بسم الله الرحمن الرحیم

لومړی فصل

د فزیکي کمیتونو اندازه کول

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

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

۱–۱: مقیاسونه او واحدونه

فزیک یو تجربی علم دي او په معمولي توګه د اندازې اخیستلو د پایلو د بیان لپاره د عددونو او [illegible] ګټه [illegible] عدد چې [illegible] فزیکي پدیدې [illegible] د کمي بیان [illegible] کارو[illegible] کیږي د فزیکي کمیت په نوم یادیږي. ځیني فزیکي کمیتونه [illegible] دي چې یوازې د اندازې اخیستلو په څرنګوالي سره تعریف او ځانګړي کیږي. دا ډول تعریف ته عملیاتي تعریف وایي. خو په ځینې نورو حالتونو کې یو فزیکي کمیت د نورو اندازه

Ketabton.com

ketabton.com - The Digital Library

اخیستلو وړکمیتونو په مرسته بیانیږي. له دې کبله کمیتونه په لومړی او دویم ډول او یا په بنسټیز (اساسي) او فرعي باندې ویشل کیږي. د بیلګې په توګه کله چې طول یا اوږدوالې د یوه درجه لرونکې خط کش او یا وخت د یوه ساعت په مرسته اندازه کوو دا دواړه کمیتونه بنسټیز کمیتونه دي، خو کله چې د یوه خوځنده جسم سرعت د طی کړل شوې واټن (چې د خط کش په مرسته اندازه شوې) او د هغه اړوند وخت (چې د ساعت په مرسته اندازه شوې) له تقسیم څخه په لاس راوړو دویم ډول کمیت او یا فرعي کمیت دي. د اندازه کولو په وخت کې همیشه کمیت د هغه اړوند واحد سره پرتله کیږي. کله چې وایو د یوه موټر اوږدوالې $4.29m$ دي دا مانا لري چې د نوموړې موټر اوږدوالې د یاد شوې درجه لرونکې خط کش 4.29 برابره دي چې د تعریف له مخې د هغه خط کش طول $1m$ دي. دا مقیاس د اندازه کولو د واحد په نوم یادیږي. متر د طول واحد او ثانیه د وخت واحد دي. په فزیک کې د یوه کمیت د بیان په وخت کې باید د هغه واحد هم ذکر شي. د بیلګې په توګه د پورته یاد شوې موټر د طول د بیان لپاره یوازې د 4.29عدد ویل هیڅ مانا نه لري. د اندازه کولو لپاره باید واحدونه داسې تعریف او وټاکل شي چې په هیڅ ځای کې بدلون ونه کړي او د نړۍ وګړې په هر ځای کې له هغو نه یو شان ګټه واخلي او د هغو د نمونو جوړول په ټولو ځایونو کې شوني وي. کله چې په ۱۷۹۱ کال کې د پاریس د علومو اکادمی د متریک سیستم بنسټ کیښود نو یو متر یې د ځمکې د کرې د استوا د کرښې او قطب ترمنځ د واټن (۱−۱) شکل یو پر لس میلیونمه ($\frac{1}{10^7}$) برخه او یوه ثانیه یې د یو متر طول لرونکې رقاصې د مسیر له یوه انجام نه تر بل انجامه پورې د لیږد وخت تعریف کړ.

(۱- ۱) شکل

ketabton.com - The Digital Library

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

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

وخت Time

له ۱۸۸۹ نه تر ۱۹۶۷کل پورې د وخت واحد د لمریزې منځنې شپې ورځې (شبانه روز) د یوې ټاکلې برخې په توګه تعریف کیده. یوه شپه ورځ هغه وخت ته ویل کیږي چې ځمکه د خپل محور په شاوخوا یو دوران بشپړ کړي او منځنۍ شپه او ورځ د یوه کال د شوا روزونو منځنۍ قیمت دی. خو د وخت هغه واحد چې له ۱۹۶۷ را په دې خوا منل شوی دی ډېر دقیق او بدلون نه منونکې دی د وخت واحد ثانیه ده او داسې تعریف کیږي.

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

طول Length

په ۱۹۶۰ کال کې د متر اتومي واحد هم د کریپتون– ۸۶ اتوم د تشعشع نارنجی–سره، طول موج پر بنسټ تعریف شو. د ۱۹۸۳ په نومبر کې د طول واحد بیاله سره او پر بنسټیزه توګه تعریف شو او دا د طول تر ټولو دقیق او اساسي تعریف دی. د نوې تعریف پر بنسټ متر هغه واټن دی چې نور یې په خلا کې $1/299792458$ ثانیو کې طی کوي په دې اساس په خلا کې د نور د خپریدو سرعت مساوي $299792458\ m/sec$ دی.

ketabton.com - The Digital Library

کتله Mass

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

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

۱– ۲ : د اصلي واحدونو اجزأ او اضعاف

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

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

طول:

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

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

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

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

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

کتله:

يو ميکروګرام $(1\mu g) = 10^{-9}kg$

يو ملي ګرام $(1mg) = 10^{-6}kg$

يو ګرام $(1g) = 10^{-3}kg$

ketabton.com - The Digital Library

وخت:

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

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

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

$(1\min) = 60\sec$ يوه دقيقه

$(1h) = 3600\sec$ يو ساعت

$(1d) = 86400\sec$ يوه ورځ

۱ – ۳: د واحدونو يو په بل اړول راړول:

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

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

$$s = v \cdot t \qquad (۱ – ۱)$$

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

(۱–۱) مثال: 3 min په ثانیو واړوی؟

حل:

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

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

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

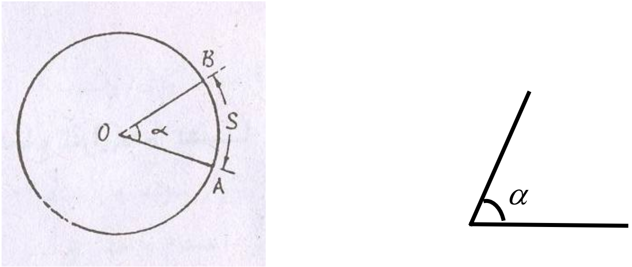
$$1019.5\,{}^{km}/_{h} = 1019.5(\frac{10^3}{km}m)(\frac{1h}{3600\sec}) = 283.2\,{}^{m}/_{\sec}$$

۱– ۴ : زاویه **Angle**

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

مستوي زاویه:

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



(ب) (الف)

(۱- ۲) شکل

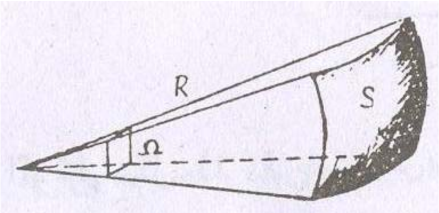
ketabton.com - The Digital Library

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

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

فضايي زاويه Solid angle

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



(۱- ۳) شکل

فضايي زاويه په Ω سره ښودل کيږي، يعنی

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

د فضايي زاويې واحد ستيراديان (Steradian) دي او دا هغه فضايي زاويه ده چې د مقابلې ټوټې د سطحې مساحت يې دکرې د شعاع له مربع سره مساوي وي.

د طول يا اوږدوالي ځينې غير سيستمي واحدونه وجود لري لکه: ميل، يارد، فټ او انچ چې په ورځينۍ ژوند کې ورڅخه زياته ګټه اخيستل کيږي ددی ياد شويو واحدونو او متر يا سانتی متر ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

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

(۱– ۳) مثال: يارد (yard) او متر دواړه د طول واحدونه دي لومړۍ يې غير سيستمي او دويم يې سيستمي دی معلوم کړی چې 100yd اوږد دي او که 100m .

حل: خرنګه چې 1yd=0.9144m

ketabton.com - The Digital Library

له پورتنۍ رابطې نه څرګنديږي چې 100yd=91.44m دي له دې ځايه معلوميږي چې 100m اوږد دي. د دوي تر منځ توپير عبارت دی له:

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

(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

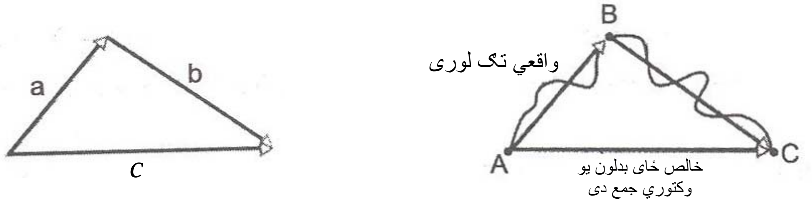
په فزيک کې ټول کميتونه په دوو ډلو ويشل کيږي، وکتوری او سکالری. وکتوری کميتونه هغو کميتو ته ويل کيږي چې د هغو د بشپړې پيژندنې او ارايې لپاره په مقدار او کچې برسيره د هغو لوری او جهت هم بايد په ګوته شي. يو وکتور د کچې او لورې يا جهت درلودونکې دي. د وکتوري کميتونو بيلګې عبارت دی له: قوه، سرعت، تعجيل،امپولس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

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، لومړۍ د B نقطې ته او وروسته د C نقطې ته رسيږي.



(ب) (۱- ۴) شکل (الف)

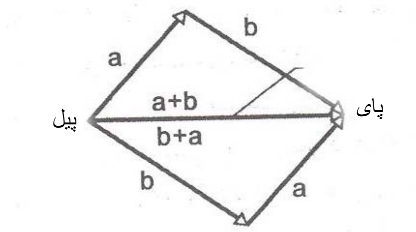
ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

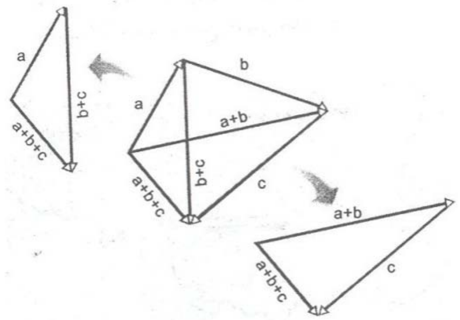


(۱- ۵) شکل

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

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

که چيرې له دوونه زيات وکتورونه ولرو، دا مهمه نه ده چې د جمع کولو په وخت کې هغه څرنګه ګروپ بندي کړو، که وغواړو چې د $\vec{a}$، $\vec{b}$ او $\vec{c}$ وکتورونه يو له بل سره جمع کړو، لومړې $\vec{a}$ او $\vec{b}$ يو له بل سره جمع او وروسته يې د $\vec{c}$ له وکتور سره جمع کوو. له بلې خوا کولې شو لومړۍ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ سره جمع کړو او وروسته د هغو مجموعه له $\vec{a}$ سره جمع کړو.



(۱- ۶) شکل

ketabton.com - The Digital Library

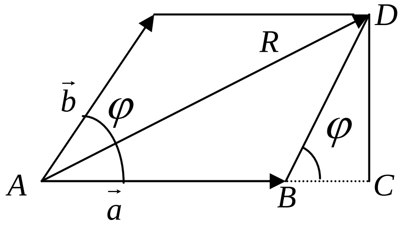
(۱– ٦) شکل په مختلفو طریقو سره د $\vec{a}$ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ درې وکتورونو جمع په دوارو طریقو یو شان پایله لاس ته راځي او په لاندې ډول یې لیکلې شو.

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

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

۱– ۷: د متوازي الاضلاع طریقه

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



(۱- ۷) شکل

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

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

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

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

$$=\overline{AB}^2+2\overline{AB}.\overline{BC}+\overline{BC}^2+\overline{CD}^2$$

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

يا

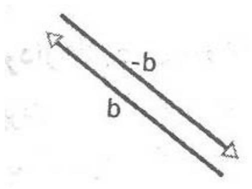
$$R^2 = a^2 + 2abCos\varphi + b^2$$

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

ب) دوکتورونو تفريق:

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

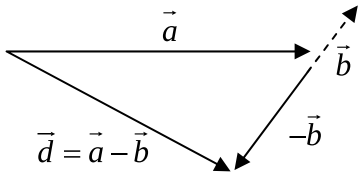
$$\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$$



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

له پورتنۍ رابطې نه معلومېږي 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 موږ د $\vec{a} - \vec{b}$ عمليه داسې تعريفوو لکه د $-\vec{b}$ وکتور د $\vec{a}$ په وکتور علاوه يا يې له هغه سره جمع کړي.

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



(۱- ۸) شکل د دوو وکتورونو تفريق

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 دې، يعنی:

$$\vec{b} = k\vec{a} \qquad (١-٦)$$

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

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

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

و) د وکتورونو سکالري ضرب Dot products

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

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

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

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 :

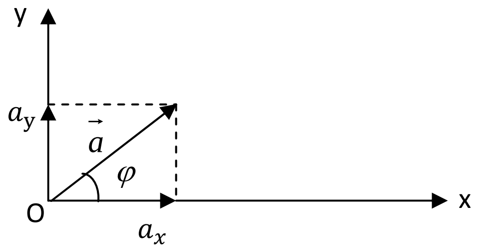
$$|\vec{c}| = \vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\varphi \qquad (١-٩)$$

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 نومړې وکتور مرکبې په لاندې ډول پیدا کوو.



(۱- ۹) شکل د وکتور تجزیه

د $\vec{a}$ وکتور له انجام نه یو عمود د x په محور او یو عمود د y په محور رسموو د نوموړوعمودونو تقاطع د x او y له محور سره د $\vec{a}$ د وکتور افقي مرکبه a_x او عمودی مرکبه a_y په لاس راکوی داسې چې:

$$a_x = a\ cos\varphi \qquad (۱− ۱۰)$$

$$a_y = a\ sin\varphi$$

۱− ۹: د فزیک بنستیز کمیتونه

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

ketabton.com - The Digital Library

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

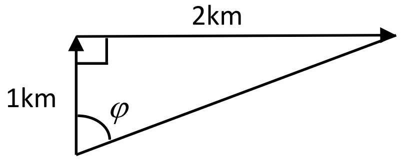
په بنسټیزو کمیتونو برسیره په فزیک کې زیات شمیر فرعي او یا اشتقاقي کمیتونه او د هغو واحدونه وجود لري. فرعي واحدونه د اصلي یا بنسټیزو واحدونو له ضرب او تقسیم څخه حاصلیږي. د بیلګې په توګه سرعت یو فرعي کمیت دي او واحد یې د SI په سیستم کې $\frac{m}{sec}$ دي، چې د دوو اصلي واحدونو له تقسیم نه حاصلیږي.کار په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

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

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

ب) د تغییر مکان دوکتور کچه او جهت.

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



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

د φ زاویه د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخیستنه پیدا کوو

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

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

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 ځانګړې کيږئ او په دا ډول کميتونو باندې محاسبه د عادي يا معمولي حساب د قاعدو تابع دي.
- د يو وکتور مرکبې عبارت دی له:

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

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

د لومړي فصل سوالونه

1. یوه فضايي سپوږمکۍ د 300km په ارتفاع د ځمکې په شاوو خوا راګرځي دا ارتفاع د يارد او ملي متر له جنسه پيدا کړئ؟ ځوابونه: ($3.282 \cdot 10^5\,yd : 3 \cdot 10^8\,mm$)

2. د ځمکې د کرې شعاع $6{,}37.10^6\,m$ ده. د هغې محيط په کيلو متر او مساحت يې په کيلو متر مربع حساب کړئ؟ ځوابونه: ($4 \cdot 10^4\,km; 5.096 \cdot 10^8\,km^2$)

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

4. هکتار د مساحت واحد دی ($1Ha = 10^4 m^2$) د ډېرو سکرو په يوه کان کې هر کال 75 هکتاره ځمکه د $26m$ په ژوروالي لوڅيږي او ليږدول کيږي معلوم کړئ چې په دې موده کې د ځمکې څومره حجم د کيلومتر مکعب په حساب ليږدول شوی دی؟ 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 کړئ؟ ځواب: $9.46 \cdot 10^{15}\,m$

6. د نور سرعت $3.10^8\,{}^{m}/_{sec}$ دی دا سرعت د ${}^{mm}/_{sec}$ له جنسه پيدا کړئ؟
ځواب: $3 \cdot 10^{11}\,{}^{mm}/_{sec}$

7. د ځمکې او لمر تر منځ واټن $1.496 \cdot 10^8\,km$ دی د لمر سرعت $3.10^8\,{}^{m}/_{sec}$ دی معلوم کړئ چې د لمر نور په څومره وخت کې ځمکې ته را رسيږي؟ ځواب: ($8.44\,min$)

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

ځواب: $1000\,{}^{kg}/_{m^3}$

9. په يوه مخزن کې $5700m^3$ اوبه دي د نوموړو اوبو کتله په کيلوګرام او ملي ګرام حساب کړئ؟ ځوابونه: $5.7 \cdot 10^{12}\,mg; 5.7 \cdot 10^6\,kg$

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ځواب: ($0.98\,ft/ns$)

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

الف) د اوسپنې د یوه اتوم حجم

ب) د ګاونډیو اتومونو د مرکزنو ترمنځ فاصله.

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

ketabton.com - The Digital Library

دويم فصل

كينماتيک Kinematics

سريزه: حركت څه ته وايي؟ كه چيرې يو جسم او يا هم د مادې اجسامو يو سيستم نظر يوې مبدې ته خپل موقعيت ته تغيير وركړي، نو ويل كيږي چې جسم او يا سيستم حركت كړيدي، كله كله داسې هم واقع كيږي چې د يو سيستم د ننه د اجسامو تر منځ فاصله تغيير مومي چه پدې حالت كې د سيستم د ننه حركت صورت مونډلې دي.
د مثال په توګه يو سرويس موټر چه سپرلي پكښې ناستې دی د موټر دهډې (تم ځای) څخه په ټاكل لورې خوځيږي، دلته ليدل كيږي چه موټر نظر هډې ته تغيير مكان كړی دی. همدا رنګه كيداې شي چه د سرويس موټر دننه دوه سپرلي خپل ځايونه سره بدل كړي، چه دلته دواړه سپرلي د خپلو پخوانيو څوكيو په نسبت موقعيت ته تغيير وركړيدي، خو نظر سرويس موټر ته هغوې دواړه د نورو سپرليو سره په موټر كې د ننه دي.
همدا رنګه كيداې شي چه نوموړې سرويس موټر په يوه وخت كې نظر هډې ته تغيير د مكان وكړي او د موټر پورتني ذكر شوې دواړه سپرلي هم ځايونه سره بدل كړي، پدې حالت كې موټر نظر هډې ته او سپرلي د موټر د ننه نظر خپلو څوكيو ته تغيير د موقعيت كړي. يو شمير نور مثالونه هم يادولې شو.

۲- ۱: حركت Motion

د اجسامو حركتونه په عمومي ډول نسبي خصوصيت لري، او هغه وخت ښه توضيح كيداې شي چه د حركت مبدأ معلومه وي. بايد ووايو چه حركت ډير ډولونه لري لكه ميخانيكي حركتونه، كيمياوي حركتونه، بيولوژيكي حركتونه، د لمريز نظامونوحركتونه او داسې نور اما مونږ يواځې دلته ميخانيكي حركتونه څيړو.
ميخانيكي حركتونه په دوه ډوله څيړل كيږي.

ketabton.com - The Digital Library

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

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

په دې فصل کې يواځې کينماتيک تشريح کيږي.

په کينماتيک کې ميخانيکي حرکتونه په زيات شمير سره موجود دى 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) غورځوني يا پرتابي حرکتونه: په مايل پرتاب کې د غورځول شوي جسم تګ لاره منحني خط دې.

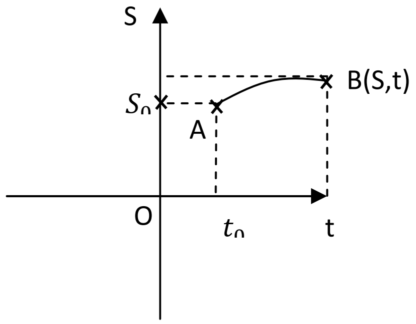
ج) دايروي او بيضوي حرکتونه: په داسې حرکتونو کې خوځنده اجسام په دايروي او يا بيضوي مسير باندې حرکت کوي. د نوموړو حرکتونو نه هر يوې په جلا جلا توګه توضيح کيږي.

۲– ۲: د حرکتونو د محاسبې سيستم

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

ketabton.com - The Digital Library

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

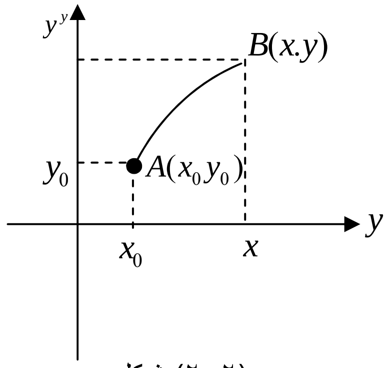


(۲- ۱)

$$s = f(t) \qquad (۲- ۱)$$

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

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



(۲- ۲) شکل

ketabton.com - The Digital Library

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

$$x = f(t)$$

$$y = f(t)$$

$$z = f(t)$$

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

۲– ۳: مستقيم الخط حرکتونه

مستقيم الخط حرکتونه په دوو ډولونو ويشل کيږي.

الف) مستقيم الخط متشابه منظم

ب) مستقيم الخط متشابه نامنظم (متغير حرکت)

مستقيم الخط متشابه منظم حرکت

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

ketabton.com - The Digital Library

۲ – ۴: سرعت Velocity

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

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

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 نوموړې خوځنده جسم د $(S_2 - S_1)$ فاصله په $(t_2 - t_1)$ وخت کې وهي په دې حالت کې د سرعت لپاره ليکلې شو چې:

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

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

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

(۲ – ۳) رابطه د منحنۍ سرعت معادله ده.

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

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

ketabton.com - The Digital Library

$$\Delta t \to 0$$

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

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

د متشابه منظم یو نواخت حرکت معادله

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

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

$$ds = \upsilon . dt$$

څرنګه چه په دی ډول یو نواخت سیده حرکت کې $\upsilon = const$ دي نو لیکلي 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 0 $t_0 = 0$ کې $v_0 = 0$ دی له دې کبله

$$s - s_0 = \upsilon t$$

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

وروستی رابطه د متشابه منظم حرکت معادله ده.

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

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

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

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

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

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، يعنې (۲- ۵) رابطه کې وضع کړو، نو ليکلې شو چې:

$$s=vt+s_0$$

يا

$$s=s_0+vt \quad ....(۲- ۷)$$

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

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

حل: له (۲- ۳) معادلې څخه لرو چې:

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

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

حل:

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

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

له (۲- ۳) معادلې څخه لرو چې:

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

۲- ۵: متشابه منظم متغير حرکت

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

ketabton.com - The Digital Library

شی د وخت په اوږدو تغير ومومي 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 ياديږي تعريف کيږي. د سرعت تغيير د وخت په نسبت تعجيل نوميږي او د رياضي له نقطه نظره پدې شکل ليکل کيږي.

$$a = \frac{v}{t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(\text{٧}-\text{٢})$$

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

$$a = \frac{dv}{dt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(\text{٨}-\text{٢})$$

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

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(\text{١٠}-\text{٢})$$

لحظوي تعجيل په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(\text{١١}-\text{٢})$$

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

ketabton.com - The Digital Library

۲- ۳ مثال: د یوې فضایي سپوږمکي منځنۍ تعجیل په داسې حال کې پیدا کړئ چې په خارجي فضا کې په 5,0sec کې یې سرعت له $1240\,{}^{m}\!/\!_{sec}$ څخه تر $1300\,{}^{m}\!/\!_{sec}$ پورې رسیږي؟

حل: د منځني تعجیل لپاره لرو چې:

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

۲- ۴ مثال: یو جسم د $12\,{}^{m}\!/\!_{sec}$ په سرعت سره حرکت کوي وروسته له 4sec وخت څخه د جسم لحظوي تعجیل پیدا کړئ؟

حل:

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

۲- ٦: د متشابه منظم متغیر حرکت معادله

مونږ پوهیږو چه

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

لدغه ځایه

که چیرې $t_0 = 0$ وی، نو لرو چې:

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

او یا هم

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

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

دغه رابطه د متشابه منظم متغیر حرکت معادله ده.

S – وهل شوې واټن

a – تعجیل (بیړه)

v_0 – لمړنۍ سرعت

S_0 – لمړنۍ وهل شوې واټن دی

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

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

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

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

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

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

او د سرعت معادلې یې عبارت دی له:

$$v = v_0 + at$$

$$v = v_0 - at$$

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

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

$$v = at$$

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

$$v = -at$$

ketabton.com - The Digital Library

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

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

که چیرې د t قیمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، لرو چې:

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

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

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

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

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

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

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

که چیرې $v_0 = 0$ وي

او یا هم $$a = \frac{v^2}{2s}$$

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

۲- ۵ مثال:

موټر د برک نيولو څخه وروسته 88m فاصله طی کوي او په دی وخت کې د موټر سرعت له $75\,{}^{km}/_{h}$ څخه تر $45\,{}^{km}/_{h}$ پورې کميږئ.

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

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

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

(الف)

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

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

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

(ب)

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

۲- ٦ مثال:

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

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

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

۲- ۷: آزاد سقوط Free Fall

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

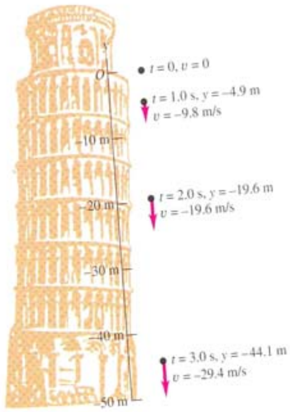
2. ددغه حرکت په وخت کې د ځمکې له خوا جسم ته تعجیل ورکول کیږي، چه دغه تعجیل په g سره ښودل کیږئ او د ځمکې د کروي شکل د درلودلو په علت د تعجیل قیمت د ځمکې په سر توپیر کوي، په افغانستان کې د ځمکې د جاذبې تعجیل $g = 9.81 \, m/\sec^2$ اټکل شویدی.

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

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

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

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:

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (۲- ۱۶)$$

پدې رابطه کې h ارتفاع g د ځمکې د ثقل تعجيل په ټاکلي 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:

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

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

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

$$v^2 = 2gh$$

ketabton.com - The Digital Library

$$v = \sqrt{2gh}$$ .... (۲− ۱۷)

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

۲− ۹: مخ پورته عمودي غورځونه

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

$$v = v_0 - gt$$

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

$$v_0 = gt$$

$$t = \frac{v_0}{g}$$ .... (۲− ۱۸)

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

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

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

$$v = v_0 - gt$$

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

$$t = \frac{v_0 - v}{g}$$ (۲− ۲۰)

ketabton.com - The Digital Library

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

څرنګه چه په اعظمي نقطه کې $v = 0$ دي، نو لیکلې شو چې:

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

اوس غواړو ثابت کړو چه د آزاد سقوط او مخ پورته غورځیدنې وخت پدې شرط چه ارتفاع مساوي وي سره مساوي دي یعني که د ازاد سقوط وخت t_1 او په عین ارتفاع سره د مخ پورته غورځیدو وخت t_2 وي $t_1 = t_2$ دي.

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

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

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

څرنګه چه $v = v_0$ دي نو لیکلې شو چه

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

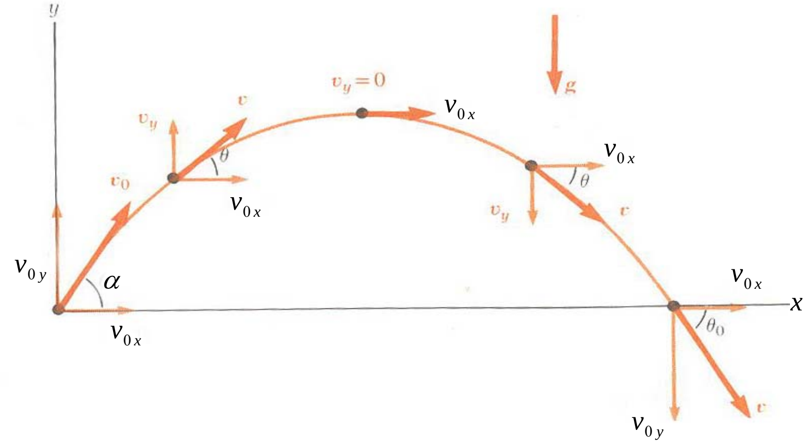
۲- ۱۰: مایله غورځونه Projectile motion

په عملي ژوند کې ډیر داسې کیږي چه یو جسم د یوه موقعیت څخه بل ته وغورځول شي، دا چه دغه غورځول شوې جسم چه په لمړنۍ v_0 سرعت سره د α زاویې لاندې د یوې مبدې څخه غورځول کیږي، پخپله تګ لاره کې په څرنګه مسیر یا لارې خوځیږي تر

ketabton.com - The Digital Library

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

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



(۲- ۴) شکل

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

که چیرې غورځول شوې جسم خپلې ډیرې لوړې نقطې یعنی د اوج نقطې ته ورسیږي هلته سرعت یعني $v_{0y} = 0$ کیږي لدغه ځایه:

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

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

د t په دغه قیمت سره د مرمی یا غیشې د رسیدو نیمایي فاصله د x په محور وهل کیږي.

که د t قیمت د x په لوری د حرکت په معادله کې وضع کړو. نو لیکلې 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 یادیږي د x د تیررس نمایي فاصله ده. د تیررس نیمایي فاصله که دوه چنده کړو، نو هغه فاصله لاسته راځي چه غورځول شوې جسم ورته د t په وخت کې رسیږي یعنی

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

د بلې خوا

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

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

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

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

د بلې خوا

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

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

د y په محور د سرعت معادله عبارت ده له:

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

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. ځرنګه چه په اعظمي لوړوالي کې د جسم سرعت صفر دې نو لیکلې شو چه

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

۲- ۸ مثال:

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

الف) د اوج د نقطې ارتفاع پيدا کړي؟

ب) څومره وخت وروسته توپ په ځمکه راوليږي؟

حل: د لومړنۍ سرعت مرکبې عبارت دي له:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

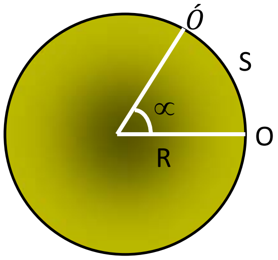
$$t = \frac{2\left(12,0 \, {}^{m}/_{sec}\right)}{\left(9,80 \, {}^{m}/_{sec^2}\right)} = 2,45 \sec$$

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

۲– ۱۲: دايره وي حرکت Circular Motion

دايره وي حرکت هغه حرکت ته ويل کيږي چه خوځنده جسم د دايرې پر محيط باندې راو ځرخي. 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 پورى 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.

$$S = R \propto \qquad (۲– ۲۸)$$



(۲- ۵) شکل

د دايرې په محيط باندې متشابه منظم حرکت:

فرضاً يو جسم د دايرې پر محيط باندې د O له موقعيت ځخه متشابه منظم حرکت باندې وخوځيږي او وروسته د t ټاکلي وخت ځخه 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

ketabton.com - The Digital Library

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

$$S = R\alpha$$

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

يعنی $S = Rf(\alpha)$

لکه څرنگه 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 تری حاصل کيږي.

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

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

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

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

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

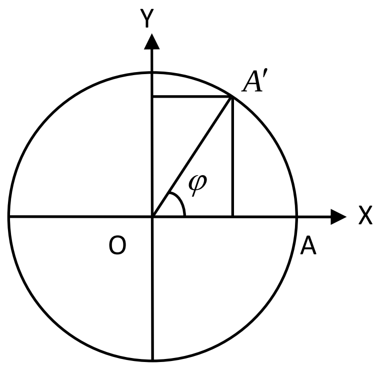
ketabton.com - The Digital Library

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

یوه دایره په پام کې نیسو چه شعاع یې R دي او مرکز یې د وضعیه کمیتونو د تقاطع یعنی مبدأ سره منطبق دی جسم د A له موقعیت $(R = OA)$ شخه د دایرې پر محیط کینې خواته د $\acute{A}$ په استقامت خوځی او وروسته د t له وخت شخه $\acute{A}$ موقعیت ته رسیږي. که چیرې د $\acute{A}$ شخه د OX او OY پر محور عمودونه رسم کړو نو لیدل کیږي چه د $O\acute{A}$ د X او Y پر محورونو ارتسام موندلې دي. د A شخه د Á به لور مرکزی زاویه که چیرې φ وبلل شي نو $\varphi = \omega.t$ کیږي ω زاویوی سرعت دي. د شکل مطابق د x او د y قیمتونه په لاندینۍ توګه حاصلولې شو.

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

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



(۲- ۶) شکل

همدا رنګه لیکلې شو چه:

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

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

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

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.

