$$

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

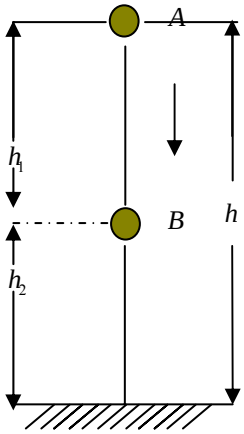
انرژي د يو شکل څخه په بل باندې اوړي يعنې انرژي خپل شکل بدلوي، نه دا چه له منځه ځي په يو معين موقعيت کې د انرژي کميت ثابت پاته کيږي. او که چيرې يو ډول انرژي په بل ډول واوړی، نو حتماً بل ډول انرژي زياتيږي چه په نتيجه کې د دواړو حاصل جمع د لمړی ځل په پرتله سره مساوي دی. يعنی ثابت پاتی کيږي.

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

$$E_A=mg\cdot h \quad \text{.....(٦ -۴)}$$



(۴- ۴) شکل

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

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

يعنی د B په موقعيت کې مجموعي انرژي

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

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

$$E_B=mgh_2+mgh_1$$

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

د شکل مطابق $h_2+h_1=h$ دي

$$E_B=mg\cdot h \quad \text{.....(۷ -۴)}$$

(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:

$$E = E_p + E_k = mgh = \text{co}\,nst$$

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

الف) د هغه حرکي انرژي پيدا کړي؟

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

حل: د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

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

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

۴– ٦: مومنتم او ضربه:

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

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

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

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

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

د پورتنی رابطې څخه ليکلې شو چې:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

$$p-p_0=\Delta p$$

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

نو ليکلې شو چه

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

او يا هم

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۴– ۷: طاقت :Power

د ډيرو پخوا زمانو څخه د انسانانو او حيواناتو د کارکولو اندازه د اهميت وړ ده. په ننی نړۍ کې د ماشين آلاتو د کار د اجرا کيدو اندازه د وخت په اړوند ډيره مهمه ده. ننني نړيوال اقتصاد ټول په همدغه حقيقت کې نغښتي دي. طاقت د اجرا شوې کار او د هغه وخت د نسبت څخه لاسته راځي چه نوموړې کار په کې اجرا شوې دي که چيرې طاقت په p ، اجرا شوې کار په w او وخت په t سره ارائيه کړو نو ليکلې شو چې:

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

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

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

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

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

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

حل:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۴- ۸: د فصل لنډيز

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

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

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 وترل شي او تغيير مکان وکړي د فنري قوې په واسطه تر سره شوې کار عبارت دي له:

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

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

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

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

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

$$p = \frac{w}{t} \quad \text{.....(۱۶ -۴)}$$

- د انرژۍ د تحفظ قانون په لاندې ډول دي:

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

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

$$P = mv \quad \text{.....(۱۸ -۴)}$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د څلورم فصل تمرين

1. د $300N$ قوه د 45° زاويې لاندې نسبت افقي سطحې ته په يو جسم عمل کوي او هغه جسم په منظمه توګه د $10m$ په واټن د افقي سطحې په مخ بې ځايه کوي. اجرا شوې کار پيدا کړي؟ ځواب (2100J)

2. ددې لپاره چې د $20g$ کتلې درلودونکې يو جسم د $3\sec$ 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 غولې 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 لوړوالې پورته کوي. د کرين کار پيدا کړي؟ 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 کړي؟ ځواب (96J)

7. د فوټ بال يو لوبغاړي 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 کړي؟ ځواب: $350N$

8. د $3kg$ کتلې درلودونکې يو څرخ له ښويدو پرته د $5\,{}^{m}/_{\sec}$ په سرعت سره په افقي سطحه باندې رغړي. د څرخ امپولس پيدا کړي؟ ځواب: ($15\,{}^{kgm}/_{\sec}$)

9. که چيرې $20N$ قوه د 30° زاويې لاندې په يو جسم عمل وکړي او هغه د $5m$ په واټن بې ځايه کړي. اجرا شوې کار پيدا کړي؟ ځواب: ($86.6J$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

13. داوروژنی يو پايپ چې اوږدوالي يې $12m$ دي په افقي توګه د يوې سطحې په مخ په $2,3\,{}^{m}/_{\sec}$ سرعت سره له اصطکاک پرته کشکول کيږي. د پايپ د هر متر کتله $0,25kg$ ده.کله چې ټول پايپ حرکت کوي د عاملې قوې په نتيجه کې څومره کار ترسره کيږي؟ ځواب:($7,9J$)

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب) د تأجيل په وخت کې طی کړل شوې واټن

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

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

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

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

ځواب: ($0.14m$)

18. د انسان زړه يو پياوړې او د اعتماد وړ پمپ دي. هره ورځ د 7500 ليترو په شا او خوا کې وينه پمپوی او د وجود يا بدن غړيوته يې رسوي. که چيرې د زړه کار د $1,63m$ په ارتفاع (په امريکا کې د نښو متوسط قد) د همدغو مره اندازې وينې د لوړولو له کار سره مساوي وي او د وينې کثافت د اوبو له کثافت $10^3\,{}^{kg}\!/_{m^3}$ سره مساوي وي. په يوه ورځ کې د زړه کار څومره دي؟ ځواب: ($1,20\cdot10^5\,J$)

19. د $5kg$ کتلې يو جسم بايد څومره لوړ شي ترڅو د هغه پوتانشيل انرژي $40J$ زياته شي. څومره بايد نومورې جسم راټيټ يا ښکته کړو ترڅو د هغه پوتانشيل انرژي $100J$ کمه شي. په دواړو حالتونو کې د ثقل د قوې کار محاسبه کړي؟ ځوابونه: ($0,80m$، $2m$، $-40J$، $100J$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

پنځم فصل

کلک (جامد) اجسام Solids

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

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

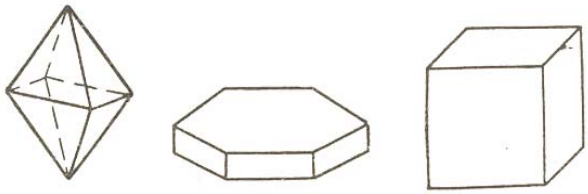
ماده د ګاز په حالت کې نه ټاکلې حجم لري او نه هم ټاکلې شکل او د خپل حجم او شکل د بدلون په وړاندې هيڅ ډول مقاومت له ځانه، نه ښيي. نو ځکه ګاز په ډير کم وخت کې ټوله هغه فضا اشغالوي چې په واک کې يې ورکول کيږي. په جامد او مايع اجسامو کې د مالیکولونو ، اتومونو او ايونونو ترمنځ قوې د پام وړ دي او دا ذرې په ټاکلو فاصلو کې يو له بل نه قرار لري. په دی اجسامو کې د مالیکولونو ترمنځ د قوونه ناشي متوسطه پوتانشيل انرژي د مالیکولونو د حرارتي حرکت د متوسطې حرکي انرژي نه زياته 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 کفايت نه کوي.

په جامد جسم کې ذرې (مالیکولونه، اتومونه او ايونونه) په يوه خورا دقيق هندسي نظم کې قرار لري او يوه شبکه جوړوي چې د کرستال په نوم يادیږي. په طبعيت کې زياتره جامد اجسام کرستالي جوړښت لري د بيلګې په توګه ټول منرالونه او د انجماد په حالت کې ټول

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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



(ج) (ب) (الف)

(۵- ۱) شکل

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

۵– ۱: ارتجاعي قوه Elastic Force

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

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

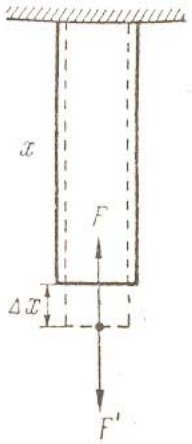
$$F = -k \cdot \Delta x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۱ - ۵)$$

(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 چېرې د تغيير راوړونکې يا خارجي قوې له رفع کيدو وروسته ارتجاعي قوې په بشپړه توګه د جسم لومړنۍ 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 اوږدوالي x او د مقطع مساحت يې A دي. ميله د Δx په اندازه اوږديږي او په هغې کې د $F = -F'$ ارتجاعي قوه رامنځ ته کيږي. تجربه بنيي چې په ميله کې رامنځ ته شوې اوږدوالي (Δx) د F' قوې او د ميلې له لومړنۍ طول x سره په مستقيمه توګه متناسب او د ميلې د مقطع له مساحت سره په معکوسه توګه متناسب دي يعنې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

له دی ځايه:

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

په (۵ – ۳) رابطه کې E هغه ضريب دی چې د ميلې د مادي د ارتجاعيت ښکارندوی او د ارتجاعيت د مودلس (Modulus) يا د يانګ Young د مودلس په نوم يادېږي.

د (۵ – ۲) له رابطې نه لرو چې:

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

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

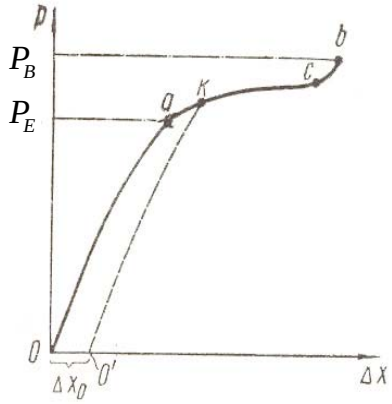
۵ – ۲: د جامد جسم د شکل بدلون (تغيير شکل) Deformation

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

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

په پورتنۍ رابطه کې F تغيير راوړونکې قوه او A د ميلې د مقطع مساحت دي، (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 زیاتوالې په صورت کې په اصطلاح پلاستیکي ارتجاعیت پیل کیږي چې په ګراف کې د ab له منحنی سره مطابقت لري. د فشار د ډیر زیاتوالې په صورت کې د میلې زیات انبساط رامنځ ته کیږي چې د جسم په کږیدو 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 تیرې وکړي 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 شکل په نوم د Δx_0 تغيير شکل ساتئ. د جسم د شکل د قسمي اعادې پروسه په ګراف کې د ko' له خط نه عبارت دي.

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

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

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

$$\Delta\ell = \propto \ell_0 \Delta t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵ - ۵)$$

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:

$$\ell = \ell_0 (1 + \propto t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۶ - ۵)$$

له دی ځايه:

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

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 ګرموالې 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 $\beta = 3\propto$ وي په دی صورت کې

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

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

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

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

(۵-۶)، (۵-۸) او (۵-۹) رابطې د مايع اجسامو يا مايعاتو لپاره هم ريښتنيې دي، خو يوازې توپير په دې کې دي چې د مايع اجسامو د حجمي انبساط ضريب د جامدو اجسامونه زيات او هغه د $\left(10^{-4}-10^{-3}\right)grad^{-1}$ 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 ضريبونه

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

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

۵– ۴: ارتجاعيت Elasticity

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

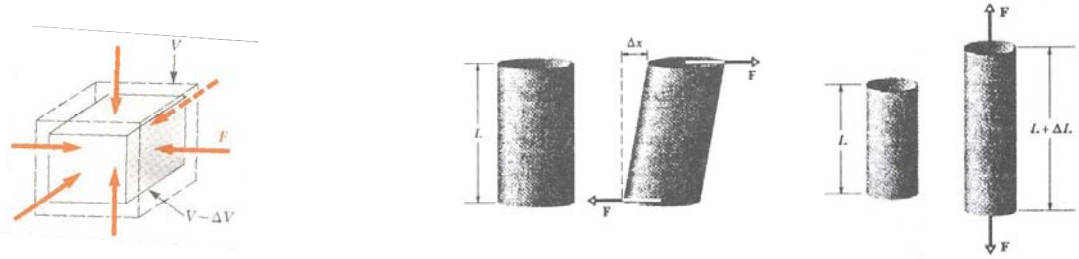
شکل کړي دي. په (۵– ۴ ج) شکل کې يو جامد جسم (مکعب) په مايع کې قرار لري او له هرې خوا د مايع د فشار قوه په هغه باندې عمل کوي. کوم شی چې په دی درې ډوله تغيير شکل کې ونډه لري او يا شريک دي هغه تنش (Streen) يا د تغيير شکل عامله قوه په واحده سطحه دي چې کشش (Strain) يا واحد تغيير شکل $\frac{\Delta L}{L}$ رامنځ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

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

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

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

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



(الف) (ب) (ج)

(۵- ۴) شکل

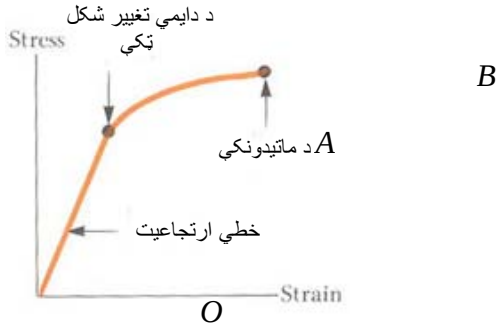
(۵– ۴ الف) شکل کششي تنش، (۵– ۴ ب) شکل برشي تنش او (۵– ۴ ج) شکل هايدروليکي تنش دي. د (۵– ۴) شکل پورته درې واړه حالتونه د (Stress) فشار

(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 يادېږي، يعنې:

$$Stress = Elastic\ Modulus \times Strain \quad \text{.....(۵- ۱۱)}$$

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



(۵- ۶) شکل

له (۵- ۶) شکل نه معلوميږي چې د کوچنيو کششونو لپاره د فشار او کشش ترمنځ اړيکه خطي ده، يعنې د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې فشار د کشش سره متناسب دي. په دې ټوټه خط يعنې د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې ليدل کيږي چې چيرې فشار بيرته صفر کړو کشش هم صفر کيږي، نو له دې کبله د جسم کشش ارتجاعي دي او ويل کيږي چې جسم د ارتجاعيت خاصيت لري (د هوک قانون). که چيرې فشار د A له نقطې نه زيات کړو جسم دايمي تغيير شکل کوي او که فشار نور هم زيات کړو او د B نقطې ته ورسيږو، نو په دې صورت کې جسم ماتيږي يا ټوټه کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

۵– ۵: کشش او تراکم

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

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۵– ٦: بياتي کول (برش) Shear

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

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

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

۵– ۷: هيدروليکي فشار (Streen)

په (۵– ٦ ج) شکل کې فشار په جامد جسم باندې د مايع له خوا د P وارد فشار دي او دمايعاتو له مبحث نه پوهيږو چې فشار عبارت له قوه په واحد سطحه باندې دي. کشش (Strain) $\frac{\Delta V}{V}$ دي، چې V د جسم اصلي حجم او ΔV د حجم د بدلون مطلقه کچه ده. د هيدروليکي فشار مودل د B په تورې ښودل کيږي او د موادو د تراکمي مودل په نوم يادیږئ. په دی حالت کې ويل کيږي چې جسم د هيدروليکي تراکم لاندې دي او فشار يې د هيدروليکي تنش په نوم يادیږي. د هيدروليکي فشار يا تنش لپاره (۵– ۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کيږي.

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

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

د اوبو تراکمي مودلس، يعنی B، $2,2\cdot10^{9}\ N/m^2$ او د پولادو $16\cdot10^{10}\ N/m^2$ دي.

د آرام سمندر په تل کې چې منځنی ژوروالې يې $4000m$ 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 يوازې $0,025\%$ دي. په عمومي توګه سخت يا جامد اجسام د مايعاتو په پرتله کم تراکم منونکې دئ.

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

حل:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۵– ۸: د فصل لنډيز

- د هوک قانون عبارت دي له:

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

- 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 کېږي Stress (د طول د بدلون يا تغيير فيصدي). د هوک قانون بيانوي چې په ارتجاعي تغيير شکل کې Stress له Strain سره متناسب دي، يعنی

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

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

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

په پورتنۍ رابطه کې $\frac{\Delta L}{L}$ د جسم *Strain*، F واړده 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 ډيانګ مودولس دي. *Stress* مساوي دي په $\frac{F}{A}$.

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

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

5. د يوې پولادی ميلې پورتنۍ سرمحکم او په کښتنی سر کې يې د $20KN$ وزن خړيږي. 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 ($5\cdot10^7Pa$، $1.25mm$، $2.5\cdot10^{-4}$)

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

ځوابونه: (الف $6.27mm$، ب $0,60mm$)

7. د لرګۍ ستنه (کنده) چې لوړوالې يې $3m$ او پلنوالې يا د مقطع مساحت يې $300cm^2$ دي که چيرې د ارتجاعيت ضريب $10\cdot10^3MPa$ 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 لاندی څيړل کيږی او په دوو برخو ويشل شوې دي .

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

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

غازونه او مايعات « سيالونه» په ډيرو کمو حالاتو کي د يوبل څخه 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 څيړل کيږي.

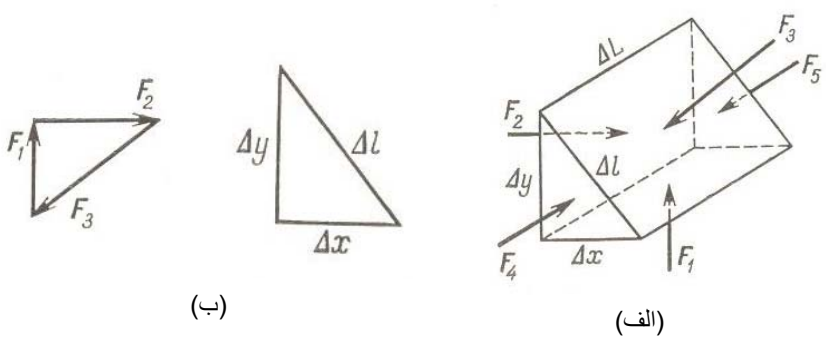
٦– ١: د سيالو اجسامو ستاتيکي حالت Fluid Statics

که جهان ته په ژوره توګه و ګورو، نو مطلق خلا په طبيعي حالت کي موجود کيداي نشي، نو ټول اجسام، په سيالو محيطوکې 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 څرګندي 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 شوې جسم په خارجي سطح باندي د سيال لخوا مساوي قوي واردیږي. باید زیاته شي چه سیال باید متجانس ترکیب ولري.ددې موضوع په اړوند یوه عالم د پاسکال (Pascal) په نامه څېړنې کړي او دائي ثابته کړي چه د یو غو په شوي جسم په خارجي سطحه باندي د سیال لخوا مساوی قوي عمل کوی، په دی شرط چه داخلی قوي موجودی نه وی، په داسی حالت کي جسم په سیال کي د تعادل حالت اختیار وي. مونږ دغه موضوع په سیال کي غو په شوي یو جسم باندي د شکل مطابق څېړو.
په شکل کي د وکتورونو جهت په جسم باندي د عاملې قوي لوري (جهت) ښيي.



(ب) (الف)

(۶- ۱) شکل

د تعادل حالت د نومورې منشور ډوله جسم لپاره هغه وخت شونې دي چه په جسم باندي د سیال لخوا د وارد شویو قوو محصله صفر وی. یعنی:

$$F_1+F_2+F_3+F_4+F_5=0 \qquad (۱-۶)$$

پورتني رابطه په لاندینیو دوو معادلو باندي ویشو او داسي ئي لیکلو $F_4 + F_5 = 0$ همدار نگه د شکل مطابق $F_1 + F_2 + F_3 = 0$ د بلي خوا د (۱-۶ ب) شکل مطابق د دوو مثلثونو د مشابهت څخه لیکلي شو چې:

$$\frac{F_1}{\Delta X}=\frac{F_2}{\Delta Y}=\frac{F_3}{\Delta L}$$

که چیري وروستي رابطه په $\frac{1}{\Delta L}$ باندي ضرب کړو، نولیکلي شو چې:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د وروستي رابطي څخه ښکاري چه:

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

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

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

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

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

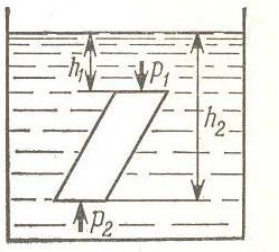
وروستي رابطه د پاسکال قانون بيانوي او هغه دادي. په ولاړ او متعادل سيال کي د واقع جسم په ټولو سطحو باندې يو شان او مساوی فشار عمل کوي.

٦ – ٢: د سيال فشار Fluid Pressure

پورتنی مثال په جسم باندې د ثقل د قوې په نشتوالې (غياب) کې د سيال فشار ښيي. اوس د (٦ – ٢) شکل سره سم د ثقل د قوې په شتون کې په سيال کې په غوړه شوې جسم باندې وارد فشار ترځيړنې لاندې نيسو. په دې حالت کې په جسم باندې محصله فشار عبارت دی له:

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

$$P_2 - P_1$$



(٦- ٢) 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 دي.

که دغه قيمتونه د فشار په رابطه کې وضع کړو:

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

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

A مساحت او P فشار دي:

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

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

$$p = \rho g h \qquad (٦ – ٦)$$

که دغه رابطه د شکل سره پرتله کړونو ليکلې شو.

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

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

د اتموسفير فشار د p_1 په عوض موجود دي او هغه ته p_0 وايو. نو په دې حالت کې که $p_2 = p$ فرض کړو. نو ليکلې شو چې $p - p_0 = \rho g h$ طبعي خبره ده چه $\rho g h_2 = \rho g h_1$ کيږي.

$$p - p_0 = \rho g h$$

$$p = p_0 + \rho g h$$

وروستۍ رابطه د پاسکال د فورمول تطبيق په يوه نقطه کې ښيي. که چيرې نومورې رابطه په نورو ټکو باندې تطبيق کړو، نوعين نتيجه ترې لاسته راځي 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 نوموړي 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 څخه ګټه پورته کيږي.

په لاندي کښي 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.

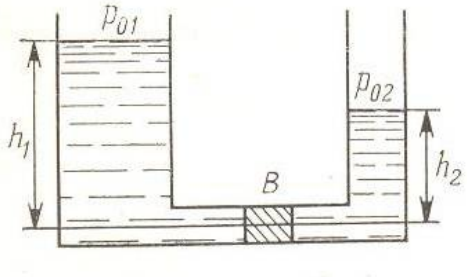
$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2$$

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

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

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

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



(٦- ٣) شکل

په پرانيستي 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.

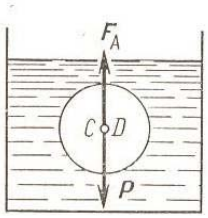
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 زرګر په وسيله يو ښکلي تاج جوړکړ، کله چه تاج حاضر کړاي شو، پاچا ته شک پيدا شو چه ګوندي د تاج طلا خالصه نده، غوښتل ئي چه موضوع معلومه کړي، عالمان او بزرګان ئي راو غوښتل او ورته وي ويل، تاسي څنګه کولاي شي چه ځمادي شک ته صحيح او باوري ځواب وواياست، 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 نوموړي پاچا شک لرې کړي.

د بلي خوا څخه کله چه په اوبوکي غو په شوي جسم د اوبو څخه راويستل شي، نو په لوښي باندي د ښکته خوا څخه د جسم د ثقل قوي يعني وزن مخالف د اوبو لخوا قوه عمل کوي، چه د نوموړي 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 لاندينې رابطي په ذريعه محاسبه کيږي:



(٦- ۴) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

که چيرې $F_A = p$ وي، نو پدې حالت کې جسم د اوبو په منځ کې د تعادل په حالت کې دي.

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

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

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

د تعادل په حالت کې د ارشميدس قوه او جسم د ثقل د قوې د عمل نقطې پر يو بل منطبقې دي. په داسې حال کې چه د نورو دواړو حالتونو په صورت کې دواړه قوې سره انډول ندي.

٦- ۴: د اجسامو کثافت Density

د هر جسم کتله چه د جسم په واحد حجم کې راټوله شوې ده، د نومورې جسم د کثافت په نوم يادېږي. او د هغه رياضيکي بڼه داسې ده چې، $\rho = \frac{m}{v}$ که کتله په gr او يا kg اندازه شي، او د نومورې جسم حجم په cm^3 او يا m^3 اندازه کړاي شي، نو د کثافت واحد د $\frac{gr}{cm^3}$ او يا $\frac{kg}{m^3}$ ځينې عبارت دي. د کثافت موضوع په تخنيک کې ډيره با ارزښته ده. همدارنګه په علمي څېړنو 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 ميتودونه لري، چه په مخکنيو درسونو کې څيړل شويدي. همدار نګه ګازونه د خپلو فزيکي خصوصياتو په نظر کي نيولو سره د کثافت د معلومولو ځانګړي خصوصيت لري.

