

An Leictreon

AIRIONNA AN LEICTREOIN

Chonaic tú ar leathanach 222 go mbíonn núicléas i ngach adamh - cuid lárnach dhlúth a mbíonn na leictreoin ag fithisiú timpeall uirthi. Baineann na hairíonna seo a leanas leis na leictreoin:

- Is cáithníní iad na leictreoin a bhíonn ag fithisiú timpeall ar núicléas an adaimh.
- Bíonn **mais an-bheag** sa leictreon, 9.1×10^{-31} kg.
- **Lucht diúltach** a bhíonn ar leictreon, lucht 1.6×10^{-19} . Is é e an ghnáthshiomail ar an lucht sin. Tá $e = 1.6 \times 10^{-19}$ dá réir sin.
- Is é an lucht ar an leictreon an lucht is lú dá bhfuil ann sa nádúr. Glactar leis gurb é an chainníocht dhoroinnte luchta é. Gach lucht leictreach eile, is iolraí é den lucht atá ar leictreon.

Bhí **GJ Stoney**, fisicí Éireannach, ar na chéad daoine a d'úsáid an focal 'leictreon' ar an gcainníocht bhunúsach luchta a fhaightear sa leictrealú. Ba é **Robert Millikan**, Meiriceánach, an chéad duine a rinne luach an luchta ar an leictreon a thomhas. D'úsáid sé turgnamh cáiliúil ar a dtugtar **an turgnamh ola-bhraonach**. Fuair sé amach go bhfuil lucht dar luach 1.6×10^{-19} C (nó an luach sin iolraithe faoi shlánuimhir éigin) ar bhraon ola a luchtáítear go leictreastatach. Rinne sé amach gurb in é méid an luchta ar an leictreon.

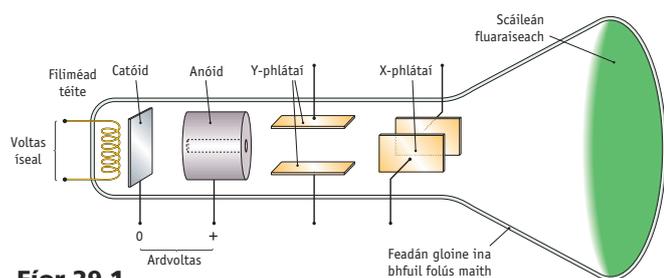
ASTÚ TEIRMIANACH

Astú teirmianach, sin leictreoin á dtabhairt amach ó dhromchla miotail the.

ASTÚ TEIRMIANACH

Bíonn leictreoin áirithe sna miotail nach bhfuil greamaithe d'aon adamh ar leith agus atá saor chun dul ar fán ar fud an mhiotail. Gluaiseann siad i dtreonna randamacha agus ar luasanna éagsúla. Dá airde teocht an mhiotail is ea is mó a meánluas. Ag teocht an tseomra ní bhíonn dóthain luais faoi na leictreoin sin chun éalú as na fórsaí aomtha a choinníonn sa mhiotal iad. (Dá n-éalódh leictreon as miotal d'fhágfaí adamh ina dhiaidh a mbeadh lucht deimhneach air, agus a d'aomfadh ar ais é). Má théitear an miotal agus má ardaítear an teocht sách ard (go dtí thart ar 800°C de ghnáth) faigheann cuid de na leictreoin a ndóthain fuinnimh chun éalú as dromchla an mhiotail. **Astú teirmianach** a thugtar ar an bhfeiniméan sin nuair a astaítear leictreoin ó dhromchla miotail the.

Is féidir astú teirmianach a úsáid chun léas leictreon a ghiniúint i bhfeadán gloine folmhaithe. Feadán ga-chatóideach a thugtar ar fheadán dá leithéid.



Fíor 29.1
Feadán ga-chatóideach.

AN FEADÁN GA-CHATÓIDEACH

Tá feadán ga-chatóideach simplí léirithe i bhFíor 29.1. Is é atá ann ná:

- feadán gloine a bhfuil an chuid is mó den aer bainte as, i.e. tá **folús maith** san fheadán.
- sreang chaol, ar a dtugtar an **filiméad**, a sreabhann sruth leictreach beag tríthi. Feidhmíonn an filiméad mar **théiteoir** agus téann sé an chatóid.

- dhá leictreoid ar a dtugtar **an chatóid** agus **an anóid**. Bíonn poll trí lár na hanóide. Bíonn an anóid deimhneach (+) maidir leis an gcatóid.
- **Scáileán** fluaraiseach.
- Dhá thacar de phlátaí comhthreomhara atá in ann an áit ina mbuaileann an léas leictreon an scáileán a rialú (féach lch. 330).

Is mar seo a leanas a fheidhmíonn feadán ga-chatóideach:

- Cuirtear voltas íseal (e.g. 6 V) trasna ar an bhfiliméad. Sreabhann sruth tríd agus éiríonn sé bánte. Téann sé an chatóid.
- Tarlaíonn **astú teirmianach** ag an gcatóid, i.e. astaítear leictreoin den chatóid.
- Bíonn voltas ard (ar a dtugtar **voltas anóide**) 2000 V b'fhéidir, idir an anóid agus an chatóid. Bíonn an anóid deimhneach maidir leis an gcatóid. Géaraíonn go mór ar luas na leictreon de réir mar a ghluaiseann siad i dtreo na hanóide de bharr an voltais sin. Ó tá folús nach beag san fheadán níl aon mhóilíní gáis ann a mbeadh na leictreoin ag imbhuadh fúthu agus ní chuirtear i gcoinne ghluaisne na móilíní dá réir.
- Cuid mhaith de na leictreoin a shroicheann an anóid, gabhann siad tríd an bpoll inti agus leanann siad ar aghaidh go dtí ceann an fheadáin, i.e. gabhann **léas leictreon** ón anóid go dtí ceann an fheadáin.
- Bíonn ceann an fheadáin clúdaithe le **ciseal d'ábhar fluaraiseach** (ar a dtugtar **fosfar** freisin). Sin **an scáileán**. Nuair a bhuaileann leictreon faoin scáileán tionsaítear an chuid is mó dá chuid fuinnimh chinéitigh ina sholas agus táirgtear **spota geal solais** ar an scáileán.

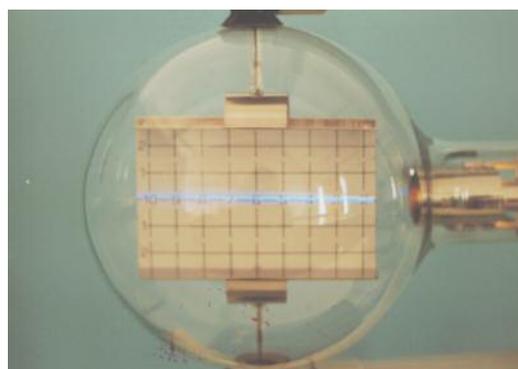
Baineann na hairíonna seo a leanas le gathanna catóide:

- Ina línte réasúnta díreach a ghluaiseann siad amach on gcatóid.
- Tá substaintí ann e.g. suilfid since, a thugann solas amach nuair a bhuaileann gathanna catóide iad. Úsáidtear substaintí dá leithéid sa chiseal fluaraiseach ar an scáileán san fheadán ga-chatóideach.
- Bíonn fuinneamh cinéiteach iontu.
- Is féidir iad a shraonadh i réimsí leictreacha agus maighnéadacha, rud a léiríonn gur cáithníní luchtaithe iad.
- Is féidir leo X-gathanna a tháirgeadh nuair a bhuaileann siad targaid mhiotail.
- Gathanna dofheicthe iad ach bíonn siad le brath i bhfeadán má thugtar orthu bualadh in aghaidh ábhar fluaraiseach. Tá an léas i bhFíor 29.2 le feiceáil agus é ag gabháil thar an leathán fluaraiseach, mar buaileann roinnt de na leictreoin sa gha an leathán agus astaítear solas.



GATHANNA CATÓIDE

Gathanna catóide a thugtar ar na sruthanna leictreon ardluais a ghabhann amach ón gcatóid.

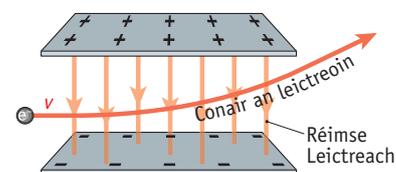


Fíor 29.2

Léas leictreon i bhfeadán ga-chatóideach.

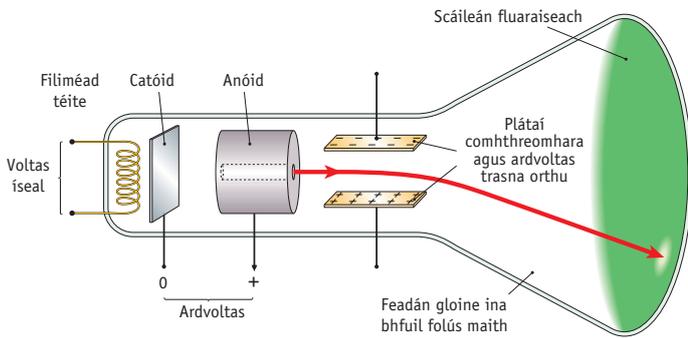
LÉAS LEICTREON I RÉIMSE LEICTREACH A SHRAONADH

Gabhann léas leictreon idir dhá phláta chomhthreomhara i bhFíor 29.3. Luchtanna urchomhaireacha atá ar na plátaí. Ós rud é go bhfuil lucht diúltach ar na leictreoin aomtar i dtreo an phláta dheimhnigh iad agus éartar ón bpláta diúltach iad. Is é sin is i dtreo an phláta dheimhnigh a shraontar an léas. Is féidir é sin a léiriú sa tsaotharlann le feadán ga-chatóideach oiriúnach (Fíor 29.4). Cuirtear ardvoltas trasna ar na plátaí comhthreomhara sa chás seo agus sraontar an léas. Má dhéantar an difríocht poitéinsil trasna ar na plátaí a aisiompú, is suas a shraonfar an léas. Dá mhéad í an d.p. is ea is mó a shraonann an léas.



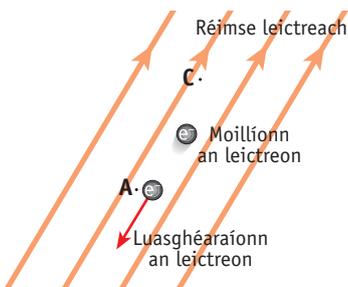
Fíor 29.3

San fheadán ga-chatóideach i bhFíor 29.1, is iad na voltais a chuirtear ar na X-phlátaí agus ar na Y-phlátaí a rialaíonn suíomh an spota ar an scáileán. Rialaíonn na Y-phlátaí an suíomh ceartingearach agus rialaíonn na X-phlátaí an suíomh cothrománach.



Fíor 29.4

Léas leictreon a shraonadh i réimse leictreach.



Fíor 29.5

FUINNEAMH NA LEICTREON I RÉIMSE LEICTREACH

Réimse leictreach atá i bhFíor 29.5. Má scaoiltear saor leictreon ag A, feidhmíonn an réimse fórsa air. Luasghéaraíonn an leictreon sa treo atá léirithe. De réir mar a ghluaiseann sé cailleann sé fuinneamh poitéinsil agus gnóthaíonn sé fuinneamh cinéiteach – bíonn an cailteanas cothrom leis an ngnóthú.

Má dhéantar an leictreon a theilgean i gcoinne an réimse (i.e. ó A go dtí C) cailleann sé fuinneamh cinéiteach agus

gnóthaíonn sé fuinneamh poitéinsil de réir mar a mhoillíonn sé. Bíonn an cailteanas cothrom leis an ngnóthú an uair seo chomh maith. Mar a chonaiceamar ar leathanach 235, nuair a ghluaiseann lucht Q trí voltas V , is leis an bhfoirmle: $W = QV$ a thugtar an obair a dhéantar W (i.e. an fuinneamh a cailleadh nó a gnóthaíodh). Nuair atá leictreon i gceist athraíonn sé sin go dtí $W = eV$. Faighimid an méid seo a leanas dá réir sin:

Cailteanas fuinnimh poitéinsiúil = Gnóthú fuinnimh chinéitigh
 nó Gnóthú fuinnimh poitéinsiúil = Cailteanas fuinnimh chinéitigh
 sa dá chás $eV = \frac{1}{2}mv^2$

Áit a bhfuil: $e =$ lucht ar an leictreon $= 1.6 \times 10^{-19}$ C agus
 $m =$ mais an leictreoin $= 9.1 \times 10^{-31}$ kg

Bain úsáid as na luachanna sin sna fadhbanna seo a leanas.

Fadhb 1: Leictreon atá ar fos, luasghéaraítear trí voltas 3000 V é. Aimsigh:

- (i) an fuinneamh poitéinsil leictreach a chailleann sé,
- (ii) an fuinneamh cinéiteach a ghnóthaíonn sé,
- (iii) an luas a fhaigheann sé.