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

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

مجموعي سرعت عبارت دی له

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

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

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

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

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

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

ټوليز او يا محصله تعجيل عبارت دي له

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

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

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

$$a = R\omega^2 \text{ ....} \quad (۲- ۳٦)$$

د بلې خوا څرنګه چه

$$v = R\omega$$

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

او يا هم

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

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

۲– ۹: مثال:

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

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:

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

ketabton.com - The Digital Library

۲- ۱۴: د فصل لنډيز

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$v = v_0 + at \quad (۲- ۴۳)$$

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

$$a = \frac{v^2}{R} \qquad (۲- ۵۰)$$

ketabton.com - The Digital Library

د دویم فصل سوالونه

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

ځواب (30sec)

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

ځواب (494.9m)

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

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

5. د ځمکې او سپوږمۍ ترمنځ واټن $380000km$ دي. یوې مصنوعي سپوږمکې یا فضایي بیړې د نومورې واټن نیمایي برخه په 25 ساعتو کې او دویمه نیمایي برخه یې په 50 ساعتو کې طی کړه. د بیړې منځنی سرعت په لومړی نیمایي، دویمه نیمایي او په ټول واټن کې پیدا کړې حرکت مستقیم الخط فرض کړئ؟ ځوابونه ($7,6.10^{3}\,{}^{km}/_{h}$ ، $3,8.10^{3}\,{}^{km}/_{h}$ ، $5.7\cdot10^{3}\,{}^{km}/_{h}$)

ketabton.com - The Digital Library

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

ځواب: $(48\,{}^{km}\!/_{h})$

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

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

ځواب: $(0.40\,{}^{m}\!/_{\sec^2})$

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

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

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

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

ځواب$(42m)$

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

ketabton.com - The Digital Library

ځواب($14.14\, m/\sec$)

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

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

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

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

18. یو توپ په عمودي توګه پورته خواته غورځول شوې دی او له $3\sec$ وخت نه وروسته په هغه ځای بیرته راولوید له کومه ځایه چې اچول شوې وه. په کوم لومړنې سرعت توپ غورځول شوې وه؟ ځواب ($15\, m/sec$)

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 ياديږی يا هغه قوه چې ځمکه ټول شيان د هغې په واسطه ځان خواته راکشوي يا جذبوي د ځمکې د جاذبې يا ثقل قوه ده او هغه عبارت ده له

$$\vec{W} = m\vec{g} \qquad (۳- ۱)$$

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

ketabton.com - The Digital Library

۳–۲: د نیوټن لومړی قانون:

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

۳–۳: د نیوټن دویم قانون:

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

$$F \propto a$$

$$F = m.a \text{ ....} \quad (۳-۱)$$

په عمومي ډول لیکلې شو چې :

$$\sum F = ma \text{ ....} \quad (۳-۲)$$

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

$$F = ma$$

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

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

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

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

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

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

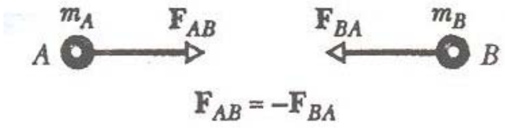
ketabton.com - The Digital Library

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

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



(۳- ۱) شکل

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

(۳-۷) رابطه د نيوتن دريم قانون دي.

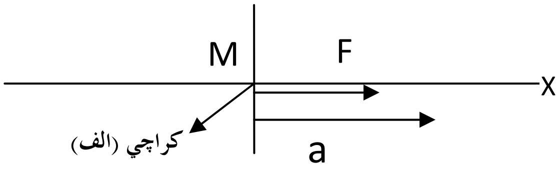
(۳-۱) مثال: يو سړى يوه باروړونکي کراچۍ چې کتله يې له بار سره 240 kg ده د جادې په مخ د 2.3 m په واټن د F = 130 N ثابتې افقي قوې په واسطه له خپل ځايه بې ځايه کړې ده د اصطکاک له قوې نه صرف نظر وکړې.

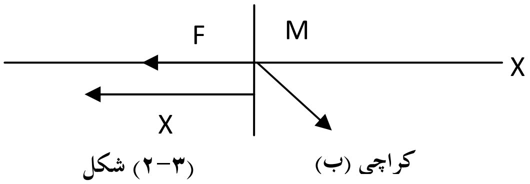
الف: که چيرې کراچۍ د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کړي وي د کراچۍ وروستې يا نهايي سرعت پيدا کړي؟

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

ketabton.com - The Digital Library

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





(۳-۲) شکل

فرضوو چې د F د قوې افقي مرکبه يعني F_x يوازيني افقي قوه ده چې 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 ښي خواته دي.

ب: د سرعت د لوری د بدلون لپاره لومړی 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:

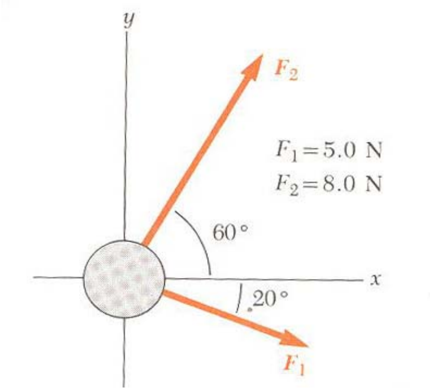
$$f_x = ma_x = (240kg)(-0.711m/sec^2) = -171N$$

ketabton.com - The Digital Library

د منفي علامه ښيې چې سرى بايد كراچي د x د كمبنت په لورى (يعني په منفي جهت) باندي كش كړى (۳−۲ ب) شکل.

(۳−۲) مثال: ديخ په مخ د حاكي د پنډوسکي (Hockey puck) كتله 0.3 kg ده، نوموړى پنډوسکي د اصطكاک پرته ديخ په مخ د (۳−۳) شکل سره سم د F_1=5N او F_2=8N قووتر اغيزي لاندي ښويږي (حركت كوي) د پنډوسکي تعجيل او د هغه جهت پيدا كړي

حل:



(۳- ۳) شکل

په افقي محور محصله قوه مساوي ده په:

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

د عمودي محورپه امتداد محصله قوه مساوي ده په:

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

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

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

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

اوس د پنډوسکي تعجيل پيدا كوو:

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

او د تعجيل جهت په لاندي ډول معلوموو:

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

ketabton.com - The Digital Library

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

۳− ۵: کتله او وزن Mass and Weight

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

$$= 24,5kg.m/\sec^2 = 24,5N$$

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

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

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

(الف) د سيارې په مخ د ثقل تعجيل

او (ب) د فضا نورد وزن پيدا کړې؟

حل:

الف) د حرکت له معادلو نه لرو چې:

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

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

ketabton.com - The Digital Library

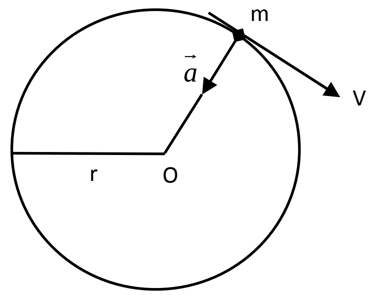
ب) د فضانورد وزن عبارت دی له:

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

۳– ٦: قوه په دایروي حرکت کې

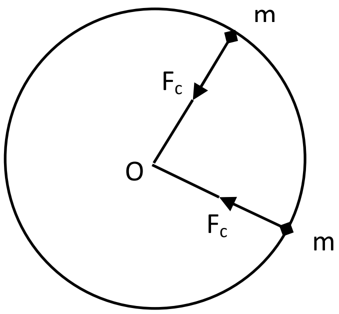
کله چې یو جسم د دایرې په مخ یا ددایرې په یوه قوس باندې په ثابت سرعت سره حرکت کوي، دی حرکت ته منظم یا یو نواخت دایروي حرکت وایي. په دایروي حرکت کې جسم مرکز ته مایل (*Centri Petal*) د ثابت تعجیل یا دوراني تعجیل درلودونکې دی ادا تعجیل عبارت دی له:

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



(۳- ۴) شکل

دا مرکز ته مایل یا دوراني تعجیل د یوې مرکز ته جذبونکې قوې (*Centri Petal Force*) په واسطه چې په جسم عمل کوي رامنځ ته کیږي.



(۳- ۵) شکل

ketabton.com - The Digital Library

د دی قوې کچه ثابته ده او د نيوتن د دويم قانون څخه لرو چې:

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

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 دی. 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 نګاه 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 $20\,{}^{m}\!/_{\sec}$ په ثابت سرعت سره حرکت کوي. په دی حالت کې مرکز ته جذبونکې قوه پيدا کړې؟

حل: د دوراني حرکت قوه عبارت ده له:

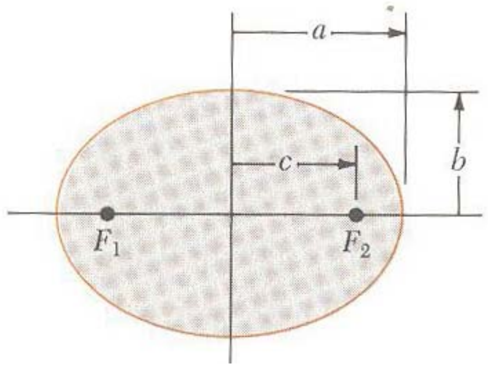
$$F_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} = \frac{1600\text{kg}\cdot\left(20\,{}^{\text{m}}\!/_{\text{sec}^2}\right)^2}{190\text{m}} = 3368.42\text{N}$$

۳- ۷: د کپلر 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 ياديږي 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.

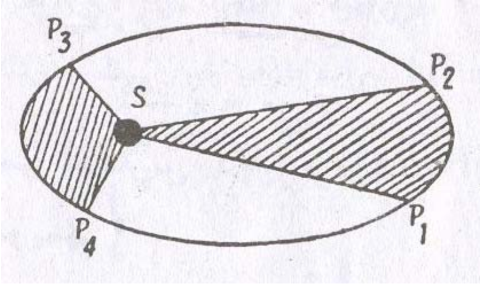
ketabton.com - The Digital Library



(۳- ۶) شکل

دویم قانون یا د مساحتونو قانون:

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



(۳- ۷) شکل

دریم قانون یا د حرکت د دورانونو قانون:

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

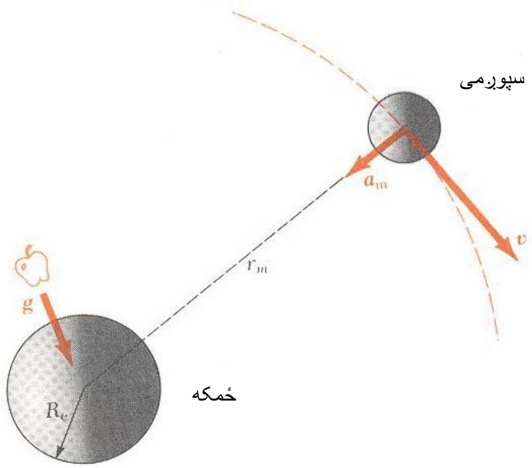
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \qquad (۳– ۱۱)$$

ketabton.com - The Digital Library

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

۳– ۸: د نیوتن د جاذبې قانون

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



د نیوتن د جاذبې قانون بیانوي چې:

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

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

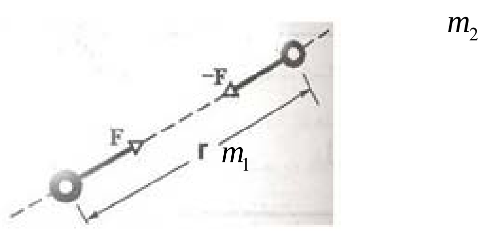
ketabton.com - The Digital Library

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:

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

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

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



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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

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

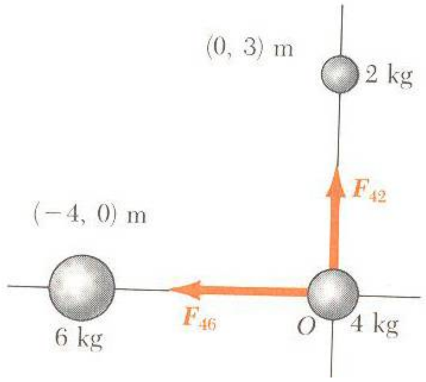
$$v_2 = \sqrt{2gR_E} = 11 \, {}^{km}/_{sec} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۳- ۱۵)$$

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

ketabton.com - The Digital Library

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

حل:



(۳- ۱۰) شکل

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

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

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

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

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

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

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

د پایله ایزې قوې کچه مساوي ده په:

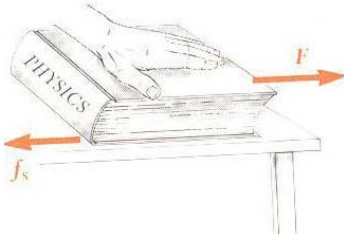
$$F_R = \sqrt{(-10,0)^2 + (5,93)^2} = 11,6.10^{-11}N$$

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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



(۳- ۱۱) شکل

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

هغه قوه چې د یو بل په مخ دوو جسمونو د ښویدو یا حرکت خنډ ګرځي د اصطکاک د قوې په نوم یادیږي. د اصطکاک قوه همیشه د جسم د حرکت په خلاف لورې عمل کوي.

په بل عبارت د اصطکاک قوه د یو بل سره په تماس کې دوو جسمونو د تغییر مکان او یا

ketabton.com - The Digital Library

یو د بل په نسبت د هغو د اجزاوو د تغییر مکان په وخت کې تبارز کوي. هغه اصطکاک چې د دوو جسمونو د نسبي تغییر مکان له امله رامنځ ته کیږي د خارجي اصطکاک او هغه اصطکاک چې د یوه جسم د اجزاوو په منځ کې پیدا کیږي (لکه مایع او ګاز) د داخلي اصطکاک په نوم یادیږي.

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

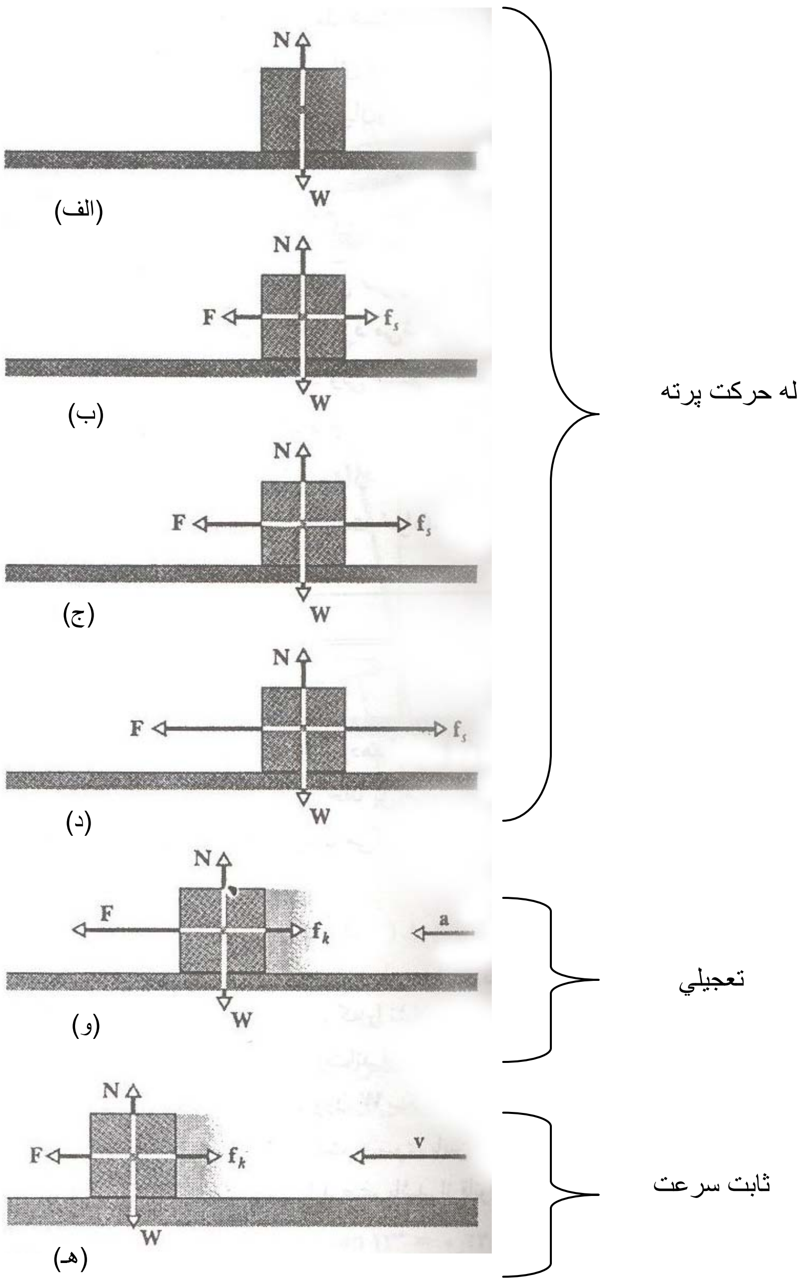
په (۳– ۱۲ ب) شکل کې د F قوه په جعبه واردوو او زیار باسو تر څو هغه کیڼې خواته کش کړو. په غبرګون کې د F_S د اصطکاک قوه را ظاهریږي چې جهت یې ښی خواته او په دقیقه توګه له هغې قوې سره مساوي ده چې په جعبه عمل کوي. د F_Sقوې ته د ستاتیکي اصطکاک قوه وایي.

د (۳– ۱۲ ب نه تر ۳– ۱۲ ج) شکلونه ښیي چې که وغواړې چې عامله قوه زیاته کړو د ستاتیکي اصطکاک قوه هم زیاتیږي او جعبه ساکنه پاته کیږي.

کله چې عامله قوه یوې ټاکلې کچې ته ورسیږي، جعبه د میز له سطحې نه خپل تماس شلوي او کیڼې خواته تعجیل اخلي (۳– ۱۲ و) شکل، د اصطکاک هغه قوه چې وروسته له دې د حرکت سره مخالفت کوي د دینامیکي یا حرکي اصطکاک قوې په نوم یادیږي.

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

ketabton.com - The Digital Library



(۳- ۱۲) شکل

ketabton.com - The Digital Library

۳– ۱۰: د اصطکاک ځانګړتیاوي

تجربه ښیي که چیرې یو جسم د یوې 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 کیږي چې لاندې ځانګړتیاوې لري.

لومړی: که چیرې جسم حرکت ونه کړي په دی صورت کې د ستاتیکي اصطکاک قوه F_s او د عاملې قوې F د سطحې سره موازي مرکبه یو له بل سره مساوي او یو د بل په مخالف لورې عمل کوي.

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

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

په پورتنی رابطه کې μ_s د ستاتیکي اصطکاک ضریب او N عمودي قوه ده. که چیرې د سطحې سره موازي د F مرکبه له $f_{s,\max}$ نه زیاته شي په دی صورت کې د حرکي اصطکاک قوه تبارز کوي او هغه مساوي ده په:

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

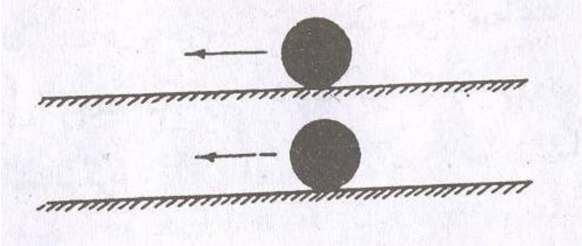
په پورتنی رابطه کې μ_k د حرکي اصطکاک ضریب دی. د (۳– ۱۶) او (۳– ۱۷) معادلې وکتوري معادلې نه دی، د f_s او f_k جهتونه همیشه د سطحې سره موازي او د حرکت په خلاف لوری دي او N په سطح باندې عمود ده.

د اصطکاک د قوو اصلي لامل د تماس لرونکو جسمونو د سطحو نا همواري دی که څه هم دا نا همواري په سترګو نه لیدل کیږي خو د اوپتیکي وسایلو په مرسته په وضاحت سره لیدل کیږي. د اصطکاک د قوو بل لامل د تماس لرونکو جسمونو د مالیکولونو او اتومونو ترمنځ متقابلې اغیزې دي.

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

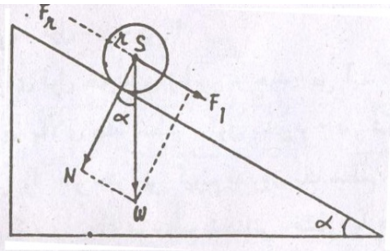
د رغړیدو په وخت کې اصطکاک هغه وخت رامنځ ته کیږي چې یو کروي یا استوانوي جسم د یوې سطحې په مخ ورغړي.د (۳– ۱۳) شکل سره سم یو کروي جسم په پام کې نیسو چې د افقي سطحې په مخ رغړي.

ketabton.com - The Digital Library



(۳- ۱۳) شکل

دلته کروي جسم په افقي سطحې فشار واردوي چې د سطحې په مخ ژوري رامنځ ته کوي.
د حرکت په وخت کې جسم خپله حرکي انرژي ضایع کوي او له حرکت نه پاته کیږي،
ځکه چې د کروي جسم د تماس د نقطې او افقي سطحې ترمنځ د اصطکاک قوه د جسم د
حرکت په مقابل کې عمل کوي. د اصطکاک دا قوه د رغړیدو د اصطکاک قوې په نوم
یادیږي. د رغړیدو اصطکاک قوه د ستاتیکي او حرکي اصطکاک په پرتله ډیره کوچنۍ ده.
(۳– ۱۴) شکل یوه استونه ښیي چې د یوې مایلې سطحې په مخ چې له افق سره د α
زاویه جوړه وي رغړي د نوموړې استواني وزن د هغې د ثقل په مرکز s کې عمل کوي.
که چیرې د رغړیدو اصطکاک نه وي، نو استوانه د مایلې سطحې په ډیر کم میلان سره
ښکته خواته په رغړیدو پیل کوي.



(۳- ۱۴) شکل

خو د استواني او مایلې سطحې ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک له امله یوه نښلیدنه (چسپش)
وجود لري، له دی کبله باید مایله سطحه د یوه ټاکلي میلان درلودونکې وي، ترڅو استوانه

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

په پورتنی 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 رغړیدو اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F_r = W\sin\alpha$$

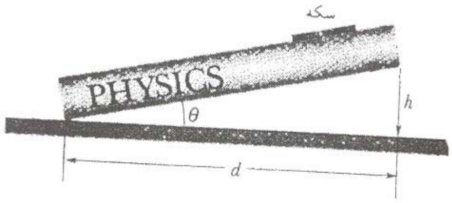
له بلې خوا له شکل نه لرو چې:

$$N = W\cos\alpha$$

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

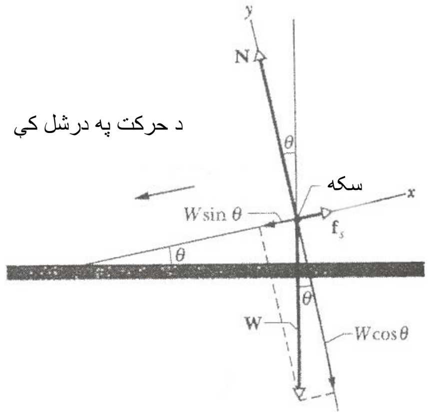
له (۳- ۱۹) رابطې نه معلومیږي چې د عین عمودي قوې N لپاره د رغړیدو د اصطکاک قوه د استواني د شعاع سره په معکوسه توګه متناسبه ده.

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



(الف)

ketabton.com - The Digital Library



(ب)

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

(ب) د قوو ګرافیکي انځور

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

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

ددې وکتوري معادلې افقي مرکبه عبارت ده له

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

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

د عمودي مرکبې لپاره لرو چې:

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

$$N = W \cos \propto \quad (۳- ۲۲)$$

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

$$N - W = 0$$

$$f = ma$$

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

۳– ۱۲: د فصل لنډيز

- قوه يو وکتوري کميت دی او د دوو جسمونو ترمنځ د ميخانيکي متقابلې اغيزې د اندازه کولو کمي مقياس او معيار دی. کله چې څو قوې په يوه جسم باندې اغيزه کوي د هغو ټوليزه اغيزه د هغې منفردې قوې معادل ده چې پر جسم باندې د اغيز منو قوو د وکتوري حاصل جمع او يا محصلې سره مساوي ده.
- د نيوټن د 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، يعنې.

$$\sum F = ma \qquad (۳- ۲۵)$$

- د قوې واحد د SI په سيستم کې N او هغه مساوي دی په $1kg\,{}^{m}\!/\!_{\sec^2}$.
- د يوه جسم وزن د ځمکې د جاذبې قوه ده چې په نومورې جسم باندې عمل کوئ. وزن يو ډول قوه ده، نو له دې 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:

$$W = mg \qquad (۳- ۲۶)$$

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

په پورتنۍ رابطه کې m_1 او m_2 د ذرو کتلې او r د هغو ترمنځ فاصله ده. G د جاذبې ثابت یو نړیوال ثابت او اندازه یې $6,67\cdot 10^{-11}\dfrac{N.m^2}{kg^2}$ ده.

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

د دریم فصل تمرین

1. د یوه فیل مرغ وزن $45N$ دی د فیل مرغ کتله پیدا کړئ؟ ځواب: $(4,59kg)$
2. د یوه فضا نورد کتله له ټولو تجهیزاتو سره $95kg$ ده. ددی فضا نورد وزن د سپوږمۍ په مخ چې د ثقل تعجیل یې $1,6 \, m/sec^2$ دي پیدا کړي؟ ځواب $(152N)$
3. د یوه سړي وزن $12Lb$ دي د نوموړي سړی وزن په N پیدا کړئ؟
ځواب:$(53,33N)$
4. یو جسم $200g$ کتله لري د نوموړي جسم وزن په dyn او N پیدا کړي؟
ځوابونه: $(1,96N \, ,196000dyn)$
5. د سمندر په سطح چیرې چې $g = 9,8 \, m/sec^2$ دی د یوه جسم وزن $25N$ دي د نوموړي جسم وزن به د X سیارې په مخ چې هلته $g = 3,5 \, m/sec^2$ دی څومره وي؟
ځواب: $(8,92N)$
6. یوه ګلوله چې کتله یې $1000g$ ده، د $50 \, cm/sec^2$ په تعجیل حرکت کوي هغه قوه پیدا کړي چې ګلولې ته یې دا تعجیل ورکړی دي؟ ځواب: $(5.10^4 dyn)$
7. د یوه جسم کتله $6kg$ او د $2 \, m/sec^2$ په تعجیل سره د حرکت په حال کې دي په جسم باندې عامله قوه پیدا کړي. ځواب: $(12N)$
8. د $F_1 = 20N$ او $F_2 = 15N$ دوه قوې په یو جسم چې کتله یې $5kg$ ده عمل کوي
الف)که چیرې د قوو ترمنځ زاویه 60° وي د جسم تعجیل پیدا کړي؟
ب) که چیرې د قوو ترمنځ زاویه 90° وي په دی صورت کې به د جسم تعجیل څومره وي. ځوابونه: (الف: $6.082 \, m/sec^2$، ب: $5.38 \, m/sec^2$)
9. که چیرې د $1kg$ کتلې یو جسم د $2 \, m/sec^2$ تعجیل چې جهت یې د X محور له مثبت لوری سره 20° زاویه جوړه وي درلودونکې وي:
الف) په جسم باندې د خالصې واردې قوې افقي او عمودي مرکبه پیدا کړي.

ketabton.com - The Digital Library

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

10. که چیرې د $1kg$ کتلې یو جسم $F_1 = (3,0N)\vec{i} + 14,0N\vec{J}$ او $F_2 = (2,5N)\vec{i} + (4,6N)\vec{J}$ قوو تر اغیزې لاندې تعجیل واخلي
الف) خالصه قوه د واحد وکتورونو له جنسه د هغې کچه او جهت
ب) خالصه قوه او
ج) د جسم تعجیل پیدا کړي.ځوابونه: (الف: $F = 5,5N\vec{i} + 18,6N\vec{J}$،
ب: $F = 19,39N$ ، ج: $a = 19,39\, m/\sec^2$)

11. د مایلې سطحې په مخ چې میلان یې $\propto = 15^\circ$ او طول یې $2m$ دې یوه جعبه قرار لري. که چیرې جعبه د سکون له حالت نه ښکته خواته په حرکت پیل وکړي پیدا کړي:
الف) د جعبې تعجیل
ب) د جعبې سرعت کله چې هغه د ځمکې سطحې ته رارسیږي.
ځوابونه: (الف: $(sin\alpha - \mu_s)g$ ، ب at)

12. یوه الماری چې کتله یې له هغو جامو سره چې پکې دی $45kg$ ده د سکون په حالت کې د کوټې په مخ ولاړه ده:
الف) که چیرې د ستاتیکي اصطکاک ضریب د کوټې د غولي او الماری ترمنځ $0,45$ وي هغه تر ټولو کوچنی افقي قوه چې الماری په حرکت راولې پیدا کړي؟
ب) که چیرې جامی چې مجموعي کتله یې $17kg$ ده له الماری نه وباسو په دی صورت کې به څومره قوې ته ضرورت وي. ځوابونه: (الف: $198.45N$، ب: $123.48N$)

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

14. یو کارګر د $35kg$ کتلې لرونکې یو صندوق په $110N$ قوه سره په افقي توګه کش کوي. د صندوق او د غولي ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب $0,37$ دی
الف) د غولی له خوا د اصطکاک څومره قوه په صندوق عمل کوي

ketabton.com - The Digital Library

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

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

الف) د اصطکاک د قوې کچه پیدا کړي

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

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

الف) که چیرې جسم ښکته خواته وښویږي

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

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

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

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

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

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

20. د یوه امتحاني توغندي سرعت د $1{,}8\sec$ په وخت کې د سکون له حالت نه $1600\,{}^{km}\!/_{h}$ ته رسیږي. که چیرې د توغندي کتله $500kg$ وي. د اړینې قوې اندازه پیدا کړي؟ ځواب: ($1{,}2\cdot10^5\,N$)

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

ketabton.com - The Digital Library

الف) د موټر سايکل ثابت تعجيل څومره دی

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

څلورم فصل

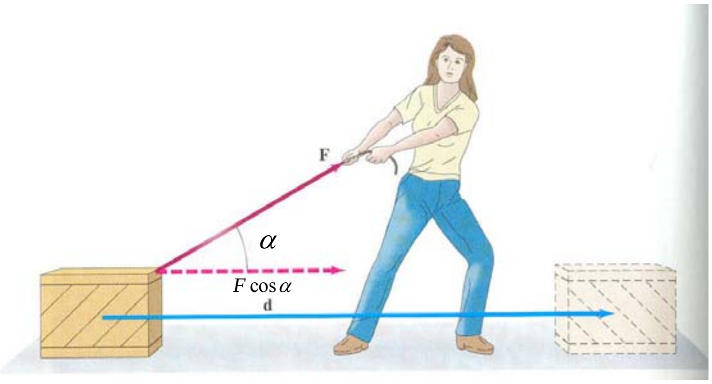
کار، انرژي او مومنتم

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

۴- ۱: کار Work

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

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



(۴- ۱) شکل

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

الف) که چیرې عامله قوه او د جسم تغیر مکان سره منطبق وي پدی حالت کې $\propto = 0$ او $\cos 0^0 = 1$ دی دلته $d = \ell$ او کار عبارت $W = F \cdot d$ څخه دي. د $\propto$ زاویې په لویدو سره اجرا شوې کار کمیږي دا ځکه چه د $\propto = \frac{\pi}{2}$ قیمت سره اجرا شوې کار یعنی $W = 0$ دي. دا په دی مانا نه دی چې ګوندی عامله قوه وجود نلري، عامله قوه خامخا شته خو تغییر مکان صورت نه نیسي، نو دا علت دی چه $W = 0$ کیږي. د کار د اندازه کیدو واحد ته $Joul$ ژول وائي. ژول هغه مقدار کار ته ویل کیږي چه یو نیوټن قوه یو جسم ته چه یو کیلوګرام کتله لري د یو متر په اندازه تغییر مکان ورکړي.

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

erg د ژول د اجزاو څخه دي.

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

$$1N = 10^5 dyne$$

$$1m = 10cm$$

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

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

$$1Joul = 10^7 erg \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۳-۴)$$

اوس غواړود فنر پوسیله اجرا شوی کار وڅیړو.

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

ketabton.com - The Digital Library

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

$$F \sim \Delta\ell$$

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

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

$$dw = F \cdot dx$$

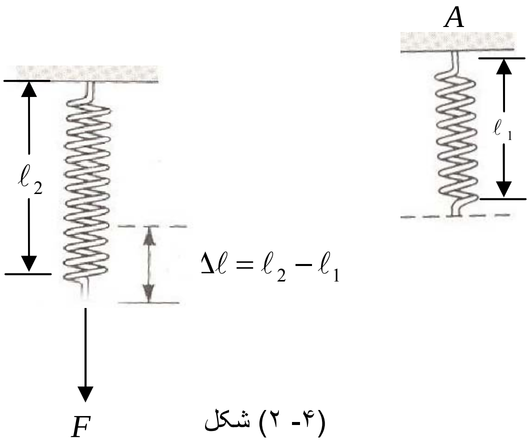
په پورتینې رابطه کې $F = -kx$ دی، منفي علامه د قوي او فنر د راکش کیدو یا تغییر مکان مخالف جهتونه ښیي. د پورتنې رابطې څخه لیکلې شو چې:

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

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

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

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



(۴- ۲) شکل

ketabton.com - The Digital Library

۴– ۱ مثال:

یو جسم د افقي سطحي په مخ د $300N$ قوې لاندې چې له افق سره 45° زاویه جوړوي د $10m$ په فاصله بی ځایه کیږي تر سره شوی کار پیدا 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 قابلیت ته ویل کیږي چه د کار د اجرا کیدو د مخه په یو جسم او یا سیستم کې موجود وي. کله چه په یوه ټاکلې ارتفاع کې یو جسم واقع وي، که چیرې موانع رفع شي نو جسم مخ ښکته د ځمکې په لور حرکت کوي او د یو کار د اجرا کیدو باعث ګرځي، داسې معلومیږي چه د کار د اجرا کیدو د مخه په نوموړې جسم کې د کار قابلیت موجود ؤ. همدارنګه کله چه په یوه ناوه کې له تیریدو وروسته او به په شدت سره د ژرندی به څرخ لګیږئ د څرخ پرې ګرځي او په نتیجه کې د ژرندی پلونه څرخوی. که چیرې عین مقدار اوبه په یوه اواره ویالی کې په څرخ ولګیږي، نو څرخ نه تاویږي او په نتیجه 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 نتیجه کې د ژرندې پلونه ګرځولې شي. ولاړو اوبو کې مخکې له حرکت څخه د کار قابلیت موجود ؤ. د انرژی ډولونه خورا زیات دی لکه میخانیکي انرژي، هستوي انرژي، برښنایي انرژی، لمریزه انرژي او داسې نور. په عمومي توګه انرژي پر دوه برخو ویشل کیږي:

الف. مروجه یا معمول انرژي

ب. نوې او د نوې کیدو وړ انرژي

د لمرۍ برخې انرژي ځانګړتیاوې دا دي:

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

ب. د یو ځای څخه بل ځاي ته د لیږد وړ دي

ketabton.com - The Digital Library

ج. خلاصيدوونكې دي

نوې او د نوې كيدو وړ انرژي د پورتنيو څخه پدې ډول توپير كيږي

الف. نه خلاصيدونكې منابع لري، لكه لمر

ب. په ټاكلي او د پيداكيدو په محل كې ګټه ترى اخستل كيداى شي.