٦- ١مثال: د غوړيو کثافت $0/91\ gr/cm^3$ دي، د دي غوړيو د 2/5 ليترو کتله پيدا کړي؟

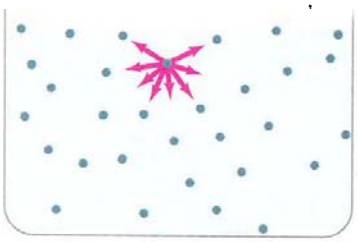
حل: پوهيږو وچې $1L = 1000cm^3$دي،نوځکه لروچې

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

٦- ٥: سطحي کشش Surface Tension

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

د سطحي کشش پديده، چه په سيالو اجسامو (مايع او ګازونه) عمل کوي، ظاهراً ډيره بسيطه ښکاري، خو کله چه عاملي او په پروسه کي داخله قوي او د محيط جوړښت په پام کي ونيول شي، نو داتري څرګندېږي 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 کې ډوبه نه شي او بيا په ډير احتياط سره هغه د مايع د سطحي څخه



(٦- ٥) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

پورته کړوتر هغه وخته پوري چه د مايع سره د کاغذ ارتباطونه شليږي، په دي حالت کي د سيال د سطحي د ماليکولونو لخوا په کاغذ باندي قوه واردږي، چه د سيال د سطحي کشش د قوي په نامه يادږي. د يو سيال سطحي کشش د لاندينې 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 واردږي 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 لاندينې جدول کي د سطحي کشش ځيني تجربي قيمتونه ليکل شويدي .

(٦- ١) جدول د سطحی 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 کلورايد	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 سيال لپاره لکه اوبه د تودوخي د درجي په کميدو سره سطحي کشش زياتيږي. معمولاً د تودوخي درجه د يو جسم د مالیکولونو د حرکت پوري تړاولي . هر څومره چه د تودوخي درجه زياتيږي په هم هغه اندازه د جسم يا سيال مالیکولونه تيزه منډه وهي. په دي صورت کې د مالیکولونو ترمنځ متقابل عمل د هغوي په حرکت کمه اغيزه واردوي، چه په نتيجه کي سطحي کشش هم کميږي. کله چه کالي پريمينځل کيږي، بايد اوبه په ډير قوت سره هغه کوچينو سوريو ترمنځ چه د ټوکر د موادو د ليافو په منځ کي دي ورننوځي.

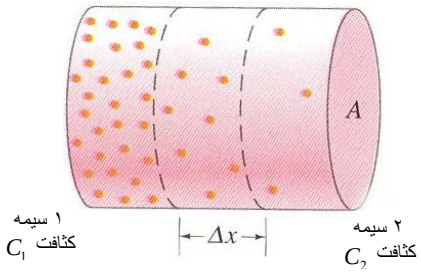
٦– ٦: ديفوژن Diffusion

دوه يو بل سره په تماس کي مايع يو د بل په منځ کې نفوذ کوي ترڅو په بشپړه توګه يو د بل سره ګډې شي. يوازي هغه مايع ګاني چې يو پربل کې د انحلال وړنه وي (لکه اوبه په کوچوکې) يو د بل په منځ کې نفوذ نه کوی. د بيلګې په توګه که چيري د يوه پايپ يا نل په واسطه د اوبو د لوښي په قاعده کې د مسود زمچ محلول ($C_4SO_4 5H_2O$) توې کړو، نو په لومړي سرکې د دی دوو مايع ګانو ترمنځ واضح او څرګنده پوله يا سرحد په تدريجی توګه له منځه ځي او يو له بل سره ګډيږي. له څو ميا شتو وروسته دوی په بشپړه توګه يو له بل سره ګډيږي. د دوو مايع دا ډول ګډيدوته ديفوژن وايی. ديفوژن په ګازونو کې هم واقع کيږی مثلاً دوک (لوګی) په هوا کې نفوذ کوي او په تدريجي توګه په بشپړه توګه په هوا کې ګډيږي. ديفوژن د مالیکولونو په کثافت او يا په واحد حجم کې د مالیکولونو يا مولونو په شمير پوری اړه لري . په عمومي ډول نفوذ کونکي جسم له هغې سيمې څخه چې کثافت زيات دی د هغې سيمې په خوا حرکت کوی چې کثافت کم وی.

د يفوژن د مالیکولونو د حرکي تيوری او نابيره حرکت په مرسته په اسانی سره توضيح او بيانيږئ. د ديفوژن د توضيح لپاره داسی يو تيوب په پام کې نيسو چې د مقطع مساحت يی A، په کين انجام کې يې د مالیکولونو کثافت زيات او په بښی انجام کې يې د مالیکولونو کثافت کم دی (٦–٦) شکل که چيری نومورې تيوب له اوبو څخه ډک وي او په هغه کې د ديګ د رنګ يو څاڅکی واچو د ديګ رنګ په تدريجی توګه په اوبو کې نفوذ کوی

(c) ketabton.com: The Digital Library

فرض کړی چې مالیکولونه په نامنظم یا نابیره حرکت کې دی د مالیکولونو خالص جریان په تیوب کې له کینې خوا څخه بنې 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 نومورې 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 بنی 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. نومورې 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 دګرادینت په نوم یادیږی.

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

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

(۶- ۱۰) رابطه د دیفوژن د معادلې یا د (Fick)د قانون په نوم یادیږی. که چیرې 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 تيريږئ، که چيرې کثافت په kg/m^3 سره اندازه شی، په دی صورت کې l په يوه ثانيه کې ليږدول شوی کتله ده (kg/sec).

ديفوژن په جامدو اجسامو کې هم ليدل کيږئ خو ډير ورو اوبطی تر سره کيږی د جامدو اجسامو د ديفوژن ضريب د مايعاتو د ديفوژن له ضريب څخه ډير کوچنی دی. د ديفوژن پديده په طبيعت او تخنيک کې مهم او ارزښتناک رول لری، د بيلګې په توګه د نباتاتو تغديه د ديفوژن د عملې پر بنسټ صورت نيسي.

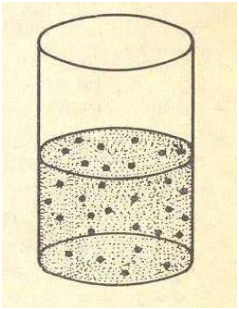
٦– ٧: د اوسموس عمليه Osmosis

کله چه يو کلک جسم په اوبلن جسم کی حل کيږی، د نوموړی جسم مالیکولونه د اوبلن جسم په ټول حجم کی په مساويانه توګه تقسيم کيږی، او حاصل شوی ترکيب ته محلول وئيل کيږی. هغه اوبلن جسم چه جامد جسم پکښی حل کيږی د محلل (Solvent) په نوم يادیږی، يعنی د کلک جسم حل کوونکی او کلک جسم ته چه حل کيږی حل کيدونکی جسم يا منحله جسم (Soluble) وايي.

که چيرې د حل کيدونکي جسم کتله m د v محلل په واحد حجم کی حل کړو په نتيجه کی د محلول غلظت چه په C سره ښودل کيږی لاسته راځی.

$$C = \frac{m}{v} \qquad (١١ - ٦)$$

که چيرې د يو محلول غلظت کم وی، نو داسی محلول کمزوری محلول بلل کيږی.



(٦- ٧) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

کمزوری محلول په يوه ظرف کي د شکل مطابق په نظر کی نيسو د حل شوی مادې مالیکولونه په نوموړی ظرف کې په ټکو سره ښودل شویدی دلته د محلل مالیکولونه د حل شوی جسم په مقايسه ډير کوچنی په نظر کي نيسو. په دی لحاظ د دوی د مالیکونو ترمنیځ د عمل قوه وجود نلری. په دی لحاظ په ضعیف محلل کی د حل شوی جسم مالیکولونه د خیالی گاز حالت را په گوته کوی، په دی توپیر چه په مايع کی د حل شوي جسم مالیکولونه لکه د گاز په شان آزادانه حرکت نشی کولای. دغه تشابه مونږ دی نتیجی ته رسوی چه په حل شوی جسم باندی د خيالي گازونو قوانين تطبيق کړو.

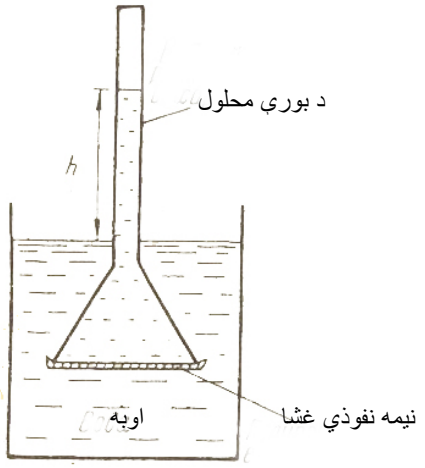
په خاص حالت کي داسی وړاندیز کوو چه حل شوی ماده په محلول کی قسمي فشار P رامنیځ ته کوی، دغه فشار د گازونو د حرکی انرژي په تيوري او د مندليف– کلا پيرون د معادلو په اساس د لاندنیو فورمولونو په ذريعه حاصليږی.

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

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

n_0 په مايع کی د حل شوی جسم يا مادی د مالیکولونو تعداد .

$\overline{w}$ د حل شوی جسم حرکی انرژي μ او m په ترتيب سره د حل شوې مادې کتله او دهغې د يو کيلومول کتله ده په داسې حال کې چې V او T د محلول حجم او د تودوخې درجه او R د ګازونو عمومی ثابت دي. د دی لپاره چه په عملی توګه دغه فشار ووينو، نو لاندينی تجربه بايد اجرا شی.



(۶- ۸) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

د شکل مطابق يوه داسی نفوذی غشا په نظر کې نيسو، چه يوائي 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 اوړد نل لری، په دغه محلول کې کيږدو، نيمه نفوذي غشا د اوبو مالیکولونو ته د تيريدو اجازه ورکوی،

په داسې حال کی چه د قند لوی مالیکولونه 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 لوړوالې د عملیې اړوند فشار ارائه کوی چه قسمی فشار نومیږی 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 ځينې 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 قيمت په وضع کولو سره، پورتني فورمول دا لاندی بنه غوره کوي:

$$p = \frac{CRT}{\mu} \qquad (۱۴-٦)$$

لدغه ځايه نتيجه لاسته راځی چې:

او سموسی فشار مستقيماً 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 ارټیاوي تامینوي. او د ژوندیو اجسامو فزیولوجیک فعالیت تامینوی.

٦– ۲: مثال:

د اوکسجن د گاز $m = 10g$ 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 حجم $V_2 = 10l$ اشغالوی. پیداکړی:

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

حل:

(الف) د مندلیف –کلاپیرون له معادلې څخه گټه اخلو:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

که چيرې $T_1 = 283grad$ ، يعنې 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 گازونو نړيوال ثابت دي.

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

(ب) وګنې چې گاز په ايزو باريک توګه گرم شويدی دگی– 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 مندليف کلاپيرون له معادلې څخه د کثافت لپاره لروچې:

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

$$\rho_1 = \frac{3.1/03.10^5 \ {}^{N}/_{m^2}.32 \ {}^{kg}/_{kmole}}{8.32 \times 10^3 \ {}^{J}/_{(grad.kmole)}.283 \ grad} = 4/13 \ {}^{kg}/_{m^3}$$

$$\rho_2 = \frac{3.1/03 \cdot 10^5 {}^{N}/_{m^2} \cdot 32 {}^{kg}/_{kmole}}{8.32 \cdot 10^3 {}^{J}/_{(grad \cdot kmole)} \cdot 907grad} = 0.99 \ {}^{kg}/_{m^3}$$

اوس غواړو په لنډيز سره غازونه او پر هغوی باندی د تطبيق وړ قوانين مطالعه کړو.

گازونه: د گازونو تعريف مو مخکې د سيال اجسامو په څېړنی کی کړپدي، دلته يو ځل بيا دهغوي په اړوند يوځه بحث کو، گازونه د فزيکي خصوصياتو له نظره په دۀ، برخو ويشل شويدی.

الف – خيالی گازونه Ideal gases

ب – حقيقی گازونه Real gases

(c) ketabton.com: The Digital Library

زمونږ په څيړنه کې يواځې خيالي ګازونو او دهغو د فيزيکي خواصو د توضيح کولو قوانين څيړل کيږي. خيالی ګازونه، هغه ګازونو ته ويل کيږی چه په يو حجم کې د هغوي د مالیکولونو تصادم امکان ډير کم وی مالیکولونه ئی په يوه لوښی کی يو تر بله په ليرې فاصله کی واقع دی.

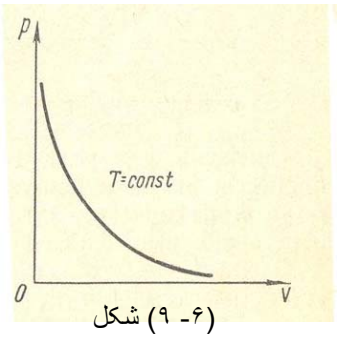
په اولسمه پيړۍ کې يو شمير عالمانو په تجربوی ډول د خيالی ګازونو لپاره يو تعداد قوانين وضع کړل چه تر اوسه د دغه علماو په نوم نومول کيږي.

په عمومي توګه د ټولو اجسامو فزيکي حالت د تودوخې د درجې، فشار او حجم او داسې نورو فزيکی کميتونو پوري اړوند دي. خو ګازونه په ډيره چټکي سره ددغه دريو کميتونو په تغيير ورکولو سره ډيره ژر بدلون کوي.

٦– ٨: د بايل– ماريوت قانون Boyle-Mariot Law

که چيرې په يو لوښي کې د تودوخي درجه $T = const$ ثابته وساتل شي او د ټاکلي خيالي ګاز حجم ته د فشار په تابع تغيير ورکړو نو داسي يوې فزيکي عمليې ته ايزوترميک عمليه ويل کيږي او که چيرې $v = cosnt$ ثابت وي او p فشارته د تودوخي درجې په بدلون سره تغير ورکړي نو داسي يوې عمليې ته ايزوخوريک Isochoric ويل کيږي دلته $p = p_0(1 + \beta t)$ دي چه ګراف يې يو مستقيم خط دی. p_0 د ګاز فشار په $0c^\circ$ او β د ګاز د فشار د حرارتی ضريب په نوم يادیږي، t د تودوخی درجه همدارنګه که چيرې $p = const$

او حجم د تودوخي د درجې په تابع تحول وکړي. پدې حالت کې $v = v_0(1 + \alpha t)$ د عمليې ته ايزوباريک Isobaric ويل کيږي.



(٦- ٩) شکل

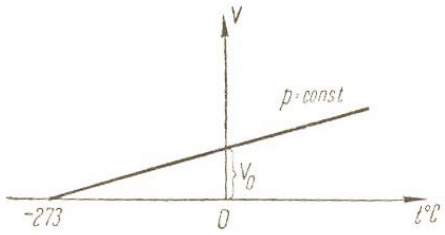
(c) ketabton.com: The Digital Library

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 توګه ثابته کړه چه د تودوخې درجي په ثابت قيمت سره د گاز د حجم او فشار تغيير حاصل ضرب تل يو ثابت قيمت لري. يعني $p.v = const$ په دي شرط چه $t = const$ وي، ددغه عالم د تجربې څخه پنځه کاله وروسته يو فرانسوي عالم د ماريوت ، په نامه پرته له دې چې د بايل څخه خبر شي پورتنی رابطه په عملي توګه 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 لپه 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 خپلې گازونو لپاره ايزوخوريک او ايزوباريک عملیې تر څيړنې لاندې و نيولې او په نتيجه کي ئې په عملي توګه ثابته کړه چه $v = v_{\circ}(1+\alpha t)$ ، او $p = p_{\circ}(1+\beta t)$



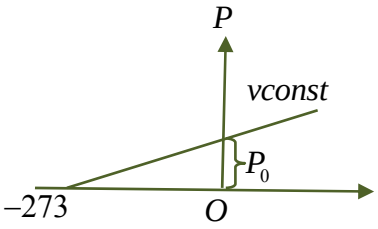
(٦- ١٠) شکل

که د شکل له مخې د عملیې ايزوخوريک او ايزوباريک مستقيم خطونه مطالعه کړو، نو لاسته راغلي معادلي لاندينې 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 توټو اجسامو فشار او حجم مساوي صفر دي. دا داسي مانا افاده کوي چه توټ اجسام په دغه درجې کې 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.

$$k = 273 + t^{\circ}c \qquad (۱۷ -۶)$$

همدارنګه د α او β عملي قيمتونه عبارت دي له:

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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

$\frac{p}{p_{\circ}} = \frac{T}{T_{\circ}}$ (٦-٢٠) د وروستيو دوو رابطو د پرتلې څخه ليکلي شو چه:

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

که چيري وروستي رابطي ته عموميت ورکړو نوليکلي شو چه:

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

دغه رابطي يو ځل بياد بايل ماريووت فورمول ثابتوي.

٦-١٠: د دالتون قانون Dalton's Law

که چيري د ګازونو د مخلوط m کتله په يو ټاکلي ظرف کي د ځانګړيو شرايطو لاندې وساتو، او دغه مخلوط مجموعي فشار د p په اندازه وي، د مخلوط د هر جزء فشار په لاندينې 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 پاتې 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 باندې، ډول ډول تجربې وکړې، او په نتيجه کې ئې يو قانون راخرګند کړ، چه دده په نامه باندې نومول شوي دي.

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

٦– ١٢: د مندليف – کلاپيرون قانون Mendelyev-Clapeyron Law

مخکې مو وخيړل چه د گازونو حالت د يو پارامتر په ثابت ساتلو او دوو، نورو متحولينو سره د گاز حالت د کوم قانون څخه پيروي کوي. اوس د گازونو عمومي حالت څيړو. په دي حالت کې حجم ، فشار او د تودوخې درجه يوځاي تغيير کوي، او دهغې په نتيجه کې کوم قانون چه رامنيځ ته کيږي په کال 1834 ميلادي کې د اووګدرو پوسيله کشف شويدي. اووګدرو دا قانون د بايل – ماريوت او ګيولوسک د قوانينو د ترکيب ځپنې لاسته راوړي دي.

فرضاً د يو گاز د m کتلې حالت د V_1,T_1,P_1 پارامترونو پوسيله مشخص شوي دي. د نومورې گاز حالت يو بل حالت ته چې د P_2,V_2,T_2 پاراميترونو پوسيله ځانګړې کيږي تغيير ورکوو.

دغه عمليه د دوو لاندنيو حالاتو پوسيله لاسته راوړو.

الف – د ايزوترميک عملې په ذريعه $T=const$ د نومورې گاز حجم V_2 او فشارئې P_1 سره مساوي کيږي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب – وروسته بياد ايزوخوريک $V = const$ عملیي په ذريعه د نوموړي گاز د تودوخې درجه T_2 او فشار يې P_2 ته رسيږي.

په دغه گاز باندي د عملیي لومړي پړاو د بايل – ماريوت د قانون په ذريعه په لاندي توگه ليکل کيږي.

$$V_1 P_1 = V_2 P_1'$$

لدغه ځايه

$$P_1' = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

د عملیې دويمه برخه د گيولو– سک د قانون په وسيله په لاندي توگه 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:

$$\frac{P_1 V_1}{V_2 . P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2}$$

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

$$\frac{Pv}{T} = \mathrm{B} = \text{const tant} \qquad (۲۴ - ٦)$$

وروستی رابطه د کلاپيرون د معادلي په نامه يادیږي دلته B د تولو گازونو لپاره مساوي قيمت لري، په دی شرط چه د گاز د حالت د مشخص کيدو پارامیترونه مساوي وي.

د $1kmole$ گاز 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 ليکلي شو چه $\frac{PV_\mu}{T}=R$ ، R د ګاز د عمومي ثابت په نامه سره يادېږي د دغه ثابت په نظر کي نيولو سره ليکلي شو چه:

$$PV_\mu = RT \quad \text{.....(۲۵ -۶)}$$

وروستی رابطه د $1kmole$ ګاز لپاره د مندليف کلاپيرون معادله ده ويلې شو چه د ګاز حجم د هغه د کتلي سره په عين فشار او تودوخي درجه کي متناسب دي.

پورتني مفهوم داسي افاده کيږي. $\frac{V\mu}{V}=\frac{\mu}{m}$ ، μ د يو کيلو مول ګاز کتله او V د m کتلي ګاز حجم دي. که چيري V_μ قيمت په $PV_\mu = RT$ کي وضع کړو، نوليکلي شو چې:

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

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

وروستي رابطه د کلاپيرون د ګاز رابطه ارائيه کوي.

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

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

خرنګه چه $\rho=\frac{m}{v}$ دي، نو ليکلي شو چه

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

وضع شي. نو حاصلولې شو چې:

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

د SI په سيستم کې $1atm = 1_{/}013.10^{5} \frac{N}{m^{2}}$ او $1lit = 10^{-3} m^{3}$ ددغو ارقامو په پام کې نيولو سره ليکلې شو چې:

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

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

(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:

$$P = \frac{F}{A} \quad (٢٨ - ٦)$$

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

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

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

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

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

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

$$PV = const \quad (٣١ - ٦)$$

- د ايديال گازونو لپاره د گې – لوسک قانون عبارت دی له:

$$\frac{V}{T} = const \quad (٣٢ - ٦)$$

نومورې قانون بيانوي چې په ثابت فشار کې که چيرې د گاز يوه ټاکلې اندازه گرمه يا سړه شی د حجم نسبت پر تودوخه ثابت باقی پاته کيږي.

- د دالتون د قانون سره سم د گاز 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 بيانوي 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:

$$PV\mu = RT \quad (۳۴-٦)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

شپږم فصل تمرين

1- په يوه هايدروليکي پروسه کی د کوچني پستون سطحه $2cm^2$ او دلوی پستون $500\ cm^2$ ده.که چيری کوچني پستون په $25\ cm/\sec$ سرعت سره ښکته کيږی معلومه کړی چی لوی پستون په کوم سرعت سره پورته کيږی؟ ځواب: $(0.1\ cm/sec)$

2- يو استوانوی لوښي له مايع نه ډک او مساحت يی $200\ cm^2$ دی د يوه پستون په واسطه چی کتله يی $1\ kg$ ده محکم شوی دی. معلوم کړی چی پستون څومره فشار په مايع واردوي؟

(الف) له وزن نه پرته

(ب) د $5\ kg$ کتلی لرونکی وزن سره.

