

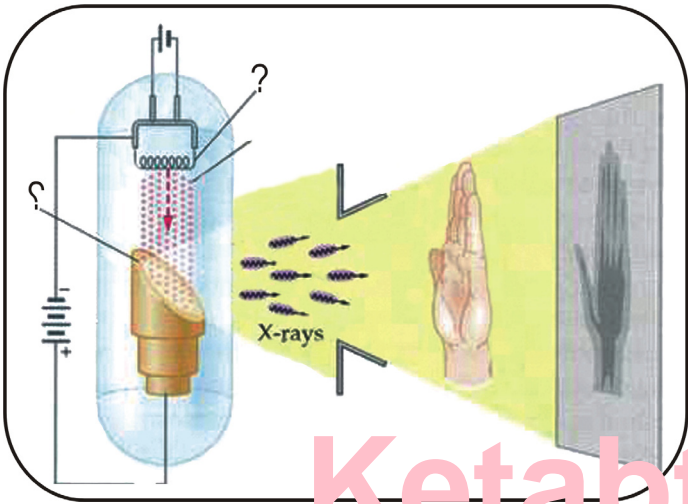


د پوهنې وزارت

# فزيک

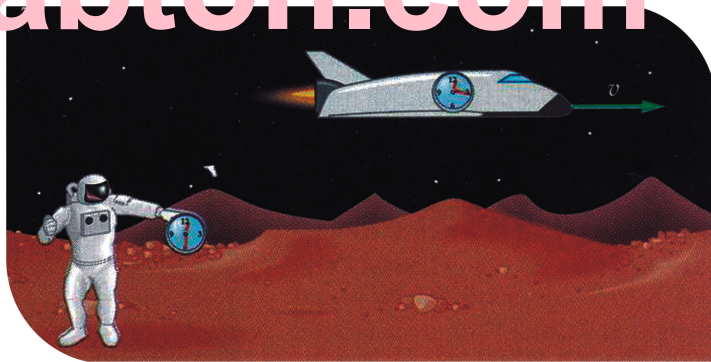
## ۱۲

### ټولگي

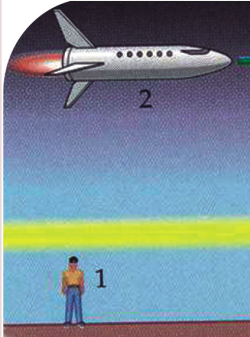
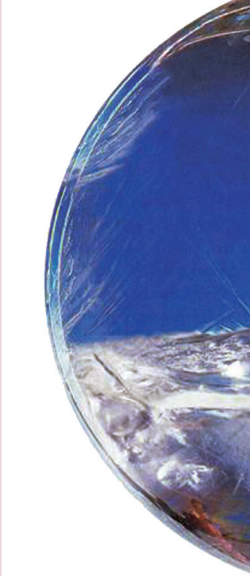


Ketabton.com

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ. ش.



فزيک



دولسم ټولگي



## ملي سرود

دا عزت د هر افغان دی  
هر بچی یې قهرمان دی  
د بلوڅو د ازبکو  
د ترکمنو د تاجکو  
پامیریان، نورستانیان  
هم ایماق، هم پشه پان  
لکه لمر پر شنه آسمان  
لکه زره وي جاویدان  
وایو الله اکبر وایو الله اکبر

دا وطن افغانستان دی  
کور د سولې کور د تورې  
دا وطن د ټولو کور دی  
د پښتون او هزاره وو  
ورسره عرب، گوجر دي  
براهوي دي، قزلباش دي  
دا هېواد به تل ځلېږي  
په سینه کې د آسیا به  
نوم د حق مودی رهبر

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



فزیک

physics

دولسم ټولگی

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ.ش.

الف

## د کتاب ځانگړتیاوې

مضمون: فزیک

مؤلفین: د تعلیمي نصاب د فزیک د پیاوړتیا د درسي کتابونو مؤلفین

اېډیټ کونکي: د پښتو ژبې د اېډیټ د پیاوړتیا غړي

ټولگی: دولسم

د متن ژبه: پښتو

انکشاف ورکوونکي: د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تألیف لوی ریاست

خپروونکي: د پوهنې وزارت د اړیکو او عامه پوهاوي ریاست

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هجري شمسي

برېښنالیک پته: curriculum@moe.gov.af

د درسي کتابونو د چاپ، وېش او پلورلو حق د افغانستان اسلامي جمهوریت د

پوهنې وزارت سره محفوظ دی. په بازار کې یې پلورل او پیرودل منع دي. له

سرغړوونکو سره قانوني چلند کېږي.

## د پوهنې د وزیر پیغام

اقراً باسم ربک

د لوی او بښونکي خدای ﷻ شکر په ځای کوو، چې مور ته یې ژوند رابښلی، او د لوست او لیک له نعمت څخه یې برخمن کړي یو، او د الله تعالی پر وروستي پیغمبر محمد مصطفی ﷺ چې الهی لومړنی پیغام ورته (لوستل) و، درود وایو.

څرنګه چې ټولو ته ښکاره ده ۱۳۹۷ هجري لمريز کال د پوهنې د کال په نامه ونومول شو، له دې امله به د گران هېواد ښوونیز نظام، د ژورو بدلونونو شاهد وي. ښوونکی، زده کوونکی، کتاب، ښوونځی، اداره او د والدینو شوراګانې د هېواد د پوهنیز نظام شپږګوني بنسټیز عناصر بلل کيږي، چې د هېواد د ښوونې او روزنې په پراختیا او پرمختیا کې مهم رول لري. په داسې مهم وخت کې د افغانستان د پوهنې وزارت د مشرتابه مقام، د هېواد په ښوونیز نظام کې د ودې او پراختیا په لور بنسټیزو بدلونونو ته ژمن دی.

له همدې امله د ښوونیز نصاب اصلاح او پراختیا، د پوهنې وزارت له مهمو لومړیتوبونو څخه دي. همدارنګه په ښوونځیو، مدرسو او ټولو دولتي او خصوصي ښوونیزو تاسیساتو کې، د درسي کتابونو محتوا، کیفیت او توزیع ته پاملرنه د پوهنې وزارت د چارو په سر کې ځای لري. مور په دې باور یو، چې د باکیفیته درسي کتابونو له شتون پرته، د ښوونې او روزنې اساسي اهدافو ته رسېدلی نشو.

پورتنیو موخو ته د رسېدو او د اغېزناک ښوونیز نظام د رامنځته کولو لپاره، د راتلونکي نسل د روزونکو په توګه، د هېواد له ټولو زړه سواندو ښوونکو، استادانو او مسلکي مدیرانو څخه په درناوي هیله کوم، چې د هېواد بچیانو ته دې د درسي کتابونو په تدریس، او د محتوا په لېږدولو کې، هیڅ ډول هڅه او هاند ونه سیموي، او د یوه فعال او په دیني، ملي او انتقادي تفکر سمبال نسل په روزنه کې، زیار او کونښن وکړي. هره ورځ د ژمنې په نوي کولو او د مسؤلیت په درک سره، په دې نیت لوست پیل کړي، چې د نن ورځې گران زده کوونکي به سبا د یوه پرمختللي افغانستان معماران، او د ټولني متمدن او ګټور او سپدونکي وي.

همداراز له خوږو زده کوونکو څخه، چې د هېواد ارزښتناکه پانګه ده، غوښتنه لرم، خو له هر فرصت څخه ګټه پورته کړي، او د زده کړې په پروسه کې د څیرکو او فعالو ګډونوالو په توګه، او ښوونکو ته په درناوي سره، له تدریس څخه ښه او اغېزناکه استفاده وکړي.

په پای کې د ښوونې او روزنې له ټولو پوهانو او د ښوونیز نصاب له مسلکي همکارانو څخه، چې د دې کتاب په لیکلو او چمتو کولو کې یې نه سترې کېدونکې هلې ځلې کړې دي، مننه کوم، او د لوی خدای ﷻ له دربار څخه دوی ته په دې سپیڅلې او انسان جوړوونکې هڅې کې بریا غواړم. د معیاري او پرمختللي ښوونیز نظام او د داسې ودان افغانستان په هیله چې وګړي یې خپلواک، پوه او سوکاله وي.

د پوهنې وزیر

دکتور محمد میرویس بلخي

## لومړنۍ خبرې

زموږ زمانه د ساينس او ټکنالوژۍ د چټکو بدلونونو زمانه ده، د پوهانو د اټکل له مخې به په راتلونکو کالونو کې هره مياشت د علمي اطلاعاتو کچه دوه برابره شي. څرگنده ده چې له دغو بدلونو سره يو ځای به زموږ د ژوند لارې، طريقې او هم زموږ د سبا ورځې د ځوان نسل اړتياوې هم بدلون ومومي. کېدای شي په دې لړ کې د علومو په زده کړې کې بدلون راشي. په دې لارو چارو ټينگار شوی دی، چې زده کوونکي په آسانۍ سره چټکې زده کړې وکړي، وکولای شي چې لازم او اړين مهارتونه د زده کړې په پړاوونو او د مسایلو په حل کې وکاروي. په دغه درسي کتاب کې هڅه شوېده، چې محتوا يې د فعالې زده کړې په پام کې نيولو سره تالیف شي.

په هر درسي کتاب کې درې بنسټيزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنيت) د مؤلفينو د پاملرنې وړ گرځېدلي دي، سربېره پر دې د سرليکونو حجم او د کتاب محتوا د دولت له ښوونيزې او روزنيزې کړنلارې سره سم د وخت او ښوونيز پلان په پام کې نيولو سره يې مفردات طرح شوي دي، د محتوا د عمومي معيارونو او منل شوي ليکنې پر بنسټ، د افغانستان د ثانوي دورې درسي کتابونه تنظيم او چاپ شويدي، هڅه شوېده، چې موضوع گانې په ساده او روانه بڼه طرح شي، چې د فعاليتونو، بېلگو او پوښتنو په راولولو سره د زده کوونکو لپاره اسانه وي. له درنو ښوونکو څخه هيله کېږي، چې د خپلې هغه پوهې او تجربو له مخې د نوښتگرو طرحو په وړاندې کولو سره، چې کولای شي، په ښوونه او روزنه کې د زده کوونکو لپاره ممد (مرستندوی) واقع شي، له مور سره مرسته وکړي.

همدارنگه له خپلو رغنده وړانديزونو، چې د کتاب د کيفيت په لوړولو کې اغيزې ولري، له هېڅ ډول هڅې او هاند څخه ډډه ونه کړئ. تاسو ته ډاډ درکوو، چې انشاء الله ستاسو جوړوونکو او ارزښتمنو نظرياتو او وړانديزونو ته به د کتاب د نيمگړتياوو او تېروتنو د مخنيوي په موخه په راتلونکي چاپ کې په مينه هر کلي ووايو.

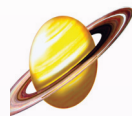
په پای کې له هغو ښاغلو استادانو څخه چې ددغه کتاب په سمون او اصلاح کې يې زيار ايستلی دی، مننه کوو.

همدارنگه د کمپيوټر له درنو کارکوونکو څخه چې ددغه کتاب په ټايب، ډيزاين او د پاڼو په ښکلا کې يې نه ستړي کېدونکي هلې ځلې کړي دي، هم مننه کوو.

د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تالیف عمومي رياست

د فزيک څانگه

# فهرست



## مخونه

۱ ..... لومړۍ څپرکۍ: اهتزازونه او ساده هارمونيکي حرکت

۵ ..... بشپړ اهتزاز او ساده رقاصه

۷ ..... په ساده اهتزازي حرکت کې فريکونسي څه شی ده؟

۱۱ ..... د ساده هارمونيکي حرکت معادله

۱۵ ..... د دایروي او هارمونيکي ساده حرکتونو ترمنځ اړیکې

۱۹ ..... دویم څپرکۍ: څپې او د هغو حرکت

۲۰ ..... میخانیکي څپې

۲۳ ..... د څپو خصوصیات

۲۶ ..... د میخانیکي څپې انعکاس

۲۷ ..... د میخانیکي څپې انکسار یا ماتېدنه

۲۸ ..... تداخل

۳۳ ..... غبریزې څپې

۳۶ ..... د غبر چټکتیا (سرعت)

۳۹ ..... د غبر شدت

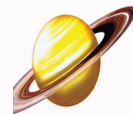
۴۱ ..... الکترو مقناطیسي څپې

۴۴ ..... د تداخلي شکل د نوارونو د موقعیت ټاکل

۴۶ ..... تفرق (Diffraction)

۴۸ ..... د نور قطبي کېدل

# فهرست

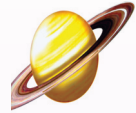


## مخبره

- ۵۵..... **دوروم څپرکي:** د مادې مېخانيکي خاصیتونه
- ۵۶ ..... د مادې حالتونه
- ۵۹ ..... کثافت (Density)
- ۶۱ ..... ارتجاعیت (Elasticity)
- ۶۲ ..... تراکمي فشار (Stress)
- ۶۵ ..... اوږدوالي او فشار
- ۷۳ ..... **ظهورم څپرکي:** د مادې تودوخيز خواص
- ۷۵ ..... د هدايت په واسطه د تودوخې لېږد
- ۷۸ ..... د تودوخې د درجې پېژندنه
- ۸۳ ..... د تودوخې انبساط
- ۸۹ ..... د تودوخې د درجې گراډيانت
- ۹۳ ..... د جريان (کانوکشن) په واسطه د تودوخې لېږدول
- ۹۵ ..... د تودوخې لېږدول د تشعشع (Radiation) په واسطه
- ۹۷ ..... هغه مقادير چې د تودوخې پرجذبولو اغېزه کوي
- ۹۸ ..... مطلق تورجسم
- ۹۹ ..... د تشعشع قانون
- ۱۰۰ ..... دوین قانون (Wiens Law)
- ۱۰۱..... د ستيفان - بولتزمن (Stefan Boltzman) قانون



# فهرست



## مخونه

**پنجم خپړکی: اتومي فزیک**

۱۰۵..... اتومي فزیک

۱۰۹..... د تور جسم تشعشع

۱۱۲..... اتومي طيف (Atomic Spectrum)

۱۱۴..... جذبې طيف (Absorption Spectrum)

۱۱۵..... د تامسون اتومي موډل

۱۱۶..... د رادرفورډ اتومي موډل

۱۱۶..... د ماکس پلانک نظريه

۱۱۷..... د فوتوالکټریک اثر

۱۲۰..... د بور اتومي موډل

۱۲۳..... د ایکس شعاع (X وړانگه)

۱۲۴..... د کوانتم فرضیه (تیوري)

۱۲۹..... د نور دوه گونی طبیعت

۱۳۱..... د دې بروگلي د خپو سرعت

۱۳۲..... د هایزنبرگ د قطعیت د نه شتون اصول

**شپږم خپړکی: هستوي فزیک**

۱۳۹..... هستوي فزیک

۱۴۰..... د هستې اندازه او جوړښت

۱۴۳..... ایزوتوپونه، ایزوتوپ یعنی څه؟

۱۴۴..... د هستې ثبات

۱۴۸..... د انرژي سطحې یا دهستې د انرژي ترازونه

۱۵۰..... طبیعي رادیو اکتیو

۱۵۲..... تیت او پرک (متلاشي) کېدل د الفا ( $\alpha$ ) دوړانگې په خارجېدو سره

۱۵۳..... تیت او پرک کېدل د بیټا ( $\beta$ ) وړانگې له خارجېدو سره

۱۵۴..... د گاما ( $\gamma$ ) د هستې تیت او پرک کېدل

۱۵۶..... د رادیو اکتیو د مادې نیم عمر

۱۵۸..... مصنوعي رادیو اکتیو

۱۶۱..... هسته یي بېلېدنه (وېشنه)

۱۶۳..... د یورانیم غني کول

۱۶۴..... زنجیري تعامل

۱۶۹..... هم جوشي یا هستوي سوځېدنه

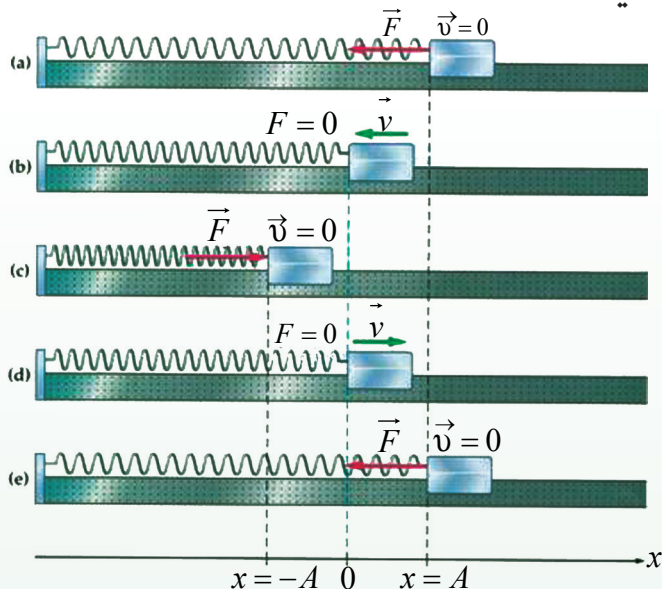
۱۷۲..... هسته یي ریکتور

۱۷۵..... هستوي بمونه

۱۷۷..... د هستوي ریکتور کارونې

## اهتزازونه او ساده هارمونيکي حرکت

## ساده هارمونيکي حرکت (Simple Harmonic Motion):



زموږ په چاپېريال کې هرې خواته اهتزازونه شتون لري. د يو کوچني ماشوم ځنگېدنه په زانگو او يا ټال کې، د يوه ورو او پاسته باد لگېدنه د پسرلي په موسم کې د گلانو په پټيو باندې، همدارنگه د يوې کشتۍ حرکت په آرامو اوبو کې او همداسې نور، د اهتزازي حرکت څرگندونه کوي. تاسې په نهم ټولگي کې او بيا وروسته په يوولسم ټولگي کې انتقالي حرکتونه لوستي دي او د اهتزازي حرکت په اړوند هم يو څه پوهېږئ. په دې څپرکي کې به تاسې د اهتزازي حرکتونو په اړوند خپل معلومات پراخ کړئ، د دغه ډول حرکت په اړه به ډېر څه زده کړئ. اهتزاز څه شی دی؟ ساده هارمونيکي حرکت څه ته وايي؟ څرنگه کولای شو، دغه مفاهيم د رياضي په ژبه توضيح کړو؟ څه شی د اهتزاز د پيدا کېدو لامل گرځي؟ د اهتزاز اهميت په صنعت او ژوندانه کې څه دی؟ د مصنوعي سپوږمۍ حرکت څه ډول حرکت دی؟ دې او داسې نورو پوښتنو ته به ددې څپرکي په پای کې ځواب ورکړل شي. ددې سربېره به تاسې وکړای شئ لاندیني مهارتونه سرته ورسوئ.

1. لاندیني اصطلاحات به تعريف کړای شي:

مکمل اهتزاز، هارمونيکي ساده حرکت، د اهتزاز لمن (امپليټود)، فريکونسي (يا د اهتزازونو تعداد په ثانيه کې)، د يو مکمل اهتزاز وخت (پيريود).

2. د انتقالي، اهتزازي او تناوبي حرکتونو ترمنځ توپير کول؟

3. د پيريود او فريکونسي ترمنځ اړيکه لاسته راوړل.

4. د اهتزاز او بېرته ستونونکې قوې ترمنځ اړيکه ښودل.

5. د هارمونيکي او يو نواخت منظمو دایروي حرکتونو د معادلو ښودنه (گرافيکي ښودنه).

6. د گراف په وسيله د هارمونيکي ساده حرکت ښودنه.

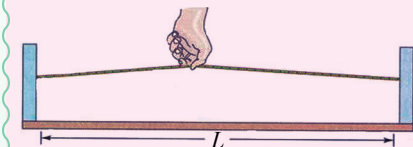
### 1-1-1: اهتزاز څه شي دي؟

تاسې مستقيم يو بعدي (يو اړخيز) انتقالي حرکت او دوه بُعدي حرکت چې په هغه کې جسم خپل موقعیت ته په متمادي توگه تغيير ورکوي څېړلي دي. همدارنگه د فاصلې، سرعت او تعجيل اړيکې مو د وخت سره زده کړې دي. سربېره پردې مو دايروي حرکت هم لوستی دي. اوس په طبيعت پورې اړوند ذراتو يو بل حرکت چې اهتزازي حرکت نومېږي، څېړو.

دې لپاره چې اهتزاز تعريف کړو، بايد دا لاندې فعاليت اجرا کړو.



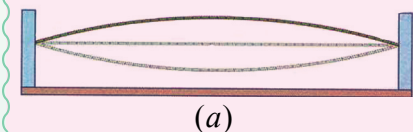
#### فعاليت



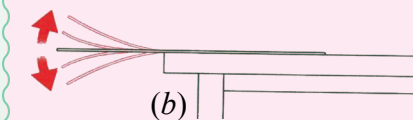
**ضروري مواد:** تار، خطکش چې د (30cm – 50cm)

اوردوالی ولري، تست تيوب، لابراتواري گيرا او اوبه.

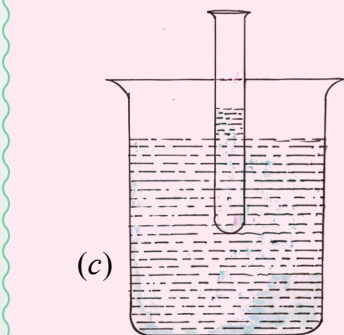
#### کړنلاره:



1. تار په دوو ثابتو نقطو کې وترئ، بيا د تار په منځنۍ برخه کې تارته ضربه ورکړئ، په (1-1a) شکل کې هر څه چې وينئ، خپله لېدنه يادداشت کړئ.



2. خطکش د مېز په څنډه کې د گيرا په وسيله کلک کړئ. د خطکش آزاده برخه په لاس پورته کړئ او بېرته يې پرېږدئ (1-1b) شکل.



3. په تست تيوب کې يو څه اوبه واچوئ، بيا هغه د اوبو په لوبني کې ننه باسئ. تيوب بېرته پورته کړئ او بيا يې خوشې کړئ. دغه حرکتونه وڅېړئ (1-1c) شکل.

شکل (1-1)

## اوس د فعالیت په اړوند پوښتنو ته ځواب وواياست

1. آیا تاسې په فعالیت کې انتقالی حرکت ولیدلای شو؟ ولې؟
  2. په دغو حرکتونو کې چې تاسې ولیدل کوم څیزونه شریک دي؟
- په یقیني توگه تاسې ولیدل چې په دغه دريو حرکتونو کې اجسام د یوې نقطې په اطرافو ښکته او پورته حرکت کوي. دغه ډول ښکته او پورته دوامداره تکراري حرکت ته چې تاسې له هغه سره بلدتیا لرئ او په ورځنیو چارو کې ډېر ورسره مخامخ کېږئ، اهتزازي (ارتعاشي) حرکت بلل کېږي. چې دا ډول تعریف کېدلای شي:

**هر کله چې یو جسم د تعادل د نقطې په اطرافو کې په تکراري او دوامداره توگه حرکت وکړي، دغه حرکت د اهتزازي حرکت په نوم یادېږي.**

که چېرې لږ څه ځنډ وکړو، نو وبه وینو چې اهتزاز سوکه سوکه کرارېږي او اهتزاز کوونکی جسم خپل لومړنی حالت اختیاري وي. یعنې د تعادل لومړني حالت ته گرځي. څرنګه چې د فزیک دغه ډېره پېچلې ده، نو په دې لحاظ د هغوی وضاحت پراخه معلوماتو ته اړتیا لري. دغه پراخه معلومات د فزیک د علم اساسي قوانین بیانوي. ددغه هڅو په نتیجه کې کولای شو، ډېر مختلف اهتزازي سیستمونه بیان او توضیح کړو. د یو اهتزازي سیستم ژور تحلیل موږ دې ته رسوي چې هر بل سیستم په دې ترتیب بیان کړای شو.



### پوښتنې

لاندې ذکر شوي حرکتونه صنف بندي کړئ:

د یوه کوچني حرکت، د یو موټر د تیر حرکت، د تینس په مسابقه کې د دغې لوبې د پنډوس حرکت، د سر حرکت، د یوې کوټې د چټي د بادپکې حرکت، د سپورمۍ حرکت، د حوض په اوبو کې د لامبو وهونکي حرکت، د دروازې حرکت.

## 1-2: د ساده هارمونيکي حرکت تعریف

د یوه ماشوم د ټال وهلو او یا زانګو حالت تر څېړنې لاندې ونیسئ. وبه وینئ چې د ټال ټالي وهل، په ډېره منظمه توگه په مساوي وختونو کې په خپله تگ او راتگ کوي. هر هغه حرکت چې په خپله په منظمه توگه تکرارېږي، پیريودیک (تناوبي) یا هارمونيک حرکت نومېږي. یا په بل عبارت، هغه حرکت چې د ساین او یا کوساین د گراف په وسیله ښودل کېږي، ساده هارمونيکي حرکت بلل کېږي. د ساده هارمونيکي حرکت د تشخیص لپاره لاندینی فعالیت ترسره کړئ.

## فعالیت

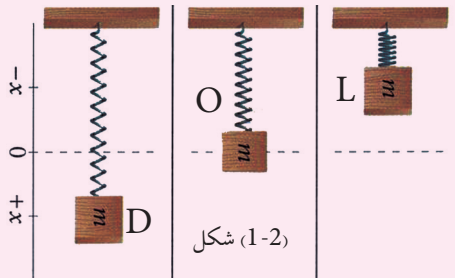


**ضروري مواد:** يو سپک فنر، کتله، يوه ثابته مټه يا ستنه چې فنر پرې وڅرول شي.

### کړنلاره:

1. فنر له يوې نقطې څخه چې په متکا پورې کلکه شوې وڅرولئ.

2. د فنر په آخر څوکه پورې کتله ځوړند (1-2) شکل ته وگورئ، بيا خپلې کتنې يادداشت کړئ.



3. هغه کتله چې په فنر پورې څرپدلې د لاس په ذريعه تر هغه وخته پورته کوو چې فنر خپل اصلي اوږدوالی ته ورسېږي، بيا هغه د خپل لاس په لرې کولو سره په آزادانه توگه پرېږدو. د فنر حرکت تر څارنې لاندې ونیسئ، خپلې ليدنې وليکئ.

## اوس لاندینيو پوښتنو ته ځواب ووايست:

1. کله چې په فنر پورې له څرپدلي وزن څخه خپل لاس لرې کړو، ولې د فنر اوږدوالی زیاتېږي؟
2. سیستم په مجموع کې څه ډول انرژي لري؟ په داسې حال کې چې اهتزاز شتون لري انرژي تغیر توضیح کړئ.

هر کله چې وزنه په فنر پورې کلکېږي، نو فنر مخ ښکته حرکت کوي، خو کله چې فنر اوږدېږي، په دې حالت کې د فنر لخوا يوه قوه ظاهرېږي چې د فنر قوه بلل کېږي. دغه قوه د هوک د قانون په ذريعه په دې ډول وړاندې کېږي.  $F_s = -k \cdot x$  په دې رابطه کې  $k$  د فنر ثابت او  $x$  د فنر هغه اوږدوالي دی چې د وزنې له څرولو وروسته د فنر په اوږدوالي کې منځ ته راځي. هر کله چې د وزنې مساوي قوه يعنې  $(mg)$  د فنر په اوږدو کې پورته خواته مواجه شي، جسم يا وزنه د تعادل حالت غوره کوي. د شکل مطابق، کله چې وزنه د  $L$  موقعیت ته پورته کېږي، په دې حالت کې د فنر لخوا عامله قوه پر وزنه باندې صفر کېږي، کله چې هغه آزاد پرې ښودل شي، نو مخ ښکته تعجيل اخلي او سرعت يې ورو ورو زیاتېږي، ترڅو چې وزنه بېرته د فنر د قوې د اغېزې لاندې راځي او ورو ورو بېرته د جسم يا وزنې سرعت کمېږي. د فنر د قوې او وزن د قوې د تعادل په حالت کې، سرعت صفر او په نتيجه کې تعجيل هم صفر کېږي. په بل عبارت نتيجوي عامله قوه پر وزن باندې سره انډول کېږي. د وزن د ښکته تگ په وخت کې د وزن قوه د فنر له قوې څخه زیاته وي او کله چې وزنه د فنر د قوې د تاثیر لاندې مخ پورته حرکت کوي، نو په دې حالت کې د فنر لخوا عامله قوه د وزن له قوې څخه زیاته ده.

جسم د ترلاسه شوي قوي تر اغېزې لاندې پورته خواته حرکت کوي، تر هغه وخته چې بيا قوي سره مساوي او د جسم سرعت صفر شي. وزن د  $D$  په موقعيت کې ( $V = 0$ ) دی. په دغه حالت کې حرکتی انرژي کاملاً په پوتنشيال انرژي اوږي او حرکتی انرژي صفر کېږي.

وزنه د عطالت د قوي لاندې بيا حرکت کوي. په دې ترتيب په مساوي وختونو کې د هغه وزن حرکت چې فسر پورې تړل شوی دی، تکرارېږي، نو ځکه د غه حرکت ته ساده هارمونيکي حرکت ويل کېږي.

اوس راځئ چې د ساده هارمونيکي حرکت لپاره يو بل تعريف پيدا کړو. که چېرې په تېر شوي فعاليت کې اهتزازي حرکت يو ځل بيا وڅېړو او که چېرې په دغه حرکت کې شتاب ته څير شو، نو څرگنده به شي چې تعجيل همېشه يوې نقطې ته مواجهه دی، د هغې قيمت د تعادل له نقطې څخه د بې ځايه کېدو په فاصله سره متناسب ده. له دغه ځای څخه نتيجه اخلو چې هر متحرک جسم چې د حرکت په وخت پورتنی تعجيلي خصوصيت ولري، ساده اهتزازي حرکت دي.

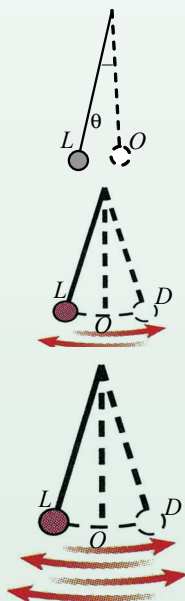


### پوښتنې

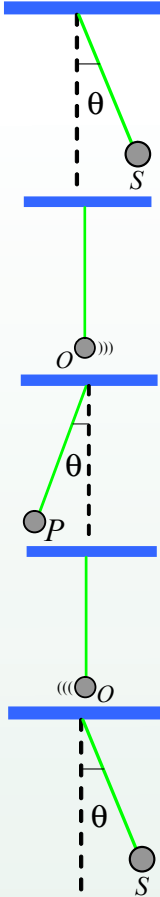
په لاندینو حرکتو کې کوم حرکت ته ساده هارمونيکي حرکت ويلای شو؟  
د ځمکې چارچاپېر، د سپورمکي حرکت، د يوې ساده رقصې حرکت، په دواړو سرونو کې د تړل شوي تار حرکت په دې شرط چې تار په اوږدو تړل شوی وي، په تېر شوي فعاليت کې د خطکش حرکت، د يو پنډوس د د رغېدو حرکت.

## 1-3: بشپړ اهتزاز او ساده رقصه

څرنگه کولای شو اهتزازونه حساب کړو؟ تېرو فعاليتونو ته يو ځل بيا کتنه کوو او بيا څېړو چې څرنگه د يوه اهتزازي جسم اهتزازونه چې د  $m$  کتله لري، حسابولی شو؟  
که چېرې د  $m$  کتله د  $L$  له موقعيت څخه په اهتزاز شروع وکړي او د  $O$  او  $D$  نقطو تر منځ حرکت ترسره کړي، په دغه مسير باندې ترسره شوي حرکت ته يو مکمل اهتزاز ويلای شو. که چېرې خپله څېړنه د نوموړې کتلې لپاره د  $O$  موقعيت څخه شروع کړو، په دې حالت کې حرکت له  $O$  څخه  $D$  ته او بېرته له  $D$  څخه د  $O$  په لور بېرته نوموړی اهتزاز کونکی جسم راگرځي. دغه تگ او بېرته گرځېدنې ته مکمل اهتزاز وايي، (1-3) شکل ته څير شئ. اوس د  $m$  کتله د يو اوږده تار په ذريعه پر يو ميخ او يا گيرا باندې چې پر متکا کلکه شوې ده، وځړوئ. دغه سيستم ميخ، تار او د  $m$  کتله يوه ساده رقصه (Simple Pendulum) ښيي.



شکل (1-3)



که چپرې د تعادل له حالت څخه دغه رقاصه منحرفه کړو او آزادانه یې خوشې کړو، نو رقاصه په اهتزاز (نوسان) کولو پیل کوي. د رقاصې اهتزاز په شکل کې په ډېره واضح توګه لیدل کېږي.

$$S \rightarrow O \rightarrow P \rightarrow O \rightarrow S$$

که چپرې یو جسم د خپل اهتزاز په مسیر باندې له یوې کيفي نقطې څخه دوه ځلې په عین جهت باندې تېر شي، نو یو بشپړ اهتزازي سرته رسولی دی.

شکل (1-4)



### پوښتنې

- د (1-4) شکل په نظر کې نیولو سره بشپړ اهتزاز د لاندې حالتونو په نظر کې نیولو سره توضیح کړئ:
- a - (O) د اهتزاز د حرکت پیل ده.
  - b - P نقطه د بېرته گرځیدو په وخت کې د حرکت د پیل نقطه ده.

د تناوب وخت (پیریود) یا فریکونسي (تواتر)، د اهتزاز د انحراف اعظمي فاصله، د رقاصې د تعادل له حالت څخه یعنې (امپلیتود) دا ټول د اهتزاز مشخصات بلل کېږي چې دلته د فریکونسي له بیانولو څخه د هغوی په تشریح کولو پیل کوو:

## 4-1: په ساده اهتزازي حرکت کې فریکونسي څه شی دی؟

که یو اهتزازي حرکت وڅېړئ او بیا د یو ستاپ واچ په مرسته له اهتزاز د یو معین موقعیت څخه په واحد وخت کې د اهتزازونو تعداد وگڼې، د مکملو اهتزازونو تعداد په واحد وخت کې د اهتزاز فریکونسي په نوم یادېږي. د تجربې په اجرا کولو او د ریاضي په ژبه فریکونسي په اهتزازي حرکت کې په لاندې توگه حسابېږي.

$$f = \frac{\text{د مکملو اهتزازونو شمېر}}{\text{هغه وخت چې دغه شمېر اهتزازونه په کې اجرا کېږي}} \text{ (فریکونسي)}$$

د اهتزاز د اندازه کولو واحد له هر تس څخه عبارت دی. هر تس په (Hz) سره ښودل کېږي چې د اهتزاز ثانیه سره مساوي دی، دغه نوم د هغه عالم له نوم څخه اخیستل شوی دی چې دا مشخصه یې کشف کړې ده.

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ S}^{-1} \dots\dots\dots (1)$$

د ساده اهتزازي حرکت یوه بله مشخصه د تناوب د وخت (پریود) څخه عبارت ده، چې د (T) په توري ښودل کېږي. پریود (T) له هغه وخت څخه عبارت ده چې یو بشپړ اهتزاز په کې سرته رسېږي یعنې:

$$T = \text{د یو بشپړ اهتزاز وخت دی}$$

پریود یا د تناوب وخت په ثانیه اندازه کېږي.

فریکونسي (F) او پریود (T) د یو بل سره معکوسې اړیکې لري او په لاندې ډول لیکل کېږي:

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots (2)$$



### خبر شئ

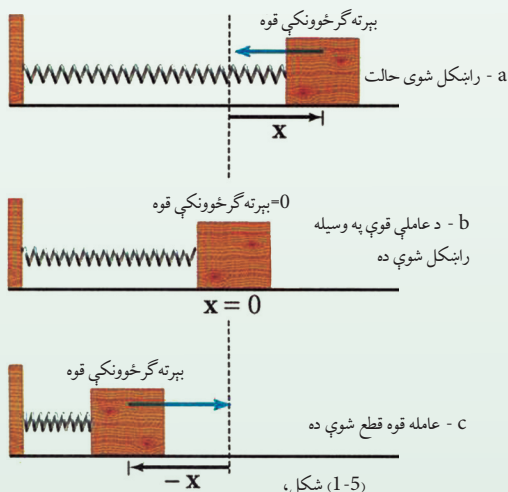
اهتزازونه يوازي په يو ډول اجسامو پورې اړه نه لري، بلکې ميخانيکي اهتزازونه لکه: د گيتار تارونه، د موټر د ماشين پستون، د چمبې پردې، د تليفون پردې، د کوتر د مکرورکرتال سيستمونه، زنگونه، همدارنگه نور، د راډيو خپې، د  $x$  د وړانگې خپې، دا ټول اهتزازي حرکت مثالونه دي.

همدارنگه اهتزازي حرکتونه د تعادل له حالت څخه د بې ځای کېدو د فاصلې په وسيله هم يو ډبل سره تفکيک کېږي. يا په بل عبارت، په اهتزازي حرکت کې د تعادل له حالت څخه د بې ځای کېدو واټن چې د اهتزاز لمن نومېږي، توپير کېدای شي. کوچنيان کله چې خپل ټالونه ډېر لرې وزنګوي، نو له هغې څخه ډېر خوند اخلي. په ساده توګه ويلای شو چې د اهتزاز لمن يا (امپليټود) د رقاصې د تعادل له نقطې څخه اهتزازي جسم د تر ټولو لوی واټن څخه عبارت دی.

آيا تاسې فکر کولای شئ چې د اهتزازي حرکت د لمن پراختيا (امپليټود) او د سيستم د انرژي تر منځ چې اړيکه موجود ده هغه تشریح کړئ؟

- 1 - د يوې باد پکې د پرې پر مخ يوه نقطه په يوه دقيقه کې 3000 ځله څرخي:
  - a- د هغې پيريوډ حساب کړئ.
  - b- د هغه فريکونسي څومره ده؟
- 2 - داسې يوه تجربه ډيزاين کړئ چې ثابتۀ کړي، د يوې رقاصې پيريوډ د همدغه رقاصې د تار په اوږدوالي پورې اړه لري، د رقاصې د اهتزاز کونکې کتلې او امپليټود پورې هېڅ اړه نه لري.

## 1-5: بېرته گرځونکې قوه (Restoring Force)



د فنر - کتلې افقي سيستم

څرنگه کولای شو يو ساده هارمونيکي حرکت منځ ته راوړو؟ د ټولو اهتزازي حرکتونو تر مينځ شريک عامل کوم يو دی؟ د يو ساده هارمونيکي حرکت مثال د هغه ( $m$ ) کتلې اهتزاز دی په داسې يو فنر پورې تړلې شوې ده چې کتله يې د صرف نظر وړ ده او د يوې داسې سطحې پر مخ چې اصطکاک يې ډېر کم دی خوځېږي. دغه حالت د (1-5) په شکل کې وګورئ. د (1-5, b) شکل کې کتلۀ د تعادل په حالت کې ده کش کېږي، خو د سکون حالت لري.

هرکله چې د  $(F_a)$  قوه پر سیستم عمل کوي، په دې حالت کې د  $m$  کتله د خپل تعادل حالت ښی خواته د  $x$  فاصلې په اندازه بې ځايه کېږي د (1-5a) شکل وگورئ. د هوک دقانون په اساس د بې ځايه شوي واټن او عاملې قوې ترمنځ اړیکه په لاندې ډول ده:

$$F_a = -k x$$

$x$  هغه واټن ده چې د هغه په اندازه جسم د تعادل له حالت څخه بې ځايه شوی دی او په حقیقت کې د  $(F_a)$  قوې په اندازه نوموړی فنر رابنګل شوی دی. د نیوټن د درېم قانون په اساس ددغه قوې مخالف الجهدت یوه قوه پر فنر باندې عمل کوي چې دا قوه بېرته گرځوونکې ارتجاعی قوه ده چې د فنر لخوا پر جسم عمل کوي او جسم کینې خواته راکاږي. دا قوه چې جسم بېرته د تعادل په لور راکاږي، په  $(F_r)$

$$\text{سره ښودل کېږي: } F_r = -F_a = -k x$$

هرکله چې د  $(F_a)$  قوه پرې (قطع) شي، نو دلته عمل کوونکې یوازې ارتجاعی  $(F_r)$  قوه ده. دلته (1-5.c) شکل ته وگورئ چې د  $F_r$  قوه د  $m$  کتله ده، د تعادل خواته راگرځوي.

اوس د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ د کتلې تعجیل (شتاب) په دې ترتیب لاس ته راځي.

$$m \cdot a = F_r = -k x$$

$$a = -\frac{k}{m} x \dots\dots\dots 3$$

دریمه معادله د شتاب معادله ښیي چې موږ هغه د مخه تعریف کړې ده. د  $F_a$  قوې یو توپیر له  $F_r$  څخه دا دی چې دغه قوه د جسم په  $m$  کتله عمل کوي او هغه ته په مستقیم خط حرکت ورکوي چې په نتیجه کې د  $W$  کار اجرا کېږي. یا په بل عبارت: سیستم ته انرژي انتقالوي. دغه انرژي په سیستم کې د ارتجاعی پوتنشل انرژي په حیث ذخیره کېږي.

هرکله چې د  $F_a$  قوې عمل پرې (قطع) شي، نو بېرته گرځوونکې  $F_r$  قوه د  $m$  کتله د تعادل په لور راکاږي او پوتنشل انرژي په حرکي انرژي اوږي. کله چې وزنه خپل اصلي د تعادل موقعیت ته رسېږي یعنې:  $x = 0$  ته ور وگرځي، په دې حالت کې بېرته گرځوونکې قوه یعنې  $F_r = 0$  کېږي، خو جسم د عطالت قانون پر بنسټ بېرته کینې خواته حرکت پیل کوي، تر هغې پورې چې بېرته د  $-kx$  قوه رازونډی او خپل عمل پیل کړي چې د حرکي قوې د تأثیر لاندې د  $m$  کتله بېرته د  $x$  واټن وهي او په دغه موقعیت کې حرکي انرژي بېرته په پوتنشل انرژي بدلیږي.

په همدې ترتیب د  $F_a$  او  $F_r$  قوه د تأثیر لاندې جسم خپل اهتزاز تکرار وي. په خلاصه توګه کله چې جسم د تعادل موقعیت ته رابنګل کېږي، نو سرعت یې اعظمي حالت اختیاروي او په چټکې سره دغه حرکي انرژي د  $x$  په واټن کې په ذخیروي انرژي بدلیږي.



### پوښتنې

بېرته گرځونکې قوه (په رقاښه، په اوبو کې پر مهترز تیوب او د چمبې په پرده) د اندازې له نظره څه شی ده؟ واضح یې کړئ.

### تمرین

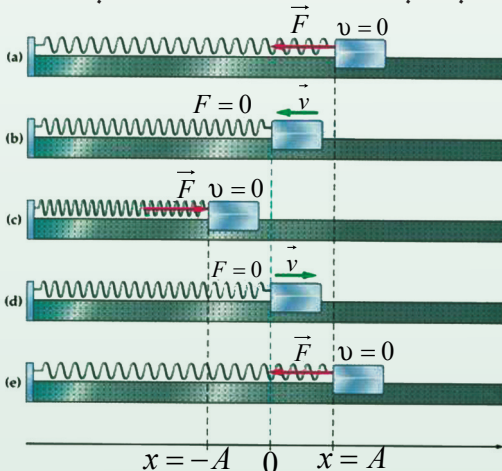
ثابت کړئ چې  $F_r = mg \frac{S}{L}$  دي، په داسې حال کې چې  $L$  د رقاښې د اوږدوالي او  $S$  د رقاښې د مسیر د قوس یوه برخه ده.

## 6-1: د ساده هارمونيکي حرکت گرافیکي ښودنه

څه ډول کولای شو چې ساده هارمونيکي حرکت رسم کړو؟ څنگه کولای شو چې په اهتزازي سیستم کې په فنر پورې اړوند کتلې د  $x$  او وخت اړوند د وخت په مساوي انټروالونو کې په گرافیکي بڼه وښیو؟ راځئ چې د فزیک له نظره موضوع ته کتنه وکړو.

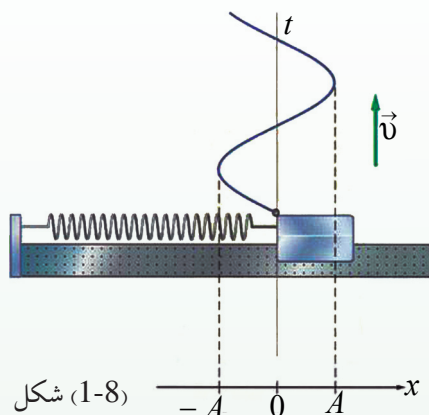
د  $m$  کتله په (1-6) شکل کې ښی. خواته د  $x = A$  په اندازه رابښکل شوې ده. دغه جسم بیا وروسته په آزادانه توگه خوشې کوو. ښکاره خبره ده چې یوازې د بېرته گرځونکې قوې د تاثیر لاندې جسم حرکت کوي او لکه چې د مخه تشریح شوه جسم اهتزاز ته ادامه ورکوي.

که چېرې په مساوي وختونو کې د جسم د اهتزاز له مسیر څخه عکسونه واخلو، نو به لیدل شي چې د جسم موقعیت پر مسیر باندې مختلفې نقطې ښیي. موضوع په (1-6) شکل کې ښودل شوې ده. همدارنگه د  $x$  د محور په اوږدو د تعادل د حالت یعنې  $O$  څخه اهتزازي کتله د  $A$  او  $-A$  فاصلو ترمنځ اهتزاز کوي. په حقیقت کې  $\pm A$  د اهتزاز لمن یا امپلیتود را په گوته کوي. همدارنگه د  $A$  او  $-A$  په پای کې د اهتزاز سرعت صفر او د تعادل د نقطې یعنې  $O$  څخه د تېرېدو په حالت کې د اهتزاز سرعت اعظمي قیمت اخلي.

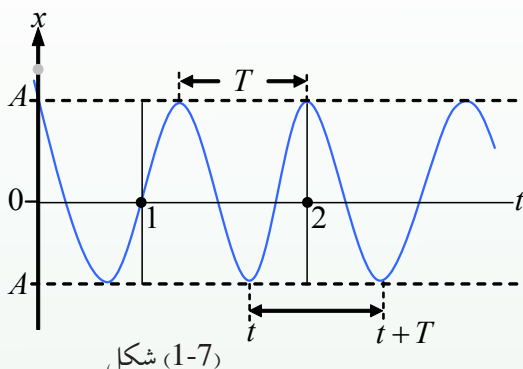


که چېرې د  $A$  په پای کې د اهتزاز وخت  $t = 0$  انتخاب شي، واضح خبره ده کله چې کتله یو مکمل اهتزاز سرته رسوي او اهتزازي جسم بېرته د  $A$  انتها ته راگرځي، نو دلته د  $t = T$  قیمت اخلي،  $T$  د یوه اهتزاز پیريود دی، ددغه وخت په نظر کې نیولو سره جسم خپل اهتزاز ته دوام ورکوي.

دا په پوره روڼ تیا سره ښکاري چې د  $x$  تحول د وخت په تابع کې د کوساین منحنی دی. دغه مثلثاتي تابع په (1-7) شکل کې لېدل کېږي. که چېرې د سرعت تحول نظر وخت ته په نظر کې ونیسو، د (1-6) شکل مطابق. په دې حالت کې د (1-8) شکل منحنی لاسته راځي.



شکل (1-8)



شکل (1-7)

د هغې فیتې په کش کولو سره چې د مهترزې کتلې لاندې قرار لري د پنسل په واسطه منحنی رسم کېدای شي.

### پوښتنې



1. د 3 معادلې څخه په گټه اخیستنې سره د ساده هارمونيکي حرکت گراف رسم کړئ.
2. آیا کولای شو د ساین مثلثاتي تابع په ذریعه، ساده هارمونيکي حرکت په لاس راوړو؟ واضح پي کړئ.
3. که چېرې اهتزاز کونکي جسم کتله په نسبتاً لویې کتلې واړول شي، د سیستم په فریکونسي باندې به څه اغېزه وکړي؟ خپل ځوابونه د کتلې او فنر سیستم په نظر کې نیولو سره ولیکئ.

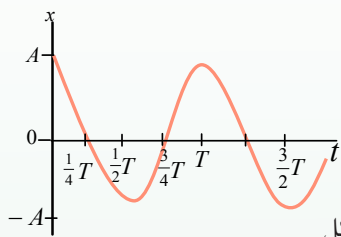
## 1-7: د ساده هارمونيکي حرکت معادله

اوس څرگنده شوه چې د ساده هارمونيکي حرکت معادله تشریح کولای شو. د موضوع د ښه وضاحت لپاره پیريود یو واحد انتخابوو. د لاندینۍ معادلې په ذریعه کولای شو چې د اهتزازي ذرې موقعیت د وخت په تابع معلوم کړو.  $x = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$  وروستی معادله ډېره مهمه ده او د دوو متحولینو د اهتزازي ذرې د موقعیت یعنې  $x$  او وخت یعنې  $t$  ترمنځ ارتباط ټینګولي. یا په بل عبارت، د اهتزازي ذرې موقعیت د وخت په هره لحظه کې ترې معلومېدای شي.  $A$ ،  $\omega$  او  $\varphi$  ثابت کمیتونه دي، نو په دې لحاظ  $(\omega t + \varphi)$  د اهتزازي حرکت فاز بلل کېږي.

د فاز قیمت د ذرې د اهتزاز طبیعت څرگندوي. همدارنگه دغه معادله د موقعیت، سرعت او تعجیل لورې چې په پرله پسې او تکراري ډول د بدلون په حال کې دي ښيي.

A. د اهتزاز لمن یا امپلیتود دی او د تعادل له حالت څخه د اهتزازي جسم د کتلې اعظمي قیمت ارایه کوي. په دغه مورد کې مخکې بحث شوی دی.  $\phi$  فاز او یا هم (لومړنی فاز) بلل کېږي چې د اهتزازي جسم د کتلې تعادل پورې اړوند دي.

B. د (1-9) په شکل کې چې  $t = 0$  او  $x = A$  دي، د  $t$  د قیمت په وضع کولو سره، څلورمه رابطه لاندینی شکل اختیاريوي.



شکل (1-9)

$$A = A \cdot \cos(0 + \phi)$$

له دغې رابطې څخه په آسانی سره دې پایلې ته رسیږو چې باید  $\cos \phi = A/A = 1 \Rightarrow \phi = 0$  وي.

ددغه شرایطو په نظر کې نیولو سره د (1-6) شکل حرکت، یوازې یو ساده هارمونيکي حرکت دی،

$$X = A \cdot \cos \omega t \quad \text{یعنې:}$$

فرضاً یو سړی خپله مشاهده د O نقطې څخه چې هلته  $x = 0$  دي، د اهتزازي کتلې - فنر په سیستم کې چې د (1-9) په شکل کې ښودل شوی دی پیل کوي، دا په دی معنا دی چې د  $t = 0$  په لحظه کې څلورمه رابطه دا لاندې شکل اختیاريوي.

$$0 = A \cdot \cos(0 + \phi)$$

نو:

$$\cos \phi = 0 \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{2}$$

ددغه قیمت په نظر کې نیولو سره د لیدونکي لپاره لیکلای شو چې:

$$x = A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

واضح ده چې د هر ساده هارمونيکي حرکت د  $\phi$  قیمت د  $t = 0$  په وخت کې په X پورې اړوند دی.

## زاویوي فریکونسي ( $\omega$ ) څه شی دی؟

د کتلې - فنر سیستم په نظر کې نیسو، همدارنگه پوهېږو، کله چې یو مکمل اهتزاز صورت نیسي، په دې صورت کې دوه حالته واقع کېږي.

1. اهتزاز کوونکې ذره له یو مکمل اهتزاز وروسته خپل لومړني حالت ته ګرځي، پرته له دې چې کتنه مو له کومه ځایه پیل کړې ده. ذره له هرې نقطې څخه چې خپل اهتزاز پیل کړي، د یو مکمل اهتزاز څخه وروسته هم هغې نقطې ته ورګرځي. (د بشپړ اهتزاز تعریف ته په مخکې درس کې مراجعه وکړئ. هڅه وکړئ چې په خپله ژبه یې تشریح کړئ) دا داسې معنا لري چې د اهتزاز لمن یا امپلیتود بدلون نکوي او د  $X$  قیمت هم هغه د لومړني موقعیت ( $X_i = X_f$ ) قیمت غوره کوي.

2. اهتزازي ذره د خپل یوه مکمل اهتزاز لپاره د یو پیریود  $T$  په اندازه وخت ته اړتیا لري چې په حقیقت کې دا د پیریود تعریف دی.

$$x_{1t}(t) = x_f(t + T)$$

$$A \cdot \cos(\omega t + \phi) = A \cos \omega(t + T)$$

د محاسبې د آسانتیا په خاطر فرض کوو چې  $\phi = 0$  ده، په دې شرط لیکلای شو.

$$\cos(\omega t) = \cos(\omega t + \omega T)$$

څرنگه چې له مثلثاتي توابعو څخه پوهېږئ چې مثلثاتي تابع له هر  $2\pi$  دوران څخه وروسته تکرارېږي، نو په دې لحاظ  $\omega T = 2\pi$  او یا  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  دي.

دلته  $\omega$  د اهتزازي ساده هارمونیکي حرکت د زاویوي فریکونسي په نوم یادېږي، تجربې ښيي چې د فنر-کتلې د سیستم فریکونسي ددې رابطې په وسیلې سره ښودل کېږي.

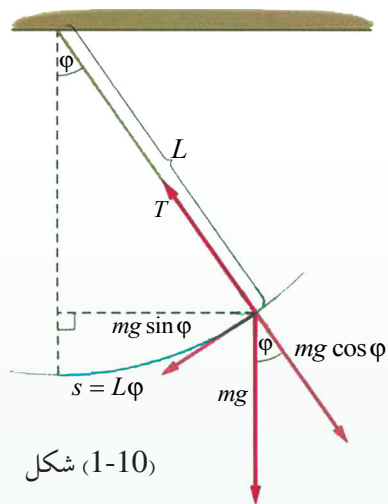
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$\Rightarrow F = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \omega \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

### پیریود څه شی دی؟

اوس غواړو چې د یوه ساده هارمونیکي حرکت پیریود پیدا کړو.

(10-1) شکل ته وګورئ، په دې شکل کې پر یوه رقاصې د  $m$  په کوچني کتلې مختلفې قوې عمل کوي. د کتلې د وزن قوه په دوه مرکبو تقسیم شوې ده چې یوه د رقاصې د تار په اوږدوالي  $L$  چې شعاعي قوه هم بلل کېږي، بله رابښکوونکې قوه ده چې د اهتزاز په قوسي مسیر باندې مماس ده. دلته د محیط له مقاومت څخه چې اهتزاز په کې صورت نیسي، صرف نظر کېږي.



شکل (1-10)

دغه دواړه قوې له  $mg \cdot \cos \phi$  او  $mg \cdot \sin \phi$  څخه عبارت دي. په حقيقت کې د جسم د اهتزاز عامل همدغه د  $mg \cdot \sin \phi$  قوه ده.  $\phi$  هغه زاویه ده چې د رقاصې تارې د تعادل له محور سره جوړوي، د رقاصې د تعادل حالت د اهتزاز مرکز بڼیې، یعنې له هغې څخه په بڼې او کینې خوا باندې رقاصه اهتزاز کوي، نو په دې لحاظ ویلای شو چې دغه حرکت یو ساده هارمونيکي حرکت دی او د  $F_r = -mg \cdot \sin \phi$  (راگر څوونکې قوې) تر اغېز لاندې سرته رسېږي؟

که د انحراف زاویه یعنې  $\phi$  ډېره کوچنۍ وي، نو دلته  $\sin \phi \approx \phi$  دي، د دغه قیمت په نظر کې نیولو سره بېرته گرځوونکې قوه، له  $-mg\phi$  څخې عبارت ده. د  $\phi$  زاویه په رادیان اندازه کېږي. د بلې خوا له شکل څخه معلومېږي چې  $\phi = \frac{S}{L}$  ده، له دغه ځایه لیکلای شو چې:  $F_r = -mg \frac{S}{L} = -\left(\frac{mg}{L}\right)S$  اوس معلومېږي چې دا یوه بېرته گرځوونکې قوه ده. ولې؟

که دغه اهتزازي سیستم د فنر-کتلې د سیستم سره پرتله کړو، په هغه کې بېرته گرځوونکې قوه  $F_r = -kx$  ده. له دغه پرتلې څخه ویلای شو چې  $\left(\frac{mg}{L}\right)$  د فنر له ثابت څخه عبارت دی چې همدغه د رقاصې د اهتزاز ثابت کمیت بڼیې. د فنر-کتلې د سیستم لپاره لیکلای شو:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = \omega^2 \cdot m \quad \text{په ساده رقاصه کې} \quad \frac{mg}{L} = \omega^2 m$$

$$\omega^2 = \frac{g}{L} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad \text{او یا}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad \text{څرنګه چې د یوه مکمل اهتزاز لپاره}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{د یو پیږود لپاره لیکلای شو چې:}$$



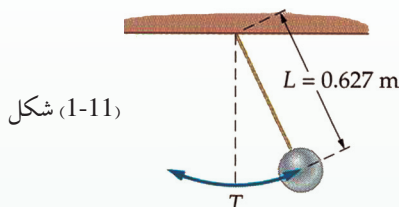
### پوښتنې

1. د یوې ساده رقاصې پیریود معلوم کړئ.

2. په (1-11) شکل کې چې ساده هارمونيکي حرکت ښيي، لاندیني کمیتونه پیدا کړئ:

a- د اهتزاز پیریود محاسبه کړئ.

b- د اهتزاز فریکونسي معلومه کړئ.



شکل (1-11)

3. د فنر-کتلې یو سیستم د اهتزاز په حالت کې دي. د کتلې د موقعیت حالت د وخت په هره کيفي شيبه کې د دغه تابع په

وسيله ورکړل شوی دی.  $x = 0,04 \cdot \cos\left(\frac{83t}{F_r}\right)$  لاندیني کمیتونه پیدا کړئ:

a- د اهتزاز لمن "امپلیتود"

b- پیریود

c- د اهتزاز کونوکی جسم موقعیت د  $t = 0.1s$  ثانیه لپاره

## 1-8: د دایروي او هارمونيکي ساده حرکتونو ترمنځ اړیکې

د موټر په ماشین کې پستون ښکته او پورته حرکت کوي، په داسې حال کې چې د موټر گاډي څرخي، دایروي او ساده هارمونيکي حرکتونو ترمنځ اړیکه څرنگه ده؟ لاندیني فعالیت سرته ورسوئ:



### فعالیت

د فعالیت ضروري مواد: د دوراني حرکت لپاره موټور، کوچنی گلوله، گردی دسک، گروپ

او پرده.

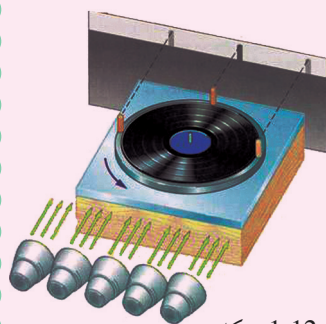
کړنلاره:

1. کوچنی گلوله له یو سیخ سره کلکه کړئ او د (1-12) شکل مطابق سیخ په مېز پورې کلک کړئ.

2. د سګ په موټور باندې نصب کړئ.

3. گروپ په داسې شکل رڼا کړئ چې د گلولې سیوري پر پردې باندې پرېوځي.

4. موټور په حرکت راوړي او خیرشې چې د پردې پر مخ څه وښی؟



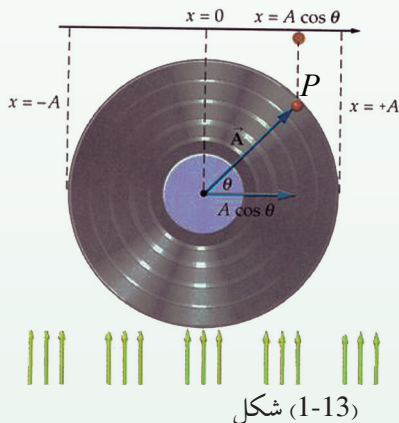
شکل (1-12)



نبایي په ډېره آسانی د پردې پر مخ وونئ چې د گلولې د سیوري حرکت یو هارمونیکي ساده حرکت دی. کله چې گلوله څرخي، موتور د هغې د حرکت مرتسم د پردې پر مخ مور ته بښي. له دغه ځای څخه داسې نتیجې ته رسېږو:

ساده هارمونیکي حرکت د دایروي یو نواخت حرکت مرتسم دی. د دایروي حرکت مرتسم پر قطر باندې د ساده هارمونیکي حرکت بڼه بښي. هر کله چې د دایرې پر محیط یو منظم حرکت بشپړېږي، نو پر قطر باندې د هغې مرتسم یو بشپړ ساده هارمونیکي حرکت بښي.

راځئ چې پورتنۍ نتیجه په ژوره توگه د  $m$  کتلې لپاره په (1-13) شکل کې وڅېړو. د  $m$  کتلې لپاره منظم دایروي حرکت زاویوي سرعت لپاره لیکلای شو:  $\omega = \frac{\varphi}{t}$  د دغې دایرې شعاع په محیط باندې د  $A$  وکتور دي.



وروسته د  $t$  وخت څخه د  $m$  ذره  $(\omega t + \varphi)$  موقعیت ته رسېږي. دلته  $\varphi$ ، هغه لومړنی زاویه ده چې د دایروي حرکت فاز بلل کېږي، د جسم له  $A$  وکتور موقعیت او  $X$  محور سره د دایرې په مرکز کې جوړېږي. اوس د  $\vec{A}$  تصویر د  $X$  پر محور باندې ترسیمو. دغه تصویر په وضاحت سره لېدل کېږي او د هغه موقعي  $[A \cdot \cos(\omega t + \varphi)]$  دي او په  $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$  سره ښودل کېږي. په دقیقه توگه دا هم هغه معادله ده چې په تېر لوست کې مو په تفصیل سره پر هغې باندې بحث کړی دی.

کله چې د  $m$  ذره د  $Y$  محور ته رسېږي، دلته  $\omega t + \varphi = \frac{\pi}{2}$  کېږي او د  $\vec{A}$  مرتسم صفر دی او دا د فنر-کتلې په سیستم کې هم هغه حالت دی چې کتله بېرته د تعادل حالت ته راگرځي. زیار وباسئ چې په دې توگه د دایرې پر مخ حرکت تصور کړئ، د هغې مرتسم د  $X$  پر محور باندې د ساده هارمونیکي حرکت سره پرتله کړئ او بیا خپل نتایج ولیکي.

### پوښتنه



د یوې بادپکې د پرې پر مخ د یوې کیفې نقطې حرکت څرنګه توضیح کولای شئ؟ د هغې تابع د لیکلو لپاره چې دغه حرکت تشریح کړای شي، کومو کمیتونو ته اړتیا دي؟

## د بحث لپاره موضوع

د يوه ساعت رقاصه چې ثابت اوږدوالي لري، د هغې د جوړښت او تنظيمولو په اړه او دا چې څرنگه کولای شو، يوه رقاصه چې ثابت اوږدوالی ولري د يوه کال په اوږدو کې د ژمي او اوږي په وخت کې د هغې نورمال اهتزاز تنظيم کړو، خپل معلومات را غونډه کړئ؟ په يوې اويا دوو صفحو کې هغه وليکئ او له ټولگيوالو سره يې شريک کړئ.

## د لومړي څپرکي لنډيز

- اهتزازونه هغه حرکتونه دي چې اهتزاز کونکي جسم د تعادل نقطې په دوو اړخونو کې په پرله پسې توگه تکرارېږي.
- ساده هارمونیکي حرکت يو پيريوديو حرکت دی او د  $\cos$  تابع په شکل وړاندې کېدای شي.
- بېرته گرځونکې قوه يوازینی عامل دی چې د اهتزاز د رامنځته کولو سبب گرځي.
- ساده مېخانيکي هارمونیکي حرکت د رياضي په ژبه په لاندینې بڼه ليکل کېدای شي.

$$x_0 = A \cdot \cos(\omega t + \phi)$$

- د فنر-کتلي په سيستم کې، زاويوي فريکونسي،  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$  او په ساده رقاصه کې  $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$  دی.

## د لومړي څپرکي پوښتنې

1. د لاندینو پوښتنو لپاره صحيح ځوابونه انتخاب کړئ:

الف- د يوې رقاصې اوږدوالی 10m دي. د هغه پيريود عبارت دی له:

$$6.38s \quad -b \qquad 3.14s \quad -a$$

$$1s \quad -d \qquad 10s \quad -c$$

ب- يوه ساده رقاصه چې اوږدوالی يې  $L$  دی، د پيريود، دوه برابرولو لپاره لازمه ده چې د رقاصې اوږدوالی:

$$-b \text{ نيمایي کړو،} \qquad -a \text{ دوه برابره کړو،}$$

$$-d \text{ څلورمه حصه کړو.} \qquad -c \text{ څلور برابره کړو،}$$

ج) په ساده هارمونیکي حرکت کې سرعت خپل اعظمي قيمت ته رسېږي کله چې:

$$-b \text{ اصغري قيمت اخلي،} \qquad -a \text{ اعظمي شي،}$$

$$-d \text{ او } c \text{ دواړه صحيح دي.} \qquad -c \text{ صفر شي،}$$

د- یوه اهتزازي ذره چې امپلیتود یې  $12\text{cm}$  دی، له یوې نقطې څخه چې وکتوري قیمت یې  $12\text{cm}$  دی، په اهتزاز پیل کوي. ددغه اهتزاز ثابت  $\Phi$  فاز عبارت دي له:

$$a. \frac{\pi}{2} \quad b. \frac{3\pi}{2} \quad c. \pi \quad d. \frac{\pi}{4}$$

2. یوه ذره چې د نوسان په حالت کې ده، د هغې موقعیت د وخت په هره لحظه کې د  $x(t) = 0.02 \times \sin(400t + \frac{\pi}{2})$  معادلې په واسطه مشخص کېږي:

a- د حرکت فریکونسي معلومه کړئ. b- د حرکت پیریود څومره دی؟

c- د حرکت لمن څومره ده؟ d- د ذرې موقعیت په  $t = 0.3\text{sec}$  معلوم کړئ.

3. د فنر-کتلې اهتزازي سیستم فریکونسي  $5\text{Hz}$  ده، که چېرې د فنر ثابت  $K = 250 \frac{N}{m}$  وي، د اهتزازي سیستم کتله او د هغې وزن حساب کړئ.

4. که چېرې د کتلې- فنر د سیستم کتله،  $m = 0.5\text{kg}$  وي او  $60$  اهتزاز په څلورو ثانیو کې ترسره کړي، لاندینی کمیتونه حساب کړئ.

a- د سیستم فریکونسي څومره ده؟ b- د فنر ثابت حساب کړئ.

c- که چېرې امپلیتود  $3\text{m}$  وي، اعظمي پوتنشل انرژي څومره دي؟

5. لاندینی افادې تعریف کړئ:

a- کامل اهتزازونه. b- پیریود. c- فریکونسي. d- د فاز ثابت

e- پیریودیک حرکت.

6. که چېرې د  $(0.6\text{kg})$  کتله د یوه فنر په انجام کې د  $4\text{cm}$  په اندازه کش کړل شي او بیا پرېښودل شي چې آزادانه اهتزاز وکړي، د وخت حساب د تعادل له حالت څخه په نظر ونیسي په هغه صورت کې:

a. د دې تمرین شکل رسم کړئ.

b. د  $f$  او  $T$  قیمتونه په هغه صورت کې چې  $k = 300 \frac{N}{m}$  وي، حساب کړئ.

c. امپلیتود څومره دی؟ d. هغه تابع ولیکئ چې حرکت تشریح کړي.

7. د یوې ساده رقاصې اوږدوالی  $0.25\text{m}$  دی، پیریود یې پیدا کړئ، که چېرې دغه رقاصه سپورمی ته یووړل شي، د هغې پیریود به څومره وي؟ (باید په نظر کې ولری چې د سپورمی پر مخ د سقوط تعجیل،  $g = \frac{1}{6}$  دی).

8. د ساده هارمونیکي حرکت ایجادولو لپاره د کومو شرایطو برابرول ضروري دي.