ج. د ترانسپورتي وسايلو په مرسته د ليږد وړندې همدا رنګه يو شمير نورې ځانګړتياوې شته چه د هغوى د ذكر څخه دلته صرف نظر كيږي. د ميخانيكي انرژي دوه مهم ډولونه د پوتانشيال او حركي انرژي څخه عبارت دى. چه په لاندې ډول تشريح كيږي.

۴– ۳: پوتانشيال انرژي:

هغه انرژي چه په يو سيستم او يا جسم كې د هغه د حالت د بدلون له كبله رامينځ ته كيږئ، پوتانشيال انرژي په نوم ياديږي. ددغه تعريف څخه په ګټه اخيستنه د ځمكې د ثقل اړوند پوتانشيال انرژي توضيح كوو.

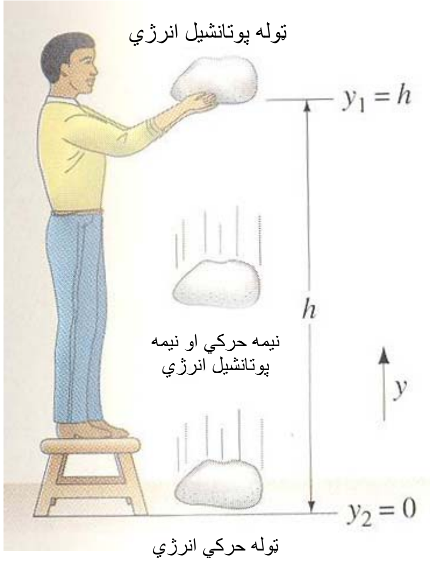
يو جسم د ځمكې په سطحه باندې په نظر كې نيسو په دغه جسم يو كار اجرا كوو او جسم د ځمكې له سطحې څخه د h په ارتفاع باندې پورته كوو په نوموړې ارتفاع كې دغه اجرا شوې كار زيرمه كيږي كه د جسم وزن $p = mg$ وي چې همیشه د ځمكې د سطحې خواته متوجه دى د هغه په وړاندې اجرا شوې كار عبارت دى له $W = p \cdot h = mgh$

او يا هم

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

ويلى شو چه كه چيرې د نوموړې جسم څخه مانع لرې او يا يې د h له ارتفاع څخه خوشې كړو د ځمكې لورته حركت كوي او كار اجرا كوي چه دغه اجرا شوى كار د $W = mg \cdot h$ څخه عبارت دي يعنې هغه اندازه كار چې مخكې په جسم باندې ترسره شوې دى (۴– ۵) اړيكه د پوتانشيل انرژي په بڼه په جسم كې زيرمه كيږي.

ketabton.com - The Digital Library



(۴- ۳) شکل

۴- ۴: حرکي انرژي Kinetic Energy

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

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

$$W_p = mg \cdot h$$

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

که دا قیمت په پاسنۍ رابطه کې وضع کړو

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

د انرژي د اندازه کیدو واحدونه:

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

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

همدا رنګه

$$1N = 10^5 dyne$$

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

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

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

$$1Joul = 10^7 erg$$

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

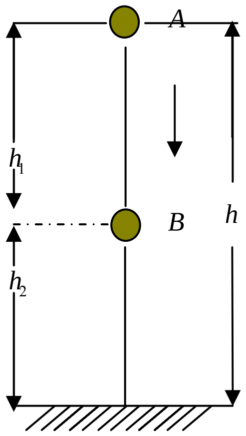
انرژي د یو شکل څخه په بل باندې اوړي یعنې انرژي خپل شکل بدلوي، نه دا چه له منځه ځي په یو معین موقعیت کې د انرژي کمیت ثابت پاته کیږي. او که چیرې یو ډول انرژي په بل ډول واوړی، نو حتماً بل ډول انرژي زیاتیږي چه په نتیجه کې د دواړو حاصل جمع د لمړی ځل په پرتله سره مساوي دی. یعنی ثابت پاتی کیږي.

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

ketabton.com - The Digital Library

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

$$E_A=mg\cdot h \qquad (۴- ٦)$$



شکل (۴- ۴)

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

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

یعنی د B په موقعیت کې مجموعي انرژي

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

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

$$E_B=mgh_2+mgh_1$$
$$E_B=mg\left(h_2+h_1\right)$$

د شکل مطابق $h_2+h_1=h$ دي

$$E_B=mg\cdot h \qquad (۴- ۷)$$

ketabton.com - The Digital Library

که چیرې د (۴− ٦) او (۴− ۷) رابطې سره پرتله کړو ګورو چه د A او B په موقعیتونو کې د ذخیروي او حرکي انرژي حاصل جمع ثابت پاتې کیږي، په داسې حال کې چه د A په موقعیت کې $E_k = 0$ دي. لدغه ځایه نتیجه اخلو، چه د جسم په هر موقعیت کې:

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

۴− ۲ مثال: د یوه پنډوسکی (Ball) کتله $0,2kg$ او سرعت یې $15\,{}^{m}\!/_{\sec}$ دي

الف) د هغه حرکي انرژي پیدا کړې؟

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

حل: د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

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

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

۴− ٦: مومنتم او ضربه:

کله کله فزیکي حوادثو کې د سیستم او یا جسم د حالت بدلون، په خاصو حالاتو کې مطالعه کیږي او دغه خاص حالت، د سیستم حاصل شوې بدلون په خورا ښه توګه توضیح کولای شي.

د نیوتن د دویم قانون څخه په ګټې اخیستنه لیکلې شو چې:

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

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

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

د پورتنۍ رابطې څخه لیکلې شو چې:

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

څرنګه چه په کوچنۍ لحظه کې د P بدلون کوچنۍ دی یعنی:

$$p-p_0=\Delta p$$

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

نو لیکلې شو چه

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

او یا هم

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

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

ددغې رابطې څخه یو ځل بیا داسې ښکاري، چه قوه د مومنتم د تغییر څخه عبارت دي. لکه د قوې غوندې مومنتم هم یو وکتوري کمیت دي باید پټه پاتې نه وي چه د میخانیک فزیک کتلوي مودل د یوې مادې نقطې ځینی عبارت دي. اما د اجسامو د میخانیکي خصوصیاتو په مطالعه کې د مادي نقاطو د اجسامو د اوزانو وکتوري محصله چه د جسم د ثقل په مرکز کې عمل کوي، د وکتور د عمل نقطه په نظر کې نیول کیږي.

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

ketabton.com - The Digital Library

۴- ۷: طاقت :Power

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

$$p=\frac{w}{t} \qquad (۴- ۱۱)$$

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

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

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

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

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

حل:

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

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

ketabton.com - The Digital Library

۴- ۸: د فصل لنډيز

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

$$W = Fd\cos\alpha = F\cdot d \qquad (۴- ۱۳)$$

په پورتنۍ رابطه کې α 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:

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

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

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

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

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

$$p = \frac{w}{t} \qquad (۴- ۱٦)$$

- د انرژي د تحفظ قانون په لاندې ډول دي:

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

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

$$P = mv \qquad (۴- ۱۸)$$

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

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 بی ځايه کوي. اجرا شوي 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 غولي نه د ميز سرته چې ارتفاع يې $75cm$ ده پورته کړ. اجرا شوي کار محاسبه کړئ؟ ځواب: ($7350erg$)
5. يو کرين د $20KN$ يو وزن د $5m$ په لوړوالي پورته کوي. د کرين کار پيدا کړي؟ ځواب: ($10^5 J$)
6. د $20g$ يوه مرمي په عمودي 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 لوبغاړی 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 خرخ له بنويدو پرته د $5 \, m/\sec$ په سرعت سره په افقي سطحه باندې رغړي. د خرخ 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 بی ځايه کړي. اجرا شوي کار پيدا کړي؟ ځواب: ($86.6J$)

ketabton.com - The Digital Library

10. که چیرې د فضايي بېړۍ او له هغې سره د نیښتی توغندي کتله $2{,}9\cdot10^{5}kg$ وي او د $11{,}2\,{km}/{sec}$ په سرعت سره حرکت وکړي د هغوی حرکي انرژي حساب کړئ؟

ځواب: ($1.8\cdot10^{13}J$)

11. د لاندنیو شیانو حرکي انرژي محاسبه کړئ.

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

ب) مرمۍ چې کتله يې $4{,}2g$ او سرعت يې $950\,{m}/{sec}$ دی

ج) فضايي بېړۍ 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 کړئ؟ 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 چیرې په $2\,{m}/{sec^{2}}$ تأخيري تعجيل (تأجيل) سره د نوموړې خط په مخ ودريږي. پيدا کړئ

الف) د هغه د دريدو لازمه قوه

ketabton.com - The Digital Library

ب) د تأجيل په وخت کې طی کړل شوې واټن

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

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

16. د توپک مرمۍ 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 ښځو متوسط قد) د همدغو مره اندازېويني د لوړولو له کار سره مساوي وي او د ويني 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 نومړې 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: ($0,80m$، $2m$ ، $-40J$ ، $100J$)

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 زياتوالي په پايله کې جامد په مايع او مايع په ګاز اوړي. ماده په جامد حالت کې د ټاکلي حجم او ټاکلي 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 ښيې.

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

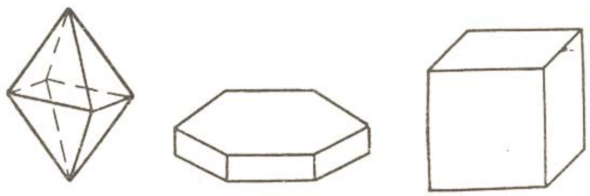
ماده د ګاز په حالت کې نه ټاکلي حجم لري او نه هم ټاکلي شکل او د خپل حجم او شکل د بدلون په وړاندې هيڅ ډول مقاومت له ځانه، نه ښيې. نو ځکه ګاز په ډېر کم وخت کې ټوله هغه فضا اشغالوي چې په واک کې يې ورکول کيږي. په جامد او مايع اجسامو کې د ماليکولونو ، اتومونو او ايونونو ترمنځ قوې د پام وړ دي او دا ذرې په ټاکلو فاصلو کې يو له بل نه قرار لري. په دی اجسامو کې د ماليکولونو ترمنځ د قوونه ناشي متوسطه پوتانشيل انرژي د ماليکولونو د حرارتي حرکت د متوسطې حرکي انرژي نه زياته ده $\left(\overline{W}_p \succ \overline{W}_k\right)$. په بل عبارت د ماليکولونو حرکي انرژي د ماليکولونو ترمنځ د جاذبې په قوه باندې د غلبې لپاره کفايت نه کوي.

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

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.

ketabton.com - The Digital Library

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

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

۵ – ۱: ارتجاعي قوه Elastic Force

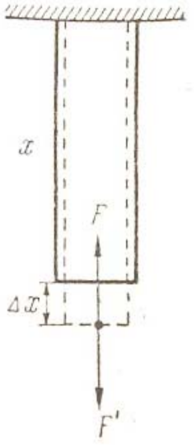
مخکې مو ولوستل چې قوه کولې شي یوه جسم ته تغییر د شکل ورکړې او یا د هغه جوړونکې ذرې یو د بل په نسبت بی ځایه کړي. په دی صورت کې (د نیوتن د دریم قانون سره سم) د تغییر موندونکې جسم په داخل کې د تغییر راوړونکې قوې په مقابل کې قوه را پیدا کیږي چې کچه یې د تغییر راوړونکي قوې سره مساوي ده دا قوه د ارتجاعي قوې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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

په پورتنۍ رابطه کې k د تناسب ضریب دي. (۵– ۱) رابطه د هوک د قانون په نوم یادیږي. د منفي علامه د ارتجاعي قوې او تغییر مکان د مختلفو جهتونو څرګندویه ده.
که چیرې د تغییر راوړونکې یا خارجي قوې له رفع کیدو وروسته ارتجاعي قوې په بشپړه توګه د جسم لومړۍ بڼه او اندازه اعاده کړي دا ډول تغییر شکل ته ارتجاعي تغییر شکل وایي. د کوچنیو تغییر مکانونو (Δx) په صورت کې د حقیقي اجسامو تغییر شکل ارتجاعي ګڼلې شو. د لویو Δx په صورت کې د جسم په اصطلاح باقي مانده تغییر شکل رامنځ ته کیږي چې په بشپړه توګه د هغه بڼه او اندازه نه اعاده کیږي. په ډیرو سترو تغییر شکلونو کې ښایي جسم مات او خپل اصلي حالت له لاسه ورکړي.
اوس د (۲– ۸) شکل سره سم د یوې میلې د یو طرفه انبساط ارتجاعي تغییر شکل مطالعه کوو.



(۵- ۲) شکل

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

ketabton.com - The Digital Library

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

له دی ځایه:

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

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

د (۵- ۲) له رابطې نه لرو چې:

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

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

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

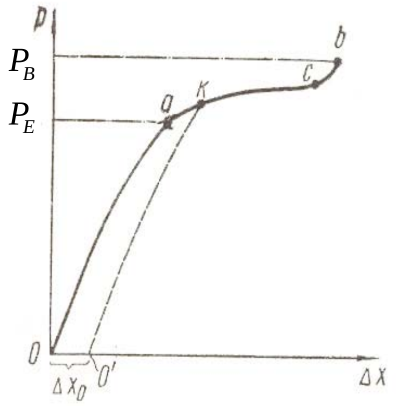
مخکې مو د جامد جسم تغییر شکل په لنډ ډول مطالعه کړ اوس د جامد جسم او کرستالونو د جوړښت په پام کې نیولو سره د هغه تغییر شکل په ژوره توګه او هر اړخیز ډول مطالعه او بررسي کوو. د جسم تغییر شکل د یوه ګراف په واسطه رسموو. د بیلګې په توګه د یوې میلې د یو طرفه انبساط تغییر شکل په پام کې نیسو. په افقي محور د میلې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

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

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

(۵- ۳) شکل.

ketabton.com - The Digital Library



(۵- ۳) شکل

د کمو فشارونو په صورت کې انبساط تقريباً د فشار سره متناسب دي. (د هوک قانون) د تغيير شکل دا ساحه د ارتجاعي تغيير شکل په نوم ياديږي. په ګراف کې دا ساحه د oa له خط سره مطابقت لري. د P_E فشار چې د oa خط د a له نقطې سره مطابقت لري د ارتجاعيت د حد په نوم ياديږي.

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

د یادولو وړ ده چې د ارتجاعي تغییر شکل په صورت کې هم د جسم لومړنۍ بڼه په آنی اوسم دستي توګه نه اعاده کیږي، بلکې د یو څه وخت نه وروسته چې کله کله دا وخت بنایي څو ساعته او یا څو ورځې وي اعاده کیږي. دا پدیده د ارتجاعي وروستنۍ عمل په نوم یادیږي.

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

د تودوخې په زیاتوالي سره د جامد جسم د ذرو حرارتي حرکت ګړندی کیږي او د دوی ترمنځ منځنۍ واټن زیاتیږي. له دې کبله جامد جسم د ګرمولو په پایله کې پراخیږي یا انبساط کوي. تجربه ښیې چې د یوې میلې د طول زیاتوالي یعنی انبساط $\Delta \ell$ د خطي انبساط په صورت کې د هغه د تودوخې له بدلون سره متناسب دي، یعنی:

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

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

$$\ell = \ell_0 \left(1 + \propto t\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵– ٦)$$

له دې ځایه:

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

له پورتنۍ رابطې نه د خطي انبساط ضریب ($\propto$) د میلې له هغه نسبي انبساط څخه عبارت دي چې د سانتي ګرید یوې درجې په پایله کې رامنځ ته کیږئ او واحد یې $\frac{1}{grad} = grad^{-1}$ دي. د جامدو اجسامو لپاره $\propto$ د $\left(10^{-6} - 10^{-5}\right) grad^{-1}$ په شا او خوا کې ده.

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 $3\propto=\beta$ وي په دی صورت کې

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

(۵– ۱) جدول د خطي انبساط ځو ضريبونه

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

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

۵– ۴: ارتجاعیت Elasticity

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

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

ketabton.com - The Digital Library

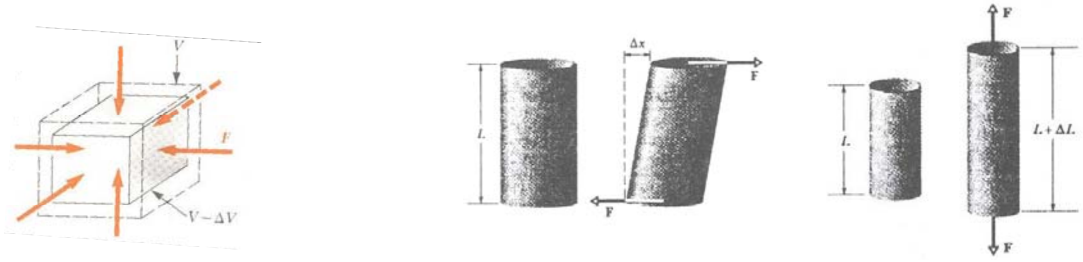
شکل کړي دي. په (۵– ۴ ج) شکل کې يو جامد جسم (مکعب) په مايع کې قرار لري او له هرې خوا د مايع د فشار قوه په هغه باندې عمل کوي. کوم شی چې په دی درې ډوله تغيير شکل کې ونډه لري او يا شريک دي هغه تنش (Streen) يا د تغيير شکل عامله قوه په واحده سطحه دي چې کشش (Strain) يا واحد تغيير شکل $\frac{\Delta L}{L}$ رامنځ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

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

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

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

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



(ج) (ب) (الف)

(۵- ۴) شکل

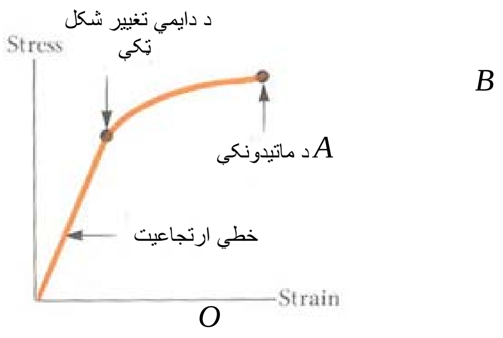
(۵– ۴ الف) شکل کششي تنش، (۵– ۴ ب) شکل برشي تنش او (۵– ۴ ج) شکل هايدروليکي تنش دي. د (۵– ۴) شکل پورته درې واړه حالتونه د (Stress) فشار

ketabton.com - The Digital Library

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

$$Stress = Elastic\ Modulus \times Strain \ldots\ldots\ldots\ldots(٥-١١)$$

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



(٥- ۶) شکل

له (٥- ٦) شکل نه معلوميږي چې د کوچنيو کششونو لپاره د فشار او کشش ترمنځ اړيکه خطي ده، يعنی د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې فشار د کشش سره متناسب دي. په دی توګه خط يعنی د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې ليدل کيږي چې که چيرې فشار بيرته صفر کړو کشش هم صفر کيږي، نو له دی کبله د جسم کشش ارتجاعي دي او ويل کيږي چې جسم د ارتجاعيت خاصيت لري (د هوک قانون). که چيرې فشار د A له نقطې نه زيات کړو جسم دايمي تغيير شکل کوي او که فشار نور هم زيات کړو او د B نقطې ته ورسيږو، نو په دی صورت کې جسم ماتيږي يا ټوټه کيږي.

ketabton.com - The Digital Library

۵– ۵: کشش او تراکم

د ساده کشش یا تراکم لپاره فشار (Stress) د $\frac{F}{A}$ په ډول تعریفیږئ. یعنی قوه تقسیم په هغه سطحه چې قوه وربانديې عمل کوي قوه لکه څرنګه چې په (۵– ۵) شکل کې لیدل کیږي په سطحه باندې عموده ده. له دی کبله کشش یا واحد تغییر شکل له واحد پرته د $\frac{\Delta L}{L}$ یو کمیت دي. که چیرې یوه اوږده میله په پام کې ونیسو او فشار په (۵– ٦) شکل کې د A له نقطې نه تیرۍ ونکړې هغه وخت که چیرې فشار اعمال شي نه یوازې ټوله میله، بلکې د میلې هره برخه یو شان کشش زغمئ، څرنګه چې کشش واحد نه لري په (۵– ۱۱) رابطه کې د ارتجاعیت مودل د فشار په شان واحد لري، یعنی قوه پر سطحه.

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

۵– ٦: بیاتي کول (برش) Shear

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

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

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

بیاتي کونکې کششونه د هډوکو په ماتیدو کې خورا مهم رول لري.

۵– ۷: هیدرولیکي فشار (Streen)

په (۵– ٦ ج) شکل کې فشار په جامد جسم باندې د مایع له خوا د P وارد فشار دي او دمایعاتو له مبحث نه پوهیږو چې فشار عبارت له قوه په واحد سطحه باندې دي. کشش (Strain) $\frac{\Delta V}{V}$ دي، چې V د جسم اصلي حجم او ΔV د حجم د بدلون مطلقه کچه ده. د هیدرولیکي فشار مودل د B په توري ښودل کیږي او د موادو د تراکمي مودل په نوم یادیږئ. په دی حالت کې ویل کیږي چې جسم د هیدرولیکي تراکم لاندې دي او فشار یې د هیدرولیکي تنش په نوم یادیږي. د هیدرولیکي فشار یا تنش لپاره (۵– ۱۱) معادله په لاندې ډول لیکل کیږي.

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

(۵- ۱) مثال: د $102kg$ یو بار د یوه سیم په واسطه چې طول یې $2m$ او د مقطع مساحت یې $0,1cm^2$ دي کشکول کیږي. نوموړي سیم د $0,22cm$ په اندازه له خپل لومړني طول نه اوږدیږي. ددی سیم انبساطي فشار، انبساطئ کشش او دیانګ مودلس پیدا کړي؟

حل:

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

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

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

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

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

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

حل:

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

۵– ۸: د فصل لنډيز

- د هوک قانون عبارت دي له:

$$F = -k\Delta x \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۵- ۱۵)$$

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

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

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

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

په پورتنۍ رابطه کې $\frac{\Delta L}{L}$ د جسم *Strain*، F وارده قوه چې د جسم د *Strain* لامل ګرځي، A مقطع چې د (۵– ۴) شکل سره سم د F قوه په هغې عمود واردیږئ او E د جسم ديانګ مودولس دي. *Stress* مساوي دي په $\frac{F}{A}$.

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

ketabton.com - The Digital Library

د پنځم فصل سوالونه

1. د $5KN$ یو بار د یوې میلې په یوه سر پورې چې قطر یې $28mm$ دی ځړېږي په میله کې میخانیکي فشار (Stress) پیدا کړئ؟ ځواب: ($8,1MP_a$)

2. په کوم حالت کې یوه ټاکلې خښته پخپله لاندینۍ خښته زیات فشار واردوي کله چې د اخښته په ولاړې کېښودل شي یا په لماستې؟ ځواب (په ولاړې)

3. یو سیم چې اوږدوالې یې $5,4m$ دی د یوه وزن د اغیزې لاندې $2,7mm$ اوږد شو. د سیم نسبي اوږدوالې پیدا کړئ؟ ځواب ($5,0\cdot10^{-4}$)

4. د یوې میلې مطلق او نسبي د طول زیاتوالي یا اوږدیدنه په ترتیب $1mm$ او $0,1\%$ دي. د میلې طول له تغییر شکل نه مخکې څومره وه؟ ځواب ($1m$)

5. د یوې پولادی میلې پورتنۍ سرمحکم او په کښتنی سر کې یې د $20KN$ وزن ځړیږي. د میلې طول $5m$ او د مقطع مساحت یې $4cm^2$ دی. په میله کې میخانیکي فشار (Stress) او د هغې مطلق او نسبي اوږدیدنه پیدا کړئ که چیرې د میلې د موادو د ارتجاعیت مودل $20\cdot10^{10}Pa$ وي؟

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

6. د یوې پولادي میلې قطر باید څومره وي تر څو د $25KN$ وزن له اغیزې لاندې د هغې میخانیکي فشار مساوي $60MP_0$ شي. همدارنګه که چیرې د میلې لومړنۍ طول $200cm$ وي د هغې مطلق او نسبي اوږدیدنه پیدا کړئ؟

ځوابونه: (الف $6.27mm$ ، ب $0,60mm$)

7. د لرګۍ ستېه (کنده) چې لوړوالې یې $3m$ او پنډوالې یا د مقطع مساحت یې $300cm^2$ دی که چیرې د ارتجاعیت ضریب $10\cdot10^{3}MPa$ وي د $500KN$ قوې تر اغیزې لاندې د کندې مطلق تراکم پیدا کړئ؟ ځواب: (5mm)

8. د یوه مسي سیم سره چې د مقطع مساحت یې $0,5mm^2$ دی څه واقع کیږي که چیرې د هغه له آزاد انجام نه د $1kg$ ، $2kg$ ، $5kg$ او $10kg$ کتلو لرونکي اجسام وځړول شي؟ځواب: (په څلورو اړو حالتونو کې سیم حرکت کوي اوږدیږي.)

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 اجساموته ويل کيږي چه د ماليکولو ترمينځ فاصله ئی نظر جامدو اجسامونه زياته او نسبت غازونوته کمه وي. د اوبلنو اجسامو ماليکولونه د جامدو اجسامو پرخلاف ازادانه حرکت 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 څيني پخپلو فزيکي خواصو کي توپير کيږی .

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

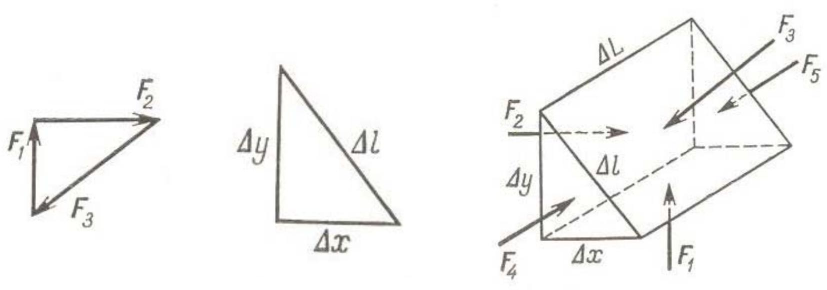
٦– ١: د سيالو اجسامو ستاتيکي حالت Fluid Statics

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

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

ketabton.com - The Digital Library

په حالت کې نه وي، نو د غوپه شوې جسم په خارجي سطح باندې د سیال لخوا مساوي قوې واردیږي. باید زیاته شي چه سیال باید متجانس ترکیب ولري.ددې موضوع په اړوند یوه عالم د پاسکال (Pascal) په نامه څیړنې کړې او دائې ثابته کړې چه د یو غو په شوي جسم په خارجي سطحه باندې د سیال لخوا مساوی قوې عمل کوی، په دی شرط چه داخلي قوې موجودی نه وی، په داسې حالت کې جسم په سیال کې د تعادل حالت اختیار وي. مونږ دغه موضوع په سیال کې غو په شوي یو جسم باندې د شکل مطابق څیړو.
په شکل کې د وکتورونو جهت په جسم باندې د عاملې قوې لوري (جهت) ښیې.



(ب)

(الف)

(۶- ۱) شکل

د تعادل حالت د نوموړی منشور ډوله جسم لپاره هغه وخت شوني دي چه په جسم باندې د سیال لخوا د وارد شویو قوو محصله صفر وی. یعنې:

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

پورتني رابطه په لاندینیو دوو معادلو باندې ویشو او داسې ئې لیکلو $F_4 + F_5 = 0$
همدار نګه د شکل مطابق $F_1 + F_2 + F_3 = 0$ د بلې خوا د (١-٦ ب) شکل مطابق د دوو مثلثونو د مشابهت څخه لیکلې شو چې:

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

که چیرې وروستي رابطه په $\frac{1}{\Delta L}$ باندې ضرب کړو، نولیکلې شو چې:

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

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 لروچي:

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

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

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

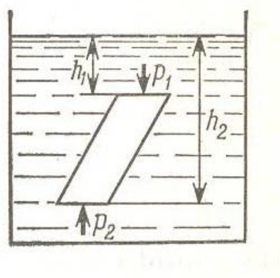
وروستي رابطه د پاسکال قانون بيانوي او هغه دادي. په ولاړ او متعادل سيال کي د واقع جسم په ټولو سطحو باندې يو شان او مساوی فشار عمل کوي.

٦- ٢: د سيال فشار Fluid Pressure

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

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

$$P_2 - P_1$$



(۶- ۲) شکل

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:

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

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

A مساحت او P فشار دي:

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

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

$$p = \rho gh \qquad (٦–٦)$$

که دغه رابطه د شکل سره پرتله کړونو ليکلي شو.

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

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

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

$$p - p_0 = \rho gh$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

وروستی رابطه د پاسکال د فورمول تطبيق په يوه نقطه کې ښيي. که چيرې نوموړې 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.

ketabton.com - The Digital Library

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

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

مثال :

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

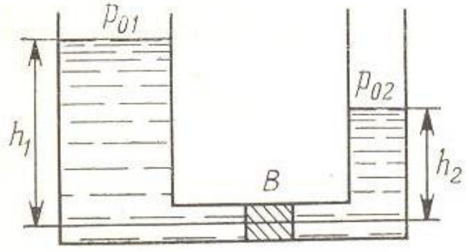
$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2$$

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

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

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

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



(۶- ۳) شکل

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

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

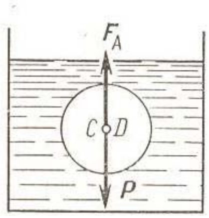
ketabton.com - The Digital Library

٦– ٣: د ارشميدس قانون Archimedes Law

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

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 لري کړي.

د بلي خوا څخه کله چه په اوبوکي غو په شوي جسم د اوبو څخه راويستل شی، نو په لوښي باندي د ښکته خوا څخه د جسم د ثقل قوي يعني وزن مخالف د اوبو لخوا قوه عمل کوي، چه د 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:



(۶- ۴) شکل

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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

٦- ۴: د اجسامو کثافت Density

د هر جسم کتله چه د جسم په واحد حجم کي راټوله شوي ده، د نوموړي جسم د کثافت په نوم يادېږي. او د هغه رياضيکي بڼه داسي ده چې، $\rho = \dfrac{m}{v}$ که کتله په gr او يا kg اندازه شي، او د نوموړې جسم حجم په cm^3 او يا m^3 اندازه کړاي شي، نو د کثافت واحد د $\dfrac{gr}{cm^3}$ او يا $\dfrac{kg}{m^3}$ ځيني عبارت دي. د کثافت موضوع په تخنيک کې ډيره با ارزښته ده. همدارنګه په علمي څيړنو کې د اجسامو سوچه والې يا خالص توب د کثافت سره نيغ په نيغه تړاولري.

ketabton.com - The Digital Library

د جامدو اجسامو د کثافت اندازه کول کوم ګران کار نه دي. همدارنګه اوبلن مواد هم د کثافت د اندازه کولو خپل ځانګړې میتودونه لري، چه په مخکنیو درسونو کې څیړل شویدي. همدار نګه ګازونه د خپلو فزیکي خصوصیاتو په نظر کي نیولو سره د کثافت د معلومولو ځانګړي خصوصیت لري.

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

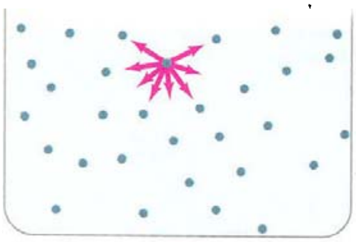
حل: پوهيږ وچې $1L = 1000cm^3$دي،نوځکه لروچې

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

٦– ٥: سطحي کشش Surface Tension

د نړیوال 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 بیاهلته پوهيږي، چه دلته يو جهان او يوه نړي معلومات خوندي دي.

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



(۶- ۵) شکل

ketabton.com - The Digital Library

پورته کږوتر 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 وارديږي، چه د سيال د سطحي کشش د قوي په نامه ياديږي. د يو سيال سطحي کشش د لانديني فورمول په ذريعه لاسته راځي. $\gamma = \frac{F}{d}$

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

(٦– ۱) جدول د سطحي کشش ضريبونه

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

ketabton.com - The Digital Library

د عادي سيال لپاره لکه اوبه د تودوخي د درجي په کميدو سره سطحي کشش زياتيږي. معمولاً د تودوخي درجه د يو جسم د ماليکولونو د حرکت پوري تړاولري . هر څومره چه د تودوخي درجه زياتيږي په هم هغه اندازه د جسم يا سيال ماليکولونه تيزه منډه وهي. په دي صورت کې د ماليکولونو ترمنځ متقابل عمل د هغوي په حرکت کمه اغيزه واردوي، چه په نتيجه کې سطحي کشش هم کميږي. کله چه کالي پريمينځل کيږي، بايد اوبه په ډير قوت سره هغه کوچينو سوريو ترميځ چه د ټوکر د موادو د ليافو په منيځ کې دي ورننوځي.