ځواب (الف: $0.49kPa$، ب:$2.9kpa$)

3- په دوو يو له بل سره نښتو لوښوکی سيماب اچول شوی دی او د هغو له پاسه په يوه لوښي کې د $48\ cm$ په ارتفاع غوړی او په بل لوښي کی د $20\ cm$ په ارتفاع د خاورو تيل اچول شوی دی. په دواړو لوښوکی د سيمابو د سطحی توپير پيداکړی؟ ځواب: $(\Delta h = 2cm)$

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

5- د هغه اتموسفير کتله پيدا کړی چی د ځمکی کره يی احاطه کړی دی؟ ځواب: $(5.3 \cdot 10^{18} kg)$

6- له اوبوډک يوه لوښي کی دلرگی يوه توټه اچول شوی ده، که چيری اوبه له لوښي نه خارج نه شی. معلومه کړی چی د لوښي په قاعده او د يو الونوکی

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

7- دلرګی يوه ټوټه په اوبوکی لامبو وهی او $\frac{3}{4}$ برخه يی په اوبوکی ډوبه ده . دلرګی کثافت پيداکړی؟

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

8- تر پستون لاندی په يوه استوانه کی د $1/04MP_a$ فشار په صورت کی د هوا حجم $5lit$ دی. د نومورې هوا حجم د $1/00MP_a$ فشار په صورت کی پيدا کړی؟ ځواب: $(5.2liter)$

9- د هوا لومړنی حجم $6lit$ دی هغه په تدريجی توګه متراکمه کوی او حجم $4lit$ ته رسيږی او فشار يی $2.10^5 P_a$ ته لوړيږی. د ګاز لومړنی فشار پيدا کړی؟ ځواب $(4 \cdot 10^5 pa)$

10- د نورمال فشار لاندی په يوه لوښې کی $5lit$ هوا وجود لری دا لوښې له يو بل خالی لوښی سره چی ګنجايش يی $4/5lit$ دی نښلوی په وروستی لوښی کی هوا نشته دی. په دواړو لوښوکی منځ ته راغلی فشار پيدا 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 شرايطو کی مساوی کيږی؟ ځواب $(7 \cdot 10^7 pa)$

12- تر پستون لاندی په يوه استوانه کی $10lit$ ګاز په ايزوباريک توګه له $323^\circ K$ نه تر $273^\circ K$ پوری سره شوی ګاز حجم پيدا کړی؟ ځواب $(8.5liter)$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

14- په $15^{\circ}c$ تودوخه کې د هايدروجن فشار $1/33.10^5 P_a$ او حجم يې $2lit$ دی. د گاز حجم له متراکم کيدونه وروسته $1/5lit$ او تودوخه يې تر $30^{\circ}c$ لوړه شوه. د هايدروجن فشار معلوم کړی؟
ځواب$(1.9 \cdot 10^5 pa)$

15- په $0^{\circ}c$ تودوخه او $1/0 \cdot 10^5 P_a$ فشار کې د هوا يوه کتله $1lit$ حجم اشغالوی. د تودوخې په کومه درجه کې به د نوموړې هوا فشار $2 \cdot 10^5 P_a$ شي په داسې حال کې چې نوموړې کتله په وروستۍ حالت کې $2lit$ حجم اشغال کړی؟ ځواب: $(\approx 820°C)$

16- په $100^{\circ}c$ تودوخه او د $1/0MP_a$ فشار په صورت کې يو کيلومول (kmole) گاز څومره حجم اشغالوی؟ ځواب $(\approx 3.1m^3)$

17- په $-20^{\circ}c$ تودوخه او $780MP_a$ فشار کې د هوا حجم $12lit$ دی. د هوا حجم نورمالو شرايطو ته راوړی د هوا حجم په نورمالو شرايطو کې پيدا کړی؟ ځواب: $(\approx 11liter)$

18- د هيليوم کثافت په $127^{\circ}c$ تودوخه او $8/3 \cdot 10^5 P_a$ فشار کې څومره دی؟ ځواب $(1.0\ {}^{kg}/_{m^3})$

19- د هوا د تودوخې درجه بايد څومره وی ددی لپاره چې په $5 \cdot 10^4 P_a$ فشار کې د هغه کثافت نورمال وی؟ ځواب $(\approx 140°C)$

20- د اوکسجن او کاربن دای اوکسايد ترکيب يا مخلوط په دی ډول دی $32g$ اوکسجن او $22g$ کاربن دای اوکسايد په $0^{\circ}c$ تودوخه او $1/0 \cdot 10^5 P_a$ فشار کې د نوموړی مخلوط کثافت پيدا کړی؟
ځواب: $(\approx 1.6\ {}^{g}/_{lit})$

(c) ketabton.com: The Digital Library

21- په نورمالو شرايطو کی د هوا کثافت $1/3 g/lit$ دی. د هوا کثافت په $100^{\circ}c$ تودوخه او $4/0 \cdot 10^5 P_a$ فشار کی پيدا کړی؟

ځواب: $(3.8 g/liter)$

22- په يو سرخلاصی بيکرکي په $20^{\circ}c$ تودوخه کی هوا بايد څومره گرمه شی ترڅو د هوا کثافت دوه ځله کم شی؟ ځواب: $(313°C)$

(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 پسې (پيوسته) محيط د ميخانيک يوه برخه ده چې په هغه کې د تراکم نه منونکو (نه فشرده کيدونکو) مايعاتو حرکت او د جامدو اجسامو سره د هغو خپل مينځي تعامل او آغيزې مطالعه کېږي. او يا هم د مايعاتو او ګازاتو په ديناميک کې حرکت کونکې مايعات او ګازات مطالعه کېږي.

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

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

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 کېږي.

د مايع په هره ذره خارجي قوې لکه د ثقل قوه او هغه قوه چې د مايع د فشار د توپير له کبله رامنځ ته کېږي په مايع عمل کوي. په حقيقي مايعاتو کې پردی قوو برسيره د مايع د ماليکولونو قوې علاوه کېږي. دا قوې چې د مايعاتو د غلظت لامل کېږي 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 نيوټن د دويم قانون پر بنسټ د ټولو هغو قوو مجموعه چې د مايع په يوه ذره باندې عمل کوي مساوي دی په: د ذرې کتله ضرب د کتلې هغه تعجيل چې د نومورو قوو د اغيزې له امله يې په لاس راوړي. دا حقيقت د هايدروديناميک د معادلو لنډيز ارائيه کوي. د مايع د هرې ذرې لپاره بايد خارجي قوې، د فشار د توپير قوې د اصطکاک قوې او د عطالت قوې يو بل سره خنثي کړي.

د مايعاتو او ګازاتو جريان د مودل په توګه د جريان د ساحې په واسطه داسې تشريح کولې شو. که چيرې وغواړو د مايع د يوې ذرې مسير د هغې د سطحې په مخ مطالعه کړو، کولې شو چې هغه د کارک د کوچنيو ټوټو (د کارک براده) په واسطه چې د ذرې په مسير کې پاشل کيږي وڅارو او تعقيب يې کړو. همدارنګه د مايع په داخل کې د يوې ذرې د مسير د تعقيب لپاره له رنګه موادو يا د المونيمو له پودرنه چې د مايع په مسير کې اچول کيږئ ګټه اخيستی شو. د ګازاتو جريان د رنګه ګازونو لکه دوګ (دود) په مرسته څارلې او تعقيبولې شو.

که چيرې د حرکت په حال مايع کې د قلم رنګ د يوه باريکه تار په توګه توپې کړو ليدل کيږي چې دا باريکه رنګه تار په يوه ټاکلي خط ځان مرتبوي چې د جريان د خط په نوم يادیږي. په يوه جريان کې د جريان خط هغه مسير دی چې د مايع ذره يې طي کوي. د مايع د ذرې د سرعت وکتور د هغه د جريان په خط باندې مماس وي (۷– ۱) شکل.

(۷- ۱) شکل

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

۷– ۱: د تمادیت معادله The Equation of Continuity

د (۷– ۲) شکل سره سم د مايع په جريان کې د S_1 او S_2 دوه مقطع ګڼي 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 استواني بڼه لري چې قاعده يې S_1 او ارتفاع يې $V_1 \cdot \Delta t$ او حجم يې $S_1V_1\Delta t$ دي. په همدې ډول په تنګه مقطع S_2 کې د تيريدونکې مايع حجم $S_2V_2\Delta t$ دي له دې ځايه لرو چې:

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

$$SV = const \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۱\ -۷)$$

(۷– ۱) رابطه د مايع د تمادیت معادله ده.

(۷– ۱) مثال: د متحولې مقطع درلودونکې نل د $15cm^2$ په مقطع کې د اوبو سرعت $2\,m/\sec$ دي. د $10cm^2$ په مقطع کې د اوبو سرعت پيدا کړي.

حل: د تمادیت له معادلې نه لرو چې:

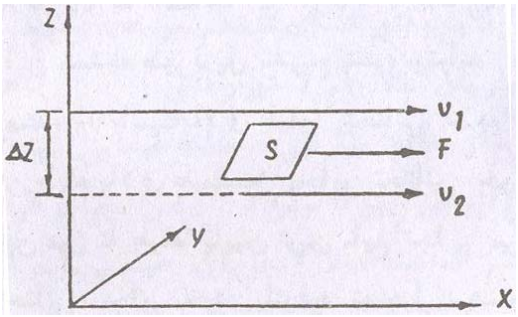
(c) ketabton.com: The Digital Library

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

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

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

که چيرې د مايع يوه طبقه د بلې طبقې په مخ وښويږي په دی صورت کې د اصطکاک يوه قوه رامنځ ته کيږي. که چيرې پورتنی طبقه په زيات سرعت سره حرکت وکړي. په دې حالت کې کښتنی طبقې ته چې بطي حرکت کوي يو تعجيل ورکوي. دا قوې د اصطکاک د قوې په نوم يادیږي. 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.



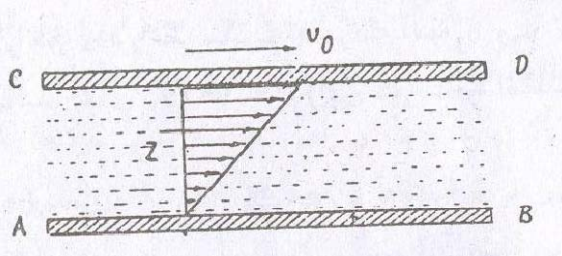
(۷- ۳) شکل

په دې حالت کې د اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F = \eta s \frac{\Delta v}{\Delta z} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۲ - ۷)$$

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 ښې خواته حرکت ورکوو. ليدل کيږي چې د مايع مختلفې طبقې يو د بل پاسه په مختلفو سرعتونو سره ښې خواته ښويږئ.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۷- ۴) شکل

د مايع هغه طبقه چې له CD سره نښتې يا په تماس کې ده د V_0 سرعت لري او داسې معلوميږي چې د CD سره نښتې ده. هغه ته ورته د مايع هغه طبقه چې له AB سره په تماس کې ده هم له هغې سره نيښتې معلوميږي، يعنی د هغې سرعت صفر دي. د مايع د طبقو سرعت له AB نه تر C پورې او د Z په امتداد له $V=0$ نه تر $V=V_0$ پورې په خطي توګه زياتيږي. دا مسئله په لاندې ډول تشريح کيږي. په شکل کې د مايع تر ټولو پورتنۍ طبقه چې د V_0 په سرعت حرکت کوي پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه يوه مماسي قوه واردوي، همدا عمل دا طبقه پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه تر سره کوي. په همدې ترتيب دا عمل د مايع ترټولو کښتنۍ طبقې پورې صورت نيسي، يعنی هره طبقه پخپله کښتنۍ طبقه يوه تعجيل ورکونکې قوه F واردوي. د نيوټن د دريم قانون سره سم کښتنۍ مجاوره طبقه په پورتنۍ طبقه يوه د F تأخيري قوه واردوي. پورتنۍ دواړه قوې د اندازې له نګاه يو بل سره مساوي دي. په پايله کې د لزوجيت ضريب η په لاندې ډول تعريفيږي:

$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}} \quad \text{.....(۳ −۷)}$$

هغه جريانونه چې تر اوسه پورې مو مطالعه کړل د آرام يا (Laminar) يا طبقه ايزوجريانونو په نوم يادېږي، په دې حالت کې د مايع طبقې يو پر بل ښويږئ. که چيرې مايع له يوه نل يا پايپ نه تيره شي او خپل سرعت زيات کړي په دې حالت کې خپل طبقه ايزخاصيت له لاسه ورکوي او بې ترتيبه کيږي. مايع په شديده توګه مخلوطيږي، د مايع د

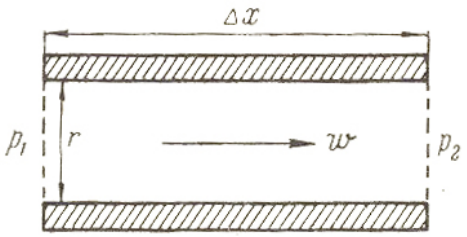
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

د مايع لزوجيت د ګازونو له لزوجيت نه ډير زيات دي. د مايعاتو د لزوجيت ضريب د $\left(10^{-3}-1\right)\frac{kg}{m\cdot \sec}$ په شاو خوا کې دي. له دی سره سره د مايعاتو د لزوجيت ضريب د تودوخې تابع دی، يعنی د تودوخې په زياتوالي سره کميږي. د بيلګې په توګه د اوبو د لزوجيت ضريب په صفر درجه د سانتي ګريد کې $\eta=1,8\cdot10^{-3}\frac{kg}{m\cdot \sec}$ او په $90C^{\circ}$ کې $\eta=3,2\cdot10^{-4}\frac{kg}{m\cdot \sec}$ دي. فرانسوي عالم پايزولي (Poiseuille) ثابته کړه چې:

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

(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 لامينارې 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

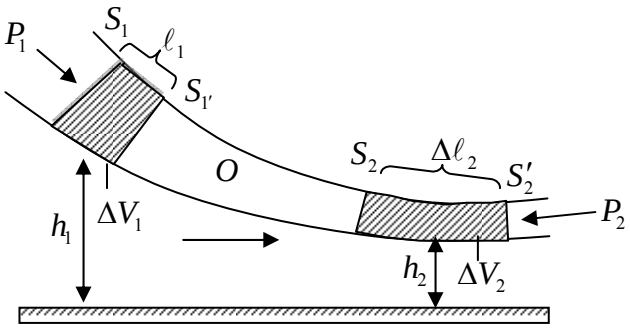
ځانه سره کش کړي. د اصطکاک دا قوه چې د مقاومت د قوې په نوم هم يادېږي د جسم د سرعت V، د مايع د لزوجيت ضريب η او د جسم له شعاع r سره متناسبه ده، يعنې:

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

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

۷– ۳: د برنولي معادله Bernaulli Equation

د مايعاتو د حرکت د مطالعې په صورت کې زياتره داسې فرض کيږئ چې د مايع د يوې برخې ځای بدلون (تغيير مکان) نسبت نورو برخو ته د اصطکاک د قوې په بروز پورې اړه نه لري. هغه مايع چې په هغې کې داخلي اصطکاک (لزوجيت) وجود ونه لري د خيالي يا ايديال مايع په نوم يادېږي. په ايديال مايع کې چې په ثابته توګه جريان لري د جريان يوه لوله چې مقطع يې کوچنی دي جدا کوو، يا د (۷– ٦) شکل سره سم يو مايل نل چې د متحولې مقطع درلودونکې او له کينې خوانه بنې خواته مايع پکې جريان لري په پام کې نيسو.



(۷- ۶) شکل

د هغې مايع حجم په پام کې نيسو چې د نل د ديوالونو او S_1 او S_2 مقطع ګانو په واسطه محدود شوې دي. د Δt په وخت کې دا حجم د مايع د جريان په امتداد تغيير مکان کوي او په دی وخت کې د S_1 مقطع د S_1' موقعيت ته تغيير مکان کوي او د $\Delta\ell_1$ واټن طی کوي، او د S_2 مقطع د S_2' ته تغيير مکان کوي او د $\Delta\ell_2$ واټن طی کوي. د جريان د

(c) ketabton.com: The Digital Library

تمادیت او پرله پسی توب پر بنسټ په شکل کې خط شوې حجمونه یو د بل سره مساوي دي، یعنی $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$

د مایع د هرې ذرې انرژي د هغې ذرې د حرکي او پوتانشیل له انرژي نه د ځمکې د جاذبې د قوې په ساحه کې متشکله ده. د جریان د ثابت والي له امله هغه ذره چې د Δt له وخت نه وروسته د نل د نه خط شوې برخې یوې نقطې د بیلګې په توګه د پام وړ حجم د O نقطې ته رسیږي. د هغه سرعت (او حرکي انرژي) درلودونکې ده چې په هغه نقطه کې واقع ذرې د پیل په لحظه کې درلوده. له دې کبله د ټول مطالعې لاندې حجم د انرژي تزاید ΔE د ΔV_1 او ΔV_2 کوچنیو حجمونو د انرژي د توپیر په شان محاسبه کولې شو.

د نل مقطع او $\Delta\ell$ دومره کوچني غوره کوو چې د خط شویو حجمونو د ټولو نقطو لپاره د سرعت V، فشار P او ارتفاع h قیمتونه یو شان او مساوي وي. په دې صورت کې د انرژي تزاید په لاندې ډول لیکلې شوو:

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

په پورتنۍ رابطه کې ρ د مایع کثافت دي.

په ایدیاله مایع کې د اصطکاک قوې وجود نه لري. له دی کبله د انرژي تزاید (٧− ٦) رابطه باید له هغه کار سره مساوي وي چې د فشار د قوې په واسطه په جدا شوې حجم باندې تر سره کیږي. د نل په جانبي سطحه باندې د فشار قوه په هره نقطه کې د ذرو په تغییر مکان باندې عموده ده، نو ځکه کار نه ترسره کوي. د قوې کار یوازې د S_1 او S_2 په مقطع ګانو باندې اجرا کیږي، دا کار صفر نه دی او مساوي دی په:

$$W = P_1 S_1 \Delta\ell_1 - P_2 S_2 \Delta\ell_2 = (P_1 - P_2)\Delta V \quad \text{.....(٧ −٧)}$$

د (٧− ٦) او (٧− ٧) رابطو له تساوي نه لرو چې:

$$\frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g h_2 + P_2 \quad \text{.....(٨ −٧)}$$

څرنګه چې د S_1 او S_2 مقطع ګانې په بشپړه توګه په کیفي ډول غوره شوې دي، نو ځکه د جریان د هرې مقطع لپاره د $\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h + P$ افاده ثابت قیمت لري، یعنی:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h + P = const \quad \text{.....(٩ −٧)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

۷– ۴: د فصل لنډيز

- د تمادیت معادله عبارت ده له:

$$VS = const$$

- د لزوجیت ضریب عبارت دی له:

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

- د ستوکس قانون بیانوي چې:

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

- د پایزولي د قانون پر بنسټ په پایپ یا نل کې د مایع د لامینارې 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 لوري یا جهت کې دي.

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اوم فصل تمرين

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

2. د اوبو د يوې لويې ذخيرې په يوه خوا کې د اوبو له سطحې نه $16m$ لاندې يو کوچنی سورې وجود لري. له سورې څخه د اوبو د جريان اندازه $2,5\cdot10^{-3}\,m^3/\min$ ده. پيدا کړي:

الف) د اوبو د جريان سرعت له سورې نه د خارجيدو په وخت کې

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

3. د اوبو جريان له يوه افقي نل نه تيريږي. په هغه نقطه کې چې د اوبو سرعت $2\,m/\sec$ او د مقطع مساحت يې A دي د اوبو فشار $4,5\cdot10^4\,Pa$ دي. د مايع سرعت او فشار د مقطع په هغه نقطه کې پيدا کړي چې د مقطع مساحت $\frac{A}{4}$ دي؟

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

4. د يوې متحولې مقطع درلودونکې يوه افقي نل پراخه مقطع $40cm^2$ او تنګه مقطع يې $10cm^2$ ده. په نل کې د اوبو د جريان اندازه $4\cdot10^{-3}\,m^3/\sec$ ده پيدا کړي

الف) د اوبو سرعت په پراخه او تنګه مقطع کې

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

5. په يوه پايپ کې اوبه بهيږي. په هغه نقطه د پايپ کې چې قطر يې $8cm$ دي د اوبو فشار $2,5\cdot10^4\,Pa$ په بله نقطه کې چې $0,5m$ له مخکينی نقطې نه لوړه ده د پايپ قطر $4cm$ او د اوبو فشار $115\cdot10^4\,Pa$ دي.

الف) په ټيټه او لوړه نقطه کې د اوبو د جريان سرعت پيدا کړي

ب) د اوبو بهيدو اندازه يا مقدار معلوم کړي؟

(c) ketabton.com: The Digital Library

ځوابونه: (په ټيټه نقطه کې $0,83\,m/sec$) په لوړه نقطه کې $3,3\,m/sec$ ب) $4,15\cdot10^{-3}\,m^3/sec$

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

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

ب) که چيرې په لوړه سطحه کې فشار $1,5\cdot10^5\,Pa$ وي په ټيټه سطحه کې فشار پيدا کړي؟ ځوابونه: (الف: $2.5\,m/sec$، ب: $0.5\cdot10^5 pa$)

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

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

8. که چيرې د يوې الوتکې د وزر لاندې سطحه کې د هوا سرعت $110\,m/sec$ وي ددی لپاره چې دوزر لاندې او دوزر د پاسه سطحو ترمنځ د فشار توپير $900Pa$ وي. د وزر د پاسه سطحې په مخ د هوا سرعت بايد څومره وي د هوا کثافت $1,30\cdot10^3\,gr/cm^3$ دي؟ ځواب: ($116\,m/sec$)

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

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

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

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

ځواب: $(0,01\ {}^{m}/_{\sec})$

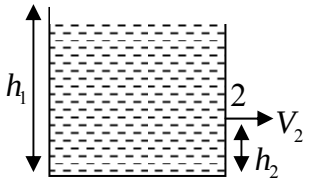
11. يوه مايع چې کثافت يې $900\ {}^{kg}/_{m^3}$ دي په يوه افقي نل کې چې مقطع يې متحوله او له $1,90\cdot10^{-2}m^2$ نه تر $9,50\cdot10^{-2}m^2$ پورې بدلون کوي جريان لري. په نل کې د پورتنيو دوو مقطعو ترمنځ د مايع د فشار توپير $7,20\cdot10^{3}Pa$ دي. پيدا کړي

الف) د اوبو د جريان مقدار

ب) له نل نه د 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 منونکي مايع سرعت پيدا کړي چې د يوه سرپرانيستي لوښي د يوه کوچنۍ سورې نه خارجيږي (۷– ۷) شکل.

ځواب: $V_2=\sqrt{2g(h_1-h_2)}$



(۷- ۷) شکل

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

14. په مايعاتو او ګازاتو کې ولې تيله کونکي قوه رامنځ ته کيږي؟

(ځواب: تيله کونکي 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 تنګي او پراخي برخو تر منځ د فشار توپير $4120Pa$ دي. د نل نه د تيريدونکي مايع مقدار پيدا کړي؟ ځواب: $(2,24\cdot10^{-3}\ {}^{m^3}/_{\sec})$

(c) ketabton.com: The Digital Library

16. د يوې ورسۍ (اشه داری) اندازه $3,4m$ په $2,1m$ کې ده. د طوفان او باد د تيريدو له کبله د باندې هوا فشار $0,96atm$ کميږي، خو د کوټی د ننه د هوا فشار $1,0atm$ ساتل کيږي. کومه خالصه قوه په ورسۍ باندې عمل کوي؟

ځواب: $(2,9\cdot10^4\,N)$

17. د کورنه د لاندې د اوبو د نل داخلي قطر $1,0in$ ، د اوبو سرعت $3,0\,{}^{ft}\!/_{\sec}$ او فشار يې $25\,{}^{Lb}\!/_{in^2}$ دي. که چيرې دا نل د يو بل نل سره چې قطر $0,50in$ دي وصل شي او دويم پورته چې له ځمکې نه $25\,ft$ لوړ دي يورل شي. په دويم پور کې الف) د اوبو سرعت ب) د اوبو فشار پيدا کړي؟

ځوابونه: (الف $12\,{}^{ft}\!/_{\sec}$) ب $13\,{}^{Lb}\!/_{in^2}$)

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

19. يو جسم له يوه فنري ترازو نه راځړيږي. دا ترازو په هوا کې د هغه وزن $30N$، په اوبو کې $20N$ او په يوه بله مايع کې چې کثافت يې مجهول دي $24N$ ښيي. د وروستۍ مايع کثافت پيدا کړي؟ ځواب: $(600\,{}^{kg}\!/_{m^3})$

(c) ketabton.com: The Digital Library

اتم فصل

تودوخه Heat

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

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

الف– تودوخه ذخيره کيدای شی ، که چيری څو تاوده او نسبتاً ساړه اجسام په يوټرلی ظرف کی يوځای کړو ، نودتودو اجسامو څخه تودوخه ساړه اجسام اخلی – هغومره تودوخه چه تود جسم يا اجسام له لاسه ورکوی ، په همدغه اندازه ساړه اجسام تودوخه اخلی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

ب ــ کله چه اجسام تودوخه اخلی نو انبساط کوی .(پرسيږي، اوږديږی) اوحجم يې زياتيږي.

ج ــ کله چه ديوجسم حالت دجامد څخه مايع ته او دمايع څخه ګاز ته تغيير مومی، نو په دغه حالتونو کی دتودوخی درجه تغيير نکوی، بلکه تودوخه دجسم دحالت په داخلی تغيير کی مصرف کيږی.

د ډيرو پخوا زمانو څخه دتودوخی په اړوند دوه متضادی نظريی موجودی وی. چه هری نظريی يوشمير طرفداران درلودل. ديوی نظريی طرفداران په دی باورؤ چه ګوندی، تودوخه يو قسم حرکت دی، اودبلی نظريی طرفدارانو ويل چه تودوخه يو قسم سيال دی.

وروستی نظريی ډيرطرفداران درلودل او دنونسمی پيړی ترپای ډيره دباور وړوه. ددی تيوری په بنسټ، تودوخه ديو سيال د جريان څخه عبارت دی، چه کالوريک نوميږی ددغې نظريی په اساس کلوريک چه په هر جسم ورزيات شی، په نوموړی جسم کی دتودوخی ددرجی او چتيدو باعث ګرځی او دهغه جسم څخه چه دکلوريک مقدارکم شويدی ، دهغه دتودوخی درجه کميږی . پدغه نظريه کی دالازمه ده چه وويل شی، چه کالوريک نه ايجاد کيدای شی اونه له منځه ځي. او داورستی جملې د الف برخی حقايق تاييدوی، ديوجسم انبساط هم دتودوخی ددرجی په پورته کيدو سره په دی ډول توضيح کيږی چه د ب په قسمت کی راغلی دی . کله چه کالوريک ديو جسم څخه وبل جسم ته ليږدول کيږی ، نودنوموړی جسم دتودوخی درجه پورته ځي اودغه ليږدول شوی کالوريک دانبساط سبب ګرځي.