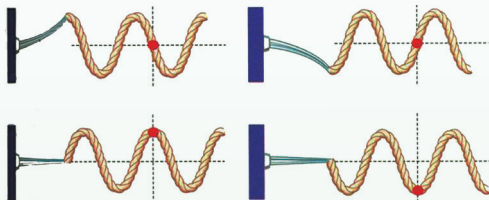
9. آیا کولای شو، د یوې مصنوعي سپورمی حرکت ته ساده هارمونیکي حرکت ووايو؟ څرنگه؟ شرحه ورکړئ.

## څپې او د هغوی حرکت

د فزیک علم د مادي جهان د مختلفو حرکتونو قانون مندي څېړي. ساینس پوهان له دغه مطالعې څخه د بشریت په گټه تر لاسه کوي. یو له دغه حرکتونو څخه نوساني حرکت دی چې په مخکنی څپرکي کې مو څېړلی دی. په دې څپرکي کې د نوساني حرکت پر بنسټ څپه ییز مختلف حرکتونه څېړو.



په دغه څپرکي کې د څپو ډولونه د مختلفو اړخونو څخه د هغو د فزیکي خصوصیاتو له نظره لولو.



دا چې څپه ییز فزیک میخانیکي، نوري، برېښنايي، هستوي او حرارتي پدیدې په برکې نیسي، زیار باسو چې دغه موضوع په ساده مثالونو او توضیحاتو سره روښانه کړو.

### 1-2: څپه څه شی دی او په څو ډوله دی

څپه ییز حرکت هغه حرکت ته وایي چې اهترازي ذرې خپله حرکي انرژي، گاونډی ذرې ته په متمادي ډول ورکوي او هغه په نوسان راولي، دا عملیه په متجانس محیط کې په مخامخ لیکه ادامه پیدا کوي، ترڅو له یوه مانع (خنډ) سره په لگیدلو دغه انرژي له لاسه ورکوي او په محیط کې جذبېږي. هره څپه ځانگړې فزیکي خصوصیات لري او هغه د څپې اوږدوالي، فریکوینسي او د ذراتو د اهتراز لمن او سرعت ځینې عبارت دی. څپه د فزیکي خصوصیت له نظره په دوو برخو وېشل شوي دي:

1- مېخانیکي څپې

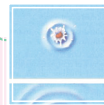
2- الکترومقناطیسي څپې

دغه ډولونه یو شمېر ټاکلې فزیکي ځانگړتیاوې لري چې په دواړو ډوله څپو کې شته. مثلاً څپه په متجانس محیط کې په مستقیم خط خپرېږي. هره څپه ځانگړې د څپې اوږدوالي، فریکوینسي او پیږود لري. هره څپه د خپرېدو د سرعت ځانگړي قیمتونه لري چې د څپو د انتشار د محیط کثافت پورې اړه لري.

دا چې ژوندي موجودات اوري او ویني، دا د غږیرو او لیدلو پروسې پورې اړه لري چې میکانیزم یې څپه ییز خصوصیت لري. همدارنگه د اوبو پر مخ څپې، د زلزلو څخه و لارې شوې څپې او داسې نورې طبیعي پدیدې څپه ییزه بڼه لري.

نو دا سبب دی چې ساینس پوهان د طبیعت قانون مندیو څخه په تخنیک کې گټه اخلي، د انسانانو په خدمت کې یې استعمالوي.

آيا فکر موکړئ دى چې مېخانیکي او الکترومقناطيسې څپې د يو بل  
څخه کوم توپيرونه لري؟



### فعالیت

زده کوونکي دې په ټولگي کې په دوو ډلو ووېشل شي، د مېخانیکي او الکترومقناطيسې څپو مثالونه دي په گوته  
کړئ. اود تختې پر مخ دې هغه د ښوونکي په حضور کې وليکي.  
ښوونکى دې د هر گروپ فعالیت و ارزوي، له زدو کوونکو څخه دې وپوښتي چې څرنگه يې په موضوع باندې فکر  
کړى دى.

دلته په ترتيب سره لومړى مېخانیکي څپې او بيا الکترومقناطيسې څپې څېړو.

## 2-2: میخانیکي څپې

که چېرې د یوه متجانس محیط په یوه برخه کې اختلال وارد  
شي، نو ددغه محیط په مالیکولونو "یا ذراتو کې" رابښکوونکې  
قوې منځ ته راځي. دغه قوې بې له دې چې د محیط برخې  
ته د موقعیت تغیر وکړي، گاونډي مادي جوړښتونو ته انرژي  
ورکوي او په نتیجه کې په محیط کې څپه خپرېږي.

په طبیعت کې مېخانیکي څپې په ډنډونو کې د ولاړو اوبو پر مخ په  
وضاحت سره څرگندېږي. په یو متجانس محیط کې د مېخانیکي  
څپې سرعت د  $x = vt$  رابطه په وسیله صدق کوي.

گورئ چې دا رابطه اوږدوالی د وخت په تابع کې په خطي  
شکل دي، نو د څپې د خپرېدو استقامت یوه خطي بڼه لري.  
د میخانیکي څپو د خپرېدو څرنگوالی د محیط د کثافت او  
فزيکي خصوصیاتو پورې اړوند دي. که د محیط اختلال په  
شدت سره سرته ورسېږي، نو منځ ته راغلي څپې هم ډېرې  
لوړې وي، هغه موضع (ځای) چې اختلال په کې منځ ته  
راځي، د څپې د خپرېدو سرچینه بلل کېږي.

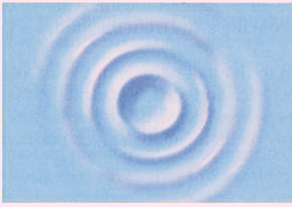
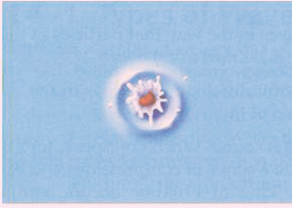


شکل (2-1)

مېخانیکي څپې د خپرېدو د استقامت او د محیط د اجزاوو د اهتراز د څرنگوالي په اړوند په دريو برخو  
وېشل شوي دي چې ټولې او عرضي او ولاړې څپې باله شي.



## فعالیت



(2-2) شکل، د اوبو نیمایي ډک شوي لوبني د خپې د یوې برخې منظره

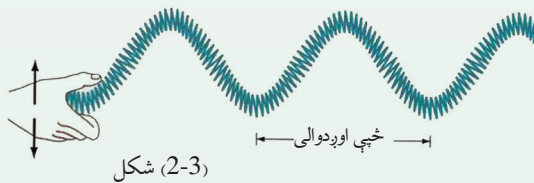
زده کوونکي دې په خوگروپونو ووبشل شي، د اوبو نیم ډک لوبني دې، هر گروپ ته د دوو کانو سره ورکړای شي، یو کانې دې سپک او بل دروند انتخاب شي. زده کوونکي دې لومړی په لوبني کې ولاړې اوبه وگوري چې هیڅ نوعه خپه پرې نه معلومېږي. لومړی زده کوونکی دې کوچنی کانې په عمودي توگه په آزادانه ډول په اوبو کې وغورځوي، د تولید شوو خپو لوروالی او ژوروالی دې مشاهده کړي.

کله چې خپې ورکې شي، نو بیا دې لوی کانې اوبو ته په آزادانه توگه وغورځوي. ددغه دواړو حالاتو د خپو جگوالی او ژوروالی دې زده کوونکي او بنسټونکی یو ځای بیان کړي.

همدارنگه کولای شو، په طبیعت کې د مېخانیکي خپو څرنګوالی نور هم وڅېړو او مثالونه ورکړو.

### 2-3: عرضي خپې

څه فکر کوئ دا به څرنګه خپې وي؟ دوه مفهومه په نظر کې ونیسئ، د خپې د خپرېدلو لوری او د هغې په اړوند د خپې محیط د ذراتو د اهتزاز لوری (جهت) چې دا دواړه په مېخانیکي عرضي یا طولې خپو کې د یوه بل څخه بېلېږي.

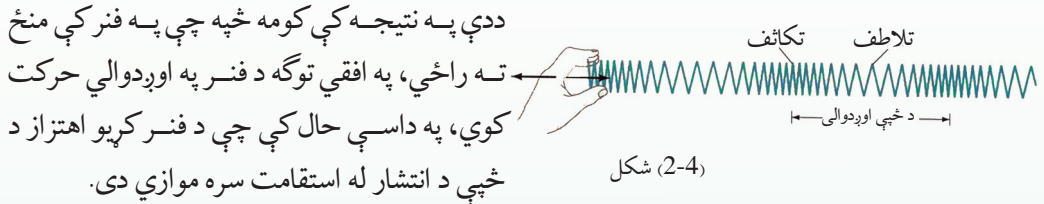


په مقابل شکل کې په یو فنر کې عرضي خپې د تر خپرېني لاندې نيسو. د فنر لومړی کړی د لاس په وسیله پورته کوو، یعنې د فنر په عادي حالت کې اخلال واردوو.

کله چې دغه کړی په سرعت سره خوشې کړو، نو د فنر دغه کړی خپلو گاونډیو کړیو ته انثري انتقالوي او د فنر کړی په پورته او بنکته شکل سره خپل اهتزاز ورکوي. دلته د کړیو اهتزاز د خپې د استقامت په لور چې افقي دی، عمود دی. یعنې په عرضیو خپو کې اهتزاز د خپو د انتشار په استقامت عمود دی. معمولاً د فنر له ټکان ورکولو څخه د  $\sin$  تابع گراف ته ورته خپې، عرضي خپې لاسته راځي.

## 2-4: طولی خپې

په لاندې شکل کې طولی خپې لیدل کېږي چې دلته د فنر د پای خو کړۍ سره نژدې کوو او بیا یې په سرعت سره پرېږدو او یا د فنر یوه سر ته ضربه ورکوو چې د ضربې لاندې د فنر کړۍ د فعا یو د بل سره ټولې او خوړې شي.



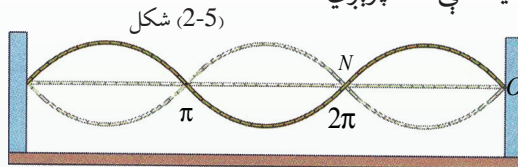
د فنر په اوږدو کې او ږدېدل او غونډېدل، د فنر اهتزاز خپې له انتشار سره په موازي توگه په (2-4) شکل کې لیدلای شئ.

د طولی خپو له توضیح څخه دا په گوته کولای شو، کله چې اهتزاز په یوه کړۍ کې رامنځ ته کېږي، دا د دې سبب گرځي چې قوه گاونډیو کړيو ته انتقال کړي، په همدې ترتیب د نوسانونو په نتیجه کې د خپو په ذریعه انرژي لېږدول کېږي. دغه موضوع د اهتزازاتو په برخه کې په بشپړه توگه شرحه شوې ده. د یادوني وړ ده چې وویو د زلزلو د خپرېدو خپې هم عرضي دي او هم طولی. د زلزلې خپې د ځمکې له ژوروالي څخه را پورته کېږي او بیا د ځمکې منځ ته را رسېږي. د زلزلې د خپې ډول او د را ولاړېدو سرچینې له نظره د زلزلې د خپرېدو سرعت توپیر لري. په لاندې جدول کې د ځمکو د مختلفو ژوروالي لپاره په زلزلو کې د عرضي او طولی خپو د خپرېدو چټکتیا اندازه گورو.

د اورډو خپو سرعت (km / s)	د عرضي خپو سرعت (km / s)	د ځمکې ژوروالی په (km)
5.4 – 5.6	3.3	0 – 20
6.25 – 6.75	3.5	20 – 45
12.5	6.9	1300
13.5	7.5	2400

## 2-5: ولاړې خپې

فکر کولای شئ چې ولاړې خپې به څرنگه خپې وي؟ د عرضي او اوږدو خپو تر څنګ چې د مخه مو وڅېړلې، اوس دلته د ولاړو خپو په برخه کې معلومات لاسته راوړو. ولاړو خپو ته په دې لحاظ دغه نوم ورکړ شوی دی چې د نورو خپو په څېر په محیط کې نه خپرېږي،



بلکې د دوو مساوي فريکونسيو درلودونکو خپو څخه چې یو د بل په مخالف جهت خپرېږي، رامنځ ته کېږي.

هغه د سازونو او موسیقي وسیلې، لکه: دوتار، سه تار، تنبور او رباب، تارونه د ساز په وخت کې د همدغه ولاړو خپو پرنسټ کار کوي. په دغه آلتوکې ښي لاس تار په اهتزاز راولي او کین لاس د پردې پرمخ گرځي راگرځي، ترڅو د ښي لاس په وسیله، د منځ ته راغلي غږ د فريکونسي برابره خپه په کین لاس د پردې پر مخ پیدا کړي. په سازونو کې دغه پروسه متداومه او پېچلې ده، دا ځکه چې د دواړو لاسونو گوټې ډېر ژر ژر خوڅېږي. په شکل کې وګورئ چې په یوه رسی کې څرنگه دو لنډوې خپو څخه ولاړه خپه لاس ته راغلي ده. کېدای شي چې د ولاړو خپو مثال د یوې رسی څخه د را ولاړې شوې خپې په ذریعه نمایش ورکړو، خو شرط دادی چې د لاس ضربه د رسی په یوه سر کې داسې متواترې یو په بل پسې خپې منځ ته راولي چې فريکونسي یې مساوي او یو له بله څخه د  $\pi$  په اندازه د فاز توپیر ولري. "فاز د مخکې والي او وروسته والي زاویه ده چې اهتزازي ذره یې لري، دا موضوع مخکې څېړل شوې ده." کله چې لومړۍ خپه د رسی له تړلي شوي انجام (پای) څخه انعکاس کوي او راگرځي او د  $N$  نقطې ته رسېږي، نو ورپسې خپه د رسی د کلکېدو محل ته رسېږي او د لومړۍ خپې سره د  $N$  نقطې ته رسېږي، نو ورپسې خپه داسې د کلکېدو محل ته رسېږي او له لومړۍ خپې سره د  $N$  په نقطه کې غوټه جوړوي. په داسې حال کې چې د  $ON$  او  $NO$  منحنی خطونو تر منځ خپه یا بطن جوړوي. غوټي او خپي د خپو تر منځ تر هغه وخته جوړېږي چې د خپو حرکتی او پوتانشیل انرژي په محیط کې غیر منظم او جذب شي.

## 2-6: د خپو خصوصیت

څه فکر کوئ، خپې او د هغوی حرکت کومو مشخصاتو په ذریعه یو له بل څخه جلا کېږي؟ د خپه ییزو او اهتزازي حرکتونو توپیر په څه کې دی؟



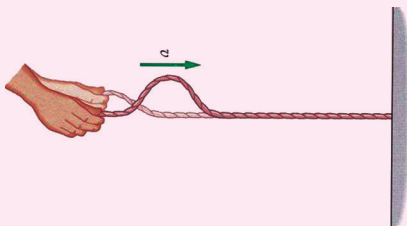
د دغه مفاهیمو په نظر کې نیولو سره باید پوه شو چې یوه ځانګړې څپه د اهتزاز غوندې د پیژندګلوې مشخصات لري چې هغه عبارت دي له د څپې اوږدوالي، د څپې فریکونسي، د واحدې څپې د اوږدولوالي وخت یا پیریود او د څپې د حرکت یا خپرېدو معادله یا ریاضي مودل چې دلته په هر یو باندې په ځانګړې توګه رڼا اچوو.

## 2-7: د څپې اوږدوالي

د څپې اوږدوالی د یوې څپې د پېژندنې مشخصه ده، د هغې د اندازه کولو واحد د اوږدوالي د اندازه کولو له واحد څخه عبارت دي. د څپې اوږدوالی د ډبرو کوچنیو قیمتونو لکه انګسټروم ( $A^\circ$ ) څخه نیولې، تر ډبرو اوږدو قیمتونو لکه کیلو متر (km) پورې اوږدوالی لري. د نوعیت په لحاظ هم لنډې او هم اوږدینې څپې، د څپې اوږدوالی لري. آیا په الکترومقناطیسي او مېخانيکي څپو کې هم د څپو د اوږدوالي موضوع د بحث وړ ده؟ هو!



### فعالیت



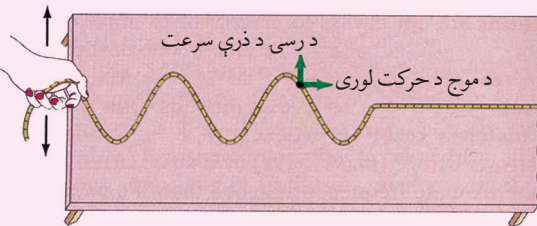
شکل (2-6)

له دغه فعالیت سره تاسې د خپلو تېرو لوستونو له مخې بلدیاستئ. په فعالیت کې یوه نسبتاً اوږده رسی په یو دېواله او یا هم د تورې تختې تر اړخ په مېخ پورې تړو، بیا د ټولګي له هر قطار څخه دوه زده کوونکي انتخابوو.

لومړنیو دوه زده کوونکو ته د رسی بل سر په وار سره ورکوو چې هغه لومړی د پاسنه بڼکته څنډوې، د صنف شاگردان دې په رسی کې د پیداشوې څپې څرنگه والی توضیح کړي.

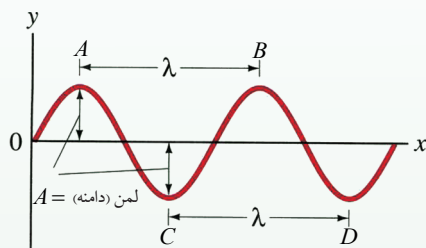
بل ځل دې دوه نور زده کوونکي د رسی آزاد سر له بڼسي څخه چپ خواته وځنډي او په تشکیل شوي شکل دې رڼا واچوي.

زده کوونکي دې په دواړو حالتو کې د جوړ شوو څپو پر اوږدوالي رڼا واچوي او بیا دې په مقابلو شکلونو کې خپله هغه اندازه کړي.



شکل (2-7)

اوس راځي چې دغه شکلونه تحلیل کړو. د څپه ییزو حرکتونو د ریاضي معادله د سین او یا کوساین د تابع په څېر ده چې د څپې د خپرېدو مبداء د  $\sin$  تابع د گراف له مبداء څخه حسابېږي، که چېرې د څپې د انتشار مبداء د یوې مادې لپاره تر څېرې لاندې ونیسو، بیا د انتشار په مسیر داسې یوې مادې نقطې ته نژدې بله نقطه وټاکو، چې دوه یو بل ته نژدې نقطې د انرژي د لرلو له حیثه مساوي وي. ددغه نقطو تر منځ ډېر لنډ واټن د څپې اوږدوالی بلل کېږي، یا په بل عبارت، هغه واټن چې څپه یې په یو پیرود کې طی کوي، د څپې اوږدوالي په نوم یادېږي، د څپې اوږدوالی په لمده ( $\lambda$ ) لاینی حرف باندې ښودل کېږي.



شکل (2-8)

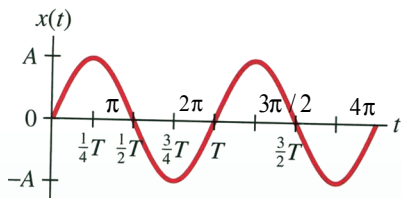
په طبیعت کې د مختلفو څپو اوږدوالی متفاوت دی، خو کولای شو په مصنوعي توگه داسې څپې هم جوړې کړو چې د څپو اوږدوالی یې سره مساوي وي. د شکل مطابق د AB او CD اوږدوالی د څپې د اوږدوالي اندازه ښيي.

## 2-8: فریکونسي

لکه چې د مخه مو ويلي دي، دلته بیا وایو چې د څپه ییزو اهتزازونو تعداد، د وخت په واحد اندازه کې فریکونسي بلل کېږي او د  $f$  په سمبول سره ښودل کېږي. د فریکونسي د اندازه کولو واحد هر تس (Hertz) او د "Hz" سمبول سره ښودل کېږي. د ټولې طبیعي الکترومقناطیسي او مېخانیکي څپې فریکونسي په همدغه واحد "Hz" سره اندازه کېږي.

## 2-9: پیریود

پوهېږو چې ټولې طبیعي حادثې په وخت کې سرته رسېږي او هېڅ داسې ښکارنده نه شي احساس کېدای چې د وخت له فکتور څخه د باندې واقع شوي وي. څپې هم چې په حقیقت کې په یوه لیکه باندې د اهتزازي حرکت دوامداره خپرېدنه ده، ځنې عبارت دی. د بلې خوا د یو بشپړ ساده اهتزاز د یوې دایرې پر قطر او د یو منظم متحرک جسم چورلېدنه د دایرې د محیط پر مخ چې د همدغه قطر سره اړونده دي یو ارتباط موجود دی چې مخکې مو څېړلی دی. اوس که د وخت په تېرېدلو سره هم د قطر په مخ د تگ راتگ اهتزاز، د دایرې د محیط په مخ یو تعداد زیاتو دورانونو سره پرتله کړو، نو و به لیدلی شي چې ددغه دواړو حرکتونو د یو بشپړ اهتزاز او یا دوران وخت ته پیریود ویل کېږي. یا یو ځل بیا تکرارو، هغه وخت چې په هغه کې څپه یو بشپړ اهتزاز کوي، پیریود بلل کېږي، د شکل له مخې د دایرې د محیطي زاوې او پیریود تر منځ ارتباط د وخت به تېرېدو سره څېړو. د بشپړ دوران لپاره زاویه، یعنی  $\phi = 2\pi$  او د هغې اړوند وخت  $T$  دی.



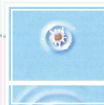
شکل (2-9)

نو د زاويوي سرعت لپاره ليکلاى شو چې  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  که چېرې په ورته توگه دغه رابطه د خپې لپاره وليکو، نو په حقيقت کې خپه ييز اهتزاز وروسته د يو پيرود يعنې T خخه د  $\lambda$  د خپې په اوږدوالي باندې دوه هم فازه نقطو خخه تېرېږي. دغه سرعت به عبارت له  $v = \frac{\lambda}{T}$  خخه وي.

## 2-10: د مېخانيکي خپې انعکاس

خه فکر کوئ ميخانيکي خپې انعکاس کوي، يعنې پر يو مانع باندې د لگېدو وروسته بېرته راگرځي؟

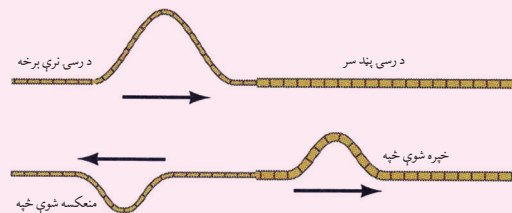
که چېرې د يوه سيند پر غاړې موقدم وهلى وي، د سيند خپې مو په ځير سره کتلې وي، نو بڼکاري چې د اوبو خپې کله چې د سيند پر غاړه لگېږي، يو ځل پورته د غاړې وچې ته خپري او پر غاړه د لگېدو وروسته د خپې په شکل د سيند پخوا درومي چې هلته د نورو تازه څپو په لگېدو سره له منځه ځي. دا چې خپې بېرته د لگېدو وروسته بياهم د خپې په شکل د سيند خواته ځي د خپې انعکاس ورته ويل کېږي. د غږ انعکاس د مېخانيکي څپو د انعکاس لپاره بڼکاره ثبوت کيدلاى شي.



### فعاليت

زده کوونکي دې په ټولگي کې په دوو ډلو ووېشل شي:

1. د لومړي گروپ په اختيار کې دې يو نسبتا لوی لوبنی له اوبو سره ورکړای شي. د گروپ استازی دې د لوبني په مېنځ کې يوه کوچنۍ ډبره وغورځوي، ترڅو د لوبني په اوبو کې خپې راولاړی شي. زده کوونکي دې خپريدونکي خپې تر غور لاندې ونيسي، ترڅو چې د لوبني په دېوالونو ولگېږي. د لگېدو وروسته دې دغه ډله زده کوونکي منعکسه خپې او د هغوی څرنگوالی وڅېړي او د ټولگي په مخ کې دې د بڼوونکي په مرسته هغه تشریح کړي.



شکل (2-10)

2. د دويمې ډلې په واک کې دې داسې يوه رسی ورکړای شي چې د رسی نيمايي ډبره نری او بله نيمايي يې نسبتا بڼه پرېږه وي. د رسی پند سر دي، په يوه دېوال او يا ونې پورې کلک کړای شي، بيا دې رسی د ډېر نري خوا خخه، رسی ته د خپې د رامنځ ته کېدو په خاطر يو ټکان ورکړل شي.

زده کوونکي دې وگوري چې د رسی د پرېږې برخې د لگېدو وروسته په څپه ييز حرکت کې څه بدلون راځي؟

د دواړو حالاتو څخه جوتېږي چې څپې په هم هغه محیط کې چې خپرې شوې دي، بېرته راگرځي. زده کوونکي باید پوه شي چې د انعکاس په حالت کې د څپه ییز حرکت محیط بدلون نه مومي، صرف د څپې د لگېدو وروسته د نسبتاً یو کلک جسم یا محیط سره په خپل مخ بېرته راگرځي.

## 11-2: د مېخانيکي څپې انکسار يا ماتېدنه

د نوري وړانگو له څپه ییز ځانگړتیاوو څخه چې په تېرو ټولگيو کې مو لوستي دي، هر کله چې نوري وړانگې د یوه متجانس روڼ محیط څخه بل ته داخلېږي، نو خپل لومړي تگ لارې ته په دویم محیط کې بدلون ورکوي چې دې عملي ته د وړانگو ماتیدل یا انکسار ویل کېږي. آیا څه فکر کوئ چې په مېخانيکي څپو کې دا عملیه صدق کوي؟ او کله؟

هو! د نوري وړانگو څپې او مېخانيکي څپو ځانگړتیاوې یو شان دي، کله چې مېخانيکي څپې له یوه متجانس محیط څخه بل ته داخلېږي، له خپل اصلي مسیر څخه ځان کېږي. باید ووايو چې د مېخانيکي څپو ځانگړتیا د محیط د کثافت او جوړښت سر بېرته د خپرېدو د محیط د فشار او اړوندو پارامیترونو پورې هم اړه لري چې د هغې د تفصیل ځینې تېرېږو.

بلې خوا څخه کله چې مېخانيکي څپه په معین سرعت په یوه محیط کې خپرېږي، نو د سرعت او د څپې د اوږدوالي او فریکونسي ترمنځ لاندې رابطه وجود لري.

$$v = \lambda \cdot f$$

ددې رابطې یو عمده ځانگړتیا داده چې سرعت یوازې د څپې اوږدوالي پورې اړوند دی او فریکونسي بدلون نه مومي. فرضاً دیوې مشخصې څپې سرعت په دوو محیطونو کې څېړو، د لومړي محیط لپاره پورتنی رابطه داسې لیکلای شو:

$$v_1 = \lambda_1 \cdot f$$

کله چې نوموړي څپه دویم محیط ته داخلېږي چې کثافت یې نسبت لومړي محیط ته بدل دی داسې لیکلای شو.

$$v_2 = \lambda_2 \cdot f$$

که چېرې وروستې دواړه رابطې پر یو بل وپېشو، نو لیکلای شو چې:  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

وروستی رابطه بڼیې چې په دوو بېلابېلو محیطونو کې د څپې د سرعتونو نسبت د هغې د اوږدوالي له نسبت سره مستقیماً متناسب دی.

تجربو داسې ښودلې ده، کله چې میټرولوژیستان په اتموسفیر کې څپه ییز حرکتونه څېړي، نو د هغوی تر اړخ په بېلابېلو محیطونو کې د تودوخې درجه او فشار هم په نظر کې نیسي.

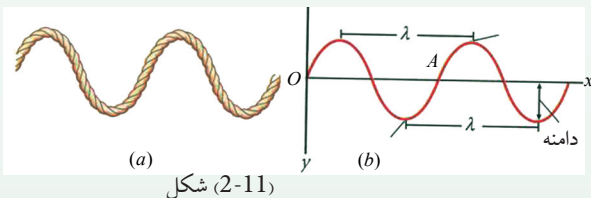
## 2-12: تداخل

د جهان په څپه ییزو څېړنو کې داسې پدیدې لیدلې شوې دي چې له هغو څخه په گټه اخیستنه کې نن ورځ ډېرې تخنیکي آسانتیاوې را منځ ته شوي دي، کله چې د څپو د خپرېدو په پروسه کې د خپرو شوو څپو یوه برخه بلې ته داخلېږي، نو په دغه برخه کې ساینس پوهان پدې بریالي شوي دي چې وگوري، لومړی څرنګه څپې یو بل ته داخلېږي، د دوی د داخلېدو څخه چې کومې نوې ښکارنده لاسته راځي یا را برنډې کېږي، پر کومو فزیکي قوانینو و لارې دي. هغه څپې چې قسما یو له بلې سره یو ځای او یا یوه په بله کې "داخلېږي" تداخل نومېږي.

## 2-13: د څپې د خپرېدو تابع

که چېرې د څپې د خپرېدو په استقامت د څپې د اهتزازي نقطو فزیکي خصوصیت، نسبت د وخت تابع ته په گوته کړای شو، نو دې ته د څپې د اهتزازي ځانګړتیا تابع ویل کېږي. مخکې مو ویلي وو چې د ساده څپې تابع د  $y = a \cdot \sin \phi$  شکل لري.

آیا ویلای شئ چې په دغه تابع کې  $a$ ،  $\phi$  او  $y$  کوم کمیتونه دي. دلته هغه کيفي زاویه ده چې د  $t$  کيفي وخت کې په ټاکلي سرعت سره وهل کېږي. البته د  $t$  په مختلفو کمیتونو سره د اهتزاز د نقطې موقعیت نظر د څپې منبع یعنې  $O$  ته گوته کوي.



شکل (2-11)

که په پورتنۍ رابطه کې  $\phi = \omega t$  نظر د  $O$  موقعیت ته ولیکو، نو لیکلای شو چې:  $y_o = a \cdot \sin \omega t$

$$\text{او د یو بشپړ اهتزاز لپاره: } y_o = a \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

په نظر کې نیسو چې د  $O$  نقطه یو مکمل اهتزاز سرته رسوي. له دغه اهتزاز څخه وروسته د  $O$  هم فاز نقطه یعنې  $A$  د  $t = T = \frac{\lambda}{v}$  د وخت په څنډ سره په اهتزاز پیل کوي. د  $O$  او  $A$  تر منځ واټن د  $\lambda$  په اندازه ده او اهتزازي ذره له خپلې مجاورې اهتزازي نقطې څخه د انرژي دراکرې ورکړې په ذریعه د  $v$  په سرعت سره چې د څپې د خپرېدو سرعت بلل کېږي، دغه واټن وهي.

هره اهتزازي نقطه د خپې د خپرېدو په استقامت له خپلې هم فازه مخکینی اهتزازي نقطې څخه د  $T = \frac{\lambda}{v}$  د وخت په لحاظ وروستی والی لري. د خپې خپرېدنه ادامه پیدا کوي. اوس غواړو د  $M$  یوې کیفې اهتزازي نقطې ځانگړتیا چې له  $O$  اهتزازي نقطې څخه لرې پرته ده، معلوم کړو. د دغه نقطې ځنډېدنه د  $O$  له نقطې څخه د  $t_M = \frac{x}{v}$  په اندازه ده. په دې حالت کې د  $M$  نقطې د اهتزاز پیل د  $(t - t_M)$  له وخت سره مطابقت کوي. که چېرې دغه قیمت د  $M$  د نقطې لپاره ولیکو، نو لیکلای شو چې:

$$y_M = a \cdot \sin \frac{2\pi}{T}(t - t_M) \Rightarrow a \sin \frac{2\pi}{T}(t - \frac{x}{v})$$

د  $t_M$  قیمت په نظر کې نیولو سره او د  $\lambda = v \cdot T$  رابطه په تعویض کولو سره لیکلای شو چې:

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

په دغه رابطه کې  $\frac{2\pi}{\lambda}$  ته د  $M$  او  $O$  اهتزازي نقطو ترمنځ د اهتزاز فاز ویل کېږي.

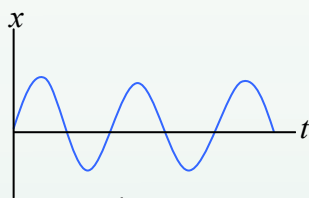
وروستي رابطه دیوې کیفې اهتزازي نقطې موقعیت نظر  $O$  ته راپه گوته کوي. همدارنگه که د مشخصو  $A, A', \dots$  او داسې نورو اهتزازي هم فازه نقطو موقعیت نسبت  $O$  ته په نظر کې ونیسو، هغه د  $k\lambda$  رابطه په وسیله حاصل کېدای شي. په دې شرط چې  $k = 1, 2, \dots, k$  قیمتونه واخلي  $k \neq 0$ ,  $k$  د اهتزازي نقطو ترادف بڼیې او تام مثبت عدد دی.  $k\lambda$  د  $k$  اهتزازي نقطې فاصله له  $O$  څخه ده.

### فعالیت



- هر زده کوونکی دې په خپله کتابچه کې یو ځل بیا د خپې د ساین گراف رسم کړي، زیار دې ویاسي چې د همدغه گراف پر مخ نورې هم فازه نقطې سره پرتله کړي.
- همدارنگه  $y = a \cdot \sin \left( 2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{x}{\lambda} \right)$ ، رابطه څخه د  $2\pi \frac{x}{\lambda}$  مفهوم تعریف کړئ.
- بښوونکی دې په خپله خوښه دوه کسه زده کوونکی د خپل اجرا شوي فعالیت په هکله تورې تختې ته پورته کړي او د موضوع کره توب دې تشریح کړي.

په همدې توگه کولای شو، د خپې د خپرېدلو د ذراتو په نورو موقعیتونو او حالاتو کې هم فازه نقطې یا ذرې وټاکو، خو د دغه اهتزازي هم فازه ذرو ترمنځ واټن به همپشه مساوي او له خپې د اوږدوالي سره مساوي وي. اوس داسې په نظر کې نیسو چې د  $O$  له نقطې څخه یوه اهتزازي ذره د  $\frac{\lambda}{2}$  په اندازه واټن لري، فرضاً دغه اهتزازي ذره د  $C$  په موقعیت کې ده. په حقیقت کې د  $C$  اهتزازي ذره له  $O$  څخه د  $\pi$  په اندازه د فاز تفاوت لري. کله چې د  $C$  ذره یو بشپړ اهتزاز کوي، بیا غواړي نوي اهتزاز پیل کړي، نو په دې وخت کې د  $C'$  ذره له هغې سره یو ځای په اهتزاز پیل کوي د  $O$  اهتزازي نقطې څخه تر  $C'$  پورې واټن د  $\frac{\lambda}{2} + \lambda$  په اندازه دي، که دغه اهتزاز نورو نقطو لکه، "c" او داسې نوروته اوږد شي، له  $O$  نقطې څخه به ددغه ذرو د اهتزاز موقعیت د  $(2k+1)\frac{\lambda}{2}$  افادې په واسطه ښودل کېږي.



دلته  $k$  د ذرو د اهتزاز د ترادف مثبت عدد دی او صفر

په کې شامل دی یعنې،  $k = 0, 1, 2, \dots$  اوس، نو که

$k = 0$  شي، دغه واټن  $\frac{\lambda}{2}$  او که  $k = 1$  شي، نو دغه

واټن  $\frac{3\lambda}{2}$ ،  $\frac{5\lambda}{2}$  او همداسې نور.

پورتنی څرگندونې د دوو څپو د تداخل په حادثه کې په پام کې نیول کېږي، د هغو فزیکي ځانگړتیا په ښه توگه بیانوي.

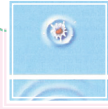
## 2-14: د څپو تداخل

مخکې مو د تداخل په اړوند یو څه رڼا واچوله، کولای شئ وواياست چې آیا هرې دوه کینې څپې

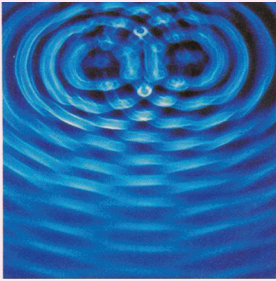
تداخل کوي؟ او یا دا چې د ننوتو لپاره باید مېخانيکي څپې ځانگړې ښه ولري؟

لومړی شرط دادې چې د څپو د تولید دوې سرچینې باید په یو محیط کې موجودې وي. دویمه دا چې

د ایجاد شوو څپو د اهتزاز پیرود او لمنې باید مساوي وي.



## فعالیت



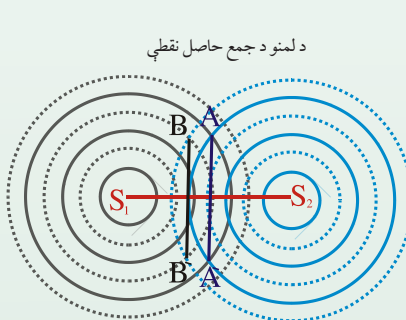
زده کوونکی دې د ښوونکي په مرسته د څپو د تولید د اوبو ټانک په مرسته څپې تولید کړي. دغه څپې باید له دوو سرچینو څخه خپرې شي او کله چې څپې تولید شوي یو بل ته داخلېږي. زده کوونکی دې دغه حالت وڅېړي او توضیح دې کړي.

شکل (2-13)

د څپو تولیدونکی ټانک له یو ښیښه یي د اوبو ډک لوبښې څخه عبارت دي چې پر څلوروستو باندې تکیه شوی دي. ددغه لوبښې په یو اړخ کې چې معمولاً د اړخ منځنۍ برخه وي، د څپې د رامنځ ته کولو وسیله کلکه شوې ده. همدارنگه یو رڼا کوونکی څراغ ددغه ظرف پر منځنۍ برخه را ځوړند شوی دی. کله چې تداخل پېښه صورت نیسي ددغه څراغ په وسیله رڼا کېږي او بیا وروسته د یوې سپنې پردې پرمخ باندې ښودل کېږي.

زده کوونکي دې خپلې لیدنې په خپل منځ او ښوونکي ته بیان کړئ.

تداخل پېښې د څرگندولو لپاره داسې په نظر کې نیسو چې  $S_1$  او  $S_2$  د څپو سرچینې یو ځای یو یو بشپړ اهتزاز کوي. د اوبو پرمخ ددغه سرچینو چاپېره په دایروي شکل څپې تولیدېږي او په ښکاره توګه ښکاري چې دغه تولید شوي څپې د دایرو په شکل په یو بل کې تداخل کوي. په یو بشپړ اهتزاز کې څپې لوري او ټیټېږي. په شکل کې د اهتزاز لوړې برخې په روښانه دایره او ټیټې برخې یې په ټکې ټکې دایرو سره ښه شوي دي.



د لمنو د تفریق حاصل نقطې

شکل (2-14)

د شکل مطابق د  $A$  او  $A'$  په نقطو کې چې څپې یو بل ته ننوځي، دغه څپې عین فاز لري، دغه د تداخل نقطې د څپو د لوړوالي حالت رابښي. همدارنگه کومې په ټکوټکو ښه شوي دایرې دي د  $B$  او  $B'$  په موقعیتونو کې یو بل ته ننوځي، د څپو د تیتوالي حالت ښيي.



خود دوی فاز سره توپیر نه لري. خو چېرې چې د ټکو پر ته دایرو محیط او ټکي لرونکی دایرو محیطونه چې د ولاړو څپو ځانگړتیا رابښي. یو بل ته داخلېږي، د څپې له فاز سره توپیر لري او د اهتزاز لمنو د تفریق په پایله کې خنثی کېږي چې د تخریبي تداخل حالت رابښي. که دغه نقطې په C او C' سره وښایو او سره وصل یې کړو، نو ددوي له اتصال څخه یو منحنی خط لاس ته راځي. د  $S_1$  او  $S_2$  اهتزازي ذراتو په اړوند په دغه لیکه ټولې اهتزازي نقطې د  $S_1$  او یا هم  $S_2$  څپې د  $\frac{\lambda}{2}$  په اندازه توپیر لري. په داسې حال کې چې د  $AA'$  او  $BB'$  لیکي د  $S_1S_2$  پر خط عمود دي او ددغه خط نیمونکی (ناصف) دی، د  $S_1$  او  $S_2$  په اړوند په دغه لیکو پرتې اهتزازي ذرې په مساوي فاصله کې موقعیت لري، همدارنگه د فزیکي مفهوم له نظره د  $AA'$  کرښې باندې پرتې ذرې د لمنو له حیثه د جمع په حالت کې دي چې دې حالت ته جوړونکی (تعمیری) تداخل وایي، په داسې حال کې چې د  $BB'$  پر لیکه واقع شوي اهتزازي ذرې د اهتزاز د لمنو د حاصل تفریق پایله ده.

فرض کوو چې دوی  $S_1$  او  $S_2$  اهتزازي سرچینې په عین وخت کې په منظمه توگه د اوبو په هواره سطحه کې اهتزاز کوي، د اوبو پر مخ پر ټولو خواو باندې د یو بل سره تداخل کوي. که چېرې د مخکیني حالت غوندې ټولې هغه اهتزازي جگې نقطې په خپل منځ کې سره وصل کړو او بیا هغه اهتزازي ذرې چې ولاړې دي، په جلا توگه سره وصل کړو. په حقیقت کې ددغه عمليي په ذریعه به هغه منظره چې تېر شکل کې توضیح شوې ده، په حقیقي بڼه وگورو. ټکي لرونکي منحنی کرښه د اعظمي اهتزازي د هندسي محل نمایش ښيي. هغه څپې چې له  $S_1$  او  $S_2$  سرچینو څخه دغه اهتزازي نقطو ته رسېږي، عین فاز لري. په دې حالت کې اهتزازي نقطې له  $S_1$  او  $S_2$  اهتزازي سرچینو څخه په مساوي فاصله واقع دي، یا د هغې کرښې په شان چې اهتزازي نقطې پرې واقع دي د  $S_1S_2$  پر لیکه عموده او د هغې سم نیمايي کوونکې ده. یا په بل عبارت د اهتزازي سرچینو او د اهتزازي ذرو ترمنځ د لارې توپیر د څپو د اوږدوالي ( $\lambda$ ) له تام ضرب سره مساوي دي. یعنې:

$$d_2 - d_1 = k\lambda \dots\dots\dots 1$$

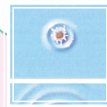
$$(K = 0,1,2,3\dots)$$

هغه منحنی توري لیکي چې په شکل کې ښکاري، د هغه اهتزازي ټکو له هندسي محل څخه لاس ته راځي چې د اهتزاز لمنې یې یو بله سره صفر کوي. په دې لحاظ هغه څپې چې دغه اهتزازي تداخلي محل ته رسېږي، یو له بله سره متقابل فاز لري، دا په دې معنا ده چې د  $S_1$  او  $S_2$  اهتزازي سرچینو او دغه اهتزازي نقطو ترمنځ د واټن توپیر د څپې د اوږدوالي له نیمايي تاق مضرب سره مساوي دي. یعنې:

$$d_2 - d_1 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots 2$$

$$(K = 0,1,2,3\dots)$$

په عمومي توگه هر کله چې په يو وخت د خپو دوې سرچينې په عين پير يود سره اهتزاز وکړي، د تداخل پيښه منځته راتلاى شي. د تداخل پيښه د ولاړو او يو پرمخ او پر پرو يا طنابونو کې په سترگو ليدلاى شو. همدارنگه په غږ پرو خپو کې هم تداخل احساس کېداى شي.



### فعاليت

دوه کوچني لودسپيکرونه له يوې آواز توليدوونکي آلې سره وصل کړئ او په يو وار دواړه سره فعال کړئ. زده کوونکي دې داسې موقعيت پيداکړي چې غږ په کې ډېر جگ او يا هيڅ نه اورېدل کېږي. هغه موقعيتونه چې په هغو کې آواز ډېر جگ دي، د غږ د اهتزاز له ذرو لمنې سره په يوې خوا جمع او يو بل پياوړي کوي او په نتيجه کې غږ پورته کېږي. برعکس هغه موقعيتونه چې په هغو کې غږ نشته د اهتزازي خپو لمنې يې يو بل سره په متقابل شکل کې صفر کوي.

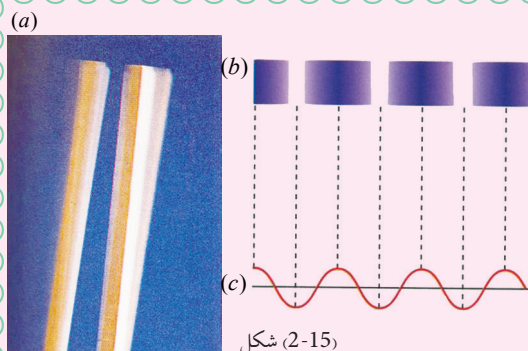
بايد په گوته کړو چې د تداخل پيښه په الکترومقناطيسي خپو (د نور په خپرېدو) کې هم واقع کېږي چې هغه به وروسته وڅېړو.

## 2-15: غږيزې خپې

غږيزې خپې د مېخانيکي خپو يوه ډېره مهمه برخه تشکيلوي. غږيزې خپې په طولي ډول خپرېږي په دې معنا چې د خپرېدو استقامت او د ذراتو اهتزاز چې غږيزه انرژي انتقالوي، له يو بل سره منطبق دي.



### فعاليت



زده کوونکي دې په ټولگي کې په گروپونو وويشل شي او غږيزې پنډې او نازک فنرونه دې ورته وويشل شي. د ښوونکي په مرسته دې پنډې په غږ راوستلې شي او لومړی دې ښوونکی او ورپسې دې زده کوونکي دغه تجربه تکرار کړي.

ښوونکی دې د پنډې د غږ اهتزاز د خپې شکل د تختې پر مخ رسم کړي او زده کوونکي دې هغه تحليل او ښوونکي ته دې وښيي.

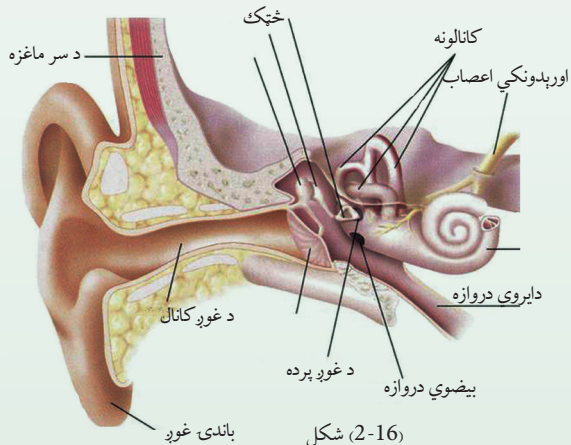
زموږ په شاوخوا کې ډېر غبرونه تولیدېږي، خو د انسان غوږ یوازې په نورماله توګه د  $20\text{Hz}$  او  $20000\text{Hz}$  فریکونسیو په منځ کې غبرونه اوري. د  $20000\text{Hz}$  څخه د زیاتي فریکونسي لرونکي غبرونه د غږ له ساحې څخه پورته بلل کېږي، په داسې حال کې چې د  $20\text{Hz}$  فریکونسي څخه ښکته، د غږ له ساحې څخه لاندې غبرونه بلل کېږي. دغه حدود د انسان د نورمال غوږ لپاره دي، نورې ژوې، لکه کبان، څاروي، خوزنده ژوي او داسې نور، حتا یو څه بوتې هم د غبرونو د احساس قابلیت لري چې د انسانانو څخه توپیر لري. تجربې داسې ښودلې چې حیوانات د زلزلې د څپو احساس له انسانانو څخه د مخه کوي او همدغه علت دي چې د زلزلې د څپو د رارسیدو د مخه نارې وهي او له خپله ځایه بې ځایه کېږي. کله چې د آسیا په سویل لوېدیځ کې په 2008 عیسوي کال کې د سونامي پېښه منځ ته راغله نو د شاهدانو د سترګو لیدلي حقایق داسې را څرګند شول چې د کولمبود ښار ژویو د اوبو د څپو د رارسېدو دمخه ځانونه لوړو ځایونو ته رسولې وو. د انسانانو غږیزې څپې د حنجري د غږیزو تارونو د اهتزاز په وسیله راپورته او په عادي حالت کې د هوا د مالیکولونو د اهتزازي حرکت په واسطه د طولې څپو په بڼه د هدف په لور خپرېږي. لکه د نورو څپو په څېر غږیزې څپې انعکاس او انکسار کوي. که چېرې د غرونو په یوه دره او یا لوړه ګنډه کې په لوړ آواز خبرې وکړو، نو خپل آواز بېرته اورو، زده کوونکي دې په دې اړوند عملي مثالونه وړاندې کړي.

## 16-2: غږ او دهغه ځانګړتیاوې

د څښتن تعالی له بې شمېرو نعمتونو څخه د ژوندیو موجوداتو د ژوند د آسانتیا لپاره پنځه ګوني حسونه دي چې له هغوی څخه یو د اورېدلو حس دی.

د اورېدلو حس چې د طبیعت ډېرې ښکارندې د غوږونو له لارې د میخانیکي طولې څپو په وسیله د غوږ میکانیزم ته رسوي، بیا له هغه ځای څخه د عصبي سیستم په ذریعه مغز ته انتقالېږي، د مغزو له حکم څخه وروسته ژوندي موجودات خپل عکس العمل څرګندوي. د اورېدلو حس یو له ډېرو مهمو حسونو څخه دی.

د دغه پروسې په بهیر کې غږ او دهغه فزیکي مفهوم، د غږ مشخصات په محیط کې خپرېدنه، د غږ لوړوالی او ټیټ والی د غږ سرعت او داسې نور ډېر مهم رول لوبوي، چې د نننۍ ټکنالوژي او خاصیت د الکترونیک د تخنیک د ملاتیر جوړوي. راځئ چې وپوښتو، ولې نارینه او ښځه له غږ څخه پېژندل کېدای شي؟ ولې ځینې غبرونه په انسانانو بد لګېږي او یو شمېر هم په غوږوښه لګېږي؟ آیا د غږ او نور څپې په عین سرعت خپرېږي.



شکل (2-16)

د غږ په خپرېدو کې محیط څه رول لوبولی شي؟ له دغو پوښتنو ځینې ځوابونه تاسې له مخکینیو درسو ځینې پیدا کولی شئ او په خپله باید د هغه ځوابونه پیدا کړئ. همدارنگه نوري څپې او غږیزې څپې د غیر متجانس محیط په سرحد کې ماتېږي ”انکسار کوي“.

## 17-2: د غږیزو څپو تولیدول

پوهېږو چې غږ د اجسامو د اهتزاز په پایله کې منځ ته راځي. د غږ سرچینه کېدای شي، یو جامد جسم، اوبلن (مایع) جسم او یا هم گاز وي. کله چې وگورئ د ښوونځي برېښنايي زنگ او یا تې ډوله زنگ وکرانگول شي، نو د هغه په واسطه د هوا د مالیکولونو په اهتزاز راوستلو له کبله، زده کوونکي او ښوونکي اغیزمن کېږي. یعنې د تفریح په وخت کې ټول له ټولگيو څخه راوړي او د درسي ساعت په پیل کېدو ټول ټولگيو ته درومي. همدارنگه کله چې په هوا کې کلک اجسام په چټکې سره حرکت کوي، همدارنگه د موسیقي آلو د هوایي ستونونو په منځ کې د مالیکولونو د اهتزاز څخه او یا غږیزه پنجه وهل کېږي، د غږ څپې تولیدېږي.



شکل (2-17)

### فعالیت



زده کوونکي دې په ډلو ووېشل شي، هر ډله دې د پنډ تار په وسیله په غبرگه توگه یو پنسل په سمه نیمایي ملاکې وټري. په دواړو لاسونو دې د تار له دواړو څنډو څخه ونیسي او لومړی یې داسې تاوکړي چې پرې هم ورسره تاو شي.

په مخالفو جهتونو تار راکارې [په چټکې سره]، نو و به وني چې (بغ بغی) بللېږي او غږ ځینې پورته کېږي. په حقیقت کې خپله بغ بغی د غږ د تولید سرچینه ده او په خپله شاوخوا کې د هوا مالیکولونه په اهتزاز راولي او هغه د غږ پردې ته رسېږي، د هغه ځایه د غږ په خاص میکانیزم باندې مغزونه رسېږي او ماغزه متقابل عکس العمل ښيي.

باید یو ځل بیا ووايو چې د اورېدلو ساحه د  $20\text{Hz}$  او  $20,000\text{Hz}$  ترمنځ ده، خو کولای شو له دغه ساحو څخه د باندې څپې، د تخنیکي و سایلو په مرسته دغې ساحې ته د ننه کړو. دغه تخنیکي وسایلو ته تقویه کوونکي وسایل (Amplifiers) ویل کېږي. یو ډېر واضع مثال دادی که چېرې د یوې راډیو گوټک تاوکړو او په اصطلاح راډیو چالانه کړو، نو غږ له راډیو څخه ډېر ورو راوځي او که په اصطلاح غږ یې پورته کړو، داسې معنا ورکوي چې غږ تقویه کېږي. همدارنگه که د راډیو غږ ډېر جگ وي، کولای شو چې د هغې فریکونسي دې ساحې ته راولو او په ښه شان یې واورو.

## 18-2: د غږ سرعت (چټکتیا)

مخکې مو د شپو د سرعت په اړوند یو اندازه معلومات ورکړي وو، اوس تاسې وواياست چې د غږ سرعت د کومو فکتورونو پورې اړه لري؟

خرنگه غږیزې خپې په محیط کې خپرېږي، نو دلته لومړی د غږیزو خپو سرعت په هوا او بیا وروسته په کلکو او اوبلنو محیطونو کې خپرو.

## 19-2: د غږ سرعت په هوا کې

پوهېږو چې غږیزې خپې په الاستیکي چاپېریال کې خپرېږي. د گازي چاپېریال الاستیکي ځانگړتیا د هغوی په دینامیکي ځانگړتیا پورې اړه لري او د محیط دینامیکي پارامیترونه د تودوخې په درجې، فشار او حجم پورې اړه لري. په گازي محیط کې د ناحیوي اهتزاز حالت د همدغه پارامیترونو په ذریعه معلومېږي. په بشپړو گازونو کې د غږ سرعت د لاپلاس د فورمول په ذریعه لاسته راځي او هغه دادي:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{p}{\rho}}$$

په دغه فورمول کې  $p$  د گاز فشار،  $\rho$  د گاز کثافت او  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  د گاز د مخصوصه تودوخیزو ظرفیتونو د ثابت فشار  $C_p$  او ثابت حجم  $C_v$  له نسبت څخه لاس ته راځي. د گازونو ځانگړې تودوخه په ثابت فشار او ثابت حجم باندې د مختلفو گازونو لپاره توپیر لري، خو د هغوی نسبت په دې شرط چې د مالیکولونو تعداد په حجم کې مساوي وي، دغه نسبت د ټولو گازونو لپاره تقریباً مساوي دی. د دوو اتمی گازونو لپاره چې هوا ورڅخه ترکیب شوې ده، دغه کمیت ( $\gamma$ ) 1.40 دی. په داسې حال کې چې د یو اتمی گازونو لپاره دغه قیمت لږ څه پورته او د درې اتمی گازونو لپاره ددغه قیمت څخه لږ څه ټیټ دی.

د بلې خوا څخه د خیالي گاز لپاره د ترمودینامیک د قوانینو څخه پوهېږو، کله چې د  $P$  فشار لاندې د  $V$  حجم لرونکی خیالي گاز د تودوخې  $T$  درجه ولري او بیا د تودوخې درجه  $T_1$  ته یوسو، نو فشار  $P_1$  او حجم د همدغه گاز د  $V_1$  قیمت اختیاروي، خو د دوی ترمنځ ارتباط تل دا لاندې شکل لري:

$$\frac{p \cdot v}{T} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

او که د تودوخې درجه همداسې د  $T_2$  او بالاخره  $T_n$  قیمتونه واخلې، نو پورتنۍ رابطه دا لاندې شکل اختیاري:

$$\frac{p \cdot v}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n \cdot V_n}{T_n} = \text{const } t$$

یعنې د  $T$  په بدلون سره د فشار او حجم قیمتونه هم بدلېږي، لیکن د دوی ترمنځ پورتنۍ اړوند نسبت ثابت پاتې کېږي. دغه ثابت کمیت د گازونو د ثابت په نوم یادېږي او د  $R$  په سمبول ښودل کېږي چې په دې حالت کې پورتنۍ رابطه داسې شکل اختیاري:

$$\frac{p \cdot v}{T} = \dots = \frac{P_n V_n}{T_n} = R$$

دلته  $n$  له یو څخه تر  $n$  عدد پورې قیمتونه اخلې. که په اړوند حجم کې د  $m$  مالیکول ګرام په اندازه ګاز وجود ولري، نو لیکلای شو چې:

$$\frac{p \cdot v_m}{T} = R \Rightarrow P = \frac{RT}{V_m}$$

که چېرې د  $p$  دغه قیمت په  $v = \sqrt{\gamma \frac{p}{\rho}}$  رابطه کې وضع کړو، نو لیکلای شو چې:

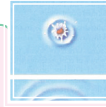
$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\rho \cdot V_m}}$$

که د  $M$  کتلې ګاز لپاره د کثافت رابطه ولیکو، نو داسې شکل به ولري:

$$\rho = \frac{M}{V_m}$$

د دغه قیمت په وضع کولو سره د سرعت لپاره لیکلای شو:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$



## فعالیت

د غږ سرعت په هوا کې چې د بشپړ گاز حیث ولري، د سلسیوس په صفر درجه کې معلوم کړئ. زده کوونکي باید وپوهېږي چې د سلسیوس صفر درجه د تودوخې له مطلقه درجې سره کوم انډول لري.

په دغه رابطه کې  $\gamma = 1,4$  او  $R = 8.3145 \times 10^3 \frac{J}{kmol \cdot K} = 8.3145 \frac{J}{mol \cdot K}$  ، په داسې حال کې چې

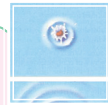
د تودوخې په همدغه درجه کې د  $M$  قیمت دا دی  $M = \frac{20gr}{mol}$  گرام.

د رابطې له حل څخه وروسته به زده کوونکي په هوا کې د غږ سرعت لاسته راوړي.

## 20-2: په کلکو (جامدو) او اوبلنو (مایعو) اجسامو کې د غږ سرعت

پوهېږو چې د خپې د خپرېدو سرعت په محیط کې هغه په ارتجاعیت او مالیکولي جوړښتونو پورې اړه لري. څرنګه چې د کلکو اجسامو لپاره دغه ځانګړتیا د رابنکونکي قوې په بڼه ښکاره ده او په ترتیب سره د اوبلنو او گازونو لپاره دغه ارتجاعي جوړښت کمېږي، نو د خپو د خپرېدو سرعت هم په همدغه تناسب د کلکو اجسامو لپاره زیات او ورپسې په اوبلنو اجسامو او بیا په گازاتو کې لږ ده. دلته په همدغه وضاحت باندې بسنه کوو او لاندیني جدول کې هغه سره پرتله کولای شي:

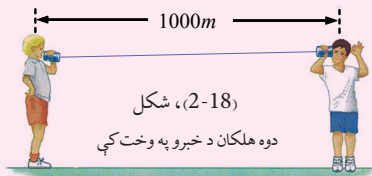
سرعت په $m/s$	د اجسامو فزیکي حالت او نوم
331	هوا د سلسیوس په صفر درجه
228	$CO_2$ د سلسیوس په صفر درجه
337	$CO$ د سلسیوس په صفر درجه
1435	اوبه
5106	المونیم (AL)
5120	أهن (Fe)



## فعالیت

زده کوونکی دې په یوه میدانی او یا د ښوونځي په انگر کې په دوو ډلو ووېشل شي، بیادې هرې ډلې ته  $1000m$  متره د سپنسیو تار، د یو مقوایې استوانې او یا اورلگیت له خالي ډبلې سره ورکړل شي.

د سپنسی تار دې د اورلگیت ډبلې یا قطې کې بند کړای شي د ډبلې له یوه سر څخه دې یو زده کوونکی د هولفظ وویای او ساعت دې له ده سره سم نښه کړي. کله چې ددغه تار په بل سرکي آواز اوریدل کېږي، زده کوونکي دې بیا هم وخت په نښه کړي. که د تار اوږدوالی د وخت په اندازې تقسیم شي، نو سرعت ترې د سپنسی په تار کې د غږ سرعت لاسته راځي.



ښوونکی دې دغه میکانیزم په علمي توگه د ټولگي په مخ کې زده کوونکو ته توضیح کړي.

## 2-21: د غږ شدت

مخکې له دې چې د غږ د شدت په اړوند بحث وکړو، دا به ښه وي چې د غږ په ځانگړتیاوو یو څه رڼا واچوو. غږ لکه د بلې هرې څپه ییزې ښکارندې په شان انعکاس او انکسار کوي، لیکن د اورېدو په اړه غږ په آهنگ لرونکي او بې آهنگه برخو وېشل کېږي. د غږ دغه بحث د ساز او آواز په برخه کې یو تر بله څخه ډېر توپیر کېدای شي.

آهنگ لرونکي غږونه هغه غږونو ته ویل کېږي چې پر غږونو یا د انسان د اورېدو په احساس ډېر ښه لگېږي. په داسې حال کې چې بې آهنگه غږونه د انسان د اورېدو د احساس لپاره غوره نه دي او ښه احساس منځ ته نه راوړي. دغه ډول غږونه د انسان د غوږ لپاره، د غوږ د احساس په ننی ساحې کې یا جگ دي او یا تیت، دغه جگوالی او تیتوالی د غږ په شدت پورې اړه لري. د غږ شدت له هغه مقدار انرژي څخه عبارت دي چې په یوه ثانیه کې د یوه سانتی متر مربع سطحې څخه چې د څپې د خپرېدو په استقامت عمود وي پر تله ځانگړې کېږي، البته شدت د خپرېدو د انرژي په سرچینې او غوږ پورې هم اړه لري. له دغه ځایه ویلای شو چې د غږ شدت یو فزیکي کمیت دي چې یوازې په غوږ پورې تړاو نلري. په داسې حال کې چې د غږ تیتوالی او جگوالی یوه فزبولوژیکه ښکارنده ده چې هم په غوږ د حساسیت او هم په انرژي پورې اړه لري.

د غږ شدت د اهترازي محیط او په هغې کې د اهترازي ذرو د اهتراز د لمن او د غږ د چټکتیا په واټن پورې اړه لري.



## د غږ د ریزونانس له عمليې څخه په گټه اخیستنې سره د غږ د سرعت اندازه کول:

د غږ د ریزونانس عملیه د ساز او آواز په وسایلو او سامان آلاتو کې د گټې اخیستنې وړ ده. ریزونانس هغه عملیه ده چې په کې د غږ څپې ځانونه سره هم آهنگ کوي.

د پورتنۍ موضوع د حل لپاره په لابراتوار کې داسې آلې جوړه شوې ده. چې د څپو اوږدوالې د یوې هم غږې کوونکې په واسطه (د یوې صوتي پنډې په واسطه تولید شوی غږ) معلوموي. که د غږیزې پنډې فریکونسي  $f$  وي، نو د غږیز اهتزاز سرعت په هوا کې د لاندینې رابطې په ذریعه معلومېږي:  $v = f \cdot \lambda$

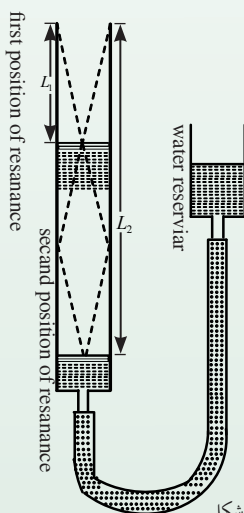
همدارنگه مور کولای شو چې په بنسټه یې نلونو کې د هوا ارتفاع د اوبو په زیاتوالو او کمولو سره تر څېړنې لاندې ونیسو، دا فعالیت په لابراتوارونو کې ترسره کولای شو.

لومړی د نل یوه کمه برخه له هوا او پاتې یې په اوبو ډکو، له نل څخه اوبه ورو ورو کموو، ترڅو د غږیزې پنډې غږ د ریزونانس حالت ته ورسېږي. پنډه د نل پرانیستې سر خواته چې هوا ورته نه رسېږي نیسو

او وینو چې په نل کې اوبه د دغه غږ څخه اغېزمنې کېږي. یعنې:  $\frac{\lambda}{4} = L_1 + c$

دلته  $L_1$  په نل کې د هوا ارتفاع ده، په داسې حال کې چې  $c$  د صحیح عدد او  $\lambda$  د غږ د څپې اوږدوالی دی. په نل کې د هوا ارتفاع تر هغه وخته زیاتو، ترڅو دویم ځل ریزونانس واقع شي. د دویم ځل

ریزونانس لپاره لیکلای شو چې:  $\frac{3\lambda}{4} = L_2 + c$



که چېرې پورتنۍ رابطې له یو بل څخه تفریق کړو، نو لیکلای شو چې:

$$\frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = L_2 - L_1$$

$$\frac{\lambda}{2} = L_2 - L_1 \Rightarrow \lambda = 2(L_2 - L_1)$$

که چېرې  $L_2$  او  $L_1$  د تجربې څخه اندازه کړو، نو کولای شو چې  $\lambda$  حساب کړو.

که د  $v = f \cdot \lambda$  په رابطې کې د  $\lambda$  قیمت وضع کړو، نو لیکلای شو چې:

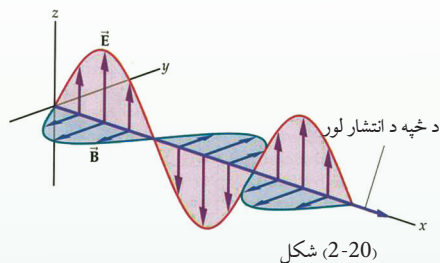
$$v = f \cdot \lambda = 2f(L_2 - L_1)$$

$$v = 2f(L_2 - L_1)$$

شکل (2-19)

## 2-22: الکترومقناطیسی خپې

مخکې مو خپې پر دوو برخو وېشلې وې، مېخانیکي خپې او الکترومقناطیسي خپې د مېخانیکي خپو په اړوند ډېر بحث وشو. اوس غواړو په الکترومقناطیسي خپو، په ځانگړي توگه په نوري وړانگو او د هغو په څپه ییزو ځانگړتیاوو رڼا واچوو.



الکترومقناطیسي خپې د یوې ډېرې اوږدې مناقشې په نتیجه کې چې د نور طبیعت او څرنګوالي په اړوند چې نور څپه ده او که ذره، د یوه انګلیسي عالم مکسویل لخوا رابرسېره شوه. دا چې نور ذره ده که څپه او یا دواړه او یا هېڅ یو، د نور په مبحث کې وړاندې شوي دي.

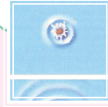
دلته د نور د څپه ییزې ځانگړتیا پر بنسټ د تداخل، تفرق او قطبې کېدو پروسې څېړل کېږي. باید ووايو چې نور هغه څپه ییزه ښکارنده ده چې د خپې اوږدوالی یې په ډېره کوچنۍ فاصله (د  $4000 \text{ \AA}$  څخه تر  $4500 \text{ \AA}$  کې شتون لري. د نور سرعت په آزاده هوا کې  $300000 \text{ km/s}$  دی او ټولې الکترومقناطیسي خپې دغه ځانگړتیاوې لري.

## 2-23: د نوري وړانگو تداخل (نوتل)

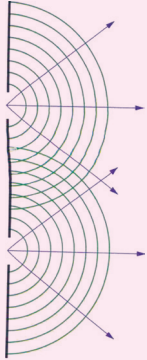
خو ځلې وویل شوو چې د نوري وړانگې له سرچینو څخه په څپه ییزه توگه خپرېږي. د نوري وړانگو څپه ییز نوتل ددغه څپو د خاصو شرایطو لاندې صورت نیسي، ترڅو د ننوتو پېښه رامنځ ته شي.

د نوري وړانگو څپه ییز نوتل هغه وخت صورت نیسي چې نوري وړانگې کوهرنت وي، یعنې د فاز او امپلیتود اړیکې یې د هغو وړانگو لپاره چې ننوزي باید مساوي پاتې شي، له بلې خوا د خپې د اوږدوالي یعنې  $\lambda$  قیمت یې مساوي او یو رنگ Monochromatic وي.

د دغه شرایطو لاندې په طبیعت کې داسې نوري څپه ییزې سرچینې پیدا کېدای شي، خو ساینس پوهان د مختلفو طریقو او ذرایعو په وسیله زیار باسي چې د پورتنیو ځانگړتیاوو لرونکې سرچینې رامنځ ته کړي. موږ دلته له یوه ځانگړي میتود څخه چې د یو ننگ او فرینل په ذریعه ایجاد شوی، تداخل بڼه په تحلیلي توگه څېړو.