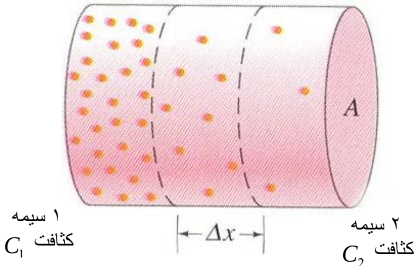
٦- ٦: ديفوژن Diffusion

دوه يو بل سره په تماس کې مايع يو د بل په منځ کې نفوذ کوي ترڅو په بشپړه توګه يو د بل سره ګډی شي. يوازي هغه مايع ګانې چي يو پربل کې د انحلال وړنه وي (لکه اوبه په کوچوکې) يو د بل په منځ کې نفوذ نه کوی. د بيلګې په توګه که چيري د يوه پايپ يا نل په واسطه د اوبو د لوښي په قاعده کې د مسود زمچ محلول $(C_4SO_45H_2O)$ توي کړو، نو په لومړي سرکې د دی دوو مايع ګانو ترمنځ واضح او څرګنده پوله يا سرحد په تدريجي توګه له منځه ځي او يو له بل سره ګډيږي. له څو مياشتو وروسته دوی په بشپړه توګه يو له بل سره ګډيږي. د دوو مايع دا ډول ګډيدوته ديفوژن وايي. ديفوژن په ګازونو کې هم واقع کيږی مثلاً دوګ (لوګی) په هوا کې نفوذ کوي او په تدريجي توګه په بشپړه توګه په هوا کې ګډيږي. ديفوژن د ماليکولونو په کثافت او يا په واحد حجم کې د ماليکولونو يا مولونو په شمير پوری اړه لري . په عمومي ډول نفوذ کونکي جسم له هغې سيمې ځخه چې کثافت زيات دی د هغي سيمې په خوا حرکت کوی چې کثافت کم وی.

د يفوژن د ماليکولونو د حرکي تيوری او نابيره حرکت په مرسته په اسانی سره توضيح او بيانيږئ. د ديفوژن د توضيح لپاره داسی يو تيوب په پام کې نيسو چې د مقطع مساحت يې A، په کيڼ انجام کې يې د ماليکولونو کثافت زيات او په ښی انجام کې يې د ماليکولونو کثافت کم دی (٦-٦) شکل که چيری نوموړي تيوب له اوبو ځخه ډک وي او په هغه کې د ديګ د رنګ يو ځاڅکی واچو د ديګ رنګ په تدريجي توګه په اوبو کې نفوذ کوی

ketabton.com - The Digital Library

فرض کړئ چې ماليکولونه په نامنظم يا نابيره حرکت کې دی د ماليکولونو خالص جريان په تيوب کې له کينې خوا ښې خوا ته دی.



(۶- ۶) شکل

په تيوب کې د Δx په طول يوه کوچنی مقطع په پام کې نسيو. ماليکولونه د نابيره حرکت په ترڅ کې د 1 او 2 دواړه سيمو څخه نوموړی مرکزی مقطع ته داخليږی. څرنګه چې د ماليکولونو کثافت په 1 سيمه کې زيات دی له دی کبله له دې سيمې څخه زيات ماليکولونه مرکزی مقطع ته ننوزی په پايله کې د ماليکولونو خالص جريان له کينې خوا ښې خواته دی، يعني د لوړ يا زيات کثافت څخه د ټيټ يا کم کثافت خواته. د ماليکولونو جريان هغه وخت ودريږی کله چې کثافت په ټولو سيمو کې يو شان شي.

د مايعاتو د ديفوژن پروسه د (Fick) د قانون په مرسته بيانيږی. نوموړی په تجربی توګه وټاکل چې د ديفوژن قيمت J په مستقيمه 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 ګرادينت په نوم ياديږی.

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

(٦- ١٠) د ديفوژن معادله ده. D د تناسب ضريب او د ديفوژن د ثابت په نوم ياديږی.

(٦- ١٠) رابطه د ديفوژن د معادلې يا د (Fick)د قانون په نوم ياديږی. که چيرې کثافت په mol/m^3 سره وښيو، په دی حالت کې J د هغو مولونو شمير دی چې په يوه ثانيه

ketabton.com - The Digital Library

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

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

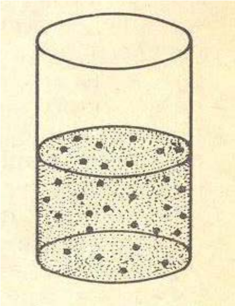
٦– ٧: د اوسموس عملیه Osmosis

کله چه یو کلک جسم په اوبلن جسم کی حل کیږی، د نوموړی جسم مالیکولونه د اوبلن جسم په ټول حجم کی په مساویانه توګه تقسیم کیږی، او حاصل شوی ترکیب ته محلول وئیل کیږی. هغه اوبلن جسم چه جامد جسم پکښی حل کیږی د محلل (Solvent) په نوم یادیږی، یعنی د کلک جسم حل کوونکی او کلک جسم ته چه حل کیږی حل کیدونکی جسم یا منحله جسم (Soluble) وایي.

که چیري د حل کیدونکي جسم کتله m د v محلل په واحد حجم کی حل کړو په نتیجه کی د محلول غلظت چه په C سره ښودل کیږی لاسته راځی.

$$C = \frac{m}{v} \qquad (٦– ١١)$$

که چیری د یو محلول غلظت کم وی، نو داسی محلول کمزوری محلول بلل کیږی.



(۶- ۷) شکل

ketabton.com - The Digital Library

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

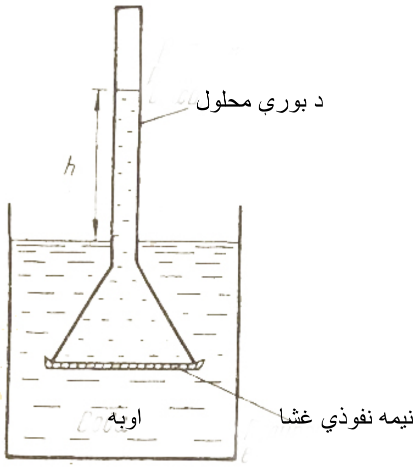
په خاص حالت کې داسې وړاندیز کوو چه حل شوی ماده په محلول کی قسمي فشار P رامنځ ته کوی، دغه فشار د ګازونو د حرکی انرژي په تیوري او د مندلیف– کلا پیرون د معادلو په اساس د لاندنیو فورمولونو په ذریعه حاصلیږی.

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

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

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

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



(۶- ۸) شکل

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

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

$$p = \rho g h$$

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

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

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

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

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 بڼه غوره کوي:

$$p = \frac{CRT}{\mu} \qquad (٦- ١۴)$$

لدغه ځايه نتيجه لاسته راځی چې:

او سموسی فشار مستقياَ د محلول د تودوخي د درجي او غلظت سره متناسب دی. په داسي حال کی چه د حل شوی جسم د ماليکولي کتلي سره معکوس تناسب لري.

د او سموس د عمليی قانون د لمړی ځل لپاره په 1887 عيسوی کال کی، د هالندی کيميا پوه واند- هوف (Vant Hoff) پوسيله برقرار شوی دی. د واند هوف د قانون په اساس د اوسموس عمليه د محلل پوری تړاونه لری.

د اوسموس عمليه د ټولو ژونديو اجسامو د تغذئي په سيستم کی جوت رول لوبوي، نباتات، حيوانات او حتي انسانان د خپل ژوند د بقا لپاره د دغي عمليي پذريعه خپلي ټولي اړتياوي تامينوي. او د ژونديو اجسامو فزيولوجيک فعاليت تامينوی.

٦- ٢: 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 $V_2 = 10l$ حجم اشغالوی. پيداکړی:

(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 منديلف –کلاپيرون له معادلي څخه گټه اخلو:

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

ketabton.com - The Digital Library

که چیرې $T_1 = 283grad$ ، یعني له تودولو څخه د مخه د اوکسجن مطلقه تودووخه، $\mu = 32 {kg}/{kmole}$ د اوکسجن کتله وی

$R = 8.32 \times 10^3 {J}/{(grad \cdot kmole)}$ د ګازونو نړیوال ثابت دي.

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

(ب) وګنی چې ګاز په ایزو باریک توګه ګرم شویدی دګی- لوسک له قانون څخه ګټه اخلو:

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

T_2 د اوکسجن مطلقه تودوخه وروسته له ګرمولو څخه دی.

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

$$t_2 = 907c^\circ$$

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

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

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

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

اوس غواړو په لنډیز سره غازونه او پر هغوی باندی د تطبیق وړ قوانین مطالعه کړو.

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

الف – خیالی ګازونه Ideal gases

ب – حقیقی ګازونه Real gases

ketabton.com - The Digital Library

زمورږ په څېرنه کی یوائې خیالي ګازونو او دهغو د فیزیکي خواصو د توضیح کولو قوانین څېړل کیږي. خیالی ګازونه، هغه ګازونو ته ویل کیږی چه په یو حجم کې د هغوي د مالیکولونو تصادم امکان ډیر کم وی مالیکولونه ئی په یوه لوښی کی یو تر بله په لیرې فاصله کی واقع دی.

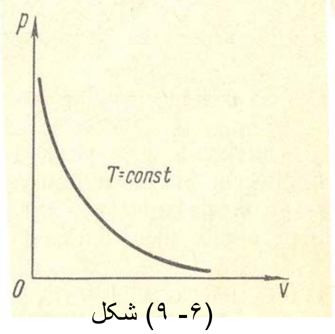
په اولسمه پیړي کي یو شمیر عالمانو په تجربوی ډول د خیالی ګازونو لپاره یو تعداد قوانین وضع کړل چه تر اوسه د دغه علماو په نوم نومول کیږي.

په عمومي توګه د ټولو اجسامو فزیکي حالت د تودوخې د درجې، فشار او حجم او داسې نورو فزیکی کمیتونو پوري اړوند دي. خو ګازونه په ډیره چټکي سره ددغه دریو کمیتونو په تغییر ورکولو سره ډیره ژر بدلون کوي.

٦– ٨: د بایل– ماریوت قانون Boyle-Mariot Law

که چیري په یو لوښي کې د تودوخې درجه $T = const$ ثابته وساتل شي او د ټاکلي خیالي ګاز حجم ته د فشار په تابع تغییر ورکړو نو داسي یوې فزیکي عملیې ته ایزوترمیک عملیه ویل کیږي او که چیري $v = cosnt$ ثابت وي او p فشارته د تودوخې درجې په بدلون سره تغیر ورکړې نو داسې یوبې عملیې ته ایزوخوریک Isochoric ویل کیږي دلته $p = p_0(1 + \beta t)$ دي چه ګراف یې یو مستقیم خط دی. $p_\circ$ د ګاز فشار په oc° او β د ګاز د فشار د حرارتی ضریب په نوم یادیږي، t د تودوخی درجه همدارنګه که چیري $p = const$

او حجم د تودوخې د درجې په تابع تحول وکړي. پدې حالت کې $v = v_\circ(1+\alpha t)$ د عملیې ته ایزوباریک Isobaric ویل کیږي.



شکل (۶- ۹)

ketabton.com - The Digital Library

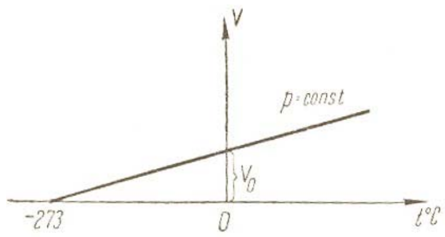
په دې رابطه کې α د ګاز د حجمي انبساط ضریب دی. $v_\circ$ د ګاز حجم د سانتي ګراد په صفر درجه، او t د تودوخي درجه ده.

یو انګلیسي عالم په 1662 عیسوي کال کې په تجربې توګه ثابته کړه چه د تودوخې درجې په ثابت قیمت سره د ګاز د حجم او فشار تغییر حاصل ضرب تل یو ثابت قیمت لري. یعني $p.v = const$ په دې شرط چه $t = const$ وي، ددغه عالم د تجربې څخه پنځه کاله وروسته یو فرانسوي عالم د ماریوت ، په نامه پرته له دې چې د بایل څخه خبر شي پورتنی رابطه په عملي توګه ثبوت کړه چه دغه قانون بایل ماریوت، په نامه و نومول شو. تردغه وخته د ګازونو حرکي تیوري ډیر انکشاف نه وه کړې. نو په دې لحاظ دغه قانون د خپل وخت د ګازونو د توضیح ښه قانون بلل کیږي. په دغه قانون کې مهم شرط دا دی چه عملیه باید ایزوترمیک و اوسي.

۶– ۹: د ګیلو–سک قانون Gay-Lussac's Law

ګیلو سک په کال 1802 کې د خیالي ګازونو لپاره ایزوخوریک او ایزوباریک عملیې تر څیړنې لاندې و نیولې او په نتیجه کې ئې په عملي توګه ثابته کړه چه

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



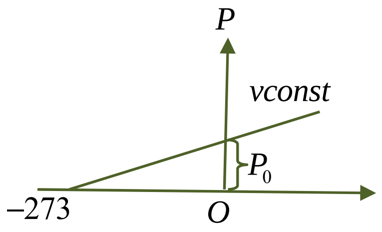
(۶- ۱۰) شکل

که د شکل له مخې د عملیې ایزوخوریک او ایزوباریک مستقیم خطونه مطالعه کړو، نو لاسته راغلي معادلې لاندیني شکلونه ځان ته غوره کوي.

د $t = 0$ لپاره

ketabton.com - The Digital Library

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



(۶- ۱۱) شکل

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

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

$$k = 273 + t^\circ c \qquad (٦- ١٧)$$

همدارنګه د α او β عملي قيمتونه عبارت دي له:

$$\alpha = \beta = \frac{1}{273} \qquad (٦- ١٨)$$

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

د وروستيو دوو رابطو د پرتلي څخه ليکلي شو چه:

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

که چيري وروستي رابطي ته عموميت ورکړو نوليکلي شو چه:

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

دغه رابطي يو ځل بياد بايل ماريوت فورمول ثابتوي.

٦- ١٠: د دالتون قانون Dalton's Law

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

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

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

پورتنی رابطه د دالتون قانون دي.

د p_1 د حاصلولو لپاره د ظرف څخه د ګازونو د مخلوط غير له يو څخه نورې اجزا وي ليرې کو. هغه غاز چه پاتي دي ، د هغه فشار معلومو او هغه ته p_1 وايو، په همدي ترتيب د مخلوط نورو اجزاو ته p_2 ، p_3 او داسي نور وايو چه په نتيجه کي د ګاز د ټولو

ketabton.com - The Digital Library

اجزاو فشارونه په جلا جلا توګه معلومیږي . او کله چه هغه سره جمع کړاي شي، نو د مخلوط فشار ځیني لاسته راځي.

٦– ١١: د اووګدرو قانون Avogadro's Law

په کال 1811 میلادي کې ایتالوي فزیک پوه اووګدرو په مختلفو غازونو باندې، ډول ډول تجربې وکړې، او په نتیجه کې ئې یو قانون راڅرګند کړ، چه دده په نامه باندې نومول شوي دي.

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

٦– ١٢: د مندلیف – کلاپیرون قانون Mendelyev-Clapeyron Law

مخکې مو وڅیړل چه د ګازونو حالت د یو پارامتر په ثابت ساتلو او دوو، نورو متحولینو سره د ګاز حالت د کوم قانون ځخه پیروي کوي. اوس د ګازونو عمومي حالت څیړو. په دي حالت کې حجم ، فشار او د تودوخي درجه یوځاي تغییر کوي، او دهغې په نتیجه کې کوم قانون چه رامنځ ته کیږي په کال 1834 میلادي کې د اووګدرو پوسیله کشف شویدي. اووګدرو دا قانون د بایل – ماریوت او ګیولوسک د قوانینو د ترکیب ځښي لاسته راوړي دي.

فرضاَ د یو ګاز د m کتلي حالت د V_1, T_1, P_1 پارامترونو پوسیله مشخص شوي دي. د نوموړي ګاز حالت یو بل حالت ته چې د P_2, V_2, T_2 پارامیترونو پوسیله ځانګړي کیږي تغییر ورکوو.

دغه عملیه د دوو لاندنیو حالاتو پوسیله لاسته راوړو.

الف – د ایزوترمیک عملیي په ذریعه $T = const$ د نوموړي ګاز حجم V_2 او فشارئي P_1 سره مساوي کیږي.

ketabton.com - The Digital Library

ب – وروسته بیاد ایزوخوریک $V = const$ عملیې په ذریعه د نومړي ګاز د تودوخې درجه T_2 او فشار یې P_2 ته رسیږي.
په دغه ګاز باندې د عملیې لومړي پړاو د بایل – ماریوت د قانون په ذریعه په لاندې توګه لیکل کیږي.

$$V_1P_1 = V_2P_1'$$

لدغه ځایه

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

د عملیې دویمه برخه د ګیولو– سک د قانون په وسیله په لاندې توګه لیکل کیږي.

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

که د P_1' قیمت په وروستي رابطه کې وضع کړو، نولیکلې شو چه:

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

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

دغه روابط ښیې چه د ګاز د ټاکلې کتلې لپاره $\frac{PV}{T}$ ثابت کمیت دی.

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

وروستۍ رابطه د کلاپیرون د معادلې په نامه یادیږي دلته B د ټولو ګازونو لپاره مساوي قیمت لري، په دې شرط چه د ګاز د حالت د مشخص کیدو پارامیترونه مساوي وي.
د $1kmole$ ګاز لپاره پورتنې رابطه داسې لیکل کیږي.

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

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 یادیږي د دغه ثابت په نظر کي نیولو سره ليکلي شو چه:

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

وروستۍ رابطه د $1kmole$ ګاز لپاره د مندليف کلاپیرون معادله ده ویلې شو چه د ګاز حجم د هغه د کتلي سره په عین فشار او تودوخي درجه کي متناسب دي.

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

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

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

وروستي رابطه د کلاپیرون د ګاز رابطه ارائیه کوي.

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

وضع شي. نو حاصلولې شو چې:

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

٦– ١٣: د فصل لنډيز

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

$$P = \frac{F}{A} \quad (٦-٢٨)$$

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

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

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

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

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

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

$$PV = const \quad (٦-٣١)$$

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

$$\frac{V}{T} = const \quad (٦-٣٢)$$

نوموړي قانون بيانوي چې په ثابت فشار کې که چيری د گاز يوه ټاکلي 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:

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

ketabton.com - The Digital Library

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

$$PV\mu = RT \quad (٦-٣٤)$$

ketabton.com - The Digital Library

شپږم فصل تمرین

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

2− یو استوانوی لوښي له مایع نه ډک او مساحت یې $200\ cm^2$ دی د یوه پستون په واسطه چې کتله یې $1\ kg$ ده محکم شوی دی. معلوم کړې چې پستون څومره فشار په مایع واردوي؟

(الف) له وزن نه پرته

(ب) د $5\ kg$ کتلې لرونکې وزن سره.

ځواب (الف: $0.49kPa$، ب:$2.9kpa$)

3− په دوو یو له بل سره نښتو لوښوکې سیماب اچول شوی دی او د هغو له پاسه په یوه لوښي کې د $48\ cm$ په ارتفاع غوړې او په بل لوښي کې د $20\ cm$ په ارتفاع د خاورو تیل اچول شوی دی. په دواړو لوښوکې د سیمابو د سطحې توپیر پیداکړې؟ ځواب: ($\Delta h = 2cm$)

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

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

6− له اوبوډک یوه لوښي کې دلرگی یوه ټوټه اچول شوی ده، که چیرې اوبه له لوښي نه خارج نه شي. معلومه کړې چې د لوښي په قاعده او د یو الونوکي

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

9- د هوا لومړنی حجم $6lit$ دی هغه په تدریجی توګه متراکمه کوی او حجم $4lit$ ته رسیږی او فشار یی $2.10^5 P_a$ ته لوړیږی. د ګاز لومړنی فشار پیدا کړی؟ ځواب $(4 \cdot 10^5 pa)$

10- د نورمال فشار لاندی په یوه لوښې کی $5lit$ هوا وجود لری دا لوښې له یو بل خالی لوښی سره چی ګنجایش یی $4{,}5lit$ دی نښلوی په وروستی لوښی کی هوا نشته دی. په دواړو لوښوکی منځ ته راغلی فشار پیدا کړی؟ ځواب: $(5.3 \cdot 10^4 pa)$

11- په $0^\circ c$ تودوخه کی د کوم فشار په صورت کی د اوکسجن کثافت د اوبو له کثافت سره په نورمالو شرایطو کی مساوی کیږی؟ ځواب $(7 \cdot 10^7 pa)$

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

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

ketabton.com - The Digital Library

14− په $15^{\circ}c$ تودوخه کې د هایدروجن فشار $1{,}33.10^{5}P_a$ او حجم یې $2lit$ دی. د ګاز حجم له متراکم کیدونه وروسته $1{,}5lit$ او تودوخه یې تر $30^{\circ}c$ لوړه شوه. د هایدروجن فشار معلوم کړی؟
ځواب$(1.9\cdot10^{5}pa)$

15− په $0^{\circ}c$ تودوخه او $1{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کې د هوا یوه کتله $1lit$ حجم اشغالوی. د تودوخې په کومه درجه کې به د نوموړې هوا فشار $2\cdot10^{5}P_a$ شي په داسې حال کې چې نوموړې کتله په وروستی حالت کې $2lit$ حجم اشغال کړی؟ ځواب: $(\approx 820°C)$

16− په $100^{\circ}c$ تودوخه او د $1{,}0MP_a$ فشار په صورت کې یو کیلومول (kmole) ګاز څومره حجم اشغالوی؟ ځواب $(\approx 3.1m^{3})$

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

18− د هیلیوم کثافت په $127^{\circ}c$ تودوخه او $8{,}3\cdot10^{5}P_a$ فشار کې څومره دی؟ ځواب $(1.0\,{}^{kg}/_{m^{3}})$

19− د هوا د تودوخې درجه باید څومره وی ددی لپاره چې په $5\cdot10^{4}P_a$ فشار کې د هغه کثافت نورمال وی؟ ځواب $(\approx 140°C)$

20− د اوکسجن او کاربن دای اوکساید ترکیب یا مخلوط په دی ډول دی $32g$ اوکسجن او $22g$ کاربن دای اوکساید په $0^{\circ}c$ تودوخه او $1{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کې د نوموړی مخلوط کثافت پیدا کړی؟
ځواب: $(\approx 1.6\,{}^{g}/_{lit})$

ketabton.com - The Digital Library

21− په نورمالو شرایطو کې د هوا کثافت $1{,}3\,{}^{g}\!/_{lit}$ دی. د هوا کثافت په $100^{\circ}c$ تودوخه او $4{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کې پیدا کړی؟
ځواب: ($3.8\,{}^{g}\!/_{liter}$)

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

ketabton.com - The Digital Library

اوم فصل

د مايعاتو او ګازاتو ديناميک Fluid Dynamics

سريزه: د کلکو يا جامدو اجسامو له ميخانيک پرته د مايع او ګاز ډوله اجسامو ميخانيک هم وجود لري. د مايع اجسامو ميخانيک د هايدرو ديناميک په نوم هم ياديږي. هايدرو ديناميک د يو لخت يو پارچه يا پرله 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 مينځۍ تعامل او آغيزې مطالعه کيږي. او يا هم د مايعاتو او ګازاتو په ديناميک کې حرکت کونکې مايعات او ګازات مطالعه کيږي.

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

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

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

(۷- ۱) شکل

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

ketabton.com - The Digital Library

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

۷– ۱: د تماديت معادله The Equation of Continuity

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

(۷- ۲) شکل

د S_1 په پراخه مقطع کې تيرودونکې مايع د استواني بنه 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:

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

$$SV = const \quad \text{.................................}(۷– ۱)$$

(۷– ۱) رابطه د مايع د تماديت معادله ده.

(۷– ۱) مثال: د متحولې مقطع درلودونکې نل د $15cm^2$ په مقطع کې د اوبو سرعت $2\, m/\sec$ دي. د $10cm^2$ په مقطع کې د اوبو سرعت پيدا کړې.

حل: د تماديت له معادلې نه لرو چې:

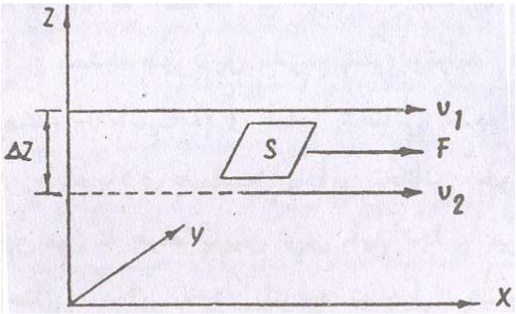
ketabton.com - The Digital Library

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

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

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

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



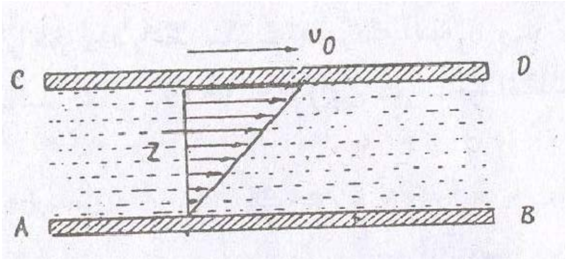
(۷- ۳) شکل

په دې حالت کې د اصطکاک قوه عبارت ده له:

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

په بله تجربه کې د AB او CD دوه موازي لوحې داسې په پام کې نیسو چې د دوې ترمنځ د Z په پنډوالې یوه کیفي مایع وجود لري (۷– ۳) شکل. د AB لوحه ثابته او د CD لوحې ته په خپله مستوي کې د V_0 په سرعت سره ښې خواته حرکت ورکوو. لیدل کیږي چې د مایع مختلفې طبقې یو د بل پاسه په مختلفو سرعتونو سره ښې خواته ښویږئ.

ketabton.com - The Digital Library



(۷- ۴) شکل

د مایع هغه طبقه چې له CD سره نښتې یا په تماس کې ده د V_0 سرعت لري او داسې معلومیږي چې د CD سره نښتې ده. هغه ته ورته د مایع هغه طبقه چې له AB سره په تماس کې ده هم له هغې سره نیښتې معلومیږي، یعنی د هغې سرعت صفر دي. د مایع د طبقو سرعت له AB نه تر C پورې او د Z په امتداد له $V=0$ نه تر $V=V_0$ پورې په خطي توګه زیاتیږي. دا مسئله په لاندې ډول تشریح کیږي. په شکل کې د مایع تر ټولو پورتنۍ طبقه چې د V_0 په سرعت حرکت کوي پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه یوه مماسي قوه واردوي، همدا عمل دا طبقه پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه تر سره کوي. په همدې ترتیب دا عمل د مایع ترټولو کښتنۍ طبقې پورې صورت نیسي، یعنی هره طبقه پخپله کښتنۍ طبقه یوه تعجیل ورکونکې قوه F واردوي. د نیوټن د دریم قانون سره سم کښتنۍ مجاوره طبقه په پورتنۍ طبقه یوه د F تأخیري قوه واردوي. پورتنۍ دواړه قوې د اندازې له نګاه یو بل سره مساوي دي. په پایله کې د لزوجیت ضریب η په لاندې ډول تعریفیږي:

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

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

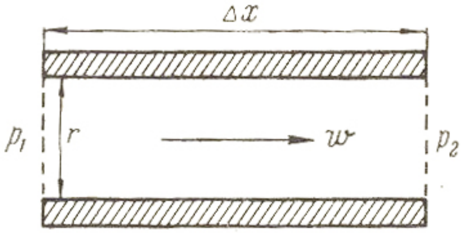
ketabton.com - The Digital Library

ذرو سرعت په هر ځای کې هر وخت په نامنظمه توګه بدلون کوي او جریان نا مستقر وي د مایع دا ډول جریان ته متلاطم، طوفاني یا (Turbulant) جریان وایي.

د مایع لزوجیت د ګازونو له لزوجیت نه ډیر زیات دي. د مایعاتو د لزوجیت ضریب د $\left(10^{-3}-1\right)\frac{kg}{m\cdot\sec}$ په شاوو خوا کې دي. له دی سره سره د مایعاتو د لزوجیت ضریب د تودوخې تابع دی، یعنی د تودوخې په زیاتوالې سره کمیږي. د بیلګې په توګه د اوبو د لزوجیت ضریب په صفر درجه د سانتي ګرید 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 پایزولي (Poiseuille) ثابته کړه چې:

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

(۷– ۴) رابطه د پایزولې قانون دي په نوموړي رابطه کې $P_1-P_2=\Delta P$، (۷– ۴) شکل. په پورتنۍ رابطه کې د منفي علامه ددی څرګندویه ده چې د جریان سرعت د فشار ګرادینت په خلاف جهت کې دي.



(۷- ۵) شکل

(۷– ۵) شکل د یوې مایع لاميناري جریان په نل کې ښیي. که چیرې یو کروي جسم د بیلګې په توګه یوه ګلوله په یوه غیر لزوج مایع کې حرکت وکړي، په دی حالت کې جسم د خپل حرکت په مقابل کې د اصطکاک قوه نه احساسوي، برعکس په یوه لزوجه مایع کې د اصطکاک قوه محسوسه ده، که چیرې د مایع سرعت کم وي د جسم له شا او خوا نه د مایع د تیریدو له امله طوفاني جریان نه تشکیلیږي دلته د اصطکاک قوې په مایع کې رامنځ ته کیږي او د مایع هغه طبقې چې له جسم سره په تماس کې دي هڅه کوي چې جسم له

ketabton.com - The Digital Library

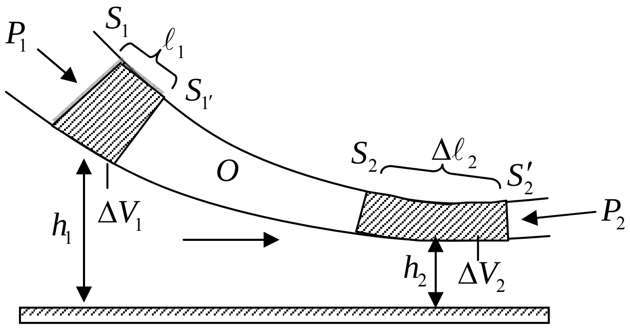
ځانه سره کش کړي. د اصطکاک دا قوه چې د مقاومت د قوې په نوم هم یادیږي د جسم د سرعت V، د مایع د لزوجیت ضریب η او د جسم له شعاع r سره متناسبه ده، یعنی:

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

(۷ – ۵) رابطه د ستوکس (Stokes) قانون دي، نوموړي قانون په ګاز کې د کروي ډوله اجسامو د حرکت لپاره هم صادق دي د بیګلې په توګه د باران د ځاځکو رالویدل په اتموسفیر کې.

۷ – ۳: د برنولي معادله Bernaulli Equation

د مایعاتو د حرکت د مطالعې په صورت کې زیاتره داسې فرض کیږئ چې د مایع د یوې برخې ځای بدلون (تغییر مکان) نسبت نورو برخو ته د اصطکاک د قوې په بروز پورې اړه نه لري. هغه مایع چې په هغې کې داخلي اصطکاک (لزوجیت) وجود ونه لري د خیالي یا ایدیال مایع په نوم یادیږي. په ایدیال مایع کې چې په ثابته توګه جریان لري د جریان یوه لوله چې مقطع یې کوچنۍ دي جدا کوو، یا د (۷ – ٦) شکل سره سم یو مایل نل چې د متحولې مقطع درلودونکې او له کینې خوانه ښي خواته مایع پکې جریان لري په پام کې نیسو.



(۷- ۶) شکل

د هغې مایع حجم په پام کې نیسو چې د نل د دیوالونو او S_1 او S_2 مقطع ګانو په واسطه محدود شوې دي. د Δt په وخت کې دا حجم د مایع د جریان په امتداد تغییر مکان کوي او په دی وخت کې د S_1 مقطع د S_1' موقعیت ته تغییر مکان کوي او د $\Delta\ell_1$ واټن طی کوي، او د S_2 مقطع د S_2' ته تغییر مکان کوي او د $\Delta\ell_2$ واټن طی کوي. د جریان د

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

په پورتنی رابطه کې ρ د مايع کثافت دي.