داجسامو دحالت په بدلون کی دتودوخی درجی ثابت ساتنه په تجربی لحاظ يوښکاره حقيقت دی چه د تودوخی دکالوريک سيلان دپام وړوه او باور پری کيدلای شولو. وروسته د تخنيک دپرمختګ سره اودتودوخی څخه په مختلفه توګه ګټه اخيسته، پورتنی نظريی و نشوکړی چه ځينی سوالو نو ته ځواب ووايی. بالاخره خپله رامفورد او يوتعداد نور و علماً لکه ژول وښودله چې تودوخه په ميخانيکی کار بدليداې شي. ده ديوتعداد تجربو په لړکی دتودوخی او اجراشوی کار ترمينځ يونسبت لاسته راوړل چې د تودوخې دميخانيکی معادل په نامه سره يادیږي.

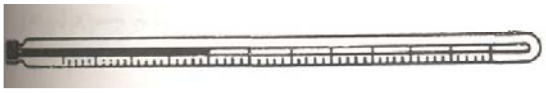
(c) ketabton.com: The Digital Library

نن داثابته ده چه دتودوخی مقدار د يو جسم دمالیکولونو دحرکی انرژی څخه عبارت دي دغه تعریف نظر د اجسامو حالت ته په جلا جلا توګه توضیح کیږی خو په مجموع کی همدغه پورتنی تعریف کافی دی.

۸– ۱:دتودوخې درجه Temperature

دتودوخی ددرجی مفهوم ، دانسان په واسطه د ګرموالې او سوړوالې له احساس څخه راپیدا شوې دی. فرض کړی چه دانسان بدن په ټاکلی اندازه تودوالی لری ، که چیری داسی یوانسان دخپل وجود دتودوخی څخه سوړجسم سره په تماس کې شی، نو داسې احساسوی، چه نوموړی جسم سوړ دی او که چیری دخپل ځان د تودوالی څخه نسبتاً تودجسم سره په تماس کی شی ، نونوموړی جسم ورته تود احساسیږی ددغه لمړنی احساس په نظرکی نیولو سره دتودوخی درجې تر ننی ډیرپیچلی تخنیکی پرو سوپوری انکشاف کړیدی د ډیرساده دلمریزی ورځی د تودوخی د درجی څخه نیولی د آتومی بټیو دتودوخی د درجی معلومول نن ممکن کاردی ، دطبی ساده تر مومیتر څخه نیولی د ډیرو پیچلیو فزیکي حوادثو دځیړ نو آسانتیاوی دهمدې لیارې ممکن دی. راځی وګورو چه دتودوخی ددرجی داندازه کولو وسیله ولی ترمومیتر نومیږی ترمو په لاتینی ژبه تودوخی ته ویل کیږی او متر داندازه کولو وسیلی ته ویل کیږی. مخکی له دې چه دترمومیتر پرچوړښت خبری وشی یوه بله ډیره ضروری اصطلاح باید توضیح شی.

او هغه دتودوخی دتعادل او یوشان کیدو اصطلاح ده دایاید ومنو (په ترمودینامیک کی ثبوت کیږی) چه تودوخه دیونسبتاً تود جسم نه ویوسوړ جسم ته ترهغه وخته پوری انتقال کوی ، ترڅو چه د دووارو جسمونو دتودوخی درجه برابره شی . وګوری کله چه یو طبیب یو ناروغ معاینه کوی نو تر مومیتر ورته دژبی اویا تخرګه لاندی ږدی ترڅو دناروغ شخص او ترمومیتر د موادو تر منځ دتعادل حرارتی پروسه تکمیله شی، نوبیا ډاکتر خپله دترمومیتر آله ګوری اودهغی څخه پوهیږی چه ناروغ تبه لری اوکه نه، اوکه لږی 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 يوطبی ترمومیتر چه د سیمابو پر اساس کارکوی ښودل شوی دی دلته په يوکوچنی ظرف کی چه دتودوخی هادی دی پاره (سیماب Hg) دنورمال فشار لاندی اچوی ، اوبيا هغه ديوه درجه لرونکی نل سره وصل کوی ګورو چه دتودوخی د اخيستلو په ذريعه د انسان دوجود او پاری ترمنځ د تودوخی تعادل برقراريږی ، پاره انبساط کوی په درجه لرونکی نل کی پورته ځی، دتعادل دبرقرار کيدو وروسته پاره ځای په ځای وديږی او موظف نفر هغه په آسانی سره لولی: همدارنګه کيدای شی په سرټرلی بيکر کی يومقدار ګاز واچو او دهغه په پاسنی برخه کی د فشار معلومولو يوه اله وصل کړو ، کله چه دتودوخی درجه پورته کيږی، نو پدغه سرټرلی بيکرکی دګاز فشار هم پورته ځی .

همدارنګه کيدای شی، د برښنا پوسيله ديوسيم د مقاومت يه تغير ورکولو سره د تودوخی د درجی دښکته پورته کيدو په هکله خپل معلومات د تودوخی په اړوند معلوم او ثبت کړو. او ګوری چه د اجسامو د فزيکی خصوصياتو څخه په ګته اخيسته دتودوخی د درجی په پام کی نيولو سره په کافی اندازه علمی معلومات لاس ته راوړلی شو.

۸– ۲:ترمومترونه او دتودوخی د درجی اندازې

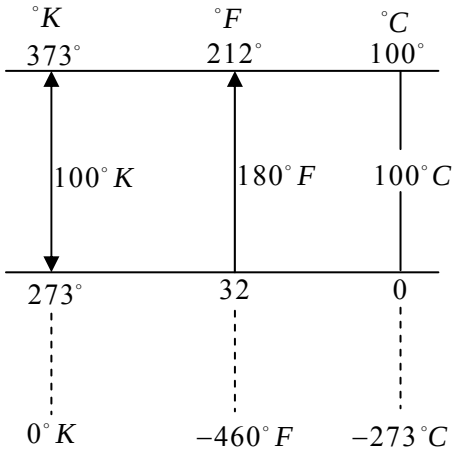
Thermometers and Temperatures Scale

د اجسامو د تودوخی داندازی د معلومولو لپاره د ترمومترو څخه استفاده کيږی. داندازه کولو په سيستمونو کې ترمومیترونه ډير ډولونه لری حتی کيدای شی په پيچليو تحقيقاتی څيړنوکی يو څيړونکی دخيل ځان لپاره يوخاص ترمومیتر جوړ کاندی. خو دا اوس په نړی کی دری قسمه ترمومیترونه رواج لړی ، چه دسانتيګراد د تودوخی درجه ، دفارنهايت د تودوخی درجه او دتودوخی اندازه کولو مطلقه درجه (کلوين) ترمومیتر، چه په (۲– ۸) شکل کی ښودل شوی دی.

د سانتی ګراد د تودوخی درجی صفر د اوبو دکنګل کيدو له حالت سره مطابقت کوی، او دهمدغه اوبو د خوټيدو (جوش) حالت دسلو په عدد نښه شوی دی. دصفر او سلوتر مينځ ښيښه يی نل په سلو مساوی برخو ويشل شويدی او هری برخی ته دساتنی ګراد د تودوخی يوه درجه ويل کيږی . په کيفی توګه کيدای شی ديوی 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 ښيي په مساوی برخوو ويشو او هری برخی ته يی دتودوخی اړونده درجه ووايو همدارنګه د برښنايی جريان په مرسته اوداسی نور کولی شو، دتودوخی داندازه کولو ترمومیترونه جوړ کړو. مونږ دلته شکل کی دفارنهايت F°، کلوين K° او سانتی ګراد ترمومیترونو ترمينځ اړيکه څيړو.



(8- 2) شکل

۸− ۳: دسانتی ګريد، فارنهايت او کلوين ترمومیترونو ترمينځ آړيکې

د مخکينی شکل څخه ښکاريږي چې د فارنهايت هره درجه د سانتی ګراد ددرجی برخه کيږی يعنی: $\frac{180}{100} = \frac{9}{5}$

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

په عمومی توګه

$$t_\mathrm{F} = \frac{9}{5}\mathrm{t}_C + 32^\circ \qquad :۱ -۸$$

(۸− ۱) مثال: دسانتی ګريد $10C^\circ$ د فارنهايت څودرجی کيږی ؟

حل : د (8−1) رابطې څخه لروچی:

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

په همدی ترتيب د سانتی ګريد تودوخی درجی او فارنهايت ترمنځ اړيکه په لاندې ډول حاصلولی شو.

$$t_C = \frac{5}{9}(\mathrm{t_F} - 32^\circ) \text{ .....(۲ −۸)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۸– ۲) مثال: دفارنهایت $50F^{\circ}$ د سانتی ګرید څو درجې کیږي:

حل: له (۸– ۲) رابطې څخه لروچې:

$$t_C = \frac{5}{9}(50 - 32)$$
$$t_C = \frac{5}{9}(18) = \frac{90}{9}$$
$$t_C = 10C^{\circ}$$

همدارنګه په ډیره آسانی سره کولای شو د مطلقه درجی K او سانتی ګراد دتودوخی درجی، د مطلقه اوفارنهایت درجوترمنځ ارتباط په آسانی سره پیداکړو.

هغه فرضیه چه په $-273،15C^{\circ}$ تودوخه کې دګازونو فشار صفر کیږی د تجربی سره کاملاً مطابقت کوی که شکل ته وګورو دسانتی ګراد، $0C^{\circ}$ دکلوین یا مطلقه درجی $273،15K^{\circ}$ سره مطابقت کوی، نوپدی لحاظ

$$t_K = t_C + 273,15 \qquad (۳ -۸)$$

۸– ۳ مثال: دسانتی ګرید $20C^{\circ}$ په کلوین واړوی؟

حل : له (8–3) رابطی څخه لروچې:

$$T_K^{\circ} = 20C^{\circ} + 273,15$$
$$T_K = 293,15K^{\circ}$$

استاذ دی محصلینو ته موقع ورکړی، ترڅودکلوین او فارنهایت دتودوخی درجو ترمینځ ارتباط برقرارکړی.

۸– ۴: تودوخه او داجسامو دری ګونی حالت Heat and States of Matter

باید وویل شی چه د ځمکې په مخ یا زمور په سیاره کی اجسام په جامد «کلک» اویلن او ګاز ویشل شوی دی.

اما په نړی کی دتخنیکی او علمی ودی سره سم داسي ضرورتونه رامینځ ته شول چه داجسامو طبیعی حالت ته یې دفزیکی پارامیترونو په تغییر ورکولو سره تغییر ورکړی دی.

دجسم دحالت پارامیترونه، داجسامو دتودوخی راکړی ورکړی په ، نتیجه کی رامینځ ته کیږی، چه په نتیجه کی یی دجسم حالت تغییر مومی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

دری ګونی لاندینی حالات ممکن دی

ګاز ⇆ اوبلن مواد

کلک یا جامد ⇆ اوبلن مواد

ګاز ⇆ کلک یا جامدمواد

داجسامو دحرارتی تعادل په نتیجه کی ، تودوخه باید واخیستل شی اویا ورکړل شی چه دغې تودوخی ته Transformation انرژی ویل کیږی « دتبخیر اویا جذب تودوخه » د دا ډول بدلون په نتیجه کی دتودوخی درجه اوفشار ثابت پاتی کیږي. مونږ کولای شو، چه ددغه توضیح څخه به ګټی اخیستلو د Transformation تودوخی مقدار تعریف کړو، په دی شرط چه دتودوخی درجه ثابته پاتی شی.

۸– ۵: دتودوخی مقدار

تعریف: « n – gram » مادی دحالت phase دتغییر ورکولو لپاره n- مراتبه تودوخه ضرورت ده، نسبت وهغه تودوخی ته چه 1gram یوګرام همدغه مادی د please دتغییر ورکولو لپاره ضرورت ده یا ویلی شو چه د Transformation تودوخه دکتلی دمقدار سره مستقیماً متناسبه ده : دغه تعریف ترهغه وخته صحیح دی چه دتودوخی درجه د Transformation انرژی دبدلون په وخت کی ثابته پاتی شی. کله چې یو جسم چې د تودوخې درجه یې t_1 ده د یو بل جسم سره چې د تودوخې درجه یې t_2ده ($t_1 > t_2$) په تماس کې شي لومړی جسم د Q_1 په اندازه تودوخه دویم جسم ته ورکوي چې په دې حالت کې د دویم جسم تودوخه Q_2 کیږي. دلته د Q_1 هغه مقدار تودوخه چه لمړنی جسم یی له لاسه ورکوی د Q_2 تودوخی سره چه دوم جسم یی اخلی مساوي ده کیدای شی چه Q_1 او Q_2 تودوخه د Transformation تودوخه وی.

په تاریخی لحاظ دتودوخی مقدار په مختلطه توګه د یوی عملیې څخه لاسته راغلی دی. دوه جسمونه چې د کتلو مقداریی m_1 او m_2 دی په پام کی نیسو، به دی شرط چه $t_1 < t_2$ دی. دغه دوه جسمونه دیوبل سره په تماس کی راوړو « یا سره ګډو» دیوځای شویو جسمونو د تودوخی درجه د t_3 قیمت اخلی « یعنی د $m_1 + m_2$ د تودوخې

(c) ketabton.com: The Digital Library

درجه t_3 ده ». د تودوخې دتعادل معادلی يعنی اخيستل شوی اوورکړشوی تودخی په اساس ليکلی شو چې:

$$Q = cm_1(t_2 - t_3) = cm_2(t_3 - t_1) \quad \text{.....(۴ -۸)}$$

په داسی حال کی چه C دجسم د مخصوصه تودوخی په نوم يادېږی. له دی وروستی معادلی څخه ليکلی شو چه

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

دغه فورمول د بدلون ور دی. يعنی دتودوخی ددرجی دبدلون په صورت کی نه تطبيق کيږی. همدارنگه د m_1 او m_2 اجسامو ديوځای کيدو په حالت کی فشار P او حجم V د t_3 دتودوخی درجی لپاره ثابت په پام کی نيول کيږی. پورتنی فورمول يواځی دتودوخی د ډيروکوچينيو درجو دتوپير لپاره صحيح دی. که چيری $t_3 = t_1 + dt$ او $t_2 = t_1 + dt_1$ وی نوليکلی شو چه

$$C(m_1 + m_2)dt = cm_2 dt_1$$
$$dt = \frac{m_2}{m_1 + m_2} dt_1$$

ددی روابطو په پام کی نيولو سره يوه نسبتاً صحيح معادله دتودوخی د مقدار لپاره داسې لاسته راځی:

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

په داسې حال کی چه په عمومی توګه C دتودوخی د درجی يعنی t پوری اړوند دی.

که څه هم دوروستنی رابطی پوسيله د Q محاسبه معموله نده ترڅو چه مخصوصه تودوخه دقيقه محاسبه ونشی نوکيدای شی وروستی رابطه داسې وليکو:

$$\delta Q = mcdt = m\acute{c} \quad d\acute{t} \quad \text{.....(۶ -۸)}$$

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

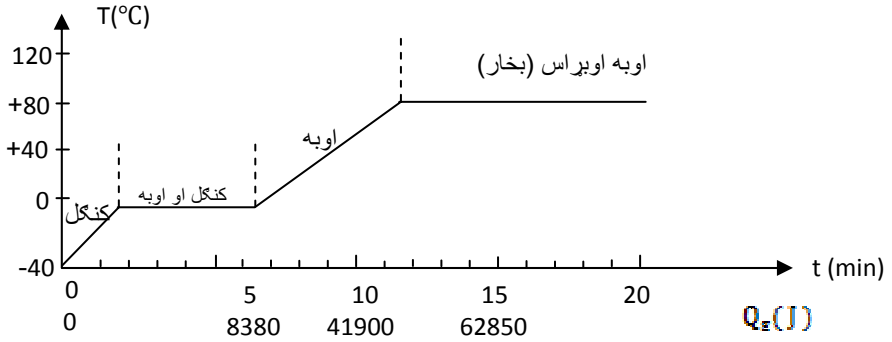
۸- ۶:داجسامو دحالت بدلون Phase transition

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

چې کيمياوی او حياتي ماده، ده او په طبيعت کې په زياته اندازه پيداکيږی په پام کې نيسو. پوهيږو چې اوبه يوه او بلنه ماده ده او دسړوالی په پايله کې په جامد جسم، يعنی کنګل اودګرموالی په پايله کې دخوټيدو « جوش» ترحده په ګازی ماده، يعنی بړاس يا بخار بدليږی که چيری يوه اندازه کنګل په تودوو اوبو کې کيږيدو، تودوخه له اوبونه ګنګل ته ليږدول کيږی ، ترڅو په $0C^{\circ}$ کی حرارتی تعادل برقرارشی. په دی عمليه کی اوبه سړيږی، خوکنګل نه ګرميږي پوښتنه پيداکيږی هغه تودوخه چی اوبه يی له لاسه ورکوی چيری ځی اويا په هغه څه کيږی. معلوميږی چی يوه اندازی کنګل ويلې 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 زياته ده. کنګل په $0C^{\circ}$ کی تودوخه جذبوی، خودتودوخی درجه يی بدلون نه کوی اوپه عوض کی يی حالت بدلون کوی ، يعنی د جامد حالت نه اوبلن حالت ته اوړی.

ددی موضوع دبررسی لپاره $100g$ کنګل په $-40C^{\circ}$ تودوخه کی په پام کی نيسو. کنګل په يوه تړلی دستګاه کی ايږدو او په ثابت مقياس تودوخه ورکوو (2–8) شکل ګراف د کنګل دحالت بدلون په داسی حالت کی ښيي چې تودوخه دوخت تابع ده. په لومړی دقيقه کی کنګل ګرميږی او دتودوخی درجه يی $0C^{\circ}$ ته رسيږی.



شکل (2-8)

وروسته دکنګل ويلی کيدل پيل او د څلورو دقيقو لپاره د صفر درجی د کنګل او اوبو مخلوط رامنځ ته کيږی کله چې ټول کنګل ويلی شی او به ګرميږی او په راتلونکو پنځو دقيقو کی يی د تودوخی درجه $100C^{\circ}$ ته رسيږی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

وروسته او به په جوش راځي او همدارنګه له اوبونه په بخار بدليږي داوبو او بخار مخلوط توليديږي. او ويشت (۲۷) دقيقې وروسته ټول د اوبوبخار او د بخار دتودوخې درجه د $100C^{\circ}$ نه زياتيږي چې دانقطه په ګراف کې نه معلوميږي.

ګراف دتودوخې ددرجې دزياتوالي د مقياس په حساب هم درجه بندی کولی شو. د پنځو دقيقو په موده کې د اوبو د تودخې درجه له $0C^{\circ}$ نه تر $100C^{\circ}$ پورې لوړيږي. د $Q = mc(t_2 - t_1)$ معادلې پربنسټ 100g اوبود تودوخې د درجې دازياتوالي د 41900J انرژی مصرف غواړي. له دی کبله ويلی شو چې هردقيقه 8380J تودوخه زياتيږي اوس کولی شو په افقی محور باندی بل مقياس علاوه کړو چې په سيستم باندی دعلاوه شوی تودوخه څرګندوی دی.

دلومړی او پنځمی دقيقې په منځ کې33500J انرژی کنګل ته ورکړل شوی ده په دی واټن کې هيڅ ډول تودوخيزبدلون نه دی رامنځ ته شوی د انرژی يا تودوخې ددی زياتوالی يوازينی اغيزه دکنګل ويلی کيدل دی . په ظاهری توګه ديوګرام صفر درجی کنګل دويلی کيدولپاره 335J انرژی يا تودوخه مصرف شوی ده. دامقدار انرژی 335J/g د کنګل دويلی کيدو د مخفی يا پټی تودوخې په نوم يادیږي. ديوی ټاکلی اندازی کنګل دويلی کيدو لپاره لازمه انرژی دلاندی رابطی نه په لاس راځي:

$$Q = mL \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۸-۷)$$

په پورتنی رابطه کې L دويلی کيدو پټه تودوخه ده.

(۸- ۴) مثال: د300g صفر درجې کنګل دويلی کيدو لپاره څومره تودوخه لازمه ده؟

حل :

$$Q=mL=(300g)(335J/g)$$

$$= 101000\ J$$

۸- ۵: دتودوخې ليږد (انتقال) Transfer of Heat

تودوخه له يوه جسم نه بل جسم ته يادیوه جسم له يوی برخی نه بلی برخی ته په دريو طريقو ليږدول کيږی هره يوه يی په لنډه توګه مطالعه کوو. ددی لپاره چی يو جسم بل جسم ګرم کړی، نو ددوی ترمنځ واقعی تماس ضروری او حتمی نه دی، ځکه پوهيږی چی

(c) ketabton.com: The Digital Library

لمر له ډير ليرى واټن نه ټول شيان ګرموى كه څه هم تودوخه په درى مختلفو طريقو او په هره طريقه كى دځانګړيو شرايطو لاندى ليږدول كيږي، خو ددوى ترمنځ ګډه وجه داده چې تودوخه هميشه له ګرم يا تودجسم نه ساړه جسم ته ليږدول كيږى.

كه چيرى ديوه او سپنيز سيخ يو سرد زيات وخت لپاره په اوركى كيږدو د هغه بل سرهم ګرميږى. تودوخه دسيخ دبدنى يا تنى له لارى له ګرم سرنه يخ يا ساړه سرته ليږدول كيږى د تووډوخى د ليږددا طريقه يا دانرژى سيلان د مادى له لارى د هدايت (Conduction) په نوم يادږى د تودوخى ترټولو ښه هاديان فلزات او په ځانګړى توګه سپين زر،مس او المونيم او كمزورى هاديان غير فلزات دى.اوبه د تودوخى ډيره كمزورى هادى ده. كه چيرى داوبوډک يو لوښې داوردپاسه كيښودل شى ښايى داوبو سطحه په جوش راشى په داسى حال كى چى داوبو تل به لا اوس هم سوړوى . ددى لپاره چى اوبه په يونواخت ډول ګرمى شى بايد نوريى هم په اوركيښودل شى. په دى حالت كى د ظرف يا لوښى دتل اوبه ګرمى او انبساط كوى او كثافت يى كميږى. ددى په پايله كى ګرمى اوبه د لوښې له تل نه پورته خو اته او سړى اوبه د لوښې دتل خواته ځى او اورته ځان نږدى كوى. دى عمليې ته چى جريان وايى تر هغو پورى دوام كوى ترڅو د اوبو ټول حجم د لوښى په داخل كى دجوش نقطى ته ورسيږى.

د تودوخې ليږد دجريان (Convection) له لارى يوازى دټاكليو شرايطو لاندى ترسره كيږى لومړى شرط دادى چى ماده بايد سيال وى، يعنى د جارى كيدو وړتيا ولرى، ترڅو ګرمه برخه د سړى برخى له منځ نه پورته ولاړه شى همدارنګه سيال بايد له كوزى خوا نه ګرم اويالە پاسه خوانه سوړشى. په كوټه كى بخارى يا بله دګرمولو وسيله دكوټى په غولى « كف» كى قرار لرى په داسى حال كى چې ديخچال سړه ونكى برخه د هغه په پوتنى برخه كې قرار لرى. د هدايت په واسطه د تودخې دليږديا انتقال نه دمخنيوى ډير وسايل شته دى. دا وسايل دهوا د جريان نه د مخنيوى په واسطه د تودوخى د ليږد خنډ كيږى. له دى كبله د كوټى د ديوالو نو د منځ فضا اسفنج نه ډكوى او خپل ځانونه په وړينو تو كرانوكى پټوو او سفرى يخدانونه له اسفنج نه جوړوى. هوا د تودوخى خو را كمزورى هادى ده د تودوخى دليږد دريمه طريقه د تشعشع (Radiation) طريقه ده. تودوخه له لمرنه مور 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 لیږدوی. ساړه اجسام دا تودوخه جذبوی. ویلی شو چی تودوخه دنور په شان د تشعشع له لاری اوپه مستقیم خط لیږدول کیږئ. له دی کبله ده کله چې تاسو په آزاده هوا کی داور مخ ته کښینی مخ مو له ګرمی نه سور کیږی اوشامویخ وهی.