## فعالیت



شکل (2-21)  
د نوري وړانگو تداخلي بڼه

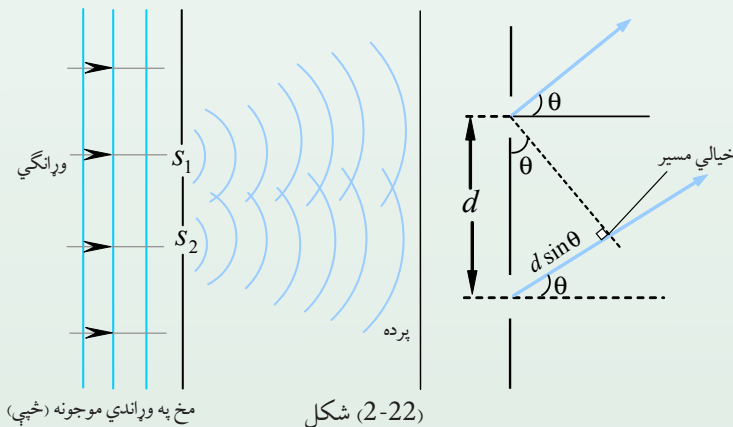
زده کوونکي دې له تېرو درسو څخه د مېخانیکي څپو په وسیله تداخل بڼه په خپلو ډلو کې را په زړه کړي او بیادې له هغې څخه په ورته والي او پایلې اخیستنې سره د نوري وړانگو د تداخل تصور د ټولگي په مخکې د ښوونکي په وړاندې بیان کړي.

د نوري وړانگو څپه ییزه څپرېدنه د  $\sin$  تابع شکل لري. د دغه تابع د یوې اهتزاز کوونکي نقطې فاز چې د اهتزاز د  $X$  فاصلې څخه د  $\varphi$  قیمت لري، داسې ارزوو.

$$\varphi = \frac{2\pi x}{\delta}$$

په دې رابطه کې  $\delta$  د دوو هغه نوري څپه ییزو وړانگو ترمنځ د لارې توپیر چې فاز  $2\pi$  دي، په داسې حال کې چې د یوې کیفیتي اهتزازي نقطې لپاره دغه فاز  $\varphi$  او د نوري لارې توپیر  $X$  دی. له شکل سره سم د  $S$  یو نوري سرچینه چې کوهیرنت دی په نظر کې نیسو او نور یې په دوو مجازي  $S_1$  او  $S_2$  سرچینو څخه تېروو.

په حقیقت کې د حقیقي  $S$  سرچینې په مخ کې یو تیاره جسم چې دوه ډېر کوچني سوري ولري او د هغو ترمنځ فاصله ثابته وي دروو. په حقیقت کې هر یو له دغه سوریو څخه د  $S_1$  او  $S_2$  نوري سرچینې دي چې د نور څپې ځینې څپرېږي، په یوه ټاکلي واټن کې له دغه سرچینو څخه څپرې شوې څپې یو بل ته داخلېږي او د معینو شرایطو لاندې تداخلي شکل تشکیلوي.



شکل (2-22)

فرضاً د  $S_1$  سرچینې څپه د  $y_1 = A \sin \omega t$  تابع ولسري او د  $S_2$  څخه څپره شوې څپه د  $y_2 = A \sin(\omega t + \phi)$  تابع سره تحقق وکړي. د تداخل په ځای کې دغه دواړه څپې له یو بل سره باید جمع شي:

که چېرې  $\omega t = P$  او  $\omega t + \phi = Q$  وضع شي نو:

$$y_1 = A \sin P$$

$$y_2 = A \sin Q$$

$$y = y_1 + y_2 = A \sin P + A \sin Q = A(\sin P + \sin Q)$$

$$\sin P + \sin Q = 2 \sin \frac{P+Q}{2} \cos \frac{P-Q}{2} \quad \text{څرنگه چې:}$$

$$y = A \left( 2 \sin \frac{\omega t + \phi + \omega t}{2} \cos \frac{\omega t + \phi - \omega t}{2} \right) \quad \text{دی نو:}$$

$$= A \left( 2 \sin \frac{2\omega t + \phi}{2} \cos \frac{\phi}{2} \right)$$

$$= A \left[ 2 \sin \left( \omega t + \frac{\phi}{2} \right) \cos \frac{\phi}{2} \right]$$

$$y = 2A \cos \frac{\phi}{2} \sin \left( \omega t + \frac{\phi}{2} \right)$$

که چېرې د  $(2A \cos \frac{\phi}{2})$  امپلیتود مساوي B وضعه شي، نو په دې صورت کې لرو چې:

$$y = B \sin \left( \omega t + \frac{\phi}{2} \right)$$

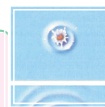
پوهېږو چې د نوري څپې شدت د انرژۍ د لېږدونکي په توګه له  $I_0 = \frac{1}{2} \rho C B^2 \omega^2$  څخه عبارت دی (په رابطه کې د نوري څپې امپلیتود په B، سرعت په C، کثافت په  $\rho$  او زاويوي فريکونسي په  $\omega$  بنودل شوي دي)، نو د انرژۍ شدت I په لاندې ډول محاسبه کولای شو:

$$I \sim B^2 = 4A^2 \cos^2 \frac{\phi}{2}$$

$$I = \frac{1}{2} \rho C \omega^2 4A^2 \cos^2 \frac{\phi}{2} = 4 \frac{1}{2} \rho C \omega^2 A^2 \cos^2 \frac{\phi}{2} \quad \text{(د تداخلي نوري انرژۍ شدت)}$$

څرنگه چې:  $I_1 = I_2 = I_0 = \frac{1}{2} \rho C \omega^2 A^2$  دی، نو:

$$I = 4I_0 \cos^2 \frac{\phi}{2}$$

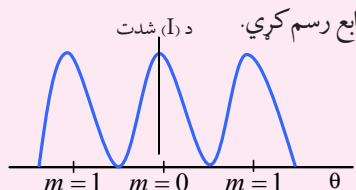


## فعالیت

زده کوونکي دې په دوو ډلو کې ووېشل شي:

1. د  $\varphi = 0, 1.2\pi, 2.2\pi, \dots, n(2\pi)$  قیمتونو سره دي، لومړۍ ډله زده کوونکي دې د  $I$  قیمت محاسبه او د تختې پرمخ ولیکي.

2. د دویمې ډلې زده کوونکي دې د  $\varphi = \pi, 3\pi, \dots, (2n+1)\pi$  قیمتونو لپاره د  $I$  قیمت محاسبه کړي او د تورې تختې پرمخ دې هغه له هغې وروسته دې د  $\varphi$  گراف د  $I$  په تابع رسم کړي.

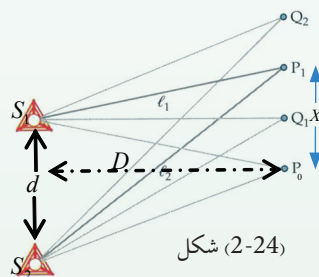


زده کوونکي دې د گراف پرمخ د  $I$  او  $\varphi$  قیمتونه ځای پر ځای کړي. دا د څپو د جمع په طریقه د نوري وړانگو د تداخل بڼې رڼا او تیاره نوارونه ښيي.

شکل (2-23)

## 2-24: د نوارونو د تداخلي بڼې د موقعیت ټاکل

د مطلب د توضیح په خاطر د  $S$  کوهرنت حقیقي سرچینه په  $S_1$  او  $S_2$  سرچینو وېشو. د  $S_1$  او  $S_2$  سرچینو د تداخل په پایله کې د یوې پردې پرمخ تداخلي شکل چې رڼا او تیاره نوارونه په کې دي، لیدل کېږي. ددغه نوارونو موقعیت د پردې له وسطې برخې څخه د فاز د توپیر په طریقه معلومولی شو.



شکل (2-24)

که چېرې له  $S_1$  او  $S_2$  نوري سرچینو څخه د څپو د خپرېدنو واټنونه معلوم او له یو بل څخه تفریق کړو او بیا د فاز په اړوند دغه قیمت پرتله کړو، نو مطلب لاسته راتلای شي. آیا پوهېږئ چې نوري او هندسي لارې له یو بل څخه څه توپیر لري؟

فرضاً  $P$  د تداخلي نوار د تشکیلېدو موقعیت او  $C$  د دوو نریو  $S_1$  او  $S_2$  نوري سرچینو منځنی نقطه ده. که چېرې د  $S_1P$  او  $S_2P$  د نوري لارو اوږدوالی محاسبه او له یو بل څخه تفریق کړو، نو هدف لاسته راځي. که  $d = S_1S_2$  او د پردې او نوري سرچینو ترمنځ فاصله  $D$  فرض کړو، نو د شکل مطابق لیکلای شو چې:

$$\overline{S_2P}^2 - \overline{S_1P}^2 = \left[ D^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2 \right] - \left[ D^2 + \left(\frac{d}{2} - x\right)^2 \right]$$

که پورتنی رابطه ساده کرو، نو لیکلای شو چې:

$$\overline{S_2 P^2} - \overline{S_1 P^2} = 2x \cdot d \Rightarrow (s_2 p - s_1 p)(s_2 p + s_1 p) = 2x \cdot d$$

$$S_2 P - S_1 P = \frac{2x \cdot d}{S_2 P + S_1 P}$$

له بلې خواکه موضوع له شکل سره پرتله کرو،  $S_2 P - S_1 P$  دنوري لارې حاصل تفریق وړاندې کوي، څرنگه چې د ( $d$ ) اوږدوالی ډېر کوچینی دی،  $S_2 P + S_1 P$  د جمعې له منځنی حاصل د  $2D$  ځینې عبارت دي.

$$\text{د نوري لارې توپیر} = \frac{2xd}{2D} = \frac{xd}{D}$$

که چېرې دغه قیمت د فاز د توپیر د رابطې لپاره ولیکو، نو دا لاندې شکل اختیاري:

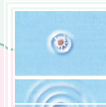
$$\text{د فاز توپیر} = \frac{2\pi}{\lambda} \left( \frac{x \cdot d}{D} \right)$$

که چېرې د  $P$  نوار رڼا وي، په دې حالت کې د لارې توپیر د څپې د اوږدوالي له تام عدد سره مساوي

$$\text{دي. یعنې: } \frac{xd}{D} = m\lambda \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

له دغه ځایه  $X$  چې د سرچینو له منځ څخه تر رڼا نوار پورې عمودي فاصله ده، عبارت ده له:  $x = \frac{m\lambda D}{d}$

### فعالیت



زده کوونکي دې د لومړي، دویم او دریم رڼا نوارونو فاصلې د پردې له منځ څخه پیدا کړي او بیادې د دوو رڼا نوارونو ترمنځ واټنونه معلوم کړي، بنسټونکي ته دې هغه وښيي. د تیاره نوار فاصله د پردې له منځ څخه د لاندې رابطې په ذریعه معلومېږي.

$$\frac{xd}{D} = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$$

$$x = \frac{(2m+1)\lambda \cdot D}{2d}, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

### فعالیت

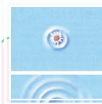


زده کوونکي دې د پردې له منځ څخه د تیاره نوارونو واټن د  $m = 1, 2, 3$  لپاره محاسبه او بنسټونکي ته وښايي. همدارنگه د دوو تیاره نوارونو ترمنځ واټن دې معلوم او بنسټونکي دې هغه کنټرول کړي.

باید زیاده شیی چې د دوو (رنا او تیاره) نوارونو ترمنځ واټن په کومو نمره چې مطابقت وکړي، مساوي دی، د تداخل لړۍ نه یوازې دا چې د نوري وړانگو څپه ییز حقیقت بنسټی، په نورو ډېرو تحقیقي لړیو کې هم ورڅخه گټه اخیستل کېږي، خو په دې ځای کې همدومره کفایت کوي.

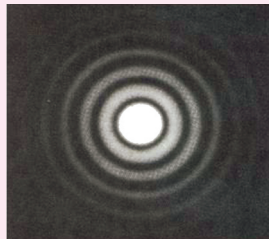
## 2-25: تفرق (Diffraction)

څه فکر کوئ؟ تفرق څه شی دی؟ او د هغه څپه ییزې ځانگړتیاوې به څه وي؟ تفرق هغه فزیکي ښکارنده ده چې د نوري وړانگو د طبیعت په څرنگوالي کې رول لوبوي.



### فعالیت

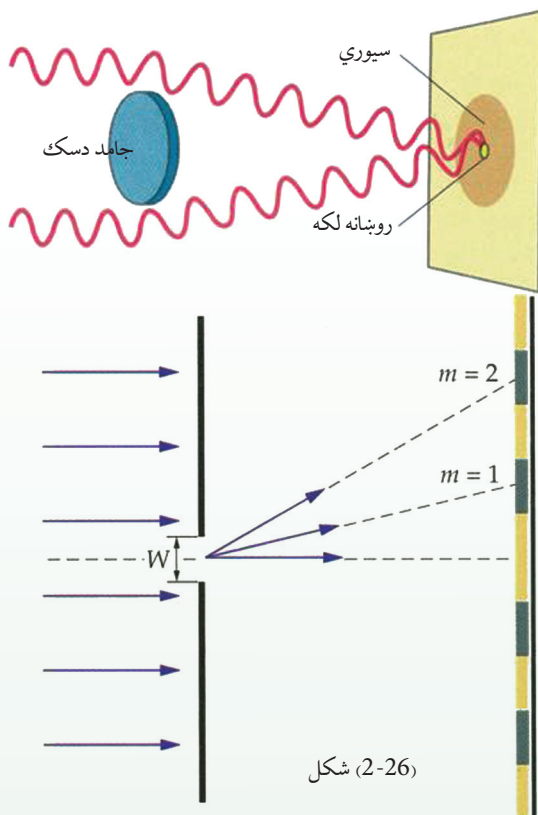
په یوه کاغذي مقوا کې یو کوچنی سوری وکړئ او بیا د رنا یوه سرچینه له یوې لړې فاصلې څخه دغه سوري ته برابره کړئ. وگورئ چې په دغه کوچني سوري کې د وړانگو تگ لاره څرنگه معلومېږي؟



شکل (2-25)

همدارنگه که په یوه توره پرده باندې د دغه سوري څخه داخلې شوې وړانگې وڅېړل شي، نو څه به وینئ؟ آیا د رنایې په شاوخوا کې داسې ساحه لیدلای شئ چې نه رنا وي او نه تیاره؟ ولې داسې کېږي. د ښوونکي په مرسته د ټولگي په مخ کې رنا پرې واچوئ.

په ورځني ژوند کې لیدل کېږي چې نور په مستقیم خط خپرېږي، دا د هندسي نور یو اصل دی. دوې پیرۍ دمخه یو تعداد پوهانو په دې بسیا کوله، که چېرې نور څپه ییزې ځانگړتیا در لودلای، نو باید په مستقیمه لیکه نه خپرېدلای. ډېر ظاهري او غیر دقیق مثالونه داسې و، لکه کله چې خونې ته دیوه سوري او یا هم درز له لارې وړانگې ننوځي، نو لکه یو مستقیم خط داسې معلومېږي، نو نور باید ذره وي خو وروسته یو تعداد پوهانو، لکه هیوگنز یو تعداد تجربې اجرا کړې او په نتیجه کې یې دا وښودله چې که له یوه سوري څخه وړانگې خونې ته ننوځي، نو هغه وړانگې چې د سوري په څنډ ولگېږي، خپل ځان کېږي او د سوري د تصویر په شاوخوا کې یو شمېر رنا او تیاره ساحې په سترگو کېږي چې د نوري وړانگو په څپه ییزو ځانگړتیاوو دلالت کوي او دغه حادثه هیوگنز د غږ د حادثې په شان په څپه ییزو اصولو روښانه کړه او دغې حادثې ته یې د تفرق نوم ورکړ. هیوگنز دغه دوې تجربې چې ډېرې ساده دي سرته ورسولي:



شکل (2-26)

هغه د نوري وړانگو په مسیر کې یو دایروي سوري پرځای کړ او کله چې وړانگې له سوري څخه ووتلې، نو د پردې پرمخ معلومه شوه چې د تصویر په شاوخوا کې رڼا او تیاره ساحې برېښي چې دا د نوري وړانگو د څپه ییز ځانگړتیاوو بنسټګرندويي کوي. په دغه تجربه کې ډېره رڼا برخه په منځنۍ برخه کې او هرڅومره چې د شعاع په استقامت ځنډې ته ځي، رڼا ورو ورو کمېږي، ترڅو نیمه رڼا او د سوري یوه برخه معلومېږي.

همدارنگه کېدای شي، د نوري وړانگو په مسیر کې یو کوچنی دایروي ډسک کېږدو، په دې حالت کې نوري وړانگې د ډسک له ځنډو څخه په پرده لگېږي او ډسک خپل سیوری د پردې پرمخ په تور شکل پرېږدي، په دې حالت کې د ډسک د تور تصویر له مرکز څخه چې د هغه ځنډو ته ځي، لږه لږه رڼایي معلومېږي.

که چېرې نوري وړانگې په مستقیمه لیکه خپرېدای، نو بیا باید د ډسک د سوري په ساحه کې یو شان تیاره وای، خو داسې ښکاري چې د ډسک پر ځنډو د نوري وړانگو د لگېدو په وخت کې، هغه کېږي او دا ترې لاسته راځي چې د لگېدو وروسته دغه لگېدلې وړانگې د نوو ځانگړتیاوو په درلودلو سره ځان کېږي، په حقیقت کې د تداخل حالت را منځ ته کوي. د نور دغه قسم خپرېدنې ته تفرق ویل کېږي، د نوري وړانگې څپه ییزو ځانگړتیاوو ته ځواب وایي.

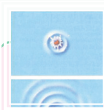
د تفرق له حادثې څخه د کرسټالونو په تحقیقاتو کې اوچته گټه اخیستل کېږي. په دې پېښه کې هم له مونو کروماتیکو وړانگو څخه گټه پورته کېږي. د تفرق په پېښه کې تجربې ابعاد ډېر کوچني او د نوري وړانگې د څپې له اوږدوالي سره د پرتلې کولو وړ دي. د تفرق ټول اړخونه دلته نشي خپرل کېدای. دلته یوازې د پېښې د څپه ییزې بڼې په څرڼه بسنه کوو، په پرمختللو فزیکي کورسونو کې دغه پېښه په پوره وسعت سره خپرل کېږي.

د تفرق د پېښې دغه دلیل د هیوگنز د نوري څپو د جبهه یي خپرېدو پر پرنسیب ولاړ دي، د هیوگنز توضیحات خاصاً د سوري او یا درز ته د نوري وړانگو د رسېدو په مهال چې له خپل لومړني حالت څخه بدلون نه قبلوي، بلکې په مستقیم ډول خپرېږي، له غبرگونونو سره مخامخ شو چې فرینل په خپلو فرضیو سره هغه اصلاح کړل.



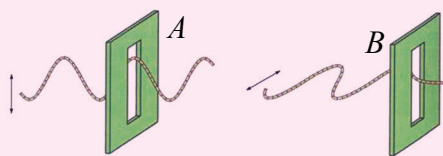
## 26-2: د نور قطبي کیدل

د نوري تداخل او تفرق پېښو دا څرگنده کړه چې د نوري وړانگو طبیعت څپه ییز دي او دا نه توضیح کوي چې دغه څپه ییز حالت د طولی څپو په شکل دي او که د عرضی څپو په شکل، خو نوري قطبي کیدنې دا څرگنده کړه چې نوري وړانگې عرضی یا سوریزې څپې دي، یعنې د اهتزازي ذرو اهتزاز د نوري وړانگو د څپرېدو په استقامت عمود دي.



### فعالیت

زده کوونکي په دوو ډلو وېشو، یوه رسی او دوه د  $S_1$  او  $S_2$  درزونه په دوو مقوا او یا په حلبې یا المونیمي صفحو کې جوړوو. د رسی یو انجام په یوه لوحه کې کلک تړو. بل انجام یې له دواړو سوریزو څخه تېروو او لکه چې پخوا مو ښودلې وه رسی ته ښکته او پورته ټکان ورکوو.

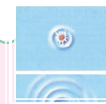


شکل (2-27)

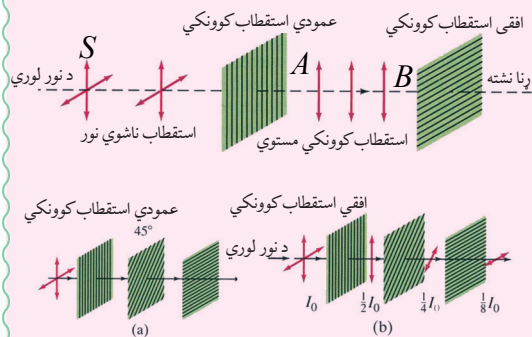
هغه څپه چې تولیدېږي څرنگه څپه ده؟ څپه له دواړو درزونو څخه وځي د دویم ځل لپاره درزونه په غیر موازي ډول ځای پرځای کسو، خو کله چې د B اړوند درز له A سره موازي نه وي، سربېره پردې کله چې B د نوري څپې له څپرېدلو سره مایلاً موقعیت اختیار کړي،

نو په دې حالت کې د B سوري یا درز څخه په رسی کې منځ ته راغلې څپه نه تېرېږي. که چېرې په رسی کې تولید شوې څپه طولی څپه وای، نو ممکن له B څخه تېره شوې وای. له دغه ځایه دې نتیجه یې ته رسېږو چې نوموړې څپه عرضی یا سوریزه اهتزازي څپه ده.

اوس غواړو پورتنی فعالیت د تجربې په بڼه ارایه کړو:



## تجربه



شکل (2-28)

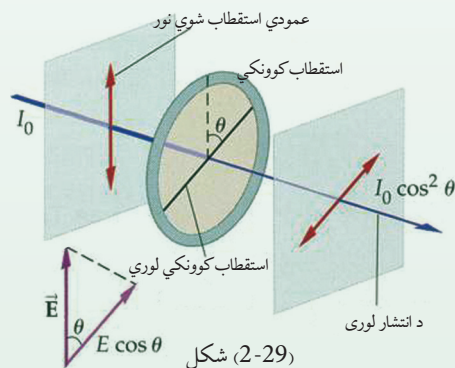
د تورمالین په نامه دوه کرسټالي جسمونه په موازي توگه د نور وړانگو د خپرېدو په استقامت عموداً ردو. د نور منبع ته S او کرسټالونه په ترتيب سره په A او B سره په نښه کوو. په دغه حالت کې نوري وړانگې له سيستم څخه تېرېږي. که چيرې د B کرسټال وړانگو د خپرېدو لوري سره يوه زاويه جوړه کړئ، نو د B کرسټال څخه وړانگې نه وځي.

له دغه ځايه معلومېږي چې نوري څپې د ميخانيکي عرضي څپو په څېر د B تورمالين کرسټال څخه نه وځي، يعنې نوري وړانگې د عرضي څپو په څېر خپرېږي.

## 2-27: د استقطاب مستوي

هر کله چې عادي نور د تورمالين له کرسټال څخه تېرېږي، نو قطبې کېږي، دغه قطبې شوي نور د نور خپرېدو په استقامت عموداً اهتزاز کوي. چې په حقيقت کې دغه نورته د مستوي قطبې شوي نور ويل کېږي.

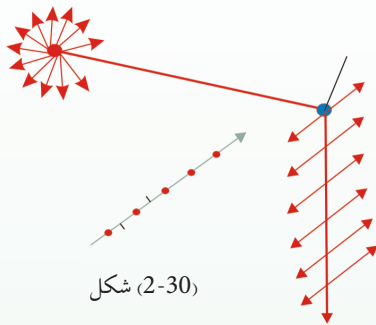
د استقطاب مستوي هغه مستوي ده چې اهتزاز په کې صورت نيسي. اهتزازات استقطاب په مستوي باندې عموداً لگېږي. هغه مستوي چې په هغې کې اهتزازونه صورت نيسي، د اهتزازي مستوي په نوم يادېږي. پوهېږو چې عادي نور له ډېرو څپو څخه تشکيل شوی دی چې هره څپه له يوه ځانگړي رنگ سره مطابقت کوي. چې خطي، دايروي او بيضوي اهتزاز اجرا کوي.



شکل (2-29)

د بلې خوا دا واضح ده چې دايروي او بيضوي اهتزازونه له دوو يو پر بل عمود خطي اهتزازونو څخه منځ ته راځي چې د  $\frac{\pi}{2}$  د فاز تفاوت لري. په دې حالت کې کيدای شي چې هر اهتزاز په دوو مرکبو تجزيه شي چې يو پر بل عمودي دي.

په دې اساس نوري وړانگې چې سوريزې (عرضي) خپې لري، په دوو  $xx'$  او  $yy'$  مستوي گانو کې چې يو پر بل عمودې دي او په عين زمان کې د نور د خپرېدو په استقامت هم عمودې دي، په دوو مرکبو تجزيه کوو.



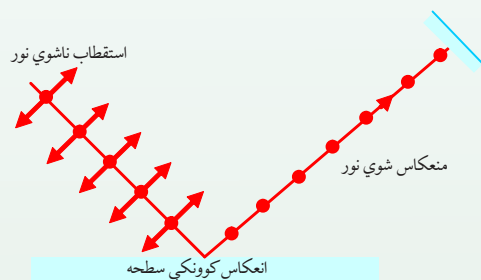
شکل (2-30)

هغه اهتزازونه چې ذرې يې د کاغذ د مستوي په موازي توگه سرته رسوي، د (2-29) شکل سره سم په  $(\updownarrow)$  علامه سره، هغه چې د کاغذ پر مستوي عمود وي د  $(\bullet)$  په علامه سره نښه شوي دي.

## 2-28: د انعکاس په وسيله قطبي کول

په کال 1880 ميلادي کې يو ساينس پوه د ملوس Malus په نامه دا وښودله چې د عادي بڼينې له مخې منعکسې شوې وړانگې قطبي کېږي.

دغه عالم د يوې تجربې په وسيله د عادي نور وړانگې په مستوي بڼينې باندې واردې کړې او بيا يې له هغې څخه انعکاس شوې وړانگې د تورمالين کرسټال په ذريعه آزمايش کړې چې قطبي شوې دي او که نه؟ نوموړي د تجربې په لړ کې د تورمالين کرسټال د تې منعکسه وړانگو په استقامت دوران ورکړ گوري چې وړانگې قطبي شوي دي.



شکل (2-31)

دغه زاوې ته د قطبي کيدو زاويه وايي. دلته د منعکسه وړانگې اهتزازات د بڼينې په سطحه عمودې او له هغې سره په موازي مرکبو باندې تجزيه کېږي، موازي مرکبه بېرته منعکسېږي او هغه چې عمودي مرکبه ده، د معينې زاوې لاندې دروېت ورگرځي. همدارنگه منعکسه وړانگې د معينو زاويو لاندې، لکه د او يو له سطحې څخه هم قطبي کېږي. بايد وويل شي چې د قطبي کيدو پېښه ډېر اوږد بحث دی، په تخنيک، طبابت او نورو تحقيقاتي پلټنو کې ترې ډېره زياته گټه اخيستل کېږي، خو دلته يوازې د دغه حادثې په معرفي کيدو باندې بسنه کوو.

## د دویم څپرکي لنډيز

- څپه د اهتزاز د حرکت یو ډول دی. چې د ذرو یو بل پسې اهتزازي حرکت څخه حاصلېږي، بې له دې چې اهتزازي ذرې خپل موقعیت ته د څپې د حرکت په لور بدلون ورکړي.
- څپې الکترومقناطیسي او یا هم میخانیکي ځانگړتیاوې لري. الکترومقناطیسي څپې د نور په سرعت سره په خلا کې حرکت کوي. میخانیکي څپې په عرضي، طولي او ولاړو باندې وېشل شوي دي چې د هغوی د توپیر مهمه ځانگړتیا د څپې خپریدو لوری او د څپې د اهتزازي ذراتو لوری او حالت دی.
- د مېخانیکي او الکترومقناطیسي څپو عمده ځانگړتیا د څپې د پیږود، امپلیتود یا لمن ، فریکونسي او د څپې اوږدوالي په وسیله مشخص کېږي.
- پیږود، د هغه وخت څخه عبارت دی چې یو بشپړ اهتزاز پکې صورت نیسي.
- د څپې د اهتزازي ذرې اعظمي انحراف د تعادل له حالت څخه د اهتزاز یا څپې د امپلیتود یا لمنې په نوم یادېږي. د څپو د اهتزازي ذرې د اهتزاز شمېر د وخت په واحد کې فریکونسي په نوم یادېږي. همدارنگه څپې انعکاس او انکسار کوي او د څپو د انعکاس او انکسار عمليې د خپریدو د محیط پر جوړښت پورې اړه لري.
- د څپې خپرېدل په یو متجانس محیط کې د گاونډیو ذرو د انرژي د راکړې ورکړې په نتیجه کې صورت نیسي. هره څپه د څپې د خپرېدو له سرچینې څخه د څپې د خپرېدو په لور د وخت تابع دی.
- په هارمونیکي اهتزازونو کې د څپې د خپرېدو تابع د ریاضي له نظره د ساینس تابع ته ورته دي یعنې:

$$x = a \cdot \sin \omega t$$

• په دې رابطه کې  $X$  - د خپې د خپرېدو له سرچینې څخه د اهتزازي کيفي ذرې موقعيت په يوه ټاکلي وخت کې،  $\omega t$  د خپې د خپرېدو فاز بلل کېږي. په داسې حال کې چې  $\omega$  د خپې د خپرېدو د زاويوي سرعت ارايه کوي.

• د دوو هم فازه اهتزازي ذرو ترمنځ واټن ته د خپې اوږدوالي وايي. د خپې د خپرېدو سرعت، د خپې اوږدوالي او پيريود ترمنځ لاندینی اړيکه شتون لري:  $\lambda = v \cdot T$

• هرې دوې متجانسې کوهرنټ خپې يو له بل سره تداخل کوي، په هغه سيمه کې چې خپې تداخل کوي، يو تعداد اعظمي او اصغري منځ ته راځي. چې دغه د تداخل اعظمي گانې او اصغري گانې دواړو خپو د معادللو له يو شان حل ځينې لاس ته راځي.

• غبريزې خپې طولي (اوږديزي) خپې دي. د غبريزو خپو عمده ځانگړتيا د غبر ټيټوالي، جگوالي او په محيط کې د غبر د خپرېدو د سرعت څرنگوالی دی.

• غبريزې خپې په کلکو، اوبلنو اجسامو او غازاتو کې خپرېږي چې هر يو په محيط کې ځانته د غبر د خپرېدو لپاره ځانگړی خصوصيت لري. په طبيعي حالت کې غبر په هوا کې خپرېږي.

• که چېرې د غبر د خپرېدو محيط يو ايډيال غاز وي، نو په دې حالت کې د غاز سرعت د  $v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$  سره محاسبه کېږي، د  $\gamma$ ، RR او M کميتونه له درسي کتاب څخه يادداشت کړئ. T د تودوخې مطلقه درجه ده.

• غبر د انعکاس، انکسار او چټکتيا څپه ييزې ځانگړتياوې لري. د غبر د آهنگ په اړوند چې د انسان په حواسو ډېرېښه لگېږي او د بې آهنگه غبرونو حدود له کتاب څخه يادداشت کړئ.

• په هوا کې د غږ سرعت په فریکونسي او د خپې په اوږدوالي پورې اړه لري.

$$v = f \cdot \lambda$$

• د نوري خپو په یو بل کې د داخلیدو حادثې ته تداخل ویل کېږي. د نوري وړانگو د تداخل په پېښه کې، د نور درنایي شدت  $I = 4a^2 \cdot \cos^2 \frac{\Phi}{2}$  دی. دغه فورمول د گراف پرمخ I د  $\Phi$  په تابع سره ښودلی شو.

• د تداخلي شکل له مرکز څخه د رڼا او تیارو نوارونو واټن له  $x = \frac{m\lambda D}{d}$  رابطې څخه لاس ته راځي، د تداخلي نوارونو شماره د  $m = 0, 1, 2, 3, \dots$  له دغه فورمول څخه لاسته راځي:  $\frac{x \cdot d}{D} = m\lambda$

• تفرق د خپو د تیت او پرک کیدو حادثې ته ویل کېږي چې د یوه خاص فزیکي قانون تابع ده.

• د نوري وړانگو د قطبي کېدو پېښه څپه ییزه بڼه لري چې د تجربې په وسیله ډېر ښه او رڼا معلومیدای شي. د قطبي کېدو په پېښه کې نوري وړانگې په دوو برخو وېشل کېږي.

• د تور مالین کرستل په ذریعه د نوري وړانگو د قطبي کېدو پېښه ډېره ښه ښودل کېدای شي، د قطبي کېدو پېښه په خاصو مستوي گانو کې صورت نیسي چې هغو ته د استقطاب مستوي گاني ویل کېږي.

• قطبي شوي وړانگې د انعکاس او انکسار په ذریعه د تورمالین کرستل په واسطه ډېرې ښې ښودل کېدای شي.

## د دویم څپرکي پوښتنې

- 1- د میخانیکي او الکترومقناطیسي څپو دوه عمده توپيرونه ولیکئ.
- 2- د میخانیکي څپو فزیکي ځانګړتیاوې تعریف کړئ.
- 3- د څپې د خپرېدو او د څپې د اهترزاي ذراتو د لوري (جهت) د څرنګوالي له نظره میخانیکي څپې په څو ډوله دي؟ تشریح یې کړئ.
- 4- پوهېږئ چې د څپو د خپرېدو تابع د ساین تابع انډول ده چې شکل یې دادی  $x = a \cdot \sin \omega t$ . په دغه تابع کې فزیکي کمیتونه تعریف کړئ او د  $x = 3 \cdot \sin 2t$  تابع ګراف رسم کړئ.
- 5- په میخانیکي څپو کې د غبریزو څپو په اړوند لازمه رڼايي واچوئ.
- 6- غبریزې څپې:
  - الف- د نور په سرعت حرکت کوي.
  - ب- ددغه څپو سرعت د نور له سرعت سره انډول دی.
  - ج- په محیط کې خپرېدای شي. بیله محیط غبر نه خپرېږي ولې؟
- 7- د غبریزو څپو د آهنگ پدیده توضیح کړئ. زیرابوم څه ته ویل کېږي، د غبر د اوریدو حدود کوم دي وې لیکئ.
- 8- د یوې څا ژوروالي 40m متره دی، یو کوچني هلک د څا له سر څخه یوه تېره په آزادانه ډول څا ته اچوي، په څاکې د اوبو په سطحه لګېږي او غبر تولیدوي. د اوبو سطحې ته ډېرې رسیدل او د څا په سر د غبر اورېدل، (0.1s) ثانیې وخت نیسي. په څاکې د اوبو ارتفاع څومره ده؟
- 9- د نوري تداخل په حادثه کې د رڼا او تیاره نوارونو واټن له تداخلې منظرې d مرکز څخه څرنګه حسابیدای شي؟ له مرکز څخه د شپږمو رڼا او تیاره نوارونو واټنونه محاسبه کړئ.
- 10- الف) د قطبي کېدو حادثه د تورمالین کرسټال په ذریعه توضیح کړئ.
  - ب) د دوو غرونو ترمنځ واټن پیدا کړئ، په دې شرط چې له یوه غره څخه بل غره ته د غبر د رسېدو او را رسېدو وخت 4 ثانیې وي.

## د مادي مېخانيکي خاصیتونه



په دې خپرکي کې د مادي دوې عمده ځانگړتياوې چې تر اوسه مو په پوره غور نه دي خپرلي، مطالعه کوو.

فکروکړئ که چېرې د المونيم د فلز يوه ټوټه په ډېر قوت سره د دواړو لاسونو په ذريعه کش کړو، څه به پېښ شي؟ يا برعکس که چېرې د قلعي يوې ټوټې ته له دوو طرفه څخه دننه خواته فشار ورکړل شي څه حالت به منځ ته راشي؟

دا پورتنی دوه مثالونه د اجسامو په درې گونو حالتونو کې ليدل کېدای شي. چې په عمده توگه د اجسامو د حالت تر عنوان لاندې خپرل کېږي.



## 1-3: د مادي حالتونه

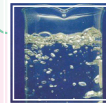
په طبيعت کې ماده په درې حالتونو کې ليدل کېږي چې عبارت دي له:

1. د غاز حالت.
2. اوبلن (مايع) حالت.
3. کلک (جامد) حالت.

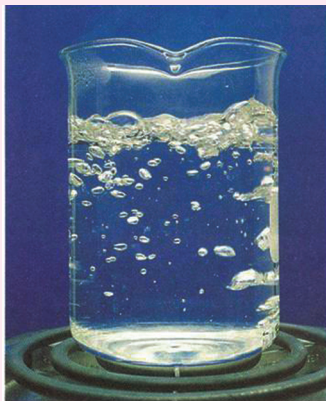
دغه دري گوني حالتونو د دغه اجسامو د داخلي ماليکولي او اتومي جوړښتونو پورې اړه لري. که چېرې هغه عادي حالت چې نوموړي حالتونه ورپورې اړوند دي، بدلون ورکړل شي، کېدای شي چې ماده له يوه حالت څخه بل حالت ته بدلون ومومي، يا په بل عبارت، کولای شو د ځانگړو شرايطو په منځ ته راوړلو سره گاز په مايع، مايع په گاز، کلک په اوبلن جسم او اوبلن جسم په گاز بدل کړو.

په دې ټولو حالاتو کې لازمه ده چې د اجسامو داخلي ماليکولي قواوې لومړی منظمې کړو. چې وروسته بيا جسم ته د ډېرو انرژي ورکولو او يا اخيستلو سره د جسم حالت ته بدلون ورکړو.

ددې لپاره چې پورتنی مفاهيم په څرگنده توگه وڅېړل شي د مادې د جوړښت ځانگړتيا يو څه په تفصيل سره مطالعه کوو.



### فعاليت



زده کوونکي دې په ټولگي کې په دوو ډلو ووېشل شي، يوې ډلې ته په يوه لوبښي کې يو مقدار اوبه او د تودوخې د توليد يوه وسيله، بلې ډلې ته يوه ټوټه کنگل او لوبښي په اختيار کې ورکړئ. لومړۍ او دويمه ډله دې، د ښوونکي له لارښوونې سره سم نوموړي لوبښي د تودوخې توليدونکي، د وسيلې باندې کېږدي.

(3-1) شکل

وبه ليدلای شى چې اوبه کراکرار تودېږي، جوشېږي او په پای کې په بخار بدلېږي. يعنې خپل حالت د اوبلن حالت څخه گاز يا بخار حالت ته بدلوي. همدارنگه دويمه ډله به وليدلای شي چې کنگل ورو، ورو په اوبو بدلېږي. فکر وکړئ چې ولې داسې کېږي؟ زده کوونکي دې ددغه بدلون په اړوند خپل نظرونه ووايي او وروسته دې ښوونکي ددې حادثې په اړه موضوع تشریح کړي.

اوس به د اجسامو د حالت دا بدلون د بهرنۍ قوې په اثر مطالعه کوو. لومړی د مادې جوړښت مطالعه کوو او په دې پوهېږو چې ماده درې حالتونه لري:

کلک (جامد)، اوبلن (مایع) او د گاز حالت. که د کنگل ټوټې چې په جامد حالت کې وي حرارت ورکړو، نو کنگل په اوبو او یا کلک حالت په اوبلن حالت بدلېږي. یعنې د حرارت په ذریعه جامد حالت د مادې په مایع حالت بدلېږي، که چېرته همدغه اوبو ته نور حرارت هم ورکړو، نو اوبه جوړېږي او په بخار بدلېږي. په دې حالت کې اوبه د مایع حالت څخه گاز حالت ته بدلون مومي. په پورتنی فعالیت کې د څېړنې لاندې د جسم حالت اوبه دي. دلته نه یوازې د اوبو حالت بدلون مومي، بلکې اوبه بل حالت ته بدلېږي او دې نتیجې ته رسېږو چې دغه قانونمندی په ټولو اجسامو تطبیقیدای شي. باید ووايو چې د مادې شکلي بدلون د تودوخې په لوی ټاکلې درجې کې صورت نیسي. د یوه جسم حالت د تودوخې د درجې، فشار او د هغه په داخلي جوړښت پورې اړه لري.

کله چې جسم له یوه حالت څخه بل حالت ته اوږي، نو دغه د بدلون حالت ته چې د تودوخې په ټاکلې درجه کې صورت نیسي، دې ته د جسم د فاز (phase) بدلون ویل کېږي. په کلک (جامد) حالت کې جسم ټاکلی حجم او شکل لري. د دغې مادې د شکل او حجم له بدلون لپاره یوه اندازه قوې ته اړتیا ده، دا ځکه چې کلک اجسام د خپل حجم او شکل د بدلون په مقابل کې زیات مقاومت ښيي.

باید ووايو چې اوبلنه ماده ټاکلی حجم لري، خو ثابت او ټاکلی شکل نه لري. اوبلن مواد لکه د کلکو موادو په څېر د خپل حجم د بدلون لپاره زیاتې قوې ته اړتیا لري.

یعنې مایع (اوبلن) مواد، د خپل حجم د ساتلو په خاطر د قواوو په مقابل کې زیات مقاومت کوي. مایعات په هر ظرف کې چې واچول شي، د هغه شکل اختیاري او بهېږي، د شکل د بدلون په مقابل کې مقاومت نه ښکاره کوي.

د گاز په حالت کې ماده هر حجم او شکل اختیاري شي او په دې اړه د کتنې وړ مقاومت نه ښيي. له دې نظره گاز په هر حجم او هر لوبښي کې چې واچول شي، په ډېره چټکتیا سره هغه نیسي. باید ووايو چې ځینې مصنوعي اجسام لکه قیر، موم او لاک د تودوخې په ډېر لږ بدلون سره لهد جامد څخه په مایع او له مایع څخه په جامد بدلېږي.

که چېرې یو فلز د بهرنی قوې د عمل لاندې راشي، نو ویه لیدل شي چې د فلز شکل بدلون کوي، خو که د بهرنی قوې اغېز لرې شي، نو جسم بیرته خپل لومړنی شکل اختیاري.

بې له شکه چې فلزي توکي د کلکو اجسامو له جملې څخه دي، د دغه اجسامو او نورو کلکو اجسامو

ترمنځ ډېر غټ توپير په دې کې دی چې طبيعي کلک اجسام، لکه فلزات د تودوخې په يوه ټاکلې درجه سره د کلک حالت څخه اوبلن حالت ته اوږي، په داسې حال کې چې مصنوعي کلک جسمونه د تودوخې د پر له پسې او تدريجي بدلون په نتيجه کې له کلک حالت څخه اوبلن حالت ته اوږي. يعنې د تودوخې تر زياتيدو د تاثير لاندې دغه کلک مواد لومړی نرمېږي، بيا په سربسناک حالت اوږي او وروسته اوبلن حالت ځان ته اختياروي. له دغه ځايه دې نتيجه ته رسېږو چې جسمونه په طبيعي حالت کې د تودوخې د درجې په مشخص قيمت کې کلک، اوبلن او يا گاږي حالت اختياروي.

يو کلک جسم د تودوخې درجې په ټاکلي قيمت سره اوبلن حالت ته اوږي او بيا د تودوخې د درجې په زياتيدو سره گاږي حالت ځانته اختياروي چې په درې گونو حالتونو کې د جسم شکل او حجم بدلون مومي، کېدای شي چې د قواوو او يا د انرژۍ د تاثير لاندې د نوموړي جسم شکل او حالت بېرته لومړني حالت ته وگرځي.

له دغه ځايه دې نتيجه ته رسېږو، کله چې يو جسم له يوه حالت څخه بل حالت ته بدلون کوي، صرف د جسم د ماليکولونو ترمنځ واټن بدلون مومي يا په بل عبارت، د يوه کلک جسم د ماليکولونو ترمنځ فاصله بې حده کمه او ددغه ماليکولونو ترمنځ ډېر قوي دی. په داسې حال کې که دغه جسم، اوبلن حالت ته اوږي، دا په دې معنا دی چې د جسم د ماليکولونو ترمنځ واټن زيات شوی دی. ددغه ماليکولونو اړيکې له يوبل سره کمزورې شوې دي. که نوموړی جسم له اوبلن حالت څخه د گاږ حالت ته اوږي، د جسم د ماليکولونو ترمنځ ارتباط په يوه آزاد حجم کې له منځه ځي هر ماليکول (يا اټوم) د جسم د بل ماليکول سره هيڅ اړوند نه دي او په نوموړي حجم کې آزادانه حرکت کولای شي. د فلزاتو ددغه خصوصياتو پربنا چې د قوي د اغېز لاندې خپل شکل ته بدلون ورکوي، په تخنيک کې فلزات په ډېرو پستو (پلاټين، طلا، مس او سپين زر) او نسبي پستو لکه المونيم او اوسپنه ويشل کېږي.

پاسته فلزات د قيمت له نظره ډېر جگ دي چې په آساني سره د هغو شکل بدلون مومي. نسبي کلک اجسام په تخنيک کې ډېر مروج دي، ځکه د قيمت او بېي له نظره ارزانه او په تخنيک کې ترې ډېره استفاده کېږي.

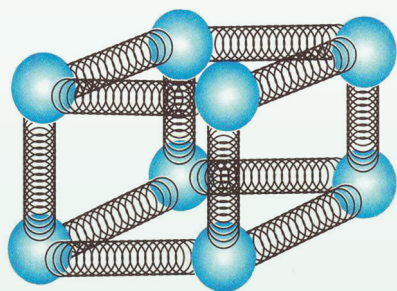
فکروکړې چې د کورونو په برقي سيمانو کې د کومو فلزاتو څخه کار اخيستل شوی دی؟ همدارنگه ووياست چې د اوسپنې او المونيم د کثافت ترمنځ څه توپير موجود دي؟ آیا اوسپنه د موټر د باډۍ په جوړښت کې ډېره کارول کېږي او که المونيم؟ ولې؟ همدارنگه د دغه دوو فلزونو د پوستوالي په اړوند څه ويلای شئ؟

## ولې یو جسم له کلک (جامد) حالت څخه اوبلن (مایع) او بیا د گاز حالت ته اوړي؟

پوهېږو چې په کلکو جسمونو کې د مالیکولونو ترمنځ د متقابل عمل قوه ډېره زیاته ده. کله چې جسم ته ډېره تودوخه ورکړل شي، نو د جسم د مالیکولونو حرکي انرژي زیاتېږي چې په نتیجه کې د کلک جسم د مالیکولونو ترمنځ رابطه ضعیفه او د مالیکولونو ترمنځ فاصله داسې یو حالت ته رسېږي چې جسم پخواني کلک حالت نه شي ساتلای د جسم ټول مالیکولونه په ضعیف حالت کې واقع کېږي او جسم ویلې کېږي، ترهغه وخته پورې چې جسم د بهېدو قابلیت پیداکوي. هر کله چې جسم د جامد حالت څخه اوبلن حالت ته اوړي، نو ویل کېږي چې جسم خپل فاز بدل کړی دی.

د فاز په حالت کې که څه هم جسم ته ډېره تودوخه ورکول کېږي، د حرارت درجه ثابته پاتېږي، د حرارت دغې درجې ته د جسم د فاز بدلیدو د تودوخې درجه ویل کېږي.

## فکروکړئ دغه د تودوخې انرژي څه کېږي؟



شکل (3-2)

د یو کلک جسم د مالیکولونو موډل

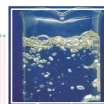
د تودوخې دغه انرژي د جسم د مالیکولونو او یا اتومونو حرکي انرژي زیاتوي او په نتیجه کې د جسم د تودوخې درجه ثابته پاتې کېږي، د جسم کلک حالت د تودوخې د دغه درجې لاندې په اوبلن حالت اوړي. د گاز حالت ته اوړیدل بیا هم د تودوخې د درجې په جگیدو سره پیل کېږي، تر څو بیا هم د تودوخې په یوه ټاکلې او ثابته درجه د جسم اوبلن حالت ته اوړي. په شکل کې تاسې د یوه کلک جسم د مالیکولونو د موقعیت حالت لیدلی شئ.

## 3-2: کثافت (Density)

تاسې په تېرو درسونو کې د اجسامو کثافت او د هغوی د حالت یا څرنګوالي په اړوند یو څه زده کړي دي.

څه فکر کوئ چې د قوې او فشار لاندې د تودوخې د مشخصې درجې په لرلو سره اجسام څرنګه خپل شکل بدلوي؟

آیا په مساوي حجم کې د اوسپنې او مسو اندازه مساوي قیمتونه لري، ولې؟



## فعالیت

په دريو ډلو کې د اوسپنېو المونيمو او مسو په مساوي حجمونو کې د کتلې اندازه معلومه کړئ. او بيا د هر يو د کتلې نسبت پر حجم باندې معلوم کړئ. ښوونکي دې ددغه نسبت څخه د حاصل شوو کمیتونو د توپير لاملونه له زده کوونکو سره يو ځای وڅېړي، د زده کوونکو نظرونه دې راپول او دغه کمیتونه دي، په يوه جدول کې وليکي.

د دغه فعالیت په نظر کې نيولو سره د کتلې او حجم نسبت د معين جسم لپاره کثافت بلل کېږي، که

$$\rho = \frac{\text{د جسم د کتلې اندازه}}{\text{د جسم د حجم اندازه}} = \frac{m}{V} \text{ وي.}$$

د SI د اندازه کولو په سيستم کې د کثافت واحد  $kg/m^3$  او يا  $gr/cm^3$  دی.

$$1m^2 = 10^6 cm^3 \text{ او } 1kg = 10^3 gr$$

همدارنگه کولای شو له پورتنی فورمول څخه په گټې اخیستنې، د اوبلنو او گازونو کثافتونه مشخص کړو. د موادو د کثافتونو د پېژندلو څخه په گټې اخیستنې سره دهغوی د استعمال موارد په تخنیک او صنعت کې پېژندل کېږي.

د آسانتیا په خاطر مخکې له مخکې په کتابونو کې د موادو د کثافت قیمتونه ترتیب کېږي، د هغو له مخې د اړتیا وړ قیمتونه یادداشت او گټه ترې پورته کېږي. د مثال په ډول لاندینی جدول وگورئ:

شمبر	د موادو نوم	کثافت په $(kg/m^3)$
1	سره زر	$19.3 \times 10^3$
2	سیماب	$13.6 \times 10^3$
3	وسپنه	$7.86 \times 10^3$
4	سوچه اوبه ( $4^\circ c$ )	$1.00 \times 10^3$
5	سمندر اوبه ( $15^\circ c$ )	$1.025 \times 10^3$
6	یخ (کنکل)	$0.917 \times 10^3$
7	الکول	$0.806 \times 10^3$
8	هوا	1.29
9	د اوبو بخار ( $100^\circ c$ )	0.598
10	د هایدروجن گاز	0.0899

بده په نه وي چې د اجسامو يوه بله ځانگړتيا چې مخصوصه وزن او يا (Specific Gravity) ورته ويل کېږي، هم وڅېړو.

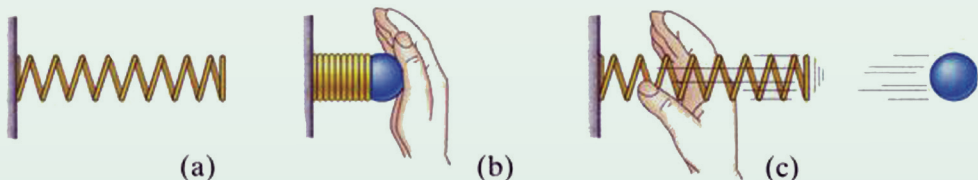
دغه کمیت د يوه جسم د کثافت او يو بل ستندېرډ په حيث منل شوې مادې يا جسم د کثافت له نسبت څخه لاسته راځي. دغه ستندېرډ معمولاً خالصې اوبه دي چې د تودوخې درجه يې د سليسوس څلور درجې دي. دغه معيار د کلکو او اوبلنو اجسامو لپاره د منلو وړ دي. د گازونو لپاره دغه معيار هوا په نظر کې نيول کېږي.

$$Sp \cdot Gr = \frac{(\rho)}{(\rho_s)} \text{ د جسم کثافت} \\ \text{د ستاندرد مادې کثافت}$$

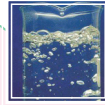
مخصوصه وزن بې له واحدو يو کمیت دی چې يوازې د عدد په وسيله بنودل کېږي چې د اندازه کولو په ټولو سیستمونو کې عين قيمت لري. دغه کمیت هم د کلکو او اوبلنو گازونو لپاره په جدولو کې ليکل کېږي او د مسايلو په حل کې ور څخه گټه اخيستل کېږي.

### 3-3: ارتجاعيت (Elasticity)

مخکې مو وڅېړل چې اهتزازي او څپه ييز حرکتونه څه ځانگړتيا لري، څرنگه منځ ته راځي؟ دلته غواړو پوه شو چې په کلکو اجسامو کې د بهرني قوې عمل او جسم ته څه قسم د شکل بدلون ورکوي، په داسې حال کې چې د جسم کلي حجم بدلون نه مومي. دا چې يو جسم د بهرني قوې د عمل لاندې خپل شکل ته بدلون کوي او د قوې د لرې کېدو وروسته خپل پخواني حالت ته راوگرځي، دې ته د جسم ارتجاعيت ويل کېږي. هر کله چې يو کلک جسم د بهرني قوې تر اغېز لاندې خپل شکل بدل کړي او د قوې له لرې کېدو وروسته خپل پخواني شکل اختيار نکړي، دغه اجسام غير ارتجاعي بلل کېږي. د دغه اجسامو څخه په تخنيک کې گټه اخيستل خاص ارزښت لري. معمولاً پلاستيکي اجسام ډېر لږ خپل پخوانی حالت اختياروي.



شکل (3-3)



### فعالیت

زده کوونکي دې په دوو ډلو ووېشل شي. يوه ډله دې کلک ارتجاعي اجسام په گوته کړي او بله ډله دې کلک غیر ارتجاعي جسمونه په نښه کړي.

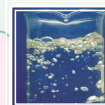
په دغو کلکو اجسامو کې، لاک، موم، ربر يا له مسو او اوسپنې څخه ډېر نری شوی سیمونه، یو له بل سره پرتله کړئ. که چېرې نوموړي اجسام د بهرني قوې د اغېز لاندې راشي، څرنگه د هغوی د ارتجاعیت او غیر ارتجاعیت خصوصیت ددغه اجسامو مالیکولي جوړښت په نتیجه کې توضیح کېدای شي؟ ښوونکی دې پر موضوع رڼا واچوي.

### 3-4: تراکمي فشار (Stress)

د فشار په اړوند مو د مخه کافي معلومات تر لاسه کړي دي چې د قوې في واحد سطحې ځینې عبارت دي.

اوس غواړو چې په ارتجاعي کلکو اجسامو باندې، د قوې عمل وڅېړو. ویل کېږي چې په اوبلنو او غازي اجسامو باندې د بهرنۍ قوې عمل کلکو ارتجاعي اجسامو ته ورته والی لري؟

څرنگه چې د کلکو، اوبلنو او غازي اجسامو فزیکي حالت او جوړښت یو له بل ځینې توپیر لري، نو دا علت دی چې د دې موضوع په اړوند یوازې کلک ارتجاعي جسمونه د بهرنۍ قوې تر اغېز لاندې څېړو.



### فعالیت

دوه ډېر نري سیمونه چې قطرونه یې، د څو ملي مترو په حدودو کې وي او اوږدوالی یې نژدې 70cm وي په دوو میخونو باندې څړوو، د هر سیم په بله خوا کې نیم کیلوگرام وزنونه څړوو. که چېرې د دغه سیمونو اوږدوالی مخکې او وروسته له وزن څړولو څخه په دقیقو وسایلو اندازه کړو، آیا د سیمونو په اوږدوالي کې به کوم بدلون راشي؟ په دوو گروپونو کې دې زده کوونکي د اوږدوالي دغه بدلون وویي او د خپل نوم په مقابل کې دې هغه ولیکي. لیدل کېږي چې د قوې او یا هم وزن د راکشېدو په نتیجه کې دغه سیمونه یو څه اوږدېږي. که عامله قوه لرې کړای شي، نوموړي سیمونه خپل پخواني حالت ته راگرځي. زده کوونکي دې دغه حالت هم اندازه کړي او ځانونه دې ور باندې پوهه کړي.

له دغه فعالیت څخه به ولیدل شي چې نوموړي سیمونه ارتجاعی خاصیتونه لري. فرضاً په سیم باندې د جسم عامله قوه  $F$  او د سیم مقطع  $A$  دی، هغه فشار چې د  $F$  قوې د تاثیر لاندې د سیم په  $A$  مقطع باندې واردېږي،  $P = \frac{F}{A}$  دی. دلته  $F$  د راکشیدو قوه،  $A$  د سیم مقطع او  $P$  هغه فشار دی چې د سیم په جوړښت او شکل کې د قوې د عمل په وسیله رامنځ ته کېږي.

همدارنگه پاتې دي نه وي چې د سیم د اتمونو ترمنځ هم قوه عمل کوي چې دغه قوه د اتمونو ترمنځ عامله قوه باله شي. چې په نورمال حالت کې د جسم جوړښت او شکل په هغې پورې اړه لري. همدارنگه د اتمونو ترمنځ یوه خلاشته چې هغه د اتمونو د مالیکولونو ترمنځ واټن بلل کېږي. کله چې بهرنۍ قوه پر جسم باندې وښکته خواته عمل وکړي، نو دا بهرنۍ قوه د جسم اتمونه ښکته خواته راکاږي، له بلې خوا څخه د اتمونو ترمنځ عامله قوه د هغې په مخالف سمت باندې عمل کوي، ترڅو د سیم یا د جسم جوړښت وساتي. د سیم اوږدوالی له ښکته خواته یوازې د مالیکولونو او یا اتمونو ترمنځ د واټن د لوی والي په نتیجه کې منځ ته راځي.

هغه فشار چې د سیم په معینه مقطع کې د  $F$  قوې په وسیله منځ ته راځي، د ثابتې  $F$  قوې د اغېز لاندې د سیم له مقطع سره معکوساً متناسب دی، یعنې د سیم په نري کیدو سره پر هغې باندې فشار زیاتېږي، که چېرې دا کار دوام پیدا کړي، نو فشار فوق العاده زیاتېږي او ممکنه ده چې سیم وشکېږي. همدارنگه که د سیم مقطع ثابت وساتل شي، نو د قوې په زیاتیدو سره رابښکتنې فشار مستقیماً زیاتېږي. دا پدې معنا ده چې سیم نور فشار نشي زغملای او د جسم د جوړښت د اتمونو ترمنځ اړیکې قطع کېږي او سیم پرې کېږي.

کله کله داسې واقع کېږي چې سیم نه پرې کېږي، بلکې د هغه په فزیکي شکل کې بدلون پیدا کېږي چې په تخنیک کې د فلزاتو دغه خاصیت په نظر کې نیول کېږي، زیارایستل کېږي چې په مختلفو حوادثو کې د قوې د اغېز لاندې کوم شکل چې بدلون مومي، د قوې د بیرته کیدو وروسته جسم خپل لومړی حالت اختیار کړي چې په حقیقت کې د جسم یا فلز دغه خصوصیت ته ارتجاعی حالت ویل کېږي.

د واحداتو د اندازه کولو په بین المللي سیستم یعنې SI کې د فشار واحد د پاسکال ځینې عبارت دي، که چېرې یو نیوټن قوه پر  $1m^2$  سطحې باندې عموداً عمل وکړي، نو د فشار اندازه به یو پاسکال ( $1Pa$ ) وي، په تخنیک کې پر سیمونو باندې فشار په کیلو پاسکال محاسبه کېږي.



په یو لړ کتابونو کې د عاملې قوې، د سیم د مقطع د مساحت نسبت ته *Stress* ویل کېږي او د  $\delta$  په سمبول سره ښودل کېږي.

$$(\text{stress})\delta = \frac{\text{قوه}}{\text{د سیم د مقطع مساحت}}$$

$$\delta = \frac{F}{A} \quad \text{او یا هم لیکلای شو چې:}$$

دغه کمیت په پاسکال سره اندازه کېږي.

**مثال:** یو مسی سیم چې د مقطع قطر یې  $0.003m$  دی، د هغې د stress د اندازه کولو لپاره یو تخنیکي لابراتوار ته استول کېږي، که چېرې تخنیکي کارکوونکي  $100kg$  کتله د هغې له مقطع څخه را ځورنده کړي. د قوې فشار د سیم پر مقطع په  $kpa$  سره حساب کړئ.

**حل:**

$$d = 0.003m$$

$$F = 100 \times 9.81$$

$$F = 981N$$

$$A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 3.14 \times \left(\frac{0.003m}{2}\right)^2$$

$$A = 3.14(0.0015m)^2$$

$$A = 3.14 \times 0.00000225m^2$$

قیمتونه وضع او د معلوم کړئ:

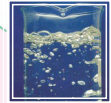
$$\delta = \frac{F}{A} = \frac{981N}{(0.000225)(3.14) \times 10m^2 \times 10^{-6}} = \frac{981N \times 10^6}{(0.000225)(3.14)m^2}$$

$$\delta = 138853503.184713Pa$$

$$\delta = 138853.503184713kPa$$

### 3-5: اوږدوالی او فشار

مخکې مو د یوه نري ارتجاعي سیم پرمقطع باندې د قوې عمل وڅېړه فکر کولای شئ چې د قوې عمل د سیم پر اوږدوالي کومه اغېزه لرلای شي؟



#### فعالیت

په دريو ډلو کې د مسو درې سیمونه چې اوږدوالي یې یو متر وي، د ټولگي په دريو ځایونو کې په یوه کلک جسم باندې راوځړ وئ او بیا څلور مختلف الوزنه اجسام د سیمونو په ځوړوند شوي سرکې ځوړند کړئ. وگورئ چې د وزنونو په زیاتیدو او د سیمونو د اوږدوالي له بدلون سره مستقیماً متناسب دي او که نه؟ دغه افاده یو ځل بیا په ارتجاعي رابنکلو کې د هوک قانون را په یاده وي. د هوک قانون بیانوي چې ارتجاعي عامله قوه، د ارتجاعي جسم د  $x$  له انحراف سره مستقیماً تړاو لري، یعنې:

$$F = kx$$

د نري سیم د  $A$  مقطع په مساحت د کشش قوې د فشار لپاره لیکلای شو:

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

$$P = \frac{K}{A} \cdot X$$

په تخنیک کې معمولاً د  $\frac{K}{A}$  ثابت د رابطې د تناسب ثابت ویل کېږي، په داسې حال کې چې  $K$  د هوک قانون یو ثابت کمیت دی چې د ارتجاعي اجسامو له خصوصیتونو پورې اړه لري.

همدارنگه که چېرې  $L$  د سیم اوږدوالی په عادي حالت کې له بهرنۍ قوې پرته د تاثیر څخه وي او  $\Delta L$  د سیم په اوږدوالي د قوې له اغېز څخه وروسته بدلون وي، نو په دې حالت کې د هوک قانون په دې شکل لیکل کېدای شي:

$$P \approx \frac{\Delta L}{L}$$

او یا د تناسب د یوه ثابت عدد په نظر کې نیولو سره پورتنۍ رابطه دغه شکل ځانته غوره کوي.

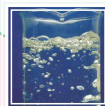
$$P = \text{const} \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

که د سیم په اوږدوالي کې د بهرنۍ قوې د اغېز لاندې زیاتوالی راشي، نو په دې صورت کې  $P$  ته کشش او یا د سیم رابنکنه ویل کېږي، او که چېرې د سیم د اوږدوالي په کمیت کې د قوې د اغېز لاندې کموالی رامنځ ته شي، نو په دې صورت کې د سیم اتومونه یو بل ته نژدې کېږي چې دې حالت ته فشار یا تراکم ویل کېږي.

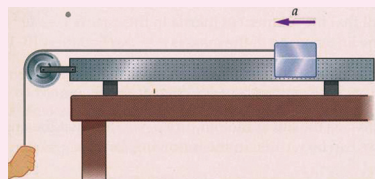
که چېرې په وروستی رابطه کې ثابت کمیت په  $E$  سره وښودل شي:  $P = E \frac{\Delta L}{L}$

$\frac{\Delta L}{L}$  د ارتجاعی سیم د کشش «رابنکلو» نسبتي اوږدوالی ارایه کوي. په داسې حال کې چې  $E$  د یونگ د ارتجاعیت موډول دی او په  $kP_a/mm^2$  سره ارایه کېږي.  $P$  د سیم د کشش یا رابنکلو ځینې عبارت دي. هر کله چې  $\frac{\Delta L}{L} = 1$  شي، په دې حالت کې  $P = E$  دي، یعنې کشش یا رابنکل د یونگ له موډول سره برابر دی. د اندازه کولو د واحداتو له نظره د یونگ موډول او رابنکل د اندازه کیدو مساوي واحدونه لري. په عمل کې د کشش په وسیله د سیم اوږدول د سیم له اصلي اوږدوالي سره پرتله کېدای شي، یعنې مخکې له دې چې دا عمل سره ته ورسېږي، سیم پرې کېږي.

## فعالیت



یو ربري نسبتاً نری نل د شکل مطابق د مېز پر سر تړو او بل سرې له یوه څرخ څخه مخ بڼکنه څړو. د ربري نل په یوه معین موقعیت د یوې کرې په وسیله د نل قطر اندازه کوو او هغه ته  $d_1$  وایو، وروسته د نل د څړول شوې برخې سره یو جسم چې د  $W$  وزنه ولري څړو.



شکل (3-4)

د دغه وزني د څړوندولو په نتیجه کې د نل په اوږدوالي کې د  $\Delta L$  په اندازه اوږدوالی رامنځ ته کېږي او کرې چې په نښه شوي حصه کې یې د  $d_1$  قطر درلود، د متجانس اوږد شوي نل په اوږدو کې د  $d_2$  قیمت اخلي، نو په دې حالت کې د قطرونو نسبت له  $\frac{\Delta L}{L}$  سره متناسب دی، یعنې:  $\frac{d_1}{d_2} \approx \frac{\Delta L}{L}$

دغه فعالیت دې درې تنه زده کوونکي په جلا جلا ډول سرته ورسوي او پایله دې د تختې پرمخ پرتله کړي.

دغه فعالیت د هوک د ارتجاعیت قانون لاندې صورت نیسي. کله چې د وزنې د کشش قوه په سوکه توگه لرې کېږي، په دې حالت کې د نل ټول ابعاد خپل پخواني حالت ته راگرځي، خو دغه حالت په بشپړه توگه د وزن په لرې کیدو صورت نه نیسي، بلکې وروسته د یوه څه وخت په تېریدو سره د نل ابعاد خپل پخوانی حالت اختیاري.

که چېرې د دغه نل لپاره د  $\frac{\Delta d}{d_1} \approx \frac{\Delta L}{L}$  رابطه د معادلې په شکل ولیکو، د اړتیا په صورت کې باید هغه د یوه ضریب په وسیله سره وتړو:

$$\frac{\Delta d}{d_1} = \mu \frac{\Delta L}{L_1}$$

$\mu$  د نل د ابعادو د اندازه کیدو لپاره د پادسون ضریب باله شي. چې د نل د ارتجاعي خصوصیت د بدلون په عملیه کې ارزښت لري. د  $\mu$  ضریب چې بُعدی کمیت نه دي یا واحد نه لري او یوازې عددي ارزښت لري او قیمت یې له 0.01 څخه تر 0.3 پورې دي بدلون مومي.

باید وویل شي چې د وزن د کشش لاندې د نل ابعاد په دوو استقامتونو بدلون مومي. که د یوې خوا، رېږن نل د وزن تر اغېز لاندې د اوږدوالي یعنی  $L$  په لور زیاتېږي، له بلې خوا د مقطع د قطر اندازه کمېږي. یعنی  $\Delta L > 0$  او  $\Delta d < 0$  قیمتونه اختیاري خو په محاسبه کې د کمیتونو مطلقه قیمت په نظر کې نیول کېږي.

### د بولک مودول (Bulk Modulus)

له بولک مودول چې د بولک نژدې کیدلو (تراکمي) مودول په نامه هم یادېږي د  $B$  په توري سره ښودل کېږي او هغه پر یو ارتجاعي جسم باندې د (Stress) او حجمي کشش (Strain) د وېشلو (تقسیم) له حاصل څخه لاسته راځي. د ارتجاعیت عمده خصوصیت دا دی چې په ټاکلي حجم کې د جسم کثافت باید یو شان وي.