په ايدياله مايع کې د اصطکاک قوې وجود نه لري. له دی کبله د انرژي تزايد (٧- ٦) رابطه بايد له هغه کار سره مساوي وي چې د فشار د قوې په واسطه په جدا شوې حجم باندې تر سره کيږي. د نل په جانبي سطحه باندې د فشار قوه په هره نقطه کې د ذرو په تغيير مکان باندې عموده ده، نو ځکه کار نه ترسره کوي. د قوې کار يوازې د S_1 او S_2 په مقطع ګانو باندې اجرا کيږي، دا کار صفر نه دی او مساوي دی په:

$$W = P_1 S_1 \Delta\ell_1 - P_2 S_2 \Delta\ell_2 = (P_1 - P_2)\Delta V \qquad (٧-٧)$$

د (٧- ٦) او (٧- ٧) رابطو له تساوي نه لرو چې:

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

څرنګه چې د S_1 او S_2 مقطع ګانې په بشپړه توګه په کيفي ډول غوره شوې دي، نو ځکه د جريان د هرې مقطع لپاره د $\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h + P$ افاده ثابت قيمت لري، يعنی:

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

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

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

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:

$$F = 6\pi\eta r v$$

- د پایزولي د قانون پر بنسټ په پایپ یا نل کې د مایع د لامیناري جریان منځنۍ سرعت د مایع د فشار له ګرادینت $\frac{\Delta P}{\Delta X}$، د پایپ د شعاع r له مربع سره په مستقیمه توګه او د مایع د لزوجیت له ضریب η سره په معکوسه توګه متناسب دي، یعنی:

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

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

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

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

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

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

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 کړئ 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 لوېې ذخيرې په يوه خوا کې د اوبو له سطحې نه $16m$ لاندې يو کوچنی سورې وجود لرې. له سورې څخه د اوبو د جريان اندازه $2,5\cdot 10^{-3}\,{m^3}/{\min}$ ده. پيدا کړئ:

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 تيرېږي. په هغه نقطه کې چې د اوبو سرعت $2\,{m}/{\sec}$ او د مقطع مساحت يې A دې د اوبو فشار $4,5\cdot 10^{4}\,Pa$ دي. د مايع سرعت او فشار د مقطع په هغه نقطه کې پيدا کړئ چې د مقطع مساحت $\dfrac{A}{4}$ 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 $4\cdot 10^{-3}\,{m^3}/{\sec}$ ده پيدا کړئ

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 $2,5\cdot 10^{4}\,Pa$ په بله نقطه کې چې $0,5m$ له مخکينۍ نقطې نه لوړه ده د پايپ قطر $4cm$ او د اوبو فشار $115\cdot 10^{4}\,Pa$ دي.

الف) په ټيټه او لوړه نقطه کې د اوبو د جريان سرعت پيدا کړئ

ب) د اوبو بهيدو اندازه يا مقدار معلوم کړئ؟

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 زياتوالې 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 کړې؟ ځوابونه: (الف: $2.5\,m/sec$، ب: $0.5\cdot10^5pa$)

7. د اوبو ليږدونکي 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 درلودونکي نل کې اوبه جريان لري او د $15\,m/\sec$ په سرعت سره له نل نه خارجيږي. د نل د کينې او بنې خو قطرونه په ترتيب سره $5cm$ او $3cm$ دي او د اوبو جريان په نل کې له کينې خواته بنې 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:

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. كه چيرې په لومړنۍ مقطع كې د اوبو د جريان سرعت $9,00\cdot10^{-2}\,{}^{m}\!/\!_{sec}$ وي. په وروستۍ يا اخرنۍ مقطع كې د اوبو سرعت پيدا كړي؟

ځواب: $(0,01\,{}^{m}\!/\!_{sec})$

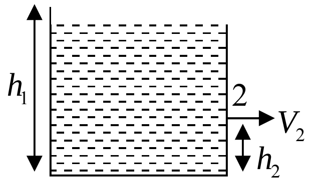
11. يوه مايع چې كثافت يې $900\,{}^{kg}\!/\!_{m^3}$ دي په يوه افقي نل كې چې مقطع يې متحوله او له $1,90\cdot10^{-2}m^2$ نه تر $9,50\cdot10^{-2}m^2$ پورې بدلون كوي جريان لري. په نل كې د پورتنيو دوو مقطعو ترمنځ د مايع د فشار توپير $7,20\cdot10^{3}Pa$ دي. پيدا كړي

الف) د اوبو د جريان مقدار

ب) له نل نه د تيريدونكې مايع كتله ځوابونه: (الف $0,00776\,{}^{m^3}\!/\!_{sec}$ ب $69,8\,{}^{kg}\!/\!_{sec}$)

12. د برنولي د معادلې نه په ګټه اخيستنه سره د هغې تراكم نه منونكې مايع سرعت پيدا كړي چې د يوه سرپرانيستې لوښي د يوه كوچنۍ سورې نه خارجيږي (۷– ۷) شكل.

ځواب: $V_2=\sqrt{2g(h_1-h_2)}$



(۷- ۷) شكل

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

14. په مايعاتو او ګازاتو كې ولې تيله كونكې قوه رامنځ ته كيږي؟

(ځواب: تيله كونكې قوه د فشار د توپير له كبله په مختلفو ژوروالیو كې رامنځ ته كيږي)

15. يوه مايع چې كثافت 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 كوي يعنى تنګيږي تيريږي. د نل د تنګي او پراخې برخو تر منځ د فشار توپير $4120Pa$ دي. د نل نه د تيريدونكې مايع مقدار پيدا كړي؟ ځواب: $(2,24\cdot10^{-3}\,{}^{m^3}\!/\!_{sec})$

ketabton.com - The Digital Library

16. د یوې ورسۍ (اشه دارۍ) اندازه $3,4m$ په $2,1m$ کې ده. د طوفان او باد د تیریدو له کبله د باندې هوا فشار $0,96atm$ کمیږي، خو د کوټې د ننه د هوا فشار $1,0atm$ ساتل کیږي. کومه خالصه قوه په ورسۍ باندې عمل کوي؟

ځواب: $(2,9\cdot10^4 N)$

17. د کورنه د لاندې د اوبو د نل داخلي قطر $1,0in$ ، د اوبو سرعت $3,0\,{}^{ft}\!/\!_{\sec}$ او فشار یې $25\,{}^{Lb}\!/\!_{in^2}$ دي. که چیرې دا نل د یو بل نل سره چې قطر $0,50in$ دي وصل شي او دویم پوړته چې له ځمکې نه $25\,ft$ لوړ دي یوړل شي. په دویم پوړ کې الف) د اوبو سرعت ب) د اوبو فشار پیدا کړي؟

ځوابونه: (الف $12\,{}^{ft}\!/\!_{\sec}$) ب $13\,{}^{Lb}\!/\!_{in^2}$)

18. د اوبو دوه واړه سیندونه یو له بل سره یوځای کیږي او یو نسبتاً لوی سیند جوړوي. د لومړي واړه سیندسور $8,2m$ او ژوروالي یې $3,4m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,3\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$ دي. د دویم واړه سیند سور $6,8m$ او ژوروالي یې $3,2m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,6\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$ دي. د دواړو وړو سیندونو نه جوړ شوی لوی سیندسور $10,5m$ او د اوبو د جریان سرعت په هغه کې $2,9\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$ دي. د لوی سینده ژوروالي معلوم کړي؟ ځواب: $(4m)$

19. یو جسم له یوه فنري ترازو نه راځړیږي. دا ترازو په هوا کې د هغه وزن $30N$، په اوبو کې $20N$ او په یوه بله مایع کې چې کثافت یې مجهول دي $24N$ ښیي. د وروستۍ مایع کثافت پیدا کړي؟ ځواب: $(600\,{}^{kg}\!/\!_{m^3})$

ketabton.com - The Digital Library

اتم فصل

تودوخه Heat

سریزه :تودوخه او ساړه هغه مفاهیم دی چه په انسانی او تخنیکی اړخونو کی تری ګټه اخیستنه د ډیرپخوانیو زمانو څخه رواج لری، کله چه ژمی شی، انسانان کوټو ته مخه کوی په معاصره نړی کی، دتو دوخی دحاصلولو لپاره مختلف میتودونه شته، خوپه وروسته پاتی نړی کی لاتر اوسه دسون د یو عنعنوی او ساده موادو لکه لرګي، بوټی دحیواناتو فضله مواد، حتی کله کله خپله حیوانات هم دتودوخی دتولیدې ضرورت په حیث استعمالیږی، دتودوخی ډیره لویه چینه زموږ په لمریز نظام کی لمردی. لمردتودوخی دحاصلولو ډیره پاکه اومطمئنه چینه ده په کلیوالی او ښاری چاپیریال او معاصره نړۍ کی دلمر تودوخي څخه ګټه اخیستنه ډیره مروجه شوی ده. همدارنګه دنفت اوګاز دسوزولو څخه هم ډیره ګټه اخیستله کیږی ، بر ښنا داوبو او اتومی سون موادو څخه په لاس راځي دبرښنا څخه په پخه ولو اوتودولو کي خورا ډیره ګټه اخیستل کیږی :

انسانان ودی ته متوجه شوی دی ، چه دانرژی د ټولو قسمونو څخه په تودوخه کې ګټه اخیستنه یوشان نده . دچاپیریال ککړتیا، دروغتیايي حالت ساتنه دا ټول هغه څه دی چې باید له پامه ونه غورځول شي. اوس که اصل موضوع ته راشو دعلما و له نظره تودوخه په مختلفو وختونو کی په متفاوته بڼه څیړل شوی ده ، دلمړی ځل لپاره یو انګلیسي عالم د رامفورد (Rumford) په نامه د تودوخی دارزونی په اړوند د ډیرو تجربودسرته رسولو وروسته یوه نظریه رادمخه کړه چه د کالوریک (Coloric) نظریی په نوم یادیږی او په لاندینو اصولو ولاړه ده:

الف– تودوخه ذخیره کیدای شی ، که چیری څو تاوده او نسبتاً ساړه اجسام په یوتړلی ظرف کی یوځای کړو ، نودتودو اجسامو څخه تودوخه ساړه اجسام اخلی – هغومره تودوخه چه تود جسم یا اجسام له لاسه ورکوی ، په همدغه اندازه ساړه اجسام تودوخه اخلی.

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

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

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

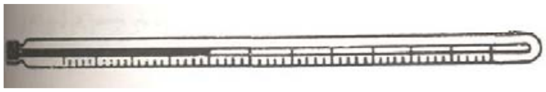
ketabton.com - The Digital Library

نن داثابته ده چه دتودوخی مقدار د یو جسم دمالیکولونو دحرکی انرژۍ څخه عبارت دي دغه تعریف نظر د اجسامو حالت ته په جلا جلا توګه توضیح کیږی خو په مجموع کی همدغه پورتنی تعریف کافی دی.

۸– ۱:دتودوخې درجه Temperature

دتودوخی ددرجی مفهوم ، دانسان په واسطه د ګرموالې او سوړوالې له احساس څخه راپیدا شوې دی. فرض کړی چه دانسان بدن په ټاکلی اندازه تودوالی لری ، که چیری داسی یوانسان دخپل وجود دتودوخی څخه سوړجسم سره په تماس کې شی، نو داسې احساسوی، چه نوموړی جسم سوړ دی او که چیری دخپل ځان د تودوالی څخه نسبتاً تودجسم سره په تماس کی شی ، نونوموړی جسم ورته تود احساسیږی ددغه لمړنی احساس په نظرکی نیولو سره دتودوخی درجې تر ننی ډیرپیچلی تخنیکی پرو سوپوری انکشاف کړیدی د ډیرساده دلمریزی ورځی د تودوخی د درجی څخه نیولی د آتومی بتیو دتودوخی د درجی معلومول نن ممکن کاردی ، دطبی ساده تر مومیتر څخه نیولی د ډیرو پیچلیو فزیکي حوادثو دخیړ نو آسانتیاوی دهمدې لیارې ممکن دی. راځی وګورو چه دتودوخی ددرجی داندازه کولو وسیله ولی ترمومیتر نومیږی ترمو په لاتینی ژبه تودوخی ته ویل کیږی او متر داندازه کولو وسیلی ته ویل کیږی. مخکی له دې چه دترمومیتر پرچوړښت خبری وشی یوه بله ډیره ضروری اصطلاح باید توضیح شی.

او هغه دتودوخی دتعادل او یوشان کیدو اصطلاح ده دابايد ومنو (په ترمودینامیک کی ثبوت کیږی) چه تودوخه دیونسبتاً تود جسم نه ویوسوړ جسم ته ترهغه وخته پوری انتقال کوی ، ترڅو چه د دواړو جسمونو دتودوخی درجه برابره شی . وګوری کله چه یو طبیب یو ناروغ معاینه کوی نو تر مومیتر ورته دژبی اویا تخرګه لاندی ږدی ترڅو دناروغ شخص او ترمومیتر د موادو تر منځ دتعادل حرارتی پروسه تکمیله شی، نوبیا ډاکتر خپله دترمومیتر آله ګوری اودهغی څخه پوهیږی چه ناروغ تبه لری اوکه نه، اوکه لریی نوڅومره ده. داځکه چه دانسانانو دوجود متوسطه تودوخه دروغ شخص لپاره په متوسط ډول دسانتی ګراد $37C^{\circ}$ ده .



(۸- ۱) شکل

ketabton.com - The Digital Library

په (8-1) شکل کی یوطبی ترمومیتر چه د سیمابو پر اساس کارکوی ښودل شوی دی دلته په یوکوچنی ظرف کی چه دتودوخی هادی دی پاره (سیماب Hg) دنورمال فشار لاندی اچوی ، اوبیا هغه دیوه درجه لرونکی نل سره وصل کوی ګورو چه دتودوخی د اخیستلو په ذریعه د انسان دوجود او پاری ترمنځ د تودوخی تعادل برقراریږی ، پاره انبساط کوی په درجه لرونکی نل کی پورته ځی، دتعادل دبرقرار کیدو وروسته پاره ځای په ځای ودیږی او موظف نفر هغه په آسانی سره لولی: همدارنګه کیدای شی په سرتړلی بیکر کی یومقدار ګاز واچو او دهغه په پاسنی برخه کی د فشار معلومولو یوه اله وصل کړو ، کله چه دتودوخی درجه پورته کیږی، نو پدغه سرتړلی بیکرکی دګاز فشار هم پورته ځی .
همدارنګه کیدای شی، د برښنا پوسیله دیوسیم د مقاومت په تغیر ورکولو سره د تودوخی د درجی دښکته پورته کیدو په هکله خپل معلومات د تودوخی په اړوند معلوم او ثبت کړو.
او ګوری چه د اجسامو د فزیکی خصوصیاتو څخه په ګته اخیسته دتودوخی د درجی په پام کی نیولو سره په کافی اندازه علمی معلومات لاس ته راوړلی شو.

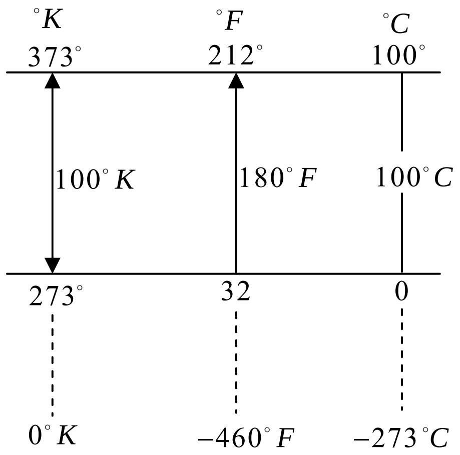
۸– ۲:ترمومترونه او دتودوخی د درجی اندازې

Thermometers and Temperatures Scale

د اجسامو د تودوخی داندازی د معلومولو لپاره د ترمومترو څخه استفاده کیږی. داندازه کولو په سیستمونو کې ترمومیترونه ډیر ډولونه لری حتی کیدای شی په پیچلیو تحقیقاتی څیړنوکی یو څیړونکی دخپل ځان لپاره یوخاص ترمومیتر جوړ کاندی. خو دا اوس په نړی کی دری قسمه ترمومیترونه رواج لری ، چه دسانتیګراد د تودوخی درجه ، دفارنهایت د تودوخی درجه او دتودوخی اندازه کولو مطلقه درجه (کلوین) ترمومیتر، چه په (۲– ۸) شکل کی ښودل شوی دی.
د سانتی ګراد د تودوخی درجی صفر د اوبو دکنګل کیدو له حالت سره مطابقت کوی، او دهمدغه اوبو د خوټیدو (جوش) حالت دسلو په عدد ننبه شوی دی. دصفر او سلوتر مینځ ښیښنه یی نل په سلو مساوی برخو ویشل شویدی او هری برخی ته دساتنی ګراد د تودوخی یوه درجه ویل کیږی . په کیفی توګه کیدای شی دیوی مشخصی او بلنی مادی د دوو متضادو حالتونو لپاره حسابی ارقام ننبه کړو او ددغو دوو رقمونو ترمنځ فاصله چه

ketabton.com - The Digital Library

دنوموړی مادی متفاوت حالات ښيي په مساوی برخوو ویشو او هری برخی ته یی دتودوخی اړونده درجه ووایو همدارنګه د برښنایی جریان په مرسته اوداسی نور کولی شو، دتودوخی داندازه کولو ترمومیترونه جوړ کړو. مونږ دلته شکل کی دفارنهایت F°، کلوین K° او سانتی ګراد ترمومیترونو ترمینځ اړیکه ښیړو.



(8- 2) شکل

۸– ۳: دسانتی ګرید، فارنهایت او کلوین ترمومیترونو ترمینځ آړیکي

د مخکینی شکل څخه ښکاريږي چې د فارنهایت هره درجه د سانتی ګراد ددرجی $\frac{9}{5} = \frac{180}{100}$ برخه کیږی یعنی:

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

په عمومی توګه

$$t_{\text{F}} = \frac{9}{5}\text{t}_C + 32^{\circ} \quad \text{۸– ۱:}$$

(۸– ۱) مثال: دسانتی ګرید $10C^{\circ}$ د فارنهایت څودرجی کیږی ؟

حل : د (8–1) رابطې څخه لروچې:

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

په همدی ترتیب د سانتی ګرید تودوخی درجی او فارنهایت ترمنځ اړیکه په لاندې ډول حاصلولی شو.

$$t_C = \frac{5}{9}(\text{t}_{\text{F}} - 32^{\circ}) \;.............(\text{۸– ۲})$$

ketabton.com - The Digital Library

(۸– ۲) مثال: دفارنهایت $50F^{\circ}$ د سانتي ګرید څو درجې کیږي:

حل: له (۸– ۲) رابطې څخه لروچې:

$$t_C = \frac{5}{9}(50 - 32)$$
$$t_C = \frac{5}{9}(18) = \frac{90}{9}$$
$$t_C = 10C^{\circ}$$

همدارنګه په ډیره آساني سره کولای شو د مطلقه درجې K او سانتي ګراد دتودوخې درجې، د مطلقه اوفارنهایت درجوترمنځ ارتباط په آساني سره پیداکړو.

هغه فرضیه چه په $-273،15C^{\circ}$ تودوخه کې دګازونو فشار صفر کیږي د تجربې سره کاملاً مطابقت کوي که شکل ته وګورو دسانتي ګراد، $0C^{\circ}$ دکلوین یا مطلقه درجې $273،15K^{\circ}$ سره مطابقت کوي، نوپدی لحاظ

$$t_K = t_C + 273{,}15 \qquad (۸– ۳)$$

۸– ۳ مثال: دسانتي ګرید $20C^{\circ}$ په کلوین واړوی؟

حل : له (8–3) رابطې څخه لروچې:

$$T_K^{\circ} = 20C^{\circ} + 273{,}15$$
$$T_K = 293{,}15K^{\circ}$$

استاذ دی محصلینو ته موقع ورکړي، ترڅودکلوین او فارنهایت دتودوخې درجو ترمنځ ارتباط برقرارکړي.

۸– ۴: تودوخه او داجسامو دری ګوني حالت Heat and States of Matter

باید وویل شي چه د څمکې په مخ یا زموږ په سیاره کې اجسام په جامد «کلک» اویلن او ګاز ویشل شوي دي.

اما په نړۍ کې دتخنیکي او علمي ودې سره سم داسې ضرورتونه رامینځ ته شول چه داجسامو طبیعي حالت ته يې دفزیکي پارامیترونو په تغییر ورکولو سره تغییر ورکړی دی.

دجسم دحالت پارامیترونه، داجسامو دتودوخې راکړې ورکړې په ، نتیجه کې رامینځ ته کیږي، چه په نتیجه کې يې دجسم حالت تغییر مومي.

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 دغي تودوخی ته Transformation انرژی ویل کیږی « دتبخير اويا جذب تودوخه » د دا ډول بدلون په نتیجه کی دتودوخی درجه اوفشار ثابت پاتی کيږي. 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 تاريخی لحاظ دتودوخی مقدار په مختلطه توګه د یوی عملیي څخه لاسته راغلی دی. دوه جسمونه چې د کتلو مقداریی m_1 او m_2 دی په پام کی نیسو، به دی شرط چه $t_1 < t_2$ دی. دغه دوه جسمونه دیوبل سره په تماس کی راوړو « یا سره ګډو» دیوځای شویو جسمونو د تودوخی درجه د t_3 قیمت اخلی « یعنی د $m_1 + m_2$ د تودوخې

ketabton.com - The Digital Library

درجهt_3 ده ». د تودوخې دتعادل معادلې يعنې اخيستل شوی اوورکړشوی تودخې په اساس ليکلی شو چې:

$$Q = cm_1(t_2 - t_3) = cm_2(t_3 - t_1) \text{ ....(۸- ۴)}$$

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

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

دغه فورمول د بدلون وړ دی. يعنی دتودوخی ددرجی دبدلون په صورت کی نه تطبيق کيږی. همدارنگه د m_1 او m_2 اجسامو ديوځای کيدو په حالت کی فشار P او حجم V دt_3 دتودوخی درجی لپاره ثابت په پام کی نيول کيږی. پورتنی فورمول يوائې دتودوخی د ډيروکوچنيو درجو دتوپير لپاره صحيح دی. که چيری $t_3 = t_1 + dt$ او $t_2 = t_1 + dt_1$ وی نوليکلی شو چه

$$C(m_1 + m_2)dt = cm_2 dt_1$$

$$dt = \frac{m_2}{m_1 + m_2} dt_1$$

ددی روابطو په پام کی نيولو سره يوه نسبتاً صحيح معادله دتودوخی د مقدار لپاره داسې لاسته راځی:

$$Q = m\int_o^t c(\text{t})\text{dt} = \text{m}\int_o^t \acute{c}\quad(\acute{t}\quad)\text{d}\acute{t}$$

په داسې حال کی چه په عمومی توگه C دتودوخی د درجی يعنی t پوری اړوند دی.

که څه هم دورروستنی رابطی پوسيله د Q محاسبه معموله نده ترڅو چه مخصوصه تودوخه دقيقه محاسبه ونشی نوکيدای شی ورروستی رابطه داسې وليکو:

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

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

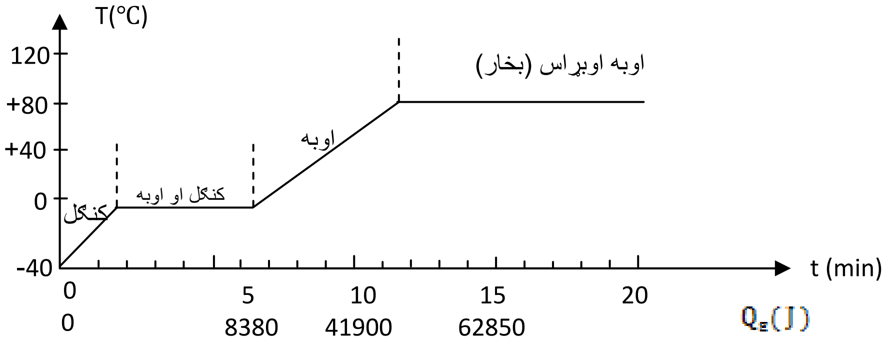
۸- ٦:داجسامو دحالت بدلون Phase transition

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

ketabton.com - The Digital Library

چی کیمیاوی او حیاتي ماده، ده او په طبیعت کی په زیاته اندازه پیداکیږی په پام کی نیسو. پوهیږو چی اوبه یوه او بلنه ماده ده او دسړوالی په پایله کی په جامد جسم، یعنی کنګل اودګرموالی په پایله کی دخوټیدو « جوش» ترحده په ګازی ماده، یعنی بړاس یا بخار بدلیږی که چیری یوه اندازه کنګل په تودوو اوبو کی کیږیدو، تودوخه له اوبونه ګنګل ته لیږدول کیږی ، ترڅو په $0C^\circ$ کی حرارتی تعادل برقرارشي. په دی عملیه کی اوبه سړیږی، خوکنګل نه ګرمیږي پوښتنه پیداکیږی هغه تودوخه چی اوبه یی له لاسه ورکوی چیری ځی اویا په هغه څه کیږی. معلومیږی چی یوه اندازی کنګل ویلې شوې دي. دا په دې مانا ده چې په $0°C$ کې د اوبو داخلي انرژی د هم هغې اندازې کنګل له داخلی انرژی نه زیاته ده. کنګل په $0C^\circ$ کی تودوخه جذبوی، خودتودوخی درجه یی بدلون نه کوی اوپه عوض کی یی حالت بدلون کوی ، یعنی د جامد حالت نه اوبلن حالت ته اوړی.

ددی موضوع دبررسی لپاره $100g$ کنګل په $-40C^\circ$ تودوخه کی په پام کی نیسو. کنګل په یوه تړلی دستګاه کی ایږدو او په ثابت مقیاس تودوخه ورکوو (2-8) شکل ګراف د کنګل دحالت بدلون په داسی حالت کی ښیي چې تودوخه دوخت تابع ده. په لومړې دقیقه کی کنګل ګرمیږی او دتودوخی درجه یی $0C^\circ$ ته رسیږی.



شکل (2-8)

وروسته دکنګل ویلی کیدل پیل او د څلورو دقیقو لپاره د صفر درجی د کنګل او اوبو مخلوط رامنځ ته کیږی کله چې ټول کنګل ویلي شی او به ګرمیږی او په راتلونکو پنځو دقیقو کی یی د تودوخی درجه $100C^\circ$ ته رسیږی.

ketabton.com - The Digital Library

وروسته او به په جوش راځی او همدارنګه له اوبونه په بخار بدلیږی داوبو او بخار مخلوط تولیدیږی. او ویشت (۲۷) دقیقی وروسته ټول د اوبوبخار او د بخار دتودوخی درجه د $100C^{\circ}$ نه زیاتیږی چې دانقطه په ګراف کی نه معلومیږی.

ګراف دتودوخی ددرجی دزیاتوالی د مقیاس په حساب هم درجه بندی کولی شو. د پنځو دقیقو په موده کی د اوبو د تودخی درجه له $0C^{\circ}$ نه تر $100C^{\circ}$ پوری لوړیږی. د $Q = mc(t_2 - t_1)$ معادلی پربنسټ 100g اوبود تودوخی د درجی دازیاتوالی د 41900J انرژی مصرف غواړی. له دی کبله ویلی شو چی هردقیقه 8380J تودوخه زیاتیږی اوس کولی شو په افقی محور باندی بل مقیاس علاوه کړو چې په سیستم باندی دعلاوه شوی تودوخه څرګندوی دی.

دلومړی او پنځمی دقیقی په منځ کی33500J انرژی کنګل ته ورکړل شوی ده په دی واټن کی هیڅ ډول تودوخیزبدلون نه دی رامنځ ته شوی د انرژی یا تودوخی ددی زیاتوالی یوازینی اغیزه دکنګل ویلی کیدل دی . په ظاهری توګه دیوګرام صفر درجی کنګل دویلی کیدولپاره 335J انرژی یا تودوخه مصرف شوی ده. دامقدار انرژی 335J/g د کنګل دویلی کیدو د مخفی یا پټی تودوخی په نوم یادیږی. دیوی ټاکلی اندازی کنګل دویلی کیدو لپاره لازمه انرژی دلاندی رابطی نه په لاس راځي:

$$Q = mL \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۸- ۷)$$

په پورتنی رابطه کی L دویلی کیدو پټه تودوخه ده.

(۸- ۴) مثال: د300g صفر درجې کنګل دویلی کیدو لپاره څومره تودوخه لازمه ده؟

حل :

$$Q=mL=(300g)(335J/g)$$

$$= 101000 \text{ J}$$

۸- ۵: دتودوخی لیږد (انتقال) Transfer of Heat

تودوخه له یوه جسم نه بل جسم ته یادیوه جسم له یوی برخی نه بلی برخی ته په دریو طریقو لیږدول کیږی هره یوه یی په لنډه توګه مطالعه کوو. ددی لپاره چی یو جسم بل جسم ګرم کړی، نو ددوی ترمنځ واقعی تماس ضروری او حتمی نه دی، څکه پوهیږی چی

ketabton.com - The Digital Library

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

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

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

ketabton.com - The Digital Library

لیدونکو «نا مرئی» وړانګو په ډول طی کوی . هرګرم جسم له هغی جمله نه خپله تاسو داډول وړانګی لیږدوی. ساړه اجسام دا تودوخه جذبوی. ویلی شو چی تودوخه دنور په شان د تشعشع له لاری اوپه مستقیم خط لیږدول کیږئ. له دی کبله ده کله چې تاسو په آزاده هوا کی داور مخ ته کښینی مخ مو له ګرمی نه سور کیږی اوشامویخ وهی.
دیوه جسم تشعشع اویا دهغه په واسطه د تودوخی جذب دهغه جسم دسطي په رنګ پوري تړاو لرې. تورجسم هرډول تشعشع په چټکی او اغیزمنه توګه جذبوی. تور جسم کله چی ګرم وی ښه تشعشع کوی. سپین جسم نه ښه تشعشع کوی او نه په ښه ډول تودوخه جذبوی.

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 جې 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.

ketabton.com - The Digital Library

د اتم فصل تمرین

1. دتودوخې په کومه درجه کې دفارنهایت په ترمومیترکې لوستل شوې عدد مساوې دئ له «الف» دسانتي ګراد له دوه چنده سره « ب» دسانتي ګراد له نیمایی سره.

ځوابونه: « الف » $320F^{\circ}$ «ب» $-12.3F^{\circ}$

2. په 1964 کال کې دروسې د سیبریا به یوه کلی کې د تودوخې درجه $-71°C$ ته ټیټه شوه. د تودوخې دا درجه دفارنهایت له جنسه څومره کیږی « ب» دامریکا په لویه وچه کې په کالیفورنیا کې ترټولو لومړه د تودوخی درجه $134F^{\circ}$ ثبت شوی ده. دتودوخی دا درجه دسانتي 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 ښیيې « 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 نوموړو 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 کتلي درلودونکی په یوه شیشه یي ګیلاس کی جې دتودوخې درجه یی $15C^{\circ}$ ده. د $100C^{\circ}$ جوش اوبه چې کتله یي 0.20 Kg ده اچول شوی دي. په ګیلاس کي داوبو دتودوخې درجه پیداکړې؟ ځواب: $364K^{\circ}$

ketabton.com - The Digital Library

7. د 100g جست دګرمولو لپاره له $15C^\circ$ نه تر $35C^\circ$ پورې باید 260J تودوخه جسم ته ورکړل شی. دنوموړی جسم « جست» تودوخیز ظرفیت، مولری ظرفیت او دتودوخې مخصوصه ظرفیت پیداکړی؟

ځوابونه:($130J/kg.\ ^\circ k$: $\approx 26.9J/mole.\ ^\circ k,$: $13j/\ ^\circ k$,)

8. داوسیدلو کور په یوه شواروز « 24 ساعته » کی څومره تودوخې ته اړتیا لري که چیرې په دی موده کی د کوردمرکز ګرمی سیستم ته $1600m^3$ اوبه چې دتودوخې درجه یی $90C^\circ$ ده داخل اود $50C^\circ$ اوبه له هغه نه خارج شی؟

ځواب $270 \cdot 10^6$ KJ

9. د $20C^\circ$، $0.40m^3$ اوبه یی د $70C^\circ$ ، $0.10m^3$ اوبو سره ګډی کړي. د تودوخیز تعادل په حالت کی دګډو اوبه دتودوخې درجه څوده ؟ ځواب: $30C^\circ$

10. د 1.0Kg د اوسپنی یوه ټوټه ترڅو درجو پوری ګرمه شوی ده که چیری هغه په کالوری متر کې داخل او دکالوری متر 11.0 lit اوبو د تودوخی درجه له $11.3C^\circ$ نه تر $30.0C^\circ$ پورې لوړه کړي. دکالوري متر تودخیز ظرفیت په پام کې مه نیسې؟

ځواب: $200C^\circ$

11. په یوه لوښې کې 2lit اوبه چې دتودوخې درجه یی $20C^\circ$ ده پرتی دی نوموړی لوښې ته 150 KJ تودوخه ورکول کیږی. دهغه بخار کتله پیداکړی چې داوبو دخوټیدو په نتیجه کې رامنځ ته کیږي . دلوښې له تودوخیز ظرفیت نه صرف نظر وکړی؟

ځواب: 0.17Kg

12. دسیمابی ترمومیتر په واسطه تر $600C^\circ$ پورې تودخه اندازه کیداې شي. داڅرنګه ممکنه ده که چیری دسیمابو دجوش نقطه $357C^\circ$ وی ؟ ځواب: په تیوب کی دسیمابو د پاسه فضأ له ازوت نه ډکوی چی په پایله کی دسیمابو د جوش نقطه لوړیږی.

ketabton.com - The Digital Library

نهم فصل

اهتزازي حرکتونه (رپیدنې) او موجونه

Oscillatory Motion and Waves

سریزه: اهتزازي حرکتونه یا اهتزازونه هغې عملیې ته ویل کیږئ چې یو جسم یا سیستم په وار وار د خپل تعادل له حالت نه یوه خوا او بله خوا تیریږي او هر ځل بیرته هغه ته راګرځي. که چیرې دابیرته راګرځیدنه له مساوي وختونو، نه وروسته تر سره شي نو دا ډول اهتزازونه د پریودیکي اهتزازونو په نوم یادیږئ. د اهتزازونو خورا ښه مثال د دیوالي ساعتونو رقاصه ده.

اهتزازي حرکتونه په پراخه کچه په طبعیت او تخنیک کې وجود لري. د اهتزازونو د فزیکي طبعیت په پام کې نیولو سره هغه په میخانیکي، الکترو مقناطیسي او الکترو میخانیکي باندې تقسیمولي. موږ دلته یوازې میخانیکي اهتزازونه مطالعه کوو. اهتزازونه د ډول ډول تخنیکي وسیلو بنسټ تشکیلوي د مثال په ډول د رادیو ټول تخنیک د اهتزازي عملیو پر بنسټ دي. په اهتزاز کونکې سیستم باندې د واردې شوی اغیزې د څرنګوالي له پلوه اهتزازونه په لاندې ډول دي. خپلواک یا مستقل اهتزازونه اجباري اهتزازونه او اوتو اهتزازونه.