ديوه جسم تشعشع اويا دهغه په واسطه د تودوخی جذب دهغه جسم دسطې په رنګ پوري تړاو لري. تورجسم هرډول تشعشع په چټکی او اغیزمنه توګه جذبوی. تور جسم کله چی ګرم وی نبه تشعشع کوی. سپين جسم نه نبه تشعشع کوی او نه په نبه 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 دويلي کيدو لپاره لازمه تودوخه عبارت ده له:

$$Q = mL \quad (۱۱-۸)$$

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د اتم فصل 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 کې دروسې د سیبریا به یوه کلی کې د تودوخې درجه $-71°C$ ته ټیټه شوه. د تودوخې دا درجه دفارنهایت له جنسه څومره کیږی « ب» دامریکا په لویه وچه کی په کالیفورنیا کی ترتولو 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. دتودوخې په کومه درجه کې دوه لاندیني ترمومیترونه یوشان یا مساوی تودوخه ښیيي « الف » فارنهایت اوسانتی ګراد « ب » فارنهایت او کلوین « ج» سانتی ګراد او کلوین

ځوابونه: « الف » -40 «ب» 575° « ج » سانتی ګراد او کلوین یوشان عدد په لاس نه ورکوی.

4. 240g اوبه چې په لومړی سرکې دانجماد په نقطه کې واقع دي وروسته له دی چې له نومورو اوبونه 50.2 KJ تودوخه خارجه شی. پیداکړی چې څومره کنګل نه وهلی اوبه پاته کیږی؟ ځواب: 109 g

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

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

7. د 100g جست دګرمولو لپاره له $15C^\circ$ نه تر $35C^\circ$ پورې بايد 260J تودوخه جسم ته ورکړل شي. دنمونې جسم « جست» تودوخيز ظرفيت، مولرى ظرفيت او دتودوخې مخصوصه ظرفيت پيداکړئ؟

ځوابونه:($130J/kg.\ ^\circ k$: $\approx 26.9J/mole.\ ^\circ k$, : $13j/\ ^\circ k$,:)

8. داوسيدلو کور په يوه شوارو « 24 ساعته » کې ځومره تودوخې ته اړتيا لري که چيرې په دى موده کې د کوردمرکز ګرمى سيستم ته 1600m^3 اوبه چې دتودوخې درجه يې $90C^\circ$ 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 يې د $70C^\circ$ ، $0.10m^3$ اوبو سره ګډې کړي. د تودوخيز تعادل په حالت کې دګډو اوبه دتودوخې درجه څومره ؟ ځواب: $30C^\circ$

10. د 1.0Kg د اوسپنې يوه ټوټه ترڅو درجو پورى ګرمه شوى ده که چيرى هغه په کالورى متر کې داخل او دکالورى متر 11.0 lit اوبو د تودوخى درجه له $11.3C^\circ$ نه تر $30.0C^\circ$ پورې لوړه کړي. دکالورې متر تودخيز ظرفيت په پام کې مه نيسې؟

ځواب: $200C^\circ$

11. په يوه لوښې کې 2lit اوبه چې دتودوخې درجه يې $20C^\circ$ ده پرتې دى نومورې لوښې ته 150 KJ تودوخه ورکول کيږى. دهغه بخار کتله پيداکړى چې داوبو دخوټيدو په نتيجه کې رامنځ ته کيږي . دلوښې له تودوخيز ظرفيت نه صرف نظر وکړى؟

ځواب: 0.17Kg

12. دسيمابى ترمومیتر په واسطه تر $600C^\circ$ پورې تودخه اندازه کيداې شي. داځرنګه ممکنه ده که چيرى دسيمابو دجوش نقطه $357C^\circ$ وى ؟ ځواب: په تيوب کى دسيمابو د پاسه فضاً له ازوت نه ډکوى چى په پايله کى دسيمابو د جوش نقطه لوړيږى.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نهم فصل

اهتزازي حرکتونه (ړپيدنې) او موجونه

Oscillatory Motion and Waves

سريزه: اهتزازي حرکتونه يا اهتزازونه هغې عملیې ته ويل کيږئ چې يو جسم يا سيستم په وار وار د خپل تعادل له حالت نه يوه خوا او بله خوا تيريږي او هر ځل بيرته هغه ته راګرځي. که چيرې دابيرته راګرځيدنه له مساوي وختونو، نه وروسته تر سره شي نو دا ډول اهتزازونه د پريوديکي اهتزازونو په نوم يادیږئ. د اهتزازونو خورا ښه مثال د ديوالي ساعتونو رقاصه ده.

اهتزازي حرکتونه په پراخه کچه په طبعيت او تخنيک کې وجود لري. د اهتزازونو د فزيکي طبعيت په پام کې نيولو سره هغه په ميخانيکي، الکترو مقناطيسي او الکترو ميخانيکي باندې تقسيموي. مور دلته يوازې ميخانيکي اهتزازونه مطالعه کوو. اهتزازونه د ډول ډول تخنيکي وسيلو بنسټ تشکيلوي د مثال په ډول د راديو ټول تخنيک د اهتزازي عمليو پر بنسټ دي. په اهتزاز کونکې سيستم باندې د واردی شوی اغيزې د څرنګوالې له پلوه اهتزازونه په لاندې ډول دي. خپلواک يا مستقل اهتزازونه اجباري اهتزازونه او اوتو اهتزازونه.

که چيرې سيستم وښورول شي يا له ځايه بی ځاي شي او يا د تعادل له حالت نه خارج شي او وروسته په خپل حال پرېښودل شي په دی حالت کې چې اهتزازونه رامنځ ته کيږي د خپلواکه يا ذاتي اهتزازونو په نوم يادیږئ. د مثال په ډول د يوه کروي جسم له اهتزازنه يا دونه کولی شو چې د يوه تار په سر پورې تړل شوی دي يعنی رقاصه. په داسې جسم کې د اهتزاز د ايجاد لپاره کولې شو چې کروي جسم د تعادل له حالته بی ځايه او وروسته يې په خپل حال پريږدو.

اجباري اهتزازونه هغه اهتزازونه دي چې د هغو په عمليه کې اهتزاز کونکې جسم يا سيستم د داسې قوې له اغيزې لاندې راځي چې په تناوبی ډول بدلون کوي. د اجباري اهتزاز مثال د هغه پل اهتزاز دي چې د هغه په مخ د خلکو (عابرينو) د قدم وهلو په وخت کې رامنځ ته کيږئ. اوتو اهتزازونه (يا پخپل سراهتزازونه)، د اجباري اهتزازونو په شان په اهتزاز کونکې

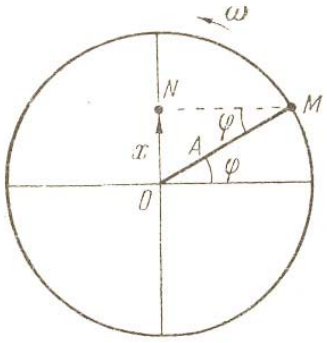
(c) ketabton.com: The Digital Library

سيستم باندې د خارجي قوې د اغيزې په واسطه بدرګه کيږي. د اوتو اهتزازونو د سيستم بنه مثال د يوالی رقاصه لرونکې ساعت دي.

۹– ۱: هارمونيک اهتزازونه Harmonic Oscillations

ترټولونه ساده اهتزازونه، هارمونيک اهتزازونه دي دا هغه اهتزازونه دي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کميت د مثال په توګه د رقاصې انحراف يا تغيير مکان دوخت په نسبت د ساين او کوساين د قانون په مطابق بدلون کوي.

د هارمونيکي اهتزاز ترټولو ساده مثال د m مادې نقطه ده چې د (۹– ۱) شکل سره سم د هغې دايرې په شا او خوا چې شعاع يې A ده د ω (اوميګا) په ثابت زاويو يې سرعت سره د ساعت د عقربې په مخالف لوری دوراني حرکت او د هغې مرتسم (سيوري) N د y محور د تعادل د موقعيت O د نقطې په شا او خوا پريوديکي اهتزازونه اجرا کوي چې تغيير مکان يا ځای بدلون يې $X = ON$ دي.



(۹- ۱) شکل

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

$$X = A\sin\varphi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹-۱)$$

له بلې خوا پوهيږو چې:

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

$$X = A\sin\omega t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹-۲)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$X = A\sin\frac{2\pi}{T}t \quad \text{.....(۹ – ۳)}$$

$$X = A\sin 2\pi ft \quad \text{.....(۹ – ۴)}$$

(۹ – ۲) معادله د هغه هارمونيکي اهتزاز معادله ده چې لومړنۍ فازيې صفر دي، که چيرې په اهتزاز کې لومړنۍ فاز موجود وي په هغه صورت کې د اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

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

په پورتنۍ معادله کې X د اهتزاز بعد يا تغيير مکان ، A امپليتود، ωt فاز او φ_0 لومړنۍ فاز دي.

د اهتزاز سرعت د لاس ته راوړلو لپاره د (۹ – ۲) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$V = \frac{dx}{dt} = A\omega\cos wt \quad \text{.....(۹ – ٦)}$$

او يا

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

د اهتزاز د تعجيل د لاس ته راوړلو لپاره د (۹ – ٦) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2\sin\omega t \quad \text{.....(۹ – ۸)}$$

او يا

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

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

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

(۹ – ۲)، (۹ – ۳) او (۹ – ۴) رابطې د هارمونيکي اهتزازونو د معادلې مختلف ډولونه دي. له نوموړيو معادلو، نه څرګندېږي چې په هارمونيکي اهتزازونو کې د اهتزاز کونکي جسم تغيير مکان د ساين او يا کوساين (که چيرې د m د نقطې مرتسم په افقي محور په پام کې ونيسو) د قانون په مطابقت ترسره کيږي.

په اهتزازي حرکتونو کې لاندېنۍ فزيکي کميتونه هميشه په پام کې نيول کيږي:

(c) ketabton.com: The Digital Library

1. بعُد Elongation: بعد د وخت په يوه کيفي لحظه کې د تعادل له موقعيت نه د جسم فاصله ده.
2. امپليتود يا د اهتزاز لمنه: په يوه هارمونيکي اهتزاز کې اعظمي بعُد ته امپليتود وايي يا په بل عبارت د تغيير مکان او فازنسبت د امپليتود په نوم يادېږي.
3. د تناوب وخت يا پريود: د جسم د حرکت د دوو پرله پسې او مشابه حالتونو ترمنځ زماني واټن ته تناوب وايي يا په بل عبارت د تناوب وخت هغه وخت ته ويل کيږي چې يو اهتزاز په هغه کې بشپړ شي او په T سره ښودل کيږي.
4. فريکونسي: په يوه ثانيه کې د اهتزازونو شمير ته فريکونسي وايي فريکونسي د پريود د معکوسه ده. د فريکونسي واحد هرتس دی $1Hz = \sec^{-1}$
5. فاز: په يوه ځانګړې لحظه کې د جسم د اهتزاز حالت ته فاز وايي. د فاز فزيکي مفهوم دادي چې هغه په هره لحظه کې تغيير مکان معلوموي، يعنی د اهتزازي سيستم حالت ټاکئ. د بيلګې په توګه په (۹- ۱) معادله کې که $\varphi = \frac{\pi}{6}$ وي، نو په دی صورت کې تغيير مکان يعنی $X = \frac{A}{2}$ ، که چيرې $\varphi = \pi$ وي، $X = 0$ او که چيرې $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ وي $X = -A$ دي.

(۹- ۱) مثال: يو جسم د X د محور په امتداد هارمونيک اهتزاز تر سره کوي. د حرکت معادله يې $X = 4,0\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ ده، که چيرې X په متر او t په ثانيه اندازه شي پيدا کړي:

الف) امپليتود، فريکونسي او د اهتزاز پريود

ب) د t په وخت کې د جسم سرعت او تعجيل

حل: د حرکت له معادلې نه معلوميږي چې امپليتود $A = 4,0m$ او $\omega = \pi\ Rad/\sec$ ،

$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = 0,50\sec^{-1}$ او $T = \frac{1}{f} = 2\sec$

(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 هارمونيکي اهتزاز انرژي Energy in Harmonic Oscillation

په هارمونيکي اهتزاز کې په پريوديک ډول د اهتزاز کونکې جسم حرکي انرژي په پوتانشيل انرژي او بلمقابل پوتانشيل انرژي په حرکي انرژي تبديليږي. د اهتزاز کونکې جسم بشپړه انرژي عبارت ده له:

$$W = W_p + W_k \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹-۱۱)$$

د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

$$W_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m}{2}\omega^2 A^2 \sin^2\left(\omega t + {}^{\pi}\!/_{2}\right)$$
$$= \frac{m}{2}\omega^2 A^2 \cos^2 \omega t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹-۱۲)$$

په پورتنۍ رابطه کې v د جسم سرعت او m يې کتله ده.

پوتانشيل انرژي چې له ارتجاعي قوې نه ناشي کيږي د يوه ارتجاعي کش شوې جسم (فنر) د پوتانشيل انرژي په شان ارائيه کيږي، يعنی د تغيير مکان له مربع سره متناسبه ده، نو له دی کبله لرو چې:

$$W_p = \frac{1}{2}KX^2 = \frac{K}{2}A^2 \sin^2 \omega t$$

پوهيږو چې $K = m\omega^2$ دي.

$$W_p = \frac{m}{2}\omega^2 A^2 \sin^2 \omega t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹-۱۳)$$

د (۹– ۱۱)، (۹– ۱۲) او (۹– ۱۳) رابطو نه لرو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

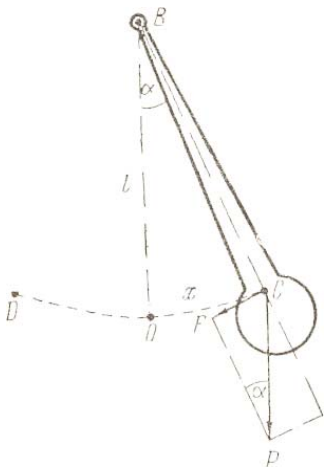
$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}\left(\cos^2 \omega t + \sin^2 wt\right) = \frac{m\omega^2}{2} A^2 \quad \text{.....(۹- ۱۴)}$$

(۹- ۱۴) رابطه 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 دروند (پنډ) او له نرۍ سر نه راځړول کيږي (۹- ۲) شکل.



(۹- ۲) شکل فزيکي رقاصه

کله چې رقاصه د تعادل له حالت نه يعنی د OB له موقعيت نه د $\propto$ زاويې په اندازه بلې خواته بې ځايه کړو رقاصه په اهتزاز پيل کوئ او د تعادل د موقعيت نښې او کين 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 $\propto$ مثبت اوکيې اړخ ته يې منفي فرضوو د تعادل موقعيت ته راستنونکی قوه عبارت ده له:

$$F = -W\sin\alpha = -mg\sin\alpha$$

په پورتنی 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 لوړې دي. د کم انحراف په صورت کې ($\alpha < 0.14rad = 6^\circ$) په دی صورت کې لرو چې $\sin\alpha = \alpha$:

$$F = -mg\alpha = -mg\frac{x}{L} \quad \text{.....(۹ – ۱۵)}$$

د دوراني حرکتونو د قوانينو مطابق د راستنونکې ارتجاعي قوې F مومنت عبارت دي له:

$$M = F\ell = J\beta$$

په پورتنی رابطه کې J د ځړيدو د محور په نسبت د رقاصې د عطالت مومنت دي، β زاويوي تعجيل دي په دی حالت کې لرو چې:

$$F = \frac{J\beta}{\ell}$$

ځرنګه 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 پورتنی 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

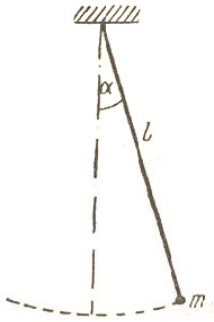
(۹– ۱۷) او (۹– ۱۸) رابطې په ترتيب سره د فزيکي رقاصې زاويوي فريکونسي او پريود دي.

د فزيکي رقاصې نه وروسته اوس رياضيکي رقاصه مطالعه کوو. رياضيکي رقاصه عبارت له يوې مادي نقطې څخه ده چې د يوه بې وزنه تار (د تار له وزن نه سترګې پټېږي) په سرکې ځوړند او اهتزاز اجرا کړي (۹– ۳) شکل. د مادي نقطې د عطالت مومنت له تعريف سره سم، د رياضيکي رقاصې د عطالت مومنت عبارت دي له:

$$J = m\ell^2$$

په پورتنۍ رابطه کې m د مادي نقطې کتله او ℓ د تاراوږدوالې دي. که چيرې د J دا قيمت په (۹– ۱۸) رابطه کې وضع کړو د رياضيکي رقاصې د اهتزاز پريود په لاس راځي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{.....(۹ –۱۹)}$$



(۹- ۳) شکل رياضيکي رقاصه

(۹– ۱۹) رابطه بيانوي چې د رياضيکي رقاصې پريود د رقاصې د طول له مربع جذر سره په مستقيمه توګه او د ځمکې د جاذبې د تعجيل د مربع جذر سره په معکوسه توګه متناسب دي د اهتزاز د امپليتود او د رقاصې د کتلې تابع نه دي.

(۹– ۲) مثال: د يوې ساده رقاصې د تناوب وخت او فريکونسي پيدا کړي چې طول يې $1,00m$ او په داسې ځای کې واقع دي چې هلته $g = 9,800\,m/\sec^2$ دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1,00m}{9,800\,{}^{m}\!/_{\sec^2}}} = 2,007\sec$$

$$F = \frac{1}{T} = 0,4983Hz$$

(۹– ۳) مثال: د $\ell = 1,00m$ په اوږدوالي يوه متجانسه ميله چې له يوه انجام نه راځړيدلې ده او اهتزاز تر سره کوي. ددې اهتزاز د تناوب وخت پيدا کړي؟

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:

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

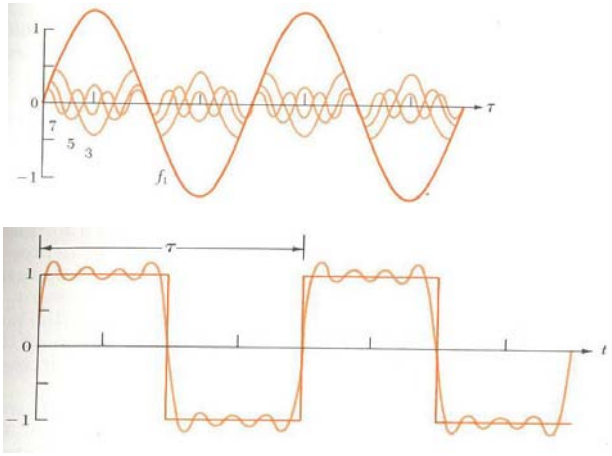
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{3}(1,00m)/9,8\,{}^{m}\!/_{\sec^2}} = 1,64\sec$$

۹– ۴: د فوريه آناليز Fourier Analysis

د دوو يا څو هارمونيکي اهتزازونو ترکيب يا يوځاي کيدل په عمومي توګه يو هارمونيکي اهتزاز نه، بلکې يو مغلق اهتزاز رامنځ ته کوي يا په بل عبارت د هارمونيکي اهتزازونو يو ځای کيدل يا انطباق يو غير هارمونيکي او پيچلی اهتزاز توليدوي داسې هم ويلې شو چې پيچلي اهتزازونه د هارمونيکي اهتزازونو څخه رامنځ ته کيږي. داسې پوښتنه رامنځ ته کيږي چې آيا يو پيچلی غير هارمونيکي اهتزاز په هارمونيکي اهتزازونو باندې تجزيه کولې شو. ددې پوښتنې رياضيکي ځواب فرانسوي رياضي پوه فوريه (Fourier) ويلې دي. د فوريه د يوې قضيې پر بنسټ هره متناوبه تابع کولې شو د يو شمير (حتي لايتناهي) سايينيزو او کوسايينيزو تابع ګانو د ټولګي 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 تکراريږي (۹– ۴) شکل. د فوريه د انالیز په مرسته کولې شو تناوبي حرکتونه په هارمونيکي اهتزازي حرکتونو باندې تجزيه کړو.



(۹- ۴) شکل

د (۹– ۴) شکل د موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y = A_0 + A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \ldots$$

$$+ B_1 \cos \omega t + B_2 \cos 2\omega t + B_3 \cos 3\omega t + \ldots \quad (۹– ۲۰)$$

پورتنۍ معادله د فوريه د سلسلې په نوم يادیږي او د A_0 له ثابت حد پرته داسې حدونه هم لري چې امپليتودونه يې $A_1, A_2, A_3, \ldots$ او $B_1, B_2, B_3 \ldots$ او زاويه يې فريکونسي ګڼې يې $\omega, 2\omega, 3\omega \ldots$ دي.

د فوريه سلسله په لنډه توګه په لاندې ډول ليکل کيږئ.

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

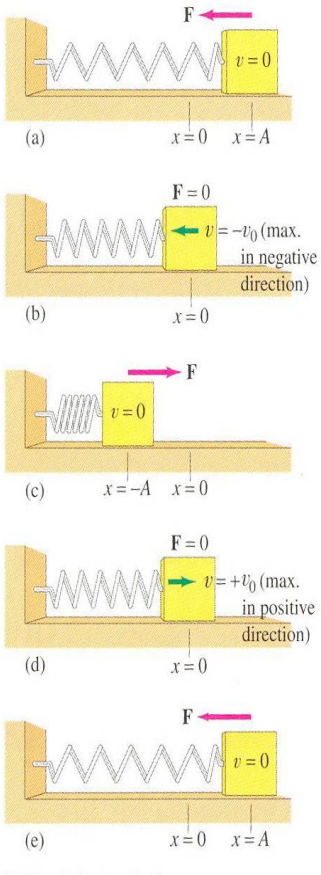
(۹– ۲۱) معادله د فوريه سلسله ده د يوه ټاکلي موج لپاره د امپليتودونو يا A_n ضريبونو پيدا کول او محاسبه د يو لړ رياضيکي عمليو په مرسته ترسره کيږي، چې مور ورځخه سترګې پټو يا ورځخه تيريږو.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د فوريه سلسله د نوري موجونو د مطالعې په مبحث کې هم کارول کيږئ ځکه چې په مستقيمه توګه د يوه نوري موج د بڼې ليدل او مشاهده ناشوني ده. د فوريه له آنالیز څخه د نور او صوت د کيفيت په څېړنه کې زياته ګټه اخيستل کيږئ.

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

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



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

(c) ketabton.com: The Digital Library

د تعادل له موقعيت څخه د x د ځای بدلون (تغيير مکان) په اندازه کولو سره، د پوتانشيل انرژي V(x) عبارت دي له:

$$V(x)=\frac{1}{2}kx^2 \quad \text{.....(۲۲ −۹)}$$

او عامله قوه مساوي ده په:

$$F(x)=-kx \quad \text{.....(۲۳ −۹)}$$

د نيوټن له دويم قانون، $F(x)=m\frac{d^2x}{dt^2}$ ، څخه دی پايلې ته رسيږو چې:

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

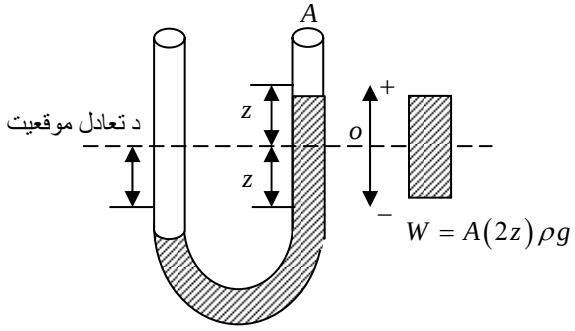
يا

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

چې په هغې کې:

$$\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{.....(۲۶ −۹)}$$

ω_0 يو ثابت دي او د خپلواکې زاويه يې فريکونسي يا د خپلواکه اهتزازونو د فريکونسي په نوم يادېږئ. د هم غړه 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 غړې اهتزازی حرکت ترسره کيږي. ددی اهتزازونو فريکونسي محاسبه کوو.