که چېرې کشش (Stress) په  $P_1 - P_2 = \Delta P$  او د دغه Stress په نتیجه کې لاسته راغلي حجمي کشش Strain په  $\text{Strain} = \frac{\Delta V}{V_1}$  سره وښیو، نو په دې حالت کې د بولک مودول لاندینی قیمت

$$B = \frac{\text{stress}}{\text{strain}} = \frac{\Delta P}{\frac{\Delta v}{v_1}} = v_1 \cdot \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

ځانته اختیاري:

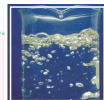
وروستی رابطه د ارتجاعي جسم حجمي بدلون، د بهرني مېخانیکي قوې تر اغېز لاندې ښيي. د بولک مودول د هر ارتجاعي جسم لپاره یو ثابت قیمت لري.

## د شیر مودول Shear Modulus

په تخنیک کې کلک اجسام خورا ډېر استعمالېږي، نو له دې کبله پوهان د دغه اجسامو جوړښت په ځیر سره څېړي، کله چې د خارجي قواو تر اغېز لاندې راځي، د هغو اغېزې گوري او د نیمگړتیاوو د رامنځ ته راتگ په صورت کې وړتدایر نیسي.

د شیر مودول هم په دې بحث کې د یو کلک مکعب مستطیل شکله ډول باندې د stress او strain حوادث بیانوي.

د دې لپاره چې موضوع ته وردننه شو لاندینی فعالیت اجرا کوو:



### فعالیت

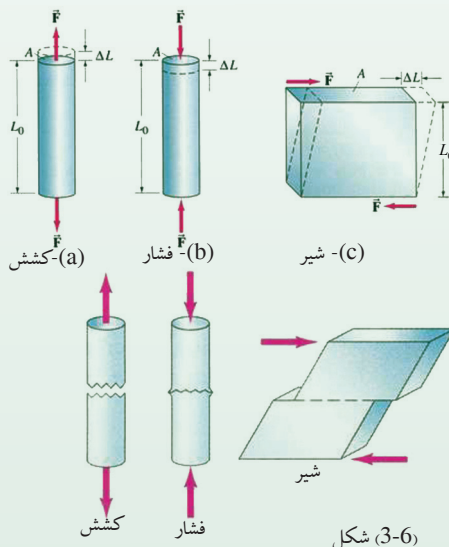
زده کوونکي په دوو ډلو باندې وپشو، او لومړۍ ډلې ته یو نری کتاب او دویمې ډلې ته یو ډبل کتاب ورکو. هره ډله په ترتیب سره د شکل سره سم د کتاب پر یوه مخ باندې په عمود ډول فشار واردوي او خپل مشاهدات په یوه پاڼه کې لیکي. د هرې ډلې استازی د خپلې ډلې یادداشت خپل ټولگي ته بیانوي.

د هرې ډلې له نمایش څخه وروسته، ښوونکي د فشار ورکولو په نتیجه کې د هر کتاب حجمي بدلون او ځانگړتیاوې توضیح کوي، بیا په ساختماني چاروکې د داسې فلزي اجسامو څخه دگټې اخیستلو ته اشاره کوي.



د پورتنی فعالیت په نتیجه کې د شیر مودول چې د شیر غورځولو مودول هم ورته وایي او د  $S$  په سمبول ښودل کېږي، داسې بیانېږي:

د شیر غورځولو مودول ( $S$ ) د کلکو موادو د شکل ارتجاعیت د قوې د تاثیر لاندې توضیح کوي. د شکل مطابق په یوه کلک کتاب باندې د  $F$  مساوي او متقابل قوه عمل کوي، د دغه قواوو د عمل په نتیجه کې مکعب مستطیل دوران کوي. د دغه قواوو د عمل او دوران په نتیجه کې د مکعب مستطیل حجم بدلون نه مومي. په دغه حالت کې د شیر stress له لاندینی رابطې په ذریعه وړاندې کېږي.



شکل (3-6)

د مماسي F قوې عمل  
 $\text{stress} = \frac{\text{د شیر د مکعب مستطیل سطحه}}{\text{د شیر}}$

$$\delta_s = \frac{F}{A} \quad \text{او یا:}$$

ددې لپاره چې د شیر مودول تعریف شي، لازمه ده چې د strain لپاره رابطه یو ځل بیا ولیکو:

$$\varepsilon_s = \frac{\Delta L}{L_o}$$

په دې رابطه کې،  $\Delta L$  شیر غوڅ شوی واټن دې او  $L_o$  معکب مستطیل د لومړني حالت اوږدوالی ارایه کوي. که چېرې د شیر stress پر شیر strain باندې ووبشو، نو د شیر مودول یعنی S ورڅخه لاسته راځي، یعنی:

$$\text{د شیر مودول} = \frac{\text{د شیر stress}}{\text{د شیر strain}}$$

که په وروستی رابطه کې د Stress او Strain قیمتونه وضع کړو، نو لیکلای شو چې:

$$S = \frac{\delta_s}{\varepsilon_s} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L_o}} = \frac{F}{A} \times \frac{L_o}{\Delta L} = \frac{F \cdot L_o}{A \cdot \Delta L}$$

د شیر مودول (S) د اندازه کولو واحد ( $\frac{N}{m^2}$ ) دی.

## د دریم څپرکي لنډيز

په دې څپرکي کې د مادي مېخانيکي حالتونه، د اټومي او ماليکولي جوړښتونو له پلوه په تفصيل سره توضیح شوي دي. د اټومونو او ماليکولونو ترمنځ د کشش قوې او د هغو د څرنگوالي په اړوند بحث شوی دی. د اجسامو په اړوند د قوې د تاثیر لاندې د مادې ارتجاعي خصوصیت په پراخه توګه توضیح شوی دی د ارتجاعي او غیر ارتجاعي کلکو اجسامو تفریق څپرل شوی او دا په ګوته شوې ده چې د قوې تر اغېز لاندې، کله چې قوه لرې کېږي، اټومونه يا ماليکولونه او يا هم بې ځايه شوې برخه بېرته خپل لومړني حالت ته راګرځي. د کثافت واحدونه د  $\frac{kg}{m^3}$  او  $\frac{gr}{cm^3}$  څخه عبارت دي.

همدارنگه د کلکو شيانو د کثافت د معلومولو او د کثافت واحد د کتلې في واحد جسم په ذريعه اندازه کېږي، مخصوصه وزن په اړوند چې د اندازه کولو واحدات يې کوم دي، بحث شوی دی. په داسې حال کې چې مخصوصه وزن د يو رياضي عدد په وسيله وړاندې کېږي.

همدارنگه د  $(F)$  عاملي قوې اغېز د  $(A)$  سطحې په يوه واحد باندې فشار (stress) بلل شوی دی. که يو نيوتن قوه په يو متر مربع سطحې باندې واره شي، نو فشار يو پاسکال تعريف شوی دی يعنې:

$$1N/1m^2 = 1Pa$$

همدارنگه د شير او بولک فشارونه چې د کشش په نتيجه کې منځ ته راځي، تر بحث لاندې نيول شوي دي. دا چې کلک اجسام د قوې د فشار او رابښکني تر اغېز لاندې څومره تحمل او طاقت لري، په دې بحث کې مهم او اغېزمن رول لوبوي. د تحمل دغه قابليت د فشار په وسيله د جسم په اوږدوالي د شير او بولک په حوادثو کې څرګند شوي دي.

د ارتجاعيت لپاره د يونګ بولک او شير مودولونو معلومول او د کلکو اجسامو د خصوصيت معلومول په تخنيک او ساختماني چارو کې خورا مهم او ضروري دي.

## د دریم څپرکي پوښتنې

1. اجسام د اتومي او مالیکولي جوړښتونو او د هغو ترمنځ د واټنونو په لرلو سره په لاندېنيو حالتونو کې وجود لري. (صحیح یا سم ځواب کوم دی)؟

الف- غاز اوبلن او کلک اجسام.

ب- کنگل شوي، ايره شوي او سکاره شوي اجسام.

ج- د هوا، سیندونو او غرونو په شکل.

د- د شاخکو، نوري وړانگو او ذرو په شکل.

2. د مالیکولي جوړښت له نظره د غاز، اوبلنو موادو او کلکلو اجسامو عمده توپيرونه په دريو کرښو کې وليکئ.

3. د يوه جسم کثافت او مخصوصه وزن څه توپير لري؟ د هغوی د اندازه کولو واحدونه وليکئ.

4. يو کلک جسم چې  $45\text{kg}$  وزن او  $3\text{m}^3$  حجم لري. که چېرې  $g = 981 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$  وي، د نوموړي جسم کثافت به څومره وي؟

5. د stress کمیت د لاندینۍ رابطې په وسیله وړاندې شوی دی  $\delta = \frac{F}{A}$

په دې رابطه کې پر  $F$  او  $A$  رڼايي واچوئ، د اندازه کولو واحدونه یې وليکئ.

6. د  $P$  فشار فزیکي مفهوم د  $F$  قوې د کشش لاندې توضیح کړئ او د  $P = E \frac{\Delta L}{L}$  د رابطې شامل کمیتونه توضیح کړئ او وویاست که چېرې  $\Delta L = L$  شي، څه پېښېږي؟



7. د بلک مودول د لاندینۍ رابطې په وسیله تشریح شوی دی.  $s = \frac{F \cdot L_o}{A \cdot \Delta L}$

د رابطې شامل کمیتونه توضیح کړئ:

8. د شیر مودول عبارت دي له:  $s = \frac{F \cdot L_o}{A \cdot \Delta L}$

د رابطې شامل کمیتونه توضیح کړئ.

9. یو پنځوس گرام ( $51gr$ ) د پترولو تېل  $75cm^3$  حجم لري. د دغه پترولو کثافت او مخصوصه وزن حساب کړئ.

10. معلوم کړئ چې  $300gr$  پاره " $Hg$ " خومره حجم لري، په داسې حال کې چې د پارې کثافت  $\rho = 13600 \frac{kg}{m^3}$  دی.

## د مادي تودوخیز خواص



پوهېږو چې د فزیک علم، د جهان قانون مندي، په بنسټیزه توګه بیانوي. د مادي جهان دغه څپر نه د مختلفو اړخونو له پلوه د همدغه مادي جهان متفاوت تاثیرات را برسېره کوي.

د فزیک عالمان د مادي د تودوخیزو ځانګړتیاوو او د تودوخې د ماهیت په برخه کې له ډېرو کلونو راهیسې خپلې نظریې ښکاره کړي دي. هغوی فزیکي پېښې تر مطالعې لاندې نیولي او د فزیکي پېښو په هره برخه کې یې خپلې نظریې لیکلي دي.

د پخواني یونان له علماوو څخه دیموکریټوس (Democritus) چې جامد جسم یې د نوساني حرکت لرونکو ذراتو مجموعه ګڼله، د څو پېړیو په تېرېدو سره چې د بشر ذهنیت بیا د مادي خواص او تودوخیزو پېښو ته متوجه شو، حرکي نظریه د تجربې په اساس منځ ته راغله.

لکه څنګه چې بیکن یو انګلیسي عالم وویل؛ مورګورو چې حرارت په اصل کې د جسم د داخلي اجزاوو له ډېر تېز حرکت څخه عبارت دی. څو کاله وروسته د کالوریک نظریه منځ ته راغله.

عالمان په دې باور وو چې تودوخه له یو سیال موجود څخه عبارت دی چې نه وزن لري اونه په سترگو لیدل کېږي چې هغه ته یې کالوریک وویل هغوی ویل چې کله لرگی یا سکاره وسوځول شي، نو په پایله کې ورڅخه یو اندازه کالوریک پیدا کېږي چې دا کالوریک نورو اجسامو ته هم انتقالیدای شي او بیا هغه جسم گرموي، خو کله چې هغه جسم بیرته سرېږي، نو بیا به یې ویل چې نوموړي جسم خپله یوه اندازه کالوریک له لاسه ورکړی دی. همدارنگه د عالمانو په واسطه اجرا شوو تجربو وښودله چې د اصطکاک په واسطه تودوخه پیدا کېږي، د بېلگې په توګه: که یو کلک جسم د یوې برمې په واسطه سوری کړو او په هغه سوري شوي ځای کې اوبه واچوو، نو هغه اوبه د اور یا حرارت ورکولو پرته د زیات اصطکاک له امله په جوش راځي. (40) څلویښت کاله وروسته ژول (Joule) د ځینو دقیقو تجارو په واسطه وښودله چې یو مقدار میخانیکي انرژي تل د یو مقدار تودوخې د پیدا کیدو سبب ګرځېدلې او دا تودوخه له همدغې میخانیکي انرژي سره برابر ده، یعنې دا تودوخیزه انرژي او میخانیکي انرژي یو له بله سره معادل دي، نو بنا پر دې تودوخه هم له یو ډول انرژي څخه عبارت ده، خو اوس منل شوي نظریه د مالیکولونو حرکتی نظریه ده، ټول عالمان په ګډه په دې نظر دي چې ټول مواد له ډېرو کوچنیو ذراتو څخه جوړ شوي دي چې مالیکولونه نومېږي. مالیکولونه یو بل جذبوي، دا د جذب قوه په جامداتو کې ډېره غښتلې او په ګازاتو کې ډېره ضعیفه ده، په جامداتو کې مالیکولونه یو بل ته ډېر نژدې دي نسبت مایعاتو او ګازاتو ته، یعنې مالیکولي واټن په جامداتو کې بیخي کمه ده او په ګازاتو کې دا مالیکولي واټن ډېر زیات دی.

اوس ګورو چې د مالیکول موضوع د تودوخې د اغېز له موضوع سره څه اړیکه لري؟ کله چې یو جسم ته حرارت یا ضربه ورکول کېږي، د هغه جسم د مالیکولونو د حرکت چټکتیا ډېرېږي او داسې یو ډول حرکت منځ ته راوړي چې د (تودوخیزې ناکرار تیا) په نامه یادېږي. په دې ډول حرکت کې مالیکولونه یو له بل سره ټکر کوي چې دا ټکر د نورو ګاونډیو مالیکولونو د ګرمیدو سبب کېږي.

د ګرم جسم مالیکولونه د ساړه جسم په پرتله په ډېرې تېزۍ سره حرکت کوي. د جسم هغه مالیکولونه چې ډېر چټک حرکت کوي، د هغوی واټن هم یو له بله زیاتېږي چې دغه انتشار او د مالیکولونو ترمنځ واټن، د جسم د حجم د لویوالي لامل کېږي او د فضا ډېره برخه نیسي. د بېلگې په ډول: کله چې یو جامد جسم ته حرارت ورکړو، نو مالیکولونه یې دومره چټک حرکت کوي یو له بله لرې کېږي چې په پایله کې په مایع او بیا په ګاز بدلېږي، خو کله چې د جسم تودوخه کمه شي، نو د مالیکولونو حرکت یې ورو، ورو کمېږي او کله چې د مالیکولونو حرکت یې پخ شي، نو د مالیکولونو خپل منځي د جاذبې قوه یې یو پر بل اثر کوي او یو بل ته سره نژدې کېږي. چې په پایله کې د جسم حجم کمېږي او لږ ځای نیسي، په دې معنا چې د حرارت په زیاتېدو سره جسم انبساط او د حرارت په کمیدو سره جسم انقباض کوي.

وگورئ! تاسې ته جوته ده چې تودوخه د انرژۍ یو ډول دی، کله چې هغه له یوه جسم څخه بل جسم ته لېږدول کېږي، تر یوه حده د جسم په کیفیت او حالت کې بدلون راولي. که همدغه جسم د یوې بلې ښکارنده (پدیدې) له پلوه وڅېړو، د هغه قانون مندي د تودوخې د اغېز لاندې مطالعه کېږي.

په دې فصل کې د مادي جهان څېړنه د تودوخې د اغېزې لاندې روښانه کېږي. د تودوخې اصلیت د هغې د انتقال ډولونه، تور فزیکي جسم او د هغې تشعشعي قوانین هدف ته د رسېدو لپاره ضروري دي چې باید پرې وپوهېږو.

## 1-1-4: د هدایت په واسطه د تودوخې لېږد

کوم موسم تاسو زیات خوبښوئ دویي یا ژمی؟ د فصلونو په بدلون سره د هوا حالت هم بدلېږي په دویي کې هوا ګرمه او په ژمي کې سړېږي. د بدلېدونکې هوا په شرایطو کې د خپل ځان د روغ رمټ ساتنې او له ناروغۍ څخه د مخنیوي لپاره موږ د زیاتو فزیکي قوانینو، په تېره بیا د مادې تودوخیزو خواصو څخه ګټه پورته کوو. د دویي په گرمۍ او یا هم د ژمي په یخۍ کې موږ باید د خپل بدن د تودوخې درجه ثابته وساتو او دا کار د فزیکي قوانینو په پوهېدو شونی دی.

د بېلګې په توګه: د دویي په ګرمه ورځ کې که چېرې نازکې او سپنې جامې واغوندو او هم د لمر مستقیمې وړانګې د سپینو جامو د اغوستلو په صورت کې تر ډېره حده منعکسې او بدن ته نه داخلېږي. همدارنګه د خپل بدن د سړولو لپاره ساړه او یخ شیان، لکه د څاه یخې اوبه، آیس کریم، سړې نوشاپې او سړې شرومې څښو او د کوټې په داخل کې بادپکې او یا هم ایرکنډشن ته ځانونه نژدې کوو. د ژمي په سړه ورځ کې زیاتې او ګرمې جامې اغوندو او زیار باسو چې په کور کې پاتې شو او ګرم شیان، لکه ګرم چای، ګرمې شیدې، ګرم آس او ګرمه شوله خورو، ترڅو د بدن تودوخه مو ثابته پاتې شي، یخ مو ونه وهي او ناروغه نه شو.

تودوخه د انرژي یو ډول دی، تودوخه د مالیکولونو، اتومونو، الکترونونو او نورو ذرو د حرکت حرکي او پوتنشیل انرژي ده، تودوخه زیاتره د داخلي انرژي په نوم هم یادېږي.

شيان يا جسمونه په راز، راز طريقو تودوخه له لاسه ورکوي، يا په بل عبارت: تودوخه له يو جسم څخه بل جسم ته په مختلفو طريقو لېږدول کېږي. په دې هکله د مهارت د تر لاسه کولو لپاره لاندې مثالونه په پام کې ونيسئ.

1- د يوې فلزي ميلې يو سر په اور يا د گاز په لمبه ږدو، وروسته له څه وخته ميله گرمېږي او دا گرمي د ميلې بل سر ته هم رسېږي. په بل عبارت، تودوخه له اور يا د گاز له لمبې څخه د ميلې هغه سر ته چې په اور کې دی او له هغه ځايه د ميلې بل سر ته ځي. ښکاره خبره ده چې ددې تجربې په ترڅ کې د گرم جسم يا گرم (اور) اتومونه فلزي ميلې ته نه دي لېږدول شوي. همدارنگه د ميلې د گرمي انتها اتومونه هم د هغې بل سر ته د ځای بدلون نه دی کړی. هر کله چې تودوخه د يوه جسم له يوه ځايه څخه بل ځای ته پرته له دې چې اتومونه يا ماليکولونه يې د ځای بدلون وکړي ولېږدول شي، د تودوخې دا ډول لېږد ته هدايت وايي. دکلکوييا جامدو جسمونو په دننه کې تودوخه يوازې د هدايت په طريقه لېږدول کېږي.

2- په ژمي کې يوه گرمه بخاری د ټولې کوټې هوا گرموي. د بخاری د پاسه او هغې ته نژدې هوا گرمېږي پورته ځي يا صعود کوي او له بخاری څخه لرې، سره هوا د بخاری خواته راځي او وروسته له دې چې گرمه شي دا هوا هم پورته خواته ځي. له دې ځايه جوټېږي چې د کوټې هوا په گرمولو کې د هوا د ماليکولونو بهير اغېزمن دی.

د تودوخې دا ډول لېږد چې په هغه کې د ماليکولونو او اتومونو د ځای بدلون رول لري، د تودوخې د جريان يا کانوکشن په نوم يادېږي. په مایعاتو او گازونو کې د تودوخې لېږد په همدې طريقه ترسره کېږي. دکانوکشن په طريقه د تودوخې د لېږد لامل دادی چې د مایعاتو او گازونو ماليکولونه د جامداتو په انډول خپلواک دي او د کثافت بدلون چې د تودوخې د درجې تابع دي د اتومونو او ماليکولونو د ځای بدلون لامل کېږي.

3- په داسې حال کې چې د ځمکې او لمر ترمنځ هم په ځينو برخو کې مادي محيط نشته، بلکې خلاء ده، خو په پر له پسې توگه د لمر تودوخه ځمکې ته رارسېږي. ښکاره خبره ده چې د مادي محيط په نه شتون کې د لمر تودوخه ځمکې ته نه د هدايت او نه هم د کانوکشن په طريقه رارسېږي، بلکې د تودوخې دا ډول لېږد د تشعشع په نوم يادېږي. د تودوخې په تشعشع کې مادي محيط ته د لېږد د واسطې په توگه اړتيا نشته.

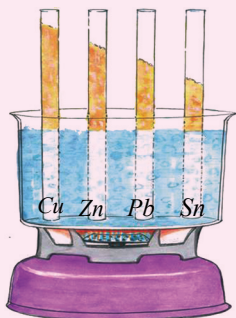
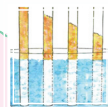
## 2-1-4: د هدايت (conduction) توضیح

د تودوخيز هدايت په طريقه تودوخه د جسم له يوې نقطې څخه بلې نقطې ته د ذرو يا ماليکولونو له حقيقي حرکت پرته لېږدول کېږي. د تودوخې د لېږد تر ټولو آسانه طريقه همدا ده چې په مقداري توگه توضیح او تشریح کېدای شي. په دې طريقه کې د گرم جسم د ماليکولونو حرکتی انرژي د ساړه جسم له ماليکولونو سره د مخامخ تماس له امله هغوته لېږدول کېږي. د گرم جسم د ماليکولونو حرکتی انرژي د ماليکولونو او اتومونو د اهتزازي حرکتی انرژي په بڼه ده. د ساړه جسم اتومونه د کوټې د تودوخې په درجه کې د خپل تعادل حالت په شاوخوا کې اهتزازي حرکت ترسره کوي. د دې اهتزاز امپليټود د جامد جسم د اتومونو ترمنځ له واټن څخه کوچنی دی. که چېرې سوړ جسم گرم جسم سره چې د ماليکولونو اهتزازي حرکتی انرژي يې زیاته ده، په مستقیم تماس کې واقع شي، د هغه د ماليکولونو اهتزازي حرکتی انرژي د ساړه جسم ماليکولونو ته لېږدول کېږي او د هغو د اهتزاز امپليټود زیاتوي. په دې طريقه تودوخه له يو جسم څخه بل جسم ته هدايت کېږي. که چېرې جامد جسم فلزي يا اوسپنه وي، خپلواک الکټرونونه هم د تودوخې په لېږد کې ونډه اخلي. تر اوسه پورې مو د دوو بېلابېلو گرمو او ساړو جسمو ترمنځ د هدايت په واسطه د تودوخې لېږد، مطالعه کړې. اوس به وگورو چې په يو جسم کې تودوخه له يوې نقطې څخه بلې نقطې ته څرنگه هدايت کېږي. کله چې د يوې فلزي ميلې يو سرگرم کړو، د هغه د ماليکولونو حرکتی انرژي زیاتېږي او په لوړ امپليټود سره اهتزاز ترسره کوي او تودوخيزه انرژي له يوه ماليکول څخه بل ماليکول ته لېږدول کېږي. د تودوخې دا لېږد د ميلې تر بل سر پورې دوام کوي، خو ماليکولونه انتقالي حرکت نه کوي بلکې د خپل تعادل حالت په موقعيت کې پاتې کېږي.

اوس چې د هدايت په ميکانيزم پوه شو و به وگورو چې د ټولو اجسامو د هدايت وړتيا يو شان ده او که يو له بل څخه توپير لري. ددې کار لپاره لومړي د يوې مسي ميلې يو سر په لاس کې نيسو او بل سر يې د اور لمبې ته ورنژدي کړو، وروسته له څه وخت څخه د ميلې هغه سر چې زموږ په لاس کې دې دومره گرمېږي چې نورې په لاس کې نشو نيولی، خوکه چېرې د مسي ميلې پر ځای يوه بنيسنه يي ميله د اور لمبې ته نژدې کړو، و به وينو چې له ډېر زيات وخت څخه وروسته د بنيسنه يي ميلې هغه سر چې زموږ په لاس کې دی، لږ څه گرمېږي. له دې تجربې څخه جوتېږي چې مختلف توکي راز راز د تودوخيز هدايت وړتيا لري.

ددې لپاره چې پوه شو چې مختلف توکي راز راز د تودوخيز هدايت وړتيا لري، لاندې تجربه ترسره کوو:

### فعاليت



شکل (4-1)

د جوش اوبو په يوه لوشې کې له (4-1) شکل سره سم د مختلفو فلزاتو، لکه مس (Cu)، جست (Zn)، قلعي (Sn) او سړيو (Pb) ميلې ږدو. د ټولو ميلو مخونه د موم د نازکې پانې په واسطه پوښل شويدي، د فلزاتو د هدايت د وړتيا له (ضريب) سره سم، موم گرمېږي او په تدريجي توگه په ويلې کېدو پيل کوي.

د تودوخې خپرېدنه د هرې ميلې تړبل سره پورې چې د موم له تدريجي ويلې کېدو څخه معلومېږي، په هره ميله کې يو له بل څخه توپير لري او تودوخه د هرې ميلې بل سرته په مختلفو وختونو کې رسېږي. له دې تجربې څخه پوهېږو چې د مختلفو توکو تودوخيز هدايت يو شان نه، بلکې يو له بل څخه توپير لري او د نوموړي مادې په جنسيت او ډول پورې اړه لري.

## 3-1-4: د تودوخې درجو پېژندنه

په فزيک او ورځني ژوندانه کې، تودوخې له مختلفو درجونه گټه اخيستله کېږي. موږ په دې بحث کې د تودوخې د درجې درې ډولونه چې ډېر معمول دي، در پېژنو او د هغو تر منځ له اړيکو نه يادونه کوو. له هغه وروسته به تاسې له ځينو فزيکي ښکارندو سره، لکه د تودوخې انبساط او د درجه لرونکو صفحو پرمخ د تودوخې د درجو له مختلفو تر ماميترونو سره بلدتيا پيدا کړئ.

## 4-1-4: د سلسیوس د تودوخې درجه

د تودوخې ډېر ساده سنجوونکې (سلسیوس ترمایتر) چې هغه ته دسانتي گريد ترمایتر هم وايي د سویلېني منجم پو اسط چې اندرس سلسیوس د (1701-1744) (Anders Celsius) نومیده جوړ شو چې (د اوبو د انجماد نقطې) له 100 درجو څخه تر صفر درجي (د اوبو د غلیان نقطې) پورې درجه بندي شوه. وروسته، د دې درجه بندي سرچپه یعنی صفر درجه د اوبو د انجماد لپاره او 100 درجي د اوبو د غلیان لپاره د مشهور بیولوژي پوه کارولوس لینیوس (1707-1778) پواسطه درجه بندي شوه. اوس مهال موږ د اوبو د انجماد درجه  $0^{\circ}C$  او د اوبو د غلیان نقطه  $100^{\circ}C$  د ترمایتر پر صفحه لولو. د سکيل طول له صفر څخه تر 100 درجو، په سلو مساوي برخو ویشو او هره حصه یې دسانتي گريد یوه درجه منلې ده. په دې ترمایتر کې له سلو درجو پورته و جود نه لري، خو له صفر نه د ټیټو درجو د لوستلو لپاره د ترمایتر صفحه له صفر څخه لاندې تر  $273^{\circ}C$  - پورې هم نښه شوي دي.

## 4-1-5: د فارنهایت د تودوخې درجه

د فارنهایت د تودوخې درجه گبریل فارنهایت (1668-1736) (Gabrel Farenheit) په خپل لابراتوار کې، صفر ټیټه درجه او د انسان د بدن تودوخه یې 96 درجي و ټاکله.

دا چې نوموړي ولې د اسکيل و ټاکه، تر اوسه پرې څوک ندې پوه شوي. اوس د مودرن ترمایتر د (سکيل) پر صفحه د انسان د بدن تودوخه له  $96,6^{\circ}F$  سمون (مطابقت) لري. سربيره پردې د (سکيل) په دې صفحه کې د اوبو انجماد له  $32^{\circ}F$  او د اوبو د غلیان نقطه له  $212^{\circ}F$  سره سمون لري چې د آخري منل شوي ترون پر اساس له 32 څخه تر 212 درجي د فارنهایت بدلون له صفر څخه تر 100 درجي سانتي گريد د تودوخې درجي توپير سره سمون لري. ښايي په یاد ولرو چې نه یوازې د فارنهایت درجه له سانتي گريد سره توپير لري، بلکه دهغوی اندازه هم یو له بله سره توپير لري. لکه څنگه چې د دهغوی د درجو نسبت  $\frac{100}{180} = \frac{5}{9}$  دی، ځکه نو د سلسیوس ( $T_C$ ) او فارنهایت ( $T_F$ ) درجو د تبدیلو لولپاره له خطي رابطې  $T_F = aT_C + b$  څخه گټه اخلي. د تعریف او پورتنۍ رابطې پر اساس د a او b ثابتو تعیین،  $0^{\circ}C$  د فارنهایت په درجو په دې توگه بدلولای شو:

$$32^{\circ} F = a(0^{\circ} c) + b = b$$



نوډ  $b$ ، ثابت قیمت عبارت له  $32^\circ F$  څخه دي، همدارنگه د غلیان نقطې په وضع کیدو سره د  $a$  ثابت قیمت داسې لاسته راوړلی شو:

$$212^\circ F = a(100^\circ C) + 32^\circ F$$

د وروستی رابطې په حلولو سره د  $a$  قیمت داسې لاسته راځي.

$$a = (212^\circ F - 32^\circ F) / 100^\circ C = \frac{180^\circ F}{100^\circ C} = 9/5 \frac{F^\circ}{C^\circ}$$

د پورتنیو نتایجو له یوځای کولو، د سلسیوس او فارنهایت د درجو ترمنځ رابطه په لاندې توگه لاسته راځي:

$$T_F = (9/5 \frac{F^\circ}{C^\circ}) T_C + 32^\circ F \dots\dots\dots(1)$$

همدارنگه د فارنهایت او سلسیوس درجو ترمنځ رابطه له (1) رابطې څخه هم پرلاس راوړي شي.

$$T_C = (\frac{5}{9} C^\circ / F^\circ)(T_F - 32^\circ F) \dots\dots\dots(2)$$

**د بېلگې په ډول:** د تودوخې  $10^\circ C$  درجې د فارنهایت ( $F^\circ$ ) په درجې د بدلولو لپاره لیکلای شو:

$$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32 = 9/5(10) + 32 = 50^\circ F$$

**مثال:** دیوه ترمامیتر دایروي صفحه د سلسیوس او فارنهایت په درجو درجه بندي شوې ده. په داسې

حال کې چې د فنر عقربه په پسرلي کې د فارنهایت 75 درجې وښيي.

a. د سلسیوس کومه درجه به لدې درجې سره سمون ولري؟

b. که په ژمي کې تودوخه  $2.0^\circ C$  وي، د فارنهایت کومه درجه له هغه سره سمون لري؟

**حل:** د تودوخې درجو د بدلولو لپاره، د  $a$  جز د حل لپاره د  $T_C = (5/9)(T_F - 32)$  له رابطې او د

$b$  جز د حل لپاره د  $T_F = 9/5 T_C + 32$  له رابطې څخه داسې گټه اخلو:

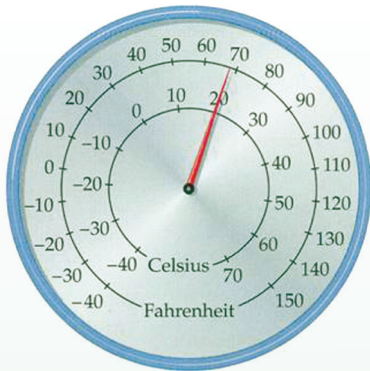
د  $a$  جز حل: د  $T_F = 75^\circ C$  قیمت د (2) په رابطه کې وضع کوو، نو لرو چې:

$$T_C = 5/9(75 - 32) = 24^\circ C$$

د  $b$  جز حل: د  $T_C = -2.0^\circ C$  په وضع کولو د (1) په رابطه کې لرو:

$$T_F = \frac{9}{5}(-2.0) + 32^\circ = 28.4^\circ F$$

**تمرین:** د تودوخې کومه درجه ده چې اندازه یې د دواړو ترمامیترونو په صفحو کې یو ډول لیدله کېږي؟



شکل (4-2)

**حل:** د پوښتنې د شرط په نظر کې نیولو سره:

$$T_F = T_C = t$$

$$t = \frac{9}{5} t + 32$$

$$\frac{-4t}{5} = 32 \quad \text{د حل له رابطې وروسته لرو چې:}$$

$$t = -40$$

### د کار د سموالي د امتحان لپاره:

د  $T_F = -40^\circ F$  قیمت په بدلولو سره په (2) رابطه کې لیکلای شو:

$$T_C = (5/9)(-40 - 30) = -40^\circ c$$

نو،  $-40^\circ c > -40^\circ F$  عین قیمت لري چې د مخکیني مثال په شکل کې داسمون (مطابقت) په وضاحت سره لیدل کېږي.



#### پوښتنه

د تودوخې درجه په فارنهایت سره محاسبه کړئ چې عددي قیمت یې د سلسیوس په ترمامیتر کې د هغه له درې برابره سره سمون ولري.

## 4-1-6: د کلوین د تودوخې درجه

د کلوین تودوخې درجې د درجه لرونکې صفحې یا سکيل نوم د Lord Kelvin William Thomson 1824-1707

سکاټلنډي فزیک پوه پواسطه کېښودل شو چې اساس یې مطلقه صفر درجه تشکیلوي (مطلقه صفر درجه د تودوخې هغه درجه ده چې په هغې کې د اکسیجن گاز ترفشار لاندې منجمد کېږي چې له  $-273.15^\circ c$  سره سمون لري).

په حقیقت کې د  $0^{\circ}k$  قیمت په دقیقه توګه هماغه مطلقه صفر دی، ځکه نو په دې سکیل کې د تودوخې منفي درجې و شتون نه لري. د کلون سکیل د درجو اندازه د سلسیوس سکیل له درجو سره برابر دی. لکه څنګه چې وویل شول مطلقه صفر درجه تودوخه له  $-273.15^{\circ}C$  تودوخې سره سمون (مطابقت) لري، نو د کلون او سلسیوس د سکیل تر منځ د تودوخې درجو د بدلون لپاره له لاندې رابطې څخه ګټه اخلو:

$$T = T_C + 273.15 \quad \dots\dots\dots(3)$$

په پورتنۍ رابطه کې  $T$  د کلون د تودوخې درجه او  $tC^{\circ}$  د سلسیوس د تودوخې درجه ښيي، د تودوخې د درجو لوستل په کلون سکیل کې نظر سلسیوس او فارنهایت ته توپیر کوي. د نړیوال تړون مطابق د کلون درجې د لوستلو لپاره د درجې ( $^{\circ}$ ) له نښې صرف نظر کوي، د بېلګې په ډول:

5 درجې کلون، ( $5^{\circ}k$ ) نه، بلکې د  $5k$  په بڼه لیکي. که څه هم په عمومي ډول په ورځنیو محاسباتو کې د سلسیوس او فارنهایت له سکیلو نو څخه ډېره ګټه اخیستل کېږي، خو په فزیک کې کلون نظر نورو سکیلونو ته ډېر استعمالېږي.

**تمرین:**  $55^{\circ}F$  څو درجې کلون کېږي؟ حساب یې کړئ.

**حل:** لومړی د فارنهایت درجه په سلسیوس بدلو:

$$tC^{\circ} = 5/9(55 - 32) = 13^{\circ}C$$

اوس د سلسیوس درجه په کلون تبدیلوو:  $T = 13 + 273.15 = 286.15k$

د تودوخې د درجو درې سکیلونه په (3-4) شکل کې ښودل شوي. په شکل کې معمولي او د اړتیا وړ درجې په نښه شوي چې له دې درجو څخه په ګټې اخیستلو سره درې واړه سکیلونه یو له بله سره پرتله کولای شو:



(3-4) شکل،

د تودوخې د درجو سکیلونه

په شکل کې مهمې او د ضرورت وړ د تودوخې درجې لکه د ځینې جسمونو او د اوبو د انجماد او غلیان نقطه په هر سکیل کې لیدل کېږي.

## 4-2: تودوخیز انبساط

زیات شمېر مواد د تودوخې د حاصلولو په صورت کې انبساط کوي. د بېلگې په ډول. د برېښنا د سیم لینه په شدید اوږي کې د ژمي د ورځو په پرتله انبساط کوي او اوږدېږي.

په حقیقت کې زیاتره ترمامیترونه د دیوالی او طبی ترمامیترونه په گڼون چې د ناروغ تبه پرې معلوموي هم پر همدې بنسټ جوړېږي. د یوې مایع لکه سیمابویا الکولو انبساط د دې لامل کېږي چې د مایع جگوالی (ارتفاع) په ترمامیتر کې بدلون وکړي او د تودوخې مختلفې درجې وښيي. په دې بحث کې به موږ د اجسامو د تودوخیز انبساط په خطي (طولي)، سطحي او حجمي بعدونو کې په لنډ ډول مطالعه کړو.

### 4-2-1: طولي انبساط

یوه فلزي میله د  $L_0$  په اوږدوالی چې د  $T_0$  تودوخې لرونکې ده په پام کې نیسو. تجربې ښيي، هرکله چې دې میلې ته تودوخه ورکړو او یا یې سره کړو، په دواړو حالتونو کې د میلې په طول کې بدلونونه مستقماً متناسب د تودوخې درجې له بدلونونو سره دي.

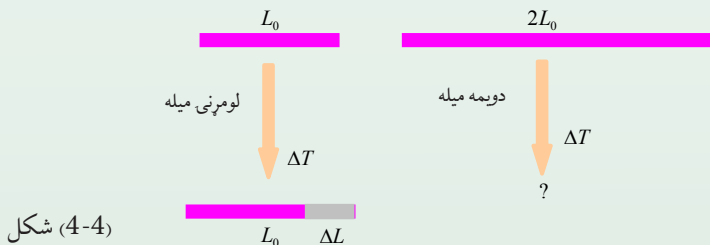
نو که د تودوخې د درجې بدلون ته  $\Delta T$  او د میلې د اوږدوالي بدلون ته  $\Delta L$  ووايو، د طول دا زیاتوالی په ریاضي کې په دې ډول افاده کولای شو:

$$\Delta L = \text{constant } \Delta T$$

په پورتنۍ رابطه کې ثابت تناسب د مادې په ډول پورې چې میله له هغې جوړه شوې، اړیکه (ارتباط) لري.

**تمرین:** کله چې یوې لومړنۍ میلې ته د  $\Delta T$  په اندازه تودوخه ورکړو د هغې اوږدوالی د  $\Delta L$  په اندازه زیاتېږي، که دویمې میلې ته چې د لومړنۍ میلې دوه برابره اوږدوالی لري او له عین موادو څخه جوړه شوي وي، د اولې میلې په اندازه تودوخه ورکړو، آیا په هغه کې د طول د زیاتوالي اندازه:

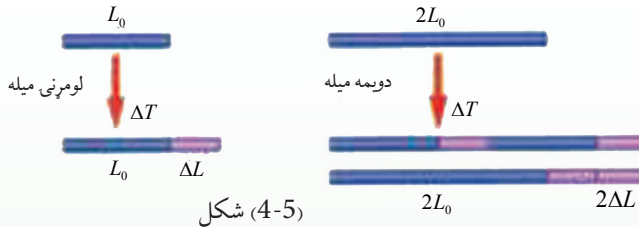
a.  $\Delta L$  دی؟، b.  $\Delta L$  دی؟ او یا c.  $\Delta L/2$  دی؟



شکل (4-4)

## استدلال او مباحثه:

فرض کوو چې دویمه میله د دوه لومړنیو میلو له یو ځای کیدلو او اتصال څخه د شکل مطابق جوړه شوې وي:



کله چې تودوخه د  $\Delta T$  په اندازه زیاته شي، نو د لومړنۍ میلې د هرې برخې اوږدوالی  $\Delta L$  انبساط کوي او په پایله کې د دواړو میلو مجموعي انبساط به د  $2\Delta L$  په اندازه وي چې په حقیقت کې به دا اندازه د دویمې میلې له ټول (کلي) انبساط سره برابره وي، نو د پوښتنې سم ځواب (b) دی یعنې دویمه میله د  $2\Delta L$  په اندازه یعنې د لومړنۍ میلې دوه برابره انبساط کوي. د تمرین له حل څخه، دې پایلې ته رسېږو چې تغیر په طول کې مستقیماً هم له اصلي طول او هم د  $\Delta T$  د تودوخې له بدلونونو سره متناسب دی. ثابت تناسب په  $\alpha$  سره ښيي چې هغه د طولې انبساط د ضریب په نامه یادوي. نو کولای شو طولې انبساط ضریب داسې تعریف کړو:  $\Delta L = \alpha L_0 \cdot \Delta T$

د  $\alpha$  واحد د SI،  $K^{-1} = (C^{\circ})^{-1}$  په سیم کې لاندې جدول د  $\alpha$  قیمتونه د مختلفو موادو لپاره ښيي.

مواد	د طولې انبساط ضریب ( $\alpha$ ) په $(K^{-1})$
سرب	$29 \times 10^{-6}$
المونیم	$24 \times 10^{-6}$
برنج	$19 \times 10^{-6}$
مس	$17 \times 10^{-6}$
اوسپنه (فولاد)	$12 \times 10^{-6}$
کانکریت	$12 \times 10^{-6}$
معمولی ښیښه	$11 \times 10^{-6}$
پایرکس ښیښه	$3.3 \times 10^{-6}$
کوارتز	$0.5 \times 10^{-6}$

**مثال:**

د ایفل برج چې له او سپنې څخه په 1889 کال د الکساندر ایفل (Alexander Eiffal) پواسطه په حیرانوونکي ډول په پاریس کې جوړ شوی دی. که د برج ارتفاع په  $22^\circ C$  تودوخه کې د ورځې  $301m$  وي، نو ارتفاع به یې په  $0^\circ C$  کې د شپې له خوا څومره وي؟

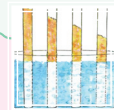
**حل:** د برج په لوړوالي کې توپیر د  $\Delta L = \alpha L_0 \cdot \Delta T$  له رابطې څخه داسې لاسته راځي له جدول څخه په گټې اخیستنې لرو چې:  $\alpha = 12 \times 10^{-6} K^{-1}$   
او همداراز لرو چې:  $\Delta T = -22^\circ C = -22K$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = (12 \times 10^{-6} K^{-1})(301m)(22K) \quad \text{پس:}$$

$$\Delta L = 7.9cm$$

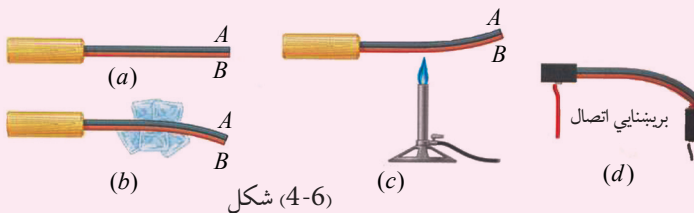
$$L = L_0 - \Delta L = 30100cm - 7.9cm$$

$$L = 300.921m$$

**فعالیت**

آیا مختلف فلزات د تودوخې له امله په متفاوت ډول انبساط کوي؟

**د اړتیاو مواد:** شمع، دوه فلزه تریشه



شکل (4-6)

**کړنلاره**

الف) تریشه چې له دوو خواوو له دوو مختلفو A او B فلزونو څخه جوړه شوې، لومړی ورته د یخ له ټوټو سره تماس ورکړئ. او بل ځل د شمعې په واسطه تودوخه ورکړئ، د (b) او (c) شکلونو ته نظر واچوئ، له خپلې ډلې سره پخپلو مشاهداتو بحث وکړئ، پایلې تر لاسه کړئ چې ولې تریشه په متضادولو روکې انحناکوي؟ او بیا د یو برېښنايي اتومات کارمېخانیکیت له دې اصولو څخه په گټې اخیستنې د (d) په شکل کې خپلو ټولگيوالو ته تشریح کړئ.

همدارنگه ووايئ چې که د اتومات برېښنا په اتومات ډول قطع شي، څه پېښېږي؟

ب) له هغه څخه څخه په گټې اخیستنې سره چې له تجربې څخه مو زده کړي اوس ووايئ چې ولې د تېلو یا گازونو پایپ لاینونه، او د اوسپنې پیلې په ټاکلو واپتونو پرې (قطع) کوي او یا په هغو کې کړی منځته راوړي؟ د زیاتې روښانتیا لپاره له ښوونکي څخه مرسته وغواړئ.

## 2-2-4: تودوخيز سطحی انبساط

زده موکړل چې د تودوخې له بدلونونو سره د اجسامو اوږدوالی بدلون مومي. اوس باید پوه شو چې په اوږدوالي کې دا بدلونونه طبعاً د اجسامو په سطحه کې د بدلون لامل گرځي. د زیات و ضاحت لپاره مربع شکله فلز چې د هرې ضلعې اوږدوالی یې  $(L)$  وي، په پام کې ونیسئ. پدې صورت کې د مربع اصلي مساحت  $A = L^2$  دی. که د دې مربع تودوخه د  $\Delta T$  په اندازه زیاته شي، پدې صورت کې د نوموړې مربع هره ضلعه د  $\Delta L$  په اندازه زیاتوالی مومي او په پایله کې د هرې ضلعې لپاره لیکلای شو چې:

$$L + \Delta L = L + \alpha L \Delta T$$

نو د مربع اخري مساحت داسې حسابولی شو:

$$\begin{aligned} A' &= (L + \Delta L)^2 = (L + \alpha L \Delta T)^2 \\ &= L^2 + 2\alpha L^2 \Delta T + \alpha^2 L^2 \Delta T^2 \end{aligned}$$

اوس که د بدلونونو په پایله کې د  $\alpha \Delta T$  اندازه ډېره کوچنۍ وي، نو په کوچنیو بدلونونو کې به  $\alpha^2 L^2 \Delta T^2$  له هغه څخه ډېر کوچنی وي اوله هغه په صرف نظر کولو مو چې:

$$A' \approx L^2 + 2\alpha L^2 \Delta L = A + 2\alpha A \Delta T$$

په نتیجه کې د  $\Delta A$  قیمت په تغیر کې لیکلی شو:  $\Delta A = A' - A \approx 2\alpha A \Delta T$

که پام وکړئ لیدلی شو چې د طولی انبساط اوسطحي انبساط ترمنځ بشپړ ورته والی موجود دی. یوازې دلته اوږدوالی په فورمول کې په مساحت بدل شوی او ( $\alpha$ ) د انبساط ضریب هم دوه برابره شوی دی. دا محاسبه د یوې نمونې په توګه په یوه مربع مساحت کې تر سره شوه، په داسې حال کې چې دا رابطه په هر ډول سطحه کې د تطبیق وړ ده، د بېلګې په ډول:

که یو دایروي مساحت ( $A = \pi r^2$ ) په پام کې ونیول شي، پدې صورت کې به هم  $\Delta A$  د مساحت زیاتوالی د  $\Delta t$  د تودوخې د زیاتوالي له امله هماغه  $2\alpha A \Delta t$  وي.

### څېړنه وکړئ

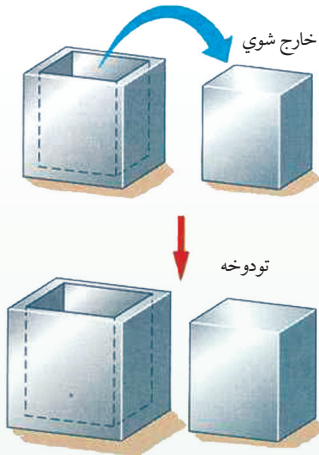


دیو واشل په منځ کې یو حلقه یې سوری دی. کله چې دې واشل ته تودوخه ورکړل شي آیا د دې واشل سوری:

a: انبساط کوي؟ b: انقباض کوي؟ او یا c: په اولي حالت باقي پاتې کېږي؟

تجربه ئې کړئ او په پایلويې په خپلو کې بحث وکړئ.

### 3-2-4: حجمي انبساط



شکل (4-7)

له پورتنی څپرني څخه موخامخا نتیجه ترلاسه کړې چې د تودوخې په ورکولو سره د سوري مساحت زیات شو. نو آیا فکر کوئ چې د یوه ظرف یایوې پیالې حجم به هم د تودوخې د ورکولو په اثر زیاتوالی پیدا کړي؟ لکه څنګه چې په (7-4) شکل کې وینئ، یوبلاک چې د مکعب د داخل یوه برخه ده له مکعب څخه بېله شوې ده.

سیستم ته له تودوخې ورکولو څخه وروسته لیدل کېږي چې د مکعب د نننی حجم په زیاتوالي سره په یوه وخت کې د بلاک په حجم کې هم زیاتوالی را منځ ته کېږي، لکه لومړني حالت غوندې، بلاک په مکعب کې داخلیدلی شي.

اوس د مکعب حجم د بدلونونو د محاسبې لپاره، پوهېږو چې که د مکعب د ضلعي اصلي اوږدوالی  $L$  وپولو، نو حجم به یې  $(V = L^3)$  وي. د تودوخې د درجې زیاتوالی د مکعب د حجم د زیاتوالي لامل کېږي چې داسې یې حسابولی شو:

$$V' = (L + \Delta L)^3 = (L + \alpha L \Delta T)^3 \\ = L^3 + 3\alpha L^3 \Delta T + 3\alpha^2 L^3 \Delta T^2 + \alpha^3 L^3 \Delta T^3$$

د کوچنیو قیمتونو له آخري دوو حدونو  $3\alpha^2 L^3 \Delta T^2$   $\alpha^3 L^3 \Delta T^3$  څخه په صرف نظر کولو سره به ولرو:

$$V' = L^3 + 3\alpha L^3 \Delta T = V + 3\alpha V \Delta T$$

نو د  $\Delta V$  حجمي بدلونونه داسې لاسته راوړو:  $\Delta V = V' - V \approx 3\alpha V \Delta T$

آخري رابطه د بل هر ډول حجم لپاره د تطبیق وړده.

نو په عمومي ډول حجمي انبساط هم، لکه طولي انبساط توضیح کیدلی شي، پدې توپیر چې د حجمي انبساط ضریب له  $3\alpha$  سره برابر دی او هغه د  $\beta$  په توري سره ښيي او هغه داسې یې تعریفوو:

$$\Delta V = \beta V \Delta T = 3\alpha V \Delta T$$

د  $\beta$  واحد د SI، په سیستم کې  $K^{-1} = (C^{-1})$  دی.



د  $\beta$  قیمتونه د یو شمیر مختلفو مایعاتو لپاره په لاندې جدول کې لیدلی شی:

مواد	د حجمی انبساط ضریب ( $B$ ) په ( $K^{-1}$ )
ایتر	$1.51 \times 10^{-3}$
کاربن تیتراکلوراید	$1.18 \times 10^{-3}$
الکول	$1.01 \times 10^{-3}$
بنزین	$0.95 \times 10^{-3}$
د زیتون تیل	$0.68 \times 10^{-3}$
اوبه	$0.21 \times 10^{-3}$
سیماب	$0.18 \times 10^{-3}$

په یاد ولریږئ څرنگه چې د  $1^\circ C$ ، تودوخې بدلون د  $1k$  تودوخې درجې د بدلون عین قیمت لري، نو د اجسامو د تودوخې انبساط د  $\Delta t$  تودوخې د بدلون درجه کولای شي په یو وخت کې د سلسیوس د تودوخې درجې په سکیل او یا کلون سره وښودل شي.

**مثال:** یو مسی فلاسک چې  $150cm^3$  حجم لري ترڅنډو پورې د زیتون له تېلو څخه ډک شوی. که د سیستم د تودوخې درجه له  $6^\circ C$  څخه  $31^\circ C$  ته لوړه شي، په کومه اندازه تېل به له فلاسک څخه د باندې توې شي؟

**حل:**  $\Delta T = 25^\circ C = 25k$

څرنگه چې په سیستم کې هم فلاسک او هم د زیتون تېلو ته تودوخه ورکړل شوې، نو لومړی د تېلو انبساط او بیا د فلاسک انبساط په جلا جلا ډول داسې محاسبه کوو:

له مخکیني جدول څخه په گټې اخیستنې سره لیدل کېږي چې د زیتون تېلو نسبت مسی فلاسک ته ډېر انبساط کړی او له فلاسک څخه د تېلو د توپنډو لامل شوی دی، د زیتون تېلو د حجمي بدلون د

پیدا کولو لپاره لیکلای شو:

$$\Delta V_{oil} = \beta v \Delta T$$

$$= (0.68 \times 10^{-3} k^{-1})(150cm^3)(25k) = 2550 \times 10^{-3} cm^3$$

$$= 2.55cm^3$$



شکل (4-8)

اوس د فلاسک حجمي بدلون داسې حسابوو:

$$\begin{aligned}\Delta V_{flask} &= 3 \alpha v \Delta T \\ &= 3(17 \times 10^{-6} k^{-1})(150 cm^3)(25k) \\ &= 0.19 cm^3\end{aligned}$$

د فلاسک او تېلو د حجمي بدلون ترمنځ توپیر په لاندې ډول دی:

$$\Delta V_{oil} - \Delta V_{flask} = 2.6 cm^3 - 0.19 cm^3 = 2.4 cm^3$$

دا توپیر  $(2.4 cm^3)$ ، د تېلو له حجم نه عبارت دی چې له فلاسک څخه بهر توی شوي دي.

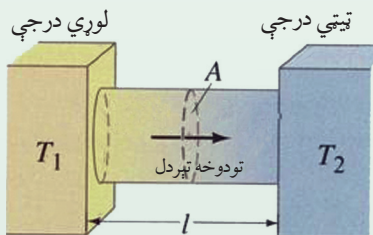
**تبصره:** که سیستم د تودېدو پرځای سرپرې، په هغه صورت کې د تېلو حجم نسبت فلاسک ته ډېر په چټکۍ سره کمېږي، په نتیجه کې د زیتون د تېلو حجم په فلاسک کې ښکته راځي.

**تمرین:** فرض کړئ دا ځل فلاسک ترڅنډو پورې د زیتون پرځای له بنزینو څخه ډکوی. تاسو څه هیله لرئ؟ آیا بیا هم سیستم ته د  $20^\circ C$  تودوخې په ورکولو به، بنزین هم د زیتون د حجم په اندازه له فلاسک څخه بهر توی شي؟ یا له هغه څخه لږ او یا له هغه څخه ډېر؟ د بنزین حجم حساب کړئ اوله مخکیني حجم سره یې پرتله کړئ.

**ځواب:** بنزین ډېر توپېږي،  $\Delta V = 2.85 cm^3$

### 4-3: د تودوخې د درجې گراډینټ

د تودوخیز هدایت د ښې پیژندنې لپاره د یوې استوانه یي میلی په اوږدو کې د تودوخې خپریدنه په پام کې نیسو. له (4-9) شکل سره سم د یوې استوانه یي میلی د  $A$  دوې مقطع گانې چې د  $L$  په واټن یو له بل څخه واقع دي او د هرې یوې د تودوخې درجه په ترتیب سره  $T_1$ ،  $T_2$  ده، په پام کې نیسو. تجربه ښيي چې د  $dt$  په وخت کې د  $A$  له مقطع څخه د  $dQ$  تودوخه تېرېږي. په دې حالت کې د تودوخې د بهیر اندازه،  $\frac{dQ}{dt}$  ده. دغه اندازه د تودوخې د جریان په نوم یاده او په  $H$  سره ښودل کېږي.



شکل (4-9)

تجربه بنیسی چې د تودوخې بهیر  $H = \frac{dQ}{dt}$  په مستقیمه توګه د مقطع له مساحت  $A$  او د تودوخې د درجې له توپیر  $(T_2 - T_1)$  او په معکوسه توګه د  $L$  له واټن سره متناسب دی. د تناسب ضریب  $K$  د مادې یا جسم د تودوخیز هدایت په نوم یادېږي، نو ځکه لیکلای شو چې:

$$H = \frac{dQ}{dt} = KA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

د تودوخې درجې توپیر د اوږدوالي پر واحد نسبت یعنې د  $\frac{T_2 - T_1}{L}$  کمیت د تودوخې د درجې د ګرادینټ په نوم یادېږي. د تودوخې د درجې ګرادینټ یو منفي کمیت وي، ځکه چې تودوخه د کمښت په لوري حرکت کوي، یعنې د تودوخې له لورې درجې څخه د ټیټې درجې په لوري بهیر کوي. په پورته رابطه کې د  $K$  عددي کمیت د جسم په ډول پورې اړه لري. هغه توکي چې  $K$  یې زیات دي، د تودوخې بڼه انتقالونکي دي، هغه چې  $K$  یې کم دی، خرابه انتقالونکي یا عایق دي.

په هر ډول یو نواخت جسم کې چې د مقطع مساحت یې په ټولو نقطو کې یو شان وي، د تودوخې بهیر د مقطع په مساحت  $(A)$  باندې عمود دی. د تودوخې د بهیر  $(H)$  واحد، په SI سیستم کې ژول پر ثانیه یا واټ دی. که چېرې وروستی معادله نسبت  $K$  ته حل کړو، نو لرو چې:

$$K = \frac{dQ \cdot L}{A(T_2 - T_1)dt}$$

د پورتنې رابطې څخه د  $K$  واحد د SI په سیستم کې  $\frac{cal}{cm \cdot c^\circ \cdot s}$  او یا:  $\frac{J \cdot m}{m^2 \cdot k \cdot s} = \frac{w}{m \cdot k}$  دي.

**مثال:** په یو ټولګي کې د هغه د کرکیو د بنیښې د هر یو مساحت  $450cm^2$  او پندوالی یې  $5mm$  دي. که چېرې ټولګي څخه د باندې د تودوخې درجه  $15c^\circ$  او د هغه د ننه د تودوخې درجې  $25c^\circ$  وي، د هغه مقدار حرارت چې د لسو دقیقو په ترڅ کې له، بنیښې څخه خارجېږي، محاسبه کړئ.

حل:  $\Delta Q = ?$

$$T_2 - T_1 = 25^\circ c - 15^\circ c = 10^\circ c$$

$$A = 450 cm^2$$

$$L = 5 mm = 0,5 cm$$

$$t = t_2 - t_1 = 10 \text{ min} = 60 s$$

$$k = 0,0024 \frac{cal}{cm \cdot ^\circ c \cdot s}$$

$$Q = K \frac{A(T_2 - T_1) \times t}{L}$$

لرو چڻي:

$$\Delta Q = \frac{KA(T_2 - T_1) \times \Delta t}{L}$$

$$\Delta Q = \frac{0.0024 \times 450 \times 10 \times 600}{0.5}$$

$$\Delta Q = 2.160 \times 6000 = 12,960 cal$$

$$\Delta Q = 12,960 cal$$

جدول د ځينو توکو د تودوخيز هدايت (k) عددي قيمتونه:

توکې	K په $\left(\frac{w}{m \cdot k}\right)$	توکې	K په $\left(\frac{w}{m \cdot k}\right)$	توکې	K په $\left(\frac{w}{m \cdot k}\right)$
فلزات		مختلف جامد اجسام		گازونه	
المونيم	205.0	بنيينه	0.8	هوا	0.024
برونز	109.1	کنگل	1.6	ارگون	0.016
مس	385.5	کنکريت	0.8	هيليوم	0.14
سرپ	34.7	لرگي	0.2-0.4	هايډروجن	0.14
سپين زر	406.0	وري يا ليمڅي (نمد)	0.04	اکسيجن	0.023
پولاد	50.2				

له پورتنی جدول څخه معلومېږي چې د فلزاتو له جملې څخه سپین زر، تر ټولو زیات تودوخیز هدایت لري، غیر فلزات په عمومي توګه کوچنی تودوخیز هدایت لري. اوبه او نورو اوبلن توکي یا میعات د تودوخې ښه لېږدوونکي نه دي. گازونه هم کوچني تودوخیز انتقال لري، هغه توکي چې برېښنايي هدایت یې زیات دي، تودوخیز هدایت یې هم زیات وي. د زیاتره فلزاتو لپاره د برېښنايي هدایت او تودوخیز هدایت ترمنځ نسبت ثابت وي.

دا تجربه حقیقت د ویدمن فرانس (Wiedemman-Franz) د قانون په نوم یادېږي. له دې قانون څخه معلومېږي چې د برېښنا انتقال او تودوخیز انتقال مېخانیکیت یو شان دي.

د جامدو جسمونو د تودوخیز هدایت له توپیر څخه په ورځني ژوند کې زیاته ګټه اخیستل کېږي. فلزات د تودوخې تر ټولو ښه لېږدوونکي، لرګي، لیمڅي، ښینښه، ګرانیت، پنبه، وړی، تور پلاستیک او رېږ د تودوخې خرابه لېږدوونکي یا عایق دي. د پخلي لوبښی، لکه دیګ، د ډوډۍ پخولو تې، د اوبو جوشولو چای جوش، د چای چاینګ او نور له فلزاتو څخه جوړه وي، ځکه چې د ښه هدایت له کبله په کمه تودوخه او کم وخت کې خوراکي توکي په هغو کې پخېږي، خو د پورته یادشویو لوبښو لاستي له لرګي یا پلاستیک څخه جوړه وي، ترڅو له اور څخه د لرې کولو په وخت کې زموږ لاسونه ونه سوځي، ځکه چې لرګي او پلاستیک د تودوخې عایق دي. د شیرینڅ او آیس کریم بکسونه د دوو دیوالونو په درلودلو سره له قلعي یا اوسپنې څخه جوړه وي. د دیوالونو ترمنځ فضا د لیمڅي یا بلې کومې عایقې مادې څخه ډکوي چې د تودوخې خرابه لېږدوونکي وي او نه پرېږدي چې د محیط تودوخه ورننوزي. وړینې جامې د تودوخې خرابه لېږدوونکي دي، نو ځکه په ژمي کې د انسان بدن گرم او تود ساتي او نه پرېږدي چې د بدن تودوخه د باندې محیط ته ووزي.

د یوه کمیس پر ځای دوه کمیسونه چې له یو ډول ټوکر څخه جوړ شوي دي، د انسان وجود د یخۍ په موسم کې گرم ساتي، ځکه چې د دوو کمیسونو ترمنځ د هوا یو نازک قشر تشکیلېږي او هوا د تودوخې خرابه هادي ده، نو ځکه د بدن تودوخه فضا ته نه لېږدول کېږي.

په هغه هېوادونو کې چې ژمی یې ډېر یخ وي، د ودانیو او کوټو کرکیو ته دوې ښینې ورکوي، داسې چې د دواړو ښینو ترمنځ څو سانتی متره واټن موجود وي او د ښینو ترمنځ فضا چې له هوا څخه ډکه ده او هوا د تودوخې خرابه هادي ده نه پرېږدي چې د کوټې گرمه هوا د باندې ووزي، په دې توګه د کوټې د هوا له سرېدو څخه مخنیوی کېږي. له دې مېتود څخه په هغو هېوادونو کې هم چې هوا یې ډېره گرمه ده، ګټه اخیستل کېږي، ځکه چې د کرکیو له لارې د محیط گرمه هوا کوټو ته نه ننوزي او کوټې سرې پاتې کېږي.

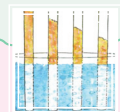
## 1-3-4: د جریان (کانوکشن) په واسطه د تودوخې لېږد

په ساده توګه د تودوخې لېږدول د کانوکشن په طریقه، کولای شو د ګرم جسم د ذرو په خوځولو او بې ځایه کولو سره مشاهده کړو، ځکه چې په دې حالت کې د ګرم جسم خوځول له یو ځای څخه بل ځای نه له ځانه سره تودوخه هم لېږدوي. په کانوکشن کې د هوا یا اوبو یوه کتله په یو ځای کې ګرمېږي او بل ځای ته لېږدول کېږي. کانوکشن داسې پروسه ده چې په هغې کې تودوخه له یوه ځای څخه بل ځای ته د ګرمو ذرو یا مالیکولونو د واقعي حرکت په واسطه لېږدول کېږي.

## 2-3-4: د کانوکشن توضیح

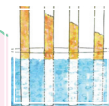
له هر څه مخکې ددې خبرې یادونه په کار ده چې د تودوخې لېږد د کانوکشن په طریقه یوازې په مایعاتو او ګازونو کې ترسره کېږي، کله چې مایعاتو او یا ګازونو ته له لاندې خوا څخه تودوخه ورکړل شي، د تودوخې لېږدول، په خپله تر سره کېږي. د بنکتنې طبقې یا ګرمې مایع کثافت د حجم د انبساط له امله کمېږي، له دې کبله د بنکتنې مایع مالیکولونه پورته خواته ځي او د پورتنۍ طبقې له سږو مالیکولونو سره ګډېږي او هغه هم ګرموي او د هغوی پر ځای ساړه مالیکولونه چې کثافت یې زیات دی بنکتنې طبقې ته راځي، دا هم په خپل وار ګرمېږي او دا بهیر همداسې دوام کوي. په ګازونو کې هم د تودوخې لېږدول، د کانوکشن په طریقه په هم دې ډول دي. کله چې یو ګرم جسم په هوا کې واقع شي، د هوا مالیکولونه ګرموي او ګرمه هوا چې کثافت یې کم وي، پورته ځي او سره هوا د هغې ځای نیسي. په کانوکشن باندې د ښه پوهېدو لپاره دې زده کوونکي لاندې آسانه تجربه تر سره کړي:

### فعالیت



د یوې ګرمې کوټې دروازه لږ واژه یا نیم کبښه کړئ، بیا یوه روښانه شمع د دروازې په پورتنۍ برخه کې په لاس کې ونیسئ، تاسو به وګورئ چې د شمعي لمبه د کوټې باندې خواته کېږي. دا په دې معنا ده چې د کوټې ګرمه هوا چې د کثافت د لږوالي له امله د کوټې په پورتنۍ برخه کې واقع دي له کوټې څخه وزي. وروسته دې هم هغه شمع د دروازې په لاندیني برخه کې په لاس کې ونیسئ، په دې حالت کې به تاسو وګورئ چې د شمعي لمبه د کوټې دننه خواته کېږي دا په ګوته کوي چې د کوټې د باندې سره هوا کوټې ته ننوزي. په دې توګه زده کوونکي په آساني سره کولای شي چې د تودوخې کانوکشن په ګاز (هوا) کې په خپلو سترګو وويني.

په مایعاتو کې د کانوکشن د پروسې تر سره کېدل په لاندې تجربه کې وگورئ:



### فعالیت

له اوبو څخه ډک یو بنښنه یي لوبښي (بیکر) ته یوه اندازه د  $KMnO_4$  پوډر ور واچوئ. بیکر ته تودوخه ورکړئ د اوبو رنگه کرښی یا رگونه مخ پورته ځي او په بیکر کې شا اوخوا ته خوځېږي. د لوبښي په تل یا قاعده کې اوبه گرمېږي او مخ پورته خواته حرکت کوي.



له پورته خوا څخه یخې اوبه د بیکر تل ته راځي، گرمېږي او بیرته پورته خواته صعود کوي. د اوبو یا مایع هر مالیکول گرمې نقطې ته راځي، تودوخه اخلي او بیرته پورته خواته ځي چې دا ټول موږ د اوبو د رنگه کرښو په ډول وینو.

شکل (4-10)

## 3-3-4: د کانوکشن ډولونه

کانوکشن په دوه ډوله دي اجباري (مصنوعي) او خپلواک (طبيعي). په اجباري کانوکشن کې په گرمو توکو کې باید کار تر سره شي، ترڅو تودوخه ساړه ځای ته ولېږدول شي. لکه د اور یا تازه شویو سکرو پکه کول او یا هم د ودانیو د مرکز گرمي په سیستم کې د گرمو اوبو پمپول. د مرکز گرمي په سیستم کې له بایلر څخه گرمې اوبه د ودانیو مرکز گرمي ته پمپېږي، ترڅو په هغو کې بهیر پیدا کړي او دا گرمې اوبه خپله تودوخه ودانیو ته لېږدوي.