Réiteach:

- (i) F_p a chailltear $= eV = (1.6 \times 10^{-19})(3000) = 4.8 \times 10^{-16}$
- (ii) F_c a ghnóthaítear $= F_p$ a chailltear $= 4.8 \times 10^{-16}$ J
- (iii) $F_c = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{1}{2}(9.1 \times 10^{-31})v^2 = 4.8 \times 10^{-16}$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{(2)(4.8 \times 10^{-16})}{(9.1 \times 10^{-31})} \Rightarrow v = \sqrt{1.0549 \times 10^{15}} \Rightarrow v^2 \text{ i.e. } v = 3.2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

Fadhb 2: Buailtear leictreon faoin scáileán i bhfeadán ga-chatóideach ar luas 2×10^7 m s⁻¹. Cad é an voltas trasna ar an bhfeadán?

Réiteach: Abair gurb é V an voltas trasna ar an bhfeadán. Ansin tá:

$$eV = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 1.6 \times 10^{-19} V = \frac{1}{2}(9.1 \times 10^{-31})(2 \times 10^7)^2 \Rightarrow V = 1137.5 \text{ V}$$

AN LEICTREONVOLTA

Bíonn an giúl rómhór mar aonad tomhais nuair is fuinneamh leictreon nó cáithníní beaga eile atá le tomhas. Is minic aonad eile a úsáid ina áit, **an leictreonvolta**. Seo sainmhíniú air:

AN LEICTREONVOLTA

An méid fuinnimh a ghnóthaíonn nó a chailleann leictreon nuair a ghabhann sé trí dhifríocht poitéinsil d'aon volta amháin, sin **an leictreonvolta (eV)**.

Nuair a ghabhann lucht Q trí voltas V is leis an bhfoirmle $W = QV$ a thugtar an obair a dhéantar (i.e. an fuinneamh a chailtear nó a ghnóthaítear). Dá réir sin, má ghabhann leictreon dar lucht e trí d.p. 1 volta, ansin tá:

An obair a dhéantar: $W = QV = (e)(1) = (1.6 \times 10^{-19})(1) = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Dá réir sin:

$$1 \text{ leictreonvolta} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ giúl} \quad 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Scríobhtar cainníochtaí móra fuinnimh ina: KeV, MeV agus GeV, áit a bhfuil:

$$1 \text{ chilileictreonvolta} = 1 \text{ keV} = 1000 \text{ eV} = 10^3 \text{ eV}$$

$$1 \text{ mheigileictreonvolta} = 1 \text{ MeV} = 1\,000\,000 \text{ eV} = 10^6 \text{ eV}$$

$$1 \text{ ghigileictreonvolta} = 1 \text{ GeV} = 1\,000\,000\,000 \text{ eV} = 10^9 \text{ eV}$$

Féach Táblaí agus Foirmlí, lch. 45.

Fadhb 3: Baineann fuinneamh cinéiteach 4 keV le cáithnín. Scríobh an fuinneamh sin ina ghiúl.

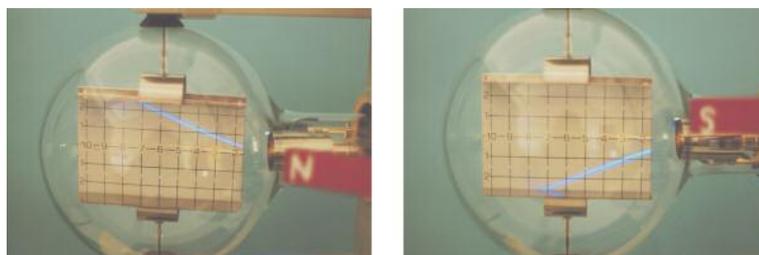
Réiteach: $4 \text{ keV} = 4000 \text{ eV} = (4000)(1.6 \times 10^{-19}) = 6.4 \times 10^{-16} \text{ J}$

Fadhb 4: Baineann fuinneamh $6 \times 10^{-18} \text{ J}$ le leictreon. Scríobh an fuinneamh sin ina leictreonvoltaí.

Réiteach: $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow 1 \text{ J} = \frac{1}{(1.6 \times 10^{-19})} \text{ eV}$
 $\therefore 6 \times 10^{-18} \text{ J} = \frac{(6 \times 10^{-18})}{(1.6 \times 10^{-19})} \text{ eV} = 37.5 \text{ eV}$

LÉAS LEICTREON I RÉIMSE MAIGHNÉADACH A SHRAONADH

Sreabhadh lucht is ea léas leictreon. Is sruth leictreach é dá réir sin agus feidhmítear fórsa air nuair a chuirtear i réimse maighnéadach é (lch. 304). Is féidir é sin a léiriú go héasca ach barra-mhaighnéad a chur gar don fheadán ga-chatóideach faoi mar atá léirithe i bhFíor 29.2 (lch. 329). Tá an toradh le feiceáil i bhFíor 29.6: sraonann an léas de réir riail chiotóige Fleming.



Fíor 29.6

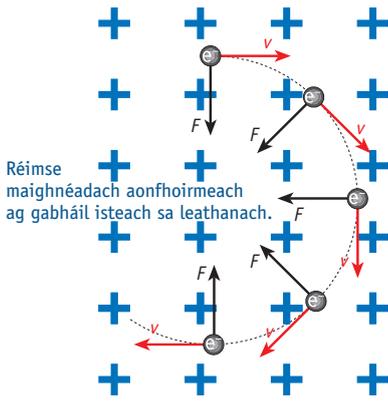
Léas leictreon á shraonadh i réimse maighnéadach.

AR CHONAIR CHIORCLACH A

GHLUAISEANN LÉAS LEICTREON

I RÉIMSE MAIGHNÉADACH AONFHOIRMEACH

Léas leictreon ag gluaiseacht ingearach le réimse maighnéadach aonfhoirmeach, sin é atá i bhFíor 29.7. Beidh an fórsa ar na leictreoin mar atá léirithe, de réir riail chiotóige Fleming. Tá an fórsa ingearach leis an treo ina bhfuil na leictreoin ag gluaiseacht, agus sraontar iad. De réir mar a ghluaiseann na leictreoin is léir go mbíonn an fórsa ingearach le treo a ngluaisne i gcónaí ionas nach n-athraíonn luas na leictreon.



Fíor 29.7

Ar chonair chiorclach a ghluaiseann léas leictreon atá ag gluaiseacht ingearach le réimse maighnéadach aonfhoirmeach.

Cáithnín luchtaithe dar lucht q , nuair a ghluaiseann sé ar luas v ingearach le réimse maighnéadach dar floscdhlús B , braitheann sé fórsa F , a thugtar leis an bhfoirmle: $F = qvB$ (lch. 305). Tugann an fhoirmle sin an fórsa a fheidhmítear ar leictreon i réimse maighnéadach. Méid tairiseach atá san fhórsa ós rud é nach n-athraíonn luas na leictreon.

Fórsa de mhéid tairiseach agus é ag feidhmiú ingearach le treo na gluaisne, sin é a theastaíonn chun réad a chur ag gluaiseacht i gciorcail (lch. 140). Dá réir sin:

Ar chonair chiorclach a ghluaiseann léas leictreon atá ag gluaiseacht ingearach le réimse maighnéadach (Fíor 29.7).

Sna fadhbanna seo a leanas tá $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C agus tá mais an leictreoin $= 9.1 \times 10^{-31}$ kg.

Fadhb 5:

Cad é an fórsa ar leictreon atá ag gluaiseacht ar luas 4×10^6 m s⁻¹ ingearach le réimse maighnéadach dar floscdhlús 5 T?

Réiteach:

$$F = qvB = (1.6 \times 10^{-19})(4 \times 10^6)(5) = 3.2 \times 10^{-12} \text{ N}$$

Fadhb 6:

Léas leictreon ag gabháil isteach i réimse maighnéadach aonfhoirmeach atá i bhFíor 29.8. Cén treo ina sraonfar an léas leictreon sa réimse sin?

Réiteach:

Freagraíonn na luchtanna diúltacha atá ag dul suas an leathanach don ghnáthshruth ag gluaiseacht síos an leathanach. Ach riail chiotóige Fleming a chur i bhfeidhm, feicimid go sraontar an léas leictreon amach as an leathanach inár dtreo féin.

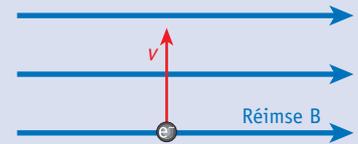
Fadhb 7:

Leictreon atá ag taisteal ar luas 4×10^7 m s⁻¹, gabhann sé isteach i réimse maighnéadach aonfhoirmeach atá ag gluaiseacht ingearach leis an réimse. Ar aghaidh leis an leictreon ar chonair chiorclach ina dhiaidh sin. Más é 1.5×10^{-2} T floscdhlús an réimse, aimsigh ga na conaire.

Réiteach:

An fórsa lárimsitheach ar an leictreon = An fórsa ar an leictreon de bharr an réimse mhaighnéadaigh

$$\frac{mv^2}{r} = evB \Rightarrow r = \frac{mv}{Be} = \frac{(9.1 \times 10^{-31})(4 \times 10^7)}{(1.5 \times 10^{-2})(1.6 \times 10^{-19})} = 1.52 \times 10^{-2} \text{ m}$$



Fíor 29.8



Fíor 29.9

Feadáin gha-chatóideacha á ndéanamh le haghaidh teilifíseán.

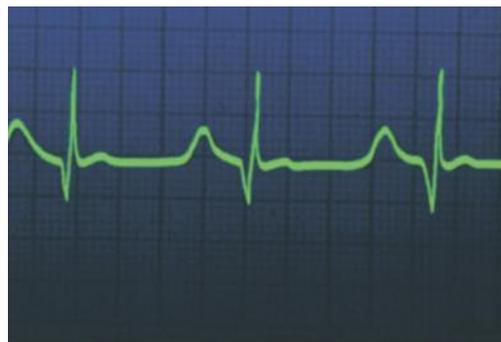
MAR A BHAINTEAR FEIDHM AS FEADÁN GA-CHATÓIDEACH

Is minic feadán ga-chatóideach i scáileáin **teilifíseáin** agus i **monatóirí ríomhaire** (Fíor 29.9). Buaileann an léas leictreon an scáileán fluaraiséach chun tosaigh san fheadán agus cruthaíonn sé an pictiúr a fheiceann tú. Scanann an léas leictreon an scáileán go han-tapa, rud a chuireann solas ar dhéine éagsúil á astú agus cruthaítear pictiúr dá réir. Bíonn trí léas leictreon sa teilifíseán daite agus trí chineál fosfair ar an scáileán chun na trí dhath phríomhúla a thabhairt (lch. 217). Le cornaí sruth-iompartha a tháirgtear na réimsí maighnéadacha sa teilifíseán agus iad sin a shraonann an léas leictreon.

Feadán ga-chatóideach is ea an t-ascalascóp ga-chatóideach (AGC) a úsáidtear chun comharthaí leictreacha a thaispeáint. Le X-phlátaí agus le Y-phlátaí a shraontar an léas de ghnáth. I bhfeadán dá leithéid is amhlaidh a tháirgeann na leictreoin spota solais a scanann go cothrománach trasna an scáileáin ar eatraimh rialta ama. Bíonn a chruth le feiceáil ar an scáileán ach voltas athraitheach a chur ar na Y-phlátaí.

Baintear úsáid as an ascalascóp ga-chatóideach sa **leictreacardagram** i gcúrsaí leighis, chun comharthaí leictreacha sa chroí a thaispeáint. Is le ríoga leictreacha a scaipeann ar fud an mhatáin a rialaítear crapadh rialta mhatán an chroí, agus is díreach i ndiaidh na ríoga leictreach a chrappann matán an chroí. Is féidir na comharthaí sin a thaispeáint ar leictreacardagram (Fíor 29.10). Is féidir a leithéid sin a úsáid chun neamhoird chroí a aithint.

Úsáidtear an t-ascalascóp ga-chatóideach sa **leictreinceifileagram** (LEG) freisin. Is féidir mionchomharthaí leictreacha athraitheacha san inchinn a thaispeáint ar LEG, agus déantar staidéar ar ghnéithe de ghníomhaíocht agus de shláinte na hinchinne ar an gcuma sin.