(۹- ۶) شکل

(c) ketabton.com: The Digital Library

ددی اهتزازونو فريکونسي په لاندې ډول په لاس راځي. که چيرې مايع د کينې خوا په ستون کې د Z په اندازه بی ځايه شوې وي د بنی خوا ستون مايع به له هغه سره د $2z$ په اندازه توپير ولري. په دی ترتيب د مايع دا برخه د يوې بيرته راستنونکې قوې تر اغيزې لاندې راځي، دا قوه د نوموړي مايع له وزن سره، يعنی

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

سره مساوي ده. په پورتنۍ رابطه کې ρ د مايع کثافت او A د تيوب مقطع ده. د نيوټن د دويم قانون څخه لرو چې:

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

په پورتنۍ رابطه کې M په U ډوله تيوب کې د ټولې مايع کتله ده. که چيرې L د تيوب هغه طول وي چې له مايع څخه ډک دي لرو چې $M = \rho AL$ ، له دی ځايه:

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

که چيرې پوتنۍ جهت مثبت ونيسو، د W وزن منکنه خواته دي. په پايله کې د (۹− ۲۷) او (۹− ۲۹) رابطو څخه لرو چې:

$$-2\rho AZg = \rho AL\ddot{Z}$$

$$\ddot{Z} + (\frac{2g}{L})Z = 0 \quad \text{.....(۳۰ −۹)}$$

$$\ddot{Z} + \omega_0^2 Z = 0$$

له دی کبله د اهتزازونو طبيعي فريکونسي عبارت دي له:

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

۹− ٦: تبخيري اهتزازونه Damped Oscillation

له تيوريکي يا نظري پلوه يو هم غړې خطي يا ساده اهتزاز کونکې کله چې په حرکت راشي بنايي د همېشه لپاره خپل اهتزاز ته ادامه ورکړي او د هغه دا منه يا امپليتود همېشه ثابت پاته شي. دا ډول اهتزازونو ته خپلواک اهتزازونه وايي. خو په عمل کې په هر ډول فزيکي وضعيت او حالت کې خاموشونکې قوې وجود لري او اهتزاز کونکې سيستم د وخت په

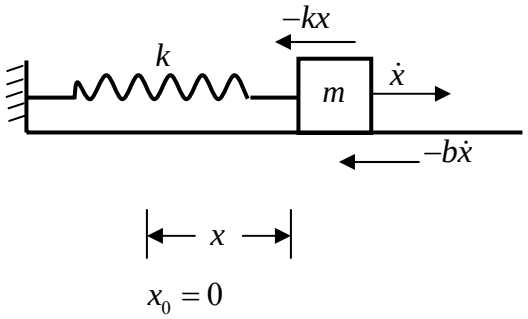
(c) ketabton.com: The Digital Library

تيريدو سره خپله انرژي له لاسه ورکوي. په دی ترتيب مهتزز سيستم خاموش او په پاې کې ودريږئ. د يوه خطي اهتزاز کونکې د ديفرانسيل معادله، يعنی (۹– ۲۵) بايد داسې اصلاح شي چې د خاموشي يا وديدو اغيزې په کې شاملې شي.

يو خل بيا د m يوه کتله چې په يوه فنر پورې تړل 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 وديدل 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 کونکي 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:

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

پورتنۍ معادله يوه دويمه درجه ديفرانسيلي معادله او د تبخيري اهتزاز معادله ده. د نومورې معادلې د حل لپاره اطراف په m تقسيموو او هم لاندې تعويض په پام کې نيسو:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\gamma = \frac{b}{2m} \quad \text{.....(۳۵ −۹)}$$

او

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \quad \text{.....(۳۶ −۹)}$$

په پايله کې:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad \text{.....(۳۷ −۹)}$$

د پورتنۍ معادلې يو حل په لاندې ډول دي.

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

که چيرې دا قيمتونه په (۳۷ −۹) معادله کې وضع کړو، لرو چې

$$e^{\lambda t}\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0$$

خرنګه چې $e^{\lambda t} \neq 0$ دي، نو بايد ولرو چې:

$$\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0 \quad \text{.....(۳۸ −۹)}$$

ددې معادلې جذرونه عبارت دي له:

$$\lambda_1 = -\gamma + \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

$$\lambda_2 = -\gamma - \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

له دې کبله (۳۷ −۹) معادلې عمومي ځواب عبارت دي له:

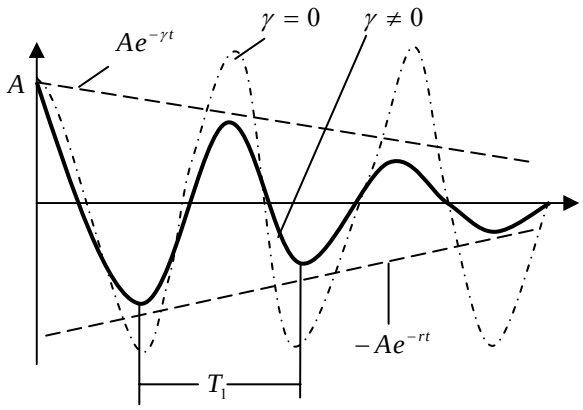
$$x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t} \quad \text{يا}$$

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

خرنګه چې (۳۷ −۹) معادله يوه تفاضلي معادله ده د هغې دحل د زيات تفصيل څخه ډډه کوو، که چيرې خاموش کونکې قوه نسبتاً کوچنۍ او جسم په لومړۍ سر کې دA امپليتود ولري د هغه حرکت د لاندې رابطې سره سم ترسره کيږئ.

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \phi) \quad \text{.....(۴۰ −۹)}$$

(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 شوې 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 يادیږي او اهتزاز کونکې سيستم د اجباري يا هدايت کيدونکې سيستم په نوم يادیږئ. 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 پورتنۍ رابطه کې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$F_s = -kx, F_f = -b\dot{x}$$

او د نيوټن له دويم قانون څخه لرو چې، $F_{net} = m\ddot{x}$.

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

$$F_d = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \quad \text{.....(۹- ۴۲)}$$

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

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

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

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

$$x(t) = x_i(t) + x_h(t) \quad \text{.....(۹- ۴۴)}$$

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:

$$x_h(t) = e^{-rt}\left[A_1 e^{+i\omega_1 t} + A_2 e^{-i\omega_1 t}\right] \quad \text{.....(۹- ۴۵)}$$

د $e^{+-i\theta} = \cos\theta + -i\sin\theta$ رابطې څخه په ګټه اخيستنه (۹- ۴۵) رابطه په لاندې ډول ليکلې شو:

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

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

ω_1 زاويه يې طبيعي فريکونسي يا د تبخيري اهتزازونو فريکونسي ده او هميشه د خپلواکه اهتزازونو له فريکونسي ω_0 څخه کوچنۍ وي. که چيرې په (۹- ۴۶) معادله کې لاندې تعويض په پام کې ونيسو

$$A = \sqrt{B^2 + C^2}, \tan\phi = -\frac{C}{B}$$

په دې صورت کې (۹- ۴۵) معادله لاندې بڼه خان ته غوره کوئ.

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

څرنګه چې تبخيري اهتزازونه په پاې کې له مينځه ځي يا صفر کيږئ د خواب د X_h برخه د تيريدونکي (ګذرا) حد په نوم يادېږئ. له يو څه وخت څخه وروسته د خواب د X_h برخه خپل اهميت له لاسه ورکوي له دې کبله بايد د قسمي خواب $X_1(t)$ پيدا کولو ته پاملرنه وکړو.

د (۹- ۴۲) رابطې سره سم اعمال شوې قوه په سينو سيزه توګه بدلون کوي، له دې کبله انتظار لرو چې د $X_i(t)$ خواب په سينو سيزه توګه بدلون کوي. که چيرې د معادلې په کيڼه خوا کې $\dot{X}$ نه وي د $X = A\cos\omega t$ په بڼه خواب په بشپړه توګه د منلو وړ دي. ددې ټکي په رعايتولو سره بايد خواب په لاندې بڼه ولرو:

$$X = A\cos\left(\omega t \pm \phi\right) \quad \text{.....(۴۸ -۹)}$$

خواب په لاندې بڼه په پام کې نيسو

$$X_i = A\cos\left(\omega t - \phi\right) \quad \text{.....(۴۹ -۹)}$$

د A او ϕ د محاسبې لپاره په (۹- ۴۸) رابطه کې د X_i قيمت وضع او $\theta_0 = 0$ په پام کې نيسو، په دې صورت کې لرو چې:

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

د معادلې له 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 ضريبونه په دواړو خواو کې بايد په جدا توګه ترتيب شي، يعنی

$$\left(K-m\omega^2\right)\cos\phi+b\omega\sin\phi=\frac{F_0}{A} \quad \text{.....(۵۰ −۹)}$$

$$\left(K-m\omega^2\right)\sin\phi-b\omega\cos\phi=0 \quad \text{.....(۵۱ −۹)}$$

د زاويې د فاز لپاره لاندې افاده په لاس راځي:

$$\tan\phi=\frac{b\omega}{k-m\omega^2}=\frac{b\omega/m}{k/m-\omega^2} \quad \text{.....(۵۲ −۹)}$$

که چيرې $\frac{k}{m}=\omega_0$ او $\gamma=\frac{b}{2m}$ سره عوض کړو، لرو چې:

$$\tan\phi=\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2} \quad \text{.....(۵۳ −۹)}$$

له پورتنۍ رابطې څخه لرو چې:

$$\sin\phi=\frac{2\gamma\omega}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}} \quad \text{.....(۵۴ −۹)}$$

$$\cos\phi=\frac{\omega_0^2-\omega^2}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}} \quad \text{.....(۵۵ −۹)}$$

که چيرې دا کميتونه په (۴۷ −۹) رابطه کې وضع کړو په لاس راځي چې:

$$A=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}} \quad \text{.....(۵۶ −۹)}$$

په دې ترتيب د غير متجانسې معادلې قسمي ځواب عبارت دي له:

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

په پورتنۍ معادله کې:

$$\phi=\tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2} \quad \text{.....(۵۸ −۹)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

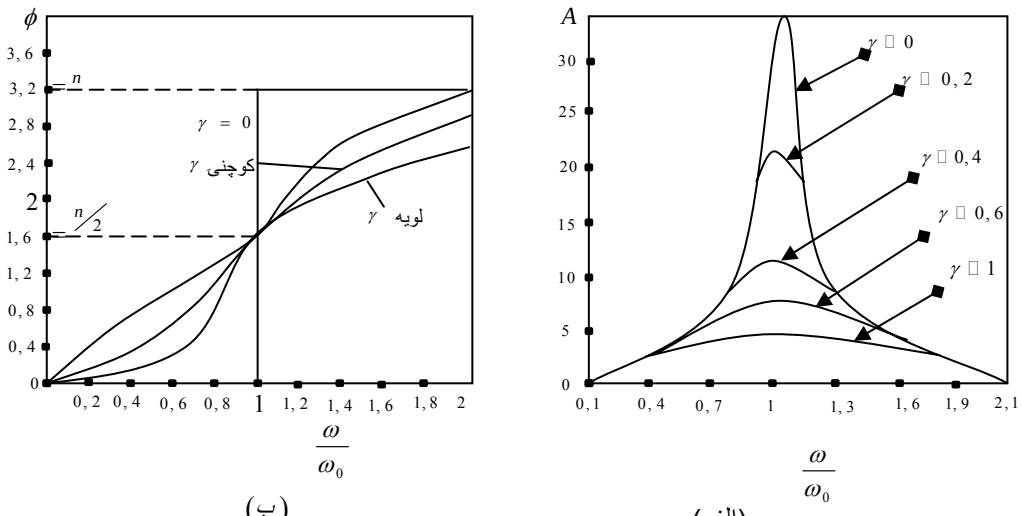
۹– ۸: ريزونانس Resonance

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

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

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

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



(۹– ۹) شکل د γ د مختلفو قيمتونو لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدايت کونکي فريکونسي 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 يادې او په ω_r سره ښودل کيږي. د ω_r فريکونسي له (۹− ۵۹) رابطې څخه محاسبه کولې شو.

$$\left.\frac{dA}{d\omega}\right|_{\omega=\omega_r}=0 \qquad \text{.....(۹− ۶۱)}$$

د لاس ته راغلې معادلې له حل څخه لرو چې:

$$\omega=\omega_r=\left(\omega_0^2-2\gamma^2\right)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{.....(۹− ۶۲)}$$

پورتنۍ رابطه بيانوي چې کله چې د تبخير 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 تبخير ضريب فوق العاده کوچنۍ وي د (۹− ۶۲) رابطې ښي خوا د نيوټن د بينوم په کارونې سره په لاندې ډول ليکلې شو

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

يا

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

(۹− ۶۲) او (۹− ۶۳) رابطې چې د اجباري اهتزاز لپاره ليکلې شوې دي کولې شو د تبخيري اهتزاز لپاره هم چې مخکې مطالعه شول مشابه رابطه وليکو، يعنی

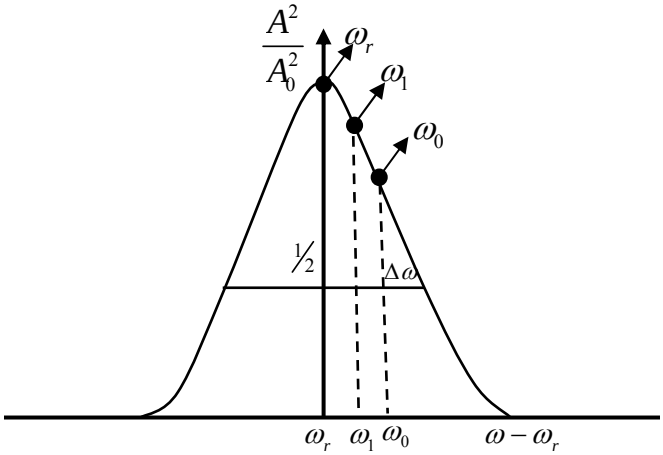
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

د کوچنی γ لپاره لرو چې:

$$\omega_1 \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{2\omega_0} \quad \text{.....(64 -۹)}$$

په داسې حال کې چې د خپلواک اهتزاز کونکې لپاره $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ دي. له دی کبله ω_1 د ω_r په نښې خوا کې قرار نیسي او ω_0 بیا هم له ω_r څخه لیرې ده. په هغه صورت کې کله چې $\omega = \omega_r$ وي لکه څرنګه چې (۹- ۱۰) شکل پې ښیې، لرو چې: $\frac{A^2}{A_0^2} = 1$ دي.



(۹- ۱۰) شکل د ریزونانس د فریکونسي ω_r، طبیعي فریکونسي ω_1 او د خپلواکه طبیعي فریکونسي ω_0 نسبي موقعیتونه ښیئ. په دې ترتیب اعظمي امپلیتود د $A = A_0$ چې په $\omega = \omega_r$ کې واقع کیږي کولې شو د (۹- ۵۹) او (۹- ٦۲) معادلو څخه په لاندې توګه په لاس راوړو.

$$A = \frac{F_0 / m}{2\gamma\sqrt{\omega_0^2 - \gamma 2}} \quad \text{.....(٦۵ -۹)}$$

د کوچنی تبخیر په صورت کې، فرضوو چې $\gamma \to 0$، په پایله کې

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

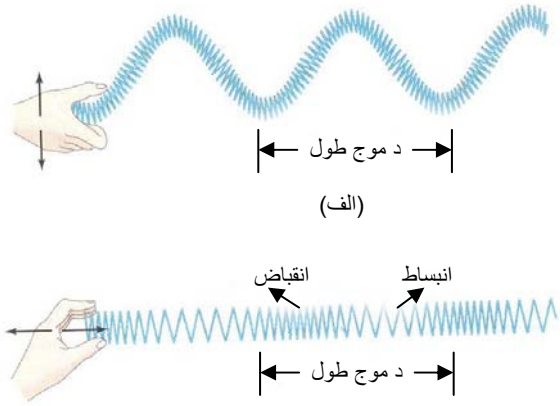
(c) ketabton.com: The Digital Library

خرڅنده ده چې که چيرې b کوچنۍ وي په پايله کې $A_0 \to \infty$ ، خو داسې سيستم وجود نه لري چې غير تبخيري وي.

۹– ۹: موجي حرکت Wave Motion

که چيرې په يوه ارتجاعي محيط کې اهتزاز کونکې جسم (د اهتزاز منبع) کښيږدو، د محيط ذرې د تعادل له حالت نه وزي او په اهتزاز پيل کوي. د محيط هر ځای ته چې اهتزاز رسيږي د محيط د هغه ځاي ذرې هم په اهتزاز راځي او داسې تر پای پورې، د لږ وخت نه وروسته اهتزاز ټول محيط نيسي. خو د محيط ذرې په مختلفو فازونو سره اهتزاز ترسره کوي هر څومره چې ذره د اهتزاز له منبع نه ليرې واقع وي هغو مره نا وخته په اهتزاز پيل کوي او په هم هغه اندازه د فاز ځنډ (تأخير) لري.

په محيط کې د اهتزاز خپريدو ته موجي حرکت يا موج وايي. د موجي حرکت بنه بيلگه د اوبو په مخ هغه څپه ده چې د ډبرې د لويدو په ځای کې رامنځ ته کيږي او د متحد المرکز دايرو بنه لري. د څپې (اهتزاز) د خپريدو جهت ته وړانګه (شعاع) وايي. هغه څپه چې په هغې کې د محيط ذرې د څپې په جهت (وړانګې) باندې عمود اهتزاز کوي د عرضي څپې په نوم يادېږي. که چيرې د محيط ذرو اهتزاز د څپې د جهت سره هم لورې وي دا ډول څپې ته طولي څپه وايي. د عرضي او طولي څپو د پيژندنې لپاره د (۹– ۱۱) شکل سره سم



(۹- ۱۱) شکل

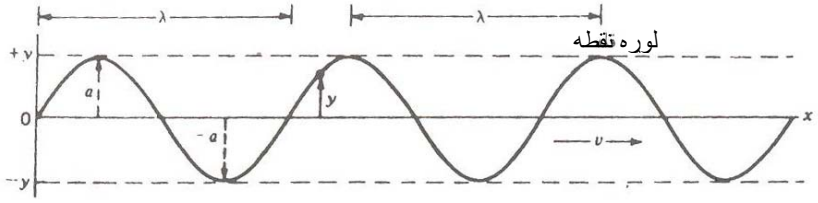
(c) ketabton.com: The Digital Library

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

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

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

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



ټيټه نقطه

(c) ketabton.com: The Digital Library

(۹– ۱۲) شکل د يوې عرضي څپې يا موج ګراف چې د کتاب په مخ اهتزاز کوي. د موج طول λ، د موج لمنه يا امپليتود a، د موج تغيير مکان y، د موج سرعت υ په شکل کې د دوو متوالي يا پرله پسې مشابه نقطو ترمنځ واټن د موج د طول په نوم ياد او په λ سره ښودل کيږي.

د وخت په هره لحظه کې د يوه موج په اوږدوکې د هرې نقطې تغيير مکان y د هغې نقطې له عمودي واټن نه نسبت د تعادل حالت ته يې ټاکل کيږي. د y اندازه په پرله پسې توګه له +نه – او له – نه مثبت ته بدلون کوي. د هر موج لمنه په (۹–۱۲) شکل کې په a سره ښودل شوې ده چې د تعريف له مخې د تغيير مکان اعظمي قيمت ته امپليتود يا دامنه وايي.

د موج فريکونسي د هغو موجونو تعداد يا شمير ته ويل کيږي چې په يوه ثانيه کې له يوې نقطې نه تيريږي يا هغې ته رارسيږئ او په هرتز اندازه کيږي چې هم هغه د اهتزازونو تعداد په يوه ثانيه کې دي. د موج د طول، سرعت او فريکونسي ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

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

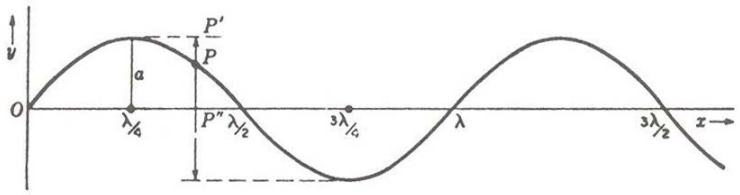
د موج د معادلې د لاس ته راوړلو لپاره يو عرضي موج په پام کې نيسو چې په هغه کې د ټولو نقطو حرکت د خپريدو په جهت عمود وي. د هرې نقطې تغيير مکان y له لاندينۍ رابطې نه په لاس راځي:

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

ددې معادلې د بدلونونو منحني په (۹– ۱۳) شکل کې ليدل کيږي چې د a او λ اهميت پکې له ورايه څرګند دي. د موجي حرکت لپاره چې د υ په سرعت سره ښې خواته حرکت کوي، د t وخت په لاندې ډول په معادله کې وارده وو:

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

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۱۳) شکل د t=0 په لحظه کي د يوه سايئيز 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 ځکه لرو چې:

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

که چيرې دا متحولين په (۹- ٦۹) معادله کې وضع کړو د موجي حرکت لپاره لاندې معادلې په لاس راځي.

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

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

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

(۹- ۴) مثال: د $m = 0,016kg$ کتلې درلودنکې يوې مادې نقطې د اهتزاز معادله $x = 0,1\sin\left(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{4}\right)m$ ده. معلوم کړي.

الف) د اهتزاز کونکې نقطې اعظمي سرعت (v_m) اعظمي 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 نوموړي نقطې د اهتزاز معادله د هارمونيک اهتزاز له عمومي معادلې (۹− ۷۱) سره پرتله کوو، نو د ذرې امپليتود عبارت دي له $A=0,1m$ **لومړنۍ فاز** $f_0=\frac{\pi}{4}$ **او زاويوي فريکونسي** $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{\pi}{8}Rad/\sec$ ، $T=16\sec$ **د مادي نقطې د اهتزاز پريود دي.**

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

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

يا

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

له دی کبله

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

او

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

ب) پوهيږو چې د اعظمي تعجيل په صورت کې عامله قوه هم اعظمي قيمت لري. د نيوتن د دويم قانون پربنسټ لرو چې:

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

ج) د رپيدونکې نقطې ټولېزه انرژي مساوي ده په:

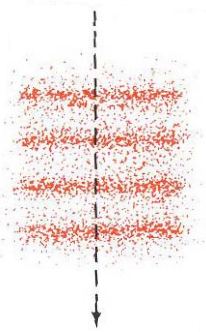
$$W=\frac{1}{2}m\omega^2A^2=\frac{0.016kg\cdot\pi^2\cdot 0.01m^2}{2\cdot 64sec^2}=1.23\cdot 10^{-5}J$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹– ۱۰: صوتي موجونه Sound Waves

صوتي موجونه د کم شدت درلودونکي ارتجاعي موجونه دي، يعنی کمزوری ميخانيکي اختلالونه دی چې په ارتجاعي محيط کې خپريږي. صوتي موجونه د انسان د اوريدو په غږيو باندې اغيزه کوي او د هغه د اوريدو حواس لمسوي.

صوتي موج يو طولي موج دي چې په هغه کې اختلال له يوه ماليکول څخه بل ماليکول ته رسيږي. ددې ډول موج لپاره بيرته راستنونکي قوه د هوا فشار تأمينوئ، په هر ځای کې چې د ماليکولو کثافت له عادي حالت څخه زيات شي فشار هم له عادي حالت څخه ډيريږي او ماليکولونه شا او خواته شړي. (۹– ۱۴) شکل په هوا کې يو صوتي موج ښيي. موج له هغو سيمو څخه عبارت دي چې په پرله پسې توګه تيټ او لوړ کثافتونه لري.



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

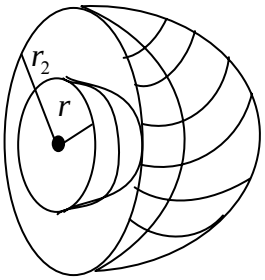
د يوه لوډ سپيکر مهتزز ديافراګم يا د صوتي پنجې مهتزز شاخ (څانګه) چې خپله د شا او خوا هوا له ځانه شړئ همدا ډول سيمې چې په ترتيب د لوړ او تيټ کثافت درلودونکي دي موج رامنځ ته کوي. د تيټ کثافت په سيمو کې ماليکولونه اعظمي ځای بدلون متقبل شوی دي هغه له سيمې څخه د باندې بی ځايه شوې دئ. د لوړ کثافت په سيمه کې ماليکولونو اصغری ځای بدلون قبول کړي دي هغه په داسې حال کې چې له ګاونډيو سيمو څخه د اعظمي ځای بدلونو درلودونکيو ماليکولونو د دوی خواته ميل کړي دي،ساکن پاته شوې دي. په (۹– ۱۴) شکل کې ځای بدلونونه او د کثافت زياتوالې په مبالغه اميزه توګه ښودل شوي دي. حتی په يوه ډير شديد صوتي موج کې، د بيلګې په توګه لکه هغه صوتي موج چې يوه الوتکه يې له ځمکې څخه د پورته کيدو په وخت کې رامنځ ته کوئ ځای بدلونونه يوازې $10^{-4}m$ او د کثافتونو بدلون يوازې 1% دي.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د صوت فريکونسي د هغه غږ زير او بمې ټاکې چې مونږ يې اورو، يعنی دا ټاکي چې آيا دمونږ غوګ به د غږ تن لوړ يا ټيټ تر لاسه کړي. د انسان غوګ هغه غږونه اوري چې فريکونسي يې له $20Hz$ څخه تر $20000Hz$ پورې وي. دا حدود يوه اندازه متغييږ دي، د بيلګې په توګه د زړو خلکو غوګونه لوړو فريکونسيوته کم حساس دي. هغه صوتي موجونه چې فريکونسي يې $20000Hz$ څخه لوړ دي د فرا صوت ultrasound په نوم يادېږي، ځينې حيوانات لکه سپي، ګيدړې او نور دا فريکونسي ګاڼي اوري.