د کانوکشن دویم ډول طبیعي یا خپلواک دي. د کانوکشن دا ډول د گرمې او سرې سیمې د هوا د کثافت یا فشار د توپیر له امله رامنځ ته کېږي. گرمه سیمه د کم کثافت یا کم فشار درلودونکي ده. سره سیمه د زیات کثافت او زیات فشار درلودونکي ده، له دې کبله هوا په طبیعي ډول او د چا له مداخلې، پرته د زیات کثافت (لوړ فشار) له سیمې څخه د کم کثافت (ټیټ فشار) سیمې ته بهیر پیدا کوي چې د باد په نوم یادېږي. په بل عبارت گرمه هوا پورته ځي، سره هوا د هغې ځای نیسي. کانوکشن په هوا پېژندنه (میترولوژي) کې خورا مهم رول لوبوي. د بادونو را پیدا کېدل د گرمې هوا پورته کېدو او سرې هوا د رابنکته کیدو څخه پرته بل څه شی نه دي.

## 4-3-4: د تودوخې لېږد د تشعشع (Radiation) پواسطه

بله لاره چې دهغې پواسطه تودوخه خپرېږي، له (تشعشع) څخه عبارت دی. مثلاً کله چې خپل لاس د برېښنا تر گروپ لاندې نیسو، د تودوخې احساس کوو. دا کړنه موږ ته دا رابښي چې زموږ لاس تشعشعي انرژي جذبوي. د دې انرژي لېږدیده د هدایت په واسطه تر سره کېږي، ځکه هوا د تودوخې کمزوري (ضعیف) هادې دي.

همدارنگه د دې انرژي لېږدیده د کانویکشن پواسطه نه تر سره کېږي، ځکه چې توده هوا پورته لوږته صعود کوي.

له یوه ځایه بل ځای ته د تودوخې لېږدیل بې له مادي چاپېریال څخه د وړانگو په واسطه تر سره کېږي، یا په بل عبارت: په خلا کې د تودوخې لېږدیل د وړانگو په واسطه تر سره کېږي، له دې لارې د لمر تودوخه ځمکې ته رسېږي. که چېرې داسې نه وای، نو به ځمکه د لمر په واسطه نه تودیده. د لمر تودوخیزه انرژي د هدایت او کانویکشن پواسطه، ځمکې ته نه رسېږي، بلکې د یو ډول الکترومقناطیسي څپو (امواجو) له لارې لېږدول کېږي. الکترومقناطیسي څپې په مختلفو شکلونو خپرېږي، لکه راډیويي څپې، د ماورای بنفش وړانگې، د اکس ( $x$ )، وړانگې، د گاما ( $\gamma$ ) وړانگې او یا تر سرو وړانگې رابښکته وړانگې.

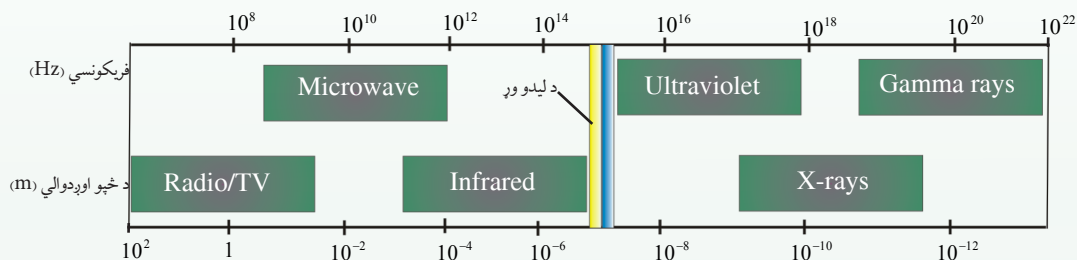
د دې څپو په اصلي ماهیت کې یوازینی توپیر د دې څپو له اوږدوالي څخه عبارت دی.

د مثال په توګه: ډېره اوږده څپه، د راډیو څپه او ډېره لنډه څپه د گاما وړانگه ده چې ( $0,01A^\circ$ ) اوږدوالي لري او له راډیواکتیو موادو څخه تولیدېږي.

تودوخیزه تشعشع له سره رنګه وړانگې د رابښکته وړانگې پواسطه لېږدول کېږي. کله چې دا تشعشعات پر یوه ټوټه تېره یا نورو جسمونو وځلېږي، د هغه مالیکولونه په اهتزاز راځي او د تودوخې د تولیدیدو لامل کېږي. او همدا لامل دی، کله چې د لمر وړانگې د انسان بدن ته رسېږي، انسان د تودوخې احساس کوي. د سپین نور په طیف کې له مریي رنګونو (د طیف اوه رنګونه) سره یوه غیر مریي وړانگې هم وجود لري. دا وړانگه د مریي طیف دواړو خواوو ته واقع ده. هغه برخه چې له قرمز وړانگې مخکې واقع شوې، تر قرمز رابښکته وړانگه او هغه برخه چې له بنفش څخه وروسته ده، ماورای بنفش وړانگه نومېږي. تر قرمز رابښکته وړانگه د  $0,8\mu$  او  $343\mu$  څپو د اوږدوالي ترمنځ واقع ده.



د قرمز څخه رابنځته وړانگه له  $1,5\mu$  څخه په لنډو څپو له پوستکي څخه وزی او پاتې یې جذبېږي او تودوخه منځ ته راوړي. له  $4\mu$  څخه د لوړو څپو اوږدوالي د لازياتو موادو په وسیله جذبېږي. په لنډه توگه په هدايت کې له یو مالیکول څخه بل مالیکول ته د تودوخيزې انرژي لېږدېدنه د مالیکولونو د ټکر له امله ترسره کېږي. په کانویکشن کې د تودوخيزې انرژي لېږدېدل مالیکولونو ته، په یوه وخت کې صورت نیسي او د تودوخې په لېږدولو کې د تشعشع له لارې، الکترومقناطیسي څپې، انرژي له تاوده جسم څخه ساړه جسم ته رسوي چې د انرژي دا ډول لېږدېدنه په خلا کې هم شونې دی.



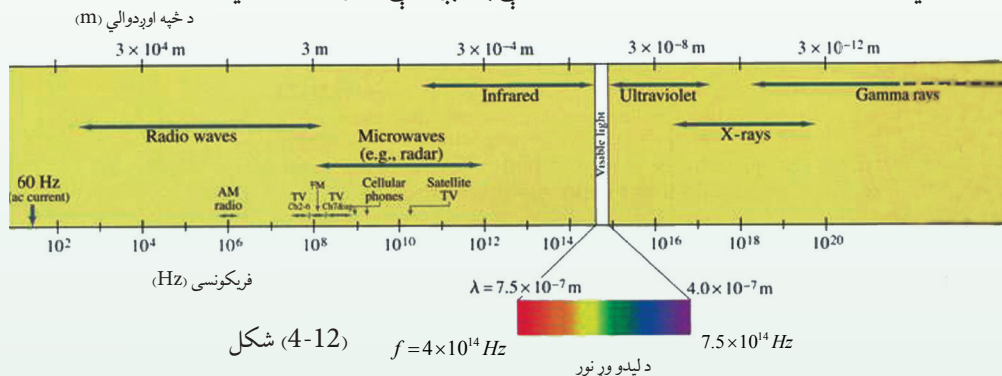
شکل (4-11)

د ماکسویل له نظریې سره سم تودوخيزه تشعشع له گرم جسم څخه سوړ جسم ته له مادې محیط پرته د تودوخې له لېږد څخه عبارت دي.

تودوخيزه تشعشع د نور د تشعشع په شان الکترومقناطیسي څپه ده او د نور په سرعت خپرېږي، د نور د تشعشع له ټولو قوانینو څخه پیروي کوي. له دې کبله د تودوخيزې تشعشع مطالعه د نور په فزیک پورې اړه لري، نو ځکه له زیات تفصیل څخه ډډه کوو او یوازې څو مهم ټکي یادوو. هر گرم جسم خپله تودوخه د تشعشع په ډول له لاسه ورکوي او هم تودوخيزه تشعشع جذبوي. کله چې د جسم د تودوخې درجه له شا اوخوا محیط څخه د تودوخې له درجې سره مساوي شي، ویل کېږي چې جسم د خپل شا اوخوا محیط سره په تودوخيز تعادل کې دی. هغه جسم چې د تشعشع په مرسته زیاته اندازه تودوخه جذب کړي، په دې حالت کې د نوموړي جسم د تودوخې درجه لوړېږي او گرېږي. کله چې یو جسم د تشعشع په ډول دومره تودوخه له لاسه ورکړي چې د هغه په واسطه د جذب شوي تودوخې څخه زیاته وي، جسم سړېږي.

### تودوخیزه تشعشع د لاندې ځانگړتیاوو درلودونکې ده

1. تودوخیزه تشعشع د الکترومقناطیسي څپو طبیعت لري او په خلاء کې د خپرېدو وړتیا لري. مادې محیط ته اړتیا نه لري او د نور په سرعت خپرېږي.
2. تودوخیزه تشعشع هم د نور په شان په سیده یا مستقیم خط خپرېږي.
3. تودوخیزه تشعشع د معکوسې مربع له قانون څخه پیروي کوي، یعنې د تشعشع شدت د واټن له مربع سره په معکوسه توگه متناسب دی.
4. تودوخیزه تشعشع د نوري څپو په څېر انعکاس، انکسار، تداخل، تفرق او استقطاب کوي. د تودوخیزې تشعشع د څپې اوږدوالی په الکترومقناطیسي طیف کې د سره رنگ څخه اوږده او د infrared د سره رنگ لاندې په نوم یادېږي. د تودوخیزې تشعشع د څپو اوږدوالی په الکترومقناطیسي طیف کې له  $8 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$  څخه تر  $0.04 \text{ cm}$  پورې دي. خو د یو محیط په اقلیم او تودوخې درجه کې د سمندرونو د اوبو د کتلو بهیرونه ټاکونکي رول لوبوي. د سمندرونو دا خوځنده اوبه له تودوخې په لېږد کې ستر رول لوبوي.



### 4-3-5: هغه مقادیر چې د تودوخې پرجذبولو اغیزه کوي

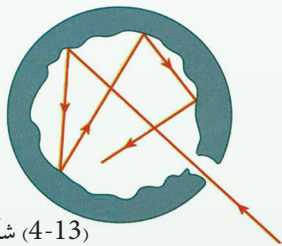
مختلفې تجربې ښيي چې په یوه ټاکلي وخت کې له یوه جسم څخه د خپرې شوې تشعشعي انرژۍ اندازه داروند جسم په جنسیت او د تودوخې درجې پورې اړه لري، ځکه نو په یوه ثانیه کې د خپرې شوې تشعشعي انرژۍ مقدار د سطحې له واحد څخه، د خپرېدو (انتشار) قدرت (emissive power) په نامه یادېږي. کله چې تشعشع جسم ته ورسیده، یوه اندازه یې جذبېږي او پاتې مقدار یې منعکس کېږي. د جذب شوې انرژۍ پرتولې وارده انرژۍ باندې نسبت ته د جذب قابلیت (Absorbativity) وايي. که ټوله وارده انرژي په  $E_1$ ، جذب شوې انرژي په  $E_2$  او د جذب قابلیت په  $\epsilon$  سره وښیو، نو په دې

$$\epsilon = \frac{E_2}{E_1}$$

## 4-4: مطلق تور جسم

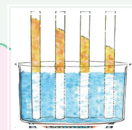
مطلق تور جسم هغه جسم ته ویل کېږي چې په هغه باندې ټول وارد شوی نور په بشپړه توګه د هغه له جهت، طيفي جوړښت او قطبي کیدنې په پام کې نیولو پرته جذب کړي او د هغه ډېره کوچني برخه هم نه منعکسه او نه له ځانه تېره کړي. د مطلق تور جسم د خپرېدلو وړتیا  $e$  مساوي یو دی او تور جسم د ایډیال جاذب په نوم هم یادېږي.

یو ایډیال جاذب ښه تشعشع کوونکی هم دی، که څه هم په طبیعت کې مطلق تور جسم نه شته، خو د هغه بېلګه هغه منځ خالي کره ده چې په یوه برخه کې یې یو کوچني سوري لري او دننه سطحه یې توره شوې ده. که چېرې د نور وړانګه له (13-4) شکل سره سم ددې سوري له لارې په کره باندې وارده کړو، نوموړي وړانګه له څو ځلې انعکاس څخه وروسته د کرې د دننه سطحې په واسطه جذبېږي. په بل عبارت د نوري او یا تودوخیزې انرژۍ د خورا ښې جذبوونکې او خپروونکې سطحې درلودونکي جسم د تور جسم په نوم یادېږي.



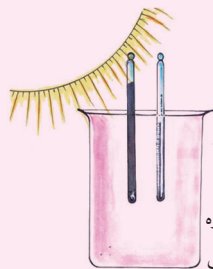
شکل (4-13)

تور جسم کله چې سوړ وي تشعشع نه خپروي، خو کله چې ګرم وي، د هر بل جسم څخه چې د تودوخې په همغه درجه کې واقع وي، زیاته تودوخیزه تشعشع خپروي.



### فعالیت

د A او B دوه عدده ترمایټرونه په یوه فلاسک کې چې هوا یې تخلیه شوې وي (ترڅو چې د کنویکشن عملیه صورت ونه نیسي) له (14-4) شکل سره سم ږدو، هغه دلمر دورانګو په مقابل کې کېږدو. پداسې حال کې چې دواړه ترمایټرونه د مساوي بعدونو لرونکي اوله یوې مادې څخه جوړ شوي وي، و به وینئ چې دواړه په یوه اندازه تودوخه اخلي. اما که د A ترمایټر ته تور رنګ ورکړل شي او B ترمایټر د نقری پواسطه ملمع کړای شي، پدې صورت کې د A ترمایټر نسبت B ته ډېر تشعشعات جذبوي او په نتیجه کې د A ترمایټر د تودوخې درجه د B په پرتله په چټکۍ سره پورته ځي. تور شوی ترمایټر نژدې (79) سلمه وارده شوې تشعشع جذبوي، پداسې حال کې چې د B ترمایټر نژدې (10) سلمه تشعشع جذبوي. په دویمه مرحله کې دواړه ترمایټرونه له فلاسک څخه راوباسئ او په یخچال کې یې کېږدئ.



شکل (4-14) د A او B دوه

عدده ترمایټرونه د فلاسک په دننه کې

د A ترمایټر د تودوخې درجه چې تور دی، نسبت B ترمایټر ته چې سپین دی، په چټکۍ سره ښکته راځي اوسقوط کوي. ځکه نو عملاً دې نتیجې ته رسېږو، هغه اجسام چې تشعشع ښه جذبوي، د تشعشع ښه خپروونکي هم وي اوتل یې د تشعشع د جذب اندازه د خپرولو له اندازې سره مساوي وي.

## 4-5: د تشعشع قانون

د (4-15) شکل د (الف) او (ب) شکلونه بڼي، هرکله چې د وخت په واحد کې د A او B پر دواړو ترمامیترونو د سطحې په في واحد باندې د تشعشعي انرژي اندازه چې مخکې مو تجربه کړه. مساوي وي،  $0_1 E$  او  $0_2 E$  د سطحې پر واحد، د جذب شوې تشعشعي انرژي مقدارونه دي، که د هغو انرژي گانو اندازه چې په هغو کې منعکسه کېږي، په  $r_1 E$  او  $r_2 E$  او همدارنگه د سطحې پر یوه واحد باندې د خپرې شوي انرژي اندازه په  $S_1$  او  $S_2$  سره وښیو، په دې صورت کې لروچې:

$$E = o_1 E + r_1 E$$

$$E = E(o_1 + r_1) \Rightarrow o_1 + r_1 = 1$$

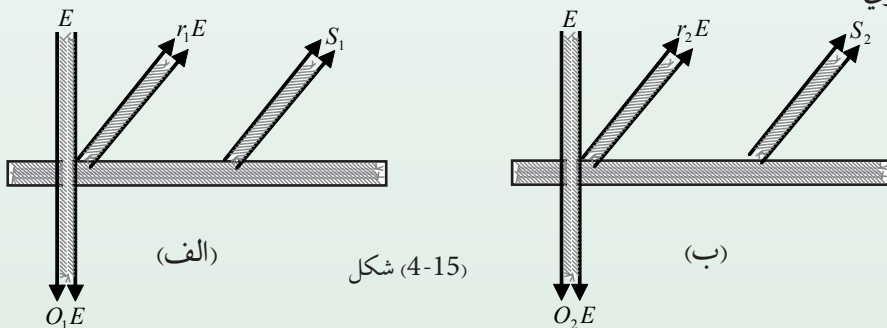
او همدارنگه:  $E = o_2 E + r_2 E \Rightarrow o_2 + r_2 = 1$

له بلې خوا:  $o_1 E = S_1$  او  $o_2 E = S_2$

د قیمتونو له وضع کولو وروسته لیکلای شو:  $E = \frac{S_1}{o_1} \dots\dots(1)$  و  $E = \frac{S_2}{o_2} \dots\dots(2)$

اړیکوله پرتله کولو څخه لیدل کېږي چې:  $\frac{S_1}{o_1} = \frac{S_2}{o_2}$  او یا:  $\frac{o_1}{o_2} = \frac{S_1}{S_2}$ ، وروستی اړیکه دا ثابتوي چې د جذب شوو تشعشاتو د اندازې نسبت او خپرې شوي تشعشع داندازې نسبت هر یو له دوو سطحو

څخه چې جنسیت یې یو شی او د تودوخې درجه یې ثابت وي، یو له بله سره مساوي دی. څرنگه چې په مختلفو موادو کې د جذب قابلیت بدلون کوي، ځکه نو هغه جسمونه چې تور رنگ ولري، د هغوی د جذب قابلیت واحدته نژدې ده، یعنې تقریباً ټوله تشعشعي انرژي جذبوي او هېڅ انعکاس صورت نه نیسي، هغه جسمونه چې ټوله تشعشعي انرژي جذب کړي، د تور جسم (Black body) په نامه یادېږي.



## 1-5-4: د وین قانون (Wien's Law)

د تور جسم د تشعشع د خپې اعظمي اوږدوالی د نوموړې تشعشع له مطلقې تودوخې درجې سره په

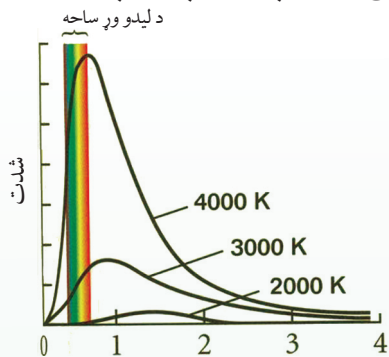
$$\lambda_m \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \lambda_m = K \cdot T^{-1} \quad \text{یعنې: } \lambda_m \propto \frac{1}{T}$$

$$K = \lambda_m T = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{k} \quad \text{اویا}$$

په پورتنۍ اړیکه کې،  $2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{k}$  د وین د ثابت په نوم یادېږي.

د ستیفان-بولتزمن او وین د قوانینو د بڼه وضاحت لپاره په (4-16)

شکل کې د تودوخې په دريو مختلفو درجو کې دیوه تور جسم د تشعشع په طیف کې د انرژي د توزیع گراف رسم شوی دی.



(4-16) شکل د خپې اوږدوالی په (μ m)

په شکل کې له گراف څخه معلومېږي چې د تودوخې درجې په زیاتوالي سره د تشعشع شوې انرژي

سیلان (شدت) زیاتېږي او د اعظمي تشعشع اوږدوالی ( $\lambda_m$ ) کمېږي. د توزیع د منحنی

اعظمي کینې خواته د ځای بدلون کوي او دا قانون د وین د ځای بدلون قانون په نوم یادېږي.

له پورته اړیکې څخه کولای شو، د لمر د سطحې د تودوخې درجه وټاکو. د لمر د سطحې د طیف

خپې اعظمي اوږدوالي په مریي (د لیدو وړ) نور کې د  $500 \text{ nm}$  په شا اوخوا کې دي. د وین د قانون له

اړیکې څخه لیکلای شو چې:

$$T = \frac{K}{\lambda_m} = \frac{2.90 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{k}^\circ}{500 \text{ nm}} = \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{k}^\circ}{500 \times 10^{-9} \text{ m}} = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-7}}$$

$$T = \frac{2.9}{5} \times 10^{-3} \times 10^7 = 0.58 \times 10^4 = 5800 \text{ k}^\circ = 6000 \text{ k}^\circ$$

د جسم د تودوخې درجې په زیاتوالي سره د  $\lambda_m$  لپاره د کمښت بڼه بېلگه د گرم شوي فلز د رنگ بدلون

دي. کله چې پښ (آهنگر) د اوسپنې یوه ټوټه د تازه شوو سکرو د پاسه کېږدي او سکاره ورته پکه کوي،

نو اوسپنه ورو ورو ګرمېږي. په لومړي سر کې اوسپنه توره معلومېږي ( $\lambda_m$  infrared په سیمه کې

واقع دي) وروسته د تودوخې په ډېره لوړه درجه کې اوسپنه په سره رنگ سره ځلېږي، د تودوخې د

درجې په نور زیاتوالي سره، نارنجي، ژېړ او په پای کې شین (آبي) او سپین ځلېږي چې دا هر رنگ په

ترتیب د خپې د اوږدوالي کمښت په ګوته کوي.

د یادونې وړ ده چې اوسپنه مطلق تور جسم نه دی، خو د کرشوف د قانون له مخې د تشعشع په طیف

کې د انرژي د توزیع ډول یې د مطلق تور جسم په شان دي. د ګرم جامد جسم د تودوخیزې تشعشع

طیف پرله پسې یا متمادي دی او په شدید توګه د تودوخې درجې تابع دي. هر څومره چې د تودوخې

درجه زیاته وي، زیاته تودوخیزه تشعشع خپېږي. په لومړي سر کې جسم په کم رنگه او وروسته

روښانه سپین معلومېږي.

## 2-5-4: د ستيفان - بولتزمن (Stefan Boltzmann) قانون

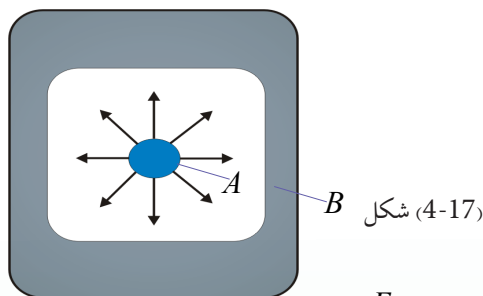
مخکې مو د يوه جسم د تشعشع په هکله خبرې وکړې او په دې پوه شو چې هر جسم تودوخه تشعشع کوي او هم يې جذبوي، اوس غواړو چې د يوه جسم په واسطه د تشعشع د اندازې په هکله وغږېږو او په دې پوه شو چې د تشعشع اندازه د کومو فکتورونو تابع ده.

د لومړي ځل لپاره د تشعشع په وسيله د تودوخې لېږد د مقدار محاسبه دتندال (Tyndall) په وسيله په عملي او تجربې توگه اجرا او په پايله کې هغه پوه شو چې د يو تور جامد جسم د تودوخيزې تشعشع اندازه د هغه د مطلقه تودوخې له څلورمې درجې سره متناسبه ده، خو د دې ډول تجربو په پايله کې بولتزمن هم تائيد کړ چې اوس د ستيفان- بولتزمن د قانون په نامه يادېږي، نوموړې رابطه په دې ډول بنودلای شو: (1) .....  $R_b = \delta T^4$  په پورتنۍ رابطه کې  $R_b$  د سطحې د يو واحد مساحت څخه د تشعشعي انرژي د خپرېدو له قدرت څخه عبارت دی،  $T$  د تودوخې مطلقه درجه ( $273^\circ C + t^\circ C$ ) او  $\delta$  د ستيفان - بولتزمن ثابت دی چې قيمت يې مساوي دی له:

$$\delta = 5.67 \times 10^{-5} \text{ erg / cm}^2 \cdot \text{k}^4 \cdot \text{s} = 5.67 \times 10^{-8} \text{ J / m}^2 \cdot \text{k}^4 \cdot \text{s}$$

له يوې سطحې څخه د تشعشع شوې انرژي (تودوخې) اندازه د نوموړې سطحې له مساحت ( $A$ ) سره متناسبه ده. د تشعشع تر ايد د متشعشع جسم د تودوخې درجې په وړاندې ډېر حساس او د تودوخې د مطلقې درجې له څلورم طاقت سره متناسب دي. د جسم په تشعشع کې يو بل فکتور هم رول لوبوي او هغه د جسم د سطحې طبيعت او څرنگوالی دي چې (emissivity) يا د خپرېدنې وړتيا ورته وايي او په  $\epsilon$  سره ښودل کېږي.

اوس دوه جسمونه چې يو يې تور دی له (17-4) شکل سره سم د يوې محوطې په دننه کې ږدو، که چېرې د محوطې د ديوالونو د تودوخې درجه،  $T$  ثابته وي، د يوې مودې په تېرېدو سره نو موږی دواړه جسمونه به د هماغې درجې د تودوخې درلودونکي وي، ځکه چه د جسمونو ترمنځ د تشعشعي انرژي لېږد تر سره کېږي، يعنې ورو، ورو د دواړو جسمونو ترمنځ تودوخيزه موازنه (برابرتيا) جوړېږي، په پايله کې دواړه جسمونه د برابرې  $T$  تودوخې لرونکي وي او د هغو تودوخه نه ډېرېږي. په دې وخت کې هغه مقدار تشعشعي انرژي چې د دواړو جسمونو في واحد سطحې باندې په واحد وخت کې لگېږي، سره برابر دی، که دا انرژي  $E_1$  فرض شي، څرنگه چې تور جسم  $A$  ټوله انرژي جذبوي، ځکه نو بايد په هره ثانيه کې په هماغه اندازه انرژي له هرې واحدې سطحې څخه خپره کړي، که داسې نه وي، نو د تودوخې درجه يې پورته ځي.



شکل (4-17) B

خرنگه چې د جذب وړتیا  $\varepsilon = \frac{E_2}{E_1}$  ده، نو که چېرې  $E_1 = R_b$  قیمت په پورتنۍ رابطه کې وضع کړو نو  $E_2 = \varepsilon R_b$ . او  $E_2$  هغه مقدرا انرژي ده چې دویم جسم  $B$  یې په واحد سطح کې د وخت په یوه واحد کې اخلي او په همدې وخت کې  $R$  په اندازه له هرې واحدې سطحې څخه انرژي خپروي چې د جذب شوي انرژي مقدار د خپرې شوي انرژي سره برابره ده، یعنې:  $R = \varepsilon R_b$  خرنګه چې  $R_b = \delta T^4$  دې، ځکه نو:  $R = \varepsilon \delta T^4$ ، یعنې د خپرې شوې تشعشعي انرژۍ مقدار د هغه جسم د جذب وړتیا او د مطلقه تودوخې له څلورمې درجې سره برابره ده. اوس که یو له دې دواړو جسمونو څخه چې مساحت یې  $A$  او د تودوخې درجه یې  $T_2$  وي، د یوې محوطې په دننه کې چې د تودوخې درجه یې  $T_1$  دی، د نري تار په وسیله چې د تودوخې عایق وي، د (4-17) شکل سره برابر، ځورندکړو. په دې وخت کې مرکزي جسم یو مقدار تشعشع د محوطې د جدار لور ته او برعکس د محوطې جدار یو مقدار تشعشع د جسم لور ته خپروي. که چېرې  $R_2$  د جسم څخه د تشعشعي انرژي مقدار د محوطې خواته او  $R_1$  د محوطې له خوا خپره شوې تشعشعي انرژي د جسم په لوروي، نو لیکلای شو چې:  $R_2 = \varepsilon \delta A T_2^4$  دیوال له خوا خپره شوې انرژي مقدار، د جسم ( $A$ ) سطحې ته له:  $R_1 = \varepsilon \delta A T_1^4$  څخه عبارت دی. که چېرې د تودوخې درجه  $T_2 > T_1$  وي، د  $R$  خپرې شوې تشعشعي انرژۍ مقدار چې د جسم له سطحې څخه په واحد وخت کې خپرېږي، مساوي دی له:

$$R = \varepsilon \delta A T_2^4 - \varepsilon \delta A T_1^4$$

$$R = \varepsilon \delta A (T_2^4 - T_1^4)$$

$\varepsilon$  ته د جذب قابلیت یا د خپریدو ضریب هم وایې چې د مرکزي سطحې په ماهیت پورې تړاو لري.  $\varepsilon$  یو مجرد عدد دی چې قیمت یې د صفر او یو ترمنځ تحول کوي. کله چې یو جسم په پشپړه توګه تور جسم په پام کې ونیول شي، په دې صورت کې  $\varepsilon = 1$  دی. که جسم د هندارې د سطحې غوندې صاف او روښانه و ځلېږي، نو  $\varepsilon = 0$  دی.

دستیفان- بولتزمن قانون نسیی چې هغه اندازه تودوخه چې یو جسم یې د تودوخې په ټیټو درجو کې تشعشع کوي، یا له لاسه ورکوي، ډېره کمه ده، خو که چېرې د تودوخې درجه لوړه شي، د هغې تودوخې اندازه چې یو جسم یې د تشعشع په ډول له لاسه ورکوي، په ډېره چټکتیا سره زیاتېږي. د بېلګې په توګه خرنګه چې د لمر سطحې د تودوخې درجه  $6000k^\circ$  ده، له دې امله د هغې تودوخې اندازه چې د لمر سطحې واحد تشعشع کوي خورا زیاته ده.

## د څلورم څپرکي لنډيز

- تودوخه يو ډول انرژي ده چې د تودوخې د لوړې درجې درلودونکي جسم څخه د ټيټې درجې درلودونکي جسم ته جاري کېږي. د تودوخې واحد د SI په سيستم کې ژول دی.
- د يوه جسم تودوخه په حقيقت کې د هغه جسم د ماليکولونو منځنۍ حرکي انرژي ده.
- هدايت د تودوخې د لېږد يو ډول دي چې د ماليکولونو او اټومونو د ټکر په واسطه ترسره کېږي، پرته له دې چې ماليکولونه يا اټومونه په جسم کې له يوه ځای څخه بل ځای ته و خوځېږي.
- کانوکشن د تودوخې د لېږدولو هغه طريقه ده چې د ماليکولونو د واقعي خوځښت په واسطه ترسره کېږي، يعنې ماليکولونه په جسم کې له يوه ځای څخه بل ځای ته په انډوليزه توگه اوږد واټن طي کوي.
- تشعشع د تودوخې د لېږد يو ډول دی چې مادې محيط ته اړتيا نه لري. تودوخيزه انرژي له يوه ځای څخه بل ځای ته د (infra - red) الکترومقناطيسي څپو په واسطه لېږدول کېږي.



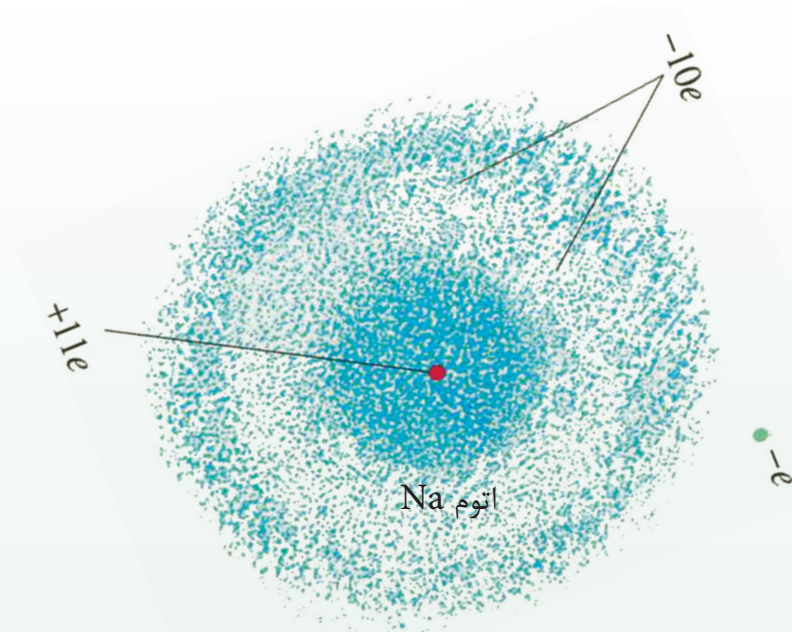
## د څلورم څپرکي پوښتني

- 1) تودوخه او د تودوخې درجه تعريف كړئ.
- 2) له يوه ځای څخه بل ځای ته د تودوخې د لېږد طريقې بيان كړئ.
- 3) د تودوخيز هدايت ضريب تعريف كړئ، د هغه واحد څه شی دی؟
- 4) د تودوخې درجې گراډينټ او تودوخيز هدايت تعريف كړئ.
- 5) د تودوخيز هدايت معادله وليكئ.
- 6) د تودوخې لېږد د بهير (کانويكشن) په واسطه او تودوخيزه تشعشع له مثال سره بيان او تشریح كړئ.
- 7) د جامدو جسمونو د تودوخيز هدايت توپير، استعمال او كارونې په اړه خپل معلومات وليكئ.

## څلور ځوابه پوښتني

- 1- په ثابت حالت کې د يوه جسم د تودوخې درجه:  
الف) له وخت سره تزايد کوي.      ب) له وخت سره تناقص کوي.  
ج) له وخت سره بدلون نه کوي او د جسم په مختلفو نقطو کې مختلفه ده.  
د) له وخت سره بدلون نه کوي او د جسم په ټولو نقطو کې يو شان ده.
- 2- د تودوخې د بهير هغه اندازه چې له يوې فلزي ميلې څخه چې د مقطع مساحت يې  $1m^2$  دي تېرېږي. که چېرې د تودوخې د درجې گراډينټ يې  $1c^\circ/m$  وي، په ثابت حالت کې په کوم نوم يادېږي؟  
الف) تودوخيز مقاومت      ب) اوميک مقاومت      ج) تودوخيز هدايت      د) ډيفوژن.

## اتومي فزيک



موږ له پخوانيو کلونو څخه تر اوسه د فزيک له مختلفو قوانينو سره آشنا شو او پوه شو چې له دې قوانينو څخه څرنگه د فزيک د مسايلو په حل او د طبيعي پديدو په بيانولو کې گټه واخلو. د بېلگې په ډول، د نيوتن له قوانينو څخه په گټه اخېستلو سره کولای شو، د جسمونو حرکت د ځمکې پرمخ په معمولي اندازه او سماوي جسمونو د جاذبې د قانون په مرسته (د مختلفو کتلو ترمنځ د جاذبې قوه) معلومه کړو.

په همدې ترتيب د برقي چارجونو ترمنځ د برقي قوې اثر د کولمب له قانون څخه په گټه اخېستلو، يا د برېښنايي جريانونو مقناطيسي اثر د فارادي د قانون په نظر کې نيولو سره توضيح او تشریح کړو چې تاسو هم کولای شئ له خپلو تېرو زده کړو څخه په گټه اخېستلو سره نور مثالونه هم راوړئ.

د 19 پېړۍ تر وروستيو پورې د فزيک پوهانو د فزيک له طرحه شوو قوانينو څخه په گټه اخيستلو سره وکړای شول، د ډېرو طبيعي پديدو لپاره قانع کوونکي دلايل وړاندې کړي.

ددې قوانينو ټولگه د کلاسيک فزيک په نامه يادوي چې تر اوسه هم د فزيک د ډېرو مسايلو په حل او د طبيعي پديدو په تشریح او توضیح کې ترې گټه اخلي.

د الکترون په کشفولو چې د اتوم له تشکیلوونکو ذرو څخه دی او د غور وړ وسایلو په اختراع کولو پوهان متوجه شول چې نور، نو د کلاسیک فزیک پوهه د اساسي دقیقو آزمایشونو د تر سره کولو او د اتوم د تشکیلوونکو ذرو د حرکت لپاره بسنه نه کوي، د نوي فزیک د مباحثو مطالعې ته اړتیا ده، د مدرن (نوي) فزیک د نظریاتو بنسټ د نسبيت او کوانتمي نظریات تشکیلوي.

د نسبيت نظریه هغه پدیدې چې ډېر زیات سرعت لري، (د نور سرعت ته نژدې پدیدې) تر مطالعې لاندې نیسي، د کوانتمي نظریه ډېرې کوچنۍ پدیدې لکه مالیکولونه، اتومونه او واړه ذرات چې د اتوم تشکیلوونکي اجزاوې دي او د تحت اتمي ذراتو په نامه یادېږي، تر څېړنې او مطالعې لاندې نیسي. د نسبيت نظریه لومړی ځل د البرت انشتین (Albert Einstein) له لوري مطرح شوه او کوانتمي نظریه د فزیک پوهانو له ډلې څخه د ماکس پلانک (Max Planck)، ماکس بورن (Max Born) او ځینو نورو د څېړنو پایله ده.

په دې څپرکي کې دا چې ولې کلاسیک فزیک د ځینو پوښتنو له ځوابولو څخه کمزوري دي، د پیژندنې په ترڅ کې د اتمي فزیک پیژندنه، د تور جسم تشعشع، اتمي طیف، جذبې طیف، اتمي موډل، تامسون، رادرفورډ اتمي موډل، د فوتوالکتریک تاثیر، د بور اتمي موډل، د X وړانګه، د کوانتوم تیوري د تشعشع دوه گوني طبیعت، د دویریل د څپې اوږدوالي، د هایزنبرگ د قطعیت نه شتون څېړنه هم تر سره کوي، په لومړي سر کې به د ځینو هغو پدیدو چې د کلاسیک فزیک له لارې د بیانولو وړ نه دي، تر مطالعې لاندې ونیسو.

## 1-1-5: د کلاسیک فزیک نیمګړتیاوې

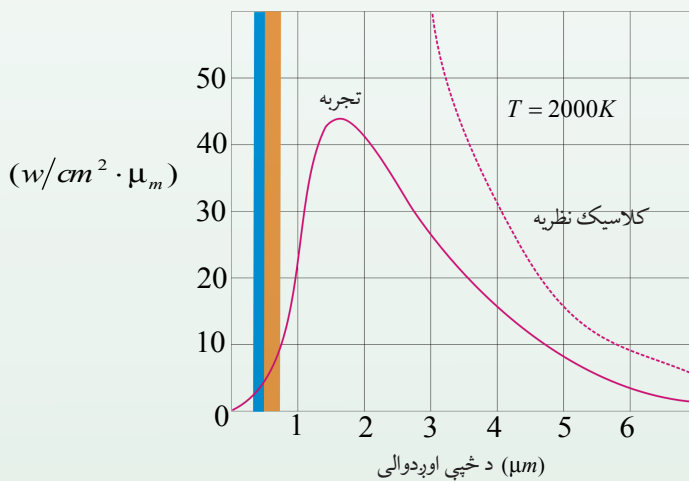
لکه څنګه چې مو د مخه وویل کلاسیک فزیک له هغو اجسامو څخه چې په لږه اندازه او معمولي سرعت حرکت لري، بحث کوي، په داسې حال کې چې د نسبيت میخانیک او الکترومقناطیس (له هغه ډلې څخه د نور موجي-ذروي نظریه) په پام کې نیسي او د هغو جسمونو په هکله چې چټکوالی یې د نور سرعت ته نژدې وي، بحث کوي.

په دې صورت کې کلاسیک فزیک باید خپل ځای نسبيت فزیک ته پرېږدي، د هغو اجسامو د مطالعې لپاره چې د هغوی اندازه نژدې  $10^{-10}$  متره (د اتوم د اندازې) ده، باید کوانتمي فزیک د کلاسیک فزیک ځای ناستی شي. ددې موضوع د بیانولو لپاره د ځینو پوهانو نظریات چې د کوانتمي فزیک په برخه کې مطرح شول یادو.

د کوانتمي فزیک نظریه په (1900)م کال د ماکس پلانک له نظریې سره پیل شوه چې دا نظریه د کوانتمي میخانیک بنسټ او اساس جوړوي. پلانک د لومړي ځل لپاره وکړای شو، د آزمایش په ترسره کولو سره د اجسامو له سطحې څخه د څپو د تشعشع او الکترومقناطیس په اړه خپله نظریه وړاندې کړي. د یادولو وړ او مهمه دا ده چې له دې آزمایشونو څخه لاسته راغلي پایلې، د نیوټن له قوانینو سره سمون لري.

د کلاسیک فزیک د نظریې له مخې کله چې یوه چارج لرونکې ذره تېز حرکتونه ولري، مثلاً د خپل ماحول د تعادل حالت څخه نوسان وکړي، د الکترومقناطیس یوه څپه له هغه څخه خپرېږي چې له دې موضوع سره د الکترومقناطیس په بحث کې آشنا شو او ومولیدل چې څرنگه په فضا کې د چارج لرونکو ذرو د حرکت چټکوالي په آنتن کې د الکترومقناطیسي څپو د خپرېدو لامل کېږي چې د الکترومقناطیسي څپو خپرېدو ته د جسمونو له سطحې څخه حرارتي تشعشع وایي.

تودوخیز (حرارتي) تشعشع چې د اجسامو له سطحې څخه خپرېږي، د چارج لرونکو ذرو له نوسان څخه چې د جسم دننه او د هغه سطحې ته نژدې واقع دي، سرچینه اخلي. د شلمې پیړۍ تر لومړیو پورې فزیک پوهانو و نشو کولای چې د کلاسیک فزیک له قوانینو او مفاهیمو څخه په ګټه اخیستنې، له هغه ډلې څخه د یوه جسم له سطحې څخه خپرې شوي الکترومقناطیسي څپې له تجربې منحنې ګانو سره بیان کړي او یا په بل عبارت، د هغو له محاسبې څخه منحنې ګانې لاسته راغلي چې ددې شکل له منحنې ګانو سره یې په (5-1) شکل کې د کلاسیک فزیک پر اساس لاسته راغلې نظري منحنې (نقطه چین خط) او د ( $2000k^\circ$ ) تودوخې درجې لپاره تجربې منحنې بنودل شوې دي.



شکل (5-1)

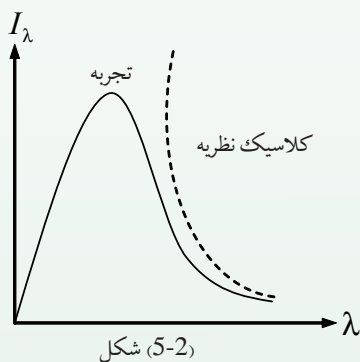
### فعالیت



په خپلو ډلو کې د دوو مخنیو په اړه چې په (5-1) شکل کې یې وینئ، بحث وکړئ او د دوو منحنیو ترمنځ نه سمون مشخص کړئ.

د کلاسیک نظري فزیک او د لاسته راغلو تجربې پایلو پر اساس په محاسبه شوو نتایجو کې یو نه سمون چې کلاسیکي محاسبات یې وړاندوینه کوي دا دي چې د خپرې شوې ځلیدونکې انرژۍ اندازه چې د ډبرې لندې څپې له اوردوالي سره بنایي چې لایتناهي وي، خو څرنګه یې چې په تجربې ګراف کې وینئ ددې انرژي اندازه ډېره کمه ده.

د نولسمې میلادي پېړۍ په وروستیو کې فزیک پوهانو د جسم له سطحې څخه د حرارتي تشعشع د طیف په هکله ډېرې هڅې وکړې چې اکثراً دا هڅې ناکامې شوې په (2-5) شکل کې دلاسته راغلې منحنی تشعشع له نظري محاسبې څخه د کلاسیک فزیک پر بنسټ له (نقطه چین خط) یوې تجربې منحنی سره د تودوخي  $T$  په یوه ټاکلي درجې کې بنودل شوي دي، څرنګه چې په شکل کې لیدل کېږي.



د لوړو څپو په اوردوالي کې کلاسیکه نظریه له تجربې سره سمون لري، خو د لنډو څپو په اوردوالي کې کلاسیکه نظریه په بشپړ ډول له ماتې سره مخامخ کېږي، د کلاسیکي نظریې او تجربې پایلو ترمنځ عملاً هېڅ ډول مطابقت نه لیدل کېږي.

د کلاسیکي نظریې د وړاندوینې پر اساس د لنډو څپو په اوردوالي کې د جسم تشعشع باید (بې پایانه) لوړ ته نژدې شي، په داسې حال کې چې تجربې پایلې دقیقاً د هغه مقابلې نقطې یعنی صفر پلوته نژدې کوي.

په پای کې پلانک د شلمې پېړۍ په پیل کې د فرضیې په وړاندې کولو دا مسئله په بېرې سره حل کړه او ددې فرضیې په مطرح کولو او کلاسیک فزیک د ځینو مفاهیمو په مرسته یې وکولی شول، هغه رابطه چې د تور جسم د تشعشع لپاره یې لاسته راوړې وه، په ثبوت ورسوي چې د بحث په اړدوکې به له هغې سره آشنا شو.

## 5-1-2: د تور جسم تشعشع

خرنگه چې پوهېږي ټول جسمونه د تودوخې په لوړو درجو کې له ځانه نور خپروي د بېلگې په ډول، هغه نور چې له لگیدلي اور او یا کومې بلې تودوخې څخه خپرېږي، دا رانښيي چې اجسام د تودوخې په هره درجه کې یعنې د تودوخې په لوړو او ټیټو درجو کې له ځانه مریې نور د الکترومقناطیسي څپو په بڼه خپروي چې هغه د تودوخې د تشعشع په نامه هم یادوي.

څنگه چې وویل شول، د هر جسم له سطحې څخه تل تشعشعي انرژي خپرېږي او نور جسمونه چې د هغه په شاوخوا کې دي، دا تشعشع پیدا کوي، هر جسم ددې تشعشع یوه برخه جذب او پاتې یې له ځانه تېروي، تشعشع هغه وسیله ده چې تودوخه کولای شي د هغې په واسطه انتقال وکړي او په هغه عامل پورې چې د جذب د ضریب په نامه یادېږي، تړاو لري.

د هر جسم له لوري د جذب شوي تشعشعي انرژي نسبت پر هغه جسم باندې په تشعشعي وارده شوې انرژي د نوموړي جسم د جذب د ضریب په نامه یادوي او هغه په  $a\lambda$  سره ښيي، د هر جسم د جذب ضریب د جسم د سطحې په ځانگړتیاوو پورې تړلی دی او اندازه یې د توپیر لرونکو څپو د اوږدوالي لپاره یو ډول نه دی، په بل عبارت، یو جسم د هرې څپې د اوږدوالي لپاره د جذب ځانگړي ضریب لري.

$$a\lambda = \frac{\text{جذب شوې تشعشعي انرژي د } \lambda \text{ څپې له اوږدوالي سره}}{\text{تشفشعي وارده شوې انرژي د } \lambda \text{ څپې له اوږدوالي سره}}$$

د پورتنۍ رابطې پر اساس خرنګه چې د صورت عدد اندازه تل د مخرج له عدد څخه لږه ده، ځکه نو  $a\lambda$  نشی کولای له یوه څخه لوی وي، خو هر څومره چې جسم تشعشعي انرژي ډېره جذب کړي ضریب یې پورته او یوه ته نژدې کېږي.

تر ټولو ښه جذب کوونکی هغه جسم دی چې ټوله وارده شوې تشعشع جذب کړي چې په دې صورت کې  $a\lambda = 1$  دي، هغه جسم چې وکولی شي د وارده شوو څپو ټول اوږدوالی جذب کړي، تور جسم گنل کېږي. تور رنگي جسمونه ټول مریې نور چې پر هغو ځلېږي کولای شي، جذب یې کړي، خو ښايي پام وکړو هر جسم چې تور رنگ ولري، تور جسم نه دی، ځکه ممکنه ده د هغه د جذب ضریب د ځینو مریې څپو د اوږدوالي لپاره له یوه څخه کمه وي.

### 3-1-5: تشعشي (تابشي) شدت

د يوه جسم تشعشي شدت د الکترومقناطیسي څپو د ټولې انرژي له اندازې سره مساوي دي چې د زمان په واحد کې د يوه جسم له سطحې څخه خپرېږي، د دې تعريف له مخې هر څومره چې د يوه جسم د جذب ضريب لوړ وي، د تشعشي شدت يا د تشعشع قابليت يې هم لوی دی په بل عبارت د هر جسم د تشعشع توان د هغه د جذب ضريب سره مستقيم نسبت لري، تور جسم د تودوخې په هره درجه کې ډېر لوړ تشعشي شدت لرونکی دی. کولای شو ووايو چې تور جسم د الکترومقناطیسي څپو ډېر ښه خپرونکی او ددې څپو ډېر ښه جذبوونکی دی.

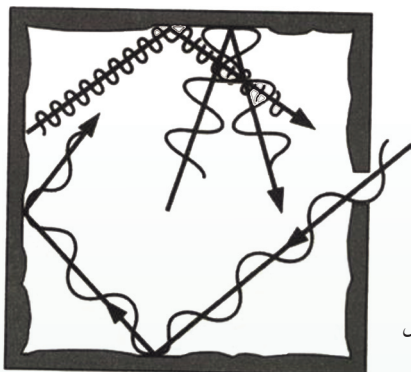
څرنګه چې وويل شول د هر جسم له سطحې څخه له خپرې شوې تشعشع اندازه نه يوازې د تودوخې په درجه پورې، بلکې په نورو لاملونو لکه د هغه د سطحې په ځانګړنې (خواص) پورې تړلې ده.

له همدې امله فزيک پوهان د يوه تور جسم د جوړولو لپاره د داسې جسم په لټه کې دي، ترڅو هېڅ ډول تشعشع چې له خپل شاوخوا محيط څخه يې ترلاسه کوي له ځان څخه تېره نکړي او ځان ته يې جذب کړي. آیا پوهېږئ چې په عمل کې کوم جسم ته تور ويل کېږي؟

ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره يو داسې جسم چې منځ يې تش وي د (3-5) شکل سره سم په نظر کې ونيسئ چې وړوکي سوري يې پرمخ جوړ شوي وي، دا سوري د تور جسم ځانګړنه لري.

او د يوه تور جسم غوندې عمل کوي يعنې ددې جسم سوري، تور جسم دی، نه په خپله جسم هغه تشعشعات چې د جسم له شاوخوا څخه په سوري کې ځلېږي د جسم د خاليګاه دننه واردېږي، له انعکاس څخه وروسته بيا ځلي د سوري دننه خپله انرژي له لاسه ورکوي، په پای کې پرته له دې چې له خاليګاه څخه بهر ووځي، په بشپړه توګه جذبېږي. په دې توګه ددې سوري د جذب ضريب د جسم دننه د ټولو وارده څپو د اوږدوالي لپاره مساوي له يو سره دی. له دې سوري څخه کولای شو، د يوه تور جسم په ډول ګټه واخلو.

د يوه جسم له سطحې نه له خپاره شوې تشعشع اندازه د ځليدو په نوم تعيين او مشخصه کوي، د څپې په هر اوږدوالي کې د يوه جسم تشعشع د الکترومقناطیسي څپو د انرژي له اندازې سره مساوي دي. د څپو له اوږدوالي سره او په منځ کې د ( $\lambda$  او  $\lambda + \Delta\lambda$ ) په منځ کې د زمان په يوه واحد کې د يوه جسم د سطحې له واحد څخه خپرېږي.

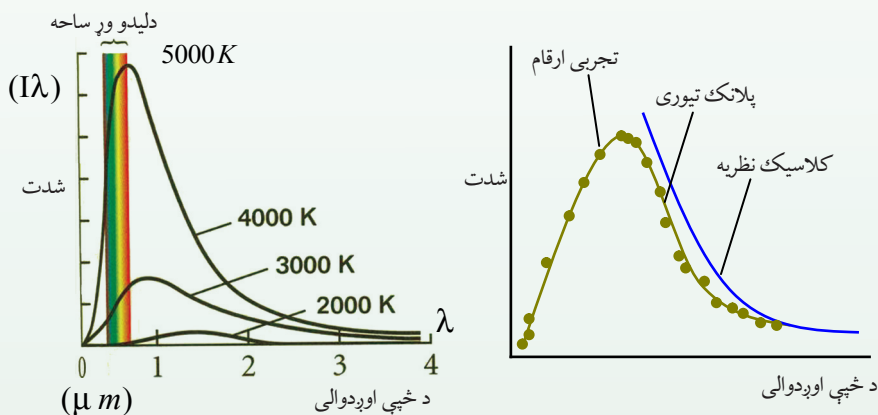


شکل (5-3)

هغه انرژي چې د حرارتي تشعشع په صورت کې د وخت په واحد کې د خپو د اوږدوالي د  $\lambda$  څخه تر  $\lambda + \Delta\lambda$  پورې د يوه جسم د سطحې له واحد څخه په تشعشع کونکي توگه خپرېږي. د خپې اوږدوالي د  $I\lambda$  (تشفشع) په نامه يادېږي او هغه په سره بڼيو.

(I تشعشعي شدت دی چې د خپو په واسطه خپرېږي)

د  $(I\lambda)$  تشعشع د تور جسم لپاره د مخامخ شکل د خپو په اوږدوالي د تودوخې په مختلفو درجو کې اندازه گيري شوي او د تودوخې څلور درجې بڼي.



شکل (5-4)

د تودوخې څلور مختلفې درجې بڼي

څرنگه چې په شکل کې ليدل کېږي، هرڅومره چې د تور جسم د تودوخې درجه زياته وي په هماغه اندازه د هغو خپو اوږدوالی چې خپرېږي، وړوکی کېږي او مجموعي تشعشعي شدت د تودوخې د درجې په زياتوالي سره زياتېږي.



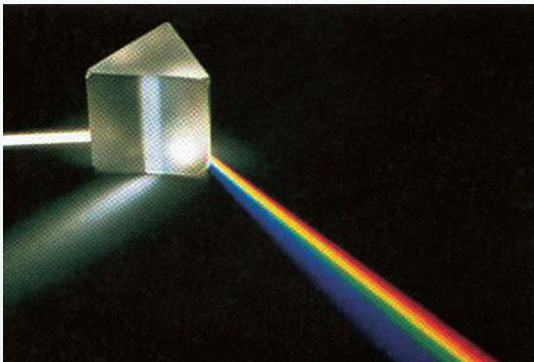


### فعالیت

- په خپلو ډلو کې په لاندینو هرې یوې پوښتنې بحث وکړئ او خپل نظریات خپلو ټولګیوالو ته وواږئ.
1. ولې په اوږې کې د روښانه رنگ لرونکي لباسونو اویه ژمې کې د تیاره رنگ کالیو اغوستل مناسب دي؟
  2. په دوو ورته ګیلاسونو کې مو چې په یوه کې تور چای او په بل کې شین چای په عین درجه اچولي دي، ستاسو په نظر کوم یو ژر سرېږي؟

## 4-1-5: اټومي طیف (Atomic spectrum)

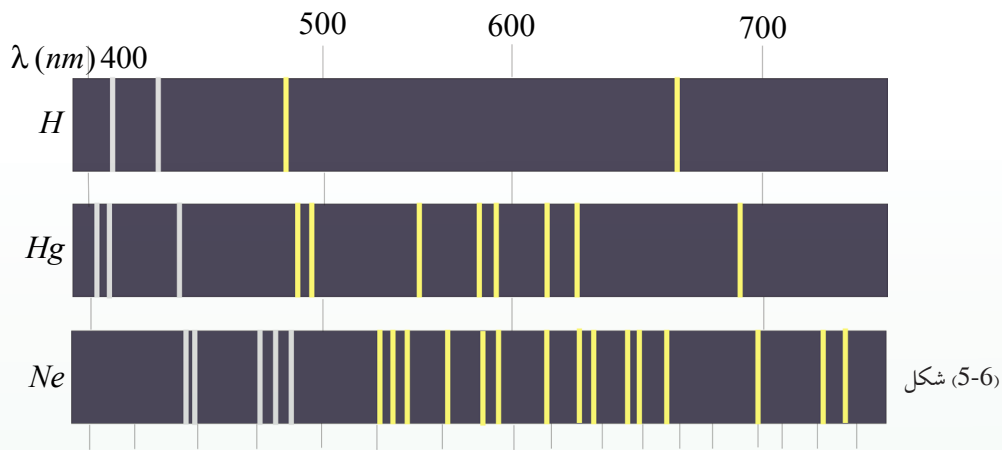
یوه بله پدیده چې د کلاسیک فزیک په واسطه د بیانولو وړنه وه، له اټوم څخه د نشر شوي طیف څېړنه وه چې د کیمیا او فزیک د یو شمیر پوهانو له لورې په آزمايښتونو سره تر سره شوه.



شکل (5-5)

نیوټن د لومړي ځل لپاره د منشور څخه د لمر نور په تیریدو سره د سپین طیف رڼا لاسته راوړه. نیوټن وښودله چې سپین نور له اوه بېلابېلو رنگونو څخه تشکیل شوی. د سپینې نور طیف یو پیوست طیف دی چې په (5-5) شکل کې ښودل شوی دی. په مخکیني لوست کې د تودوخې له تشعشع سره آشنا شوو او ومولیدل چې دا تشعشع د پیوست طیف لرونکې ده. اوس د تشعشع بل ډول څېړو.

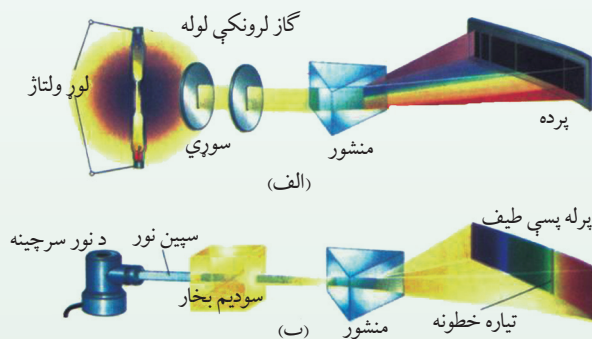
په دې ډول تشعشع کې له یوه نري اوږد بڼیښه یې گروپ څخه چې په داخل کې یې نري گاز او بخار له یو معین عنصر څخه په لږ فشار لکه جیوه، سوډیم او ینیون نه کار اخلو. دوه الکترونونه د انود او کتود په نومونو د څراغ دواړو لورو ته قرار لري چې په ترتیب سره د یوې بترۍ مثبت او منفي قطبونو ته په لوړ ولتاژ سره وصل شوي. د گروپ د کتود او انود ترمنځ د لوړ ولتاژ په بر قرارولو بربښنایي الکتريکي تخلیه رامنځته کېږي، د گاز اټومونه په مثبتو ایونو بدلېږي او د رڼا په خپرولو پیل کوي، هغه رڼا چې له گروپ څخه خپرېږي آبه رنگ لري، که دغه رڼا له منشور نه تیره کړو او د هغه طیف تشکیل کړو، وینو چې دا طیف پیوست نه دی، بلکې له څو رنگه خطونو چې یو له بله بېل دي، د ټاکلو څپو په اوږدوالي تشکیل شوی دی.



شکل (5-6)

په همدې ترتیب که د گروپ دننه د جیوې پرځای د کوم بل عنصر بخاروي، بیا هم له هغه څخه حاصل شوی طیف د رنگه خطونو په بڼه یو له بله سره بېل لیدل کېږي، مگر دا خطونه هم د شمیر او هم د خپې د اوږدوالي له نظره د لاسته راغلي طیف له خطونو سره د جیوې له گروپ څخه توپیر لري.

د هر عنصر له بخار څخه د خپاره شوي نور طیف د هغه عنصر د اتومي طیف په نامه یادوي، نو ویلي شو چې د مختلفو عناصرو اتومي طیف یو له بل سره توپیر لري، له خپاره شوي نور څخه حاصل شوي اتومي طیف د هر عنصر د بخار په واسطه د همغه عنصر د اتوم د نشري طیف په نامه هم یادوي.



شکل (5-7)

د جیوې د بخار گروپ طیفونه زیاته اندازه د تحت قرمز (د سره رنگ لاندې) نور خپروي چې دا نور د انسان روغتیاته زیان لري، په همدې اساس انسان ته بنایي چې په مستقیم ډول جیوې له گروپ څخه تر خپرې شوي رڼا لاندې واقع نشي. د سپورمیزو (فلورسینت) گروپونو دننه د جیوې بخار موجود وي، اما ددې گروپونو دیوالونه په یوه نازکه سپین رنگې مادې سره پوښوي، دا سپین رنگې ماده ددې لامل کېږي چې که له موادو څخه سور رنگې (قرمزي) نور پرې وځلېږي، هغه جذبوي اوسپین نور خپروي.

## 5-1-5: جذبې طيف (Absorption spectrum)

په (1814م کال فرانهوفر (Fraunhofer) د دقيقو تجربو په ترسره کولو د لمر په طيف کې تياره خطونه کشف کړل، هغه وښودل چې که د لمر طيف ته په غور سره وکتل شي، تياره خطونه په نظر راځي، په دې معنا چې په طيف کې د څپو ځينې اوږدوالي شتون نلري او د هغه پر ځای تور تياره خطونه ليدل کېږي، اوس پوهېږو چې په لمر کې د عناصرو موجودگازونه له لمر څخه د خپرو شوو څپو ځينې اوږدوالي جذبوي چې د هغوی نه شتون د تياره خطونو په بڼه د لمر په طيف کې تر سترگو کېږي.

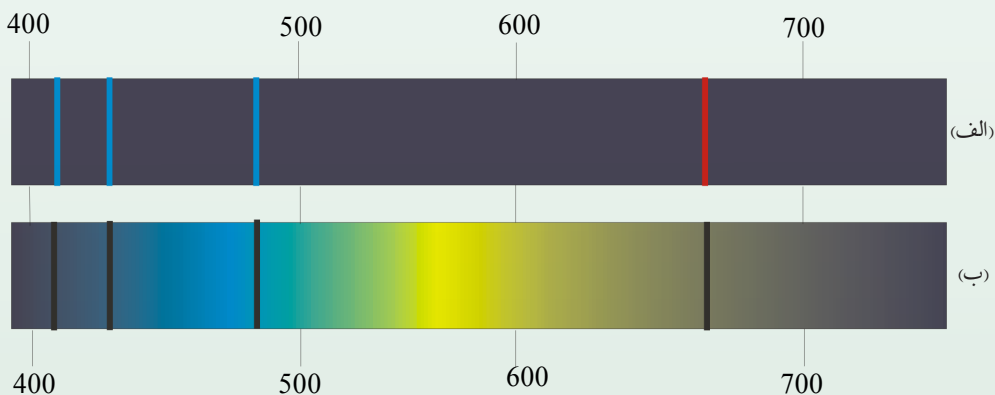
د سپين نور طيف ته چې ځينې خطونه يا د څپو اوږدوالی يې جذب شوي وي جذبې طيف ويل کېږي. تجربو ښودلې ده، کله چې سپين نور د يوه ټاکلي عنصر د منځ څخه تېر او طيف يې تشکیل شي له هغه څخه لاسته راغلی طيف د خطي طيف په بڼه تر سترگو کېږي.

د مختلفو عناصرو د نشري او جذبې طيفونو مطالعه راښيي چې:

1- د هر عنصر په خپرو شوو او جذبې طيفونو کې د څپو معين اوږدوالی وجود لري چې د هغه عنصر له مشخصاتو څخه گڼل کېږي، يعنې د دوو عناصرو نشري او جذبې طيفونه سره ورته نه وي.

2- د هر عنصر اتوم له سپينی رڼا څخه هغه د څپو اوږدوالی جذبوي که د هغه عنصر وودوخې درجه پورته لاره شي او يا په کومه بله بڼه وهڅول شي، هغه بېرته ځلوي (منعکس کوي يې) په (8-5) شکل کې د هايډروجن د اتوم نشري او جذبې طيف ښودل شوي دي.

د هر عنصر اتومي طيفونه ځانگړي خطونه يا د څپو ځانگړي اوږدوالی لري او د هر عنصر د نشري او جذبې طيفونو څخه لکه د افرادو د گوتو نښانونو غوندې د هر عنصر د پيژندنې لپاره ترې کار اخېستل کېږي.



شکل (5-8)



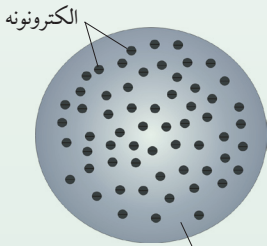
## فعالیت

د (الف) او (ب) نشري او جذبي طیفونه د هایدروجن د بخار اتومونه ښيي، شکلونو ته په پاملرنې سره جذبي او نشري طیفونه مشخص کړئ.

د نشري او جذبي طیفونو برابرولو او خپرلوته طیف ښودنه وایي. طیف ښودنه د عناصرو د پیژندنې ښه وسیله ده. چې د نولسمې پېړۍ په وروستیو کې د څو نا پیژندل شوو عناصرو د کشف لامل شو، ولې په دې بریالی گټې اخیستنې سره بیا هم په دې اړه چې ولې هر عنصر ځانگړې طیف لري، په کلاسیک فزیک کې یې ځواب شتون نه درلود. د کلاسیکې نظریې پراساس یو اتوم په هغه صورت کې نور خپروي چې په یوه بڼه لکه له نورو اتومونو سره د تماس له کبله یا د برېښنايي ساحې په واسطه د هغه اتوم الکترونونه تر ژرې ورکړل شي، دغه الکترونونه د انرژي د لاسته راوړلو له امله نوسان کوي الکترومقناطیسي څپې خپروي او که نور پر یوه اتوم وځلېږي، د وارده نور د برېښنايي ساحې نوسان ددې لامل کېږي چې الکترونونه په نوسان کولو پیل وکړي او وارد شوی نور جذب کړي، ځکه نو کلاسیکو نظریاتو ته په پاملرنې سره هر اتوم کولای شي، په هر څپه ییز اوږدوالي نورته تشعشع ورکړي او یا یې جذب کړي، په داسې حال کې چې تجربه ښيي چې د اتومونو په جذبي او تشعشعي طیف کې کېدای شي یوازې د معینو څپو اوږدوالی خپاره او یا جذب شي یا په بل عبارت، د هر اتوم الکترونونه یوازې په معینو فریکونسیو سره کولای شي چې نوسان وکړي.

## 1-2-5: د تامسون اتومي موډل

تامسون انګلیسي پوه د اتومي جوړښت لومړنی موډل وړاندیز کړ، په دې موډل کې په یو نواخته ډول د اتوم د کتلې او مثبت چارج وېش په کروي بڼه په پام کې نیول شوی، په دې موډل کې الکترونونه له منفي چارجونو سره لکه (ممیز، د ممیزو د کیک د موډل په دننه کې) په سرتاسري توګه وېشل کېږي، له دې کبله دې موډل ته د ممیزو د کیک موډل ((موډل کیک کشمشی)) (Plum pudding Module) هم وایي.



(5-9) شکل، مثبت برقي چارج د کرې دننه په یو نواخته توګه ویشل شوی دی

تامسون د ممیزو د کیک د موډل پر اساس د اتومونو ځینې ځانگړنې، لکه: د کتلې اندازه، د الکترونونو شمېر او د هغو خنثی توب بیان کړل، خو وروسته رادفورد د آزمایشات په ترسره کولو دې نتیجې ته ورسید چې د اتوم چارج باید د اتوم په مرکز کې متمرکز وي او په دې اساس یې یو بل موډل د اتوم د جوړښت لپاره وړاندیز کړ.

## 2-2-5: د رادرفورد اتومي موډل

رادرفورد د تامسون شاگرد په (1911م) کال کې د تجربو په ترسره کولو دې پایلې ته ورسید چې د یوه اتوم ټول مثبت چارجونه له ډېر واړه حجم سره په هسته کې د اتوم په مرکز کې متمرکز وي او الکترونونه له منفي چارجونو سره ددې مرکزي هستې شاوخوا په ډېرو لیرې واټنونو کې احاطه کړې ده، یعنې د هستې او الکترونونو ترمنځ فضا تشه ده، سره له دې چې د رادرفورد موډل په ډېرو برخو کې له بریاوو سره ملګری و، خو ځینې پوښتنو ته یې، لکه: اتومونه څه ډول حرکت کوي؟ څه شی ددې خنډګرځي چې الکترونونه له منفي چارجونو سره د برېښنايي قوې په اثر د هستې د مثبتو چارجونو لورته سقوط ونه کړي او هسته له څه نه جوړه شوې ده؟ څرنګه کولای شو د هغې چارج اندازه کړو؟ او نورې ډېرې پوښتنې چې په خپله هغه هم ورسره مخامخ شوی و، دې موډل ورته ځواب نشو ویلای.

له دې امله نورو فرضیو ته اړتیا وه، ترڅو چې د رادرفورد اتومي موډل بشپړ کړي او د اتوم د جوړښت په هکله مطرح شوو پوښتنو ته ځواب ووايي چې وروسته بیا دا ډول موډل ډنمارکي فزیک پوه نیلس بور (1885-1962)، (Niles Bohr) په 1913 کال د هایډروجن د اتوم نوی موډل چې اتومي طیف تشریح کولای شي، وړاندیز کړ.