Fíor 29.10
Léiríonn LCG (leictreacardagram) comharthaí leictreacha a ghintear sa chroí

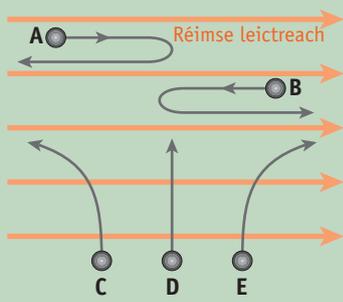
CLEACHTADH 29.1

Sna cleachtaí seo a leanas tá $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ agus *mais an leictreoin* $= 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

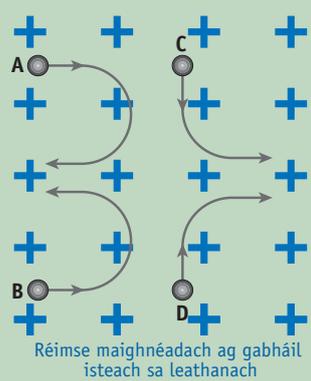
- Leictreon a bhí ar fos, luasghéaraítear trí voltas 8000 volta é. Aimsigh:
 - an fuinneamh poitéinsiúil leictreach a chailleann sé,
 - an fuinneamh cinéiteach a ghnóthaíonn sé,
 - an luas a bhaineann sé amach.
- Leictreon a bhí ar fos, luasghéaraítear trí voltas 10 000 V é. Cén luas a bhaineann sé amach?
- Is é $1.5 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ an luas atá faoi leictreon nuair a bhuaileann sé scáileán feadáin gha-chatóidigh. Cad é an voltas trasna an fheadáin?
- Scríobh gach ceann díobh seo a leanas ina ngiúil:

(i) 5 eV	(ii) 200 eV
(iii) 40 keV	(vi) 5 MeV
(v) 40 GeV	(vi) 4.2 eV
- Sloinn gach ceann díobh seo a leanas ina eV:

(i) 3 keV	(ii) 6 MeV
(iii) 2.5 GeV	(iv) 1 J
(v) $2 \times 10^{-15} \text{ J}$	(vi) $6.4 \times 10^{-16} \text{ J}$
(vii) $5.6 \times 10^{-19} \text{ J}$	
- I bhFíor 29.11, tá cáithníní luchtaithe ag gluaiseacht i réimse leictreach ar na conairí atá léirithe. Cén comhartha luchta atá ar gach cáithnín díobh?
- Cén fórsa atá ar leictreon a ghluaiseann ingearach le réimse maighnéadach dar floscdhlús maighnéadach 4.2 T ar threoluas $2.1 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$?
- Leictreon atá ag gluaiseacht ar luas aonfhoirmeach ingearach le réimse maighnéadach aonfhoirmeach dar floscdhlús 3 T, braitheann sé fórsa $2 \times 10^{-12} \text{ N}$. Ríomh luas an leictreoin.
- Leictreon atá ag taisteal ar luas $5.6 \times 10^{-7} \text{ m s}^{-1}$, gabhann sé isteach i réimse maighnéadach dar floscdhlús $3 \times 10^{-2} \text{ T}$ agus é ag taisteal ingearach leis an réimse sin. Aimsigh ga na conaire ciorclaí a leanann an leictreon sa réimse.
- Gluaiseann na cáithníní luchtaithe i bhFíor 29.12 feadh na gconairí atá léirithe agus iad i réimse maighnéadach. Cén comhartha luchta atá ar gach cáithnín díobh?



Fíor 29.11



Fíor 29.12

- Más é $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ an lucht ar leictreon agus más é $1.76 \times 10^{11} \text{ C kg}^{-1}$ an cóimheas luchta le mais, aimsigh mais an leictreoin.



AN IARMHAIRT FHÓTAILEICTREACH

An *iarbhairt fhótaileictreach*, sin leictreoin á n-astú de dhromchla miotail de bharr radaíocht leictreamaighnéadach ar mhinicíocht oiriúnach.

AN IARMHAIRT FHÓTAILEICTREACH

Fuair Heinrich Hertz amach in 1887 gur mó seans atá ann ar spréach-dhíluchtú idir dhá leictreoid nuair atá solas ultraivialait ag titim ar leictreoid amháin díobh. In 1888 fuair Hallwachs amach i gcás pláta since a bhfuil lucht diúltach air agus a scaltar solas ultraivialait air go gcailleann sé a lucht gan mhoill. Taispeánadh tamall ina dhiaidh sin go n-astaítear leictreoin den phláta since a bhfuil lucht diúltach air nuair a thiteann an solas ultraivialait air. (**An iarbhairt fhótaileictreach** a thugtar ar an bhfeiniméan sin.)



TURGNAMH

CHUN AN IARMHAIRT FHÓTAILEICTREACH A LÉIRIÚ.

An Modh

- Bain úsáid as an trealamh i bhFíor 29.13.
- Cuir an pláta since ar chaipín an leictreascóip agus luchtaigh an leictreascóp go diúltach (e.g. leis an ionduchtú).
- Scal solas ultraivialait ar an bpláta since agus tabhair faoi deara go gcrapann na hórduillí réasúnta tapa. Má chuirtear leathán gloine idir an lampa ultraivialait agus an tsinc ní chrapann na hórduillí. Ní féidir le solas UV dul tríd an gloine.
- Cuir foinsí solais infheicthe ar mhinicíochtaí éagsúla in áit na foinsé UV. Ní chrapfaidh na hórduillí.

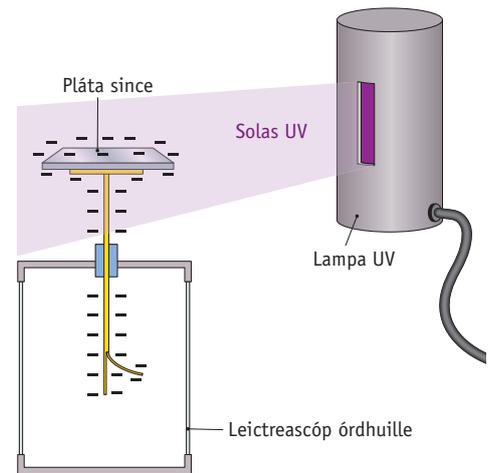
An Chonclúid

Cuireann an solas ultraivialait leictreoin á n-astú den tsinc.

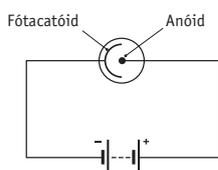
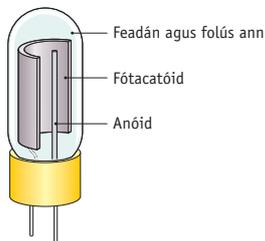
- Luchtaigh an leictreascóp go deimhneach agus scal an solas UV air. Ní chrapfaidh na duillí.

Ní chrapann siad mar déanann an lucht deimhneach ar an tsinc leictreon ar bith a astaítear de bharr an tsolais UV a aomadh ar ais láithreach.

Tarlaíonn fóta-astú i sinc le solas UV nó le X-ghathanna, ach ní tharlaíonn sé leis an solas infheicthe. Tarlóidh fóta-astú i sóidiam le solas infheicthe ar mhinicíochtaí áirithe, agus leis an solas UV agus le X-ghathanna freisin. Bíonn an fóta-astú le feiceáil i gcás roinnt ábhar eile, le solas infridhearg fiú.



Fíor 29.13



Fíor 29.14

AN FHÓTAICHILL

Tá fótaichill agus an tsiombail chiorcaid uirthi léirithe i bhFíor 29.14.

- Is gaireas í an fhótaichill (**cill fhótaileictreach** a thugtar uirthi freisin) a sheolann sruth leictreach nuair a scalann solas de mhinicíocht oiriúnach uirthi. Bíonn **an méid srutha** a sheolann sí **i gcomhréir dhíreach le déine an tsolais** a scalann uirthi.
- Dhá leictreoid (catóid agus anóid) a bhíonn san fhótaichill agus iad i bhfeadán gloine. Bíonn an anóid deimhneach maidir leis an gcatóid.
- **Fótcatóid** a thugtar ar an gcatóid, í leathshorcóireach de ghnáth. Bíonn an chatóid clúdaithe le hábhar fótamhothálach. Slat a ritheann feadh lár an fheadáin is ea an anóid.
- Bíonn **folús** san fheadán, i.e. folmhaíodh é. Gás támh faoi bhrú an-lag a bhíonn san fheadán uaireanta.

- Má bhuaileann solas ar mhinicíocht oiriúnach an fhótacatóid, astaítear leictreoin uaithe (ar a dtugtar **fótaileictreoin**). Aomtar na fótaileictreoin sin trasna an fheadáin go dtí an anóid dheimhneach, agus sreabhann sruth bídeach sa chiorcad (cúpla miocraimpéar). An **fótashruth** a thugtar ar an sruth sin. Má mhúchtar an solas stopann an sruth.

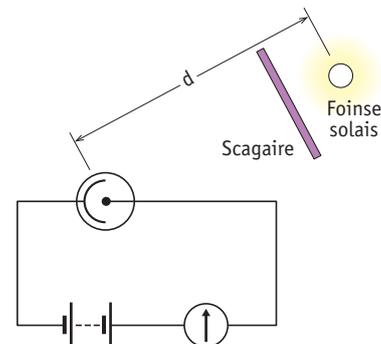


TURGNAMH

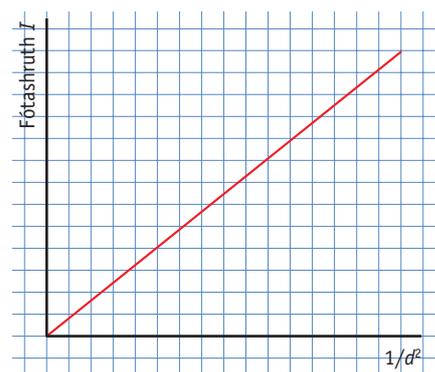
CHUN GNÍOMHÚ FÓTACHILLE A LÉIRIÚ.

An Modh

- Bain úsáid as an trealamh i bhFíor 29.15.
- Tomhais an fad d ón bhfoinse solais go dtí an fhótacatóid agus tomhais an sruth I .
- Athraigh an fad cúpla uair agus tomhais an fad agus an sruth gach uair.
- Breac graf den fhótashruth i gcoinne $\frac{1}{(Fad)^2}$.
- Graf cosúil leis an ngraf i bhFíor 29.16 a gheofar, rud a léiríonn go bhfuil an sruth i gcomhréir dhíreach le $\frac{1}{d^2}$.
- Bíonn déine an tsolais i gcomhréir inbhéartach leis an bhfad cearnach ón bhfoinse solais (i.e. má dhúblaítear an fad laghdaítear déine an tsolais go dtí an ceathrú cuid, etc.). Dá réir sin, faighimid:
go bhfuil an fótashruth $\propto \frac{1}{d^2}$ agus go bhfuil Déine an tsolais $\propto \frac{1}{d^2}$
 \Rightarrow Bíonn an fótashruth \propto Déine an tsolais



Fíor 29.15



Fíor 29.16



Bíonn **an fótashruth** i gcomhréir dhíreach le **déine** an tsolais.

Solas ar raon leanúnach minicíochtaí a bhíonn á ástú ag foinse solais bháin. Is féidir minicíocht an tsolais a bhuaileann an chatóid a rialú ach scagaire daite a chur os comhair foinse solais bháin. Ní ghabhann ach banda caol minicíochtaí tríd an scagaire mar go mblocáiltear an chuid eile. Is féidir minicíocht an tsolais a bhuaileann an chatóid a athrú ach an scagaire a athrú. Is féidir an méid seo a leanas a léiriú leis an trealamh i bhFíor 29.15:

Bíonn minicíocht ar leith ann (an mhinicíocht tairsí) maidir le gach aon mhiotal ar leith nach dtarlaíonn fóta-astú faoina bun, is cuma cén déine solais atá ann.

I gcás na since, is sa raon ultraivialait atá an mhinicíocht sin. I gcás cuid de na miotail alcaile is sa raon infheicthe nó sa raon infridhearg a bhíonn an mhinicíocht sin.

Ní athraíonn méid an fhótashrutha má ardaítear an mhinicíocht os cionn na minicíochta tairsí. Dá réir sin, ní ar mhinicíocht an tsolais a bhraitheann líon na leictreon a astaítear ón bhfótacatóid sa soicind. Is ar dhéine an tsolais, agus uirthi sin amháin a bhraitheann sé, mar a chonaiceamar thuas.



AN MHNICÍOCHT TAIRÍSÍ

An mhinicíocht tairsí, sin an mhinicíocht nach dtarlaíonn fóta-astú faoina bun i gcás mhiotal ar leith. Solas a bhfuil minicíocht aige atá níos airde ná an mhinicíocht tairsí, tarlóidh fóta-astú dá bharr.

AN FHEIDHM OIBRE

An fuinneamh íosta a theastaíonn chun an leictreon is scaoilte a bhaint de dhromchla miotail, sin **feidhm oibre (Φ)** an mhiotail sin.