د يوه صوتي موج شدت د نومورې 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 کوچنی يا اصغري قدرت چې د انسان د غوګ لپاره د اوريدو وړ دي $2,5\cdot10^{-12}\,W/m^2$ دي. دا شدت د اوريدو د درشل (استانه) په نوم يادېږي. د صوت د اوريدو وړ شدت لپاره لوړ حد وجود نه لري، خو له $1W/m^2$ څخه لوړ شدت په غوګ کې د درد د احساس د پيدا کيدو لامل ګرځئ.

هر څومره چې صوتي موج له خپلې منبع څخه پراختيا کوي يا ليږې 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 شعاع 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 ټولیز، لیږدول شوې قدرت یو شان پاته کیږئ. له دې کبله په واحد سطحه کې شدت یا قدرت عبارت دي له:

$$I_2 = \frac{r_1^2}{r_2^2} I_1 \quad \text{.....(۷۲ -۹)}$$

ددې ساده رابطې یا نتیجې په لاس ته راړولو کې مو محیط متجانس فرض کړي دي، له دې کبله د موج سرعت له ځای پورې اړه نه لري یا د ځای تابع نه دي. د فرا صوت یا اولترا صوت موجونه په ډیره لوړه فریکونسي په هوا کې په ښه توګه نه خپریږي د هوا مالیکولونه هغه په چټکې سره جذبوي. خو دا موجونه د مایعاتو او جامداتو په منځ کې په اساني سره خپریږي چې په دې ورستیو کلونو کې د اولترا صوت د زیاتی عملي کارونې لامل شوې دي. د بیلګې په توګه د اولترا صوت موجونه همدا اوس د انسان د بدن د داخلي غړیو د عکس اخیستنې لپاره د X د وړانګې په ځای کارول کیږئ. دا ازمایښت د امیدواري ښځې په بدن کې جنین مجازه وي یا تشبیتوي او هغه زیانونه چې د X وړانګه یې لري دا موجونه یې نه لري. د اولترا صوت هغه کامرې چې دا عکسونه اخلي د $10^6 Hz$ فریکونسي لرونکې موجونه کار وي.

۹- ۱۱: د صوت سرعت Speed of Sound

لکه د پرې (ریسمان) په مخ موج په شان د صوت سرعت په هوا کې په راستنونکې قوې او له کثافت پورې اړه لري. له کومه ځایه چې راستنونکې قوه د هوا فشار تأمینوي، پس هیله لرو چې د صوت سرعت د هوا د فشار او کثافت تابع وي. یوه پیچلې محاسبه چې دلته له هغې څخه ډډه کیږي ښیي چې د صوت د سرعت لپاره نظري فورمول په لاندې ډول دي.

$$v = \sqrt{1,40 \frac{P_0}{\rho_0}} \quad \text{.....(۷۳ -۹)}$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتیب سره له اختلال مخکې فشار او کثافت دي له فورمول څخه معلومیږي چې د صوت سرعت د راستنونکې قوې سره زیاتیږي او له کثافت سره کمیږي. تر معیاري شرایطو لاندې (تودوخه د سانتي ګرید صفر درجه،

(c) ketabton.com: The Digital Library

د صوت د سرعت اندازه ($\rho_0 = 1,29\ {kg}/{m^3}$ ، $P_0 = 1atm = 1,01\cdot 10^5\ {N}/{m^2}$) $331,29\ {m}/{\sec}$ ده.

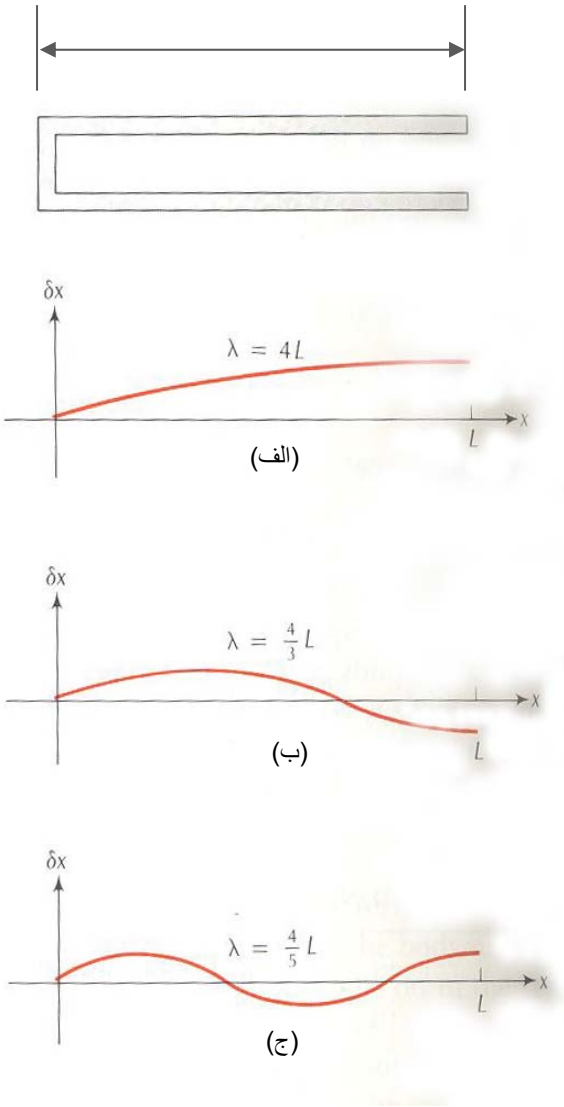
د صوت سرعت په مايعاتو او جامداتو کې له هوا څخه زيات دي ځکه چې هلته راستنونکې قوه ډيره زياته ده. مايعات او جامدات د ګازونو په نسبت د تراکم او فشردګي په مقابل کې له ځانه زيات مقاومت او مخالفت ښيي. په لاندې جدول کې په څو مادو کې د صوت سرعت ثبت شوې دي.

(۹– ۱) جدول په څو مادو کې د صوت سرعت

ماده	$V\left({m}/{\sec}\right)$	ماده	$V\left({m}/{\sec}\right)$
هوا		المونيم	5104
$0C^\circ$ او $1atm$	331	اوسپنه	5130
$20C^\circ$ او $1atm$	344	ښيښه	5000-6000
$100C^\circ$ او $1atm$	386	ګرافيت	6000
هيليوم $0C^\circ$ او $1atm$	965		
مقطرې اوبه	1497		
د سيند اوبه	1531		

په هوا کې د صوت د سرعت داندازه کولو لپاره په يوه داسې توله (نل) کې چې يو سرې پرانيستې او بل سرې ترڅې وي له ولاړو يا ساکنو موجونو څخه ګټه اخلي (۹– ۱۶) شکل. هغه وخت ولاړ صوتي موج په ښکاره توګه بايد د تولې په ترڅې سر کې د يوې غوټې ځای بدلون (تغيير مکان) درلودونکې وي ځکه چې په دې سر کې د هوا حرکت د يوال محدوده وي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(۹- ۱۶) شکل

(۹– ۱۶) شکل په هغه نل کې چې يو سريې پرانيستی دي ممکنه ولاړ موجونه

(c) ketabton.com: The Digital Library

په پرانيستی انجام کې موج بايد د ځای بدلون يوه خيټه يا بطن ولري. دا ډيره واضح نه ده، خو که چيرې لومړی فشار په پام کې ونيسو په هغه پوهيدی شو. فشار بايد په پرانيستی انجام کې ثابت باقي پاته شي ځکه چې پرانيستی انجام هوا سره لاره لري له دی کبله په فشار کې هر نوې رامنځ ته شوې کمښت يا زياتوب له ځنډ پرته له جو څخه يا جوته د هوا په حاضر کيدو ختميږي او د فشار بدلون له منځه وړي. په دی ترتيب جو يا آزاده هوا لکه د ثابت فشار د مخزن په توګه عمل کوي. دا په بشپړه توګه دقيقه او سمه نه ده، ځکه چې ځينې صوتي موجونه له انجام څخه انعکاس کوي او د محيط په هوا کې پريوديک اهتزازونه توليدوي، خو دا ښه تقريب دي ځکه چې د شا او خوا ازادي هوا يا، جو د فشار اهتزازونه د نل يا تولې د داخلي اهتزازونو څخه ډير کم دي. له دې کبله پرانيستی انجام د فشار يوه غوټه ده، لکه څرنګه چې مخکې وويل شول د فشار اصغري ګان د ځای بدلون يا تغيير مکان اعظمي ګان دي، له دی کبله د فشار غوټه د ځای بدلون يا تغيير مکان يوه خيټه يا بطن دي.

د نل په دوو انجامونو کې د دی سرحدي شرايطو سره، ولاړموجونه هغه چې په (۹– ۱۶) شکل کې ښودل شوې دي. که چيرې د تولی يا نل اوږدوالي L وي، ددې ولاړو موجونو طول په لاندې ډول دي.

$$\lambda_1 = 4L \text{ ، } \lambda_2 = \frac{4}{3}L \text{ ، } \lambda_3 = \frac{4}{5}L, \ldots \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹-۷۴)$$

او اړونده فريکونسي ګانې

$$f_1 = \frac{v}{4L}, f_2 = \frac{3v}{4L}, f_3 = \frac{5v}{4L}, \ldots. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹-۷۵)$$

يا په عمومي ډول

$$f_n = n\frac{v}{4L} \qquad n = 1,3,5,\ldots \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹-۷۶)$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹– ۱۲: د صوتي موجونو انعکاس The Reflection of Sound Waves

صوتي موجونه د دوو مختلفو محيطونو له ګډې پولې څخه چې مختلف ميخانيکي خواص لري منعکس کيږئ. د بيلګې په توګه کله چې له هوا څخه اوبو ته موجونه تيريږي يا د هغه بر عکس د انرژي زياته برخه منعکس او يوازې يوه کمه برخه يې دويم محيط ته ننوزي.

صوتي موجونه په هوا کې له سختو يا جامدو جسمونو څخه هم منعکس کيږي د بيلګې په توګه د ځمکې له سطحې څخه څرنګه چې مور ټولوته 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 يعنې منعکس شوې موج له وارده موج سره بايد يا هم فازه او يا له هغه سره مخالف فاز ولري.

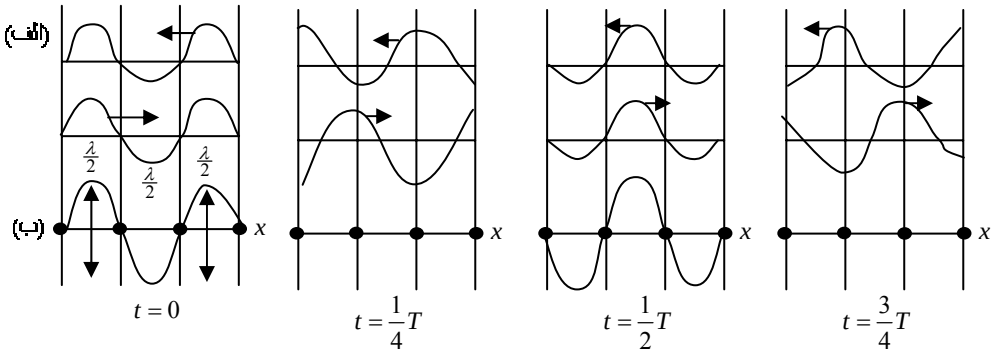
ρv د محيط د اکو ستيک موجي مقاومت په نوم يادېږي. د منعکسه موج فاز په دې پورې اړه لري چې کوم محيط زيات موجي مقاومت لري. که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت کم وي په دې صورت کې انعکاس د فاز له بدلون پرته تر سره کيږي، بر عکس که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت زيات وي منعکسه موج مخالف فاز لري.

۹– ۱۳: ولاړ يا ساکن موجونه Standing Waves

د ولاړو موجونو د مطالعې لپاره دوه ساينيز موجونه چې د موج طول او دامنه يا امپليتود يې يو شان او مساوي دي په پام کې نيسو. که چيرې دا دوه موجونه په دوو مختلفو جهتونو حرکت وکړي څه واقع کيږي؟ ايا د دواړو موجونو محصله د هغه له حاصل جمع څخه لاس ته راوړي شو.

(۹– ۱۷) شکل ددا ډول موجونو ګراف ښيي. دا ګراف دوه يو ځای کيدونکې يا ترکيب کيدونکې موجونه چې يو يې ښې خواته او بل يې کيڼې خواته حرکت کوي (۹– ۱۷ الف) شکل ښيي. (۹– ۱۷ ب) شکل د هغو مجموعه چې يو د بل له جمعې نه په ګرافيکي توګه په لاس راځي ښيي.

(c) ketabton.com: The Digital Library



(9- 17) شکل

لکه څرنګه چې له شکل نه معلوميږي د محصله موج ځانګړتيا په دې کې ده چې د پړی يا رسی په اوږدو کې غوټې وجود لري چې د غوټو په ځای کې پرې هميشه ساکن يا ولاړه وي. په (۹– ۱۷ ب) شکل کې څلورغوټې د نقطو په واسطه ښودل شوې دي. د دوو متوالي غوټو په منځ کې جوف يا خيټه قرار لري چې د موج امپليتود په هغې کې اعظمي قيمت لري.

په (۹– ۱۷ ب) شکل کې موج ډوله انځورونه د ولاړ يا ساکن موج په نوم يادیږي، ځکه چې د موج انځورونه ښيي او کينې خواته حرکت نه کوي يا په بل عبارت د اعظميو او اصغريو ځايونه بدلون نه کوي. په لنډه توګه ولاړ موج په لاندې ډول تعريفوو.

که چيرې دوه ساينيز موجونه چې د موج طول او امپليتود يې سره مساوي او يو شان وي د يو بل په مخالف لورې د يوه کش شوې پرې په اوږدوکې حرکت وکړي د يو بل سره د هغو له تداخل نه ولاړ يا ساکن موج رامنځ ته کيږي. د يوه ولاړ موج د تحليل او ارزيابي لپاره دوه يو ځای کيدونکې موجونه چې معادلې يې په لاندې ډول دي په پام کې نيسو:

$$y_1(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) \quad \text{.....(۷۷ –۹)}$$

$$y_2 = (x,t) = y_m \sin(kx + \omega t) \quad \text{.....(۷۸ –۹)}$$

د نومورېو 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 کټه اخيستنه سره ليکلې شو چې:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$y'(x,t)=[2y_m \sin kx]\cos \omega t \quad \text{.....(۷۹ −۹)}$$

وروستی رابطه یو خوځنده موج نه دي، بلکې یو ولاړ یا ساکن موج دي، پس (۷۹ −۹) رابطه د ساکن موج معادله ده. په نوموړې معادله کې د قوس داخل کمیت یعنی $2y_m \sin kx$ د x په محل کې د موج امپلیتود دي. خو څرنګه چې امپلیتود همیشه مثبت دي او $\sin kx$ ښایي منفي هم وي د $2y_m \sin kx$ د کمیت مطلقه قیمت د x په محل کې د موج د امپلیتود په توګه په پام کې نیسو.

په یوه خوځنده ساینیز موج کې د پرې د ټولو برخو لپاره امپلیتود یو شان دي. دا حقیقت د ولاړ موج لپاره چې امپلیتود یې نسبت محل ته بدلون کوي سم نه دي. د بیلګې په توګه د (۷۹ −۹) ولاړ موج په معادله کې د kx د هغو اندازو لپاره چې $\sin kx = 0$ امپلیتود صفر کیږي عبارت دي له:

د $n = 0,1,2...$ لپاره $kx = n\pi$ په دی معادله کې د $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x = n\frac{\lambda}{2} \text{غوټې} \quad \text{.....(۸۰ −۹)}$$

چې د (۷۹ −۹) معادلې لپاره د صفر امپلیتود ځایونه یا غوټې دي د پام وړ ده چې د متوالي غوټو ترمنځ واټن نیم طول موج ($\frac{\lambda}{2}$) دي. (د (۷۹ −۹) ولاړ موج اعظمي امپلیتود $2y_m$ دي چې د kx د هغو قیمتونو لپاره چې په هغو کې $(\sin kx) = 1$ کیږي په لاس راځي. دا قیمتونه یا ندازې عبارت دي له:

$$kx = \frac{1}{2}\pi, \frac{3}{2}\pi, \frac{5}{2}\pi, ...(n+\frac{1}{2})\pi : n = 0,1,2,3$$

په پورتنۍ معادله کې د $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ د قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x = (n+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2} \quad \text{جوفونه .....(۸۱ −۹)}$$

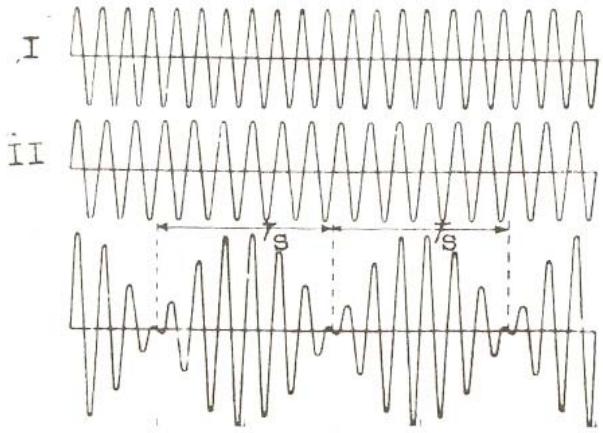
$$n = 0,1,2,...$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

وروستۍ رابطه په (۹– ۷۹) معادله کې د اعظمي امپليتود ځايونه يا جوفونه په لاس راکوي. جوفونه يو له بل نه د $\lambda/2$ په اندازه واټن لري او د هرو دوو متوالي جوفونو په منځ کې غوټه قرار لري.

۹– ۱۴: د لړزيدنې اهتزازونه Beats

دوه اهتزازونه چې فريکونسې يې يو له بل څخه ډير کم توپير لري په پام کې نيسو (۹– ۱۸) شکل. د I او II منحني ګانې هارمونيکي اهتزازونه دي. د نظري تحليل او بررسي لپاره فرضوو چې د مرکبه اهتزازونو د فاز توپير صفر دي.



(۹- ۱۸) شکل

که چيرې فرض کړو چې د يوه هارمونيکي اهتزازي حرکت امپليتود b او فريکونسې يې ω_1 او د دويم هارمونيکي اهتزازي حرکت امپليتود هم b، خو فريکونسي يې ω_2 دي. له دې کبله ددې دوو اهتزازونو معادلې په لاندې ډول ليکلې شو:

$$y_1 = b\sin\omega_1 t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۸۲ -۹)$$

$$y_2 = b\sin\omega_2 t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۸۳ -۹)$$

د دووارو اهتزازونو مجموعه يا محصله په y سره ښيوو، نو ځکه لرو چې:

$$y = y_1 + y_2 = b(\sin\omega_1 t + \sin\omega_2 t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۸۴ -۹)$$

(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 ليکلې شو:

$$y=2b\cos(\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t)\sin(\frac{\omega_1+\omega_2}{2})\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۸۵-۹)$$

کله چې ω_1 ډيره زياته ω_2 ته نږدې وي په دې صورت کې به $\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ له $\frac{\omega_1+\omega_2}{2}$ څخه ډير کوچنی وي. په دې حالت کې د $\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ فکتور د $\sin\frac{\omega_1+\omega_2}{2}t$ په نسبت نظر وخت ته ډير ورو بدلون کوي. د محصله حرکت عمليه په يوه بنه تقريب سره کولې شو د يوه هارمونيکي اهتزاز په توګه تصور کړو چې د هغه فريکونسي $\frac{\omega_1+\omega_2}{2}$، خو ددې اهتزاز امپليتود، يعنی $2b\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t$ خپله د $\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ فريکونسي سره نظر وخت ته په تناوبي ډول بدلون کوي. د محصله اهتزاز امپليتود له صفر څخه تر يوه اعظمي قيمت $2b$ پورې تزايد کوي دواړي کميږي. دا ډول اهتزازونه د لړزيدنې يا beats په نوم يادوي. د دوو اعظمي امپليتودونو ترمنځ فاصله د لړزيدنې د دوام په نوم ياد او په T_s سره يې ښيي. دا وخت هغه وخت دي چې $\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ له $+1$ څخه تر -1 پورې بدلون کوي. يا په بل عبارت دا هغه وخت دی چې د کوساين قوس د π په اندازه بدلون وکړي، يعنې:

$$\frac{\omega_1-\omega_2}{2}T_s=\pi$$

له دی ځايه ليکلې شو چې:

$$T_s=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}=\frac{1}{f_1-f_2}=\frac{T_1T_2}{T_2-T_1}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۸۶-۹)$$

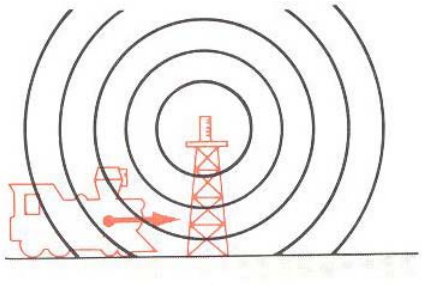
د لړزيدنې فريکونسي په f_s سره ښيو او دا فريکونسي عبارت ده له:

$$f_s=f_1-f_2\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۸۷-۹)$$

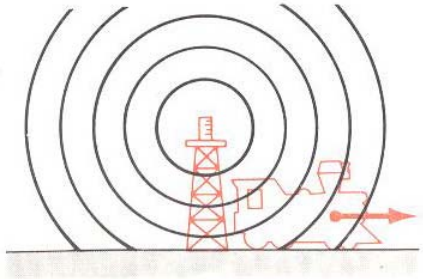
(c) ketabton.com: The Digital Library

۹– ۱۵: د دوپلرافکت په صورت کې Doppler Effect for Sound

د دوپلرافکت د صوتي موجونو د منبع او مشاهد د حرکت په پايله کې د نومورپو موجونو د فريکونسي له بدلون څخه عبارت دي. د معياري شرايطو لاندې د يوه صوتي موج سرعت کله چې په هوا کې په ساکن سيستم کې اندازه شي $331 \, m/\sec$ دي. خو کله چې په هوا کې متحرکت د محاسبې په سيستم کې اندازه شي د محاسبې د سيستم د حرکت د جهت تابع دي بنايي زيات يا کم شي. د بيلګې په توګه که چيرې يو اورګاړي (ترين) چې په $30 \, m/\sec$ سرعت حرکت کوي يوه ساکن انتن ته نږدې شي (۹– ۱۹ الف) شکل، د صوتي موج سرعت به داورګاړي په نسبت $361 \, m/\sec$ وي، او که چيرې اورګاړي له آنتن څخه ليرې شي د (۹– ۱۹ ب) شکل، د صوت د موج سرعت به $301 \, m/\sec$ وي.