## 3-2-5: د ماکس پلانک (1858-1947) Max planck نظریه

د کلاسیک فزیک پر اساس، هرکله چې یوه چارج لرونکې ذره تعجیلي (بیره لرونکې) حرکت ولري (مثلاً د خپل تعادل وضعیت ماحول نوسان کوي)، یوه الکترو مقناطیسي شپه له هغې څخه خپرېږي. همدارنګه د کلاسیک فزیک له مخې د الکترو مقناطیسي شپې انرژي یو پیوست کمیت دی. د ماکس پلانک له نظریې سره سم، هغه مقدار انرژي چې جسم یې د الکترو مقناطیسي شپو په بڼه خپروي، هغه د یو ثابت مقدار تام مضرب دی چې د غه ثابت مقدار د الکترو مقناطیسي شپې له فریکونسي سره تړون لري. د دې نظریې له مخې د یوې الکترو مقناطیسي شپې انرژي له (  $\nu$  ) فریکونسي سره برابره ده له:  $E = nh\nu \dots\dots(I)$

په دغه رابطه کې  $n$  یو تام ثابت مضرب یا عدد دی او د  $h$  ضریب یو ثابت مقدار دی چې د پلانک د ثابت په نوم یادېږي. دغه ثابت د ماکس پلانک پواسطه د تور جسم د خلیدلو په اړوند د تجربې منحنی ګانو د محاسبې د تطبیق په نتیجه کې په لاس راغلی چې د دغه ثابت منل شوی عدد برابر دی له:  $h = 6.63 \cdot 10^{-34} Js$  سره  $h\nu$  د خپاره شوي نور کوانټم انرژي له  $\nu$  فریکونسي سره چې هغې ته فوتون هم وایي او  $n$  د کوانټمونو شمېر رابنډي چې د کوانټمي عدد په نوم یادېږي.

په (1) رابطه کې که د پلانک ثابت د (ژول ثانیه) په اساس حساب کړو، انرژي د ژول له واحد سره لاسته راځي، خو د اتوم د اجزاوو د جوړښت په بحث کې له ژول څخه د واحد په توګه استفاده نه کوي ځکه چې ژول یو لوی واحد دی، له هغه څخه استفاده مناسبه نه ده او معمولاً له یو بل واحد څخه چې الکترون ولټ (ev) نومېږي، ګټه اخیستل کېږي. د تعریف پر اساس، یا یو الکترون ولټ (1ev) د یو ولټ ولتاژ لاندې د یوه الکترون د انرژۍ له بدلون څخه عبارت دی. په داسې حال کې چې یو ژول د برېښنايي چارج له هغه مقدار انرژي سره برابره ده چې یو کولمب د یو ولټ ولتاژ لاندې وي. په پایله کې د دې یادونې له مخې چې  $1e = 1.6 \cdot 10^{-19} c$  دی د الکترون ولټ او ژول تر منځ لاندې رابطه وجود لري:

$$1 \text{ eV} = (1.60 \cdot 10^{-19} c) \times (1 \text{ v}) = 1.60 \cdot 10^{-19} J = 1 \text{ eV}$$

$$\text{په دې اساس: } 1 J \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 0.625 \times 10^{19} = 6.25 \times 10^{18} \text{ eV}$$

**مثال:** د راډیويي څپو فریکونسي له  $1 \text{ MHz}$  څخه تر  $100 \text{ MHz}$  پورې وي. د دې څپو اړوند فوتونونو انرژۍ د تحول میدان حساب کړي؟ د  $1 \text{ MHz}$  فریکونسي لپاره لروچي:

$$E_1 = h\nu_1 = (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})(10^6 \text{ s}^{-1}) = 6.6 \times 10^{-28} \text{ J} = 4.125 \times 10^{-9} \text{ eV}$$

او د  $100 \text{ MHz}$  فریکونسي لپاره لروچي:

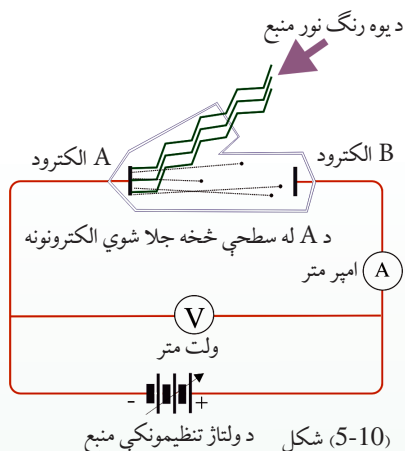
$$E_2 = h\nu_2 = (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})(100 \times 10^6 \text{ s}^{-1}) = 6.6 \times 10^{-26} \text{ J}$$

د وروستني قیمت په بدلولو سره د  $1 \text{ eV}$  له جنس څخه لروچي:  $E_2 = 4 \times 10^{-7} \text{ eV}$

نو په دې اساس د راډیويي څپو اړوند فوتونونو د انرژي د تحول میدان له  $4 \times 10^{-9} \text{ eV}$  تر  $4 \times 10^{-7} \text{ eV}$  پورې دی.

### 3-5: د فوتو الکتريک اثر (اغیزه)

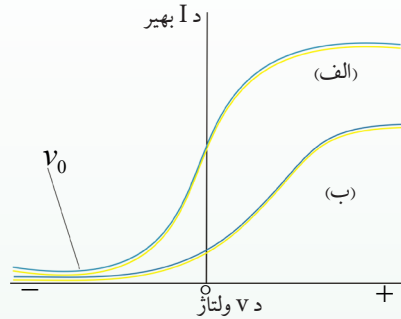
په 1887 م کال کې یو جرمني پوه چې هانریچ هرټز (Heinrich Hertz) نومیده، دارنگه مشاهده کړ: کله چې نور په یو ډېر کوچني طول موج لکه (بنفش نور) سره د یو فلزي برېښنا ښودونکي (الکتروسکوپ) په خولۍ چې د منفي چارج لرونکې وي، ولګېږي، نو د الکتروسکوپ د تخلیه کیدو سبب ګرځي. بلې تجربې وښودله چې د دغه برېښنايي تخلیې اصلي لامل، د الکتروسکوپ له فلزي خولۍ څخه د الکترونونو جلا کیدل دي. دغه ښکارنده یعنی د الکترونو جدا کول له یوې فلزي سطحې څخه د نور لګیدو پواسطه، فوتو الکتريک نومېږي او د فلز له سطحې څخه شیندل شوو الکترونونو ته فوتو الکترون وايي. د فوتو الکتريک د پدیدې د څېړنې لپاره هغې د ستګاه په نظر کې نیسو کومه چې په (10-5) شکل کې ښودل شوې ده.



په دغه دستگاه کې دوه فلزي الکترونونه د A او B یوه خلا په محفظه کې قرار لري او له بهر څخه د یو تنظیموونکي ولتاژ په منبع پورې وصل شوي دي. د A الکتروډ د یو مونو کروماتیک (یورنگه) نور په مقابل کې چې د یو موج اوږدوالي یا یوه فریکونسی درلودونکی دی قرار لري د (10-5) شکل مطابق. تجربه ښيي چې که چېرې نور په عادي ډول د A په الکتروډ باندې ولگېږي، هر څومره چې ولتاژ لوړهم وي، خوبیا هم په مدار کې جریان نه برقرارېږي.

خو که چېرې نور په مناسبه فریکونسی کې د A الکتروډ باندې ولگېږي، په مدار کې جریان برقرارېږي، چې کولی شو، د دغه جریان موجودیت دا رنگه تفسیر کړو چې د نور لگیدل، د A الکتروډ له سطحې څخه د فوتوالکترونونو د جلا کیدلو او د دوی د خپریدو سبب شوي دي. که چېرې دغه الکترونونه کافي (پوره) اهتزازي انرژي ولري، نو د B الکتروډ ته رسېږي او جریان برقرارېږي. د ولتاژ (V) په تغیرولو سره کولای شو، د I جریان د تغیراتو منحنی د (V) ولتاژ په اساس په لاس راوړو. په (11-5) شکل کې د جریان د تغیراتو منحنی د نور شدت د دوو مختلفو مقدارونو لپاره کوم چې د A په الکتروډ وارد شوي دي، د ولتاژ په اساس ښودل شوي دي. د نور فریکونسی په دواړو حالتونو کې یو شی دی. د (V) مثبت ولتاژ مقدار د هغو شرایطو پر اساس دی چې د B الکتروډ د منبع د مثبت ولتاژ په آخري برخه کې تړل شوی دی. څرنگه چې د الف په منحنی کې ښودل شوي دي، د (V) د مثبتو مقدارونو لپاره د ولتاژ (V) په زیاتیدو سره لومړی جریان زیاتېږي، وروسته یو ثابت مقدار ته رسېږي چې بیا نور د ولتاژ زیاتیدل په هغې مقدار باندې اثر نه کوي (11-5) شکل. دغه موضوع کولای شو په لاندې ډول توضیح کړو چې د (V) مثبت ولتاژ د دې سبب څرګند چې فوتوالکترونونه د B الکتروډ خواته کش کړي او د ولتاژ په زیاتیدو سره یو زیاته اندازه فوتو الکترونونه د B خواته کش کېږي او جریان زیاتېږي. خو که چېرې ولتاژ هغه حد ته ورسېږي چې د B الکتروډ وکولای شي، ټول فوتوالکترونونه جمع کړي، نور نویاد (V) ولتاژ په زیاتیدو سره جریان پورته نه ځي. بل په زړه پورې او د پاملرنې وړتګی چې په دې منحنی کې لیدل کېږي داده چې د (V) منفي مقدارونو (یعنې کله چې د B الکتروډ د ولتاژ منبع د منفي په آخري برخه کې تړل شوی) د جریان لوری تغیر نه خوري او د ولتاژ په کمیدو سره مثبت جریان کمېږي، تردې چې د -V کولتاژ په مقابل کې چې متوقف کوونکي ولتاژ نومېږي، جریان صفر کېږي او د -V څخه د کمو مقدارونو لپاره هم جریان صفر پاتې کېږي.

د دې وضعیت د بیانولو لپاره ویلی شو چې د  $V$ ، د منفي مقدارونو لپاره د  $A$  الکتروډ چې اوس په آخري مثبت برخه کې وصل دي، فوتو الکترونونه خپل خواته راکاري (کش کوي)، او د هغوی اهتزازي انرژي کموي په په پایله کې د هغوي لږ شمېر کولای شي چې د  $B$  الکتروډ ته ځان ورسوي او په  $V_0 -$  ولتاژ کې هېڅ یو فوتو الکترون  $B$  ته نه رسېږي.



د (ب) منحنی د هغې تجربې اړوند دی چې په هغې کې مو د نور شدت نیمايي کړی. (خو نور هماغومره فریکونسي لري) څرنگه چې له منحنی څخه لیدلای شو، د  $V_0$  مقدار د دواړو منحنی گانو لپاره یو شی دی. دا پدې معنی چې متوقف کوونکي ولتاژ له وارده شعاع سره کومه اړیکه نه لري.

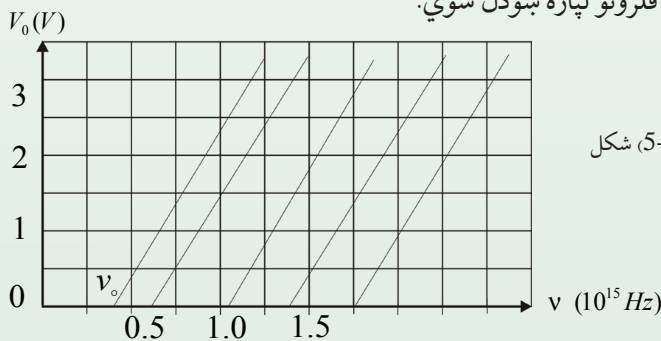
شکل (5-11)

که دغه تجربه د مونو کروماتیک (یورنگ) نور چې د بل فریکونسي لرونکی دی، تکرار کړو، د جریان د تغیراتو منحنی گانې د ولتاژ په اساس د (الف) او (ب) د منحنی گانو غوندې په لاس راوړو، خو په دې توپیر چې متوقف کوونکي ولتاژ به د بل مقدار لرونکي وي. یعنې د متوقف کوونکي ولتاژ مقدار دواړه نور له فریکونسي سره تر او لري.

که چېرې د (الف) شکل په د ستگاه کې د  $A$  فلزي الکتروډ د جنسیت ته تغیر ورکړو، بیا هم همدغه نتایج لاسته راوړو، مگر په دې حالت کې هم د متوقف کوونکي ولتاژ مقدار تغیر کوي، یا په بل عبارت د متوقف کوونکي ولتاژ مقدار د  $A$  فلزي الکتروډ د جنس اړوند دي.

رابرت میلیکان (1886-1953) م Robert Millikan د هغو دقیقو تجربو پر اساس چې په لسو کلونو کې یې تر سره کړي، نوموړی متوقف کوونکی ولتاژ د مختلفو فلزاتو او د متفاوتو فریکونسيو وارده وړانگو لپاره اندازه کړ.

په (5-12) شکل کې، منحنی د متوقف کوونکي ولتاژ له تغیراتو سره د وارده نور د شعاعو د فریکونسي له مخې، د څو مختلفو فلزونو لپاره ښودل شوي.



شکل (5-12)



دغه منحني گانې ښيي چې که هر څومره د وارده وړانګې فريکونسي پر  $A$  الکتروډ لږه وي، نو قطع کوونکې ولتاژ به هم کم وي. د قطع کوونکې ولتاژ مقدارونه د هر فلز لپاره د يو مستقيم خط پر مخ قرار لري. څرنگه چې په شکل کې گورئ هر خط د فريکونسي محور، په يوه معينه فريکونسي کې چې هغه په  $v_0$  سره ښو قطع کوي. تجربه ښيي چې که چېرې د وارده وړانګې فريکونسي د  $A$  پر فلزي الکتروډ باندې له اړوند فلز  $v_0$  څخه کمه وي، نو د فوتوالکټريک ښکارنده نه رامنځ ته کېږي. نو په دې اساس  $v_0$  ته د قطع فريکونسي وايي.

#### 4-5: د بور اټومي موډل (Niels Bohr (1885-1962)

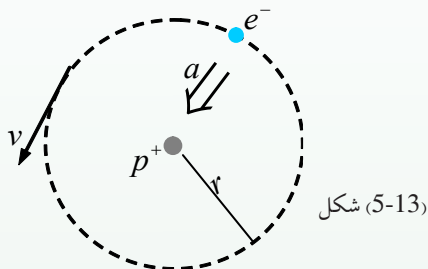
د رادرفورډ د وړانديز پر اساس چې د اټوم کتله او يا د اټوم د مثبت چارج د اټوم په مرکز د يوې ډېرې کوچنۍ ناحيې کې متمرکز دی، ډنمارکي فزيک دان نيلزبور په (1913م) کال کې وړانديز وکړ چې اټوم په حقيقت کې د لمریز نظام يو موډل ته ورته دی چې د هغه په مدارونو کې الکترونونه، لکه: سیارو په څېر چې د لمر په چاپېر څرخي، د هستې چاپېره څرخېږي. د بور نظريې ته په پام لرنې سره لکه څنگه چې د سیارو او لمر ترمنځ چې د جاذبې ميخانيکي قوې په اثر هېڅکله سیاره د لمر په سطحه نه راغورځېږي، نو همدارنگه د دې دليل پر اساس الکترونونه د کولني الکتروستاتيکي جاذبې قوې په اثر چې د هستې او الکترونونو ترمنځ شتون لري، په هسته کې نه غورځېږي، يعنې اټوم به نه متلاشي کېږي.

بور، د رادرفورډ د اټومي نمونه يې موډل د بې ثباتي د ستونزو د حل لپاره او د اټومونو د ځلېدونکو وړانگو د پریکړ شوي طيف ته په پاملرنې او د ريد برکيت (Brackett) - بالمر (Balmer) تجربې رابطې د هايډروجن د اټوم طيف لپاره او همدارنگه د پلانک او انشتاين د کوانټمي له نظريې څخه په الهام اخیستنې سره يوه نمونه د هايډروجن اټوم لپاره چې يو الکترون لري وړاندې کړ. په دغه نظريه کې بور وړانديز وکړ چې ميخانيکي او کلاسيک الکترومقناطيسي قوانين بايد د اټوم په مقیاسونو کې له فرضيو سره يو ځای په نظر کې ونيول شي چې کولای شو دغه فرضيې په ساده ډول په لاندې څلورو اصولونو کې بيان کړو:

1- الکترونونه يوازې په دایروي مدارونو کې په ټاکلو شعاع گانو سره حرکت کوي چې دغه مدارونه د ثابتو مدارونو يا (stationary orbits) په نوم يادېږي. د الکترون حرکت د  $m$  کتله او د  $e$  - چارج سره په يو دایروي مدار کې چې د  $r$  شعاع لرونکی دی، د مرکز (هستې) د  $+e$  چارج سره په شاوخوا کې لکه څنگه چې په (13-5) شکل کې ښودل شوی دی، سرته رسېږي.

په دې حرکتونو کې مرکز ته د جذب قوه د هغه الکتريکي (برېښنايي) جذب څخه عبارت ده چې د هستې او الکترونونو په منځ کې شتون لري چې دا برابره ده له  $\frac{ke^2}{r^2}$  سره. په دې رابطه کې د  $k$  قيمت عبارت دی له:  $k = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{c}^2$  (د کولمب ثابت)

له مرکز څخه د تېښتې (فرار) (تعجيل)، د الکترون په حرکت کې د ايروي حرکت له نظره برابره دی، له  $\frac{v^2}{r}$  چې په دې کې  $v$  په دایروي محیط کې د الکترون سرعت دی، په پایله که د نیوټن له قانون څخه په گټې اخیستنې سره لرو چې:



له مرکز څخه د فرار قوه = مرکز ته د جذب قوه

$$\frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots(1) \text{ یعنی:}$$

کولای شو وښیو چې د هستې په برېښنايي ساحه کې د الکترون مرکز ته د جذب پوتنشيالي انرژي برابره ده له  $U = \frac{ke^2}{r^2} \times r = \frac{ke^2}{r}$  او له مرکز څخه د تېښتې حرکتې انرژي مساوي ده له  $\frac{1}{2}mv^2$  سره.

په نتیجه کې د الکترون مجموعي انرژي (پوتنشيالي انرژي + حرکتې انرژي) په دې مدار کې برابره ده له:

$$E = k_E + U = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{ke^2}{r}$$

د (1) رابطه اړخونه په  $\frac{r}{2}$  کې ضربوو:  $\frac{ke^2}{r^2} \left(\frac{r}{2}\right) = \frac{mv^2}{r} \left(\frac{r}{2}\right)$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{ke^2}{2r} \text{ او یا:}$$

په نتیجه کې د الکترون مجموعي انرژي  $E$  په شعاع په یو ثابت مدار باندې برابره ده له:  $E = \frac{ke^2}{2r}$  سره.

2- په اټوم کې د حرکت ځینې خاص حالتونه وجود لري چې د ثابتو حالتونو په نوم یادېږي په دې حالتونو کې نور، نو د معمول په توګه دکلاسیک فزیک د اصولو مطابق، الکترون، الکترو مقناطیسي موج نه خپروي چې د دې وضعیت له مخې ویلای شو چې الکترون په یو ثابت حالت کې دی. کلاسیک فزیک ته په پاملرنې سره یو بیرته لرونکی برېښنايي چارج د داسې یو الکترون په شان چې د هستې په شاوخوا څرخي، باید په پیوست ډول الکترو مقناطیسي انرژي خپره کړي. د دې انرژي په خپرولو سره د دې الکترون مجموعي انرژي کمېږي او الکترون په مارپیچي ډول، هستې خواته حرکت کوي او په اټوم کې لوېږي.

3- د ثابتو مدارونو شعاع کولای شي مشخص او پریکړي: مقدارونه ولري. که د لومړني مدار شعاع په  $a_0$  وښیو، نو د مدارونو مجاز یا ممکنه شعاع ګانې له لاندې رابطې څخه لاسته راځي.

$$r_n = a_0 n^2 \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

چې دلته  $n$  یو صحیح عدد دی. سربیره پردې، بور د الکتروني مدار کوچنی شعاع یعنې ( $a_0$ ) د هایدروجن په اټوم کې چې هغه ته د بور اټوم شعاع هم وایي په لاندې ډول یې لاسته راوړله:

$$a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2}$$

چې دلته  $h$  د پلانک ثابت،  $k$  د کولمب ثابت،  $e$  د الکترون چارج او  $m$  د الکترون کتله ده.

4- همدارنګه بور فرض کړل چې که څه هم یو ثابت الکترون چې په یو ثابت او خاص حالت کې له  $En_1$  انرژي سره دی، نه ځلېږي، خو کولای شي د  $En_2$ ، ټیټې انرژي سوې په تللو سره وځلېږي. په دغه ټیټه سوېه کې د الکترون انرژي نظر لومړنی سوې انرژي ته کمه ده یعنې،  $En_2 < En_1$  چې د انرژي دا توپیر د نوري کوانتم او فوتون په شکل ظاهرېږي چې د سوېو ترمنځ د غه د انرژي توپیر برابر دي له:

$$h\nu = En_1 - En_2$$

## 5-5: د ایکس شعاع (X وړانګه)

جرمني ساینس پوه رونتګن (Wilhelm Conrad Roentgen) په 1895م کال د نومبر په اتمه نېټه د جهان د نورو فزیک پوهانو غوندې د کتودي وړانګو په تجربو بوخت وو چې هغوی نوي پیژندل شوي وو. هغه په خپله تجربه کې یو ګلابي بڼنښه یې ګروپ چې په یوه تور مقوایې قوټی کې پوښل شوی وو او کوټه یې تیاره کړې وه، ترڅو د تور کاغذ د کدر والي درجه امتحان کړي، ناڅاپه یې د یو یا رد (91.44cm) په حدودو کې له لمپ څخه لرې یو ضعیف نور ولید چې د کوچني د ستګاه پرمخ سترګګ وهي. رونتګن ډېر حیران شوی وو، بیایې یو ګوګر ولگاوه او په حیرانتیا سره یې کشف کړه چې د مرموز نور سرچینه، هماغه د باریم پلاتینو سیانیدو کوچنی ټوټه ده چې د دستګاه پرمخ لویدلې ده. باریم پلاتینو سیانید د ډېرو کیمیاوي معدني موادو له ډلې څخه ده چې فلورېسنتي خاصیت لري (یعنې کله چې د بنفش نور پواسطه روښانه شي د لیدو وړ نور له هغې څخه خپرېږي).

د رونتګن په تجربه کې د نور هېڅ ډول منبع (نه دماورایي بنفش وړنګې اونه دکتودي وړانګو) شتون نه درلود، ترڅو وکولای شي فلورېسنتي خاصیت وښيي، ځکه نور رونتګن دا نتیجه واخیستله چې دغه فلورېسنتي خاصیت د یوې نوې شعاع پواسطه رامنځ ته شوی چې هغې ته یې نامعلومه یا ناپېژندل شوې د X شعاع (وړانګه) وویل. رونتګن وښودله چې د X شعاع له منبع څخه په مستقیم خط خپرېږي او د عکاسي لوحه هم توروې. هغه په تفصیلي ډول د X وړانګه د نفوذ قدرت په مختلفو موادو کې مطالعه کړه. نوموړي وویل: چې د دې وړانګو د نفوذ قدرت په سپکو موادو، لکه: کاغذ، لرګي او غوښه کې نسبت متراکمو موادو ته لکه پلاتین، سرپ او هلوکي کې زیات دی. همدارنګه هغه د لاس د هلوکي عکسونه یې د X د وړانګې په واسطه واخیستل. رونتګن وویل چې مقناطیسي ساحه نشي کولای د X وړانګو ته انحراف ورکړي او همدارنګه یې وښودله چې د هېڅ ډول انعکاس، انکسار، تداخل او تفرق اثر له نوموړې وړانګې څخه نه لیدل کېږي. د X، له وړانګې څخه زیاتره په طبابت کې ګټه اخیستل کېږي. د X له وړانګې له کشف څخه شپږمیاشتې وروسته (دوین) په یوه روغتون کې په جراحي عملیاتو کې له دې وړانګې څخه ګټه واخیستل شوه.

وروسته بیا د نوموړې وړانګې د کارونې ساحه ډېره پراخه شوه او په خاص ډول د ځینو ناروغیو د تشخیص او د سرطاني ناروغیو له تداوی سره په طبابت کې یو لوی انقلاب د X د وړانګو په وسیله منځ ته راغی. همدارنګه د X شعاع په نورو فزیکي علومو او ژوند پیژندنې کې تر پراخې ګټې اخیستنې لاندې راغله، ځکه د نوموړې وړانګې په مرسته د انځور ګریواو زړو مجسمې ارزونه او ساختماني موادو د څرنګوالي (کیفیت) د تشخیص او تحقیق په اړه پراخې ګټې اخیستنې ترسره شوې دي.

## 1-6-5: د کوانتم فرضیه (تیوری)

د هستې او اتومي فزیک پراخیدل، په فزیکي نظریو کې د دوو لویو پرمختگونو پر بنسټ منځ ته راغلي دي. د دې تیوري د پرمختګ او پراخېدو او د کوانتمې میخانیک تیوري ته د رسېدو لپاره لازمه ده چې د نسبیت تیوري په ځینو نتیجو پوه شو. د 1905 م کال کې البرت انشتاین د نسبیت په اړه د خپلې معروفې نظریې لومړنۍ برخه وړاندې کړه. هغه د دوو ډېرو پیچلو تجربو د راتلونکو پایلو په اړه په خپرنې پیل او تر هغه وخته پورې یې پراخې تجربې سرته رسولې وې. هغه دوو لاندې پایلو ته ورسیده:

1- د دقیقو اندازه کولو سره یې وښودله چې د نور سرعت اندازه په خلا کې د نورو منبع د حرکت څرنګوالي او د اندازه کولو د وسیلو تابع نه ده، بلکې د نور سرعت له هرې یوې منبع څخه چې خپرېږي، د هغې سرعت برابر له  $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$  څخه ده.

2- سرعتونه کولای شو، یوازې (د یوه جسم یا ټاکلې علامې په نسبت) اندازه کړو. موږ فقط کولای شو، یو شی نسبت بل شي ته د سکون یا حرکت په حالت وپېژنو که ووايو چې یو جسم د سکون په حالت کې دی، هېڅ معنا نه لري. انشتاین دې مسئلې ته په پاملرنه چې دا دوي نکتې کولای شي د ساده او حیرانوونکو پایلو ذمه واړې وي. هغه د دې دوو ذکرشو نکتو د سمېدو په فرضولو سره لاندې نتیجې ته ورسیده:

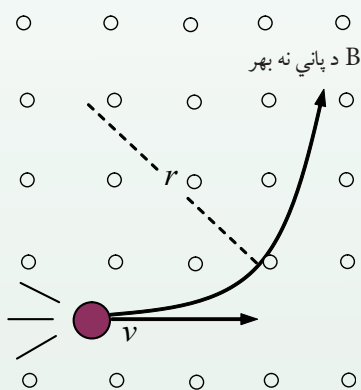
**لومړی:** هېڅ ډول جسم یا انرژي نشو کولای چې له نور څخه لوړ سرعت سره په خلا کې پر حرکت راوړو.

**دویم:** د هر جسم کتله د هغه د سرعت په زیاتېدو سره زیاتېږي.

**درېم:** فرض کړئ د وخت د اندازه گیرۍ یوه وسیله (چې که هر ډول ګرۍ وي) په زیات سرعت سره د شخص په وړاندې په حرکت کې دی. د دې شخص اندازه گیري به دا وښيي چې د ګرۍ د تک تک وخت د هغه ګرۍ د تک تک د وخت په پرتله چې نسبت شخص ته د سکون په حال کې دی، ځنډېږي.

**څلورم:** فرض کړئ یو جسم په زیات سرعت سره د یوه شخص په وړاندې په حرکت کې وي. د دغه شخص اندازه گیري د جسم اوږدوالي د حرکت په امتداد کې لنډ ښيي. د دغه پورتنیو پایلو څخه لومړنۍ درې یې موږ ته ډېر اهمیت لري.

د مثال په توګه، له لومړنۍ نتیجې څخه دا ویلای شو، هغه وخت چې الکترونونو ته زیات تعجیل ورکړو، نو د دوی حرکت نور عادي حالت نلري. په ځانګړي ډول هغه وخت چې د  $V$  سرعت د نور سرعت ( $C$ ) ته نژدې کېږي، په دې حالت کې د دوی حرکت د معمولي حرکتونو د معادلاتو تابع نه وي. موږ نه شو کولای چې الکترون ته دومره سرعت ورکړو چې سرعت یې د نور سرعت  $C$  ته ورسېږي او یا له هغه څخه زیات شي. په حقیقت کې د هېڅ یوې ذرې یا جسم سرعت نشو کولای، په خلا کې د نور وړانګې د سرعت ورسوو. د لومړنۍ نتیجې صحت کولای شو په دویمه نتیجه کې ولټوو. په زیاتو سرعتونو کې د جسم کتله د هغه له سرعت سره زیاتېږي. دغه خاصیت کولای شو، د الکترونونو په حرکت کې وښایو. د دې موخې لپاره الکترونونه په یوه معلوم سرعت سره مقناطیسي ساحې ته ور دننه کوو. پوهېږو چې په دې حالت کې هم الکترونونه خپل حرکت ته په دایروي مسیر کې ادامه ورکوي او ښایي چې مرکز ته د جذب قوې ( $\frac{mv^2}{r}$ ) او د مقناطیسي ساحې قوه، ( $qVB$ ) په خپلو کې تعادل حالت غوره کړي، ترڅو الکترونونه وکولای شي په دایروي مسیر خپل کې حرکت ته ادامه ورکړي.



نو د دغه دواړو قوو له مساوي کیدلو څخه لرو چې:

$$\frac{mv^2}{r} = qVB$$

له دغه رابطې څخه د  $m$  قیمت داسې لاسته راځي:

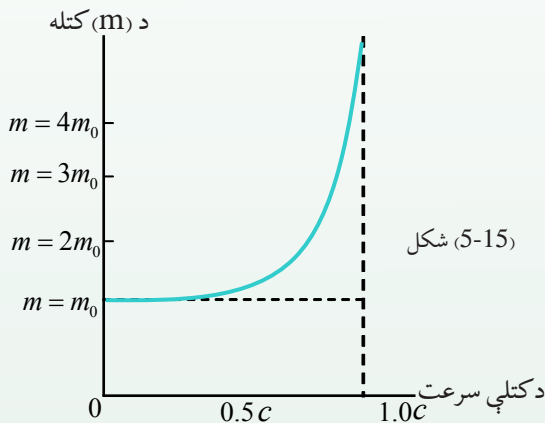
$$m = \frac{qBr}{V}$$

شکل (5-14)

څرنگه چې د الکترون کتله د محاسبې وړ ده، په حقیقت کې دا د الکترون مومنټم دی چې کېدای شي، په مستقیم ډول اندازه شي. د مومنټم مقدار په دې ځای کې عبارت دی له  $mv = qBr$  څخه چې په دې کې  $B$  او  $r$  کمیتونه د لابراتواري تجربو پواسطه ټاکل کېږي. څرنگه چې په عمل کې  $m$  نه اندازه کوو په دې اساس یې  $m$  ته د یوې ظاهري کتلې نوم ورکړی دی.

د  $m$  د اندازه کولو نتایج د سرعت په تابع په (5-14) شکل کې ښودل شوي دي. د ذرې کتله د سکون په حالت کې (په صفر سرعت کې) د ذرې د سکون کتلې په نامه یادېږي او هغه په  $m_0$  ښیو. څرنگه چې په شکل کې گورو، د الکترون کتله په تیت سرعت کې  $m_0$  ته نژدې ده، خو څه وخت چې  $v$  د نور سرعت  $c$  ته نژدې کېږي د ذرې کتله په سرعت سره زیاتېږي. انشتاین وړاندلیدنه وکړه چې څه وخت  $v \rightarrow c, m \rightarrow \infty$  د نور سرعت  $c$  ته ډېر نژدې شي، د ذرې کتله بې نهایت خوا ته تقریب کوي.

دغه ادعا تراوسه پورې د ډېرو مقادیرو د په لاس راوړلو سره په زر هاوو ځله زیاتې د  $\frac{m}{m_0}$  نسبت لپاره د تجربو پواسطه تایید شوې ده. مور په دې باور یو چې ټول جسمونه د همدې خاصیت تابع دي. یعنې د هر جسم سرعت چې د نور سرعت ته په خلا کې نژدې شي، د هغه ظاهري کتله په نامحدوده اندازه



انشتاین وښودله چې د جسم کتله ( $m$ ) د حرکت په وخت کې د لاندې رابطې په واسطه پیداکولای

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

شو:

په دغه فورمول کې  $v$  د الکترون سرعت نسبت ناظرته  $c$  د نور سرعت په خلا کې  $m_0$  د سکون کتله او  $m$  د الکترون کتله ده. د یادونې وړه کله چې  $v=0$  شي، نو د جسم کتله د هغه د سکون کتلې سره برابره کېږي یعنې  $m = m_0$  شي. خو کله چې ( $v=c$ ) شي، نو د معادلې مخرغ صفر ته نژدې کېږي او د  $m$  کتله بې نهایت ته تقریب کوي یعنې:  $m \rightarrow \infty$

د شکل منحنی د پورتنی معادلې د گراف بدلونونه ښيي. له سرعت سره د کتلې د بدلون فورمول نه یوازې الکترونونه او نورو اتومي ذراتو لپاره د اعتبار وړ دی، بلکې د ټولو متحرکو اجسامو لپاره د اعتبار وړ دی، خو څرنگه چې د لویو اجسامو سرعت لکه هغو جسمونو چې هره ورځ ورسره سروکار لرو، معمولاً د نور د سرعت په پرتله دومره لږدی چې د  $\frac{v}{c}$  مقدار ډېر کمېږي، نو په دې اساس د  $\frac{v^2}{c^2}$  مقدار بیا هم فوق العاده کمېږي، په نتیجه کې  $m$  او  $m_0$  مقادیر یو بل ته دومره نژدې کېږي چې د هغوی د توپیر په هکله څه نشو ویلای. په بل عبارت، د کتلې د نسبتي زیاتوالي په عمل کې یوازې په هغو ذراتو کې کولای شو تشخیص کړو چې اندازه یې د اټوم او یا له هغې څخه کوچنی وي او کولای شي چې سرعت یې له  $c$  څخه کوچنی وي پیداکړي.

دغه موضوعات چې تراوسه پورې ذکر شوي یو ډېر تاریخي اهمیت لري، ځکه چې فزیک پوهان یې د نسبیت د تیوري سمبنت معتقد کړل. تجربو تر اوسه پورې په عمل کې ښودلي چې ډېر روښانه شواهد د نیوټن فزیک د نیمگړتیاوو په اړه د هغو ذرو په هکله چې ډېر زیات سرعت لري، راټول کړي. کولای شو الکترونونو ته زیاته انرژي ورکړو. دغه کار د الکترونونو تعجیل ورکولو سره د یوه قوي ولتاژ بواسطه په خلا کې صورت مومي. څرنگه چې د الکترون چارج  $q_e$  معلوم دي او همدارنگه د انرژي زیاتیدل ( $q_e v$ ) او د سکون کتله ( $m_0$ ) هم معلومه ده او د  $v$  سرعت د وخت په ټاکلو اود الکترون مسیر په یوه ټاکلي واټن کې کولای شو اندازه کړو، نو د دې پر اساس د ( $q_e v$ ) انرژي د مقادیرو حاصل له حرکتی انرژي سره په اړیکه کې د کلاسیک مېخانیک پر اساس ( $\frac{1}{2}mv^2$ ) سره پرتله شونې (ممکنه) کېږي. د تجربو له لارې معلومه شوې ده، هر کله چې الکترونونه د نور د سرعت په پرتله کم سرعت ولري، نو دغه رابطه په دې ډول ده:

$$\frac{1}{2} mv^2 = q_e v$$

باید وویل شي، په هر حالت چې له فوتو الکتربیک څخه خبرې کوو پورتنی رابطه په کار وړو. تردې ځایه وپوهیدو چې الکترونونه په واقعیت کې کوچني سرعتونه لري،  $m$  او  $m_0$  پکې تقریباً سره مساوي دي، خو څه وخت چې د الکترونونو سرعت زیاتېږي، نو د  $\frac{v}{c}$  نسبت بیا یو کوچنی کسر نه دی او د ( $\frac{1}{2}mv^2$ ) کمیت  $q_e v$  سره متناسبه نه زیاتېږي.



چې دا ناخوالي د  $q_e v$  په زیاتېدوسره د  $m_0$  د بدلونونو په سبب زیاتېږي. البته د حرکي انرژي زیاتېدل اوس هم برابر دي له هغه کار سره چې د  $q_e v$  برېښنايي ساحې پواسطه رامنځ ته شوي دي، خو څرنگه چې نورنو کتله همغه  $m_0$  نه ده، نو نشو کولای حرکي انرژي د  $(\frac{1}{2}mv^2)$  پواسطه اندازه کړو.

د  $v^2$  مقدار د دې پر ځای چې د انرژي له ذخيږې سره یو ځای زیات شي، تر یوې ټاکلې اندازې پورې  $c^2$  ته نژدې کېږي، د کتلې زیاتوالی له سرعت سره په دې پورې اړه لري، لکه څنگه چې د حرکي انرژي څرنگوالی د کتلې له زیاتوالي سره اړه لري. کله چې اندازه شوې حرکي انرژي په یوه عطالتي نظام کې  $K_E$  وي، د  $(\Delta m)$  اندازه گيري شوې کتلې زیاتوالی به په هغه نظام کې له  $K_E$  سره متناسبه وي، یعنې:  $\Delta m \propto K_E$ . ولې د ډېرې زیاتې حرکي انرژۍ لپاره لازمه ده، ترڅو د کتلې فوق العاده زیاتوالی حاصل شي. دا کوچنی د تناسب ثابت په حقیقت کې انشتاین ته وښودله چې د دې قیمت  $(\frac{1}{c^2})$  ده چې په دې کې  $c$  په خلا کې د نور سرعت دی، یعنې:  $\Delta m = \frac{K_E}{c^2}$ ، نو د  $(m)$  به د یوه جسم لپاره، د سکون کتلې له مجموع  $(m_0)$  او  $\frac{K_E}{c^2}$  سره برابره وي، یعنې:  $m = m_0 + \frac{K_E}{c^2}$  د انشتاین د دی وړاندیز پر اساس،  $m_0$  له حرکي انرژي له معادلوالي سره یو خاص حالت موجود دی، د هغه په نظر د کتلې او انرژي ترمنځ د یوه دقیق مساوات رابطه شتون ولري. نو ویلای شو چې د سکون کتلې  $m_0$  مقدار هم باید له یوه مساوي مقدار او یا د سکون له انرژي  $(E_0)$  سره مطابقت ولري.

څرنگه چې  $m_0 = \frac{E_0}{c^2}$ ، نو مخکینی رابطه داسې لیکلای شو:  $m = E_0/c^2 + K_E/c^2$ . که د  $E$  انرژي د یوه جسم د ټولې انرژي  $E = E_0 + K_E$  لپاره په کار یوسو، کولای شو ولیکو چې:  $m = E/c^2$  وروستی رابطه د انشتاین همغه دقیقه نتیجه گيري وه چې په کال 1905 م کې یې ترسره کړې وه. چې د هغې پر بنسټ یې د یوه جسم کتله په حقیقت کې د هغه د انرژي د محتوا یوه اندازه ده. دا رابطه په یوه لاسمه طریقه چې ښيي د فزیک یوه ډېره مشهوره معادله ده داسې لیکي:  $E = mc^2$  د وروستیو معادلوه توضیح څخه دې پایلې ته رسېږو چې کتله او انرژي د یوه سیستم د مشخصې لپاره مختلف تعبیرونه دي. اړینه نه ده، که ووايو کتله په انرژي او یا انرژي په کتلې بدلېږي، بلکې وایو چې یو جسم د اندازه شوي  $m$  په کتلې سره د  $(E = mc^2)$  په اندازه انرژي لري.

د دې تساوي او يا د کتلې او انرژي د برابروالي ضمني مفاهيم ډېر پاروونکي دي. لومړی دا چې د تحفظ (بقا) دوه لوی قوانین د یوه واحد قانون دوه مترادف بیانونه جوړېږي. په هر سیستم کې چې ټوله کتله یې تحفظ لري، ټوله انرژي به یې هم پایښت (بقا) ولري. دویم دا فکر را منځ ته کېږي چې ښایي د سکون د انرژي دا اندازه، د انرژي نور و بنو ته بدله شي. څرنگه چې د انرژي د تساوي مقایسه له کتلې سره ډېره زیاته ده، نو ډېر لږ کمښت به د سکون په کتله کې د ډېرې زیاتې انرژي له آزادیدو سره د بېلگې په ډول د خوځښتي (نوساني) انرژي یا الکترومقناطیسي تشعشع سره مل وي.

## 2-6-5: د نور دوه گونی طبیعت

موږ غواړو چې د کتلې او انرژي له رابطو څخه یوه یې دنور د کوانټمونو او له اتومونو سره د هغو د متقابل اغېز په اړه په نظري لحاظ تر بحث لاندې ونیسو. زموږ دا بحث د فوتو الکتريکونو اثر او د بور موډل سره توپیر لري. د فوتو الکتريک اثر له څېړنې څخه پوه شوو چې یو کوانټم نور  $h\nu$  انرژي لرونکی دی چې په هغه کې  $h$  د پلانک ثابت او  $f$  د نور فریکونسي ده. دا مفهوم د  $X$  د وړانگو په اړه هم کارول کېږي. پوهېږو چې د  $X$  وړانگه د مریي نور په شان الکترومقناطیسي تشعشع ده، خو د هغې فریکونسي د مریي نور له فریکونسي څخه زیاته ده. سره له دې هم د فوتو الکتريک اثر د یو کوانټم د حرکت د اندازې په هکله موږ ته څه نه وایي. پوهېږو چې یو کوانټم نور د انرژي لرونکی دی، نو آیا د حرکت اندازه (مومنټم) هم لري؟ د  $p$  مومنټم لویوالی د یوه جسم لپاره د  $m$  کتلې او د  $v$  سرعت د حاصل ضرب په صورت تعریفېږي، یعنې:  $p = m.v$ . که چېرې د  $m$  پر ځای دهغه معادله انرژي  $(E/c^2)$  و ټاکو، کولای شو ولیکو چې:  $p = EV/c^2$ . پورتنی معادله د مومنټم د محاسبې او یا د حرکت اندازې لپاره په کار وړل کېږي چې په هغه کې د کتلې نوم نه دی یاد شوی. اوس د همدې معادلې پواسطه د یو فوتون د حرکت اندازه د  $E$  له انرژي سره غوره کوو.

په دې ځای کې د  $v$  سرعت پر ځای د نور سرعت  $(c)$  وضع کوو او کولای شو ولیکو چې:

$$p = EC/c^2 = E/c$$

د یو کوانټم نور  $E = hf$ ، لپاره که چېرې د  $E$  پر ځای دهغه قیمت  $hf$

په پورتنی رابطه کې ځای پر ځای کړو، د حرکت اندازه یا د یو کوانټم نور مومنټم په لاس راځي:

$$p = \frac{hf}{c}$$

د کلاسیکې الکترو مقناطیسي تیوري مطابق، کله چې د نور یوه وړانګه (یا د  $X$  شعاع) د یوه هدف په موجودو اتومونو کې مثلاً یو ناز که فلزي ورځه باندې ولګېږي، نور په بېلابېلو جهتونو خپرېږي، خو فريکونسي یې بدلون نه کوي. د نور جذبول د یوې ټاکلې د خپې اوږدوالي کې د اتوم په واسطه شونې ده چې د بلې فريکونسي د نور د بل ځل له بهر کېدو سره مل وي، خو که چېرې د نور خپې په آسانی سره خپرې شي، په دې صورت کې د کلاسیکې تیوري مطابق باید د هغې په فريکونسي کې بدلون رانشي. خو د کوانتمي تیوري پر اساس، نور له فوتونونو څخه جوړ شوي دي او د نسبیت تیوري له مخې فوتونونه د مومنتم درلودونکي دي. کامپتون دارنګه استدلال وکړ چې د یوه اتوم او یو فوتون د ټکر پر وخت باید د مومنتم د تحفظ قانون په کارېدل شي. د دې قانون پر اساس کله چې د کوچنی کتلې درلودونکی یو جسم د یو بل جسم سره چې د لوپې کتلې لرونکی او ساکن وي برخورد وکړي، نوموړی جسم د سرعت د لږ کمښت یعنې په انرژي کې د کمښت د بدلون له امله بیرته شاته راګرځي. خو که د دوو جسمونو کتلې سره ډېر توپیر ونه لري، نوزياته اندازه انرژي له ځان سره انتقالوي.

کامپتون (1892-1962) Arthur Holly Compton امریکایي فزیک پوه حساب کړ، هر کله چې یو فوتون له یوه اتوم سره ټکر وکړي، که د فوتون د حرکت اندازه  $hf/c$  وي، څومره انرژي باید له لاسه ورکړي؟ هغه نتیجه واخیستله چې که چېرې په نظر کې ونیسو چې یو فوتون په ساده ډول له ټول اتوم سره برخورد وکړي، په انرژي کې ډېر لږ بدلون راځي، خو که یو فوتون له یو الکترون سره ټکر وکړي چې د کمې کتلې لرونکی وي، نو فوتون زیاته انرژي الکترون ته لېږدوي. کامپتون د خپلو تجربو په واسطه وښودله چې فوتونونه کولای شي د ذرې په شکل وي، (خو د حرکت او همدارنګه د معینه انرژي په اندازه) هغه وښودله چې د فوتونونو او الکترونونو ترمنځ برخورد، د مومنتم او انرژي له تحفظ قانون څخه پیروي کوي چې دا په حقیقت کې د کامپتون د دې نظر لپاره یو بل دلیل دی چې نور د ذرې په څېر دی، خو باید وپوهېږو چې فوتونونه د معمولي ذرې په څېر نه دي چې سرعت یې د نور له سرعت څخه کم وي (فوتونونه د سکون په حالت کې شتون نه لري)، ځکه نو د فوتونونو لپاره د سکون کتله شتون نه لري، خو له مختلفو جهتونو څخه د خپرېدو یا تیتېدو د همدې خاصیت له مخې د مادې د ذراتو په څېر عمل کوي چې د انرژي او مومنتم درلودونکي دي. همدارنګه فوتونونه د امواجو د خاصیتونو په درلودلو سره (هغه امواج چې فريکونسي او د خپې اوږدوالي لري) د خپې په شان هم عمل کوي، په مختلفو حالاتو کې کله نور الکترو مقناطیسي ځانګړنې خصوصیات لري، یعنې د هغو څپو په شکل دي چې د خپې اوږدوالي او فريکونسي لري چې دا ځانګړنې د نور د څپه ییز خصوصیت دی، خو په ځینې نورو حالتونو کې نور له ځانه هم موجي (څپه ییز) او هم ذره یي رفتار لري چې دغه دوه ډوله رفتار د نور د ذره یي او موجي خاصیتونه دي، دا ډول خاصیت او رفتارته د نور دوه ګونې خاصیت یادوه ګونی طبیعت (ذره یي - موجي) وایي، نو کولای شو ووايو چې نور د دواړو (ذره او موج) خاصیتونه لري.

همدارنگه په 1923م کال کې لويي دې بروگلي (1892-1987) Louis de Broglie فرانسوي پوه وړانديز وکړ چې د نور دوه گوني ځانگړنه (ذره يي - موجي) د الکترون او نورو اتومي ذراتو لپاره هم په کارورلی شو. هغه وويل چې دغه دوه گوني خاصیت (ذره يي - موجي) د ټولو کوانټمي مراحلو لپاره يوه بنيادي ځانگړنه ده. د دغه نظر په اساس هغه څه چې مورېې تل يوه مادي ذره گڼو، په ځينو شرايطو کې کولای شي، د موج په بڼه عمل وکړي، همدارنگه دې بروگلي داسې رابطه پيدا کړه چې د هغې په واسطه کولای شو د هغه ذرو د څپې اوږدوالي پيدا کړو، کوم چې د موج په بڼه عمل کوي. څرنگه چې مو وليدل د فوتونونو د حرکت اندازه د  $\lambda$  څپې اوږدوالي له  $p = \frac{h}{\lambda}$  سره برابر دی. د بروگلي نظر دا وو چې دغه رابطه د فوتونونو لپاره استخراج شوې ده، د هغو الکترونونو لپاره چې  $p = m.v$  مومنتم لري هم په کارورل کېږي، نو هغه وړانديز وکړ چې د يو الکترون د څپې اوږدوالي عبارت دی له  $\lambda = \frac{h}{mv}$  څخه. د بروگلي له فرضيې او مختلفو تجربو څخه ثابته شوي ده چې د (ذره يي - موج) دوه گوني خاصیت يو عمومي خاصیت دی اونه يوازې د نور، بلکې د مادې لپاره هم دی، خو اوس مهال معمول دادی چې د ذرې کلیمه يوازې د الکترونونو او فوتونونو لپاره په کار وړو او سره له دې چې دواړه په خپلو کې ډېر مهم توپير ونه لري، خو بيا هم د ذرې او موج د دواړو خاصیتونو لرونکي دي.

### 3-6-5: د دې بروگلي د څپو سرعت

د نيوتن د کشفیاتو پر اساس چې د نور امواج د فوتونونو په بڼه عمل کوي، دغه سوال مطرح شو چې آیا امکان لري چې ذرات هم کله کله د موج په بڼه عمل وکړي؟ وروسته معلومه شوه چې په حقيقت کې ذرات هم د يو ډول څپه ييز خاصیت لرونکي دي. دغه خبره په 1913م کال کې کشف شوه. په دغه کال کې بروگلي يوه نظريه وړاندې کړه چې د هغې پر اساس هره ذره له يوې څپې اوږدوالي سره تړاو لري چې مور کولای شو دغه د څپې اوږدوالي په ساده ډول د استدلال په واسطه لاسته راوړو. کولای شو چې د هرې ذرې د څپې اړوند اوږدوالی د ذرې او فوتون د ورته والي په مرسته لاسته راوړو. د

$$\text{فوتون په اړه پوهېږو چې: } \frac{hc}{\lambda} = \text{د فوتون د څپې اوږدوالی (}\lambda\text{)}$$

یا:

$$\frac{hc}{\lambda} = \text{د فوتون انرژي}$$

له نسبیت څخه پوهېږو چې د کتلې او انرژي تر منځ د  $\Delta E = (\Delta m)c^2$  رابطه شتون لري. که څه هم فوتون د سکون کتله نه لري، خو د انرژي (معادله کتله) لري. که د فوتون د انرژي معادل کتله په  $m_{ph}$  وښو ( $ph$  د فوتون مخفف دی)، نو کولای شو ولیکو چې:  $m_{ph}c^2 =$  د فوتون انرژي

که دغه مقدار په پورته رابطه کې ځای پر ځای کړو، نو د فوتون د څپې اوږدوالی دا رنگه لاسته راوړلای

$$\text{شو: د فوتون مومنتم} = \frac{hc}{m_{ph}c^2} = \frac{h}{m_{ph}c} = \frac{h}{mv}$$

ځکه چې  $mc$  هماغه د فوتون مومنتم یا  $mv$  دی. که چېرې هره ذره د څپې له یوه اوږدوالي سره تړاو ولري، نو د څپې اوږدوالی د استدلال له مخې به لاندې توگه لیکلای شو:

$$\text{د ذرې مومنتم} = \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{mv}$$

دغه د ذرې فرضي د څپې اوږدوالي ته، د دې بروگلي د څپې اوږدوالی وايي، نو د دې بروگلي د څپې

اوږدوالی د یوې ذرې د  $m$  کتلې او  $v$  سرعت لپاره عبارت دی له،  $\lambda = \frac{h}{mv}$  (د ذرې د څپې اوږدوالی او د دې بروگلي د موج سرعت له  $v = \frac{h}{\lambda m}$  څخه عبارت دی.

## 7-5: د هایزنبرگ د قطعیت د نه شتون اصول

موږ په واروار ویلي دي چې هر فزیکي خاصیت په هره سمونیا سره چې وغواړو اندازه کولای شو، صحیح ډول د مطلوبې درجې اندازه گیری ته د رسیدو لپاره کافي ده چې یوه حساسه او دقیقه وسیله طرحه کړو، خو موجي میخانیک ښودلې ده چې حتا په فکري آزمایشونو او یا د اندازه گیری په ایډیال (خیالي) وسایلو کې هم د اندازه گیری په سموالي او صحت کې نیمگړتیاوې شتون لري.

د مثال په ډول، موږ څرنګه کولای شو د هغه موټر موقعیتونه او سرعت چې د یوې جادې پر مخ د ورو حرکت په حال کې وي، اندازه کړو؟ د یوه موقعیت د تعینولو لپاره په یوه ټاکلې لحظه کې د موټر د مسیر مخکینی موقعیت د یوه خط په واسطه په نښه کوو. په هماغه لحظه کې یو درونکي ساعت (ستاډ واچ) سویچ کوو، موټر د نظر، خپل مسیر طی کوي او په هغه وخت کې چې د جادې وروستی برخې ته ورسېږي، بیا یې هم په نښه کوو او ساعت دروو. له هغې وروسته څرنګه چې د موټر د حرکت لوری هم معلوم دی. د دواړو نښو تر منځ واټن اندازه کوو، او طی شوی واټن پر وخت وېشو. او متوسط سرعت ترې په لاس راوړو.

نو پوهېرو چې کله موټر د دويمې نېسانې ځای ته ورسیده، په يوه ټاکلي واټن کې د پیل له نقطې څخه په حرکت کې وو او په يوه ټاکلي متوسط سرعت سره يې خپل معين مسير طي کړی دی. که دغه عمل په ډېرو کوچنيو واټنونو کې تکرار کړو، نو کولای شو چې لحظوي سرعت د مسير په هره معينه لحظه کې په لاس راوړو. اوس له جادې او موټر څخه تېرېرو او يو الکترون چې د يوه تخليه لامپ (گروپ) له منځ څخه تېرېږي، په پام کې نيسو. مور کوبنسې کوو چې د الکترون سرعت او موقعيت اندازه گيري کړو. مور بايد په خپله اندازه گيري کې بدلون راولو. مور پوهېرو چې الکترون دومره کوچنی دی چې نشو کولای د هغه ځای د مريي نور په مرسته مشخص کړو (سره له دې چې د مريي نور د څپې له اوږدوالي کوچنی هم دی، خو بيا هم د يوه اټوم له قطر څخه  $10^4$  ځله لوی دی. د يوه الکترون د ځای غوره کولو لپاره د يو اټوم د قطر په اندازه ساحه کې (له يوه سرڅخه تر بل سره پورې د  $1A = 10^{-10} m$  په شاوخوا کې) بسايي چې د نور له وړانگې څخه گټه واخلو چې د څپې اوږدوالی يې د  $10^{-10}$  مترو په شاوخوا کې او يا له هغه څخه هم کم وي، خو فوتون چې د څپې له دومره کوچني اوږدوالي ( $\lambda$ ) او له  $f$  زياتې فریکونسي) سره،  $\frac{h}{\lambda}$  مومنتيم، د  $(hf)$  فوق العاده زياته انرژي لري. دې ته په پاملرنې سره پوهېرو کله چې داسې فوتونونه چې د الکترونونو پواسطه تېرېږي، دېته ورته دی لکه چې ټينگه لغته ورته ورکړل شوي وي. د چټکتيا په پايله کې به الکترون يوه نوي او نامعلوم لورته بدلون وکړي. (چې دغه يوه نوې مسئله ده، داسې يوه مسئله چې د موټر موقعيت د اندازه گيري د بحث په وخت کې حتی د هغه په اړه موفکر هم نشو کولای) ځکه نو کله چې مور هغه فوتونونه چې تیت شوي نه دي، پيدا کوو، کولای شو د هغه له لوري څخه چې لري يې، نتيجه واخلو چې الکترون به چېرته وي، په دې صورت کې مو په حقيقت کې د الکترون ځای پيدا کړی دی، خو په دې پروسه کې به مو د الکترون سرعت ته د لوبوالي او هم د جهت له اړخه بدلون ورکړي وي.

په واضحه توگه ویلای شو که څه هم کولای شو چې د الکترون ځای (د څپې له یو ډبر لاند اوږدوالي څخه نه په استفادې سره) تعیین کړو، خو د سرعت سموالی یې لږ معلومیدای شي. مور کولای شو ددغو فوتونونو پواسطه چې لږه انرژي لري، د الکترون پارونه کمه کړو، خو څرنگه چې نور د  $hf$  کوانتمونو انرژي لري، د کمو انرژي فوتونونه به لوی د څپې اوږدوالی ولري، نوله دې کبله د الکترون د موقعیت په دقت کې لازیات د قطعیت نه شتون منځ ته راځي.

لنډه دا چې مور نشو کولای د یوه الکترون موقعیت او سرعت په مکمل دقت سره اندازه کړو. دغه نتیجه گیری ته د (عدم قطعیت) اصل ویل کېږي چې د جرمني فزیک پوه ورنر هایزنبرگ (1901-1976) Werner Heisenberg په واسطه بیان شوی دی. مور کولای شو، د عدم قطعیت اصل په کمې توگه د هغه ساده فورمول په واسطه چې د شرودینگر د ذراتو د حرکت لپاره موجي معادلې څخه استخراج شوي دی بیان کړو. کله چې  $\Delta x$  عدم قطعیت په مکان او ( $\Delta p$ ) عدم قطعیت په مومنتیم کې وي، نو په دې صورت کې به په لوړو سویو کې ثبوت شي چې د دوو عدم قطعیتونو حاصل ضرب له  $(\frac{h}{2\pi})$  سره برابر او یا زیات وي. یعنې:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$$

همدغه استدلال او معادله د موټر د تجربې په اړه کې هم سمه ده، خو د هغو جسمونو لپاره چې زیاته کتله لري، عملي نتیجه نه لري. یوازې په اټومي مقیاسونو کې دغه محدودیتونه ښکاره او د اهمیت وړ وي.

## د پنځم څپرکي لنډيز

- د نوي فزيک بنسټ د نسبیت او کوانتمي نظریو مجموعه تشکیلوي. د نسبیت نظریې د هغو بنکارندو د مطالعې په اړه دي چې چټکوالی یې ډېر زیات (نور سرعت ته ډېر نژدې) دی.
- د کوانتمي فزيک نظریې د ډېرو کوچینو بنکارندو مطالعه ده، لکه د اتومونو، مالیکولونو او وړې ذرې چې اتوم یې جوړ کړی، هغه ذرې چې اتومونه ترې جوړ شوي دي د اتوم د لاندې ذراتو په نامه یادېږي.
- هغه الکترومقناطیسي څپې چې د جسمونو له سطحې څخه د تودوخې په هره درجه کې خپرېږي، د اجسامو د سطحې تشعشع ورته ویل کېږي.
- که په یوه طیف کې د څپو د اوږدوالي ترمنځ واټن نه وي، هغه طیف د پیوست طیف په نامه یادېږي. هغه جسم چې وکولای شي د وارده تشعشع څپو ټول اوږدوالی په بشپړه توګه جذب کړي، تور جسم ورته ویل کېږي. د جسم په واسطه د جذب شوې تشعشع انرژۍ او د واردي شوې تشعشع انرژۍ نسبت ته د هغه جسم د جذب ضریب وایي او د  $a\lambda$  په توري سره ښودل کېږي.
- د یوه جسم تشعشعي شدت د الکترومقناطیسي څپو د مجموعي انرژي له اندازې سره چې په یوه ثانيه کې د جسم د سطحې له واحد څخه خپرېږي، مساوي دي. د یوه جسم تشعشع (ځلیدننه) د څپې په هر اوږدوالي کې د الکترومقناطیسي څپې د انرژي د اندازې د څپو له اوږدوالي سره د  $\lambda$  او  $\Delta\lambda$  په منځ کې چې د زمان په واحد کې د جسم د سطحې له واحد څخه خپرېږي، مساوي دي.
- د هر عنصر له بخار څخه د خپور شوي نور طیف ته هغه عنصر اتومي طیف وایي او له خپور شوي نور څخه حاصل شوي طیف د هر عنصر له بخار څخه د هغه اتوم له خپور شوي یا نشري طیف په نامه یادوي. د سپین نور طیف ته چې ځینې خطونه یا د څپو اوږدوالي یې جذب شوي وي، جذبي طیف وایي.
- د ماکس پلانک د نظریې پر اساس د انرژي مقدار چې یو جسم یې د الکترومقناطیسي امواجو په څېر خپروي. او تام مضرب له یو ثابت مقدار سره وي چې دغه ثابت مقدار د الکترون مقناطیسي موج فریکوینسي سره تر اولري. له دغې نظریې سره سم د یو الکترومقناطیسي څپې انرژي د  $v$  له فریکونسي سره برابره ده له،  $E = nhv$  چې په دې رابطه کې  $n$  یو تام مثبت عدد دی او د  $h$  ضریب یو ثابت مقدار دی چې د پلانک د ثابت په نامه یادېږي  $n$  د کوانتمونو مقدار راښيي چې د کوانتمي عدد په نوم یادېږي.
- په 1988م کال کې هانریچ هرټس آلماني یوه مشاهده کړه، کله چې یوه نوري وړانګه په ډېر کوچني څپې اوږدوالي سره د بنفش نور په څېر د یو برېښنا ښودنکي فلزي خولی سره چې د منفي چارج لرونکي وي، ولگېږي، د برق د تخلیه کیدو لامل کېږي چې دغه الکتريکي (برقي) تخلیه د یوه فلز له سطحې څخه د الکترون د جلا کولو په دلیل (د نور د لگیدو په واسطه)، د فوتو الکتريک اغېزه او د فلز له سطحې څخه خپرو شوو الکترونونو ته فوتو الکترون وایي.



• بور خپل موډل د هایدروجن د اتوم لپاره چې یوالکترون لري ارایه کړ چې دغه موډل د لاندېښو څرگندونو پر اساس دي.

• الکترونونه په دایروي مدارونوکې په مشخصو شعاعگانو سره حرکت کوي چې دغه مدارونه د ثابتو مدارونو یا (stationary orbits) به نوم یادېږي.

• په اتوم کې د حرکت ځینې خاص حالتونه شتون لري چې د ثابتو حالتونو په نامه یادېږي. په دې حالتونوکې بیانولکه د معمولي ډول (د کلاسیک فزیک د اصولو مطابق)، الکترون الکترومقناطیسي انرژي نه خپروي چې په دې وضعیت کې وایو چې الکترون په یو ثابت حالت کې دی.

• د ثابتو مدارونو شعاع کېدای شي، مشخص پرېکړې مقدارونه ولري. که د لومړني مدار شعاع په  $a_0$  و ښیو، ممکنه مجاز شعاعگانې له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي.

$$rn = a_0 n^2$$

$$r = 2, 3, \dots$$

• بور همدارنگه فرض کړه چې که څه هم یو ثابت الکترون چې په یوه ځانگړي ثابت حالت کې له  $E_m$  انرژي سره نه ځلېږي، خو کولای شي د انرژي ښکتنې سطحې  $E_{n2}$ ، ته په رسیدو سره وځلېږي. په دې صورت کې په ښکتنې سوبه کې د الکترون انرژي نظر لومړنی سوبې ته کمه ده، یعنې  $E_{n2} < E_{n1}$  او د انرژي دغه اختلاف د کوانتم یا نوري فوتون په شکل ظاهرېږي، دغه د سوبې ترمنځ د انرژي اختلاف برابر دی له:  $h\nu = E_{n1} - E_{n2}$  سره.

• په 1895م کال د نوامبر په اتمه، روینتگن د نړۍ مشهور فزیک پوه چې د کتود وړانگو په تجربو بوخت وو هغه نوې ناپیژندل شوې وړانگه کشف کړه. هغه په خپلو تجربوکې یو کمزوری نور په کوچنی دستگه کې چې هغه ته نژدی وو، مشاهده کړ. روینتگن و ښودله چې د X وړانگه د تولید له ځای څخه په یوه مستقیمه کرښه خپرېږي، د عکاسي صفحه هم تور وي. هغه په تفصیل سره د X د نفوذ پیاوړتیا په مختلفو موادو لکه: کاغذ، لرگی، المونیم، پلاتین او سرب کې شرحه کړه. هغه وویل چې د دغو وړانگود نفوذ توانایي په سپکو موادو، لکه: کاغذ، لرگی او غوښه کې نسبت مترامو موادو، لکه: سرب، پلاتین او هلو کې زیاته ده. له دغه وړانگو څخه په درملنې کې ډېره گټه اخیستل کېږي.

• د انشتاین د نسبیت تیوري په لاندې ډول سره بیانېږي چې:

1- هېڅ ډول جسم یا انرژي نشو کولای، د نورله سرعت (C) څخه په خلا کې زیات سرعت ورکړو.

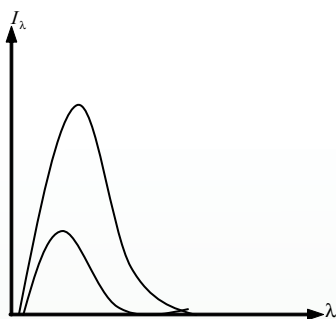
2- د هر جسم کتله د هغې د سرعت له زیاتېدلو سره زیاتېږي، هغه وخت چې د یوه جسم سرعت  $v = 0$

شي، نو کتله یې  $m_0$  دی چې د سکون د کتلې په نوم یادېږي. انشتاین وښودله چې:  $m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  دي.

3- فرض کړئ چې د وخت اندازه گیري یوه وسیله (هر ډول گړی) چې په یو زیات سرعت سره د یوه شخص له مقابل څخه په حرکت کې وي. اندازه گیري به وښيي چې د گړی د ټک ټک وخت د هماغه ساعت د وخت په پرتله نسبت و هغه شخص ته چې د سکون په حال کې دی؟ ځنډ (ورو) کېږي.