Ní raibh aon mhíniú ag na heolaithe ag deireadh an 19ú haois ar na gnéithe sin den iarmhairt fhótaleictreach atá luaite thuas. Thuig siad go raibh fórsaí áirithe ann a choinníodh na leictreon i miotal, agus go mbeadh fuinneamh ag teastáil chun na fórsaí sin a shárú agus leictreon a bhaint as an miotal. **Feidhm oibre** an mhiotail a thugtar ar an bhfuinneamh sin a theastaíonn chun an leictreon is scaoilte a bhaint as an miotal.

Ghlac na heolaithe leis ag an am sin gur tonn leanúnach a bhí sa solas, agus go raibh fuinneamh an tsolais i gcomhréir lena dhéine. Dá réir sin, ach an solas a bheith geal go leor, nó é a bheith ag soilsiú ar feadh achar sách fáda, ba cheart go mbeadh sé in ann dóthain fuinnimh a sholáthar do leictreon chun an fheidhm oibre a shárú agus chun an leictreon sin a astú. Ní hamhlaidh áta, áfach. Ní raibh na heolaithe ábalta a mhíniú cén fáth a mbeadh minicíocht tairsí ann.

MÍNIÚ EINSTEIN AR AN gCEIST:

- Ní mór an solas a shamhlú mar a bheadh sruth de ‘bheartáin fuinnimh’ ann. **Fótón** nó **candam fuinnimh** a thugtar ar gach beartán fuinnimh díobh.
- Braitheann fuinneamh fótóin, E , ar **mhinicíocht** f an tsolais, agus uirthi sin amháin. I gcomhréir leis an minicíocht a bhíonn sé. Tugtar an fuinneamh leis an bhfoirmle seo a leanas:

$$E = hf \quad \text{áit ar tairiseach } \epsilon \text{ } h \text{ ar a dtugtar tairiseach Planck.}$$

FÓTÓN

Beartán d’fhuinneamh leictreamaighnéadach is ea **fótón**. Tugtar fuinneamh E fótóin leis an bhfoirmle $E = hf$, áit arb é f a mhinicíocht agus arb é h tairiseach Planck.

- **Dá ghile an fhoinsé solais is ea is mó fótón a thugann sí amach sa soicind.** Dá réir sin, dá dhéine an solais is ea is mó fótón a ghabhann thar bráid sa soicind.
- Tá fórsaí ann a choinníonn na leictreoin sna miotail. **Feidhm oibre Φ** an mhiotail a thugtar ar an bhfuinneamh a theastaíonn chun an leictreon is scaoilte a bhaint de dhromchla an mhiotail.
- Nuair a bhuaileann an solas an miotal **ní féidir le leictreon ach fuinneamh fótóin amháin a phiocadh suas.**
- Má tá fuinneamh gach fótóin níos lú ná an fheidhm oibre ní astaítear leictreon ar bith.
- Má tá fuinneamh an fhótóin níos mó ná an fheidhm oibre, astaítear leictreoin.
- An méid fuinnimh atá san fhótón de bhreis ar an méid a theastaíonn chun an leictreon a astú, is mar fhuinneamh cinéiteach sa leictreon a astaítear a fheictear é.

Nuair a chuirtear an méid sin san áireamh, is furasta a fheiceáil cén fáth a dteastaíonn solas ar mhinicíocht áirithe, nó ar mhinicíocht níos airde ná sin, chun fóta-astú a dhéanamh i gcás miotal áirithe. Ina theannta sin, is furasta a fheiceáil cén fáth a n-astaítear níos mó leictreon sa soicind nuair is mó é déine an tsolais, ionas gur mó é an fótashruth dá réir.

DLÍ FÓTAILEICTREACH EINSTEIN

Fuarthas na fíricí seo a leanas ó thurgnaimh:

- Ó nialas go dtí uasluch cinnte a théann raon treoluasanna na bhfótaleictreon a bhíonn á n-astú ag solas ar mhinicíocht atá níos airde ná an mhinicíocht tairsí.
- Méadaíonn treoluas uasta (agus fuinneamh cinéiteach uasta, dá réir sin) na leictreon a astaítear i gcomhréir le minicíocht an tsolais, ach ní bhraitheann sé ar dhéine an tsolais.

MÍNIÚ EINSTEIN:

Is ionann fuinneamh cinéiteach an leictreoin is tapa a astaítear agus an difríocht idir fuinneamh an fhotóin agus feidhm oibre an mhiotail, i.e. $\frac{1}{2}mv_{\text{uas}}^2 = hf - \Phi$. Ach é sin a iompú timpeall faightear an méid seo a leanas:

$$hf = \Phi + \frac{1}{2}mv_{\text{uas}}^2$$

Dlí Fótaileictreach Einstein a thugtar ar an gcothromóid sin.

- Na leictreoin is dlúithe greim an mhiotail orthu, astaítear ar luas níos moille iad. Feicimid ón gcothromóid freisin go méadaíonn v de réir mar a mhéadaíonn f .
- Más solas ar mhinicíocht tairsí f_0 a bhuaileann an miotal, astaítear leictreon ach níl ann ach go n-astaítear é, agus ní bhíonn aon fhuinneamh cinéiteach breise ann chun imeacht ón miotal. Is léir sa chás sin gur leis an bhfoirmle seo a leanas a thugtar an fheidhm oibre:

$$\Phi = hf_0$$

i.e. Feidhm oibre = (Tairiseach Planck)(Minicíocht tairsí)

Fadhb 8:

Sna fadhbanna seo a leanas tá: $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C; $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J s; $c = 3 \times 10^8$ m s⁻¹

Ríomh an fuinneamh a bhaineann le fótón solais ghoirm dar minicíocht 7.5×10^{14} Hz.

Réiteach:

$$E = hf = (6.6 \times 10^{-34})(7.5 \times 10^{14}) = 4.95 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Fadhb 9:

Díorthaigh foirmle d'fhuinneamh fótóin i dtéarmaí tonnfhaid.

Réiteach:

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \quad E = hf \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$

Fadhb 10:

Cén fuinneamh a bhaineann le fótón solais dheirg dar minicíocht 6×10^7 m: (i) ina ghiúil (ii) in eV?

Réiteach:

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{(6 \times 10^{-7})} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$(i) \quad E = hf = (6.6 \times 10^{-34})(5 \times 10^{14}) = 3.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$(ii) \quad 3.3 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{(3.3 \times 10^{-19})}{(1.6 \times 10^{-19})} \text{ eV} = 2.0625 \text{ eV}$$

Fadhb 11:

Fótón dar fuinneamh 4 eV, (i) cén mhinicíocht agus (ii) cén tonnfhad a bhaineann leis?

Réiteach:

$$4 \text{ eV} = 4 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 6.4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$(i) \quad E = hf \Rightarrow f = \frac{E}{h} = \frac{(6.4 \times 10^{-19})}{(6.6 \times 10^{-34})} = 9.697 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$(ii) \quad c = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{(3 \times 10^8)}{(9.697 \times 10^{14})} = 3.09 \times 10^{-7} \text{ m}$$

Fadhb 12:

Is é 2 vata an chumhacht atá ag foinse solais dar minicíocht 4×10^{14} Hz. Aimsigh an líon fótón a astaítear den fhoinsé sin sa soicind.

Réiteach:

$$\text{Fuinneamh fótóin amháin } E = hf = (6.6 \times 10^{-34})(4 \times 10^{14}) = 2.64 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\begin{aligned} \text{An líon fótón a astaítear sa soicind} &= \frac{\text{An fuinneamh a astaítear sa soicind}}{\text{Fuinneamh fótóin amháin}} \\ &= \frac{2}{2.64 \times 10^{-19}} = 7.58 \times 10^{18} \text{ fótón} \end{aligned}$$

Fadhb 13: Is é 2 eV feidhm oibre miotail áirithe. Cad í minicíocht tairsí an mhiotail sin?

Réiteach: $2 \text{ eV} = (2)(1.6 \times 10^{-19}) \text{ giúl} = 3.2 \times 10^{-19} \text{ J} = \text{an fheidhm oibre}$
 $\Phi = hf_0 \Rightarrow f_0 = \frac{\Phi}{h} = \frac{(3.2 \times 10^{-19})}{(6.6 \times 10^{-34})} = 4.85 \times 10^{14} \text{ Hz}$

Fadhb 14: Is é $5.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$ an mhinicíocht tairsí atá ag miotal áirithe. Cén fuinneamh cinéiteach uasta a bhaineann le leictreon a astaítear as solas dar minicíocht $9.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$?

Réiteach: $\frac{1}{2} mv_{\text{uas}}^2 = hf - hf_0$
 $= (6.6 \times 10^{-34})(9.6 \times 10^{14}) - (6.6 \times 10^{-34})(5.2 \times 10^{14}) = 2.9 \times 10^{-19} \text{ J}$

Fadhb 15: Nuair a thiteann solas dar tonnfhad 150 nm ar dhromchla miotail, is é 5 eV fuinneamh cinéiteach uasta na leictreon a astaítear. Cad é feidhm oibre an mhiotail ina giúil?

Réiteach: $\lambda = 150 \text{ nm} = 150 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.5 \times 10^{-7} \text{ m}$
 $\frac{1}{2} mv_{\text{uass}}^2 = 5 \text{ eV} = (5)(1.6 \times 10^{-19}) \text{ J} = 8 \times 10^{-19} \text{ J}$
 Minicíocht $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{(3 \times 10^8)}{(1.5 \times 10^{-7})} = 2 \times 10^{15} \text{ Hz}$
 Anois tá: $\frac{1}{2} mv_{\text{uas}}^2 = hf - \Phi$ i.e. $8 \times 10^{-19} = (6.6 \times 10^{-34})(2 \times 10^{15}) - \Phi$
 \Rightarrow Feidhm Oibre $\Phi = 5.2 \times 10^{-19} \text{ J}$

Fadhb 16: Is é 0.22 mA an fótastruth nuair a thiteann solas dar minicíocht $3.2 \times 10^{16} \text{ Hz}$ ar chill fhótaileictreach áirithe. Má tharlaíonn fóta-astú de bharr gach fóton ionsaitheach agus má thrasnaíonn na leictreoin astaithe uile an chill, aimsigh:

- líon na bhfótón a bhuaileann an chatóid sa soicind,
- an fuinneamh solais a thiteann ar an gcatóid sa soicind.

Réiteach: (i) $0.22 \text{ mA} = 0.22 \times 10^{-3} \text{ A} = 0.22 \times 10^{-3} \text{ cúlóm sa soicind}$
 Líon na leictreon ag trasnú an fheadáin gach soicind = $\frac{\text{An lucht ag trasnú sa soicind}}{\text{Lucht ar leictreon amháin}}$
 $= \frac{0.22 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.375 \times 10^{15} \text{ leictreon}$

Astaíonn 1 fhótóin 1 leictreon \Rightarrow líon na bhfótón a bhuaileann an chatóid sa soicind = 1.375×10^{15}

(ii) Fuinneamh fótoín amháin $E = hf = (6.6 \times 10^{-34})(3.2 \times 10^{16}) = 2.112 \times 10^{-17} \text{ J}$

An fuinneamh a thiteann ar an gcatóid sa soicind = (fuinneamh fótoín amháin) \times (líon na bhfótón)
 $= (2.112 \times 10^{-17})(1.375 \times 10^{15}) = 0.020904 \text{ J s}^{-1}$

FEIDHMEANNA A BHAINTEAR AS FEISTÍ BRAITE FÓTAILEICTREACHA

Sreabhann sruth beag nuair a thiteann ga solais ar chill fhótaileictreach atá nasctha i gciordad cosúil leis an gceann i bhFíor 29.14 (lch. 334). Má bhristear an léas solais, stopann an sruth. Is féidir feidhm a bhaint as an stopadh srutha sin chun ciorcad eile a dhéanann gnó áisiúil éigin a dhúiseacht. Mar shampla:

- aláraim bhuirgléireachta de chineálacha éagsúla
- doirse uathoibríocha
- earraí a chomhaireamh ar chrios iompair
- faireachán agus rialú a dhéanamh ar an lasair i ndóire téimh lárnaigh.



Fíor 29.17

Tá teilgeoirí scannáin ann le fótaichill a atáirgeann an fuaimrian i scannáin. Tá giota de spól scannáin léirithe i bhFíor 29.17 agus an fuaimrian anuas ar an taobh clé den scannán. De réir mar a dhéantar an scannán a thaispeáint gabhann léas beag solais tríd an bhfuaimrian agus titeann sé ar chill fhótaleictreach. Athraíonn gile an tsolais le leithead an riain agus athraíonn an sruth sa chill fhótaleictreach dá réir. Athraíonn an sruth díreach mar a d'athraigh an sruth sa mhicreafón lenar taifeadadh an fhuaim ar dtús. Aimplítear an sruth, cuirtear ar aghaidh go dtí callaire é agus atáirgtear an fhuaim mar a taifeadadh í i dtosach báire. Bíonn cill fhótaleictreach in úsáid chun monatóireacht a dhéanamh ar ghile na lasrach i ndóire téimh lárnaigh uaireanta freisin. Is féidir an soláthar breosla a rialú leis an bhfótashruth a ghintear.