(الف)



(ب)

(۹– ۱۹) شکل (الف) اورګاډي آنتن ته نږدې کيږي. اورګاډي نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د زياتو موجونو له جبهې سره مخامخ کيږي. ب، اورګاډي له آنتن څخه ليرې کيږئ 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 فريکونسي باندې هم آغيزه کوي. د بيلګې په توګه که چيرې اورګاډي آنتن ته نږدې شي مخامخ صوتي موجونو ته ورداخليږي (۹– ۱۶) شکل، له دی کبله نسبت هغه وخت ته چې ساکن وي په واحد وخت کې د زياتو موجونو له جبهې سره مخامخ کيږئ، او که چيرې اورګاړي له آنتن څخه ليرې شي د صوتي موجونو سره يو ځای حرکت کوي (۹– ۱۶ ب) شکل له دی کبله د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کيږي. په پايله کې په اورګاړي کې مشاهد، اخيستونکې يا ثبت کونکې آنتن ته د نږدې کيدو په وخت کې زياتې فريکونسي ترلاسه کوي او د ليرې کيدو په وخت کې کمې. د فريکونسي دا ډول بدلون چې د اخيستونکې او يا ليږدونکې د حرکت له امله رامنځ ته کيږي د دوپلر د ليږد په نوم يادیږي. د فريکونسي د ليږد د محاسبې لپاره له هغې رابطې څخه ګټه اخلو، چې د سرعت، د موج طول او فريکونسي ترمنځ وجود لري، يعنی:

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{..... (۸۸ –۹)}$$

او د اورګاډي د پورتنی مثال لپاره لرو چې:

$$f' = \frac{v'}{\lambda} \quad \text{..... (۸۹ –۹)}$$

د پورتنيو رابطو له تقسيم څخه لرو چې:

$$\frac{f'}{f} = \frac{v'}{v} \quad \text{..... (۹۰ –۹)}$$

د اورګاډي سرعت چې د صوتي موجونو د اخيستونکې يا ثبت کونکې په توګه عمل کوي په V_R سره ښيو د اورګاډي د محاسبې په سيستم 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 پايله کې (۹– ۹۰) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوي.

$$f' = f\left(\frac{V \pm V_R}{V}\right)$$

يا

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \quad \text{..... (۹۱ -۹)}$$

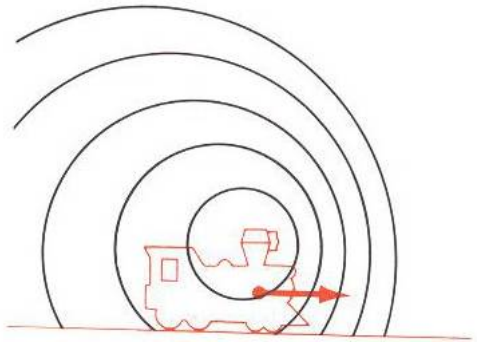
په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کيدونکې او منفي علامه د ليرې کيدونکې اخيستونکې يا ثبت کونکې لپاره ده. (۹- ۸۹) رابطه په خوځنده ثبت کونکې کې فريکونسي ده.

پاملرنه وکړي چې که چيرې ثبت کونکې د $V_R = V$ په سرعت له منبع څخه ليرې شي. هغه وخت د f' فريکونسي صفر کيږي دا په دې مانا ده چې منبع په دقيقه توګه له موجونو سره حرکت کوي له دې کبله د موج هيڅ جبهه په لاس نه راوړي. که چيرې ثبت کونکې له V څخه په زيات سرعت سره له منبعې څخه ليرې شي هغه وخت (۹- ۹۱) رابطه منفي فريکونسي راکوي دا په دې مانا ده چې ثبت کونکې د موجونو هغه جبهه چې له شا ورپسې راځي شاته پريږدي او خپله ورڅخه ځي. (۹- ۹۱) رابطه نه يوازې د صوتي موجونو لپاره، بلکې د اوبو د موجونو او نورو موجونو لپاره هم کارول کيږي.

که چيرې هغه منبع چې صوتي موجونه يا نور موجونه خپروي په حرکت کې او ثبت کونکې ساکن وي بيا د خپرې شوې فريکونسي او هغې فريکونسي ترمنځ چې ثبت کونکې يې ښکاره کوي ليږد (انتقال) واقع کيږي. د بيلګې په توګه که چيرې هغه اورګاډي چې تم ځای يا ستشن ته نږدې کيږي خپل آلارم (د اروګاډي مخصوص هارن) وغږوي د الارم په واسطه د پرله پسې موجونو جبهه د الارم په مسير په منظمو فاصلو کې متمرکز کيږي په مخامخ لورې يا جهت د موجونو تجمع يو بل ته نږدې او د شاخواته يا مخ په څټ يو له بل څخه زياته فاصله لري (۹- ۲۰) شکل. په پايله کې يو ساکن يا ولاړ ثبت کونکې کله چې د اورګاډي په مخ کې ولاړ وي زياتې فريکونسي او کله چې د هغه شا ته ولاړوي کمې فريکونسي ترلاسه کوي.

کله چې اورګاډي د ولاړ يا ساکن ثبت کونکې له څنګ څخه تيريږي ترلاسه شوې فريکونسي په نابيره 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:

$$\acute{f} = \frac{V}{\acute{\lambda}} = \frac{V}{\lambda \mp \frac{V_E}{f}} = \frac{V}{\frac{V}{f} \mp \frac{V_E}{f}} \quad \text{.....(۹- ۹۲)}$$

يا:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right) \quad \text{.....(۹- ۹۳)}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

په پورتنۍ رابطه کې منفي علامه د نږدې کيدونکې خپرونکې او مثبت علامه د ليرې کيدونکې خپرونکې لپاره ده. (۹– ۹۱) رابطه د خوځنده يا متحرک خپرونکې لپاره په ثبت کونکې کې فريکونسي ده. تجربې ښيي چې د خپرونکې او ثبت کونکې حرکت په فريکونسي تقريباً يو شان اغيزه لري په کمو سرعتونو کې د فريکونسي ليږد که خپرونکې په حرکت کې وي او يا ثبت کونکې د حرکت په حال کې وي يو شان دي. له ثبت کونکې يا اخيستونکې څخه منظور ناظر يا مشاهد دي.

(۹– ۵) مثال:

فرض کړي آنتن ساکن او اورګاډي د $30\,m/\sec$ په سرعت هغه ته نږدې کيږي، آنتن د $440Hz$ په فريکونسي صوت يا غږ خپروي. هغه فريکونسي چې په اورګاډي کې ترلاسه کيږي پيدا کړي؟

حل: لرو چې:

$$f' = f\left(1+\frac{V_R}{V}\right) = 440Hz\left(1+\frac{30\,m/\sec}{331\,m/\sec}\right) = 480Hz$$

(۹– ۶) مثال:

فرض کړي چې د يوه اورګاډي الارم چې په $30\,m/\sec$ سرعت سره يوه ولاړ يا ساکن ناظر ته نږدې کيږي د $440Hz$ په فريکونسي صوت خپروي. ناظر کومه فريکونسي اوري؟

حل: له (۹– ۹۳) رابطې څخه لرو چې:

$$f' = f\frac{1}{1-\frac{V_E}{V}} = \frac{440Hz}{1-\frac{30\,m/\sec}{331\,m/\sec}} = 484Hz$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

۹- ۱۶:د فصل لنډيز

- اهتزازي حرکتونه هغو حرکتونو ته ويل کيږي چې يو جسم يا سيستم په وارور 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 يادېږئ.
- هارمونيک اهتزازونه هغو اهتزازونو ته ويل کيږي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کميت مثلاً د رقاصې انحراف يا تغيير مکان د وخت په نسبت د ساين او کوساين د قانون په مطابق بدلون کوي.
- د هارمونيکي اهتزاز معادله کله چې لومړنی فاز مساوي صفر وي عبارت دي له:

$$X = A\sin\omega t \quad \text{.....(۹۴ -۹)}$$

د لومړنی فاز د موجوديت په صورت کې د هارمونيکي اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$X = A\sin(\omega t + \varphi_0) \quad \text{.....(۹۵ -۹)}$$

- ساده يا رياضيکي رقاصه د m په کتلې سره د يوې مادې نقطې څخه عبارت ده چې د يوه بې وزنه تار په پای پورې ځړول شوې ده. د هغه حرکت کله چې د اهتزاز امپليتود کم وي تقريباً يو ساده اهتزاز دي. د ساده رقاصې زاويه يې فريکونسي او پريود په لاندې ډول دئ.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad \text{.....(۹۶ -۹)}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad \text{.....(۹۷ -۹)}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{.....(۹۸ -۹)}$$

- فزيکي يا مرکبه رقاصه يو جسم دي چې له يوه دوراني محور څخه چې د ثقل له مرکز څخه د ℓ په فاصله واقع دي خوړندوي. که چيرې د جسم د عطالت مومنت د دوران د محور په نسبت J وي د نومورې رقاصې زاويه يې فريکونسي او تناوب مساوي دي په:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \quad \text{.....(۹۶ -۹)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \quad \text{.....(۱۰۰ -۹)}$$

- په هارمونيکي اهتزاز کې د انرژي د تحفظ قانون عبارت دي له:

$$W = W_K + W_P = \text{co}\,nst$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = const \quad \text{.....(۱۰۱ -۹)}$$

- په محيط کې د اهتزاز خپريدو ته څپه ايزه پروسه يا څپه وايي. څپې يا موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي.
- هغه اهتزازونه چې په تدريجي توګه يې امپليتود کميږي او په پای کې مهتزز جسم ودريږي د تبخيري يا مستهلک اهتزاز په نوم يادیږي.
- د تبخيري اهتزاز معادله په لاندې ډول ده.

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad \text{.....(۱۰۲ -۹)}$$

- د اهتزازونو د ساتنې او دوام لپاره بايد له يوې خارجي منبع 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 تأمينيږي د اجباري يا هدايت کونکې اهتزاز په نوم يادیږي.
- د اجباري اهتزاز معادله عبارت ده له:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0\cos(\omega t + \theta_0) \quad \text{.....(۱۰۳ -۹)}$$

- د موجي حرکت معادله په لاندې ډول ده:

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \quad \text{.....(۱۰۴ -۹)}$$

- د صوت د سرعت فورمول عبارت دي له:

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$V = \sqrt{1,40\frac{P_0}{\rho_0}} \quad \text{.....(۱۰۵ −۹)}$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتيب له اختلال مخکې فشار او کثافت دي.

- د ساکن يا ولاړ موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y'(x,t) = [2y_m \sin kx]\cos \omega t \quad \text{.....(۱۰۶ −۹)}$$

- د لړزيدنې په اهتزازونو کې د لړزيدنې فريکونسي مساوي ده په:

$$f_s = f_1 - f_2 \quad \text{.....(۱۰۷ −۹)}$$

- د دوپلر دافکت پر بنسټ په خوځنده ثبت کونکې کې فريکونسي عبارت ده له:

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \quad \text{.....(۱۰۸ −۹)}$$

په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نړدې کيدونکې او منفي علامه د ليرې کيدونکې ثبت کونکې لپاره ده.

- د خوځنده خپرونکې لپاره په ثبت کونکې کې فريکونسي په لاندې ډول ده:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right)$$

منفي علامه د نړدې کيدونکې خپرونکې او مثبت علامه د ليرې کيدونکې خپرونکې لپاره ده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

د نهم فصل تمرين

1. د يوې ذرې تغيير مکان د $x = 4\cos(3\pi t + \pi)$ معادلې مطابق ترسره کيږي که چيرې فاصله په متر او وخت په ثانيه اندازه شي پيدا کړي

الف) د اهتزاز امپليتود

ب) د اهتزاز فريکونسي او پريود

ج) د ذرې موقعيت د $t = 0$ په لحظه کې

ځوابونه (الف: $4m$ ، ب: $0.67Hz \;\; 1.5sec$، ج: $-4m$)

2. په پورته سوال کې د بيان شوې ذرې لپاره د t په وخت کې سرعت او تعجيل پيدا کړي همدا رنګه د t=0 په لحظه کې د ذرې اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل پيدا کړي؟

ځوابونه:

$$V = -12\pi \sin(3\pi t + \pi); V_m = 0$$

$$a = -36\pi^2 \cos(3\pi t + \pi); a_m = 36\pi^2 \; m/\sec^2$$

3. يوه ذره هارمونيک اهتزاز ترسره کوي که چيرې د حرکت معادله يې $X = 5\cos(2t + \pi/6)$ ، فاصله په سانتي متر او وخت په ثانيه اندازه شي. د $t = 0$ په لحظه کې پيدا کړي

الف) د ذرې تغيير مکان

ب) د هغې سرعت او تعجيل

ج) د حرکت امپليتود او پريود

ځوابونه: (الف: $4,3cm$ ، ب: $-17\; cm/\sec^2, -5\; m/\sec$ ، ج: $\pi \sec, 5cm$)

4. يوه ذره هارمونيک اهتزاز کوي په هر سايکل يا دوران کې مجموعاً $20cm$ فاصله طي کوي او اعظمي تعجيل يې $50\; m/\sec^2$ دي. پيدا کړي

الف) د اهتزاز زاويوي فريکونسي

ب) د ذرې اعظمي سرعت

ځوابونه: (الف: $3,33\; rad/\sec$ ، ب: $16,65\; cm/\sec$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

5. يوه ساده رقاصه (رياضيکي رقاصه) چې پريود يې $2,5\sec$ دي

الف) د رقاصې طول پيدا کړي؟

ب) د نمومړي رقاصې پريود به د سپوږمۍ په مخ چيرې چې $\left(g_m = 1,67 \,{}^{m}/_{\sec^2}\right)$ دي پيدا کړي؟

ځوابونه: (الف: $1,55m$، ب: $6\sec$)

6. د يوې ساده رقاصې طول $10m$ دي د رقاصې فريکونسي او پريود پيدا کړي.

ځواب: ($T = 6,35\sec,\ f = 0,158Hz$)

7. يوه ساده رقاصه چې طول يې $2m$ دي په داسې ځای کې اهتزاز کوي چې $g = 9,80 \,{}^{m}/_{\sec^2}$ دي. معلوم کړي چې په $5\min$ کې نمومړي رقاصه څو اهتزازه ترسره کوي. ځواب: (106)

8. يوه ساده رقاصه چې طول يې $3m$ دي که چيرې نمومړي رقاصه له هغه ځايه چې هلته $g = 9,80 \,{}^{m}/_{\sec^2}$ دي داسې ځای ته ولېږدول شي چې لوړوی او هلته $g = 9,78 \,{}^{m}/_{\sec^2}$ وي د نمومړي رقاصې د پريود بدلون معلوم کړي.

ځواب: ($1,78 \cdot 10^{-3}\sec$)

9. يو جسم ساده اهتزازي حرکت ترسره کوي، فريکونسي يې $4Hz$ او امپليتود يې $18cm$ دي پيدا کړي.

الف) اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل

ب) د $x = 9cm$ لپاره يې سرعت او تعجيل

ځواب: (الف: $V_m = 144\pi$، ب: $a_m = 1152\pi^2 \,{}^{cm}/_{\sec^2}$)

10. د يوه اهتزاز کونکې جسم کتله $0,800kg$ او د فنر ارتجاعيت يې $140 \,{}^{N}/_{m}$دي

الف) د تناوب وخت يې پيدا کړي؟

ب) خطي فريکونسي يې پيدا کړي؟

ج) زاويه يي فريکونسي يې پيدا کړي؟

ځوابونه: (الف:0.47 ب: $2,1Hz$ ، ج: $13,2 \,{}^{rad}/_{\sec}$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

11. د يوه اهتزاز کونکي جسم کتله $0,400kg$ او د تناوب وخت يعنی پريود يې $0,200\sec$ دي د فنر ارتجاعيت پيدا کړي. ځواب: ($394\,{}^{N}\!/_{m}$)

12. يو جسم د يوه فنر په انجام کې چې د ارتجاعيت ضريب يې $200\,{}^{N}\!/_{m}$ دي محکم شوې دي نوموړي سيستم په $4Hz$ فريکونسي سره اهتزاز کوي پيدا کړي

الف) د تناوب وخت

ب) زاويه يي فريکونسي

ج) د جسم کتله

ځوابونه: (الف: $0,25\sec$، ب: $25,12\,{}^{Rad}\!/_{\sec}$، ج: $0,317kg$)

13. د هغه اهتزازي حرکت معادله وليکي چې امپليتود يې $5cm$ او پريود يې $0,5\sec$ دي؟

ځواب: ($X = A\sin\frac{2\pi}{T}\cdot t = 0,05\sin\pi t$)

14. د هغه اهتزازي حرکت معادله وليکي چې امپليتود يې $4cm$ او فريکونسي يې $f = 50Hz$ ؟

ځواب: $X = A\sin 2\pi\, ft = 0,04\sin 100\pi t$

15. د يوې رقاصې طول $98m$ دي.نوموړې رقاصه په څومره وخت کې يو اهتزاز بشپړه وي؟ ځواب: ($20\sec$)

16. د ځمکې د جاذبې تعجيل د ټاکلو په منظور يې هغه رقاصه غوره کړې چې د سيم اوږدوالي يې $90,7cm$ او د يوې پولادي چرې (ساچمه) نه چې قطر يې $40mm$ دي تشکيل 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 تعجيل څومره دي؟

ځواب: ($9,82\,{}^{m}\!/_{\sec^2}$)

17. يو جسم د يوه فنر له انجام نه ځوړند او هارمونيک اهتزاز تر سره کوي. په هغه لحظه کې چې د جسم تغيير مکان د هغه د امپليتود نيمايي وي د جسم د مجموعي انرژي کومه برخه حرکي او کومه برخه يې پوتانشيل 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 لومړنۍ فاز سره اهتزاز کوي. د نوموړي نقطې سرعت او تعجيل د $t=\frac{1}{120}\sec$ په وخت کې پيدا کړي؟

ځواب: ($-1,4\cdot10^{5}\,{}^{cm}\!/_{\sec^2}, 630\,{}^{cm}\!/_{\sec}$)

20. د يوې نقطې اهتزاز د $X=\sin\frac{\pi}{6}t$ له معادلې سره سم ترسره کيږي د نوموړې نقطې سرعت او تعجيل پيدا کړي؟ ځواب: ($\frac{-\pi^2}{36}\sin\frac{\pi}{6}t, \frac{\pi}{6}\cos\frac{\pi}{6}t$)

(c) ketabton.com: The Digital Library

The Greek Alphabet لومړی ضمیمه

Alpha	α	Eta	η	Pi	π
Beta	β	Theta	θ	Rho	ρ
Gamma	γ	Lamda	λ	Sigma	σ
Delta	δ	Mu	μ	Phi	Φ
Epsilon	ε	Nu	ν	Omega	ω

Some physical Data and Constants

Acceleration due to gravity	$9.8^{m}/_{sec}$
Average earth-moon distance	$3.84 \times 10^{8} m$
Average earth-sun distance	$1.49 \times 10^{11} m$
Average radius of the earth	$6.37 \times 10^{6} m$
Avogadros number (NA)	$6.022 \times 10^{23} (gmole)^{-1}$
Density of air	$1.29\ ^{kg}/_{m^3}$
Density of water (20°C $1atm$)	$1.00 \times 10^{3}\ ^{kg}/_{m^3}$
Gas constant (R)	$8.31\ ^{J}/_{k \cdot mole}$
Gravitational constant (G)	$6.627 \times 10^{-11}\ \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$
Mass of the earth	$5.99 \times 10^{24} kg$
Mass of the moon	$7.36 \times 10^{22} kg$
Mass of the sun	$1.99 \times 10^{30} kg$
Speed of light (vacuum)	$2.9979 \times 10^{8}\ ^{m}/_{sec}$
Standard atmosphere pressure	$1atm = 1.013 \times 10^{5}\ \frac{N}{m^2} (Pa)$

(c) ketabton.com: The Digital Library

Trigonometric Table

Angle in Degrees	Angle in Radians	Sine	Cosine	Tangent	Angle in Degrees	Angle in Radians	Sine	Cosine	Tangent
0°	0.000	0.000	1.000	0.000					
1°	0.017	0.017	1.000	0.017	46°	0.803	0.719	0.695	1.036
2°	0.035	0.035	0.999	0.035	47°	0.820	0.731	0.682	1.072
3°	0.052	0.052	0.999	0.052	48°	0.838	0.743	0.669	1.111
4°	0.070	0.070	0.998	0.070	49°	0.855	0.755	0.656	1.150
5°	0.087	0.087	0.996	0.087	50°	0.873	0.766	0.643	1.192
6°	0.105	0.105	0.995	0.105	51°	0.890	0.777	0.629	1.235
7°	0.122	0.122	0.993	0.123	52°	0.908	0.788	0.616	1.280
8°	0.140	0.139	0.990	0.141	53°	0.925	0.799	0.602	1.327
9°	0.157	0.156	0.988	0.158	54°	0.942	0.809	0.588	1.376
10°	0.175	0.174	0.985	0.176	55°	0.960	0.819	0.574	1.428
11°	0.192	0.191	0.982	0.194	56°	0.977	0.829	0.559	1.483
12°	0.209	0.208	0.978	0.213	57°	0.995	0.839	0.545	1.540
13°	0.227	0.225	0.974	0.231	58°	1.012	0.848	0.530	1.600
14°	0.244	0.242	0.970	0.249	59°	1.030	0.857	0.515	1.664
15°	0.262	0.259	0.966	0.268	60°	1.047	0.866	0.500	1.732
16°	0.279	0.276	0.961	0.287	61°	1.065	0.875	0.485	1.804
17°	0.297	0.292	0.956	0.306	62°	1.082	0.883	0.469	1.881
18°	0.314	0.309	0.951	0.325	63°	1.100	0.891	0.454	1.963
19°	0.332	0.326	0.946	0.344	64°	1.117	0.899	0.438	2.050
20°	0.349	0.342	0.940	0.364	65°	1.134	0.906	0.423	2.145
21°	0.367	0.358	0.934	0.384	66°	1.152	0.914	0.407	2.246
22°	0.384	0.375	0.927	0.404	67°	1.169	0.921	0.391	2.356
23°	0.401	0.391	0.921	0.424	68°	1.187	0.927	0.375	2.475
24°	0.419	0.407	0.914	0.445	69°	1.204	0.934	0.358	2.605
25°	0.436	0.423	0.906	0.466	70°	1.222	0.940	0.342	2.747
26°	0.454	0.438	0.899	0.488	71°	1.239	0.946	0.326	2.904
27°	0.471	0.454	0.891	0.510	72°	1.257	0.951	0.309	3.078
28°	0.489	0.469	0.883	0.532	73°	1.274	0.956	0.292	3.271
29°	0.506	0.485	0.875	0.554	74°	1.292	0.961	0.276	3.487
30°	0.524	0.500	0.866	0.577	75°	1.309	0.966	0.259	3.732
31°	0.541	0.515	0.857	0.601	76°	1.326	0.970	0.242	4.011
32°	0.559	0.530	0.848	0.625	77°	1.344	0.974	0.225	4.331
33°	0.576	0.545	0.839	0.649	78°	1.361	0.978	0.208	4.705
34°	0.593	0.559	0.829	0.675	79°	1.379	0.982	0.191	5.145
35°	0.611	0.574	0.819	0.700	80°	1.396	0.985	0.174	5.671
36°	0.628	0.588	0.809	0.727	81°	1.414	0.988	0.156	6.314
37°	0.646	0.602	0.799	0.754	82°	1.431	0.990	0.139	7.115
38°	0.663	0.616	0.788	0.781	83°	1.449	0.993	0.122	8.144
39°	0.681	0.629	0.777	0.810	84°	1.466	0.995	0.105	9.514
40°	0.698	0.643	0.766	0.839	85°	1.484	0.996	0.087	11.43
41°	0.716	0.656	0.755	0.869	86°	1.501	0.998	0.070	14.301
42°	0.733	0.669	0.743	0.900	87°	1.518	0.999	0.052	19.081
43°	0.750	0.682	0.731	0.933	88°	1.536	0.999	0.035	28.636
44°	0.768	0.695	0.719	0.966	89°	1.553	1.000	0.017	57.290
45°	0.785	0.707	0.707	1.000	90°	1.571	1.000	0.000	∞

(c) ketabton.com: The Digital Library

References اخځليکونه

1. Young Freedman 1996. University Physics Ninth Edition, Addison-Wesley Publishing com.INC
2. Douglas C. Giancoli 1995. Physics Prentice Hall International.INC
3. Hugh D.Young 1992. Univeristy Physics Eight Edition. Addision- Wesley Publishing Company.
4. Sexway 1986. Physics for Scientists and Engineers Sannder Golden Sanburst series.
5. Hans C. Ohanian. John T. Markert 2007 Physics for Engineers and Scientist, W.W.Norton and Company New York-London.
6. Hewitt. Suchocki Hewitt 1999 Conceptual Physical Science Second Edition. Addision Wesley Longman.
7. Yavorsky B.M. Selezrew 1979 Physics. A Reference Course Mir Publishers Moscow
8. Pajobckuu P.N 1979 Kypo puguku ugatellcmbo “Bewal wkola” Mockba
9. Ctmpelcob C. П. 1975. MEXANKA uggatellcmbo Hayka Mockba

10. دیود هالیدی، رابرت ریزنیک، جرل واکر 2001
مبادی فزیک. جلد اول میکانیک و گرما
مترجمین: محمد رضا جلیلیان نصرتی و محمد عابد انتشارات صفار–اشراقی

11. هیویانگ 1992: فزیک دانشگاهی جلد اول میخانیک
ترجمه: فضل الله فروتن. نشر علوم دانشگاهی

12. واگتر فزیک میخانیک....

13. ستانیزی. عبدالظاهر، 1281 فزیک عمومی جلد اول–پوهنتون کابل پوهنحی ساینس

Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library