که چیرې سیستم وښورول شي یا له ځایه بې ځاي شي او یا د تعادل له حالت نه خارج شي او وروسته په خپل حال پریښودل شي په دې حالت کې چې اهتزازونه رامنځ ته کیږي د خپلواکه یا ذاتي اهتزازونو په نوم یادیږئ. د مثال په ډول د یوه کروي جسم له اهتزازنه یا دونه کولی شو چې د یوه تار په سر پورې تړل شوی دي یعنی رقاصه. په داسې جسم کې د اهتزاز د ایجاد لپاره کولې شو چې کروي جسم د تعادل له حالته بی ځایه او وروسته یې په خپل حال پریږدو.

اجباري اهتزازونه هغه اهتزازونه دي چې د هغو په عملیه کې اهتزاز کونکې جسم یا سیستم د داسې قوې له اغیزې لاندې راځي چې په تناوبی ډول بدلون کوي. د اجباري اهتزاز مثال د هغه پل اهتزاز دي چې د هغه په مخ د خلکو (عابرینو) د قدم وهلو په وخت کې رامنځ ته کیږئ. اوتو اهتزازونه (یا پخپل سراهتزازونه)، د اجباري اهتزازونو په شان په اهتزاز کونکي

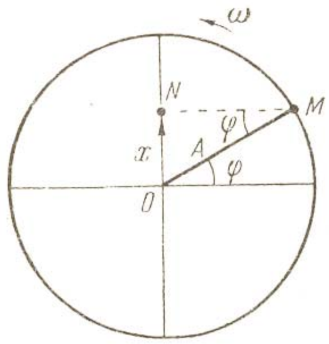
ketabton.com - The Digital Library

سيستم باندې د خارجي قوې د اغيزې په واسطه بدرګه کيږي. د اوتو اهتزازونو د سيستم ښه مثال د يوالى 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 لورى 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 ځاى بدلون يې $X = ON$ دي.



(۹- ۱) شکل

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

$$X = A\sin\varphi \quad ....(۹– ۱)$$

له بلې خوا پوهيږو چې:

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

$$X = A\sin\omega t \quad ....(۹– ۲)$$

ketabton.com - The Digital Library

$$X = A\sin\frac{2\pi}{T}t \quad \text{.........(۹- ۳)}$$

$$X = A\sin 2\pi ft \quad \text{.........(۹- ۴)}$$

(۹- ۲) معادله د هغه هارمونيکي اهتزاز معادله ده چې لومړنۍ فازيې صفر دي، که چيرې په اهتزاز کې لومړنۍ فاز موجود وي په هغه صورت کې د اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

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

په پورتنۍ معادله کې X د اهتزاز بعد يا تغيير مکان ، A امپليتود، ωt فاز او φ_0 لومړنۍ فاز دي.

د اهتزاز سرعت د لاس ته راوړلو لپاره د (۹- ۲) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$V = \frac{dx}{dt} = A\omega\cos wt \quad \text{.........(۹- ٦)}$$

او يا

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

د اهتزاز د تعجيل د لاس ته راوړلو لپاره د (۹- ٦) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2\sin\omega t \quad \text{.........(۹- ۸)}$$

او يا

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

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

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

(۹- ۲)، (۹- ۳) او (۹- ۴) رابطې د هارمونيکي اهتزازونو د معادلې مختلف ډولونه دي. له نوموړيو معادلو، نه څرګنديږي چې په هارمونيکي اهتزازونو کې د اهتزاز کونکې جسم تغيير مکان د ساين او يا کوساين (که چيرې د m د نقطې مرتسم په افقي محور په پام کې ونيسو) د قانون په مطابقت ترسره کيږي.

په اهتزازي حرکتونو کې لاندېنۍ فزيکي کميتونه هميشه په پام کې نيول کيږي:

ketabton.com - The Digital Library

1. بعُد Elongation: بعد د وخت په يوه کيفي لحظه کې د تعادل له موقعيت نه د جسم فاصله ده.
2. امپليتود يا د اهتزاز لمنه: په يوه هارمونيکي اهتزاز کې اعظمي بعُد ته امپليتود وايي يا په بل عبارت د تغيير مکان او فازنسبت د امپليتود په نوم ياديږي.
3. د تناوب وخت يا پريود: د جسم د حرکت د دوو پرله پسې او مشابه حالتونو ترمنځ زماني واټن ته تناوب وايي يا په بل عبارت د تناوب وخت هغه وخت ته ويل کيږي چې يو اهتزاز په هغه کې بشپړ شي او په T سره ښودل کيږي.
4. فريکونسي: په يوه ثانيه کې د اهتزازونو شمير ته فريکونسي وايي فريکونسي د پريود د معکوسه ده. د فريکونسي واحد هرتس دی $1Hz = \sec^{-1}$
5. فاز: په يوه ځانګړې لحظه کې د جسم د اهتزاز حالت ته فاز وايي. د فاز فزيکي مفهوم دادي چې هغه په هره لحظه کې تغيير مکان معلوموي، يعنی د اهتزازي سيستم حالت ټاکئ. د بيلګې په توګه په (۹- ۱) معادله کې که $\varphi = \frac{\pi}{6}$ وي، نو په دی صورت کې تغيير مکان يعنی $X = \frac{A}{2}$، که چيرې $\varphi = \pi$ وي، $X = 0$ او که چيرې $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ وي $X = -A$ دي.

(۹- ۱) مثال: يو جسم د X د محور په امتداد هارمونيک اهتزاز تر سره کوي. د حرکت معادله يې $X = 4{,}0\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ ده، که چيرې X په متر او t په ثانيه اندازه شي پيدا کړي:

الف) امپليتود، فريکونسي او د اهتزاز پريود

ب) د t په وخت کې د جسم سرعت او تعجيل

حل: د حرکت له معادلې نه معلوميږي چې امپليتود $A = 4{,}0m$ او $\omega = \pi \, Rad/\sec$،

$$T = \frac{1}{f} = 2\sec \quad \text{او} \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = 0{,}50\sec^{-1}$$

ketabton.com - The Digital Library

ب)

$$V=\frac{dx}{dt}=-4,0\sin\left(\pi t+\frac{\pi}{4}\right)\frac{d}{dt}(\pi t)$$
$$=-4\pi\sin\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)m/_{\sec}$$
$$a=\frac{dv}{dt}=-4\pi\cos\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)\frac{d}{dt}\left(\pi t\right)$$
$$=-4\pi^2\cos\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)m/_{\sec^2}$$

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:

$$W=W_p+W_k \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹– ۱۱)$$

د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

$$W_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{m}{2}\omega^2A^2\sin^2\left(\omega t+\pi/_2\right)$$
$$=\frac{m}{2}\omega^2A^2\cos^2\omega t \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹– ۱۲)$$

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.

$$W_p=\frac{m}{2}\omega^2A^2\sin^2\omega t \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹– ۱۳)$$

د (۹– ۱۱)، (۹– ۱۲) او (۹– ۱۳) رابطو نه لرو چې:

ketabton.com - The Digital Library

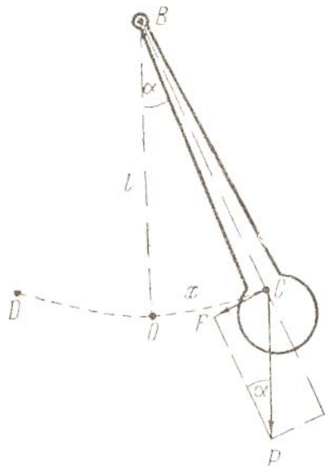
$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}\left(\cos^2 \omega t + \sin^2 wt\right) = \frac{m\omega^2}{2} A^2 \quad \text{..................(۹− ۱۴)}$$

(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 لنډه ډول هغه مطالعه کوو.

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



(۹- ۲) شکل فزيکي رقاصه

کله چې رقاصه د تعادل له حالت نه يعنی د OB له موقعيت نه د ∝ زاويې په اندازه بلې خواته بې ځايه کړو رقاصه په اهتزاز پيل کوئ او د تعادل د موقعيت ښي او کيڼ اړخ ته

ketabton.com - The Digital Library

خپل اهتزاز ته دوام ورکوي. که چيرې اصطکاک کم وي نو د رقاصې اهتزاز زيات وخت دوام کوي. د رقاصې د ثقل مرکز C د دايرې په مخ د COD قوس ترسيموي. د تعادل د موقعيت ښي اړخ ته د انحراف زاويه ∝ مثبت اوکيڼ اړخ ته يې منفي فرضوو د تعادل موقعيت ته راستنونکې قوه عبارت ده له:

$$F = -Wsin\alpha = -mgsin\alpha$$

په پورتنۍ رابطه کې m د رقاصې کتله ده. د منفي علامه په رابطه کې له دې امله په پام کې نيول کيږي چې د قوې جهت او د انحراف زاويه يو د بل په خلاف لورې دي. د کم انحراف په صورت کې ($\alpha < 0.14rad = 6^{\circ}$) $sin\alpha = \alpha$ په دی صورت کې لرو چې:

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

د دوراني حرکتونو د قوانينو مطابق د راستنونکې ارتجاعي قوې F مومنت عبارت دي له:

$$M = F\ell = J\beta$$

په پورتنۍ رابطه کې J د څرېدو د محور په نسبت د رقاصې د عطالت مومنت دي، β زاويوي تعجيل دي په دی حالت کې لرو چې:

$$F = \frac{J\beta}{\ell}$$

څرنګه چې $\beta = \frac{a}{\ell}$ دي، نو لرو چې:

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

په پورتنۍ رابطه کې ω د رقاصې زاويوي فريکونسي ده. د (۹- ۱۵) او (۹- ۱٦) رابطونه لرو چې:

$$mg\ell = J\omega^2$$

په پايله کې د فزيکي رقاصې زاويوي فريکونسي او پريود عبارت دي له:

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

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

ketabton.com - The Digital Library

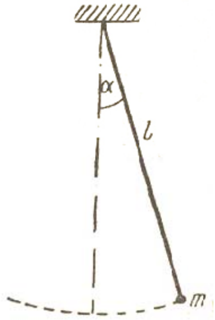
(۹– ۱۷) او (۹– ۱۸) رابطې په ترتیب سره د فزیکي رقاصې زاویوي فریکونسي او پریود دي.

د فزیکي رقاصې نه وروسته اوس ریاضیکي رقاصه مطالعه کوو. ریاضیکي رقاصه عبارت له یوې مادي نقطې څخه ده چې د یوه بې وزنه تار (د تار له وزن نه سترګې پټیږي) په سرکې ځوړند او اهتزاز اجرا کړي (۹– ۳) شکل. د مادي نقطې د عطالت مومنت له تعریف سره سم، د ریاضیکي رقاصې د عطالت مومنت عبارت دي له:

$J = m\ell^2$

په پورتنۍ رابطه کې m د مادي نقطې کتله او ℓ د تاراوږدوالې دي. که چیرې د J دا قیمت په (۹– ۱۸) رابطه کې وضع کړو د ریاضیکي رقاصې د اهتزاز پریود په لاس راځي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{...............................} (۹– ۱۹)$$



(۹- ۳) شکل ریاضیکي رقاصه

(۹– ۱۹) رابطه بیانوي چې د ریاضیکي رقاصې پریود د رقاصې د طول له مربع جذر سره په مستقیمه توګه او د ځمکې د جاذبې د تعجیل د مربع جذر سره په معکوسه توګه متناسب دي د اهتزاز د امپلیتود او د رقاصې د کتلې تابع نه دي.

(۹– ۲) مثال: د یوې ساده رقاصې د تناوب وخت او فریکونسي پیدا کړي چې طول یې $1,00m$ او په داسې ځای کې واقع دي چې هلته $g = 9,800\, m/\sec^2$ دي.

ketabton.com - The Digital Library

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1,00m}{9,800\,{}^{m}/_{\sec^2}}} = 2,007\sec$$

$$F = \frac{1}{T} = 0,4983Hz$$

(۹– ۳) مثال: د $\ell = 1,00m$ په اوږدوالي یوه متجانسه میله چې له یوه انجام نه راځړېدلې ده او اهتزاز تر سره کوي. ددې اهتزاز د تناوب وخت پیدا کړې؟

حل: د سوال نه معلومیږي چې نوموړې میله یوه فزیکي رقاصه تشکیلوي او د فزیکي رقاصې تناوب عبارت دي له:

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

پوهیږو چې د یوې متجانسې میلې د عطالت مومنت $J = \frac{1}{3}m\ell^2$ دي د محور فاصله د ثقل له مرکز نه $\frac{\ell}{2}$ ده، نو ځکه لرو چې:

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

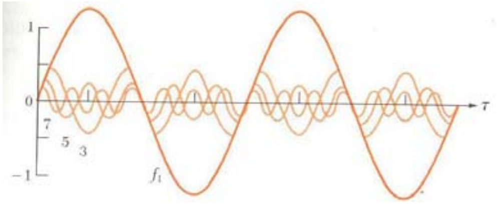
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{3}(1,00m)/9,8\,{}^{m}/_{\sec^2}} = 1,64\sec$$

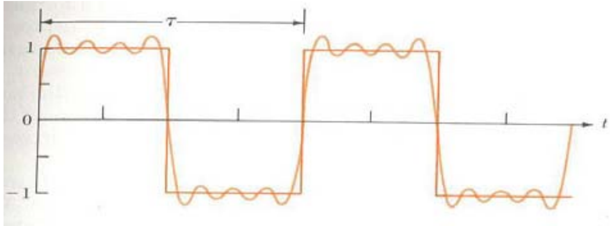
۹– ۴: د فوریه آنالیز Fourier Analysis

د دوو یا څو هارمونیکي اهتزازونو ترکیب یا یوځاي کیدل په عمومي توګه یو هارمونیکي اهتزاز نه، بلکې یو مغلق اهتزاز رامنځ ته کوي یا په بل عبارت د هارمونیکي اهتزازونو یو ځای کیدل یا انطباق یو غیر هارمونیکي او پیچلی اهتزاز تولیدوي داسې هم ویلې شو چې پیچلي اهتزازونه د هارمونیکي اهتزازونو څخه رامنځ ته کیږي. داسې پوښتنه رامنځ ته کیږي چې آیا یو پیچلی غیر هارمونیکي اهتزاز په هارمونیکي اهتزازونو باندې تجزیه کولې شو. ددې پوښتنې ریاضیکي ځواب فرانسوي ریاضي پوه فوریه (Fourier) ویلې دي. د فوریه د یوې قضیې پر بنسټ هره متناوبه تابع کولې شو د یو شمیر (حتي لایتناهي) ساینیزو او کوساینیزو تابع ګانو د ټولګې په توګه وښیو. د متناوبې تابع څخه هغه تابع مطلب دي چې

ketabton.com - The Digital Library

د بشپړ مساوي او پرله پسې وخت څخه وروسته تکراریږي (۹- ۴) شکل. د فوریه د انالیز په مرسته کولې شو تناوبي حرکتونه په هارمونیکي اهتزازي حرکتونو باندې تجزیه کړو.





(۹- ۴) شکل

د (۹- ۴) شکل د موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y = A_0 + A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + ...$$

$$+B_1 \cos \omega t + B_2 \cos 2\omega t + B_3 \cos 3\omega t + ... \qquad (۹- ۲۰)$$

پورتنۍ معادله د فوریه د سلسلې په نوم یادیږي او د A_0 **له ثابت حد پرته داسې حدونه هم لري چې امپلیتودونه یې** $A_1, A_2, A_3,...$ **او** $B_1, B_2, B_3...$ **او زاویه یې فریکونسي ګانې یې** $\omega, 2\omega, 3\omega...$ **دي.**

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

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

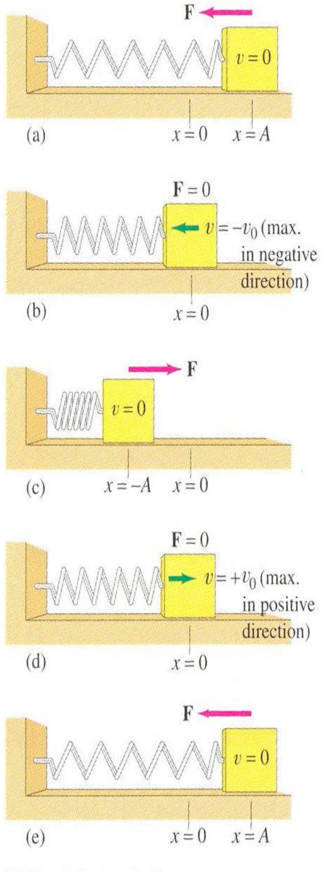
(۹- ۲۱) معادله د فوریه سلسله ده د یوه ټاکلي موج لپاره د امپلیتودونو یا A_n **ضریبونو پیدا کول او محاسبه د یو لړ ریاضیکي عملیو په مرسته ترسره کیږي، چې موږ ورڅخه سترګې پټو یا ورڅخه تیریږو.**

ketabton.com - The Digital Library

د فوریه سلسله د نوري موجونو د مطالعې په مبحث کې هم کارول کیږئ ځکه چې په مستقیمه توګه د یوه نوري موج د بڼې لیدل او مشاهده ناشونې ده. د فوریه له آنالیز څخه د نور او صوت د کیفیت په څیړنه کې زیاته ګټه اخیستل کیږئ.

۹– ۵: هم غږې خطي اهتزاز کونکې Linear Harmonic Oscillator

د یوه هم غږې خطي یا ساده اهتزاز کونکې نمونه په (۹– ۵) شکل کې ښودل شوې ده او هغه د m له یوې کتلې څخه عبارت دي چې د k ارتجاعیت یا د قوې ثابت درلودونکې فنر په پای کې تړل شوې ده. دا دفنر–کتلې سیستم د x د محور په امتداد له اصطکاک پرته د یوې افقي سطحې په مخ یو بعده اهتزازي حرکت ترسره کوئ. سیستم د هوک له قانون څخه پیروي کوي، نو ځکه یو خطي سیستم دي.



(۹- ۵) شکل د یوه هم غږې خطي اهتزاز کونکې نمونه

ketabton.com - The Digital Library

د تعادل له موقعیت څخه د x د ځای بدلون (تغییر مکان) په اندازه کولو سره، د پوتانشیل انرژي V(x) عبارت دي له:

$$V(x) = \frac{1}{2}kx^2 \quad (۹- ۲۲)$$

او عامله قوه مساوي ده په:

$$F(x) = -kx \quad (۹- ۲۳)$$

د نیوټن له دویم قانون، $F(x) = m\frac{d^2x}{dt^2}$ ، څخه دی پایلې ته رسیږو چې:

$$F(x) = m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx \quad (۹- ۲۴)$$

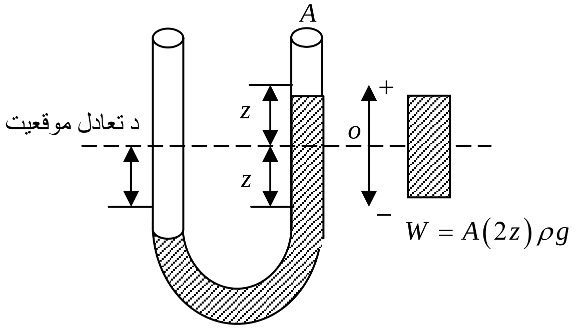
یا

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 \quad (۹- ۲۵)$$

چې په هغې کې:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (۹- ۲٦)$$

ω_0 یو ثابت دي او د خپلواکې زاویه یې فریکونسي یا د خپلواکه اهتزازونو د فریکونسي په نوم یادیږئ. د هم غږه خطي یا ساده اهتزازونو بل مثال په یوه U ډوله تیوب کې د مایع اهتزاز دي. د (۹- ٦) شکل سره سم په یوه U ډوله تیوب کې مایع د تعادل په حالت کې قرار لري. کله چې مایع لږ بی ځایه شي، یعنی په تیوب کې د ځای بدلون وکړي، هم غږې اهتزازی حرکت ترسره کیږي. ددی اهتزازونو فریکونسي محاسبه کوو.



(۹- ۶) شکل

ketabton.com - The Digital Library

ددی اهتزازونو فریکونسي په لاندې ډول په لاس راځي. که چیرې مایع د کیڼې خوا په ستون کې د Z په اندازه ښکته شوې وي د ښی خوا ستون مایع به له هغه سره د 2z په اندازه توپیر ولري. په دی ترتیب د مایع دا برخه د یوې بیرته راستنونکې قوې تر اغیزې لاندې راځي، دا قوه د نوموړې مایع له وزن سره، یعنی

$$W = mg = \rho Vg = \rho\left(A2Z\right)g \quad \text{.................................}(۹- ۲۷)$$

سره مساوي ده. په پورتنۍ رابطه کې ρ د مایع کثافت او A د تیوب مقطع ده. د نیوټن د دویم قانون څخه لرو چې:

$$F = M\ddot{Z} \quad \text{.................................}(۹- ۲۸)$$

په پورتنۍ رابطه کې M په U ډوله تیوب کې د ټولې مایع کتله ده. که چیرې L د تیوب هغه طول وي چې له مایع څخه ډک دی لرو چې $M = \rho AL$، له دی ځایه:

$$F = \left(\rho AL\right)\ddot{Z} \quad \text{.................................}(۹- ۲۹)$$

که چیرې پورتنۍ جهت مثبت ونیسو، د W وزن ښکته خواته دی. په پایله کې د (۹- ۲۷) او (۹- ۲۹) رابطو څخه لرو چې:

$$-2\rho AZg = \rho AL\ddot{Z}$$

$$\ddot{Z} + (\frac{2g}{L})Z = 0 \quad \text{.................................}(۹- ۳۰)$$

$$\ddot{Z} + \omega_0^2 Z = 0$$

له دی کبله د اهتزازونو طبیعي فریکونسي عبارت دی له:

$$\omega_0 = \left(\frac{2g}{L}\right)^{1/2} \quad \text{.................................}(۹- ۳۱)$$

۹- ۶: تبخیري اهتزازونه Damped Oscillation

له تیوریکي یا نظري پلوه یو هم غیرې خطي یا ساده اهتزاز کونکې کله چې په حرکت راشي بنایي د همیشه لپاره خپل اهتزاز ته ادامه ورکړي او د هغه دا منه یا امپلیتود همیشه ثابت پاته شي. دا ډول اهتزازونو ته خپلواک اهتزازونه وایي. خو په عمل کې په هر ډول فزیکي وضعیت او حالت کې خاموشونکې قوې وجود لري او اهتزاز کونکې سیستم د وخت په

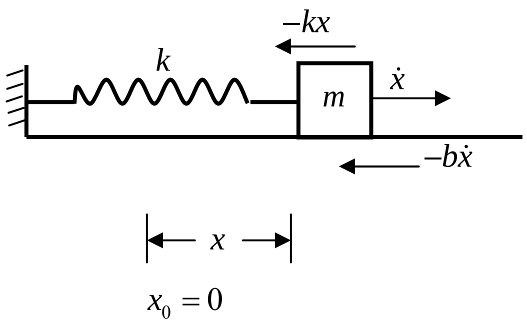
ketabton.com - The Digital Library

تيريدو سره خپله انرژي له لاسه ورکوي. په دی ترتيب مهتزز سيستم خاموش او په پاې کې ودريږئ. د يوه خطي اهتزاز کونکې د ديفرانسيل معادله، يعنی (۹– ۲۵) بايد داسې اصلاح شي چې د خاموشي يا ودريدو اغيزې په کې شاملې شي.

يو ځل بيا د m يوه کتله چې په يوه فنر پورې تړل شوی ده لکه څرنگه چې په (۹– ٦) شکل کې ښودل شوې ده د يوې نمونې په توګه په پام کې نيسو او د هغې حرکت يوازې په يوه بعد کې مطالعه کوو. کله چې کتله په يو سيال ، هوا يا مايع کې حرکت وکړي، اصطکاکي قوې خاموشي، وروکيدونه او په پاې کې ودريدل رامنځ ته کوي. اصطکاکي قوه يا خاموش کونکې عامل F_d کيداې شي له سرعت سره متناسب فرض شي، يعنی

$$F_d = -bv = -b\dot{x} \quad \text{(۹– ۳۲)}$$

چې په هغې کې b بايد مثبت وي.



(۹- ۷) شکل په يوه تبخيري اهتزاز کونکي جسم باندې واردې قوې

هغه خالصه قوه F_{net} چې د m په کتلې باندې عمل کوي، لکه څرنگه چې په (۹– ۷) شکل کې ښودل شوې ده، عبارت دي له:

$$F_{net} = F + F_d = -kx - b\dot{x} \quad \text{(۹– ۳۳)}$$

د نيوټن د دويم قانون څخه په ګټه اخيستنه او د $F_{net} = m\ddot{x}$ په وضع کولو سره لرو چې:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad \text{(۹– ۳۴)}$$

پورتنی معادله يوه دويمه درجه ديفرانسيلي معادله او د تبخيري اهتزاز معادله ده. د نوموړې معادلې د حل لپاره اطراف په m تقسيموو او هم لاندې تعويض په پام کې نيسو:

ketabton.com - The Digital Library

$$\gamma = \frac{b}{2m} \quad \text{...............................(۹- ۳۵)}$$

او

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \quad \text{...............................(۹- ۳۶)}$$

په پایله کې:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad \text{..........................(۹- ۳۷)}$$

د پورتنۍ معادلې یو حل په لاندې ډول دی.

$$x = e^{\lambda t}; \dot{x} = \lambda e^{\lambda t}; \ddot{x} = \lambda^2 e^{\lambda t}$$

که چیرې دا قیمتونه په (۹- ۳۷) معادله کې وضع کړو، لرو چې

$$e^{\lambda t}\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0$$

څرنګه چې $e^{\lambda t} \neq 0$ دی، نو باید ولرو چې:

$$\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0 \quad \text{...............................(۹- ۳۸)}$$

ددې معادلې جذرونه عبارت دي له:

$$\lambda_1 = -\gamma + \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

$$\lambda_2 = -\gamma - \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

له دې کبله (۹- ۳۷) معادلې عمومي ځواب عبارت دی له:

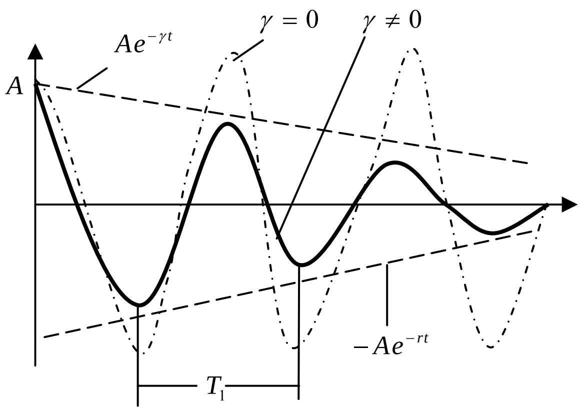
$$x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$$ یا

$$kx(t) = e^{-\gamma t}\left(A_1 e^{\sqrt{\gamma^2-\omega_0^2}\,t} + A_2 e^{-\sqrt{\gamma^2-\omega_0^2}\,t}\right) \quad \text{...........(۹- ۳۹)}$$

څرنګه چې (۹- ۳۷) معادله یوه تفاضلي معادله ده د هغې دحل د زیات تفصیل څخه ډډه کوو، که چیرې خاموش کونکې قوه نسبتاً کوچنۍ او جسم په لومړۍ سر کې دA امپلیتود ولري د هغه حرکت د لاندې رابطې سره سم ترسره کیږئ.

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos\left(\omega_1 t + \phi\right) \quad \text{...............................(۹- ۴۰)}$$

ketabton.com - The Digital Library



(۹- ۸) شکل

(۹– ۸) شکل د (۹– ۴۰) رابطې منحني او يو تبخيري اهتزاز ښيې لکه څرنګه چې په شکل کې ليدل کيږي د اهتزازونو امپليتود په طاقتيزه يا نمايي توګه کميږي. د پرتلې لپاره غير تبخيري اهتزازونه (نقطه نقطه منحني) هم ښودل شوي ده چې د هغې لپاره $\gamma = 0$ دي.

۹– ۷: اجباري اهتزازونه Forced Oscillations

يو خپلواک اهتزاز کونکې د هميشه لپاره اهتزاز کوي. خو په حقيقت کې د هر ډول سيستم لپاره يو ډول خاموشي يا تبخير حضور لري (انرژي ضايع کيږي، مثلاً په تودوخه بدليږي) او په پاې کې سيستم له اهتزاز څخه پاته کيږي، يعنې ودريږي. د اهتزازو نو د ساتنې او دوام لپاره بايد له يوې خارجي منبع (چينې) څخه په خاموش کونکې يا تبخيري محيط کې سيستم ته په هغه مقياس انرژي ورسول شي په کوم مقياس چې انرژي ضايع کيږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمينيږئ د اجباري يا هدايت کيدونکو اهتزازونو په نوم ياديږي او اهتزاز کونکې سيستم د اجباري يا هدايت کيدونکې سيستم په نوم ياديږئ. که چيرې په سيستم باندې يوه هدايت کونکې قوه F_d وارده شي په سيستم باندې عمومي محصله وارده قوه مساوي ده په:

$$F_{net} = F_s + F_f + F_d \quad \text{.............................} (۹– ۴۱)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

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 مونږ د خطي اهتزاز کونکو په هکله بحث کوو نو په وئ چې هدايت کونکې قوه F_d په سينوسي بڼه فرض کړو، يعنی

$$F_d = F_0 \cos\left(\omega t + \theta_0\right) \qquad (۹- ۴۲)$$

ددې لپاره چې هدايت کونکې قوه پورتنۍ بڼه لري بڼه دلايل لرو. لومړۍ دا چې په زياتره حقيقي او واقعي حالتونو کې واقعاً همدا ډول قوه حضور لري د بيلګې په توګه په يوه مقيد الکترون کې، کله چې الکترو مقناطيسي موجونه په هغه وارد شي، يعنی له مقيد الکترون څخه د نور په پراګندګې کې همدا ډول قوه وجود لري. دويم د وخت هره دوراني يا تناوبي تابع کيداې شي د څو سينوسي حدونو د حاصل جمع په توګه وښودل شي. د فوريه د سلسلې د طريقې څخه په ګټه اخيستنه سره کولې شو د هرې تناوبي هدايت کونکې قوې لپاره د سيستم حرکت وڅاکو.

کولې شو دا معادلې سره ترکيب او داسې معادله ورڅخه لاس ته راوړو چې اجباري اهتزاز توصيفوي، يعنی

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos\left(\omega t + \theta_0\right) \qquad (۹- ۴۳)$$

دا معادله يوه دويمه درجه ديفرانسيلي خطي غير متجانس معادله ده، چې د هغې عمومي حل يا ځواب عبارت دې له:

$$x(t) = x_i(t) + x_h(t) \qquad (۹- ۴۴)$$

په (۹- ۴۴) رابطه کې x_h د $m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0$ متجانسې معادلې ځواب دې.

ددې متجانسې معادلې عمومي ځواب عبارت دي له:

$$x_h(t) = e^{-rt}\left[A_1 e^{+i\omega_1 t} + A_2 e^{-i\omega_1 t}\right] \qquad (۹- ۴۵)$$

د $e^{+-i\theta} = \cos\theta + -i\sin\theta$ رابطې څخه په ګټه اخيستنه (۹- ۴۵) رابطه په لاندې ډول ليکلې شو:

$$x_h(t) = e^{-\gamma t}\left[i(A_1 - A_2)\sin\omega_1 t + \left(A_1 + A_2\right)\cos\omega_1 t\right]$$

که چيرې $i\left(A_1 - A_2\right) = B$ او $\left(A_1 + A_2\right) = C$ تعويض کړو، په دې حالت کې لرو چې:

ketabton.com - The Digital Library

$$X_h(t) = e^{-\gamma t}\left[B\sin\omega_1 t + C\cos\omega_1 t\right] \quad \text{(۹- ۴۶)}$$

ω_1 زاویه يې طبيعي فريکونسي يا د تبخيري اهتزازونو فريکونسي ده او همیشه د خپلواکه اهتزازونو له فريکونسي ω_0 څخه کوچنۍ وي. که چیرې په (۹- ۴۶) معادله کې لاندې تعویض په پام کې ونیسو

$$A = \sqrt{B^2 + C^2}, \tan\phi = -\frac{C}{B}$$

په دې صورت کې (۹- ۴۵) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوئ.

$$X_h(t) = A_h e^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \phi_h) \quad \text{(۹- ۴۷)}$$

څرنګه چې تبخيري اهتزازونه په پای کې له مینځه ځي یا صفر کیږئ د ځواب د X_h برخه د تیریدونکې (ګذرا) حد په نوم یادیږئ. له یو څه وخت څخه وروسته د ځواب د X_h برخه خپل اهمیت له لاسه ورکوي له دې کبله باید د قسمي ځواب $X_1(t)$ پیدا کولو ته پاملرنه وکړو.