• کامپتون د خپلو تجربو په نتیجه کې وښودله چې کولای شویو فوتون، لکه یوه ذره وگڼو، د حرکت له یوې اندازې سره چې همدارنگه د یوې ټاکلې انرژۍ لرونکی دی. همدارنگه هغه وښودله چې د فوتون او الکترون ټکر (برخورد) په خپلو کې د مومنتم (د حرکت داندازې) او انرژي د تحفظ له قانون څخه پیروي کوي. همدارنگه کامپتون وویل چې فوتونونه د سکون په حالت کې شتون نه لري، ځکه نو د سکون کتله هم د فوتونونو لپاره شتون نه لري. همدارنگه دې وویل چې فوتونونه په ځینو حالاتو کې د ذرو په څېر عمل کوي (د انرژي او مومنتم سره) او په ځینو حالاتو کې بیا د څپې په څېر عمل کوي چې د فریکونسي او د څپې اوږدوالي لرونکي دي، همدارنگه الکترومقناطیسي رفتار لري. همدارنگه فرانسوي فزیک پوه دې بروگلي وړاندیز وکړ چې د نور دوه گوني (موجې - ذره یي) خاصیت د الکترون او نورو ذرو لپاره هم په کار وړلای شو. هغه وویل چې ښايي دوه گوني (موجې - ذره یي) خاصیت یو بنیادي خاصیت د ټولو کوانتمي پروسو لپاره وي او هغه څه ته چې مورتل د مادي ذراتو په توگه گورو، په ځینو حالاتو کې کولای شي د موج په شکل عمل وکړي. د دې بروگلي نظریه دارنگه وه چې هره ذره له یوه څپې اوږدوالي سره تړاو لري. د هرې ذرې اړوند د څپې اوږدوالی کولای شو د فوتون له ذرې سره مشابه په نظر کې ولرو. د دې بروگلي د څپې اوږدوالی د هغه ذرې لپاره چې د  $m$  کتله او  $v$  سرعت ولري، عبارت دی له:  $h / mv = \lambda$  د ذره د څپې اوږدوالي ( $\lambda$ )

• د الکترون موقعیت چې د زیاد سرعت لرونکی دی، د الکترون د ډېرې چټکتیا په پایله کې ډېر بدلون د هغه په نوي او ناڅرگند لوري کې پیدا کېږي. مور کولای شو د هغه له لوري څخه چې لري یې، نتیجه تر لاسه کړو چې الکترون چېرته دی؟ او لوری یې کوم دی؟ خو مور نشو کولای د الکترون سرعت او چټکتیا په دقیق او نامحدود ډول اندازه کړو. دغې نتیجې ته (د قطعیت نه شتون) اصل وایي چې د لومړي ځل لپاره د ورنر هایزنبرگ په واسطه بیان شوی دی. د عدم قطعیت اصل د اندازې مقدار کولای شو له عادي فورمول څخه چې د شرودینگر د ذراتو د حرکت لپاره له موجي معادلې څخه استخراج شوی دی، بیان کړو. که چېرې  $\Delta x$  د مکان د عدم قطعیت او  $\Delta p$  د حرکت د اندازې (مومنتم) عدم قطعیت وي، نو په دې صورت کې د دوو عدم قطعیتونو حاصل ضرب باید له  $(\frac{h}{2\pi})$  سره مساوي او یا ورڅخه زیات وي یعنې:  $\Delta x \cdot \Delta p \geq h / 2\pi$



## د پنځم څپرکي پوښتني

1. په مخامخ شکل کې د دوو جسمونو تشعشع چې یو یې تور او بل یې تور نه دی، د تودوخې په یو شان درجه یې بنودل شوي ده، له دلایلو سره یې بیان کړئ چې کومه منحنی په تور جسم پورې او کومه یوه په هغه جسم پورې چې تور نه دی اړه لري؟

2. د هر جسم له سطحې څخه خپره شوې تشعشع په کومو عواملو پورې تړاو لري؟ توضیح یې کړئ
3. د هغو نظریو له ډلې څخه چې د کوانتمي مېخانیک بنسټ جوړوي، لومړنی نظریه د کوم فزیک پوه له لورې وړاندې شوه؟
4. د پدیدو په جهت ور کولو کې د کلاسیک فزیک نیمگړتیا څه وه؟ څه چې مو په دې اړه زده کړي وي، په اړه یې څو کرښي ولیکئ.
5. څه شی ددې لامل شول چې نوې څېړنې د مادې د پیژندنې او د اټوم جوړښت په هکله پیل شوې؟
6. د  $(x)$  وړانگه د لومړي ځل لپاره د چا پواسطه او څرنگه کشف شوه؟
7. د کامپتون نظریه د نور دوه گوني طبیعت په اړه ولیکئ.
8. د قطعیت د اصولو له مخې د الکترون سرعت او موقعیت څرنگه ټاکلی شو؟

## څلور ځوابيزي پوښتني:

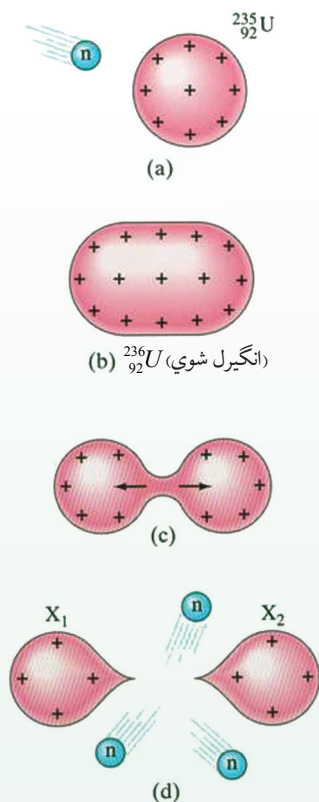
- 1- د ماکس پلانک ثابت واحد عبارت دی له:
 

الف- الکترون ولت $ev$	ب- الکترون ولت في ثانيه $ev/s$
ج- ژول ثانيه $J.s$	د- ژول في ثانيه $J/s$
- 2- د فوتو الکتريک په پدیده کې، د درونکي ولتاژ اندازه له کومو عاملونو سره اړیکې لري؟
 

الف- د فلزي الکتروود له سطحې او د وارده نور له شدت سره. ب- د وارده نور له فریکونسي سره	ج- د وارده نور له فریکونسي او د الکتروود فلز له جنس سره.
--	--
- 3- د دې بروگلي د سرعت معادله عبارت دي له:
 

الف- $h/\lambda$	ب- $\lambda = h/mv$	ج- $v = h/\lambda m$	د- $v = d/t$
------------------	---------------------	----------------------	--------------

## هستوي فزیک



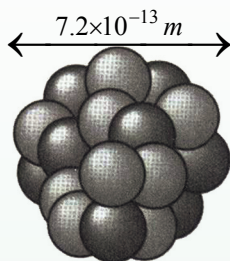
مخکې د اټومي فزیک د ځینو برخو له مفاهیمو سره آشنا شوو. د نسبیت او کوانټمي نظریې په شلمه میلادي پیړۍ کې فزیک په بشپړه توګه بدل کړ. اوس مهال پوهانو د کوانټمي نظریاتو او مفاهیمو په مرسته د ډېرو بنسټګرانو د جهت ورکولو لپاره په بشپړه مطابقت سره تجربو ته لاس رسې پیداکړې.

رادر فورډ په خپلو لومړنیو تجربو کې د الفا  $\alpha$  وړانګو په واسطه د اټومونو په مبارزې کې وښودله چې د اټوم هسته ډېره وړه، خو د اعظمې برخې د کتلې لرونکې ده، هغه نتیجه واخېسته چې ټولې هستې پروتون لري، خو د هستې کتلې ډېرې او چارج یې له هغې اندازې څخه لږ دی چې د هغه تشکیل ته په پاملرنې سره په هسته کې یې له پروتونو څخه انتظار کېږي، ځکه نو په هسته کې باید یو ډول خنثي ذرات د ذراتو له برېښنايي خنثا ترکیب او له مخالفو چارجونو سره موجود وي، د خنثا ذراتو معما تر 1932م کال پورې حل نه شوه، څرنګه چې په هسته کې د پروتونو ترمنځ منځنی واټن ډېر کم دی، ځکه نو برېښنايي تدافعي قوه د هغوی ترمنځ ډېره لویه ده.

که د پروتونو او نیوترونو د پیوستون (اتصال) لپاره د جاذبې لویه قوه موجوده نه وي، دا قوه به په شدت سره پروتونونه یو له بله لیرې کړي. په دې څپرکي کې یوه اساسي موضوع چې په اټومي فزیک کې مطرح کېږي، هغه د اټوم د هستې جوړښت، د ځینو ځانګړنو او په هغو پورې اړوند عکس العملونه تر مطالعې لاندې نیسو او تاسو به له هستې سره تړلې انرژي طبیعي رادیواکتیو، مصنوعي رادیواکتیو، د رادیواکتیو ایزوتوپونه، د هستې انشقاق، زنجیري تعامل، د هستې سوځېدل او د هستوي ریکټور په څېر موضوع ګانو سره به آشنايې پیداکړئ.

## 1-1-6: د هستې اندازه او جوړښت

آيا پوهېږئ چې څه وخت او د چا په واسطه د هستې د اندازې او جوړښت مطالعه پيل شوه؟ او له هغه څخه څه نتيجه لاسته راغله؟ کولای شو چې 1896 ميلادي کال د هستوي فيزيک د مبحث د پيل نېټه وگڼو، ځکه په همدې کال کې هنري بيکيورل (Becquerel Henri) د راديواکتيو (Radio Active) تشعشعات او د (U) يورانيم ترکيبونه يې کشف کړل.



شکل (6-1)

له هغه وروسته نورو پوهانو د يو شمېر تجربو په ترسره کولو، د موډلونو په وړاندې کولو او د کوانټم مېخانيک په اړه په ځانگړو نظرياتو سره دا بحث پراخ او بشپړ کړ.

د رادرفورډ Rutherford محاسباتو وښودله چې د هستې شعاع د  $10^{-14} m$  له حدودو څخه لويه نه ده چې د دې وړوکوالي پر اساس د هغو د شعاع اوږدوالي د هستې په فيزيک کې د يوه مناسب واحد په توگه فيمتو متر  $fm$  منل شوی دی چې ځينې وخت هغه ته (*fermi*) هم وايي او فرمي له  $10^{-15} m$  سره برابر دی.



### فعاليت

د لوبو په يوه ډگر کې يو ځای وټاکئ چې بعدونه يې د ډگر سطحې د بعدونو په پرتله په همغه اندازه کوچني وي چې د اټوم د هستې بعدونه د اټوم له بعد څخه کوچني دي.

د هر اټوم هسته د ټاکلو پروتونو او نيوترونو لرونکي وي، د معمولي هايډروجن د اټوم له هستې پرته چې يوازې يو پروتون لري. پروتون (Proton) هغه ذره ده چې  $e$  چارج لري، مگر نيوترون (Neutron) له برېښنايي نظره خنثي دی.

پروتونونه او نيوترونونه په بشپړه توگه د هستې ذرې گڼلې کېږي، د اټومونو د جوړوونکو ذرو د چارج او کتلې اندازې په (143) مخ کې ښودل شوي دي.

د هر اټوم د هستې د پروتونو شمېر د اټومي عدد (نمبر) په نامه یادېږي او هغه په  $(Z)$  سره ښيي. په دې ترتیب د هستې ټول چارج  $+ze$  دی. پوهېږو چې اټوم د برېښنايي چارج له نظره خنثا دی، ځکه نو د اټوم په هسته کې د موجودو پروتونو شمېر د اټوم د الکترونونو له شمېر سره برابر دی، لکه څنګه چې مو وویل هره هسته له پروتونو سره یو شمېر نیوترونونه هم لري. په یوه هسته کې د موجودو نیوترونو شمېر د هغې هستې د نیوتروني عدد په نامه یادېږي او هغه په  $N$  سره ښيي. په دې ترتیب د هرې هستې ټول شمېرنو کلیونونه برابر دي له  $Z + N$  سره چې دا اندازه د اټومي کتلې نمبر (عدد) په نامه یادوي او هغه په  $A$  سره ښيي، یعنې:

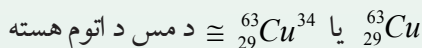
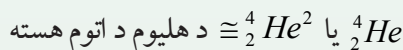
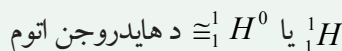
$$A = Z + N \dots\dots\dots(1)$$

هغه څه ته په پاملرنې سره چې وویل شو په هستوي فزیک کې د یوه اټوم د هستې کیمیاوي علامه  $(X)$  په لاندې ډول ښيي:

$$x \cong_Z^A X^N \text{ (د اټوم هسته)}$$

روښانه ده چې که د  $N$  اندازه ونه لیکو بیا هم کولای شو، د  $X$  کیمیاوي نښه په  ${}_Z^A X$  سره وښیو.

**مثال:**  ${}_{26}^{56}Fe$  د اوسپنې د اټوم هسته ده چې 26 پروتونه او  $N = 56 - 26 = 30$  نیوترونه لري او همدارنګه دې لاندې بېلګو ته پاملرنه وشي:



د هر عنصر اټوم یو شمېر مشخص پروتونونه لري، په دې معنا چې هېڅ دوه اټومه چې له یوه جنس څخه نه وي، د پروتونونو شمېرې یو برابر نه وي. له دې امله د  $Z$  عدد په بشپړ ډول دا مشخص کوي چې هسته د کوم عنصر اړوند ده، په دې دلیل کله د ډېرې آسانتیا لپاره د  $N$  له اندازې څخه د هستې له نښې څخه صرف نظر کوي، ځکه چې د اړوندې کیمیاوي نښې په مشخص کیدلو سره د  $Z$  اندازه هم مشخص کېږي.



## پوښتنې

1. د اتوم د هستې قطر څومره د اتوم له قطر څخه کوچنی دی؟
2. په هستوي فزیک کې د یوه اتوم کیمیاوي نښه څنګه ښودلای شو؟ مثال یې راوړئ.

**مثال:** هغه ماده چې د هستوي په لومړني بم کې وکارول شوه، یورانیم (235) وو. د دې طبیعي یورانیم ایزوتوپ یوازې د 0.715 سلمې په حدودو کې دي. یورانیم د عناصرو په دوره یي جدول کې 92 نمبر عنصر دی. په 235 یورانیم کې د موجودو پروتونو او نیوترونو شمېر څومره دي؟

**حل:** د پوښتنې پراساس لرو چې:  $Z = 92$  او  $A = 235$

نو د موجودو پروتونو شمېر په هسته کې له 92 سره برابر دی. څرنګه چې نیوترونونه د  $(A - Z)$  له تفاضل څخه لاسته راځي، نو شمېرې له (143) سره برابرې او د دې ایزوتوپ ځانګړې نښه د  $({}_{92}^{235}U)$  په بڼه ښودل کېږي.

## 6-1-2: هستوي قوه

ومو لیدل چې هسته له بې چارجه نیوترونو او د مثبت چارج لرونکو پروتونو څخه جوړه شوې ده، اوس دا پوښتنه رامنځ ته کېږي چې کومه قوه د هستې دا ذرات یو د بل ترڅنګ ساتي؟

په مخکیني څپرکي کې مو ولیدل، هغه قوه چې الکترونونه په اتومي مدار کې ساتي، د مخالفو چارجونو په منځ کې پیژندل شوي برېښنايي جاذبوي قوه ده، خو واضح ده چې دا هغه قوه نده چې ذرات په هسته کې وساتي، ځکه لومړی خو نیوترون بې چارجه دی او برېښنايي قوه پر هغه اغېز نه کوي، دویم دا چې پروتونونه مثبت چارج لري او برېښنايي قوه د هغو ترمنځ د دفعې قوه ده. شونې ده وانگیډل شي چې د هستې د ذراتو ترمنځ د جاذبې قوه هغوی یو د بل ترڅنګ ساتي، حال دا چې داسې نه ده، ځکه د هستې د ذرو ترمنځ موجوده جاذبه قوه د پروتونو په منځ کې له برېښنايي تدافعي قوې څخه دومره کوچنۍ ده چې کولای شو سترګې ترې پټې کړو (په پام کې یې ونه نیسو).

پوهانو له ټولو آزمایشونو او مطالعاتو څخه دا نتیجه ترلاسه کړه چې ښايي د هستې د ذراتو ترمنځ بله قوه موجوده وي، ترڅو هغوی یو د بل ترڅنګ وساتي او دا قوه یې د هستوي قوې په نامه یاده کړې ده. هستوي قوه په ډېر نژدې واټن کې یعنې یوازې د هستې د ذرو ترمنځ چې په ډېر کم واټن کې د  $(2\text{ fm})$  په شاوخوا کې یو تریله واقع دي، عمل کوي. د دې قوې اندازه ډېره او د ملاحظې وړ ده، د جاذبې هستوي قوه د دوو پروتونونو ترمنځ په دومره کمه فاصله کې یو له بله واقع ده چې د هغوی په منځ کې له برېښنايي تدافعي قوې څخه ډېره قوي ده، له دې امله هستوي قوه د عظیمي قوې په نامه هم یادوي.



### پوښتني

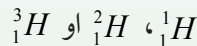
1. هستوي قوه کومې قوې ته وايي؟
2. پروتون او نيوترون يو له بله څه توپير لري؟

## 6-1-3: ايزو توپونه، ايزو توپ يعني څه؟

د يوه معلوم کيمياوي عنصر هستې چې د نيوترونو شمېرې توپير ولري، په پايله کې د اتومي کتلې متفاوت (نمبر) ولري د هغه عنصر د ايزو توپونو په نوم يادېږي، د يوې ټاکلې کيمياوي مادې په هسته کې د موجودو نيوترونو شمېر (د هغه د پروتونو پر خلاف) ثابت نه دی.

د بېلگې په ډول: د کاربن د هستې عنصر د درې ايزو توپونو  ${}^6_{12}C$ ،  ${}^7_{13}C$  او  ${}^8_{14}C$  لرونکی دی چې په دې منځ کې د  ${}^{12}C$  ډېروالی په طبيعت کې 98.9 سلمه ده او د کاربن  ${}^{13}C$  ډېروالی له 1.1 سلمې سره برابر دی، خو کاربن  ${}^{14}C$  په بشپړ ډول په طبيعت کې نه پيدا کېږي.

ځکه نو هغه په آزمايښتي ځايونو او د ځينو هستوي پروسو په ترڅ کې لاسته راوړي، د هايډروجن اتومونه درې ايزو توپونه لري چې عبارت دي له:



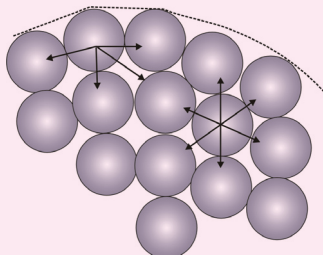
دا ايزو توپونه د ډېرو متفاوتو ځانگړنو لرونکي دي.

د ذري نوم	(دکولمب) چارج	کتله (Kg)	شعاع (fm)
الکترون	$-1.6 \times 10^{-19} = -e$	$9.1 \times 10^{-31} = Me$	په موجود وسايلو د اندازې وړ نه دي
پروتون	$+1.6 \times 10^{-19} = +e$	$1.67 \times 10^{-27} = Mp$	1.2
نيوترون	صفر	$1.68 \times 10^{-27} = Mn$	1.2



له دې امله هغه په بېلابېلو نومونو یادوي، معمولي هایدروجن (چې یوازې یو پروتون لري). د هایدروجن ډېر سپک او متداول ایزوتوپ دی 99.985 سلمه هایدروجن چې په طبیعت کې موندل کېږي، له همدې ډول څخه دی. ایزوتوپ ( ${}^2_1H$ ) چې د دو تریوم په نامه یادېږي او د  ${}^2D$  په نښې سره هم ښودل کېږي. دو تریوم یو پروتون او یو نیوترون لري او ډېر لږ پیدا کېږي چې یوازې 0.015 فیصده هایدروجن چې په طبیعت کې پیدا کېږي، له همدې ډول څخه دي.

د هایدروجن دریم ډول ایزوتوپ د ( ${}^3_1H$ ) تریونیوم په نامه یادېږي چې د  ${}^3T$  په نښه سره ښودل کېږي او په طبیعت کې د هر  $10^8$  اتومونو معمولي هایدروجن په وړاندې د ( ${}^3T$ ) یوازې یو ایزوتوپ شتون لري.



**فعالیت**

له مخکیني جدول څخه په گټې اخیستنې سره د دوو پروتونو ترمنځ برېښنايي او جاذبوي قوې چې د  $r$  په فاصله یو له بله لرې پرته دي، محاسبه کړئ.

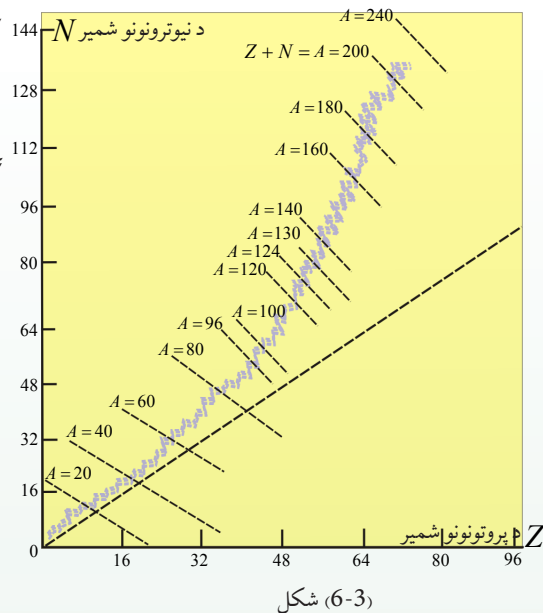
شکل (6-2)

#### 4-1-6: د هستې ثبات

ستاسو په فکر هسته څه وخت ثابته گڼلې شو؟

پوهېږو چې د پروتونو ترمنځ تدافعي برېښنايي قوه کوښښ کوي چې هستې سره ټیټې او گډې وډې شي، خو څرنگه چې د هستې د جذب قوه پر دې قوه غلبه لري، په پایله کې هسته ثابته پاتې کېږي، هر څومره چې د یوې هستې په منځ کې د ذرو شمېر زیات وي، هسته لویه او د هستې د ذراتو ترمنځ واټن زیاتېږي او په پایله کې د قوو ترمنځ تعادل کمزوری او هسته به بې ثباته کېږي، دا ډول ایزوتوپونه بې ثباته گڼل کېږي، د وخت په تېریدو سره د بې ثباته ایزوتوپونو په هستو کې بدلونونه رامنځ ته کېږي. چې په پایله کې یې هستې په با ثباته هستو بدلېږي، دا ډول بدلونونه په خپله ترسره کېږي، ډېر ایزوتوپونه چې اوس په طبیعت کې شتون لري، با ثباته ایزوتوپونه دي.

خو د لمریز نظام د تشکیلېدو پر مهال (د 4 میلیارده مخکې کلونو په شاوخوا کې) په ځمکه کې د بې ثباته موجودو ایزوتوپو شمېر د هغوی له اوسني شمېر څخه زیات وو. په حقیقت کې دا ایزوتوپونه ډېر د وخت په تېرېدلو د گډوډیدل کیدو په پایله کې په نورو عناصرو بدل شوي، د ځینو ایزوتوپونو گډوډیدل او بدلون ډېر چټک دي، په داسې حال کې چې د ځینو گډوډیدل (تیت و پرک کیدل) دومره سست او ورو دي چې یو شمېر یې د ځمکې له پیدایښت څخه تر اوسه هم له منځه نه دي تللي. د هغو عناصرو اتومي عدد چې په طبیعت کې موجود دي د  $1 \leq Z \leq 92$  په شاوخوا کې او نیوتروني عدد یې  $0 \leq N \leq 146$  په شاوخوا کې قرار لري،  $N$  او  $Z$  طبیعي هستې په (3-6) شکل کې ښودل شوي دي.



شکل (6-3)

### فعالیت



شکل ته په پاملرنې او له خپلې ډلې سره د مباحثې له لارې لاندې پوښتنوته ځواب ورکړئ:

- مستقیمه کرښه (نقطه چینه کرښه) د  $Z$ ،  $N$  او  $A$  د څومره ذراتو اړوند دي؟
- آیا د بېلابېلو با ثباته هستو لپاره د نیوترونو شمېر د پروتونو پر شمېر نسبت ثابت دی او که بدلون مومي؟ یا بدلون کوي؟ که بدلون کوي، نو دا بدلون څه ډول دی؟
- له شکل څخه په گټې اخیستلو سره څرنگه کولای شو، د یوه عنصر بېلابېل ایزوتوپونه تشخیص کړو؟

ټول هغه عناصر چې اتومي نمبر یې له  $Z = 83$  څخه لوی وي، ثابت نه دي، دا عناصر په تدریج سره د ځمکې له کرې څخه ورکېږي (له منځه ځي). رادیوم، توریوم او یورانیم د دې عناصرو له ډلې څخه دي. کولای شو بې ثباته ایزوتوپونه د هستې په ریاکتورونو کې په مصنوعي ډول تولید کړو. سریره پر دې له انرژي څخه ډکې فضايي ذرې چې هغو ته کیهاني وړانگې وايي، ځمکې ته د رسېدو او له ثابته هستو سره د ټکر پر مهال، هغه په بې ثباته هستو بدلوي.



### پوښتنې

1. هسته څه ډول بې ثباته کېږي؟
2. خپل معلومات د N او Z طبيعي هستو په اړه سره شريک، مباحثه وکړئ او نتيجه ترلاسه کړئ.

## 1-2-6: له هستې سره (اړوند) انرژي

د هستې د کتلې دقيقې اندازه گيرۍ ښودلې چې د هستې کتله د کتلې د تشکیلوونکو ذرو له مجموعې څخه کمه ده، يعنې که د هستې کتله په  $M_x$  سره وښيو، نو لرو چې:

$$M_x = ZM_p + NMn \dots (2)$$

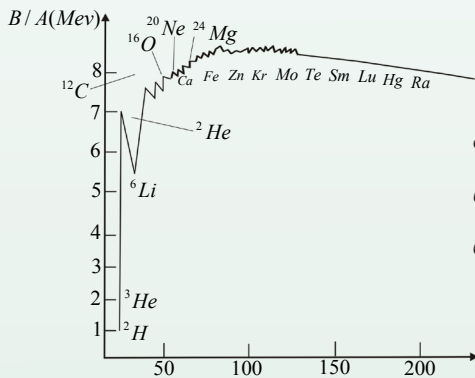
که د کتلې دا توپير يعنې:  $\Delta M = (ZM_p + NMn) - M_x$  ونومو نو کولای شو وليکو:

$$M_x = (ZM_p + NMn) - \Delta M \dots (3)$$

اوس پوښتنه کېږي چې د کتلې دا توپير په څه دليل موجود دی؟ کمه شوې کتله چېرته تللې ده؟ د دې پوښتنې ځواب د انشتاين د نسبیت نظريه ورکوي، د انشتاين د نظريې له مخې کتله او انرژي د يوه فزيکي کمیت مختلف شکلونه دي، ځکه نو کولای شي، د ځينو شرايطو لاندې يو پر بل تبديل شي، هغه خپله نظريه د لاندې رابطې په صورت بيان کړه:

$$E = mc^2 \dots (4)$$

په دې رابطه کې E انرژي، m کتله او c د نور سرعت دی. د دې رابطې پر اساس که د m برابره يوه کتله په انرژي بدله شي، د رامنځ ته شوي انرژي اندازه (چې د هغې کتلې معادله انرژي نومول کېږي) له  $E = mc^2$  سره به برابره وي.



شکل (6-4)،  
د A کتلوي عدد



### پوښتنه

د يو پروتون د کتلې معادله انرژي د ژول او الکترون د ولت مطابق حساب کړئ.

**حل:** د پروتون د کتلې لپاره لرو چې:

$$m = M_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$E = mc^2 = (1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \quad \text{نو:}$$

$$E = 1.503 \times 10^{-10} \text{ J}$$

دیده په پاملرنې چې یو ژول له  $6.25 \times 10^{18}$  الکترون ولت سره برابر دي، نو لرو چې:

$$E = 1.503 \times 10^{-10} \times 6.25 \times 10^{18} \text{ ev} = 939.375 \times 10^6 \text{ ev}$$

د نسبیت د نظریې پر اساس او د انشتاین رابطې ته په پاملرنې سره د کتلې د تحفظ او انرژي د تحفظ دوه اصله په یوه اصل کې په لاندې ډول بیانېږي:

د ټولې کتلې او انرژي مجموعه په متقابلو تاثیراتو کې ثابتې پاتې کېږي، څرګنده ده چې د دې مجموعه په محاسبه کې کتله باید د معادلې انرژي سره مطابق په پام کې ونیسو. اوس کولای شو، د دې پوښتنې ځواب چې د کتلې توپیر د هستې او موجودو ذراتو ترمنځ ( $\Delta M$ ) چېرې تللې؟ داسې توضیح کړو چې د کتلې دا توپیر په انرژي اوبښتی. په بل عبارت، کله چې ذرات په هسته کې سره را ټول شوي یوه اندازه انرژي یې له لاسه ورکړې ده چې د دې انرژي اندازه له لاندې رابطې څخه چې هغه د هستې اړونده انرژي ګڼله کېږي او په B سره یې ښيي، لاسته راځي.

$$B = \Delta Mc^2 \dots \dots \dots (5)$$

که وغواړو چې د هستې تشکیلوونکې ذرې یو له بله لیرې کړو، نو باید یوه اندازه انرژي د هستوي اړوندې انرژي برابر، هستې ته ورکړو. څومره چې د هستې اړونده انرژي ډېره وي، نو هغه هسته با ثباته ده. پورتنیو مطالبو ته په پاملرنې سره کولای شو ولیکو چې:

$$B = (ZM_p + NMn - M_x) c^2 \dots \dots \dots (6)$$

د هستې اړونده انرژي معمولاً د  $Mev$  (میگا الکترون ولت) مطابق چې له  $10^6 \text{ ev}$  سره برابره ده حسابوي.

**مثال:** د دوتریوم اتوم هسته یو پروتون او یو نیوترون لري، دا هسته چې د دوتریوم په نامه یادېږي. د  $3,34 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$  برابره کتله لري، د دوتریوم اړونده انرژي محاسبه کړئ.

**حل:** له  $B = (ZM_p + NM_n - M_x)c^2$  رابطې څخه په گټې اخیستنې سره لرو چې:

$$B = (1,67 \cdot 10^{-27} + 1,68 \cdot 10^{-27} - 3,34 \cdot 10^{-27}) \times (3 \cdot 10^8)^2$$

$$B = 0,01 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 9 \cdot 10^{-13} J$$

$$1J = 6,25 \cdot 10^{18} ev \quad \text{څرنگه چې:}$$

$$B = (9 \cdot 10^{-13} \cdot 6,25 \cdot 10^{18}) ev = 56,25 \cdot 10^5 ev = 5,625 Mev \quad \text{نو:}$$

## 6-2-2: د انرژي سطحې يا د هستې د انرژي ترازونه

په هسته کې د ذراتو انرژي هم لکه په اتوم کې د الکترونو انرژي، کوانتیده (ځلیدونکې) ده، خو په هسته کې د ذراتو د انرژي د سطحو ترمنځ توپیر، په اتوم کې د الکترونو د انرژي د سطحې ترمنځ تر توپیر ډېر زیات دی، مخکې مو ولیدل چې په اتوم کې د الکترونو د انرژي ترازونو توپیر د څو الکترون ولټو په شاوخوا کې ده، په داسې حال کې یې په درنو هستو کې د ذراتو د انرژي د ترازونو ترمنځ توپیر معمولاً لس گونو کیلو الکترون ولټه (KeV) او یا له هغه څخه زیات دی.

هماغه ډول چې الکترونونه په اتوم کې کولای شي، د فوتونو په جذب او د برابرې انرژي په پیداکولو، د دوو سطحو ترمنځ د انرژي په توپیر، پورتنی سطحې ته ولاړ شي او په نتیجه کې اتوم وادار شي، د هستې ذرات هم کولای شي، له نیوترونونو او یا پروتونو څخه چې د ډېرې انرژي لرونکي وي، د انرژي په ترلاسه کولو پورتنی سطحې ته ولاړ شي او هسته واداره شي، واداره شوې هسته هم لکه اتوم دې ته اړه کېږي چې د فوتون په خارجولو خپل لومړني حالت ته بیرته وگرځي. له واداره شوې هستې څخه د فوتون د استول شوي انرژي د واداره شوو ذرو د تراز او د تراز د لومړني حالت ترمنځ د انرژي له توپیر سره برابره ده. یوه واداره شوې هسته د  ${}^A_Z X$  په نښه سره نښي، دا نښه د واداره شوي هستې د حالت ښودونکې ده.

### فعالیت



د الکترومقناطیسي څپو له طیف نه په گټې اخیستنې سره په مخکیني څپرکي کې د استول شوي تشعشع ډول له هستو نه تشخیص کړئ.

د بور د اټومي موچل بڼېگرو ته په کتو سره پوهېږو چې که الکترون ته له هغې انرژۍ څخه زیاته انرژي چې هغه یې له اټوم سره تړلی دی ورکړل شي، الکترون له اټوم څخه بېلېږي. په همدې ډول په هسته کې هم که د هستې ذراتو ته له هستې سره اړوندې انرژي څخه زیاته هستوي انرژي ورکړل شي، کیدای شي هغه ذرات هم له هستې څخه بېل شي.

د کیمیاوي تعاملاتو انرژي د څو الکترون ولټو په شاوخوا کې ده، په همدې دلیل د اټومونو هستې په کیمیاوي تعاملاتو کې نه تحریک (واداره) کېږي. ځکه نو هستې په کیمیاوي تعاملاتو کې دخالت نلري.

په هستوي تعاملاتو کې د انرژي د ثبات لپاره د هستو او ذراتو پر بدلونونو ټینګار شوی وه، خو دا تعاملات نور خواص هم لري چې د اهمیت وړ دي او هغه د انرژي له جذب او یا آزادولو څخه عبارت دي. پوهېږئ چې په ځینو کیمیاوي تعاملاتو کې بنیایي چې لازمه انرژي له بهر څخه ترلاسه شي، ترڅو چې تعامل ادامه پیداکړي، په داسې حال کې چې په ځینو نورو تعاملاتو کې انرژي آزادېږي.

د اکسیجن او هایډروجن څخه د اوبو تشکیل د هغه تعامل یوه بېلګه ده چې په هغه کې انرژي آزادېږي، معمولاً د دې دوو غازونو ترمنځ تعامل شدید دی او تودوخه حاصلېږي، ځکه نو د اوبو انرژي چې تشکیلېږي، د هغو موادو له انرژي څخه لږه ده چې اوبه یې منځته راوړي، له بله پلوه کله چې اوبه د الکتروولټز په واسطه تجزیه کېږي، له اوبو څخه د برېښنايي جریان له تېرېدو څخه برقي انرژي رامنځ ته کېږي او د تعامل محصولات یعنې آزاد شوي اکسیجن او هایډروجن نسبت اوبو ته ډېره انرژي لري، هستوي تعاملات هم شونې دي چې انرژي جذبه او یا آزاده کړي.

هستوي تعاملاتو ته د پاملرنې وړ یو غوره دلیل دا واقعیت دي چې د جذب شوي او یا آزادې شوي انرژي اندازه د هرې هستې په وړاندې د یو داسې تعامل له ضریب سره مخ وي چې د یو میلیون ځله او یا له هغه څخه زیات د جذب شوي یا آزاد شوي انرژي له اندازې څخه ډېره د هر اټوم په مقابل کې له کیمیاوي تعامل سره مخامخ وي.

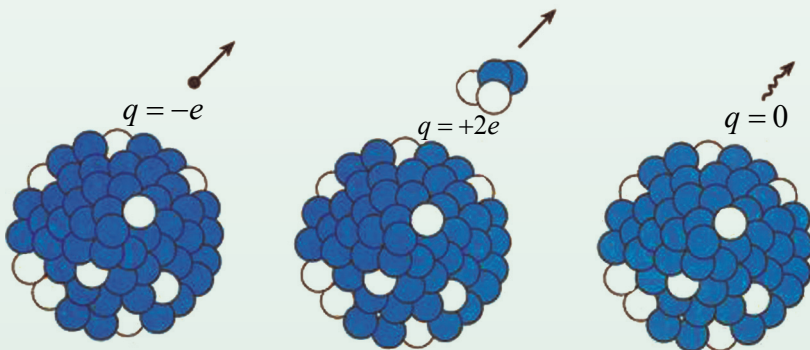
د کیمیاوي تعامل هستوي بېلیدنه (انشقاق) او هستوي تعاملاتو پیوستون (چې وروسته په دې برخه کې تر بحث لاندې نیول کېږي). دوه ډوله ځانګړې هستوي تعاملات دي چې په هغه کې د انرژي آزادي فوق العاده زیاته ده، پردې اساس دا ډول تعاملات په صنعتي او نظامي کارونو کې ډېر اهمیت لري.

### 3-6: طبعی رادیواکتیو

تراوسه پوه شوو هغه مهال چې نوکلئونونه (Nucleons) په هسته کې د ثبات د تشکیل لپاره یو له بل سره یو ځای کېږي، څه شی پېښېږي؟

ټولې هستې ثابتې نه دي. د (400) هستو په شاوخوا کې ثابتې او سلگونه بې ثباته هستې موجودې دي چې ماتېدلونه میلان لري. څو چې په نورو ذراتو تبدیل شي چې د هستو د ماتېدلو پړاو ته د هستې له منځه تللو، متلاشي کیدل (Nuclear decay) وایي. شونې ده چې د هستې د له منځه تللو بهیر یوه طبعی پښه وي او یا دا چې په اجباري او مصنوعي بڼه صورت ونیسي، په دواړو حالتونو کې کله چې یوه هسته متلاشي او له منځه ځي، په نتیجه کې یې تشعشعات د ذرو او فوتونونو په بڼه او یا دواړو په شکل کولی شي له هستې څخه تشعشع وکړي، (وځلېږي).

چې د ذرو او فوتونو د ځلیدو دا عملیه د تشعشع Radiation په نامه یادېږي او د تشعشع د عملیې مراحل او بهیر د رادیواکتیویتی Radioactivity په نامه یادېږي. د بېلګې په ډول د هغه ساعت (ګری) عقربې او شمارې چې د شپې په تیاره کې رڼا ورکوي په کمه اندازه د رادیوم مالګې لرونکي دي، د هستې د له منځه تللو په اثر په دې مالګو کې نورې انرژي آزادې شوې او د دې لامل کېږي چې ساعت په تیاره کې وځلېږي، تشعشع ورکړي. هستې د له منځه تللو وړاندې د اصلي هستې یا مور هستې په نامه یادېږي او پاتې هستې له متلاشي کېدو وروسته د لور او یا نوي زېږیدلي هستې په نامه یادېږي.



د بیتا وړانګې باندې وتل

د الفا وړانګې باندې وتل  
شکل (6-5)

د ګاما وړانګې باندې وتل

په ټولو هستوي تعاملاتو کې آزاده شوې انرژي د  $E = mc^2$  له معادلې څخه لاسته راځي، له هلیوم او هایدروجن څخه ټول درانه عناصر د هستو د چادونو له امله د ستورو په داخلي برخه کې تولید شوي دي، دې چادونو نه یوازې ثابت عناصر بلکې رادیواکتیو یې هم منځته راوړي دي. د ډېرو رادیواکتیو عناصرو نیم عمر چې د ورځې او یا کال په حدود کې دی، د ځمکې له عمر څخه  $4.5 \times 10^9$  کلونه) ډېر لږ دی، ځکه نو ډېر رادیواکتیوي عنصرونه چې د ځمکې د تشکیلیدو پر مهال موجود وو، په ثابتو عناصرو متلاشي شوي دي. اما یو لږ شمېر رادیواکتیو عناصر چې پخوا تولید شوي دي، د ځمکې عمر شاوخوا نیم عمر لري او اوس هم شونې ده، چې رادیواکتیو تشعشعات پکې ولیدل شي، دا عناصر د طبیعي رادیواکتیو عناصرو د متلاشي کیدو په بهیر کې د ( $A$ ) د یوې هستې د اتومي کتلې عدد د الفا ( $\alpha$ ) د متلاشي کیدو، په صورت کې څلورو واحدونو ته بدلون ورکوي. (او د  $\beta$  د متلاشي کیدو او د ( $\gamma$ ) په رامنځ ته کیدو د اتومي هستې د کتلې عدد تغیر نه کوي.

د وړانګې د تشعشع واحد د (SI) په سیستم کې بیکورل (*Becquerel*) دې چې هغه د  $B_q$  په نښه نښي، یو بیکورل مساوي دی د وړانګې د تشعشع له یو واحد سره پر ثانیه  $(1B_q = 1 \text{ decay/s})$ . کیوري (*Curie*) چې په (Ci) ښودل کېږي. د تشعشع اصلي واحد دی او نژدې د یو ګرام متلاشي شوي رادیوم (*Radium*) وړانګې له تشعشع سره برابري دي.  $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} B_q$

### پوښتنې

1. له هایدروجن او هلیوم څخه درانه عناصر چېرې او څرنگه تولید شوي؟
2. د رادیواکتیو عناصرو د نیم عمر اوږدوالي د ځمکې له عمر څخه په کومه اندازه کم دی؟
3. د ( $\alpha$ )، وړانګې په وتلو سره د یوې هستې د ( $A$ ) اتومي کتلې عدد ته د څو واحدو بدلون کوي؟

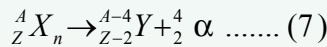
سریریه له هغه څه چې وویل شوه لکه څنګه چې مو ولیدل، د غیر ثابتو هستو یوه مهمه ځانګړنه په سپکو هستو په خپله د هغو متلاشي کیدل دي. چې د وخت په تېریدو سره متلاشي او په سپکو هستو بدلېږي. په دې پروسه (بهیر) کې د هستو  $Z$  او  $N$  له لومړنۍ اندازې څخه کمې اندازې ته بدلون کوي، د غیر ثابتو هستو د متلاشي کیدلو بهیر په پرله پسې ډول د رادیواکتیو وړانګو له خارجیدلو سره ملګري دي، له غیر ثابتو هستو سریریه تحریک شوي هستې هم د وړانګو په لېږدولو تیت وپړک کېږي.



په بشپړ ډول دارنگه هستې د رادیواکتیو هستو په نامه یادوي. د رادیواکتیو یوه ماده کولی شي، درې ډوله تشعشع له ځانه خپره کړي، یعنې غیر ثابتې هستې په درې بېلابېلو ډولونو تیت وپړک (متلاشي) کېږي. چې په پایله کې د هستو  $Z$  او  $N$  ته بدلون ورکوي او په نورو هستو بدلېږي. دا درې ډولونه عبارت دي له الفا ( $\alpha$ )، له ذرې تیت وپړک کیدل او د ( $\beta$ ) بیتا له ذرې تیت وپړک کیدل او د فوتون خارجول چې د گاما ( $\gamma$ ) وړانگه نومېږي، البته د اصلي هستو په واسطه چې د بحث په غځیدو (ادامه) به همدا درې ډوله ذرې وڅېړو.

#### 4-6: د الفا ( $\alpha$ ) وړانگې په خارجېدو سره تیت او پړک (متلاشي) کېدل

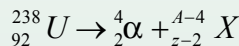
د الفا ( $\alpha$ )، وړانگه همغه د هلیوم ( ${}^4_2He$ ) هسته ده چې له دوو پروتون او دوو نیوترونو څخه تشکیل شوې ده. یعنې د الفا د وړانگې په لېږدولو دیته په پاملرنې چې په خپله د  $\alpha$  وړانگه د 2 اتومي عدد او 2 نیوتروني عدد لرونکې ده نو د غیر ثابتې کتلې د اتومي نمبر څخه 2 واحد او د اتومي کتلې نمبر څخه 4 واحد کمېږي، کولای شو دا تعامل په لاندې ډول ولیکو:



یعنې د دې هستې د متلاشي کیدلو محصول یونوي عنصر دي. د الفا د متلاشي کیدلو بهیر د انرژي له آزادولو سره ملګرې دي، ځکه پیوسته انرژي د متلاشي کیدلو د عملې محصول د لومړۍ هستې له پیوستې انرژي څخه قوه ده، وارده شوي انرژي په دې پروسه کې د  $\alpha$  ذرې او  $\gamma$  هستې د حرکي انرژي په بڼه څرګندېږي.

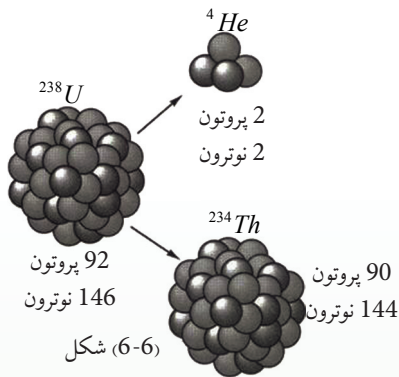
**مثال:** د یورانیم  ${}^{238}_{92}U$ ، د هستې په تیت او پړک کیدلو د الفا ( $\alpha$ ) یوه ذره خارجېږي، د دې تعامل معادله ولیکئ او معلومه کړئ چې د دې تیت وپړک کیدلو له امله کوم عنصر منځته راځي؟

**حل:** د تیت وپړک کیدلو معادله په لاندې ډول ده:



له دویمې قاعدې څخه په ګټې اخیستلو یعنې د تعامل دواړو لورو ته د کتلوي عددونو برابره مجموعه لرو:

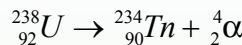
$$238 = 4 + A \rightarrow A = 234$$



او دواړو لورو ته د اتومي نمبرو برابره مجموعه لرو:

$$92 = 2 + Z \rightarrow Z = 90$$

تناوبي جدول ته په رجوع کولو معلومېږي چې  ${}_{90}^{238}X$  ، 90 شماره عنصر يعنې تورېوم دې په دې اساس پورتنی تعامل په لاندې ډول ليکل کېږي.



### تمرین

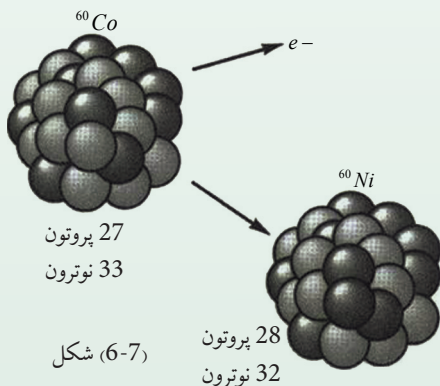
رادون ( ${}_{86}^{226}Rn$ ) يو راديو اکتیو عنصر دي، د هغه څخه د الفا وړانگې د خارجېدو په صورت کې يې د تعامل معادله وليکئ او توليد شوي عنصر معلوم کړئ.



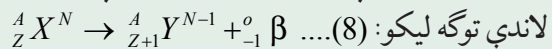
له هستې څخه د الکترون خارجېدل ډېر د حيرانتيا وړ متلاشي کيدل تيت او پرک کيدل دي، ځکه د اتم هسته الکترون نه لري، چې خارج يې کړي، ځکه نو دا پوښتنه رامنځته کېږي، چې دا الکترون له کوم ځايه راغلي دی؟

## 6-5: تيت او پرک کېدل د بيتا $\beta$ وړانگې له خارجېدلو سره

د بيتا تيت او پرک کيدل د راديو اکتیو تې لومړنی مورد وو چې بيکيورل مشاهده کړ. په دې تيت او پرک کيدلو کې په هسته کې يو نيوترون په يو پروتون بدلېږي.  $Z$  او  $N$  هر يو واحد تغيير کوي، مگر په  $A$  کې تغيير نه رامنځته کېږي. کله چې د لومړي ځل لپاره دا تيت او پرک کيدل مطالعه کيدل خروجي ذرات يې د بيتا  $\beta$  ذرات ونومول، وروسته معلومه شوه چې دا د الکترون ذرات دي، د بيتا تيت او پرک کيدل يعنې د الکترون خارجېدل له هستې څخه د ډېري حيرانتيا وړ دي.



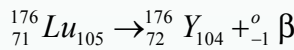
ځکه هماغه ډول چې مخکې مو وليدل الکترون د اتم په هسته کې وجود نه لري، خارج شوي الکترون د  $\beta$ ، په تيت او پرک کيدلو کې يو له مداري الکترونو څخه دي، دا الکترون هسته له موجودې انرژي سره په ځان کې جوړوي، ځکه نو د بيتا د وړانگې خارجېدل له دې امله دي چې يو نيوترون په هسته کې په يو پروتون بدلېږي چې دا تعامل په



د  $\beta$  د تیت اوپرک کیدلو محصول یو نوی عنصر دی چې په تناوبي جدول کې له واین څخه پرته د  $X$  له عنصر څخه وروسته قرار لري.

**مثال:** لیتوم ( $^{176}_{71}Lu$ ) رادیواکتیو عنصر دي چې د منفي بیتا ( $\beta^-$ ) په خارجیدلو تیت اوپرک کېږي. د هغه تعامل معادله چې ممکن صورت ونیسي ولیکئ او نوی عنصر چې تولیدېږي، معلوم کړئ.

**ځواب:** د معادلې له مخې ( $^A_Z X \rightarrow ^A_{Z+1} Y + ^0_{-1} \beta$ ) کولای شو ولیکو:

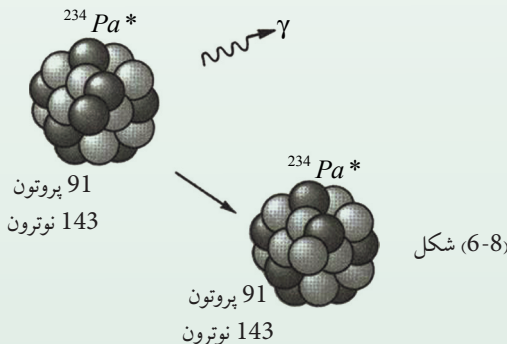
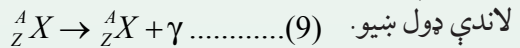


### تمرین

1. فاسفورس ( $^{32}_{15}P$ )، رادیواکتیو عنصر دی چې د  $\beta$  ذره ور څخه خارجېږي، د اړوند غبرگون معادله ولیکئ او معلومه کړئ چې د دې تیت اوپرک کیدلو په ترڅ کې کوم عنصر منځ ته راځي؟

### 6-6: د گاما ( $\gamma$ ) د هستې تیت اوپرک کیدل

کله چې اتومي هسته تحریکي (واداره) شوي بڼه ولري، د یو یا څو فوتونو په خارجیدو چې هغه د گاما د هستوي وړانگې په نامه یادوي ثابت (استقرار) حالت ته رسېږي چې دا بهیر د گاما د متلاشي کیدلو د بهیر په نامه یادېږي. یعنې د گاما  $\gamma$  وړانگې له وتلو څخه وروسته نه کتله یې عدد بدلون کوي او نه اتومي نمبر بلکې یوازې هسته خپله یوه اندازه انرژي له لاسه ورکوي د گاما د وړانگې د خارجیدو معادله په



(7)، (8) او (9) معادلې له لاندې دوو قاعدو څخه پیروي کوي:

1 - د  $Z$  د (اتومي نمبرونو) مجموعه د تعامل په دواړو خواوو کې یو ډول ده.

2 - د  $A$  د (کنله یي عددونو) مجموعه تعامل په دواړو لورو کې یوشان ده.

دا دوې قاعدې په ټولو هستوي تعاملاتو کې د تطبیق وړ دي.



### فعالیت

په خپله ډله کې یې په بحث کولو مشخص کړئ، چې له دوو پورتنیو قاعدو څخه کومه یوه د برېښنايي چارج له تحفظ څخه منځ ته راځي؟

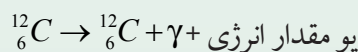
لاندې جدول د تشعشع د توپیر درې لنډ ډولونه ښیي:

د الفا، بیټا او گاما د تشعشعاتو جدول				
ذره	سمبول	ترکیب	چارج	په مورني هستې باندې ناثیر
الفا	$\alpha$ ( ${}^4_2\text{He}$ )	2 پروتون 2 نیوترون	+ 2	د کنلې کموالي د نوي عنصر تولید
بیټا	$\beta$ ( ${}^0_{-1}e$ )	الکترون پوزیترون	- 1 +	په کنله یي عدد کې د تغیر نه شتون د نوي عنصر تولید
گاما	( $\gamma$ )	فوتون	0	د انرژي له منځه تلل

### مثال

د کاربن  ${}^{12}_6\text{C}$ ، هڅولو په یوه حالت کې د گاما د وړانګې په خارج کېدو، سره  $4,43\text{Mev}$  انرژي له لاسه ورکوي او د ثبات حالت ته ځي. د دې تیت اوپرک کیدو د تعامل معادله ولیکئ.

**ځواب:** هغه څه ته په پاملرنې چې د گاما د متلاشي کېدو په هکله مو ولیدل، لیکلای شو چې:



**تمرین:** پروتاکتیوم  ${}^{234}_{91}\text{Pa}$  د گاما وړانګه ( $\gamma$ ) په  $92\text{Kev}$  انرژي لېږدوي د دې تعامل معادله ولیکئ.



## پوښتنې

1. د الفا وړانگه ( $\alpha$ ) د کوم عنصر اړوند ده؟
2.  $a$  - هایدروجن  $b$  - نایتروجن  $c$  - هلیوم  $d$  - یورانیم
3. د بیتا وړانگه د ( ) له جنس څخه ده.
3. د گاما وړانگې د څپې له کوم ډول څخه دي او څرنگه؟
4. د رادیواکتیو دوې مادې چې د رادیواکتیو خاصیت په دواړو کې یو ډول دي، د نیمه متفاوت عمر لرونکي دي. له دې دوو مادو څخه په په کومې یوې کې د رادیواکتیو وړانگې د تشعشع شدت ډېر دی؟
5. ستاسو په فکر آیا کولای شو، د گاما ( $\gamma$ ) د وړانگې د جذب له خاصیت څخه په گټې اخیستلو د فلزي پاڼو د ضخامت (پنډوالي) یو نواختیتوب کنټرول کړو؟ توضیح ورکړئ.
6. د اتوم د اتومي نمبر او د مداري الکترونو د شمېر ترمنځ څه ډول اړیکه شتون لري؟

## 1-7-6: د رادیواکتیو د مادي نیم عمر

د رادیواکتیو د مادي په یوه ټوټه کې د رادیواکتیو ډېر زیات شمېر هستې وجود لري، دا هستې د وخت په تېریدلو په تدریج سره بدلون کوي. څومره چې وخت تېرېږي د لومړني باقي مانده رادیواکتیو مادي د هستو شمېر کمېږي چې کولای شو، د دې بدلونونو څرنگوالی د واحد کمیت په پیژندلو د نیم عمر په نامه بیان کړو.

د تعریف پر اساس د رادیواکتیو د مادي نیم عمر د وخت هغه موده ده چې د هغه په ترڅ کې د موجوده رادیواکتیو نیمې هستې تیت او پرکې (متلاشي) (decay) شي، نیم عمر په  $t = \frac{1}{2} T$  سره ښيي.

د بېلگې په ډول: په پورتنۍ پوښتنه کې مومولیدل چې د یورانیم هستې (238) د الفا ذرې په لېږدولو د توریم (234) په هستو بدلېږي. هغه محاسبات چې د تجربو پر بنسټ شوي ښيي چې په یوه ټوټه یورانیم کې،  $4.5 \times 10^9$  کلونه په کار دي، ترڅو چې نیمې هستې یې په توریم تبدیلې شي، نو په دې ترتیب وایو چې د یورانیم، نیم عمر،  $4.5 \times 10^9$  کاله دي له هغه ځایه چې دا نیم عمر د ځمکې له عمر څخه زیات دي، اوس هم زیاته اندازه یورانیم (238) په طبیعت کې وجود لري، ومولیدل چې د 238 یورانیم، نیم عمر ډېر اوږد دي، خو د ځینو نورو ایزوتوپونو نیمايي عمر یوازې د څو دقیقو په شاوخوا کې دي. په همدې دلیل دا ډول ایزوتوپونه په طبیعت کې نه پیدا کېږي.

## مثال

کوبالت (60) د گاما ( $\gamma$ ) د وړانگې د سرچینې د تولید په توگه په مختلفو صنعتونو کې په کار وړل کېږي، دا ایزوتوپ چې کولای شو، هغه په څېړنيزو ریاکتورونو کې تولید کړو، د 5,25 کلو نیم عمر لرونکی دی. له 26 کلونو وروسته به څومره کسر د کوبالت 60 له هستې څخه په لومړنۍ نمونه کې باقی پاتې شي؟

**حل:** 26 کلونه د کوبالت د نیم عمر تقریباً 5 برابره ده، ځکه:

$$26 \div 5,25 = 4,95 = 5$$

نو که د کوبالت (60)،  $m$  گرامه په لومړني نمونه کې موجوده وي، نو د هر نیم عمر له تېریدو وروسته د هغه اندازه نمېږي، په پای کې کولای شو په لاندې جدول کې یې تنظیم کړو.

5	4	3	2	1	0	د نیم عمرونو شمېر
$\frac{m}{32}$	$\frac{m}{16}$	$\frac{m}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{m}{8}$	$\frac{m}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{m}{4}$	$\frac{m}{2}$	$m$	د کوبالت 60 پاتې اندازه

په دې اساس وروسته له 26 کلونو یعنی 5 نیم عمرو په تېریدو یوازې  $\frac{1}{32}$  برابره کسر یا د (3) پرسلو په شاوخوا کې ( $\frac{1}{32} = 0,03,52$ ) د کوبالت د لومړۍ اندازې ( $m$  گرام) باقی پاتې او نورې 97 په سلو کې تیت او پرک کېږي.

## 2-7-6: د وړانگو په مقابل کې حفاظت

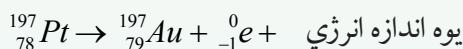
کیهاني وړانگې او هغه وړانگې چې له رادیواکتیو موادو څخه خارجېږي له اټومونو او مالیکونو سره د تکرر پر مهال کولی شي، هغه په ایونونو تبدیل کړي او یا د کیمیاوي پیوندونو د ماتیدو لامل شي، غالباً دا پروسه د مادې د جوړښت د ویجاړیدو (تخریب) لامل کېږي او ژوند یو جسمونو ته زیان رسوي. د بېلگې په ډول د ماورای بنفش فوتونونه چې د لمر له رڼا څخه بدن ته رسېږي، د پوستکي مالیکولونو ته ضرر رسوي او د لمر سوځیدو لامل کېږي. توانمندې وړانگې، لکه د X وړانگه او ډېر چټک ذرات آن تردې چې کولای شي، د پوستکي له سطحې څخه تېر شي او بدن دننه زیانمن کړي لکه څرنګه چې له همدې ځانګړنې څخه د سرطاني غدو د تخریب او له منځه وړلو لپاره د X او  $\gamma$  له وړانگو څخه ګټه اخلي.

نومورې وړانگې د نوي زېږدونکو د غړو تشکیل ته زیان رسوي او آن د هغوي د غړو د غیر منظم تشکیل سبب کېږي. د رادیواکتیو ذرو اتومونه په تېرو، خاورو، لرگي او زموږ د کار او ژوندانه په ځای کې موجود دي، سریره پر دې کیهاني وړانگې یعنې هغه ذرې چې له انرژي څخه ډکې وي چې د ځمکې له بهرنۍ فضا څخه د ځمکې لري ته رسېږي، د دې خطر ناکي وړانگې له سرچینې څخه دي.

### 3-7-6: مصنوعی رادیواکتیو (Artificial Radio activity)

د هستوي تعاملاتو بحث د نورو په زړه پورې کشفیاتو درلودونکی دی. پوهېږو چې د یو نیوترون تعامل د (196) پلانتین په واسطه د (197) پلانتین د تولید او د ۷ یوې وړانگې د خپریدو لامل کېږي.

په طبیعت کې له پلانتین څخه شپږ متفاوتو ایزوتوپونه موندل شوي دي. اوس دا پوښتنه رامنځ ته کېږي چې آیا (197) پلانتین چې د نیوترون له تعامل څخه پیدا کېږي. ثابت دی؟ ځواب یې منفي دی. بلکې دا د رادیواکتیو محصول دی او د  $\beta$  د یوې ذرې د 197 طلا سره (یوازې د طلا ثابت ایزوتوپ) په خپریدو له منځه ځي.



د یادونې وړ ده چې د 197 پلانتین نیم عمر 20 ساعته دي.

د 197 پلانتین (رادیواکتیو) تولید په یوه هستوي تعامل کې د مصنوعی رادیواکتیو یوه بېلگه ده. دا پدیده په 1934 م کال د ایرن کیوري، وف. ژولیو په واسطه کشف شوه. هغوي د  $\alpha$  ذراتو اغیزې د سپکو فلزاتو پر هستو باندې څېړل. کله چې هغوي د مگنیزیم او المونیم عناصر د الفا په ذراتو چې له پلوتونیم څخه حاصل شوي وې، بمبارد کړل، ویی لیدل، لکه څنګه چې یې انتظار کېږي، بې له ځنډه پروتونونه او نیوترونونه له بمبارد شوي هستې څخه بهر ولويدل.

لیکن هغوي شاهدو چې سریره له دې ذراتو، مثبت الکترونونه او پوزیټرونونه هم خپرېږي.

(پوزیټرون، هغه ذره ده چې کتله یې د الکترون له کتلې او د چارج لویوالي یې د الکترون د چارج له لویوالي سره برابر دی، مګر چارج یې مثبت دی).

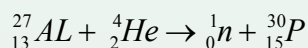
پوزیټرون، امریکایي فزیک پوه ک.د. آندرسن په 1932 کال د کیهاني وړانگې د مطالعې په بهیر کې کشف کړ.

(کیهاني وړانگې ډېر نفوذ کوونکي تشعشعات دي چې مشابهې د ځمکې په ماورا کې ده او له پروتونو، الکترونو، نیوترونو، فوتونو او نورو ذراتو څخه مرکب دي).

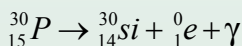
آندرسن له یوې وړې کوټې څخه چې په یوه مقناطیسي ساحه کې واقع وه، په گټې اخیستلو، داسې کربنې مشاهده کړې چې د مسیر په اوږدو کې وکولای شي د ایونایز کیدلو (برقي کیدلو) په اثرې هغه ذرات چې په تندي (ډېر سرعت) یې حرکت کاوه او دیو الکترون له کتلې او چارج له اندازې سره یې برابرې کتلې او چارج درلود، خو د هغوی د کربنو (خطونو) انحنایي د هغې الکترونونو د خطونو چې مثبت چارج ولری، په مخالف لوري کې ایجاد شوي. دې ذراتو ته د پوزیترون نوم (د  $\beta^+$  یا  $e^+$  له سمبول سره) ورکړل شو. د ژولیوکیوري په آزمایشت کې چې د یوه سپک عنصر د بمبارد مان په اثر د پوزیترون  $\alpha$  له یوې ذرې سره د نیوترون په ملتیا تولیدیده. داسې تر سترگو کیده چې د هسته یې تعامل یو نوي ډول ترسره کېږي.

په پای کې ډېرو آزمایشتونو وښودله چې که چېرې د سپکو عناصرو هستې وروسته له دې چې د  $\alpha$  د ذراتو له منبع څخه لرې هم شي، د پوزیترون خپرولو ته دوام ورکوي. کله چې د  $\alpha$ ، د ذراتو د منبع له لرې کیدو وروسته، د پوزیترونو د خپریدو ثابت تغیر د وخت له تېریدو سره سم ترسیم شو، د هر هدف لپاره داسې منحنی گانې لاسته راغلي چې د بیټا طبیعي رادیواکتیو لپاره لاسته راغلو منحنی گانو ته ورته (مشابه) وې. (نو معلومه شوه چې د خپاره شوي پوزیترون نیم عمر 2.5 دقیقې دی).

حاصل شوې پایلې ښودله چې د لومړنۍ ثابتې هستې ذرات د رادیواکتیو د هستې په ذراتو تبدیل شوي دي. د  ${}_{13}^{27}AL$  بمباردمان په هکله په  $\alpha$  ذراتو سره، چې نیوترون او همدارنگه د رادیواکتیو یوه نوې ماده تولیدېږي، یو هستوي تعامل دی چې هستوي ذرات له  $(27 + 4 - 1) = 30$  کتلوی عدد او له  $(13 + 2 - 0) = 15$  اتومي نمبر سره چې د فاسفورس یو ایزوتوپ دي، ایجادوي. دا تعامل عبارت دي له:

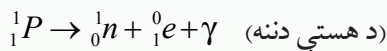


کیوري او ژولیو د کیمیاوي تعاملاتو لاسته راغلو موادو د بېلولو لپاره، هماغه تعاملاتو ته ورته چې د طبیعي رادیواکتیو عناصرو د بېلولو لپاره یې ترسره کول، کیمیاوي تعاملات سرته ورسول، په دې توگه یې وښودل چې له بمباردمان وروسته ترلاسه شوې پایله کې، په رښتیني ډول یوه لږه اندازه فاسفورس یا ایزوتوپ گېون لري چې رادیواکتیو دي. فاسفورس په طبیعت کې یوازې د  ${}_{15}^{31}P$  په بڼه پیدا کېږي. د فاسفورس هیڅ ایزوتوپ په طبیعت کې د 30 کتلوي عدد سره، نه دي پیدا شوي، نو دا فرضیه منطقي وه چې که چېرې  ${}_{15}^{30}P$  په یوه هستوي تعامل کې ایجاد شي، نو هسته به یې ثابت نه وي، بلکې رادیواکتیو دي که دا هسته د پوزیترون له خپریدو سره متلاشي شي، تعامل به یې په لاندې توگه بیان شي.





په تعامل کې  $^{30}_{14}Si$  د سلسیوم پیژندل شوی ایزوتوپ،  $^0_1e$  د یو پوزیترون او  $\gamma$  د یو نوترینو ښکارندوی دي. دا ډول متلاشي کیدل په دې دلالت کوي چې د هستې په دننه کې شونې ده چې یو پروتون په یو نیوترون، یو پوزیترون او یو نوترینو تبدیل شوي وي چې نیوترون په هسته کې باقي پاتې شوی او پوزیترون یې خپور شي:



په لنډ ډول، له دې کشف څخه وروسته چې د سپکې هستې بمباردمان د  $\alpha$  د ذراتو په واسطه کولای شي په رادیواکتیو محصولاتو منجر شي، معلومه شوه چې هستوي القا شوي تعاملات له پروتونو، دوترونو، نیوترونو او فوتونو سره هم کولای شي، رادیواکتیو محصولات تولید کړي.

د مصنوعي رادیواکتیو هسته یي ذرات، د طبیعي رادیواکتیو هستوي ذرو په شان له نیم عمر او د وړانګې له ډول سره چې خپروي یې مشخص کېږي.

هرکله چې د هسته یي تعاملاتو محصول رادیواکتیو وي، کولای شو د هغوی مسیر د کیمیاوي بېلیدني په بهیر کې د هغوي د ټاکلو نیمو عمرونو په وسیله یا د هغوي یا د هغو د متلاشي شوو محصولاتو له مخې وڅارو (نه شوکولي هغوي له کیمیاوي اړخه و څارو، ځکه اندازه یي ډېره لږه او غالباً له یو میلیونم ګرام څخه کمه ده).

د کیمیا ځانګړې څانګه چې په هسته یي تعاملاتو کې له بېلیدني او رادیواکتیو محصولاتو له ټاکنې (تشخیص) سره سروکار لري، اوس مهال د هستوي علم یوه مهمه برخه ګرځیدلې. دا څانګه دومره پراخه شوې چې له 1935 کال څخه تراوسه د (1200) رادیواکتیو مصنوعي هسته ذرې جوړې او مشخص شوي دي چې ډېرې یې له هغو څخه په صنعت او خپرونو کې د استعمال وړ دي.



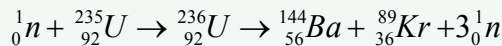
کله ویل کېږي چې ټولې د انرژي منابع د هستې له انرژي څخه حاصل شوي دي. آیا د سونډ مواد، لکه د ډبرو سکاره او تیل هم له هستوي انرژي څخه لاسته راغلي؟

## 6-8: هستوي بېلېدنه (انشقاق) (Nuclear Fission)

لکه څنگه چې ومو لیدل یوه هسته کولی شي د الفا یا بیټا وړانګې د خپرولو له امله په بلې هستې بېله شي. دا بېلېدنه او متلاشي کیدل د هسته یي تعامل یو ډول دی چې د دې بحث په اوږدو کې د نوموړي تعامل چې د انرژي د تولید له مهمو سرچینو څخه دي لنډه شرحه کوو.

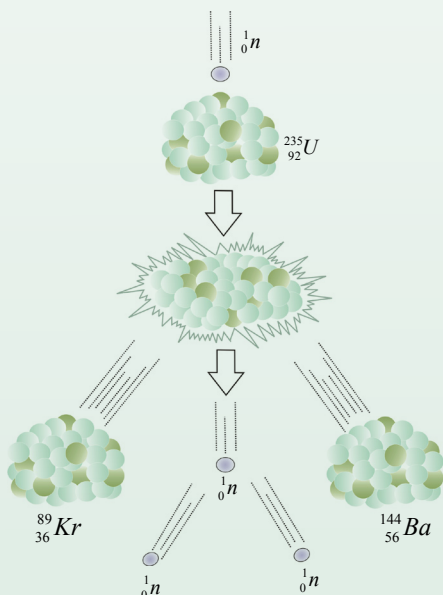
د 235 یورانیم هسته د دې ځانګړنې لرونکې ده چې که یو نیوترون له هغه سره ټکر وکړي، شونې ده چې هغه جذب کړي او په 236 یورانیم بدل شي، 236 یورانیم بې ثباته دی او په دوو یا څو هستو باندې چې کمې کتلې ولري، د زوال او تجزیه کیدلو میلان لري. د 235 یورانیم د جذب پروسه د نیوترون په واسطه، د درنې او ثابتې هستې تشکیل او د هغې تجزیه کیدل، په دوه یا څو سپکو هستو، د هستې د متلاشي کېدو یا هسته یي انشقاق په نامه یادېږي.

یو له دې پروسې څخه د یورانیم  $^{235}\text{U}$  متلاشي کیدل دي چې په (6-9) شکل کې ښودل شوي او معادله یې په لاندې ډول ده:



په دې رابطه کې  ${}_0^1n$  نیوترون دی، د  $^{235}\text{U}$  هسته یي تعامل په پروسه کې شونې ده، د متلاشي شوو محصولاتو بېلابېلې ټولګې رامنځ ته شي. د بېلګې په ډول د یورانیم  $^{235}\text{U}$  په هستوي تعامل کې کېدای شي، د (90) په شاوخوا کې مختلف محصولات لاسته راشي. د متلاشي کېدو له امله حاصل شوو هستو ته متلاشي شوي ټوټې هم وایي، په دې توګه کولای شو هستوي انشقاق داسې تعریف کړو. (هستوي انشقاق یو هسته یي تعامل دی چې په ترڅ کې یې یوه درنه هسته په دوو هستو چې کمې کتلې ولري متلاشي کېږي).