CLEAHTADH 29.2

$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$; mais leictreoin = $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

- Minicíocht $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ atá ag solas dearg. Aimsigh an fuinneamh i bhfótón solais ghoirm:
 - ina ghiúil
 - ina leictreonvoltaí
- Minicíocht $8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ atá ag solas gorm. Aimsigh an fuinneamh i bhfótón solais ghoirm:
 - ina ghiúil
 - ina leictreonvoltaí
- Aimsigh an fuinneamh i bhfótón solais dar tonnfhad $5 \times 10^{-7} \text{ m}$.
- Aimsigh an fuinneamh i bhfótón dar tonnfhad 600 nm.
- Cumhacht 10 W atá ag foinse solais sóidiam. Más é 590 nm tonnfhad an tsolais a astaítear, aimsigh:
 - minicíocht solais sóidiam
 - an fuinneamh i bhfótón solais sóidiam,
 - an líon fótón a astaíonn an solas sin sa soicind.
- Fótón agus fuinneamh 2.2 eV aige:
 - cén mhinicíocht atá aige?
 - cén tonnfhad atá aige?
- Sruth 2 μA atá i gcill fhótaleictreach agus solas monacrómatach ag soilsiú uirthi. Cé mhéad fótón a bhuaileann an fhótacatóid sa soicind? Glac leis go dtarlaíonn fóta-astú le gach fótón ionsaitheach, agus go dtrasnaíonn gach leictreon a astaítear an chill.
- 4 eV an fheidhm oibre atá ag miotail áirithe. Scríobh an fheidhm oibre sin ina ghiúil. Cén mhinicíocht tairsí atá ag an miotal sin?
- Titeann solas dar minicíocht $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ar mhíotal áirithe agus ní mó ná go dtarlaíonn fóta-astú. Cad é feidhm oibre an mhiotail:
 - ina ghiúil
 - ina leictreonvoltaí?
- Is é 1.2 eV an fheidhm oibre atá ag miotal áirithe. Scríobh an fheidhm oibre ina ghiúil. Cad é minicíocht tairsí an mhiotail sin? Cad é an tonnfhad is mó a thugann fóta-astú as an miotal sin?
- Is é $8.8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ an mhinicíocht tairsí atá ag miotal áirithe. Cén fuinneamh cinéiteach uasta atá ag na leictreoin a astaítear as an miotal sin le solas dar minicíocht $9.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$? Tabhair do fhreagra
 - i ngiúil,
 - i leictreonvoltaí.
- Is é 2 eV an fuinneamh cinéiteach uasta atá ag na leictreoin a astaítear nuair a thiteann solas dar tonnfhad 350 nm ar dhromchla miotalach. Cad é feidhm oibre an mhiotail ina ghiúil?
- Is é 0.2 mA an fótashruth nuair a thiteann solas dar minicíocht $2 \times 10^{16} \text{ Hz}$ ar chill fhótaleictreach. Má thugann gach fótón ionsaitheach fóta-astú agus má thrasnaíonn gach leictreon a astaítear an chill, aimsigh:
 - an líon fótón a bhuaileann an chatóid sa soicind,
 - an fuinneamh solais a thiteann ar an gcatóid sa soicind.
- Titeann solas dar tonnfhad 250 nm ar mhíotal a bhfuil feidhm oibre 1.6 eV aige. Cad é an fuinneamh cinéiteach uasta sna leictreoin a astaítear? Cén luas uasta atá faoi leictreon a astaítear?
- Ar mhinicíocht 92 MHz a chraolann an stáisiún raidió 2 FM. Cén fuinneamh atá i bhfótón radaíochta leictreamaighnéadaí den mhinicíocht sin? Más cumhacht 2 MW atá ag an tarchuradóir, cé mhéad fótón a astaítear sa soicind?

X-GHATHANNA

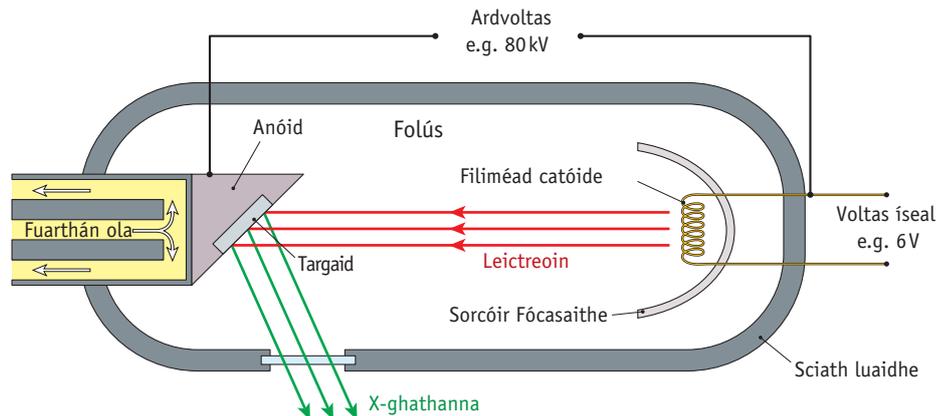
Is éard is **X-ghathanna** ann, radaíocht leictreamaighnéadach ardmhínicíochta a ghintear nuair a bhuaitear targaid mhiotail a bhfuil leáphointe ard aici le leictreoin ardluais i bhfeadán ga-chatóideach.

X-GHATHANNA

FIONNACHTAIN NA X-GHATHANNA

Is de thaisme a tháinig Wilhelm Röntgen ar X-ghathanna sa bhliain 1895. Bhí sé ag obair le feadán gás-díluchtúcháin (cineál feadán ga-chatóideach) agus thug sé faoi deara maidir le scannán fluaraiseach a bhí píosa ón bhfeadán, gur thug sé solas amach nuair a bhí an feadán ag oibriú. Chlúdaigh sé an feadán díluchtúcháin le cairtchlár dubh. Ní ligfeadh an cairtchlár d'aon solas infheicthe ná d'aon solas ultraivialait taisteal ón bhfeadán díluchtúcháin go dtí an scannán fluaraiseach. Ach bhí an scannán fluaraiseach ag tabhairt amach solas fós, fad a bhí an feadán ag feidhmiú. Rith sé leis go raibh radaíocht éigin á giniúint áit ar bhuaile na gathanna catóide le gloine an fheadáin díluchtúcháin. Bhí an radaíocht sin in ann gabháil tríd an gcairtchlár agus tríd an spás mórtimpeall air agus nuair a bhuaile sí an scannán fluaraiseach chuir sí ag astú solais é.

Fuarthas amach gur radaíocht an-treáiteach ar fad ba ea í agus go raibh sí in ann dul trína lán miotal, ach go gcuirfeadh leathán tiubh luaidhe cosc léi. Níor tuigeadh nádúr na radaíochta i gceart ag an am agus is **X-radaíocht** nó **X-ghathanna** a tugadh uirthi dá bharr. Taispeánadh ina dhiaidh sin gur **radaíocht leictreamaighnéadach** ar mhínicíocht an-ard (agus tonnfhad an-ghéarr) a bhí in X-ghathanna, radaíocht a táirgeadh nuair a bhuaile leictreoin ardluais faoi anóid nó faoi bhallaí gloine an fheadáin gha-chatóidigh. Gintear X-ghathanna trí leictreoin ardluais i bhfeadán ga-chatóideach a chur ag bualadh in aghaidh targaid mhiotail a bhfuil leáphointe an-ard aici.



Fíor 29.18

AN FEADÁN TEOCHATÓIDEACH X-GHATHACH

Feadán teochtóideach X-ghathach nua-aimseartha atá léirithe i bhFíor 29.18. Mar seo a leanas a fheidhmíonn sé:

- Tarlaíonn astú teirmianach ag an gcatóid agus déantar léas leictreon.
- Bíonn voltas an-ard trasna ar an bhfeadán (80 000 V de ghnáth) agus luathaíonn sé sin na leictreoin go dtí luasanna an-ard de réir mar a thrasnaíonn siad an feadán go dtí an anóid.
- Nuair a bhuaileann na leictreoin faoin targaid mhiotail san anóid tiontaítear an fuinneamh cinéiteach atá i gcéatadán an-bheag de na leictreoin (< 1%) ina X-ghathanna.
- Mar theas san anóid a fheictear an chuid eile d'fhuinneamh na leictreon agus ní mór é a dhíbirt. Is chuige sin an fuarthán imshruthaithe. Caithfidh leáphointe an-ard a bheith ag an targaid freisin – agus is minic a úsáidtear tungstan sa targaid dá bharr.
- Ní mór an té a mbeadh an feadán á oibriú aige a chosaint ar na X-ghathanna, agus chuige sin bíonn sciath luaidhe timpeall ar an bhfeadán a choisceann na X-ghathanna ar ghabháil tríthi. Bíonn fuinneog bheag sa sciath sin ar féidir leis na X-ghathanna gabháil tríthi.

X-GHATHANNA Á nGINIÚINT - INBHÉARTA NA hIARMHARTA FÓTAILEICTRÍ

Faoin Iarmhairt Fhótaileictreach (lch. 334), buaileann radaíocht leictreamaighnéadach miotal agus is do na leictreoin a thugtar a cuid fuinnimh. Astaítear na leictreoin as an miotal ansin. A mhalairt a tharlaíonn nuair a ghintear X-ghathanna: buaileann leictreoin ardluais targaid mhiotail agus cailleann siad a gcuid fuinnimh. Mar radaíocht leictreamaighnéadach a thugtar an fuinneamh amach.

CUMHACHT TREÁITE NA X-GHATHANNA

Ar mhinicíocht x-gha a bhraitheann a chumhacht treáite. Dá airde an mhinicíocht is ea is mó an chumhacht treáite. Ach is ar an voltas trasna ar an bhfeadán a bhraitheann an mhinicíocht. Dá airde an voltas is ea is airde an mhinicíocht. Dá réir sin, ar an voltas trasna ar an bhfeadán a bhraitheann an chumhacht treáite. **X-ghathanna crua** a thugtar ar na X-ghathanna an-treáiteach agus **X-ghathanna boga** a thugtar orthu sin nach mbíonn chomh treáiteach céanna.

AIRIÓNNA X-GHATHANNA

- **Radaíocht leictreamaighnéadach** dar tonnfhaid idir 10^{-9} m agus 10^{-15} m is ea X-ghathanna.
- Déannann X-ghathanna **ianú** ar an ábhar a ngabhann siad tríd, rud a chiallaíonn gur féidir leo leictreoin a dhíchur as adaimh san ábhar trína ngabhann siad. Ian a thugtar ar adamh a bhfuil leictreon cailte aige.
- **Treánn** X-ghathanna ábhar, is é sin tá siad in ann dul trí ábhar. Dá dhlúithe an t-ábhar is ea is mó a ionsúnn sé X-ghathanna, agus is lú an méid X-ghathanna a ghabhann tríd.
- **Ní shraontar** X-ghathanna i réimsí maighnéadacha ná i réimsí leictreacha.
- Tugann X-ghathanna **fluaraiseacht** in ábhair áirithe a bhuaileann siad: mar shampla, suilfid since nó platanaiciainíd bhairim.
- Téann iarmhairt X-ghathanna i bhfeidhm ar **eibleachtaí fótagrafacha**.
- Is féidir le X-ghathanna **patrúin trasnaíochta** a chruthú, agus is féidir **díraonadh** a dhéanamh orthu.
- Is féidir le X-ghathanna fóta-astú a thabhairt (i.e. is féidir go dtarlódh an iarmhairt fhótaileictreach de bharr X-ghathanna).

AN ÚSÁID A BHAINTEAR AS X-GHATHANNA I gCÚRSAÍ LEIGHIS

Fótagraif X-ghathacha

Dá dhlúithe substaint is ea is mó a ionsúnn sí X-ghathanna. Baintear feidhm as an bhfíric sin chun fótagraif X-ghathacha a ghlacadh. Bíonn na cnámha níos dlúithe ná an chuid eile den cholainn, agus ní bhíonn an dlús céanna i bhfíochán galrach is a bhíonn i bhfíochán sláintiúil. Bíonn cnámha agus fíochán loite (siadaí ailseacha, mar shampla) le feiceáil ar ghriangraif X-ghathacha dá réir sin (Fíor 29.20).

Is féidir an goile agus na stéigeacha a dhéanamh níos suntasaí ar íomhá X-ghathach ach bia ina bhfuil suilfid bhairiam ('béile bairiam') a thabhairt don othar le hithe. Feictear an bairiam san fhótagraf X-ghathach agus léiríonn sé sin cruth na mball a dhéanann díleá, conair an díleá mar shampla (Fíor 29.20).