د (۹- ۴۲) رابطې سره سم اعمال شوې قوه په سینو سیزه توګه بدلون کوي، له دې کبله انتظار لرو چې د $X_i(t)$ ځواب په سینو سیزه توګه بدلون کوي. که چیرې د معادلې په کینه خوا کې $\dot{X}$ نه وي د $X = A\cos\omega t$ په بڼه ځواب په بشپړه توګه د منلو وړ دي. ددې ټکي په رعایتولو سره باید ځواب په لاندې بڼه ولرو:

$$X = A\cos(\omega t \pm \phi) \quad \text{(۹- ۴۸)}$$

ځواب په لاندې بڼه په پام کې نیسو

$$X_i = A\cos(\omega t - \phi) \quad \text{(۹- ۴۹)}$$

د A او ϕ د محاسبې لپاره په (۹- ۴۸) رابطه کې د X_i قیمت وضع او $\theta_0 = 0$ په پام کې نیسو، په دې صورت کې لرو چې:

$$-m\omega^2 A\cos(\omega t - \phi) - b\omega A\sin(\omega t - \phi) + KA\cos(\omega t - \phi) = F_0\cos\omega t$$

د معادلې له ترتیبولو وروسته لرو چې:

$$\left(KA\cos\phi - m\omega^2 A\cos\phi + b\omega A\sin\phi\right)\cos\omega t$$

$$-(KA\sin\phi - m\omega^2 A\sin\phi - b\omega A\cos\phi)\sin\omega t = F_0\cos\omega t$$

ketabton.com - The Digital Library

ددې لپاره چې دا رابطه د t د ټولو کچو لپاره برقرار وي د $\cos\omega t$ او $\sin\omega t$ د حدونو ضریبونه په دواړو خواو کې باید په جدا توګه ترتیب شي، یعنی

$$\left(K-m\omega^2\right)\cos\phi+b\omega\sin\phi=\frac{F_0}{A}\quad\ldots\ldots(۹-۵۰)$$

$$\left(K-m\omega^2\right)\sin\phi-b\omega\cos\phi=0\quad\ldots\ldots(۹-۵۱)$$

د زاویې د فاز لپاره لاندې افاده په لاس راځي:

$$\tan\phi=\frac{b\omega}{k-m\omega^2}=\frac{b\omega/m}{k/m-\omega^2}\quad\ldots\ldots(۹-۵۲)$$

که چیرې $\frac{k}{m}=\omega_0$ او $\gamma=\frac{b}{2m}$ سره عوض کړو، لرو چې:

$$\tan\phi=\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2}\quad\ldots\ldots(۹-۵۳)$$

له پورتنۍ رابطې څخه لرو چې:

$$\sin\phi=\frac{2\gamma\omega}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad\ldots\ldots(۹-۵۴)$$

$$\cos\phi=\frac{\omega_0^2-\omega^2}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad\ldots\ldots(۹-۵۵)$$

که چیرې دا کمیتونه په (۹– ۴۷) رابطه کې وضع کړو په لاس راځي چې:

$$A=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad\ldots\ldots(۹-۵۶)$$

په دې ترتیب د غیر متجانسې معادلې قسمي ځواب عبارت دی له:

$$X_i(t)=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\cos(\omega t-\phi)\quad\ldots\ldots(۹-۵۷)$$

په پورتنۍ معادله کې:

$$\phi=\tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2}\quad\ldots\ldots(۹-۵۸)$$

ketabton.com - The Digital Library

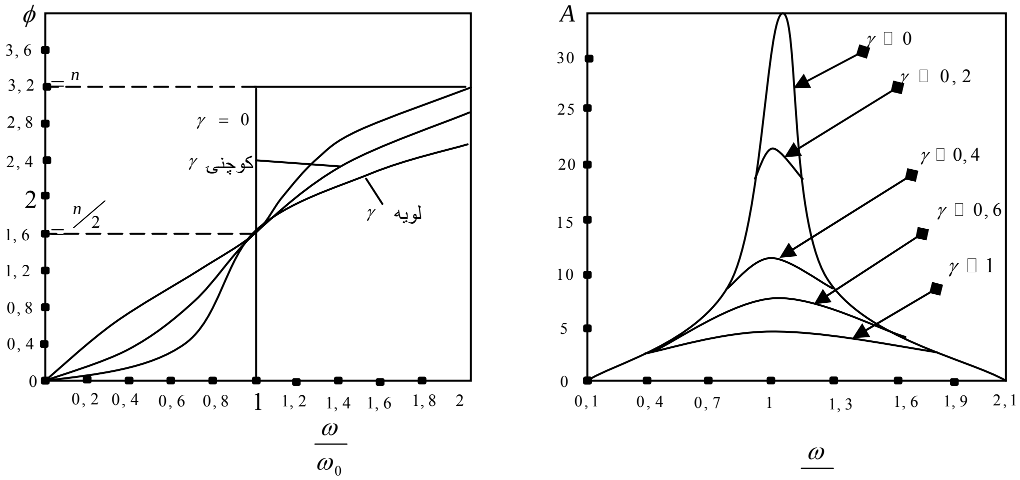
۹– ۸: ريزونانس **Resonance**

د يوه مستقر حرکت امپليتود A او د فاز زاويه د (۹– ٥٦) او (۹– ٥٨) معادلو سره سم عبارت دي له:

$$A=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}} \qquad \text{(۹– ٥۹)}$$

$$\phi=\tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2} \qquad \text{(۹– ٦٠)}$$

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.



(ب) (الف)

(۹– ۹) شکل د γ د مختلفو قيمتونو لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدايت کونکي فريکونسي ω له جنسه.

ketabton.com - The Digital Library

لکه څرنګه چې مخکې ووېل 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 ښيې 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 ډېرو 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 ډېر 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 معلومېږي چې د γ په کچو پورې اړونده يوه هدايت کونکې فريکونسي وجود لري چې په هغې کې امپليتو A اعظمي دي. هغه فريکونسي چې په هغې کې امپليتود اعظمي وي د امپليتود د ريزوتانس فريکونسي په نوم ياده او په ω_r سره ښودل کيږي. د ω_r فريکونسي له (۹- ۵۹) رابطې څخه محاسبه کولې شو.

$$\left.\frac{dA}{d\omega}\right|_{\omega=\omega_r} = 0 \quad \text{(۹- ۶۱)}$$

د لاس ته راغلې معادلې له حل څخه لرو چې:

$$\omega = \omega_r = \left(\omega_0^2 - 2\gamma^2\right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{(۹- ۶۲)}$$

پورتنی رابطه بيانوي چې کله چې د تخير ضريب(γ) کميږئ د ريزونانس فريکونسي زياتيږئ او کله چې $\gamma \to 0$ ، ω_r د خپلواک اهتزاز کونکې د طبيعي فريکونسي ω_0 خواته تقرب يا ميل کوي. کله چې د تخير ضريب فوق العاده کوچنی وي د (۹- ۶۲) رابطې ښي خوا د نيوټن د بينوم په 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

$$\omega_r \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{\omega_0} \quad \text{(۹- ۶۳)}$$

(۹- ۶۲) او (۹- ۶۳) رابطې چې د اجباري اهتزاز لپاره ليکلې شوې دي کولې شو د تخيري اهتزاز لپاره هم چې مخکې مطالعه شول مشابه رابطه وليکو، يعنی

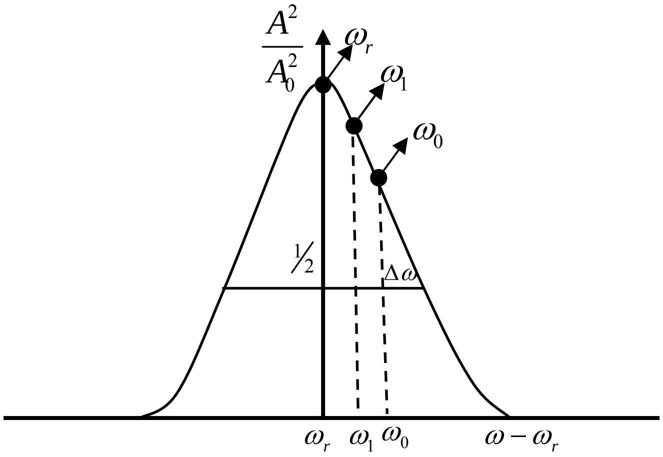
ketabton.com - The Digital Library

$$\omega_1 = \left(\omega_0^2 - \gamma^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

د کوچنۍ γ لپاره لرو چې:

$$\omega_1 \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{2\omega_0} \quad \text{.................................(۹− 64)}$$

په داسې حال کې چې د خپلواک اهتزاز کونکې لپاره $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ دي. له دی کبله د ω_1 د ω_r په ښې 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 یې 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.

$$A = \frac{F_0/m}{2\gamma\sqrt{\omega_0^2 - \gamma 2}} \quad \text{.................................(۹− ٦۵)}$$

د کوچنۍ تبخیر په صورت کې، فرضوو چې $\gamma \to 0$، په پایله کې

$$A_0 \approx \frac{F_0}{2m\gamma\omega_0} \approx \frac{F_0}{b\omega_0}$$

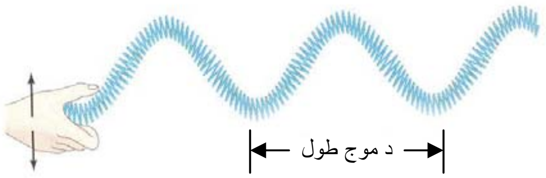
ketabton.com - The Digital Library

څرګندوي چې که چیرې b کوچنۍ وي په پایله کې $A_0 \to \infty$، خو داسې سیستم وجود نه لري چې غیر تبخیري وي.

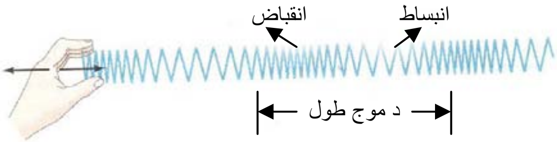
۹- ۹: موجي حرکت Wave Motion

که چیرې په یوه ارتجاعي محیط کې اهتزاز کونکې جسم (د اهتزاز منبع) کېښېږدو، د محیط ذرې د تعادل له حالت نه وزي او په اهتزاز پیل کوي. د محیط هر ځای ته چې اهتزاز رسیږي د محیط د هغه ځاي ذرې هم په اهتزاز راځي او داسې تر پای پورې، د لږ وخت نه وروسته اهتزاز ټول محیط نیسي. خو د محیط ذرې په مختلفو فازونو سره اهتزاز ترسره کوي هر څومره چې ذره د اهتزاز له منبع نه لیرې واقع وي هغو مره نا وخته په اهتزاز پیل کوي او په هم هغه اندازه د فاز ځنډ (تأخیر) لري.

په محیط کې د اهتزاز خپریدو ته موجي حرکت یا موج وایي. د موجي حرکت ښه بیلګه د اوبو په مخ هغه څپه ده چې د ډبرې د لویدو په ځای کې رامنځ ته کیږي او د متحد المرکز دایرو بڼه لري. د څپې (اهتزاز) د خپریدو جهت ته وړانګه (شعاع) وایي. هغه څپه چې په هغې کې د محیط ذرې د څپې په جهت (وړانګې) باندې عمود اهتزاز کوي د عرضي څپې په نوم یادیږي. که چیرې د محیط ذرو اهتزاز د څپې د جهت سره هم لورې وي دا ډول څپې ته طولي څپه وایي. د عرضي او طولي څپو د پیژندنې لپاره د (۹- ۱۱) شکل سره سم



(الف)



(ب)

(۹- ۱۱) شکل

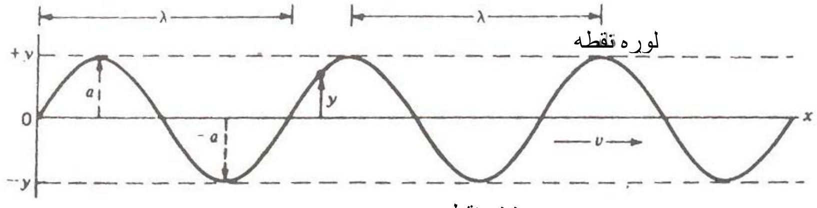
ketabton.com - The Digital Library

که چیرې د یوه اوږده فنر په یو انجام باندې د لاس په واسطه په عمودي جهت ضربه وارده کړو (۹– ۱۱ الف) شکل یوه عرضي څپه او که دا ضربه په افقي جهت (۹– ۱۱ ب) شکل وارده کړو یوه طولي څپه رامنځ ته کیږي. په څپه کې د محیط ذرې تغییر مکان نه کوي یوازې د خپل تعادل موقعیت په شا او خوا کې اهتزاز تر سره کوي، یوازې څپه ایزه پروسه یا موجي حرکت تغییر مکان کوي.

د یادولو وړ ده چې طولي څپې په جامدو مایع او ګاز ډوله اجسامو کې او عرضي څپې له اوبو پرته یوازې په جامدو اجسامو کې رامنځ ته کیږي.

زمونږ شا او خوا نړۍ له موجونو، نه ډکه ده. ځیني موجونه لیدل کیږي او د اوریدلو وړ دي، خو زیاتره یې د لیدلو او اوریدلو وړنه دي، یعنی زمونږ د لیدو او اوریدو حواس هغه درک کولې نه شي. پوهیږو چې اتومونه او مالیکولونه له الکترونونو، پرتونونو، نیوترونونو او میزونونو، نه جوړ شوي دئ چې د څپو یا موجونو په بڼه پخپله محدوده کې دا خوا او ها خوا حرکت کوي. که چیرې همدا اتومونه او مالیکولونه په سم ډول ولمسول شي د ګاما (γ) او ایکس (x) وړانګو په نامه موجونه، نوري موجونه، تودخیز (حرارتي) موجونه او رادیويي موجونه خپروي.

په ورځنۍ ژوند کې د موجونو ښې بیلګې د اوبو په مخ موجونه، د زلزلې موجونه او د صوت موجونه دي. د اوبو په مخ موجونه د بیړیو د حرکت نه، صوتي موجونه د شیانو د چټک حرکت نه او د زلزلې موجونه د ځمکې په کره کې د ناڅاپي حرکتونو، نه راپیدا کیږي. موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي. د نور موجونه د عرضي موجونو له جملې څخه دي. که چیرې د اهتزاز یوه چنیه یا منبع په یو نواخت محیط کې په پام کې ونیسو د هغې موجونه د (۹– ۱۰) شکل په شان دي.



ketabton.com - The Digital Library

(۹– ۱۲) شکل د یوې عرضي څپې یا موج ګراف چې د کتاب په مخ اهتزاز کوي. د موج طول λ، د موج لمنه یا امپلیتود a، د موج تغییر مکان y، د موج سرعت υ په شکل کې د دوو متوالي یا پرله پسې مشابه نقطو ترمنځ واټن د موج د طول په نوم یاد او په λ سره ښودل کیږي.

د وخت په هره لحظه کې د یوه موج په اوږدوکې د هرې نقطې تغییر مکان y د هغې نقطې له عمودي واټن نه نسبت د تعادل حالت ته یې ټاکل کیږي. د y اندازه په پرله پسې توګه له +نه – او له – نه مثبت ته بدلون کوي. د هر موج لمنه په (۱۲–۹) شکل کې په a سره ښودل شوې ده چې د تعریف له مخې د تغییر مکان اعظمي قیمت ته امپلیتود یا دامنه وایي.

د موج فریکونسي د هغو موجونو تعداد یا شمیر ته ویل کیږي چې په یوه ثانیه کې له یوې نقطې نه تیریږي یا هغې ته رارسیږئ او په هرتز اندازه کیږي چې هم هغه د اهتزازونو تعداد په یوه ثانیه کې دي. د موج د طول، سرعت او فریکونسي ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$\upsilon = f\lambda \quad \text{(۹– ٦٧)}$$

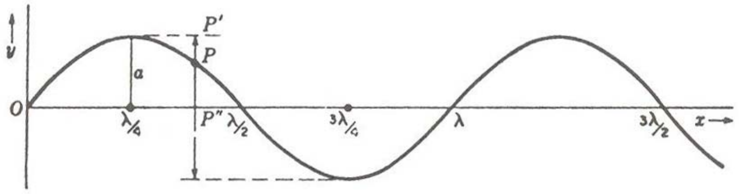
د موج د معادلې د لاس ته راوړلو لپاره یو عرضي موج په پام کې نیسو چې په هغه کې د ټولو نقطو حرکت د څپېدو په جهت عمود وي. د هرې نقطې تغییر مکان y له لاندینۍ رابطې نه په لاس راځي:

$$y = a\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \quad \text{(۹– ٦٨)}$$

ددې معادلې د بدلونونو منحني په (۹– ۱۳) شکل کې لیدل کیږي چې د a او λ اهمیت پکې له ورایه څرګند دي. د موجي حرکت لپاره چې د υ په سرعت سره ښي خواته حرکت کوي، د t وخت په لاندې ډول په معادله کې وارده وو:

$$y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(x-\upsilon t) \quad \text{(۹– ٦٩)}$$

ketabton.com - The Digital Library



(۹- ۱۳) شکل د t=0 په لحظه کي د یوه ساینیز موج مسیر

د موج په مخ هر ذره په ګراف کې د P د نقطې په شان یو ساده هارمونیک حرکت ترسره کوي او د $P, P', P'', P''', ...$ پرله پسې یا متوالي موضع ګانې په داسې حال کې چې موج د حرکت په حال کې دي اشغالوئ. د هرې نقطې د یوه بشپړ اهتزاز د اجرا وخت د نورو نقطو د اهتزاز د اجرا له وخت سره مساوي دي، نو څکه لرو چې:

$$\upsilon = f\lambda = \frac{\lambda}{T} \quad (۹- ۷۰)$$

که چیرې دا متحولین په (۹- ۶۹) معادله کې وضع کړو د موجي حرکت لپاره لاندې معادلې په لاس راځي.

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)$$

$$y = a\sin\frac{2\pi}{T}\left(t-\frac{x}{\upsilon}\right) \quad (۹- ۷۱)$$

$$y = \sin 2\pi f\left(t-\frac{x}{\upsilon}\right)$$

(۹- ۴) مثال: د $m = 0,016kg$ کتلې درلودونکې یوې مادي نقطې د اهتزاز معادله $x = 0,1\sin\left(\frac{\pi}{8}t+\frac{\pi}{4}\right)m$ ده. معلوم کړې.

الف) د اهتزاز کونکې نقطې اعظمي سرعت (v_m) اعظمي تعجیل (a_m)

ب) په اهتزاز کونکې نقطې باندې عامله اعظمي قوه F_m

ج) د اهتزاز کونکې نقطې بشپړه یا ټولیزه انرژي W

ketabton.com - The Digital Library

حل: د نومورې نقطې د اهتزاز معادله د هارمونيک اهتزاز له عمومي معادلې (۹– ۷۱) سره پرتله کوو، نو د ذرې امپليتود عبارت دي له $A = 0,1m$ 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 څرګنديږي چې د اهتزاز کونکې نقطې سرعت او تعجيل هغه وخت اعظمي دي چې:

$$\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 1$$

يا

$$\sin(\omega t + \pi) = 1$$

له دی کبله

$$V_m = \omega A = \frac{\pi}{8} \cdot 0,1 \, m/\sec \cong 0,04 \, m/\sec$$

او

$$a_m = \omega^2 A = \frac{\pi^2}{64} \cdot 0,1 \, m/\sec^2 \cong 0,0154 \, m/\sec^2$$

ب) پوهيږو چې د اعظمي تعجيل په صورت کې عامله قوه هم اعظمي قيمت لري. د نيوتن د دويم قانون پربنسټ لرو چې:

$$F_m = ma_m = 0,016kg \cdot 0,0154 \, m/\sec^2$$
$$= 2,46 \cdot 10^{-4} N$$

ج) د رپيدونکې نقطې ټوليزه انرژي مساوي ده په:

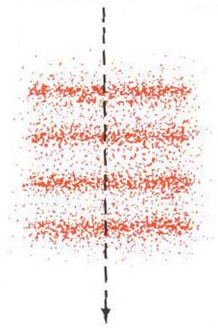
$$W = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{0.016kg \cdot \pi^2 \cdot 0.01m^2}{2 \cdot 64 sec^2} = 1.23 \cdot 10^{-5} J$$

ketabton.com - The Digital Library

۹- ۱۰: صوتي موجونه Sound Waves

صوتي موجونه د کم شدت درلودونکې ارتجاعي موجونه دي، يعنی کمزوری ميخانيکي اختلالونه دی چې په ارتجاعي محيط کې خپريږي. صوتي موجونه د انسان د اوريدو په غړيو باندې اغيزه کوي او د هغه د اوريدو حواس لمسوي.

صوتي موج يو طولي موج دي چې په هغه کې اختلال له يوه ماليکول څخه بل ماليکول ته رسيږي. ددې ډول موج لپاره بيرته راستنونکې قوه د هوا فشار تأمينوئ، په هر ځای کې چې د ماليکولو کثافت له عادي حالت څخه زيات شي فشار هم له عادي حالت څخه ډيريږي او ماليکولونه شا او خواته شړي. (۹- ۱۴) شکل په هوا کې يو صوتي موج ښيي. موج له هغو سيمو څخه عبارت دي چې په پرله پسې توګه ټيټ او لوړ کثافتونه لري.



(۹- ۱۴) شکل په يوه صوتي موج کې د هوا کثافت بدلون کوي

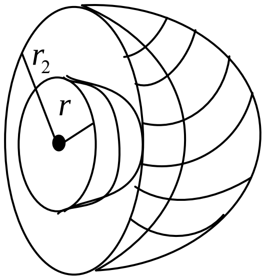
د يوه لوډ سپيکر مهتزز ديافراګم يا د صوتي پنجې مهتزز شاخ (څانګه) چې خپله د شا او خوا هوا له ځانه شړئ همدا ډول سيمې چې په ترتيب د لوړ او ټيټ کثافت درلودونکې دي موج رامنځ ته کوي. د ټيټ کثافت په سيمو کې ماليکولونه اعظمي ځای بدلون متقبل شوی دي هغه له سيمې څخه د باندې بی ځايه شوې دئ. د لوړ کثافت په سيمه کې ماليکولونو اصغری ځای بدلون قبول کړي دي هغه په داسې حال کې چې له ګاونډيو سيمو څخه د اعظمي ځای بدلونو درلودونکيو ماليکولونو د دوی خواته ميل کړي دي،ساکن پاته شوې دي. په (۹- ۱۴) شکل کې ځای بدلونونه او د کثافت زياتوالې په مبالغه اميزه توګه ښودل شوې دي. حتی په يوه ډير شديد صوتي موج کې، د بيلګې په توګه لکه هغه صوتي موج چې يوه الوتکه يې له ځمکې څخه د پورته کيدو په وخت کې رامنځ ته کوئ ځای بدلونونه يوازې $10^{-4}m$ او د کثافتونو بدلون يوازې 1% دي.

ketabton.com - The Digital Library

د صوت فريکونسي د هغه غږ زير او بمې ټاکې چې موږ يې اورو، يعنی دا ټاکي چې آيا دموږ غوږ به د غږ تن لوړ يا ټيټ تر لاسه کړي. د انسان غوږ هغه غږونه اوري چې فريکونسي يې له $20Hz$ څخه تر $20000Hz$ پورې وي. دا حدود يوه اندازه متغيير دي، د بيلګې په توګه د زړو خلکو غوږونه لوړو فريکونسيوته کم حساس دي. هغه صوتي موجونه چې فريکونسي يې $20000Hz$ څخه لوړ دي د فرا صوت ultrasound په نوم ياديږي، ځينې حيوانات لکه سپي، ګيدړې او نور دا فريکونسي ګانې اوري.

د يوه صوتي موج شدت د نوموړې موج په واسطه د موج د جبهې په هر متر مربع کې دليږدول شوې قدرت څخه عبارت دي د شدت د اندازه کولو واحد W/m^2 دي. په $1000Hz$ فريکونسي کې ترټولو کوچنی يا اصغري قدرت چې د انسان د غوږ لپاره د اوريدو وړ دي $2,5\cdot10^{-12}W/m^2$ دي. دا شدت د اوريدو د درشل (استانه) په نوم ياديږي. د صوت د اوريدو وړ شدت لپاره لوړ حد وجود نه لري، خو له $1W/m^2$ څخه لوړ شدت په غوږ کې د درد د احساس د پيدا کيدو لامل ګرځئ.

هر څومره چې صوتي موج له خپلې منبع څخه پراختيا کوي يا ليرې کيږي د هغه شدت کميږي ځکه چې د موج د جبهې سطحه زياتيږي له دې کبله د موج انرژي په واحد سطحه کې کميږئ. په يوه متجانس محيط کې د موج شدت د موج له منبع څخه د فاصلې له مربع سره په معکوسه توګه متناسب دي. (۹– ۱۵) شکل د وخت په پرله پسې لحظو کې د کروي موج يوه جبهه ښيي. لکه څرنګه چې په شکل کې ليدل کيږي د وخت په لومړۍ لحظه کې د موج د جبهې شعاع r_1 او په پرله پسې دويمه لحظه کې د موج د جبهې شعا r_2 ده، نو ځکه د هغې سطحه له $4\pi r_1^2$ څخه $4\pi r_2^2$ پورې رسيږئ.



(۹- ۱۵) شکل په هوا کې د يوه صوتي موج د متحد المرکز کروي موجونو جبهه

ketabton.com - The Digital Library

د موج د دغې جبهې په واسطه تولیز، ليږدول شوې قدرت يو شان پاته كيږئ. له دې كبله په واحد سطحه كې شدت يا قدرت عبارت دی له:

$$I_2 = \frac{r_1^2}{r_2^2} I_1 \ldots\ldots\ldots\ldots(۹- ۷۲)$$

ددې ساده رابطې يا نتيجې په لاس ته راړولو كې مو محيط متجانس فرض كړی دی، له دې كبله د موج سرعت له ځای پورې اړه نه لري يا د ځای تابع نه دی. د فرا صوت يا اولترا صوت موجونه په ډيره لوړه فريكونسي په هوا كې په ښه توګه نه خپريږي د هوا ماليكولونه هغه په چټكې سره جذبوي. خو دا موجونه د مايعاتو او جامداتو په منځ كې په اساني سره خپريږي چې په دې ورستيو كلونو كې د اولترا صوت د زياتی عملي كارونې لامل شوې دي. د بيلګې په توګه د اولترا صوت موجونه همدا اوس د انسان د بدن د داخلي غړيو د عكس اخيستنې لپاره د x د وړانګې په ځای كارول كيږئ. دا ازمايښت د اميدواري ښځې په بدن كې جنين مجازه وي يا تثبيتوي او هغه زيانونه چې د x وړانګه يې لري دا موجونه يې نه لري. د اولترا صوت هغه كامرې چې دا عكسونه اخلي د $10^6 Hz$ فريكونسي لرونكې موجونه كار وي.

۹- ۱۱: د صوت سرعت Speed of Sound

لكه د پړې (ريسمان) په مخ موج په شان د صوت سرعت په هوا كې په راستنونكې قوې او له كثافت پورې اړه لري. له كومه ځايه چې راستنونكې قوه د هوا فشار تأمينوي، پس هيله لرو چې د صوت سرعت د هوا د فشار او كثافت تابع وي. يوه پيچلې محاسبه چې دلته له هغې څخه ډډه كيږي ښيي چې د صوت د سرعت لپاره نظري فورمول په لاندې ډول دی.

$$v = \sqrt{1,40 \frac{P_0}{\rho_0}} \ldots\ldots\ldots\ldots(۹- ۷۳)$$

په پورتنی رابطه كې P_0 او ρ_0 په ترتيب سره له اختلال مخكې فشار او كثافت دي له فورمول څخه معلوميږي چې د صوت سرعت د راستنونكې قوې سره زياتيږي او له كثافت سره كميږي. تر معياري شرايطو لاندې (تودوخه د سانتي ګريد صفر درجه،

ketabton.com - The Digital Library

$P_0 = 1atm = 1,01 \cdot 10^5 \, {}^{N}\!/_{m^2}$ ، $\rho_0 = 1,29 \, {}^{kg}\!/_{m^3}$) د صوت د سرعت اندازه $331,29 \, {}^{m}\!/_{\sec}$ ده.

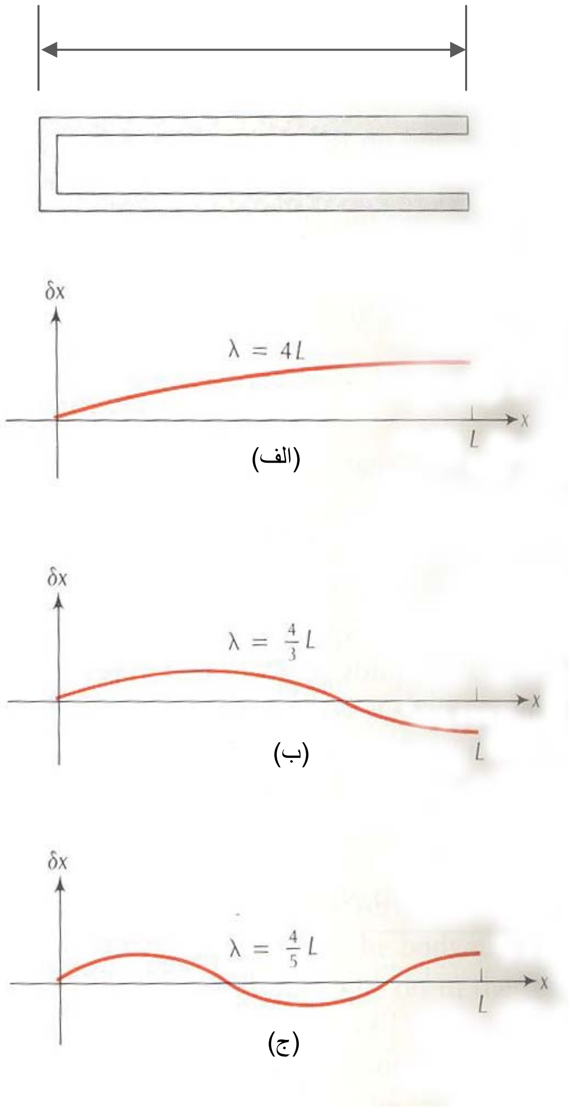
د صوت سرعت په مايعاتو او جامداتو کې له هوا څخه زيات دي ځکه چې هلته راستنونکې قوه ډيره زياته ده. مايعات او جامدات د ګازونو په نسبت د تراکم او فشردګي په مقابل کې له ځانه زيات مقاومت او مخالفت ښيي. په لاندې جدول کې په څو مادو کې د صوت سرعت ثبت شوې دي.

(۹- ۱) جدول په څو مادو کې د صوت سرعت

ماده	$V({}^{m}\!/_{\sec})$	ماده	$V({}^{m}\!/_{\sec})$
هوا		المونيم	5104
$0C^\circ$ او $1atm$	331	اوسپنه	5130
$20C^\circ$ او $1atm$	344	ښيښه	5000-6000
$100C^\circ$ او $1atm$	386	ګرافيت	6000
هيليوم $0C^\circ$ او $1atm$	965		
مقطرې اوبه	1497		
د سيند اوبه	1531		

په هوا کې د صوت د سرعت داندازه کولو لپاره په يوه داسې توله (نل) کې چې يو سرېې پرانيستې او بل سرېې تړلې وي له ولاړو يا ساکنو موجونو څخه ګټه اخلي (۹- ۱٦) شکل. هغه وخت ولاړ صوتي موج په ښکاره توګه بايد د تولې په تړلې سر کې د يوې غوټې ځای بدلون (تغيير مکان) درلودونکې وي ځکه چې په دی سر کې د هوا حرکت د يوال محدوده وي.

ketabton.com - The Digital Library



(۹- ۱۶) شکل

(۹– ۱٦) شکل په هغه نل کې چې یو سرېې پرانیستی دي ممکنه ولاړ موجونه

ketabton.com - The Digital Library

په پرانیستی انجام کې موج باید د ځای بدلون یوه خیټه یا بطن ولري. دا ډېره واضح نه ده، خو که چیرې لومړی فشار په پام کې ونیسو په هغه پوهیدی شو. فشار باید په پرانیستی انجام کې ثابت باقي پاته شي ځکه چې پرانیستی انجام هوا سره لاره لري له دی کبله په فشار کې هر نوې رامنځ ته شوې کمښت یا زیاتوب له ځنډ پرته له جو څخه یا جوته د هوا په حاضر کیدو ختمیږي او د فشار بدلون له منځه وړي. په دی ترتیب جو یا آزاده هوا لکه د ثابت فشار د مخزن په توګه عمل کوي. دا په بشپړه توګه دقیقه او سمه نه ده، ځکه چې ځینې صوتي موجونه له انجام څخه انعکاس کوي او د محیط په هوا کې پریودیک اهتزازونه تولیدوي، خو دا ښه تقریب دي ځکه چې د شا او خوا ازادي هوا یا، جو د فشار اهتزازونه د نل یا تولې د داخلي اهتزازونو څخه ډېر کم دي. له دې کبله پرانیستی انجام د فشار یوه غوټه ده، لکه څرنګه چې مخکې وویل شول د فشار اصغري ګان د ځای بدلون یا تغییر مکان اعظمي ګان دي، له دی کبله د فشار غوټه د ځای بدلون یا تغییر مکان یوه خیټه یا بطن دي.

د نل په دوو انجامونو کې د دی سرحدي شرایطو سره، ولاړموجونه هغه چې په (۹– ١٦) شکل کې ښودل شوې دي. که چیرې د تولی یا نل اوږدوالې L وي، ددې ولاړو موجونو طول په لاندې ډول دي.

$$\lambda_1 = 4L \text{،} \lambda_2 = \frac{4}{3}L \text{،} \lambda_3 = \frac{4}{5}L,\ldots \qquad (۹– ۷۴)$$

او اړونده فریکونسې ګانې

$$f_1 = \frac{v}{4L},\ f_2 = \frac{3v}{4L},\ f_3 = \frac{5v}{4L},\ldots \qquad (۹– ۷۵)$$

یا په عمومي ډول

$$f_n = n\frac{v}{4L} \qquad n = 1,3,5,\ldots \qquad (۹– ۷٦)$$

ketabton.com - The Digital Library

۹– ۱۲: د صوتي موجونو انعکاس The Reflection of Sound Waves

صوتي موجونه د دوو مختلفو محیطونو له ګډې پولې څخه چې مختلف میخانیکي خواص لري منعکس کیږئ. د بیلګې په توګه کله چې له هوا څخه اوبو ته موجونه تیریږي یا د هغه بر عکس د انرژي زیاته برخه منعکس او یوازې یوه کمه برخه یې دویم محیط ته ننوزي.