کله چې یوه درنه هسته متلاشي کېږي، حاصل شوې متلاشي شوې کتلې، د هستې له لومړنۍ کتلې او نیوترون له مجموعي کتلې څخه چې له هغه سره یې ټکر (تصادم) کړی دی، لږ دي. د کتلې دا توپیر په انرژي بدلېږي چې د دې انرژي عمده برخه په پیل کې د متلاشي شوو ټوټو د خوځښتې یا اهتزازي انرژي په بڼه ښکاره کېږي چې په چټکي سره خپله انرژي خپل شاوخوا چاپیریال ته لېږدوي او په پای کې د چاپیریال د تودوخې درجې د لوړیدو لامل کېږي.



شکل (6-9)

د بېلگې په ډول: په  $^{235}\text{U}$  متلاشي شوي يورانيم کې د آزادې شوې انرژۍ اندازه دومره ډېره ده چې له يو کيلوگرام  $^{235}\text{U}$  متلاشي شوي يورانيم څخه حاصله شوي انرژي له هغې انرژي سره برابره ده چې د  $10^7$  کيلوگرام (يا لس زره تنه) ډبرو سکرو او يا د  $2.25 \times 10^6$  ليتر تيلو له سوځيدو څخه ترلاسه شوي وي. په دې لحاظ کولای شو، له يورانيم څخه د انرژي د يوې سرشاره او له انرژي څخه ډکې سرچنې په توگه کار واخلو.

هغه دستگاه چې هستوي تعامل په کې ترسره کېږي او آزاده شوي انرژي د تعامل په پروسه کې د انرژي په بله بڼه (لکه برېښنايي انرژي) بدلېږي، د هستې ريکتور په نامه يادېږي.

له هستوي تعامل څخه حاصله شوي انرژي په لنډ ډول د هستوي انرژۍ په نامه يادېږي. له هسته يي تعامل څخه له حاصلې شوې انرژۍ څخه گټه اخيستل کمزورې نقطې او ستونزې هم لري چې له توليدولو سره يې د ډبرو د مخالفت لامل شوي دي.

ددې کمزورو ټکو لامل دادی، څرننگه چې متلاشي شوې ټوټې ډېرې بې ثباته دي، نو د ثبات حالت ته د رسيدو لپاره يو زيات شمېر وړانگې خپروي. د بې ثباتي لامل يې هم دادی چې د (متلاشي شوو ټوټو) هستې د ثبات لپاره لږ شمېر نيوترونونو ته اړتيا لري او د همدې يا اضافي نيوترونو موجوديت د هغوي د بې ثباتي سبب گرځي او په پايله کې نوموړي هستې د بيتا تيت او پرک کيدلو له کبله په ثابتو هستو بدلېږي.

نو متلاشي شوې ټوټې نا چاره راديواکتيو دي او بله اساسي ستونزه داده چې ځينې د دې بې ثباته ټوټو چې د متلاشي شوو پاتې شونې دي، ډېر اوږد نيم عمر لري او د هغوی د تشعشاتو تراکم د ډېروالي له امله ډېرې زياتې ستونزې نه يوازې د اوسني نسل لپاره، بلکې د وروستيو نسلونو لپاره هم منځته راوړي.



ځينې مهال ويل کېږي، چې نشو کولای کتله توليد او يا له منځه يوسو. دا وينا تحليل کړئ.

## 6-9: د یورانیم غني کول

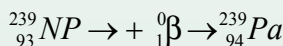
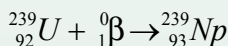
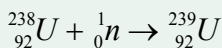
• یوازینی طبیعي عنصر چې د نیوترون په جذبولو له ډېر لنډ وخت وروسته  $10^{-12} s$  متلاشي کېږي او ډېره اندازه انرژي آزاد وي،  $^{235}U$  یورانیم دی.

• په طبیعي یورانیمونو کې یوازې  $0.7$  سلمه  $^{236}U$  او پاتې یعنې  $99.3$  سلمه په کې  $^{238}U$  دی چې د ټولو عملي موخو لپاره د متلاشي کیدو منونکی نه وی.

• د ریکتور د سوخیدو یا د جنگ هسته یي وسیلې د جوړولو لپاره ښايي د  $^{235}U$  په غلظت کې د کتنې وړ زیاتوالی رامنځ ته شي چې دا پروسه د غني کولو په نامه یادوي.

•  $^{235}U$  او  $^{238}U$  له کیمیاوي اړخه یو ډول دي، خو د غني کولو په پروسه کې یوازې د هغوي د کتلې له توپیر څخه کار اخیستل کېږي. دا پروسه نسبتاً ستونزمنه او لگښت یي ډېر دي، اما کولې شو په زیاتې اندازې یورانیمو سره هغه ته لاس رسي پیدا کړو. مثلاً د گاز د خپرولو طریقه په دې اساس ده چې  $^{235}U$  د سپکوالي له امله، په بېلابېلو موادو کې له  $^{238}U$  څخه آسانه خپرېږي.

• یوه بله ماده چې په آسانی سره متلاشي کېږي، پلوتونیم  $^{239}Pu$  دی. دا ماده په طبیعي بڼه وجود نه لري او کولی شو، هغه د نیوترون په تعامل په  $^{238}U$  کې چې متلاشي منونکی نه دی، تولید کړو.  $^{239}Pu$  حاصل شوي یورانیم د بیټا په خپریدو سره په نپتونیم  $^{239}Np$  بدل او هغه د بیټا په خپریدو په  $^{239}Pu$  تیت او پرک. د دې پروسې د تعامل معادله په لاندې بڼه ده:



• کولی شو پلوتونیم په کیمیاوي طریقو له یورانیم څخه بېل کړو. له یورانیم څخه د پلوتونیم د سوخېدو د تولید پروسه په زېږیدنې سره مشهوره ده او هغه ریکتور چې د پلوتونیم د سوخیدو د تولید لپاره طرحه شوی د زېږیدونکي په نامه یادوي. په متلاشي شوو بمونو کې اکثراً پلوتونیم د یوې فعالې مادې رول لري.

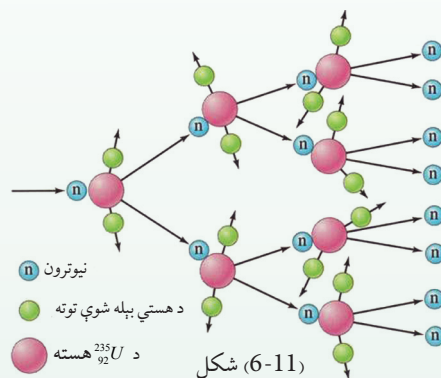
## 6-10: زنجیري تعامل (Chain Reaction)

ددې لپاره چې زنجیري تعامل د یورانیم په یوه بېلگه کې په یو ډول سرعت سره دوام وکړي، ښایي مناسب توازن د متلاشي کیدلو له عمل څخه د حاصل شوو نیوترونو د خالص تولید او د نیوترونو د له منځه تللو ترمنځ د لاندینو درو پروسو په بهیر کې وجود ولري:

1. د یورانیم په وسیله د نیوترون جذبول د انشقاق له ترسره کېدو پرته.
2. په تجربې دستگاه کې د نورو موجودو موادو په واسطه د نیوترون جذبول.
3. له تجربې دستگاه څخه د نیوترون تېښته (فرار) پرته له دې چې جذب شي.

که نیوترونونه په ډېره زیاته اندازه تېښته وکړي او په دستگاه کې (چې ریکتور نومېږي) جذب نه شي، کافي نیوترون نه پاتې کېږي، ترڅو چې زنجیري تعامل دوام وکړي. برعکس که نیوترونونه په ډېره کمه اندازه فرار وکړي، یا جذب شي، تعامل دوام پیداکوي، ډېر زیات نیوترونونه جوړوي.

د هسته یي ریکتورونو په طراحی کې چې د انرژۍ د سرچینې لپاره کارول کېږي، مختلفې لارې چارې د اندازې، شکلونو او مناسبو موادو د پیداکولو لپاره چې د تولید شوو نیوترونونو او له لاسه تللو نیوترونونو ترمنځ توازن وساتي او کنټرول یې کړي په کاروړل کېږي.



څرنگه چې هسته د اټوم د حجم یوه ناخیزه برخه ده، د یو نیوترون د ټکر چانس د یورانیم له یوې هستې سره لږدي، یو نیوترون په داسې حال کې چې څو سانتي متره حرکت کوي، کولای شي، د یورانیم د میلیونو اټمونو له منځه (یا نورو اټومونو څخه) تېر شي.

که ریکتور وړوکی وي، د نیوترونو د پام وړ فیصدي چې د متلاشي کیدو په پایله کې رامنځته کېږي واپاشي د عمل له ایجادیدلو پرته ډېرې له دستگاه څخه فرار کوي او شونې ده چې د نیوترونو ټکر نفوذ دومره محدود چې یو زنجیري تعامل دوام ونه شي کړای. تولید شوي نیوترونونه تل له حجم سره متناسب وي، مگر هغه شمېر نیوترونونه چې فرار کوي، د سطحې له مساحت سره متناسب دي. که د دستگاه خطي اندازه ( $L$ ) زیاته شي، نو حجم او مساحت په متناسب ترتیب له  $L^3$  او  $L^2$  سره زیاتوالی مومي.

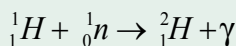
په داسې ډول چې د دې اندازې له زیاتېدو سره د نیوترون تولید نسبت د نیوترون له فرار څخه چټک زیاتوالی مومي.

د ریکتور طرحه د مناسبو اړخونو (ابعادو) او ټاکلو موادو سره چې له بحراني اندازې سره مطابقت ولري، د هستوي مهندسی د څېړنې اړوند مهمه برخه ده. د هستوي ریکتورونو د طرحې په اړه بله مهمه موضوع دا واقعیت دی چې کله  $^{235}\text{U}$  د پستو (کنډو) نیوترونونو په واسطه بمبارد شي. هغه نیوترونونه چې د متلاشي کیدو په ترڅ کې آزادېږي، عموماً په چټکي سره خارجېږي، د هغو نوساني انرژي د  $0.01\text{Mev}$  له حدودو څخه تر نژدې  $20\text{Mev}$  پورې او منځنۍ (متوسطه) نوساني انرژي یې د  $2\text{Mev}$  په شاوخوا کې ده. چټک (سریع) نیوترونونه کولای شو، د هغې مادې په زیاتولو چې نیوترونونه له هغه سره په ټکر کې خپله انرژي له لاسه ورکوي، پست (کنډ) کړو.

دا ډول ماده بنیایي کمه اټومي کتله ولري. په دې صورت کې به نیوترونونه د نوموړي مادې له اټومونو سره د راکټونکي ټکر له امله د خپلې انرژي ډېره برخه ولېږدوي، لیکن دا ماده باید ډېر نیوترونونه تعامل یا جذب نکړي.

خالص کاربن د گرافیت په بڼه او همدارنگه اوبه او بریلیم کولی شي دا ډول اړتیاوې لیرې کړي. دا مواد تعادل کوونکي بولي، ځکه چې د نویو تولید شوي نیوترونو حرکت ورو یا متعادل کوي او د هغوی تېزوالي داسې حد ته رسوي چې د زیات گړندیتوب (متلاشي) کیدو د رامنځ ته کیدو شونتیا (احتمال) د هغو په وسیله کمېږي.

د اوبو د هایډروجن اټومونه د نیوترونو په وړوکولو (بټي کولو) کې ډېر اغېزمن دي، ځکه له یوې خوا د هایډروجن د هستې کتله تقریباً د نیوترونو له کتلې سره برابره ده او له بل لوري د هایډروجن دا تومو شمېر د حجم په واحد کې زیات دی. نیوترون د هایډروجن له هستې سره په ټکر کې د خپلې انرژي ډېره برخه له لاسه ورکوي. یوازې 20 ټکرونه اړین (لازم) دي، ترڅو په منځني توگه چټک نیوترون ورو (کنډ) شي او د هغه د انرژي اندازه له  $1\text{ev}$  څخه لاندې حد ته ورسېږي، خو نیوترونونه کولای شي، د هایډروجن د هستې په وسیله د لاندې عکس العمل مطابق تعامل وکړي.

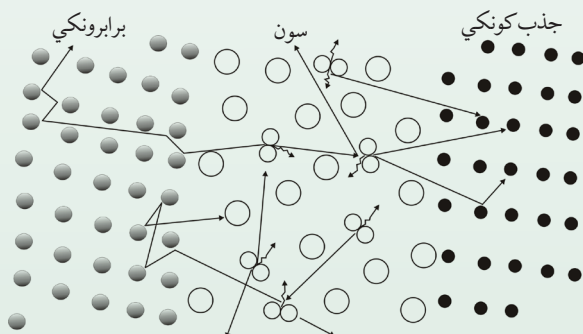


په دې شونتیا (احتمال) چې دا تعامل د راکټونکي ټکر پرځای ترسره شي، په بشپړه اندازه زیات دي. څرنگه چې معلومه شوی، له طبیعي یورانیم او معمولي اوبو سره د زنجیري تعامل سرته رسول شونی دی.

خو د ریکتورونو د جوړولو لپاره نورې لارې هم شته، لکه د فوق العاده کمې شونتیا د نیوترونو د جذب لپاره د دوتریوم د هستې په وسیله یعنې د درانه هایدروجن د هستې ایزوتوپ چې په درنو اوبو کې موندل کېږي، شتون لري.

نیوترون له  ${}^1_0H$  سره د ټکر پراساس ډېره انرژي له لاسه نه ورکوي، خو دا نیمیگرتیا د هغه د ډېر لږ جذب له میزان سره جبران کېږي. ځکه نو یو زنجیري تعامل له طبیعي یورانیم او درنو اوبو سره په آسانی سره شونی دی.

له طبیعي یورانیم سره ریکتورونه د سوځیدو او درنو اوبو په بڼه د متعادل کوونکي په توګه په متحده آیالتونو، کاناډا، فرانسه او نورو هېوادونو کې جوړ شوي دي. د هستوي هایدروجن  ${}^1_0H$  او دوتریم ( ${}^2_1D$  یا  ${}^2_1H$ ) د خواصو ترمنځ توپیر د هسته یي ریکتورونو د پر اختیار له اړخه ډېر اهمیت لري. درنه اوبه د معمولي اوبو په پرتله ډېر وزن لري او کله چې له طبیعي یورانیم په عمومي ډول له  ${}^{238}U$  سره وکارول شي، په اغیزمنه توګه یو زنجیري تعامل صورت نیسي. طبیعي اوبه په هغه صورت کې کارولی شو چې د طبیعي یورانیم پرځای غني شوي یورانیم نسبت ایزوتوپ  ${}^{239}U$  ته، په کار یووړل شي. په متحده آیالتونو کې ډېر ریکتورونه چې د هغوي سوځیدنه غني شوي یورانیم او متعادل کوونکي یې معمولي اوبه دي، جوړ شوي دي. په حقیقت کې تقریباً په ټولو لویو هستوي ځواک ځایونو کې چې تراوسه جوړ شوي او همدارنگه د بېړیو په ریکتورونو کې چې په هستوي انرژي سره کار کوي، د دې ډول ریکتورونو کارول دود او عام دي.



شکل (6-12)

کاربن د گرافیت په بڼه هم، په ډېرو ریکتورونو کې د متعادل کوونکي (برابرونکي) په ډول کارول شوي دي. له هغو څخه په اوليه ریکتورونو کې، خو څرنګه چې گرافیت د اوبو يا درنو اوبو غوندې یوښه ورو (بطي) کوونکی عامل نه دي، نو د کاربن له اتومونو سره یې (120) ټکرونه اړین دي ترڅو چې یو چټک نیوترون له لومړنۍ انرژي  $2\text{Mev}$  انرژي سره ورو (کنډ) شي او مطلوبې انرژۍ  $0.025\text{ev}$  ته ورسېږي، په داسې حال کې چې درنو اوبو ته یوازې د 25 ټکرونو په حدودو کې لازم دي. که څه هم کاربن د گرافیت په بڼه بهترین متعادل کوونکي نه دي او محدود شمېر نیوترونونه جذبوي، خو کله چې د طبیعي یورانیم ټوټې (مثلاً د استوانه یي میلو په صورت) د گرافیت په لویه ټوټه، په منظمه توګه واقع شي. د یو زنجیري تعامل د واقع کیدو شونتیا پیداکېږي.

ددې کار د تر سره کولو څرنګوالی یو له مهمو ستونزو څخه وو چې ښایي له لومړني زنجیري تعامل څخه وړاندې حل شوي وي. لومړنی زنجیري تعامل په 1942 کال یې دیوې ډلې له لورې چې د انریکوفرمي تر نظر لاندې یې کار کاوه د شیکاګو په پوهنتون کې عملي شو. اوس مهال ډېر ریکتورونه چې گرافیتی متعادل کوونکي لري، په ټوله نړي کې کار کوي. له دې ډول ریکتورونو سره د کار موخه به په وروستیو بحثونو کې تر بحث لاندې ونيول شي. د یوه ریکتور کنټرولول نسبتاً آسانه کار دی. کله چې د متلاشي کیدلو اندازه زیاته شي د کنټرولولو څو میلی په ریکتور کې داخلوي. دا میلی له یوې مادي څخه چې (کادمیم یا بور) نومېږي، «څرنګه چې بور عنصر د دنمارکي پوه په واسطه کشف شو، ځکه نو نوموړی عنصر د هغه په خپل نامه ونومول شو». ترکیب شوي چې ورو (بطي) نیوترونونه جذبوي او په دې وسیله د متعادل کوونکو نیوترونو شمېر کموي.

د کنټرول د میلو خارجول د دې لامل کېږي چې د ریکتور کار اندازه لوړه شي، پورتنی شکل د یو هستوي ریکتور اساسي تعاملات رابښي چې انشقاق منونکي ماده یې یورانیم دی.

## بحث وکړئ



څرنګه کولای شو د یو ریکتور د چټکتیا غبرګون کنټرول کړو؟



## زیاته اندازه د انرژي آزادیدل او د هغې ځینې پایلې

د دویمې نړیوالې جگړې په اوږدوکې له هسته یي ریکتورونو څخه د یو ډول هستوي بم د خامو موادو د تولید یعنی د  $^{239}\text{Pu}$  لپاره د جوړولو له  $^{238}\text{U}$  ګټه اخیستل کیده. د دې ریکتورونو طراحي په داسې شکل وه چې له متلاشي شوو اتومونو  $^{235}\text{U}$  څخه ځینې حاصل شوي نیوترونونه په بشپړ ډول بطلی کیدل او په اتم های  $^{235}\text{U}$  اتومونو کې د متلاشي کیدلو لامل نه ګرځیده (په طبیعي یورانیم کې یوازې  $0.75\%$  شاوخواکې  $^{238}\text{U}$  اتومونه وجود لري)، او پرځای یې یاد شوي نیوترونونه د هغو تعاملاتو له لارې چې په مخکینۍ برخه کې بیان شول د  $^{238}\text{U}$  په وسیله جذب او د  $^{239}\text{Pu}$  هستې تشکیلولې.  $^{239}\text{Pu}$  د  $^{235}\text{Pu}$  په شان عمل کوي.

هغوی دواړه کولای شي غیر کنترول شوي سریع زنجیري تعامل ایجاد کړي. هستوي بمونه له همدغو دوو موادو څخه جوړشوي. یوازې یو اتومي بم چې له  $^{235}\text{U}$  څخه جوړ شوی وو، د جاپان د هیروشيما ښار په 1945 کال د اګست په 6 نیټه وران کړ. بل بم چې په هغه کې له  $^{239}\text{Pu}$  څخه ګټه اخیستل شوې وه، درې ورځې وروسته د ناګاساګي ښار نابود کړ. د دویمې نړیوالې جگړې په پای کې یعنی له 1945 کال وروسته له پاشل کیدو (متلاشي کیدلو) له ټکنالوژي نه په دوو مختلفو لورو کې پراختیا منځته راغله، یو نظامي اړخ وو چې په دې برخه کې له متحده ایالتونو سره نورو هېوادونو د هغو له ډلې څخه بریتانیا، روسیه، فرانسه، هند او چین هستوي سلاح ګانې جوړې کړي دي.

ددې سلاح ګانو مرګونی او عظیم ځواک او د بمونو د مخ په زیاتیدونکي بېلابېلو ډولونو یې په موجودو انډیبنو او خطرناکو ګواښونو کې زیاتوالي رامنځته کړي او نړیوالو مشاجرو او تاوتریخوالي د کمولو اوسو له ییزې بټې د خپلولو چاره ډېر مهمه او ټاکنکې ګرځولې ده.

بله بنسټیزه او خطرناکه مسئله د هستوي بمونو په آزماښتونو کې رادیواکتیو تشعشات دی. د هستوي بم په چادونه کې دپام وړ متلاشي رادیواکتیو محصولات تیتېري، دا مواد د بادونو د لګیدو په وسیله د نړۍ له یوې برخې څخه نورو نقطوته لېږدول کېږي او د واورې او باران له لارې ښکته پریوځي. د ځینو رادیواکتیو موادو عمر اوږدوي چې د شنوکیدونکو غذايي موادو په واسطه، جذب او د انسانانو او حیواناتو په وسیله خوړل کېږي.

څرګنده شوې چې د رادیواکتیو دا ډول مواد جینتیکي او همدارنګه زیان رسوونکي جسماني اغیزې لري. یو له زیاتو محصولاتو څخه د  $^{235}\text{U}$  یا  $^{239}\text{U}$  د متلاشي کېدنو په تعامل کې په لاس راځي.

استرانسیم  $^{90}\text{Sr}$  (دې چې عمر یې هم اوږد دی. دا ایزوتوپ د کیمیاوي خواصو له اړخه  $^{40}_{20}\text{Ca}$ )

ته ورته دي.

ځکه نو کله چې له رادیواکتیو تشعشاتو څخه  $^{90}Sr$  بدن ته داخلېږي د بدن د هلوکو موادو ته لاره پیداکوي.  $^{90}Sr$  د  $\beta$  ذراتو په خپرولو په  $0.54MeV$  انرژي سره (نیم عمر 28 کاله) یې له منځه ځي چې کولای شي ژونکو (سلولونو) ته زیان ورسوي او د نورو ناروغيو لکه د هلوکو تومور او شونې ده چې په نورو بڼو د زیانو لامل شي، په ځانگړي ډول په هغو ماشومانو کې چې دودې (نمو) په حال کې وي. اوسني او راتلونکو نسلونو ته د شوونو (ممکنه) زیانونو په اړه ډېر بحثونه او څېړنې ترسره شوي. تر یوې اندازې پورې متحده آیالتونه بریتانیا، روسیه (او له فرانسې او چین پرته) د نورو هېوادونو د پوهانو له لوري د منظمو وړاندیزونو او نیوکو په پایله کې په 1963م کال په فضا کې د هستوي بمونو د ډېرې آزمایشونو د ځنډولو لپاره موافقې ته ورسیدل. همدارنگه په دې تړون کې ملتونو موافقه وکړه چې بشپړي هغو هېوادونو ته چې هستوي بڼې نه لري، هستوي سلاح گانې ټیټي نه کړي شي.

په دې توگه له 1970 کال څخه د سلاح گانو د محدودولو لپاره د بحث زمینه برابره شوه او په نسبي برابرو سره یې دوام پیداکړ. همدارنگه د رادیواکتیو د تشعشاتو د خپریدو له امله بې لگښته تودوخه او هستوي مرکزونه د رادیواکتیو حاصل شوي فضولات د ژوند په چاپیریال کې د خطرونو د رامنځ ته کیدو شونتیا لري. د بېلگې په ډول: هغه مرکزونه چې د بخار په واسطه برېښنا تولیدوي، که هستوي وي یا فوسیلی د 30% او 40% فیصدو ترمنځ د گټې اخیستلو وړوي، دا په دې معنا ده چې له درې واحدونو څخه یې چې تودوخه په محرکه قدرت بدلېږي، یو واحد یې برېښنا تولیدوي او نژدې دوه واحدونه یې پرته له لگښته باقي پاتې کېږي.

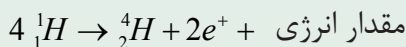
هغه ذخیرې چې د سونگ فوسیلی توکي (د ډبرو سکاره، تیل او گاز) مصرفوي، په پرله پسې ډول خپله بې لگښته تودوخه هواته لېږدوي او د ژوند چاپیریال د ککړتیا لامل کېږي چې همدې کړنې ته د تودوخې ککړتیا وایي. که همدا تودوخه په سیندونو او نهرونو کې هم وارده شي د اوبو ژوو ته ډېر زیان رسوي.

## 11-6: هم جوشي يا هستوي ایشیدنه (*Nuclear Fusion*)

د چاودنې په هستوي تعامل (متلاشي کیدلو) کې مو ولیدل چې یوه درنه هسته د یو نیوترون له جذب سره په دوو سپکو هستو ټیټېږي او یوه اندازه انرژي آزادېږي.

یو بل ډول هستوي تعامل هم وجود لري، چې هستوي سوځیدنه نومېږي، او هغه وخت پیښېږي چې دوې سپکې هستې یو له بله سره یو ځای شي او یوه درنه هسته جوړه کړي. په دې تعامل کې د تولید شوې هستې کتله د اولیه هستو له کتلې څخه کمه وي او په پایله کې یوه اندازه انرژي آزادېږي.

له دې ډول تعاملاتو څخه د بېلگې په توگه کولای شو د لاندې تعامل نوم واخلو:



په دې تعامل کې د هایدروجن د هستې څلور اتومه (یعنې څلور نیوترون) یو له بل سره ترکیبېږي او د هیلیم یو هسته (یعنې د الفا یوه ذره) د یو پوزیترون ( $+e$ ) په زیاتوالي تولید وي، یو مقدار انرژي هم آزادوي. د هم جوشي هستوي تعامل له یوې ستونزې سره ملگری دی او هغه ذرې چې ښایي په دې تعامل کې سره یو ځای ترکیب شي، مثبت چارج لري او د دې لپاره چې یو له بله سره ترکیب شي (یو تریبله جوش وخورې) باید برېښنايي دفاعی قوی ته غلبه وکړي. د دې کار لپاره د پروسې په لومړیو کې باید یوه اندازه انرژي مصرف شي. د بېلگې په ډول: د دې لپاره چې دوه پروتون په بشپړه توګه سره نژدې کړو باید هغوی ته د  $0.1\text{Mev}$  په شاوخوا کې انرژي ورکړو، ترڅو چې یو له بله سره نژدې شي. کولي شو دا کار د بیره ورکوونکو دستګاوو په مرسته ترسره کړو. اما د نوموړي دستګاه فعالیت د پیل لپاره هغه ته د انرژي ورکول، له هغې انرژي څخه ډېره زیاته وي چې د هم جوشي له تعامل څخه حاصلېږي.

بله لاره چې د انرژي د خونديتوب لپاره موجوده ده، هستوته تر  $10^7\text{C}^\circ$  درجې د تودوخې ورکول دي، چې په دې تودوخه درجه کې به د هستو حرکتی انرژي د هغو ترمخ د برېښنايي دفاعي قوې د غلبې لپاره کافي وي. د تودوخې پورتنی درجه په ستورو او لمر کې وجود لري. د بېلگې په ډول د لمر د تودوخې داخلي درجه د  $2 \times 10^7\text{C}^\circ$  په شاوخوا کې ده، نو په لمر او ستورو کې هستوي سوځېدنه په عادي او طبیعي ډول ترسره کېږي. د لمریزې انرژي ډېره زیاته برخه د هم جوشي د تعامل له مخې تامینېږي. دا انرژي دومره ده چې هم لمر ډېر تود ساتي او هم لمریز نظام سیارو او اقمارو (سپوږميو) ته اړینه انرژي او د هغو له ډلې څخه ځمکې ته برابروي.

### په ستورو کې د هم جوشي تعاملات

د هستوي فزیک له په زړه پورې موضوعاتو څخه یو هم د ستورو د انرژي د سرچینو د بېلابېلو ډولونو مطالعه ده چې لمر یو له هغو څخه دي. په لمر کې د هم جوشي پروسه، له څلور پروتونو څخه د هیلیم د یوې هستې تولید دی.

$$4\text{}^1_1\text{H} \rightarrow \text{}^4_2\text{He} + 2\text{}^0_1\text{e}^+ + 26\text{Mev}$$

دا تعامل د یوازیتوب په پړاو کې نه ترسره کېږي، بلکې د مختلفو تعاملاتو په ترڅ کې پرمخ ځي چې بشپړه پایله یې په پورتنۍ معادله کې خلاصه شوې ده.

په هر پړاو کې د انرژي ټول آزاد شوی مقدار  $26\text{Mev}$  دی. د څلورو پروتونو د هم جوشي اصلي منبع او د هغوی بدلون د هیلیم پر هستې د لمر داخلي انرژي ده. کیمیاوي تعاملات نشي کولای دومره ډېره (یا دومره دوامداره) انرژي تولید کړي چې په لمر کې د انرژي د تولید ځواب ووايي، لیکن په لمر کې د هستو د هم جوشي تعاملات د دې کار له عهدی څخه وتلای شي. هایدروجن او هیلیم مجموعاً 99% د لمر کتله تشکیلوي. چې په هغه کې هایدروجن تقریباً د هیلیم دوه برابره دی، ځکه نو په لمر کې د هایدروجن بشپړي زیرمې (ذخیري) موجودې دي چې کولای شي د لمر انرژي د راتلونکو میلیونو کلونو لپاره خوندي وساتي.

د هایدروجن بدلون په هیلیم باندې ښایي د کومو ممکنه تعاملاتو د مجموعي په واسطه صورت نیسي د هیلیم د یوې هستې د جوړښت لپاره د څلورو پروتونو د لگښت د مستقیمې کړنلارې په پایله کې د قلیدو وړ نه ده، ځکه چې د لمر په شرایطو کې د دا رنگه تعاملاتو امکان ډېر لږ دی، که څه هم داسې تعاملات امکان لري چې اجرا شي، خو د لمر له آزاد شوې انرژي سره د مقایسې وړ نه دي.

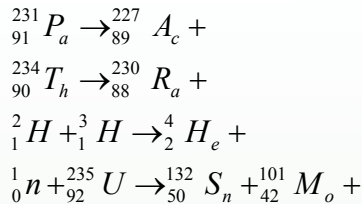
کله چې د حرارت درجه  $10^7 k^\circ$  وي، په دغه وخت کې جنبشي یا اهتزازي انرژي په هغه اندازه ډېره وي چې د پروتونونو ترمنځ د دافعه برېښنایي قوې په مقابل کې کفایت کوي، په نتیجه کې د دوو پروتونونو  $^1_1H$  همجوشي صورت نیسي. ددغه هستوي تعامل نتیجه (پایله) یو دیوتریوم  $^2_1H$ ، یو پوزیترون ( $^0_{+1}e$ ) او یو نوترینو دي. د یو دیوتریوم جوړیدو سره سم، پر بل پروتون باندې اثر اچوي او په پایله کې یو هلیوم  $^3_2(He)$  او یوه د  $\gamma$  وړانگه لاسته راځي.

د هلیوم-3 هستې په خپلو کې د جوش خورلو په نتیجه کې د  $\alpha$  ذره او هم دوه پروتونونه جوړوي. په دغه پیښو کې انرژي آزادېږي، د هغې حاصل د یو مکمل دور لپاره، د څلورو پروتونونو تبدیلیدل د هیلیم په یوه هسته باندې او  $26Mev$  انرژي ده. د تعاملاتو د پرمختګ ګرځندیتوب د هستې شمېر پرو واحد حجم او تودوخې درجې پورې مستقیم تړاو لري.

په هره اندازه چې د تودوخې درجه لوړه وي په هغه اندازه د ذراتو حرکتی انرژي ډېره وي چې دا ګرځندیتوب د ذراتو د لاریاتو ټکرونو او په نتیجه کې د ډېرې انرژي لامل ګرځي. د لمر په هسته کې د تودوخې درجه چې 10 څخه تر 20 میلیونو درجو ته رسېږي، لاسته راغلي جنبشي انرژي له ذرو تودوخې حرکت په پایله کې نژدې  $1kev$  ته رسېږي.

د ډېرې انرژي آزادیدل د همجوشي تعاملاتو د کړنلارې (پروسې) په واسطه تراوسه پورې یوازې د هستوي حرارتي انفجارونو لکه هایدروجنی بمونه د ځمکې پرمخ شونې ده. یو هایدروجنی بم د سپکو عناصرو او چاودیدلي بم د اجزاوو له مخلوط څخه عبارت دي. له انرژي څخه ډکې ټوټې چې د چاودنې د عملې په وسیله منځ ته راځي، د همجوشي د عملې د پیلونو کې په توګه کار کوي. د بم دا چاودنه،  $5 \times 10^7 k^\circ$  تودوخه درجې تولیدوي چې د همجوشي تعامل د منځته راوړلو لپاره کافي ده چې وروسته له هغې څخه بیا همجوشي فعالیتونه په ډېره زیاته پیمانه اضافي انرژي تولیدوي. ددغې آزادي شوې انرژي مجموعه ډېره له هغه مقدار انرژي څخه زیاته ده دي چې له متلاشي شوي بم څخه آزادېږي.

**تمرین:** لاندې تعاملات بشپړ او د ایزوتوپونو د نخښو د ښودلو لپاره له مندلیف جدول څخه کار واخلي:



## 6-12: هستوي ریکتور (Nuclear Reactor)

مور ولیدل چې د هستوي تعامل په پېښه کې د یورانیم  ${}^{235}U$  هستې د یو کاند (بټي) نیوترون د جذبولو په نتیجه کې چوي او درې نیوترونه لېږدوي. دا عملیه په (6-9) شکل کې ښودل شوې ده. لېږل شوي یا آزاد شوي نیوترونونه کولای شي، په خپل وار سره د یورانیم  ${}^{235}U$  هستو د تعامل موجب وگرځي. په همدې ډول که دغه کرنلاره پرمخ لاړه شي، د نیوترونونو تعداد ډېر په بېره زیاتېږي او ډېر تعاملات منځته راځي چې دغې کرنلاري ته زنجیري تعامل وایي. په لاندې (6-12) شکل کې د زنجیري تعامل یوه بېلگه ښودل شوې ده.



شکل (6-12)

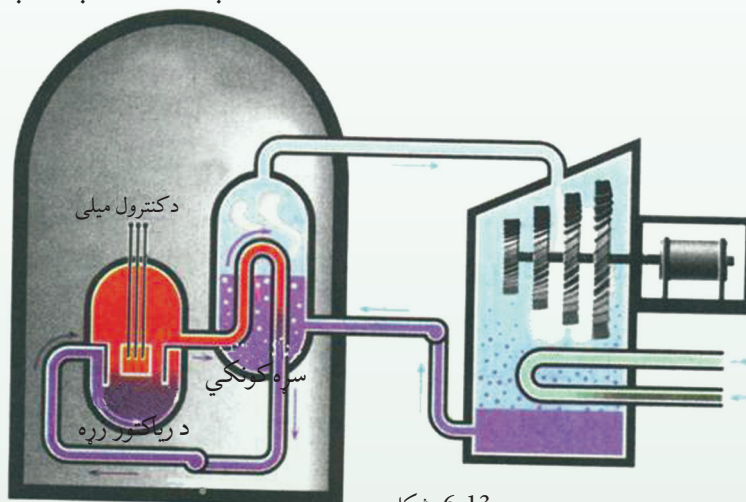
لیدل کېږي چې د تعامل په دغه بېلگه کې ډېره انرژي منځ ته راځي، که چېرې د زنجیري تعامل مخ نیوی ونه شي، نو امکان لري چې ډېره یوه لویه چادونه منځته راشي. ځکه نو هستوي ریکتور داسې عیار وي چې په هغه کې د چادونې عملیه په یو کنټرول شوي شکل ترسره شي. مور ولیدل چې په طبیعي یورانیم کې یوازې 0.7% یورانیم  ${}^{235}U$  موجود دي او نورې یورانیم  ${}^{235}U$  دي چې هستوي تعامل په هغه کې صورت نه نیسي.

خو برعکس یورانیم  $^{238}\text{U}$  کولای شي له انرژي څخه د ډکو او چټکو نیوترونو په جذبولو چې د  $^{238}\text{U}$  له تعامل څخه حاصل شوي دي، په نورو هستو لکه نپتونیم تبدیل شي، خو نه شي کولای چې بطني او لږ انرژي لرونکي نیوترونونه جذب او خپل کړي، په نتیجه کې ویلای شو چې طبیعي یورانیم د زنجیري تعامل لپاره ډېره یوه مناسبه ماده ده. اما که چېرې طبیعي یورانیم له سپک اتوم لرونکې مادې سره یو ځای کړو، سپک اتومونه د نیوترونونو د بطني کیدو او د یورانیم  $^{238}\text{U}$  په واسطه د هغې د جذبیدو لامل ګرځي چې دغه ډول د سپکو اتومونو لرونکو موادو ته بطني کوونکي مواد وایي.

متداول بطني کوونکي عبارت دي له معمولي اوبو، درنو اوبو او کاربن څخه. درنې اوبه، هغه اوبه دي چې مالیکولونه یې د معمولي هایډروجن پرځای ( $^1\text{H}$  هستې سره) ایزوتوپ یې یعنې دوټریم (له  $^2\text{D}$  هستې سره) لري.

د بطني کوونکي مادې د زیاتولو تاثیر د یورانیم  $^{238}\text{U}$  د هستو د شمېر د کمولو په شان دي. که وغواړو چې د زنجیري تعامل بهیر دوام ولري، نوښایي چې د  $^{238}\text{U}$  د هستو اندازه ډېره لږه نه وي، په داسې ډول چې د متلاشي کیدو یا تیتیدلو له هر پړاو څخه حاصل شوي نیوترونونه وکولای شي مخکې له دې څخه چې جذب شي، د  $^{238}\text{U}$  له بلې هستې سره ټکر وکړي. له بله پلوه که د  $^{238}\text{U}$  د هستو شمېر ډېر هم وي، زنجیري تعامل په ډېر چټکوالي سره ترسره کېږي او چاودیدونکي به وي. د دې دوو وضعیتونو ترمنځ یو ډېر ښه حالت شتون لري چې په هغه کې یوازې یو نیوترون چې له هر پړاو څخه حاصل شوي وي د متلاشي کیدلو په ورپسې عمل کې برخه اخلي، ځکه نو تعامل له یوه ټاکلي وخت سره دوام کوي. د لومړني مادې دا معین مقدار چې د هغه لپاره په هر ځل متلاشي کیدلو کې یوازې یو نیوترون د وروستني متلاشي کیدلو لپاره ونلږه (برخه) اخلي، د بحراني کتلې په نامه یادوي. نو په دې اساس هستوي ریکتورونه په داسې ډول طراحی او په کاروري چې د متلاشي کیدلو عملي په هغه کې بحراني حالت ته په نژدې شرایطو کې ترسره شي. هغه انرژي چې د متلاشي کیدلو په اثر لاسته راځي، په پایله کې د تودوخې په بڼه ظاهرېږي، یعنې د هستوي ریکتور د داسې بټي غوندې عمل کوي چې د سونډ مواد یې د ډبرو سکرو، تېلو او یا ګاز پر ځای یورانیم 235 دي، کولای شو چې د برېښنا د مولد د معمولي بخار یو توربین په کار واچوي. د ریکتورونو د اړتیا وړ د سونډ مواد هغه غني شوي یورانیم دي چې ښایي د څو سلمې په شاوخوا کې 235 یورانیم ولري د (13-6) شکل هستوي ځواک ځای ښيي.

د ريكتور سوند مواد په يوه ځای کې چې د ريكتور زړه په نامه په يو ځانگړي پوښ دننه قرار لري. د متلاشي کيدلو د عمل چټکوالي (سرعت) د کنترول څوميلو په مرسته د کاديوم يا بور د عناصرو له جنسه چې د ريكتور په زړه کې ځای لري، تنظيموي. په دې توگه د کاديوم يا بور اتومونه، نيوترونونه په ښه توگه جذبوي. د متلاشي کيدلو د تعامل د ټاکلي وخت د اندازې د زياتولو لپاره د کنترول ميلې د ريكتور له زړه په يوه ټاکلي حد کې د باندې خارجوي، د تعامل يا درولو (متوقف کولو) د ټاکلي وخت د اندازې د کمولو لپاره نوموړي ميلې د ريكتور په زړه کې ننه باسي. د متلاشي کيدو له امله توليد شوي تودوخه د يوې ساده وسيلې په واسطه چې سپروونکي نومېږي، له ريكتور څخه خارجوي چې مشهور او متداول سپروونکي، معمولي اوبه دي. هستوي ريكتورونو د ډېرې انرژي منبع سرچينې منځته راوړي، خو له هغه څخه گټه اخيستنه له مسايلو او لويو ستونزو ملگري ده چې د هغو له ډلې ځينې دا دي:



شکل (6-13)

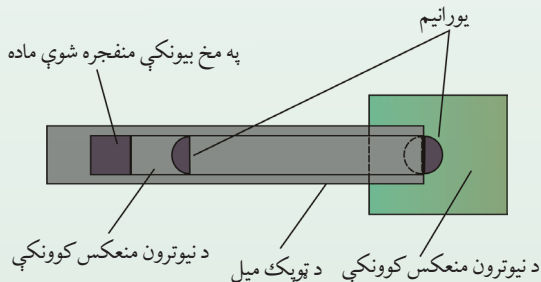
- د معدني يورانيم د زېرمو اندازه چې د هستوي ريكتورونو سوند تشکيلوي، په طبيعت کې ډېر محدود دي.
- د طبيعي يورانيم د غني کولو پروسه ډېره ستونزمنه ده او ډېر لگښت پرې کېږي.
- يورانيم د راديواکتيو ماده ده او له هغه سره کار کول، انسان ته زيان ورپېښوي.
- د ريكتورونو د سوند پاتې شوني، راديواکتيو دي چې د هغو ساتنه او خښول نه يوازې دا چې د ژوند د چاپيريال لپاره ناوړې پايلې لري، بلکې ډېر لگښت هم لري.
- د ريكتورونو ممکنه پېښې د ژوندانه په چاپيريال کې د راديواکتيو مادې د خپرېدو او د هغه د ککړتيا لامل کېږي، ځکه نو د متلاشي شوو ريكتورونو څارنه او ساتنه ډېر مهم او له لگښت څخه ډک کار دی.

## 1-13-6: هستوي بمونه

د متلاشي کيدلو له امله له  $^{235}U$  او پلوتونيوم  $^{239}Pu$  توليد شوو نيوترونو څخه په يوه ټاکلي کتله کې په خپله له سرگرانه نيوترونو سره تعامل کولای شي دوام وکړي او يانه؟ دا د هغو نيوترونونو په شمېر پورې تړلې ده چې له تعامل پرته جذب له امله (د  $^{238}U$  غونډې) يا دکتلې له محدودې څخه په خارجيدلو سره له لاسه ځي. که کتله لويه وي، د نيوترونو يو لړ شمېر کولي شي، له يوې هستې سره له ټکر پرته د کتلې څنگ ته ورسېږي، له دې کبله لويه کتله د نيوترونو له تېستې څخه مخنيوی کوي او د زنځيري تعامل لپاره مناسبه ده. که د تلف شوو نيوترونو شمېر د زنځيري تعامل (د فرار يا جذب له امله) د متلاشي کيدو له کبله آزادو شوو نيوترونو له شمېر سره برابر وي، نو دې کتلې ته بحراني کتله وايي. په دې حالت کې زنځيري تعامل په ثابت حالت سره پرمخ ځي (لکه د هستوي ريکتورونو په شان). که د تلف شوو نيوترونو شمېر له زنځيري تعامل څخه په متلاشي شوي تعامل کې له آزاد شوو نيوترونو څخه لږ وي، د کتلې متلاشي بم چادونه له بحراني لور (فوق بحراني) گڼي. په دې حالت کې زنځيري تعامل په زياتيدونکي ډول پرمخ ځي او د چادونې لامل گرځي (لکه د هستوي بم په شان). د خالص  $^{235}U$  لپاره، چې په کره وي ډول راغلی وي بحراني کتله د  $50\text{kg}$  په شاوخوا کې ده. ساده ترين اتومي بم له دوو ټوټې  $^{235}U$  څخه تشکيل شوي چې د هغو د هر يوه کتله په يوازې توگه له بحراني کتلې څخه لږه او په مجموعي ډول له بحراني کتلې څخه زياته ده.

ددې لپاره چې بم وچوي، بنيابي هغه دوو ټوټې چې په لومړي سر کې په يوه امن ځای او واټن کې يو تړله واقع دي، ناڅاپه سره نژدې کړای شي. په لومړنۍ بم کې هغه وسيله چې د يورانيم د دوو ټوټو د يو ځای کولو لپاره په کارورل کيده، هغه ټوپک وو چې يوه ټوټه يې په ډېره چټکۍ سره د بلې ټوټې لورته وړه.

شکل (6-14)

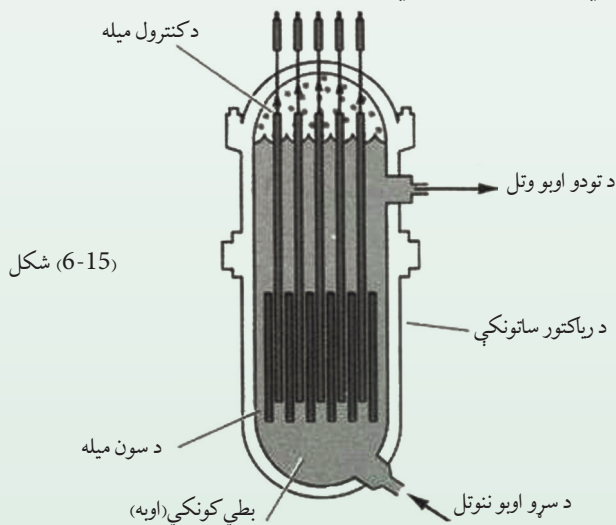




متلاشي شوي کړکيچن (مغلق) بمونه د  $^{239}U$  له بحراني لاندې کتلې څخه جوړ شوي دي. د هر اتومي بم به چاودنه کې د 20 كيلو ټنو ټي، ان، ټي څخه لاسته راغلې انرژي معادله انرژي منځ ته راځي. (TNT) د (Tri Nitro Toluene) اختصاري (مخفف) او د ډيناميټ په څېر يوه انفجاري ماده ده، د چاودنې ډېره برخه په هغه هايډروجنې بمونو کې لاسته راځي چې په هغه کې يو اتومي بم د هستوي تعامل د پيل لپاره د لمر دننه هستوي تعامل ته ورته په کار وړل کېږي.

په هر هايډروجنې بم کې د آزادې شوې انرژي اندازه د يو يا څو ميگاټنو انفجاري مادې له لاسته راغلې انرژي په شاوخوا کې ده. دا ډول چاودنې له اورلگيدنې او د ژوندانه بشپړې نابودۍ سره د چاودنې له مرکز څخه تر شپاړس كيلومترو وړانگې کولای شي، يو بشپړ ښار له خاورو سره برابر کړي.

له هستوي تعامل څخه په هستوي ريکتور کې په سوله ييزه توگه د گټې اخيستنې لپاره بايد زنځيري تعامل کنټرول شي، ترڅو په ثابت او يو نواخته توگه انرژي آزاده کړي. يعنې د يورانيم د سيستم يا هرې هستوي سوځېدنې خونديتوب ښايي، په بحراني حالت کې وي. هغه ريکتور مشهور او عام دی چې له غني شوي يورانيم سره د  $^{235}U$ ، خوسلمې مخلوط په گډون له  $^{238}U$  نوي سلمې سره کار کوي. د يورانيم دا مخلوط نه شي کولای، په خپله زنځيري تعامل خوندي وساتي، ځکه  $^{238}U$  ډېر نيوترونونه جذبوي، خو که دا مخلوط د هغې مادې په واسطه چې د متلاشي کيدو په عميله کې آزاد شوي نيوترونونه بطني کوي، احاطه شي، نو زنځيري تعامل دوام پيدا کوي. د نيوترونو بطني کوونکې ماده بطني جوړونکې بولي. د بطني جوړونکې مادې رول د متلاشي کيدلو په هر عمل کې په يو کيمياوي تعامل کې د کنټلسټ رول ته ورته ده. څرنگه چې د بطني نيوترونونه د  $^{235}U$  د متلاشي کيدو په ايجاد کې له تند (سريع) نيوترونو څخه اغېزمن دي، د  $^{238}U$  په واسطه يې د جذب شونتيا هم لږه ده، نو د تعادل بطني کوونکي زنځيري تعامل پياوړی کوي.

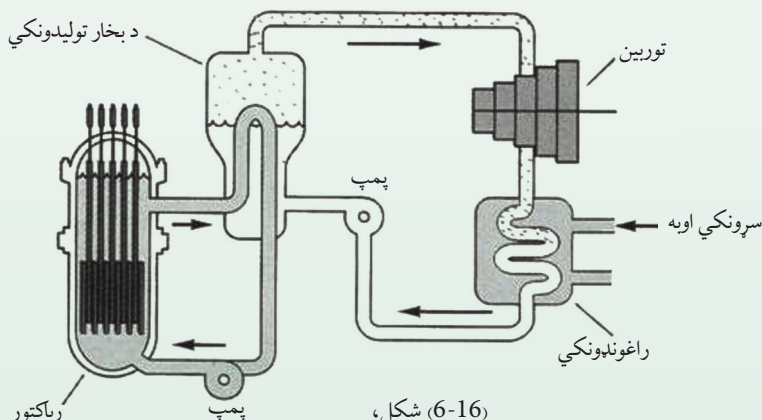


د ریکتور دننه یورانیم معمولاً د سوند په لوړو میلو کې ځای پر ځای کېږي او دا میله د بطني کونکو دننه غوټه کېږي، د (15-6) شکل. چټک نیوترونونه چې د متلاشي کیدلو له امله آزادېږي، د سوند له میلو څخه بطني کونکي ته ځي او هلته له بطني کونکي هستو سره د ټکر له امله خپله نوې جوړه شوې انرژي له لاسه ورکوي. وروسته د سوند د یوې میله لورته ورگرځي او د نورو متلاشي کیدلو لامل کېږي. درې مناسب بطني کونکي عبارت دي له معمولي اوبو ( $H_2O$ )، د رنو اوبو ( $D_2O$ ) او گرافیت (خالص کاربن) څخه. د ریکتور جوړښت او سیستم بندي (اندازه، شمېر، د سوند د میلو ځای او د هغه د بطني کونکي شکل)، باید داسې طراحی کړای شي چې ریکتور تقریباً بحراني وي. په تعامل کې د نیوترونو د شمېر دقیق تنظیم په ثابت ډول د بور یا کادمیوم د کنټرول میلو د وسیلې په واسطه ترسره کېږي. دا مواد په شدت سره نیوترونونه جذبوي او د کنټرول میلو ته په فشار ورکولو د هغوی په دننه کولو او یا بهر ایستلو کې تعامل په ثابت ډول کموالی یا زیاتوالی مومي.

## 2-13-6: د هستوي ریکتور کارونې

د هستوي ریکتور د پېژندنې په اړه مو په تېر درس کې معلومات ترلاسه کړل، اوس د هستوي ریکتور له کارونې سره آشنا کېږئ.

د ریکتور عمده کارونه د الکتريکي (برېښنايي) طاقت په تولید کې ده. په متحده آیالتونو کې د ډېرو ریکتورونو زړه چې د دې هدف لپاره کارول کېږي، له اوبو ډک دي. اوبه په عین وخت کې هم د بطني کونکي او هم د سرونکي په توګه په کار وړل کېږي. اوبه د ریکتور په زړه کې څرخېږي، آزاده شوې حرارتي انرژي د متلاشي کیدو په تعامل کې خارجوي د (16-6) شکل.



(16-6) شکل،

د هستوي قوې زیرمتون طرح



شکل، (6-17)

د هستوي قوې زیرموتون

دا تودوخه له اوبو څخه بخار ته لېږدول کېږي او بخار، د بخار یو توربین چې له یو برقي مولد سره نښلول شوی دی، گرځوي. دا هستوي ریکتور د معمولي بخار د بتی رول لوبوي چې سون یې د ډبرو سکرو او تېلو پرځای یورانیم دی. د هستوي قوو سرچینې کولای شي، زموږ د څو سووکلونو انرژي اړتیا، یا راتلونکو څو زره کلونو اړتیاوې مو خوندي کړي. په خواشینۍ سره، د هستوي متلاشي کیدلو تعاملات، ناپا که انرژي د رادیواکتیو د خطرناکو وړانگو پاتې شونې هم تولیدوي. د هستوي قوو منبع ښایي، په غور سره داسې عیارې (برابري) شي چې وکولای شي دا پاتې شوني بندي وساتي. د ریکتور زړه په یوه درانه خوندي ځای کې واقع دی او د یو ډېر احتیاطي قدم په توګه په دې خوندي ځای کې هغه ته پیوست پمپونه او پیپونه په یوه محفوظه ځای کې ځای پرځای کېږي.

کله چې دریکتور د سون مواد پای ته ورسېدل، د ریکتور پاتې شوني باید یوه امن ځای ته ولېږدول شي او هتله د سلګونو کلونو لپاره ډېری (انبار) شي، ترڅو چې د رادیواکتیو وړانګې له منځه ولاړې شي. د ټولو قدرتمندو ریکتورونو سون په متحده آیالتونو کې  $^{235}U$  دي. په خواشینۍ سره د دې هستوي سون ذخیره نسبتاً محدوده ده او ښایي چې د راتلونکي پېړۍ په لومړیو کې ختمه شي. خو یو زیات شمېر نور هستوي سون موجود دي چې یو له هغو څخه  $^{238}U$  دي. که څه هم د زنجیري تعامل دوام په  $^{238}U$  کې شونی نه دی، خو  $^{238}U$  کولای شي، په  $^{239}Pu$  بدل شي چې زنجیري تعامل په هغه کې رامنځ ته شي. د  $^{239}Pu$  تولید د اوسنیو هستوي ریکتورونو د محرکه کار یو محصول دی. په دې ټولو ریکتورونو کې له  $^{235}U$  او  $^{238}U$  نه مخلوطې د سون میلې شته او له متلاشي شوو نیوترونو سره د  $^{238}U$ ، د ټکر په اثر په تدریج سره هغه په  $^{239}Pu$  بدلوي. هغه ریکتور چې  $^{239}Pu$  مصرفوي، نه یوازې بالقوه مواد په کارورې، بلکې که د  $^{238}U$  په پوښښ کې بند شي. کولای شي  $^{239}Pu$  دومره ډېر شي چې که په ریکتور کې په ښه توګه طراحی شوي وي، نیوترونو نه کولای شي پرته له دې چې په زنجیري تعامل کې اختلال رامنځ ته شي، د  $^{238}U$  لورته هم هدایت کړای شي. دارنگه ریکتور کولای شي زیاته اندازه  $^{239}Pu$  چې له اصلي ذخیرې څخه یې مصرفوي، تولید کړي. له  $^{239}Pu$  څخه دې ډول ریکتورونو ته زېږدونکي ریکتورونه وایي. دا ډول ریکتور د هغو د خوندي توب په اړه د انډینینې له امله په متحده آیالتونو کې په کار نه وړل کېږي، خو یو شمېر له هغو څخه په اروپا کې په بریالي توګه کار کوي.

## د شپږم څپرکي لنډيز

- د يو عنصر د اټومونو ټولې کتلې د هغه په هسته کې سره يوځای شوي دي.
- په هسته کې هغه پروټونونه او نيوترونونه گډون لري چې په ډېره نژدې بڼه يو له بله سره پراته دي.
- هغه کيمياوي عناصر چې اټومي نمبر يې يو ډول، خو اټومي وزن کتلوي نمبر يې يو له بله سره توپير لري، ايزوتوپ نومېږي.
- د پروټونو تدافعي برېښنايي قوه د هستو د تيت او پرک کولو کوښښ کوي خو څرنگه چې د جاذبې هسته يې قوه پردې قوې غالبه ده، په پایله کې هسته ثابته پاتې کېږي.
- هر څومره چې د يوې هستې د ذراتو شمېر زيات وي، هسته لويه او د ذراتو ترمنځ واټن زياتېږي. په پایله کې د قوو تعادل له منځه ځي او هسته بې ثباته کېږي، دا ډول ايزوتوپونه بې ثباته نومېږي.
- د وخت په تېرېدو سره د بې ثباته ايزوتوپونو په هسته کې بدلونونه رامنځ ته کېږي او هغه په با ثباته هستو بدلېږي، دا ډول بدلونونه په خپله پېښېږي.
- ټول عناصر چې عددي اټومي نمبر يې له  $Z = 38$  څخه لوی وي، غير ثابت دي دا عناصر په تدريج سره د ځمکې له کرې څخه ورکېږي، رېډيوم، تورېوم او يورانيم د دې عناصرو له ډلې څخه دي.
- کله چې ذرات په هسته کې سره راټول شي، نو د انرژي يوه اندازه له لاسه ورکوي د دې انرژي اندازه د  $B = \Delta Mc^2$  له رابطې څخه لاسته راځي او هغه د هستې سره د اړوندې انرژي په نامه يادېږي.
- د الفا ذره ( $\alpha$ )، د هليوم هسته ده چې له دوو پروټونو او دوو نيوترونو څخه جوړه شوې ده.
- د بيتا ذره ( $\beta$ ) د الکترون له جنس څخه ده.
- د گاما ذره ( $\gamma$ ) د الکترومقناطيسي څپو له جنس څخه ده، چې د څپو اوږدوالی يې ډېر لڼد دی.
- د يوې راديواکټيوي مادې نيمايي عمر د وخت هغه موده ده چې په ترڅ کې يې د راديواکټيو موجودو هستو نيمايي برخه تيت او پرک کې کېږي.
- هسته يې انشقاق (بېلېدنه) يو هسته يې غبرگون دی چې په پایله کې يې يوه درنه هسته په دوو وړو هستو چې کمې کتلې و لري بېلېږي.

- هسته يي ريكتور هغه ريكتور دی چې د ډبرو سکرو، تیلو او یا گازونو پر ځای يې د سون مواد 235 یورانیم دي او کولای شي، د برېښنا معمولي بخار تولیدوونکی توربین په کار واچوي هستوي ريکتورونو د انرژي لويه سرچينه منځ ته راوړې ده.
- د 197 پلانتین تولید (رادیواکتیو ماده) په یو هسته يي تعامل کې د مصنوعي رادیواکتیو بېلگه ده.
- د رادیواکتیو د بې لگښته تودوخې د تشعشعاتو برخه او د حاصل شوي رادیواکتیو فضولات له هستوي مرکزونو د ژوند په چاپیریال کې د خطر د رامنځ ته کېدو امکانات لري.
- زنجیري تعامل په (1942م) کال کې د یوې ډلې له لوري چې د انریکوفرمي تر نظر لاندې يې کار کاوه، د شیکاگو په پوهنتون کې عملي شو.
- کله چې دوه سپکې هستې یو له بله سره یو ځای شي او یوه درنه هسته تولیدکړي، په دې صورت کې د تولید شوې هستې کتله له لومړنیو هستو له مجموعې څخه کمه وي او په پایله کې یوه اندازه انرژي هم آزادېږي.

## د شپږم څپرکي پوښتنې

- 1) د الکترون او پوزیټرون ترمخ توپیر څه شی دی؟
- 2) هسته څه شی ده او کومې اجزاوې لري؟ واضح بې کړې
- 3) کومې هستې ته رادیواکتیو هسته وایي؟
- 4) د رادیواکتیو او ایزوتوپ ترمخ توپیر څه شی دی؟
- 5) د  $\alpha$  او  $\beta$  وړانګې ترمخ توپیر څه شی دی؟
- 6) د  $\alpha$  او  $\gamma$  وړانګې یو له بله څه توپیر لري؟
- 7) څه وخت په هسته کې انشقاق (بېلیدنه) رامنځ ته کېږي؟
- 8) له هستوي ریکټورونو څخه د څه شي لپاره ګټه اخلي؟
- 9) کله چې یو اټوم تر بمباردې لاندې واقع شي، کوم مواد تولید وي؟
- 10) د ریډیوم  ${}_{83}^{226}Ra$  له هستې څخه د الفا یوه ذره  $\alpha$  لېږدول کېږي، د متقابل عمل معادله یې ولیکئ.
- 11) له کوبالت (60) نه د ګاما ( $\gamma$ ) وړانګه لېږدول کېږي، د متقابلې کړنې معادله یې ولیکئ.
- 12) بیسموت  ${}_{83}^{210}Bi$  رادیواکتیو عنصر دی چې له هغه څخه د  $\beta$  وړانګه لېږدول کېږي د متقابل عمل معادله یې ولیکئ؟
- 13) کله چې له ایزوتوپ څخه د الفا وړانګه ( $\alpha$ ) لېږدول کېږي، په هسته کې څه بدلون پېښېږي؟ همدارنګه د ( $\beta$ ) وړانګې او ګاما ( $\gamma$ ) وړانګې د لېږدولو پرمهال څه ډول بدلونونه رامنځ ته کېږي؟
- 14) یورانیم 239 کوم یو ایزوتوپ دی؟

$a$  : ثابت       $b$  : بې ثباته       $c$  : دواړه       $d$  : بې تفاوته

15) د اتوم د هستې قطر د اتوم له قطر څخه څومره کوچنی دی؟

$$-a \quad 10^2 \text{ برابره} \quad -b \quad 10^5 \text{ برابره} \quad -c \quad 10^{-2} \text{ برابره} \quad -d \quad 10^{-5} \text{ برابره}$$

16) له لاندېنيو نېنو نه کومه یوه د X اتوم کیمیاوي نېنه په هستوي فزیک کې سمه بڼې؟

$$-a \quad {}^N_Z X_A \quad -b \quad {}^A_N X_Z \quad -c \quad {}^A_Z X_N \quad -d \quad {}^Z_A X_N$$

17) د اتوم له هستې څخه د کومې وړانګې په لېږدولو یوازې هستوي چارج بدلون کوي او د هغه د کتلې عدد ولې ثابت پاتې کېږي؟

$$-a \quad \text{بیټا } (\beta) \quad -b \quad \text{الفا } (\alpha) \quad -c \quad \text{پروتون} \quad -d \quad \text{ګاما } (\gamma)$$

18) کوم عبارت سم دی؟

-a د وخت په تېرېدلو د یو رادیواکتیو عنصر نیم عمر کمېږي.

-b د رادیواکتیوي تشعشع له امله شونې ده چې د هستې اتومي نمبر کم او یا زیات شي.

-c هر څومره چې د هستې سره اړونده انرژي ډېره وي، هغه هسته بې ثباته ده.

-d که له هستې څخه یوازې د الفا وړانګه بهرشي، د کتلې عدد یې یو واحد کمېږي.

19) د  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  په اتوم کې د پروتونو شمېر په هسته کې څو دانې دي؟

$$-a \quad 28 \quad -b \quad 32 \quad -c \quad 60 \quad -d \quad 88$$

# د عناصرو دوروي جدول

Periodic Table of Elements																		
1 1IA 11A <b>H</b> Hydrogen 1.0079	2 IIA 2A <b>He</b> Helium 4.00260																18 VIIIA 8A	
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.01218																10 <b>Ne</b> Neon 20.1797	
11 <b>Na</b> Sodium 22.989768	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305																18 <b>Ar</b> Argon 39.948	
19 <b>K</b> Potassium 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078																36 <b>Kr</b> Krypton 83.80	
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.4678	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62																54 <b>Xe</b> Xenon 131.29	
55 <b>Cs</b> Cesium 132.90543	56 <b>Ba</b> Barium 137.327																86 <b>Rn</b> Radon 222.0176	
87 <b>Fr</b> Francium 223.0197	88 <b>Ra</b> Radium 226.0254																118 <b>Uuo</b> Ununseptium unknown	
			5 <b>B</b> Boron 10.811	6 <b>C</b> Carbon 12.011	7 <b>N</b> Nitrogen 14.00674	8 <b>O</b> Oxygen 15.9994	9 <b>F</b> Fluorine 18.998403											17 VIIA 7A <b>F</b> Fluorine 18.998403
			13 IIIA 3A <b>Al</b> Aluminum 26.981539	14 <b>Si</b> Silicon 28.0855	15 <b>P</b> Phosphorus 30.973762	16 <b>S</b> Sulfur 32.066	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.4527											35 VIIA 5A <b>Br</b> Bromine 79.904
			31 IIIA 3A <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.64	33 <b>As</b> Arsenic 74.9216	34 <b>Se</b> Selenium 78.96	35 <b>Br</b> Bromine 79.904											53 <b>I</b> Iodine 126.90447
			49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.71	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.6	53 <b>I</b> Iodine 126.90447											85 <b>At</b> Astatine 209.9871
			81 <b>Tl</b> Thallium 204.3833	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98037	84 <b>Po</b> Polonium [209]	85 <b>At</b> Astatine 209.9871											116 <b>Uuh</b> Ununhexium [289]
			113 <b>Uut</b> Ununtrium [289]	114 <b>Uuq</b> Ununquadium [289]	115 <b>Uup</b> Ununpentium [289]	116 <b>Uuh</b> Ununhexium [289]	117 <b>Uus</b> Ununseptium [289]											118 <b>Uuo</b> Ununseptium unknown
			67 <b>Dy</b> Dysprosium 162.50	68 <b>Er</b> Erbium 167.26	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93421	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.04	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.967											103 <b>Lr</b> Lawrencium [262]
			99 <b>Es</b> Einsteinium [254]	100 <b>Fm</b> Fermium [254]	101 <b>Md</b> Mendelevium [258]	102 <b>No</b> Nobelium [259]	103 <b>Lr</b> Lawrencium [262]											103 <b>Lr</b> Lawrencium [262]

- د لانتانيد سلسله
- د اکتينيد سلسله
- گازونه نجيبه
- هلوجنونه
- غير فلزونه
- فلز د پوله عناصر
- اصلي فلزونه
- انتقالي فلزونه
- خميکي فلزونه
- فلزي فلزونه



## هغه سرچینې چې ورڅخه گټه اخیستل شوې ده:

1. PHYSICS (PRINCIPLES WITH APPLICATIONS), by Douglas C. Gain coli, Published by Pearson Education Inc, 2005.

2. PHYSICS by James S. Walker, Pearson Education Inc. USA, New Jersey, 2004

3. PHYSICS by R.A. Serwey and J.S. Faughn, 2006 by Holt, Rinehart and Winston.

4. PHYSICS, A Text book, published by Surat Publishing Company, Printed in TURKEY, 1996.

5. THERMODYNAMICS and Molecular Physics, by Osman OZPALA, Ahmet ACET, Printed in Istanbul- TURKEY, 2003

6. د عمومي تعلیماتو ښوونځیو د دوو لسم ټولګي د فزیک درسي کتاب، د تالیف او ترجمې ریاست، د افغانستان د ښوونې او روزنې وزارت 1383. ه. ش.

7. د عمومي تعلیماتو ښوونځیو د لسم ټولګي د فزیک درسي کتاب، د تالیف او ترجمې ریاست، د افغانستان د ښوونې او روزنې وزارت 1383. ه. ش.

8. اصول فزیک جلد اول، هانس سی. اوهانیان، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، 1383.

9. فزیک برای رشته های فنی، فردریک بیوکی، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، 1385.

10. طرح فزیک هاروارد، واحد (5) مدلهای اتم، هولتون، رادرفورد، واتسون، مؤسسه فرهنگی فاطمی، تهران، 1380.

11. طرح فزیک هاروارد، واحد (6) هسته اتم، هولتون، رادرفورد، واتسون، مؤسسه فرهنگی فاطمی تهران، 1380.

12. فزیک 2 دوره پیش دانشگاهی (کتاب کار دانش آموز)، محمد علی پز شپور و روح الله خلیلی بروجنی، مؤسسه فرهنگی فاطمی، تهران، 1384. ه. ش.

13. فزیک (1 و 2) دوره پیش دانشگاهی، احمد احمدی، اعظم پورقاضی و..... سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش ایران، 1384.

14. فزیک (۳) و آزمایشگاه، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش، شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، سال طبع 1385 ه. ش

**Get more e-books from [www.ketabton.com](http://www.ketabton.com)  
Ketabton.com: The Digital Library**