Is féidir X-ghathanna a úsáid chun cealla ailseacha a mharú.

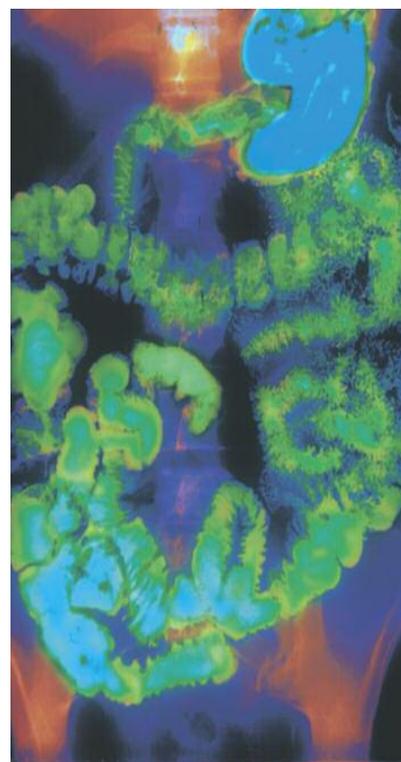
Is fusa fíochán galrach, siad ailseach mar shampla, a lot le X-ghathanna ná fíochán sláintiúil. Is féidir léas X-ghathanna a úsáid chun ailis áirithe a mharú, dá réir sin.

AN ÚSÁID A BHAINTEAR AS X-GHATHANNA I gCÚRSAÍ TIONSCAIL

Baintear úsáid as X-ghathanna chun scoilteanna agus lochtanna a aimsiú i miotail, i dtáthuithe agus i dteilgin mhiotail. Úsáidtear X-ghathanna chun fótagraif den taobh istigh d'innill a thógáil, gan iad a bhaint as a chéile. Is féidir X-ghathanna a úsáid freisin chun tiús réada a aimsiú agus chun a fháil amach cé chomh lán is atá pacáistí.



Fíor 29.19



Fíor 29.20

AN CHONTÚIRT A BHAINNEANN LE X-GHATHANNA

Radaíocht ianaíoch is ea X-ghathanna agus déanann siad díobháil d'fhíochán daonna dá réir sin. Déanfar plé níos iomláine ar an gceist seo ar leathanach 365.



LIOSTA SEICEÁLA NA CAIBIDLE

- **Sainmhínigh:** Astú Teirmianach; Gathanna catóide; An leictreonvolta; An iarmhairt fhótaileictreach; Minicíocht tairsí; Feidhm oibre; Fóton; X-ghathanna.
- **Luaigh:** An gaol idir fuinneamh fótóin agus a mhinicíocht; Ainm an duine a d'fhionn na X-ghathanna; An coibhneas idir an eV agus an keV, an MeV agus GeV;

Dlí Fótaileictreach Einstein.
- **Le meabhrú:** Is é an lucht ar an leictreon an chainníocht dhoroinnte luchta; Ba é Millikan an chéad duine chun méid an luchta ar leictreon a thomhas; Tá 1 leictreonvolta = 1.6×10^{-19} giúl. Is féidir léas leictreon a shraonadh le réimse leictreach nó le réimse maighnéadach; An coibhneas idir an fótastruth agus déine an tsolais; Míniú Einstein ar an iarmhairt fhótaileictreach; Is féidir le X-ghathanna ianú a dhéanamh ar an ábhar trína ngabhann siad; Inbhéarta na hiarmharta fótaileictrí is ea táirgeadh X-ghathanna; Is féidir le X-ghathanna díobháil a dhéanamh don duine daonna.
- **Míniú:** Mar a fheidhmíonn feadán ga-chatóideach; Mar a fheidhmíonn fótaichill; Mar a oibríonn feadán teochatóideach X-ghathach;

An fáth gur ar chonair chiorclach a ghluaiseann léas leictreon atá ag gluaiseacht ingearach le réimse maighnéideach ar chonair chiorclach.
- **Cuir síos ar thurgnamh:** Chun an iarmhairt fhótaileictreach a léiriú; Chun gníomhú fótaichille a léiriú; Chun léas leictreon á ghiniúint i bhfeadán ga-chatóideach a léiriú agus chun sraonadh na leictreon i réimsí leictreacha agus maighnéadacha a léiriú.
- **Meabhraigh** agus bain úsáid as na foirmlí:

$$W = QV; \quad eV = \frac{1}{2} mv^2; \quad E = hf;$$

$$F = qvB; \quad hf = \Phi + \frac{1}{2} mv_{\text{uas}}^2$$
- **Liostaigh:** Trí airí an leictreoin; Ceithre airí den fheadán ga-chatóideach; Ceithre fheidhm a bhaintear as feadán ga-chatóideach; Ceithre fheidhm a bhaintear as feistí braite fótaileictreacha; Sé airí X-ghathanna; Trí úsáid a bhaintear as X-ghathanna.
- **Tarraing:** Léaráid lipéadaithe d'fheadán ga-chatóideach; Léaráid lipéadaithe d'fhótaichill; Léaráid lipéadaithe d'fheadán teochatóideach X-ghathach.

An tAdamh, an Núicléas agus an Radaighníomhaíocht

ADAIMH

Tá na hadaimh chomh beag sin nach féidir iad a fheiceáil leis an micreascóp solais is cumhachtaí. Bheadh thart ar 2 000 000 adamh ag teastáil chun na lánstadanna ar an leathanach seo a chlúdach. Tá 104 cineál éagsúil adamh ann, 92 a tharlaíonn go nádúrtha. Go saorga, in imoibreoirí núicléacha a chruthaítear na cinn eile (lch. 360). Tá siombail ar leith ar gach cineál adaimh. Litir amháin nó dhá litir a bhíonn i gceist (an tsiombail **adamhach** nó **an tsiombail cheimiceach**): is é H an tsiombail ar adamh hidrigine agus is é He an tsiombail ar adamh héiliam. **Dúil** a thugtar ar shubstaint nach bhfuil ach adaimh den chineál céanna inti, e.g. hidrigin, héiliam, ocsaigin, copar, ór, sinc, carbón agus úráiniam. Ós rud é go bhfuil 104 cineál éagsúil adamh ann, tá 104 dúil ann freisin. Liosta de na dúile is ea an Tábla Peiriadach (lgh. 79-81 Foirmle agus Táblaí).

Thart ar an mbliain 1900 tuigeadh go raibh cáithníní sna hadaimh a raibh lucht diúltach orthu. **Leictreoin** a tugadh orthu. Ina theannta sin, tuigeadh go raibh na hadaimh féin neodrach ó thaobh an leictreachais de, agus dá réir sin go raibh a chothrom de lucht deimhneach iontu is a bhí de lucht diúltach. Ní raibh aon ní ar eolas maidir le suíomh agus leagan amach na leictreon agus an lucht dheimhnigh laistigh den adamh. In 1911 rinne Ernest Rutherford turgnamh a léirigh gur i lár an adaimh a bhí an lucht deimhneach. An **núicléas** a thugtar ar an gcuid sin ó shin i leith. Ba é Rutherford a mhol **samhail núicléach an adaimh**, dá réir sin.

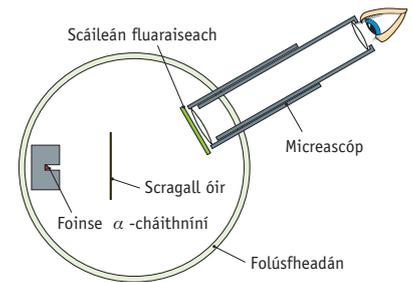
TURGNAMH RUTHERFORD

Rinne Rutherford giota an-tanaí de scragall óir (thart ar 2000 adamh ar tiús) a thuirgeáil le cáithníní ar a dtugtar **alfa-cháithníní (α -cháithníní)**. Núicléis adamh héiliam atá sna α -cháithníní i ndáiríre. Tuigeadh ag an am sin gur cháithníní a bhí sna α -cháithníní a raibh lucht deimhneach orthu agus go raibh a dhá oiread lucht orthu is a bhí ar na leictreoin. Bhíothas in ann na α -cháithníní a bhrath as na splancacha beaga solais (ar a dtugtar **drithlíochtaí**) a dhéanadís ar scáileán fluaraiseach (Fíor 30.1). Fuair sé na nithe seo amach:

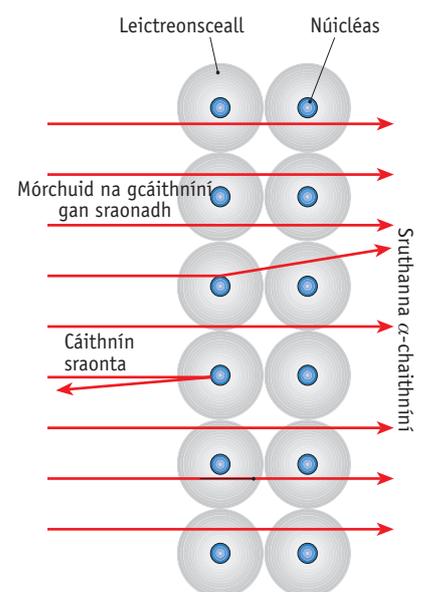
- go ngabhfadh formhór na α -cháithníní díreach tríd an scragall agus gur beag díobh a sraonadh,
- gur sraonadh cuid díobh trí uillinn bheag,
- go mbíodh líon an-bheag díobh á chasadh ar ais trí uillinn níos mó ná 90° .

Bhain sé úsáid as samhail núicléach an adaimh chun an méid sin thuas a mhíniú. Ghlac sé leis go raibh núicléas beag i lár gach adaimh óir a raibh lucht deimhneach air agus ina raibh an chuid is mó de mhais an adaimh (Fíor 30.2). Seo a leanas an míniú air:

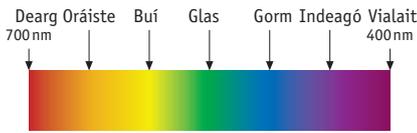
- Bíonn an núicléas an-bheag i gcomparáid le méid an adaimh. Dá réir sin, is spás folamh is mó atá sa chuid sin den adamh. Sin an fáth ar ghabh an chuid is mó de na α -cháithníní díreach ar aghaidh tríd an scragall óir.
- Cruinníonn an lucht deimhneach go léir sa núicléas. Sa chás gur ghabh α -cháithnín cóngrach don núicléas, shraonfaí é mar éarann lucht deimhneach lucht deimhneach eile.



Fíor 30.1



Fíor 30.2



Fíor 30.3
Speictream leanúnach.

- Má tá α -cháithnín ar tí imbhualladh in éadan núicléis, nó má tá an baol sin ann, sraontar ar ais é trí uillinn atá níos mó ná 90° .
- Fuarthas go raibh na leictreoin, a bhfuil lucht diúltach orthu agus atá measartha éadrom, ag fithisiú an núicléis ar fithisí éagsúla.

Bhí Rutherford in ann ga an núicléis a mheas ó líon na n-alfa-cháithníní a bhí á sraonadh trí uillinneacha éagsúla.

GA AN NÚICLÉIS

Thart ar 10^{-15} m atá ga an núicléis. Thart ar 10^{-10} m atá ga an adaimh. Dá réir sin, is spás folamh atá sa chuid is mó de thoirt an adaimh. Dá mbeadh an núicléas chomh mór le liathróid leadóige, bheadh na leictreoin sheachtracha thart ar 3 km uaidh.

LEAGAN AMACH NA LEICTREON SAN ADAMH

In 1913 mhol Niels Bohr, eolaí ón Danmhairg, samhail a bhí bunaithe ar theoiric chandaim Planck agus a chuir síos ar leagan amach na leictreon i bhfithisí áirithe timpeall an núicléis. D'úsáid sé a mhíniú féin ar na speictrim astúcháin mar fhianaise leis an tsamhail sin.

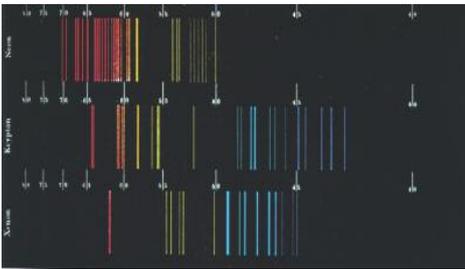
SPEICTRIM ASTÚCHÁIN

Má sholáthraítear dóthain fuinnimh do na hadaimh i solad, i leacht nó i ngás, d'fhéadfadh na hadaimh sin solas a thabhairt amach nó a astú. D'fheadfaí an fuinneamh a sholáthar tríd an tsubstaint a théamh nó trí shruth leictreach a chur tríthi. Mar shampla:

- Solad téite atá san fhiliméad i mbolgán agus tugann sé solas.
- Leacht is ea iarann bánte a thugann solas.
- Feadáin de ghal sóidiam is ea an chuid is mó de na soilse buí sráide. Gás is ea an ghal sóidiam a astaíonn solas.