صوتي موجونه په هوا کې له سختو یا جامدو جسمونو څخه هم منعکس کیږي د بیلګې په توګه د ځمکې له سطحې څخه ځرنګه چې مورږ تولوته د پژواک (Echo) پدیده معلومه ده. د صوتي موجونو په انعکاس کې مهم رول د محیط د کثافت ρ او د صوت د سرعت v بدلون لري یا په دقیقه توګه د ρv د کمیت بدلون عمده رول لوبوي. په هره اندازه چې د ρv د کمیت بدلون زیات وي له یوه محیط څخه بل محیط ته د تیریدو په وخت کې هم هغه اندازه د دغو محیطونو په پوله کې د صوتي موجونو زیاته انرژي منعکس کیږي. تجربې ښیي چې د منعکس شوې موج فاز ښایي یا صفر او یا π وي یعنی منعکس شوې موج له وارده موج سره باید یا هم فازه او یا له هغه سره مخالف فاز ولري.

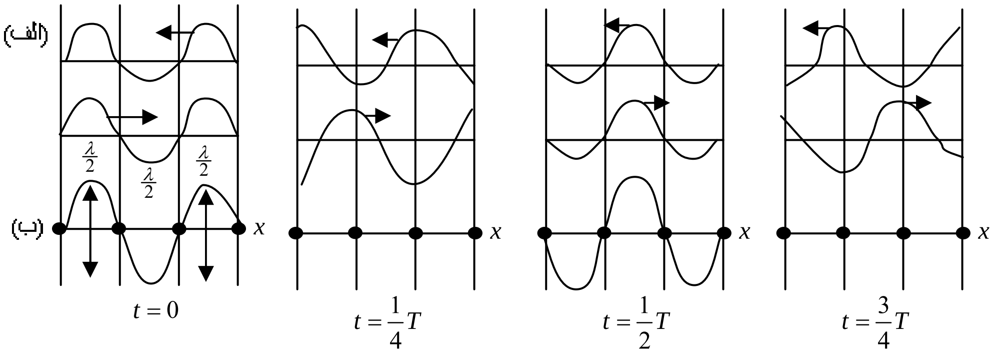
ρv د محیط د اکو ستیک موجي مقاومت په نوم یادیږي. د منعکسه موج فاز په دی پورې اړه لري چې کوم محیط زیات موجي مقاومت لري. که چیرې د دویم محیط موجي مقاومت کم وي په دی صورت کې انعکاس د فاز له بدلون پرته تر سره کیږي، بر عکس که چیرې د دویم محیط موجي مقاومت زیات وي منعکسه موج مخالف فاز لري.

۹– ۱۳: ولاړ یا ساکن موجونه Standing Waves

د ولاړو موجونو د مطالعې لپاره دوه ساینیز موجونه چې د موج طول او دامنه یا امپلیتود یې یو شان او مساوي دي په پام کې نیسو. که چیرې دا دوه موجونه په دوو مختلفو جهتونو حرکت وکړي څه واقع کیږي؟ ایا د دواړو موجونو محصله د هغه له حاصل جمع څخه لاس ته راوړي شو.

(۹– ۱۷) شکل ددا دول موجونو ګراف ښیي. دا ګراف دوه یو ځای کیدونکې یا ترکیب کیدونکې موجونه چې یو یې ښې خواته او بل یې کیڼې خواته حرکت کوي (۹– ۱۷ الف) شکل ښیي. (۹– ۱۷ ب) شکل د هغو مجموعه چې یو د بل له جمعې نه په ګرافیکي توګه په لاس راځي ښیي.

ketabton.com - The Digital Library



(9- 17) شکل

لکه څرنګه چې له شکل نه معلومیږي د محصله موج ځانګړتیا په دې کې ده چې د پړی یا رسی په اوږدو کې غوټې وجود لري چې د غوټو په ځای کې پړې همیشه ساکن یا ولاړه وي. په (۹– ۱۷ ب) شکل کې څلورغوټې د نقطو په واسطه ښودل شوې دي. د دوو متوالي غوټو په منځ کې جوف یا خیټه قرار لري چې د موج امپلیتود په هغې کې اعظمي قیمت لري.

په (۹– ۱۷ ب) شکل کې موج ډوله انځورونه د ولاړ یا ساکن موج په نوم یادیږي، ځکه چې د موج انځورونه ښیې او کیڼې خواته حرکت نه کوي یا په بل عبارت د اعظمیو او اصغریو ځایونه بدلون نه کوي. په لنډه توګه ولاړ موج په لاندې ډول تعریفوو.

که چیرې دوه ساینیز موجونه چې د موج طول او امپلیتود یې سره مساوي او یو شان وي د یو بل په مخالف لورې د یوه کش شوې پړې په اوږدوکې حرکت وکړي د یو بل سره د هغو له تداخل نه ولاړ یا ساکن موج رامنځ ته کیږي. د یوه ولاړ موج د تحلیل او ارزیابي لپاره دوه یو ځای کیدونکې موجونه چې معادلې یې په لاندې ډول دي په پام کې نیسو:

$$y_1(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) \quad \text{.................................} (۹- ۷۷)$$

$$y_2 = (x,t) = y_m \sin(kx + \omega t) \quad \text{.................................} (۹- ۷۸)$$

د نوموړیو موجونو محصله عبارت ده له:

$$y'(x,t) = y_1(x,t) + y_2(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) + y_m \sin(kx + \omega t)$$

د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخیستنه سره لیکلې شو چې:

ketabton.com - The Digital Library

$$y'(x,t)=[2y_m \sin kx]\cos \omega t \quad ....(۹- ۷۹)$$

وروستی رابطه یو خوځنده موج نه دي، بلکې یو ولاړ یا ساکن موج دي، پس (۹- ۷۹) رابطه د ساکن موج معادله ده. په نومورې 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 (۹- ۷۹) ولاړ موج په معادله کې د kx د هغو اندازو لپاره چې $\sin kx=0$ امپلیتود صفر کیږي عبارت دي له:

د $n=0,1,2...$ لپاره $kx=n\pi$ په دی معادله کې د $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x=n\frac{\lambda}{2} \text{ غوټې} ....(۹- ۸۰)$$

چې د (۹- ۷۹) معادلې لپاره د صفر امپلیتود ځایونه یا غوټې دي د پام وړ ده چې د متوالي غوټو ترمنځ واټن نیم طول موج ($\frac{\lambda}{2}$) دي. (د (۹- ۷۹) ولاړ موج اعظمي امپلیتود $2y_m$ دي چې د kx د هغو قیمتونو لپاره چې په هغو کې $(\sin kx)=1$ کیږي په لاس راځي. دا قیمتونه یا ندازې عبارت دي له:

$$kx=\frac{1}{2}\pi,\frac{3}{2}\pi,\frac{5}{2}\pi,...(n+\frac{1}{2})\pi : n=0,1,2,3$$

په پورتنی معادله کې د $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ د قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x=(n+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2} \text{ جوفونه} \quad ....(۹- ۸۱)$$

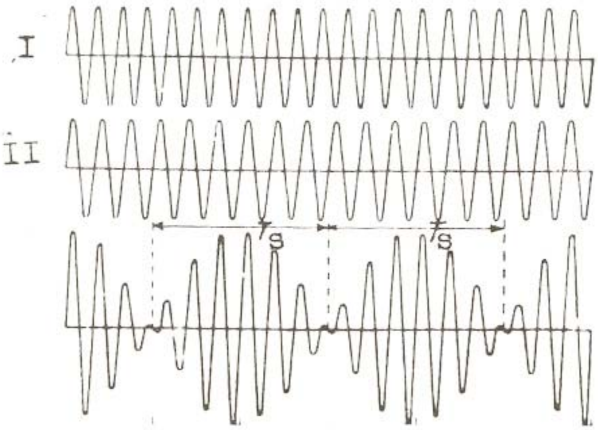
$$n=0,1,2,...$$

ketabton.com - The Digital Library

وروستۍ رابطه په (۹– ۷۹) معادله کې د اعظمي امپلیتود ځایونه یا جوفونه په لاس راکوي. جوفونه یو له بل نه د $\lambda/2$ په اندازه واټن لري او د هرو دوو متوالي جوفونو په منځ کې غوټه قرار لري.

۹– ۱۴: د لړزیدنې اهتزازونه Beats

دوه اهتزازونه چې فریکونسۍ یې یو له بل څخه ډیر کم توپیر لري په پام کې نیسو (۹– ۱۸) شکل. د I او II منحني ګانې هارمونیکي اهتزازونه دي. د نظري تحلیل او بررسي لپاره فرضوو چې د مرکبه اهتزازونو د فاز توپیر صفر دي.



(۹- ۱۸) شکل

که چیرې فرض کړو چې د یوه هارمونیکي اهتزازي حرکت امپلیتود b او فریکونسۍ یې ω_1 او د دویم هارمونیکي اهتزازي حرکت امپلیتود هم b، خو فریکونسي یې ω_2 دي. له دې کبله ددې دوو اهتزازونو معادلې په لاندې ډول لیکلې شو:

$$y_1 = b\sin\omega_1 t \quad \text{.......(۹– ۸۲)}$$

$$y_2 = b\sin\omega_2 t \quad \text{.......(۹– ۸۳)}$$

د دواړو اهتزازونو مجموعه یا محصله په y سره ښیوو، نو ځکه لرو چې:

$$y = y_1 + y_2 = b(\sin\omega_1 t + \sin\omega_2 t) \quad \text{.......(۹– ۸۴)}$$

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 ډېره زياته ω_2 ته نږدې وي په دې صورت کې به $\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ له $\frac{\omega_1+\omega_2}{2}$ څخه ډېر کوچنۍ 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 ډېر ورو بدلون کوي. د محصله حرکت عمليه په يوه ښه تقريب سره کولې شو د يوه هارمونيکي اهتزاز په توګه تصور کړو چې د هغه فريکونسي $\frac{\omega_1+\omega_2}{2}$، خو 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 دواري کمېږي. 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 دی چې $\cos\frac{\omega_1-\omega_2}{2}$ له $+1$ څخه تر -1 پورې بدلون کوي. يا په بل عبارت دا هغه وخت دی چې د کوساين قوس د π په اندازه بدلون وکړي، يعني:

$$\frac{\omega_1-\omega_2}{2}T_s=\pi$$

له دې ځايه ليکلې شو چې:

$$T_s=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}=\frac{1}{f_1-f_2}==\frac{T_1T_2}{T_2-T_1}\ldots\ldots\ldots\ldots(۸٦\ -۹)$$

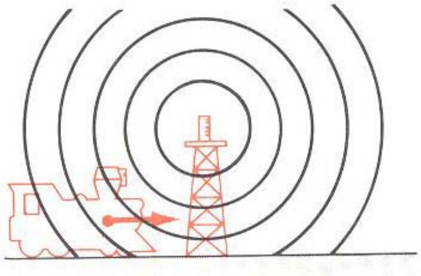
د لړزيدنې فريکونسي په f_s سره ښيو او دا فريکونسي عبارت ده له:

$$f_s=f_1-f_2\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۸۷\ -۹)$$

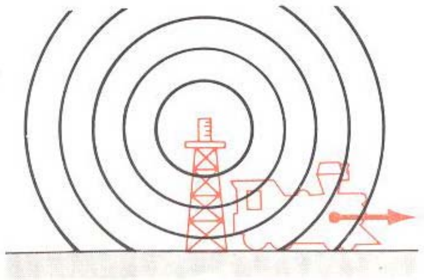
ketabton.com - The Digital Library

۹– ۱۵: د دوپلرافکت په صورت کې Doppler Effect for Sound

د دوپلرافکت د صوتي موجونو د منبع او مشاهد د حرکت په پایله کې د نومړیو موجونو د فریکونسي له بدلون څخه عبارت دي. د معیاري شرایطو لاندې د یوه صوتي موج سرعت کله چې په هوا کې په ساکن سیستم کې اندازه شي $331 m/_{sec}$ دي. خو کله چې په هوا کې متحرکت د محاسبې په سیستم کې اندازه شي د محاسبې د سیستم د حرکت د جهت تابع دي ښایي زیات یا کم شي. د بیلګې په توګه که چیرې یو اورګاډي (ترین) چې په $30 m/_{sec}$ سرعت حرکت کوي یوه ساکن انتن ته نږدې شي (۹– ۱۹ الف) شکل، د صوتي موج سرعت به داورګاړي په نسبت $361 m/_{sec}$ وي، او که چیرې اورګاړي له آنتن څخه لیرې شی د (۹– ۱۹ ب) شکل، د صوت د موج سرعت به $301 m/_{sec}$ وي.



(الف)



(ب)

(۹– ۱۹) شکل (الف) اورګاډي آنتن ته نږدې کیږي. اورګاډي نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د زیاتو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږي. ب، اورګاډي له آنتن څخه لیرې کیږئ نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږي

ketabton.com - The Digital Library

د اورګاډي حرکت یوازې د صوتي موجونو په سرعت نه، بلکې د هغو په فریکونسي باندې هم آغیزه کوي. د بیلګې په توګه که چیرې اورګاډي آنتن ته نږدې شي مخامخ صوتي موجونو ته ورداخلیږي (۹– ۱٦) شکل، له دی کبله نسبت هغه وخت ته چې ساکن وي په واحد وخت کې د زیاتو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږئ، او که چیرې اورګاړي له آنتن څخه لیرې شي د صوتي موجونو سره یو ځای حرکت کوي (۹– ۱٦ ب) شکل له دی کبله د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږي. په پایله کې په اورګاړي کې مشاهد، اخیستونکې یا ثبت کونکې آنتن ته د نږدې کیدو په وخت کې زیاتې فریکونسي ترلاسه کوي او د لیرې کیدو په وخت کې کمې. د فریکونسي دا ډول بدلون چې د اخیستونکې او یا لیرډونکې د حرکت له امله رامنځ ته کیږي د دوپلر د لیرد په نوم یادیږي. د فریکونسي د لیرد د محاسبې لپاره له هغې رابطې څخه ګټه اخلو، چې د سرعت، د موج طول او فریکونسي ترمنځ وجود لري، یعنی:

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{(۹– ۸۸)}$$

او د اورګاډي د پورتنی مثال لپاره لرو چې:

$$f' = \frac{v'}{\lambda} \quad \text{(۹– ۸۹)}$$

د پورتنیو رابطو له تقسیم څخه لرو چې:

$$\frac{f'}{f} = \frac{v'}{v} \quad \text{(۹– ۹۰)}$$

د اورګاډي سرعت چې د صوتي موجونو د اخیستونکې یا ثبت کونکې په توګه عمل کوي په V_R سره ښیو د اورګاډي د محاسبې په سیستم کې د صوت سرعت $V' = V \pm V_R$ دي، چې په هغه کې مثبته علامه د صوت د منبعې په خوا د اورګاډي د حرکت او منفي علامه د صوت له منبعې څخه د اورګاډي د حرکت آړوند ده. په پایله کې (۹– ۹۰) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوي.

$$f' = f\left(\frac{V \pm V_R}{V}\right)$$

یا

ketabton.com - The Digital Library

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \quad \text{.........................} \quad (۹- ۹۱)$$

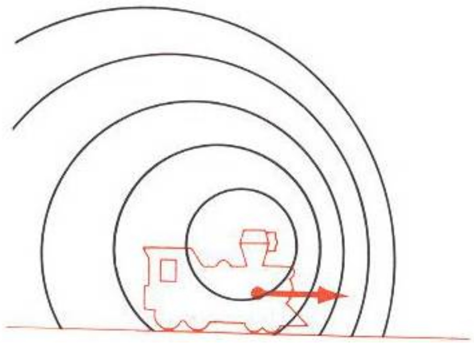
په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کېدونکې او منفي علامه د لیرې کیدونکې اخیستونکې یا ثبت کونکې لپاره ده. (۹- ۸۹) رابطه په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي ده.

پاملرنه وکړې چې که چیرې ثبت کونکې د $V_R = V$ په سرعت له منبع څخه لیرې شي. هغه وخت د f' فریکونسي صفر کیږي دا په دی مانا ده چې منبع په دقیقه توګه له موجونو سره حرکت کوي له دې کبله د موج هیڅ جبهه په لاس نه راوړي. که چیرې ثبت کونکې له V څخه په زیات سرعت سره له منبعې څخه لیرې شي هغه وخت (۹- ۹۱) رابطه منفي فریکونسي راکوي دا په دې مانا ده چې ثبت کونکې د موجونو هغه جبهه چې له شا ورپسې راځي شاته پریږدي او خپله ورڅخه ځي. (۹- ۹۱) رابطه نه یوازې د صوتي موجونو لپاره، بلکې د اوبو د موجونو او نورو موجونو لپاره هم کارول کیږي.

که چیرې هغه منبع چې صوتي موجونه یا نور موجونه خپروي په حرکت کې او ثبت کونکې ساکن وي بیا د خپرې شوې فریکونسي او هغې فریکونسي ترمنځ چې ثبت کونکې یې ښکاره کوي لیرد (انتقال) واقع کیږي. د بیلګې په توګه که چیرې هغه اورګاډې چې تم ځای یا ستشن ته نږدې کیږي خپل آلارم (د اروګاډې مخصوص هارن) وغږوي د الارم په واسطه د پرله پسې موجونو جبهه د الارم په مسیر په منظمو فاصلو کې متمرکز کیږي په مخامخ لورې یا جهت د موجونو تجمع یو بل ته نږدې او د شاخواته یا مخ په شټ یو له بل څخه زیاته فاصله لري (۹- ۲۰) شکل. په پایله کې یو ساکن یا ولاړ ثبت کونکې کله چې د اورګاډې په مخ کې ولاړ وي زیاتې فریکونسي او کله چې د هغه شا ته ولاړوي کمې فریکونسې ترلاسه کوي.

کله چې اورګاډې د ولاړ یا ساکن ثبت کونکې له څنګ څخه تیریږي ترلاسه شوې فریکونسي په نابیره توګه سقوط کوي.

ketabton.com - The Digital Library



(۹- ۲۰)

(۹- ۲۰) شکل د حرکت په حال کې اورګاډي صوتي موجونه خپروي د اورګاډي په مخ کې د موج طول لنډ او د اورګاډي شاته د موج طول د هغه د سکون له حالت څخه زيات دي.

د اورګاډي سرعت کله چې د صوتي موجونو د خپرونکي په توګه عمل کوي په V_E سره ښيو. د فريکونسي د هغه بدلون د محاسبې لپاره چې د خپرونکي د حرکت له امله رامنځ ته شوې دي، لومړی پاملرنه کوو چې د $\frac{1}{f}$ په وخت کې له يو پريود سره معادل دي، اورګاډي د $\frac{1}{f}V_E$ فاصله طی کوي او په دی حالت کې د موج طول له خپلې عادي اندازې λ څخه لنډ او يا اوږد دي. يعنی $\acute{\lambda} = \lambda \mp \frac{V_E}{f}$ په دې رابطه کې د منفي علامه د اورګاډي په مخ کې د موج په طول پورې او مثبت علامه د اورګاډي شاته د موج په طول پورې اړه لري. له دې کبله نوې فريکونسي په لاندې ډول ده:

$$\acute{f} = \frac{V}{\acute{\lambda}} = \frac{V}{\lambda \mp \frac{V_E}{f}} = \frac{V}{\frac{V}{f} \mp \frac{V_E}{f}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۹۲)$$

يا:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۹۳)$$

ketabton.com - The Digital Library

په پورتنۍ رابطه کې منفي علامه د نږدې کېدونکي خپرونکي او مثبت علامه د لیرې کېدونکي خپرونکي لپاره ده. (۹– ۹۱) رابطه د خوځنده یا متحرک خپرونکي لپاره په ثبت کونکي کې فریکونسي ده. تجربې ښیي چې د خپرونکي او ثبت کونکي حرکت په فریکونسي تقریباً یو شان اغیزه لري په کمو سرعتونو کې د فریکونسي لیږد که خپرونکې په حرکت کې وي او یا ثبت کونکې د حرکت په حال کې وي یو شان دي. له ثبت کونکي یا اخیستونکي څخه منظور ناظر یا مشاهد دي.

(۹– ۵) مثال:

فرض کړي آنتن ساکن او اورګاډي د $30\,{}^{m}\!/_{\sec}$ په سرعت هغه ته نږدې کیږي، آنتن د $440Hz$ په فریکونسي صوت یا غږ خپروي. هغه فریکونسي چې په اورګاډي کې ترلاسه کیږي پیدا کړي؟

حل: لرو چې:

$$f' = f\left(1+\frac{V_R}{V}\right) = 440Hz\left(1+\frac{30\,{}^{m}\!/_{\sec}}{331\,{}^{m}\!/_{\sec}}\right) = 480Hz$$

(۹– ٦) مثال:

فرض کړي چې د یوه اورګاډي الارم چې په $30\,{}^{m}\!/_{\sec}$ سرعت سره یوه ولاړ یا ساکن ناظر ته نږدې کیږي د $440Hz$ په فریکونسي صوت خپروي. ناظر کومه فریکونسي اوري؟

حل: له (۹– ۹۳) رابطې څخه لرو چې:

$$f' = f\,\frac{1}{1-\frac{V_E}{V}} = \frac{440Hz}{1-\frac{30\,{}^{m}\!/_{\sec}}{331\,{}^{m}\!/_{\sec}}} = 484Hz$$

ketabton.com - The Digital Library

۹- ۱٦: د فصل لنډيز

- اهتزازي حرکتونه هغو حرکتونو ته ويل کيږي چې يو جسم يا سيستم په واروار د خپل تعادل له حالت څخه يوه خوا او بله خوا تيريږي او هرځل بيرته هغه ته راګرځي. که چيرې دابيرته راګرځيدنه له مساوي وخت څخه وروسته ترسره شي دا ډول اهتزازونه د پريوديکي اهتزازونو په نوم ياديږئ.
- هارمونيک اهتزازونه هغو اهتزازونو ته ويل کيږي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کميت مثلاً د رقاصې انحراف يا تغيير مکان د وخت په نسبت د ساين او کوساين د قانون په مطابق بدلون کوي.
- د هارمونيکي اهتزاز معادله کله چې لومړنی فاز مساوي صفر وي عبارت دي له:

$$X = A\sin\omega t \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\;(۹-۹۴)$$

د لومړنی فاز د موجوديت په صورت کې د هارمونيکي اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$X = A\sin(\omega t + \varphi_0) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\;(۹-۹۵)$$

- 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 يي فريکونسي او پريود په لاندې ډول دئ.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\;(۹-۹٦)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\;(۹-۹۷)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\;(۹-۹۸)$$

- فزيکي يا مرکبه رقاصه يو جسم دي چې له يوه دوراني محور څخه چې د ثقل له مرکز څخه د ℓ په فاصله واقع دي ځوړندوي. که چيرې د جسم د عطالت مومنت د دوران د محور په نسبت J وي د نوموړي رقاصې زاويه يي فريکونسي او تناوب مساوي دي په:

ketabton.com - The Digital Library

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \quad \text{..............................(۹- ۹۶)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \quad \text{.........................(۹- ۱۰۰)}$$

- په هارمونیکي اهتزاز کې د انرژي د تحفظ قانون عبارت دي له:

$$W = W_K + W_P = const$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = const \quad \text{...............(۹- ۱۰۱)}$$

- په محیط کې د اهتزاز خپریدو ته څپه ایزه پروسه یا څپه وایي. څپې یا موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي.
- هغه اهتزازونه چې په تدریجي توګه یې امپلیتود کمیږي او په پای کې مهتزز جسم ودریږي د تخیري یا مستهلک اهتزاز په نوم یادیږي.
- د تخیري اهتزاز معادله په لاندې ډول ده.

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad \text{.........................(۹- ۱۰۲)}$$

- د اهتزازونو د ساتنې او دوام لپاره باید له یوې خارجي منبع څخه په خاموش کونکې یا تخیري محیط کې سیستم ته په هغه مقیاس انرژي ورسول شي په کوم مقیاس چې انرژي ضایع کیږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمینیږي د اجباري یا هدایت کونکې اهتزاز په نوم یادیږي.
- د اجباري اهتزاز معادله عبارت ده له:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \quad \text{.....................(۹- ۱۰۳)}$$

- د موجي حرکت معادله په لاندې ډول ده:

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \quad \text{............................(۹- ۱۰۴)}$$

- د صوت د سرعت فورمول عبارت دي له:

ketabton.com - The Digital Library

$$V = \sqrt{1,40\frac{P_0}{\rho_0}} \ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۱۰۵)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتیب له اختلال مخکې فشار او کثافت دي.

- د ساکن یا ولاړ موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y'(x,t) = [2y_m \sin kx]\cos \omega t \ldots\ldots\ldots (۹- ۱۰۶)$$

- د لړزیدنې په اهتزازونو کې د لړزیدنې فریکونسي مساوي ده په:

$$f_s = f_1 - f_2 \ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۱۰۷)$$

- د دوپلر دافکت پر بنسټ په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي عبارت ده له:

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۱۰۸)$$

په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کیدونکې او منفي علامه د لیرې کیدونکې ثبت کونکې لپاره ده.

- د خوځنده خپرونکې لپاره په ثبت کونکې کې فریکونسي په لاندې ډول ده:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right)$$

منفي علامه د نږدې کیدونکې خپرونکې او مثبت علامه د لیرې کیدونکې خپرونکې لپاره ده.

ketabton.com - The Digital Library

د نهم فصل تمرين

1. د يوې ذرې تغيير مکان د $x = 4\cos(3\pi t + \pi)$ معادلې مطابق ترسره کيږي که چيرې فاصله په متر او وخت په ثانيه اندازه شي پيدا کړې

الف) د اهتزاز امپليتود

ب) د اهتزاز فريکونسي او پريود

ج) د ذرې موقعيت د $t = 0$ په لحظه کې

ځوابونه (الف: $4m$ ، ب: $0.67Hz$ $1.5sec$، ج: $-4m$)

2. په پورته سوال کې د بيان شوې ذرې لپاره د t په وخت کې سرعت او تعجيل پيدا کړې همدا رنګه د t=0 په لحظه کې د ذرې اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل پيدا کړې؟

ځوابونه:

$$V = -12\pi \sin(3\pi t + \pi); V_m = 0$$

$$a = -36\pi^2 \cos(3\pi t + \pi); a_m = 36\pi^2 \, m/\sec^2$$

3. يوه ذره هارمونيک اهتزاز ترسره کوي که چيرې د حرکت معادله يې $X = 5\cos(2t + \pi/6)$ ، فاصله په سانتي متر او وخت په ثانيه اندازه شي. د $t = 0$ په لحظه کې پيدا کړې

الف) د ذرې تغيير مکان

ب) د هغې سرعت او تعجيل

ج) د حرکت امپليتود او پريود

ځوابونه: (الف: $4,3cm$ ، ب: $-5\,m/\sec, -17\,cm/\sec^2$ ، ج: $\pi \sec, 5cm$)

4. يوه ذره هارمونيک اهتزاز کوي په هر سايکل يا دوران کې مجموعاً $20cm$ فاصله طې کوي او اعظمي تعجيل يې $50\,m/\sec^2$ دې. پيدا کړې

الف) د اهتزاز زاويوي فريکونسي

ب) د ذرې اعظمي سرعت

ځوابونه: (الف: $3,33\,rad/\sec$ ، ب: $16,65\,cm/\sec$)

ketabton.com - The Digital Library

5. يوه ساده رقاصه (رياضيکي رقاصه) چې پريود يې $2,5\sec$ دي

الف) د رقاصې طول پيدا کړي؟

ب) د نوموړي رقاصې پريود به د سپوږمۍ په مخ چيرې چې $\left(g_m = 1,67 \,{}^{m}\!/_{\sec^2}\right)$ دي پيدا کړي؟

ځوابونه: (الف: $1,55m$، ب: $6\sec$)

6. د يوې ساده رقاصې طول $10m$ دي د رقاصې فريکونسي او پريود پيدا کړي.

ځواب: ($T = 6,35\sec,\ f = 0,158Hz$)

7. يوه ساده رقاصه چې طول يې $2m$ دي په داسې ځای کې اهتزاز کوي چې $g = 9,80 \,{}^{m}\!/_{\sec^2}$ دي. معلوم کړي چې په $5\min$ کې نوموړي رقاصه څو اهتزازه ترسره کوي. ځواب: (106)

8. يوه ساده رقاصه چې طول يې $3m$ دي که چيرې نوموړي رقاصه له هغه ځايه چې هلته $g = 9,80 \,{}^{m}\!/_{\sec^2}$ دي داسې ځای ته وليږدول شي چې لوړوی او هلته $g = 9,78 \,{}^{m}\!/_{\sec^2}$ وي د نوموړي رقاصې د پريود بدلون معلوم کړي.

ځواب: ($1,78 \cdot 10^{-3}\sec$)

9. يو جسم ساده اهتزازي حرکت ترسره کوي، فريکونسي يې $4Hz$ او امپليتود يې $18cm$ دي پيدا کړي.

الف) اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل

ب) د $x = 9cm$ لپاره يې سرعت او تعجيل

ځواب: (الف: $V_m = 144\pi$، ب: $a_m = 1152\pi^2 \,{}^{cm}\!/_{\sec^2}$)

10. د يوه اهتزاز کوونکې 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: $13,2 \,{}^{rad}\!/_{\sec}$)

ketabton.com - The Digital Library

11. د یوه اهتزاز کونکي جسم کتله $0,400kg$ او د تناوب وخت یعنی پریود یې $0,200\sec$ دي د فنر ارتجاعیت پیدا کړي. ځواب: ($394 \,{}^{N}\!/_{m}$)

12. یو جسم د یوه فنر په انجام کې چې د ارتجاعیت ضریب یې $200 \,{}^{N}\!/_{m}$ دي محکم شوې دي نوموړي سیستم په $4Hz$ فریکونسي سره اهتزاز کوي پیدا کړي

الف) د تناوب وخت

ب) زاویه یي فریکونسي

ج) د جسم کتله

ځوابونه: (الف: $0,25\sec$، ب: $25,12 \,{}^{Rad}\!/_{\sec}$، ج: $0,317kg$)

13. د هغه اهتزازي حرکت معادله ولیکي چې امپلیتود یې $5cm$ او پریود یې $0,5\sec$ دي؟

ځواب: ($X = A\sin\frac{2\pi}{T}\cdot t = 0,05\sin\pi t$)

14. د هغه اهتزازي حرکت معادله ولیکي چې امپلیتود یې $4cm$ او فریکونسي یې $f = 50Hz$ ؟

ځواب: $X = A\sin 2\pi ft = 0,04\sin 100\pi t$

15. د یوې رقاصې طول $98m$ دي.نوموړې رقاصه په څومره وخت کې یو اهتزاز بشپړه وي؟ ځواب: ($20\sec$)

16. د ځمکې د جاذبې تعجیل د ټاکلو په منظور یې هغه رقاصه غوره کړې چې د سیم اوږدوالې یې $90,7cm$ او د یوې پولادي چرې (ساچمه) نه چې قطر یې $40mm$ دي تشکیل شوې ده. پس له تجربې معلومه شوه چې نوموړې رقاصه 100 اهتزازه په $193\sec$ کې ترسره کوي. د نوموړې رقاصې په مرسته اندازه شوې تعجیل څومره دي؟

ځواب: ($9,82 \,{}^{m}\!/_{\sec^2}$)

17. یو جسم د یوه فنر له انجام نه ځوړند او هارمونیک اهتزاز تر سره کوي. په هغه لحظه کې چې د جسم تغییر مکان د هغه د امپلیتود نیمایي وي د جسم د مجموعي انرژي کومه برخه حرکي او کومه برخه یې پوتانشیل انرژي ده؟

ketabton.com - The Digital Library

ځواب: ($\frac{3}{4}$ حرکي او $\frac{1}{4}$ پوټانشیل)

18. یو جسم چې کتله یې $0,10kg$ او د یوه فنر په انجام پورې چې د ارتجاعیت ضریب یې $10\,N/m$ دي ځوړند او اهتزاز ترسره کوي. د اهتزاز پریود پیدا کړې؟

ځواب: ($0,628\sec$)

19. یوه نقطه د $10cm$ په امپلیتود د $20Hz$ فریکونسي او د $\frac{\pi}{2}$ په لومړنۍ فاز سره اهتزاز کوي. د نومړې نقطې سرعت او تعجیل د $t=\frac{1}{120}\sec$ په وخت کې پیدا کړې؟

ځواب: ($-1,4\cdot10^5\,cm/\sec^2,\ 630\,cm/\sec$)

20. د یوې نقطې اهتزاز د $X=\sin\frac{\pi}{6}t$ له معادلې سره سم ترسره کیږي د نومړې نقطې سرعت او تعجیل پیدا کړې؟ ځواب: ($\frac{-\pi^2}{36}\sin\frac{\pi}{6}t,\frac{\pi}{6}\cos\frac{\pi}{6}t$)

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	$1atm = 1.013 \times 10^{5} \frac{N}{m^2} (Pa)$

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	∞

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

Thank you for reading

Find more e-books and articles on Ketabton - your multilingual digital library.

www.ketabton.com

Ketabton - Pashto, Farsi, Arabic & English