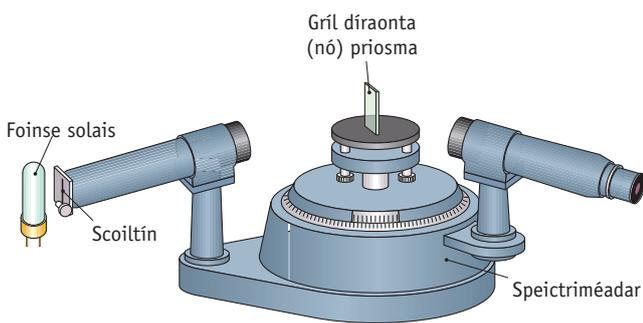
Má chuirtear an solas sin trí phriosma (nó trí ghríl díraonta) spréitear an solas agus cruthaítear **speictream astúcháin**.

Beidh dhá chineál speictream astúcháin faoi chaibidil againn anseo, **an speictream leanúnach** agus **an línespeictream**.



Fíor 30.4

SPEICTREAM ASTÚCHÁIN
Speictream astúcháin a thugtar ar an bpatrún a chruthaítear nuair a spréitear solas ó fhoinse lonrúil.



Fíor 30.5
Speictrim á léiriú sa tsaoharlann.

SPEICTREAM LEANÚNACH

Solad nó leacht ghealbhruthach a thairgeann speictream leanúnach. Is é a bhíonn ann, spré leanúnach de dhathanna athraitheacha ó dhearg go dtí vialait (Fíor 30.3). Astaítear na tonnfhaid infheicthe uile. Ní bhaineann na speictrim leanúnacha go sainiúil leis an ábhar (solad nó leacht) a thugann iad. Mar shampla, tugann iarann bánte an speictream céanna is a thugann tungstan bánte.

LÍNESPEICTREAM

Má thugtar dóthain fuinnimh do na hadaimh i **ndúil ghásach**, tugann siad (nó astaíonn siad) solas daite. Braitheann dath an tsolais a astaítear ar an dúil atá i gceist. Má chuirtear an solas sin trí phriosma (nó trí ghríl díraonta) cruthaítear **línespeictream astúcháin**, sraith de línte geala ar chúlra dorcha. Bíonn línespeictream ar leith ag gach dúil ar saintréith de chuid na dúile sin amháin é. Na línespeictrim atá ag xeanón, neon agus crioptón atá léirithe i bhFíor 30.4.

Is féidir an speictream leanúnach agus an línespeictream a léiriú go héasca sa tsaoharlann le speictriméadar mar atá i bhFíor 30.5. Bolgán filiméid ghealbhruthaigh an fhoinse solais i gcás speictream leanúnach, feadán gás-díluchtúcháin an fhoinse solais i gcás línespeictrim.

AN SPEICTREASCÓPACHT INA hUURLIS EOLAÍOCHTA

Ós rud é nach bhfuil an línespeictream céanna ag aon dá dhúil, is féidir an solas ó ghal dúile a úsáid chun an dúil féin a shainaithint go cruinn. Má ghaláítear meascán de dhúile éagsúla agus má chuirtear ag astú solais iad, is féidir gach dúil ar leith sa mheascán a aithint óna gcuid speictream.

Is féidir cainníochtaí coibhneasta gach dúile ar leith a aimsiú ó ghile na speictream. Is féidir anailís speictreascópach dá leithéid a úsáid nuair nach bhfuil ach méid bideach den tsubstaint ann. Tugann na línespeictrim eolas dúinn ar leagan amach na leictreon san adamh.

LEICTREOIN AGUS SPEICTRIM ASTÚCHÁIN – SAMHAIL BOHR

- Ní féidir le leictreoin gluaiseacht ach i bhfithisí áirithe san adamh. Nuair a bhíonn leictreon i bhfithis ar leith ní astaíonn sé aon radaíocht leictreamaighnéadach (solas). Dá réir sin, is luach seasta é fuinneamh leictreoin i bhfithis ar leith.
- Nuair a sholáthraítear fuinneamh d'adamh d'fhéadfadh leictreon i bhfithis ar leith cuid den fuinneamh sin a ionsú agus imeacht as an bhfithis ina bhfuil sé (dar fuinneamh E_1) go dtí fithis ina bhfuil leibhéal fuinnimh níos airde (E_2). Deirtear go bhfuil an leictreon i riocht flosctha ansin (Fíor 30.6 (A)).
- Tamall an-ghearr ina dhiaidh sin, titeann an leibhéal fuinnimh sa leictreon, fillann sé ar a bhunleibhéal fuinnimh agus tugann sé amach méid fuinnimh atá cothrom leis an difríocht idir an dá leibhéal (i.e. $E_2 - E_1$) (Fíor 30.6B). Tugtar an fuinneamh sin amach mar fhotón de radaíocht leictreamaighnéadach dar minicíocht f . Leis an bhfoirmle seo a leanas a thugtar an méid sin:

$$hf = E_2 - E_1, \text{ áit a bhfuil } h = \text{ tairiseach Planck}$$

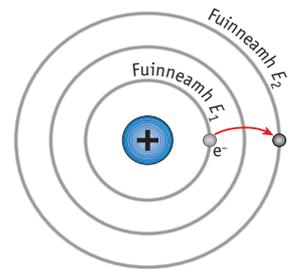
- Bíonn dath ar leith ag solas de mhinicíocht ar leith agus feictear mar líne é má spréitear le priosma nó le gríl díraonta é.
- Ós rud é go bhfuil fithisí ar leith san adamh ar féidir le leictreon aistriú eatarthu, astaítear minicíochtaí ar leith agus cruthaítear línte de dhathanna cinnte ar leith, dá réir sin.
- Bíonn líon difriúil leictreon i bhfithisí difriúla in adaimh dhifriúla. Astaíonn gach adamh sraith ar leith minicíochtaí dá réir sin, i.e. tá línespeictream sainiúil ar leith ag gach ceann de na dúile difriúla.

Bhíothas in ann an speictream hidrigine a mhíniú le samhail Bohr. Níor leor é mar mhíniú ar speictream na n-adamh eile áfach, agus baintear feidhm as teoiricí matamaiticiúla níos casta chun iad a mhíniú anois. Mar sin féin, tá an bun-smaoineamh slán, is é sin, faoi leictreoin a bheith ag aistriú idir leibhéil éagsúla fuinnimh.

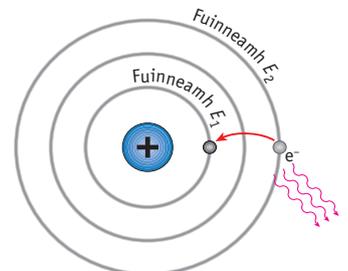
NA LÉASAIR

Nuair a fhlosctar leictreon go dtí leibhéal fuinnimh níos airde in adamh, fillfidh sé ar a bhunleibhéal fuinnimh ar ball, agus astóidh sé fótón solais ag an am céanna. Má bhuaileann fótón faoi adamh, agus an mhinicíocht chéanna ag an bhfótón sin is atá ag an bhfótón atá an t-adamh ar tí a astú, seans go dtabharfaidh sé ar an adamh sin a fhótón féin a astú agus dhéanfaí dhá fhótón chomhionanna. I léasar is amhlaidh a dhéantar na leictreoin ina lán adamh a fhloscadh go dtí leibhéal fuinnimh níos airde. Spreagtar na hadaimh sin go léir (le solas den mhinicíocht chéanna) chun na fótóin sin go léir a astú i dteannta a chéile, rud a chruthaíonn léas tréan de sholas comhleánúch – léas léasair. Acrainm is ea an focal Béarla 'Laser', seasann sé do 'Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation' (Aimplíú Solais le hAstú Spreagtha na Radaíochta).

LEIBHÉAL FUINNIMH
An leibhéal fuinnimh, sin luach seasta fuinnimh a bheadh ag leictreon in adamh.



(A) Tugtar fuinneamh do leictreon agus bogann sé go dtí leibhéal fuinnimh níos airde.



(B) Titeann an leictreon ar ais go dtí leibhéal fuinnimh níos ísle agus astaíonn sé fótón fuinnimh, hf , áit a bhfuil $E_2 - E_1 = hf$

Fíor 30.6

Baintear úsáid as léasair:

- Sa teileachchumarsáid – baintear úsáid as an solas léasair chun comharthaí digiteacha a sheoladh feadh snáithíní optúla.
- I gcúrsaí leighis – chun cealla ailseacha a dhó, chun fáil réidh le baill bhroinne, chun cosc a chur le fuiliú, chun fíochán a ghearradh agus chun lochtanna áirithe a cheartú sna súile.
- Sa tionsclaíocht – sa ghearradh agus sa táthú.

Bíonn léasair i seinnteoirí dlúthdhioscaí freisin, agus úsáidtear iad ag an gcuntar seiceála in ollmhargaí chun na barrachóid a léamh.

STRUCHTÚR AN NÚICLÉIS

Faoin mbliain 1932 bhíothas tar éis a fháil amach go raibh dhá chineál eile cáithnín ar a laghad ann: **prótóin** agus **neodróin** a tugadh orthu. Léiríonn Fíor 30.7 príomhairíonna na gcáithníní fo-adamhacha: na leictreoin, na prótóin agus na neodróin.

Cáithnín	Siombail	Suíomh	Lucht ina chúlóim	Lucht Coibhneasta	Mais (kg)	Mais Choibhneasta
Prótón	p	Núicléas	$+ 1.6 \times 10^{-19}$	+1	1.67×10^{-27}	1
Neodrón	n	Núicléas	0	0	1.68×10^{-27}	1
Leictreon	e^{-}	I bhfithis thart timpeall ar an núicléas	$- 1.6 \times 10^{-19}$	-1	9.1×10^{-31}	1/2000

Fíor 30.7



UIMHIR ADAMHACH

Uimhir adamhach (Z) dúile, sin an líon **prótón** atá i núicléas adaimh na dúile sin.

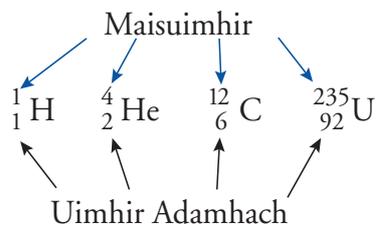
Léiríonn an líon prótón i núicléas an adaimh an dúil atá ann. 92 prótón a bhíonn i núicléas úráiniam **i gcónaí** – murarbh amhlaidh ní úráiniam a bheadh ann. Más 92 prótón atá sa núicléas, is adamh úráiniam é. Liosta na ndúl in ord méadaithe a gcuid uimhreacha adamhacha is ea an Tábla Peiriadach (lch. 82 Foirmle agus Tábaí).



MAISUIMHIR

Maisuimhir (A) adaimh, sin líon iomlán na bprótón agus na neodrón atá i núicléas an adaimh sin.

Agus siombail adaimh á scríobh, is í an mhaisuimhir a scríobhtar in uachtar de ghnáth agus an uimhir adamhach in íochtar, mar shampla:



Is soiléir go bhfuil:



$$\begin{aligned} \text{Líon na neodrón sa núicléas} &= \text{Maisuimhir} - \text{Uimhir Adamhach} \\ \text{i.e. Líon na neodrón} &= A - Z \end{aligned}$$

ISEATÓIP

Iseatóip, sin adaimh dúile a bhfuil an líon céanna prótón acu ach nach bhfuil an líon céanna neodróin acu.

Mar shampla, 99.98% ^1_1H agus 0.02% ^2_1H (ar a dtugtar deoitéiriam) atá sa hídrigin nádúrtha. Bíonn níos mó ná iseatóp amháin ag gach dúil, cé nach mbíonn ach cainníochtaí an-bheag ann d'iseatóip áirithe. Is féidir i bhfad níos mó iseatóp a tháirgeadh go saorga in imoibreoirí núicléacha.

AN RADAIGHNÍOMHAÍOCHT

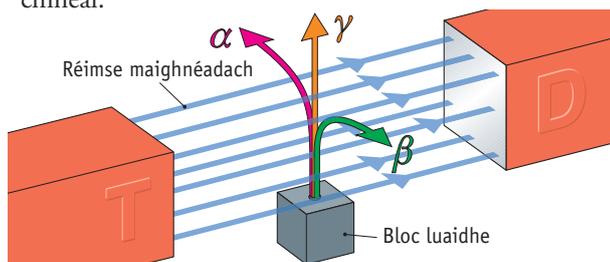
Sa bhliain 1896 thug an t-eolaí Becquerel faoi deara gur chuir salann úráiniam dath dubh ar phláta fótagrafach a bhí in aice leis. Fillte i bpáipéar dorcha a bhí an pláta, ionas nach dtitfeadh solas ar bith air. Rith sé le Becquerel go raibh radaíocht de shaghas éigin á astú ag an úráiniam a ghabh tríd an bpáipéar agus a chuir an dath dubh ar an bpláta fótagrafach, i.e. rinneadh an pláta a nochtadh leis. Deirtear sa lá inniu go bhfuil an t-úráiniam **radaighníomhach**. Fuair na heolaithe amach laistigh de chúpla bliain go bhfuil iseatóip de dhúile eile ann atá radaighníomhach freisin.

RADAÍOCHT AS AN NÚICLÉAS

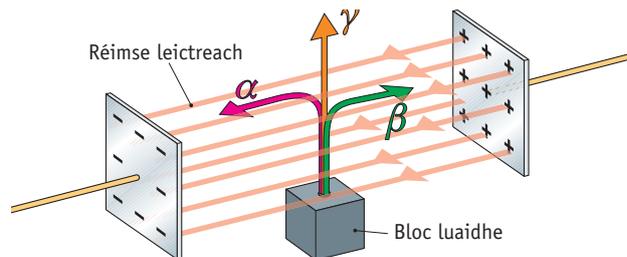
Tuigtear sa lá inniu go mbíonn núicléis éagobhsaí ag iseatóip áirithe, i.e. go mbíonn farasbarr fuinnimh iontu. Is féidir leo éirí cobhsaí ach fáil réidh leis an bhfuinneamh breise sin. An próiseas sin trína gcailltear an fuinneamh breise, sin an radaighníomhaíocht a dtáinig Becquerel uirthi. **Radaighníomhaíocht núicléach** a thugtar ar an bhfuinneamh sin dá bharr. **Meath radaighníomhach** nó **díscaoileadh radaighníomhach** a deirtear a bhaineann don núicléas.

TRÍ CHINEÁL RADAÍOCHT NÚICLÉACH

Níorbh fhada go bhfuair na heolaithe go bhfuil trí chineál radaíocht núicléach ann: **Alfa-radaíocht** (α), **béite-radaíocht** (β) agus **gáma-radaíocht** (γ) a thugtar orthu. Tá iseatóip radaighníomhacha áirithe ann a astaíonn cineál amháin radaíochta; tá iseatóip eile a astaíonn dhá chineál radaíochta agus iseatóip eile fós a astaíonn na trí chineál.



Fíor 30.8(A)



Fíor 30.8(B)

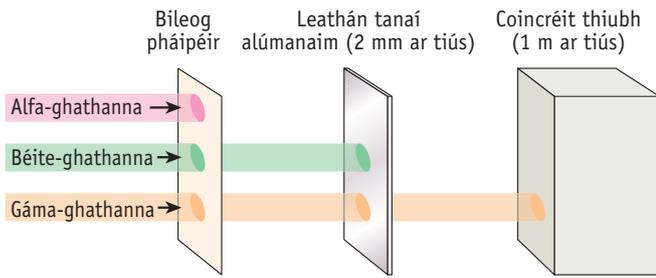
AN RADAIGHNÍOMHAÍOCHT

An **radaighníomhaíocht**, sin an díscaoileadh nó an meath a thagann ar núicléis d'adaimh áirithe nuair a astaítear radaíocht de chineál amháin nó níos mó.

FIANAISE THURGNAMHACH LEIS NA TRÍ CHINEÁL RADAÍOCHTA

SRAONADH I RÉIMSÍ LEICTREACHA NÓ MAIGNÉADACHA

Nuair a chuirtear léas caol radaíochta ó núicléis radaighníomhacha áirithe go hingearach trí réimse maignéadach (Fíor 30.8 (A)) nó trí réimse leictreach, faightear go scoilteann an léas ina thrí chuidí. Sraonann cuid díobh mar a shraonfadh cáithnín a mbeadh lucht deimhneach air (na α -ghathanna); sraonann cuid eile díobh mar a shraonfadh cáithnín a mbeadh lucht diultach air (na β -ghathanna); agus tá a thuilleadh díobh nach sraontar in aon chor iad (na γ -ghathanna).



Fíor 30.9

CUMHACHT TREÁITE

Tá an-difríocht idir chumhacht treáite na trí chineál radaíochta. Cuirfidh bileog pháipéir cosc ar chuid díobh (α -ghathanna). Cuirfidh leathán tanaí alúmanaim (cúpla mm ar tiús) cosc ar chuid eile (β -ghathanna), ach tá na gathanna eile (γ -ghathanna) an-treáiteach agus theastódh bloc tiubh luaidhe nó bloc coinchréite breis is méadar ar tiús chun stop a chur leo (Fíor 30.9).

CUMAS IANAITHÉ

Fuarthas go gcailleann leictreascóp luchtaithe a lucht de bharr radaíocht núicléach. Tá sé sin amhlaidh toisc go n-ianaíonn an radaíocht núicléach ábhar ar bith a ngabhann sí tríd i.e. leagann sí leictreoin de na hadaimh san ábhar ionas go gcruthaítear iain dheimhneacha. Fuarthas sa chás seo freisin go bhfuil cineál amháin radaíochta ann (α -ghathanna) a dhéanann neart ianaithé ionas go gcailleann an leictreascóp a lucht go tapa. Fuarthas go ndéanann radaíocht eile (β -ghathanna) ianú níos lú ionas go gcailleann an leictreascóp a lucht níos moille. Ní dheanann radaíocht de chineál eile fós (γ -ghathanna) ach fíor-bheagán ianaithé agus is ar éigean a bhíonn iarmhairt ar bith le feiceáil ar an leictreascóp luchtaithe.



TURGNAMH

CHUN CUMHACHT TREÁITE α -GHATHANNA, β -GHATHANNA AGUS γ -GHATHANNA A LÉIRIÚ

An Modh

- Socraigh an trealamh mar atá léirithe i bhFíor 30.10, ach ná bíodh an foinse socruithe ina háit go fóill. Cláraigh líon na mbíog a thugtar in imeacht dhá nóiméad agus ríomh an bíográta cúlrach ina bhíoga sa soicind.
- Socraigh foinse α -ghathanna thart ar 1 cm ón bheadán GM. Taifead líon na mbíog taobh istigh d'aon nóiméad amháin agus ríomh an bíográta. (Má tá radaíocht núicléach í láthair braitheann an feadán GM í, tá cuntas ar oibriú an fheadáin GM ar lch. 353)
- Cuir bileog pháipéir idir an foinse agus an feadán GM agus tomhais an bíográta. Beidh sé ag an mbíográta cúlrach arís.
- Bain amach an bhileog pháipéir go mall agus druid an feadán GM siar ón bhfoinse. De réir mar a dhéanann tú é sin titfidh líon na mbíog go dtí go bhfuil sé ag an mbíográta cúlrach arís.

An Chonclúid

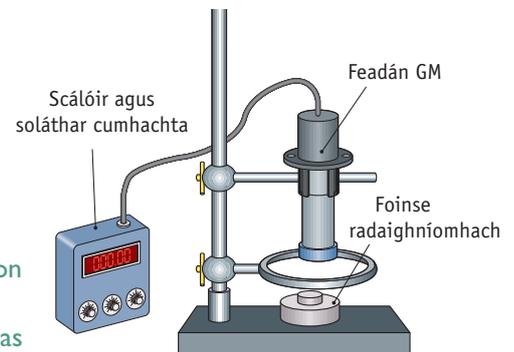
Cuirfidh bileog pháipéir nó cúpla cm d'aer cosc le α -ghathanna.

- Déan na céimeanna thuas arís agus foinse β -ghathanna in úsáid an uair seo. Bain úsáid as leathán alúmanaim agus as an pháipéar mar choscairí an uair seo.

Ní choisceann an bhileog pháipéir ná an t-aer na β -ghathanna, ach coiscfead iad le leathán alúmanaim cúpla mm ar tiús.

- Déan na céimeanna thuas arís agus foinse γ -ghathanna in úsáid.

Leathán luaidhe cúpla cm ar tiús a theastaíonn chun na γ -ghathanna a chosc go hiomlán.



Fíor 30.10



TURGNAMH

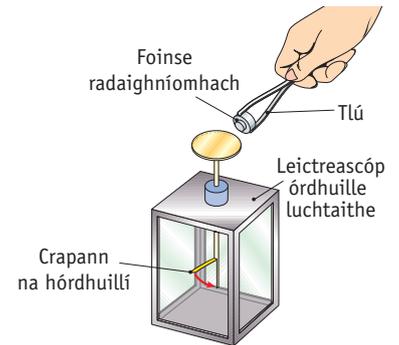
CHUN AN IARHAIRT IANAITHE NA RADAÍOCHTA NÚICLÉICHE A LÉIRIÚ

An Modh

- Luchtaigh leictreascóp. Ba chóir go bhfanfadh an lucht air go ceann cúpla nóiméad ar a laghad agus na duillí eisréimnithe.
- Tabhair foinse radaighníomhach in aice leis mar atá léirithe i bhFíor 30.11. Crapfaidh na duillí beagán i dtosach mar gheall ar an athrú toillis sa chóras.
- Crapfaidh na duillí go mall ansin toisc foinse radaighníomhach a bheith in aice leis.

Míniú

Ianaíonn an radaíocht na móilíní aeir atá os cionn chaipín an leictreascóip. Aomtar iain atá ar mhalairt lucht i dtreo an chaipín agus neodraíonn siad an lucht a bhí air. Crapann na duillí dá bharr.



Fíor 30.11

CÉN SÓRT IAD α -RADAÍOCHT, β -RADAÍOCHT AGUS γ -RADAÍOCHT



Núicléis ardluais héiliam a díbríodh as núicléis d'adamh radaighníomhacha, sin é atá san **alfa-radaíocht** (α).

Beartán de dhá phrótón agus dhá neodrón agus iad greamaithe dá chéile is ea núicléas héiliam (Fíor 30.12). **Alfa-cháithnín** a thugtar ar gach beartán díobh.



Leictreoin ardluais a díbríodh as núicléis d'adamh radaighníomhacha, sin é atá sa **bhéite-radaíocht** (β).

Béite-cháithnín a thugtar ar gach leictreon díobh.



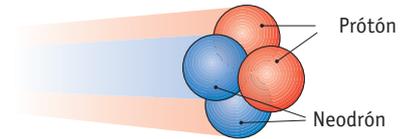
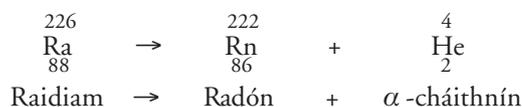
Is é atá sa **gháma-radaíocht** (γ), radaíocht leictreamaighnéadach ardmhinicíochta (ar mhinicíocht níos airde ná gnáth-X-ghathanna) a astaítear as núicléas adaimh radaighníomhaigh.

Gáma-ghathanna a thugtar ar an ngáma-radaíocht de ghnáth.

Athraíonn líon na bprótón sa núicléas nuair a astaíonn sé alfa-cháithnín nó béite-cháithnín, agus iompaíonn sé ina **núicléas difriúil** dá réir. Máthairnúicléas a thugtar ar an núicléas a astaíonn an cáithnín agus **macnúicléas** a thugtar ar an núicléas nua a chruthaítear. D'fhéadfadh macnúicléas a bheith radaighníomhach chomh maith.

ALFA-ASTÚ

Má astaíonn núicléas alfa-cháithnín (${}^4_2\text{He}$) baintear 2 dá uimhir adamhach (tá 2 phrótón cailte aige) agus baintear 4 dá mhaisuimhir (tá 2 phrótón agus 2 neodrón cailte aige). Dá réir sin, beidh an macnúicléas dhá ionad siar ón máthairnúicléas ar an tábla peiriadach, e.g.:



Fíor 30.12

Núicléas héiliam is ea α -cháithnín

Go ginearálta, maidir leis an alfa-astúchán:			
Máthair-núicléas	\rightarrow	Mac-núicléas	+ Alfa-cháithnín
A	\rightarrow	A-4	+ 4
X	\rightarrow	Y	+ He
Z	\rightarrow	Z-2	+ 2

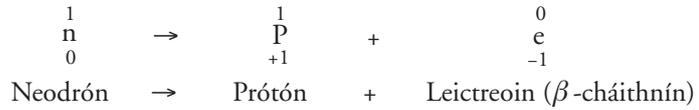
Fíor 30.13

Go ginearálta, maidir le béite-astúchán			
Máthair-núicléas	→	Mac-núicléas	+ Béite-cháithnín
$\begin{matrix} A \\ X \\ Z \end{matrix}$	→	$\begin{matrix} A \\ Y \\ Z+1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ e \\ -1 \end{matrix}$

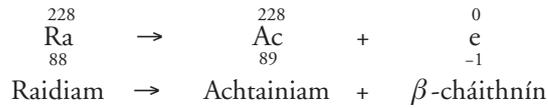
Fíor 30.14

BÉITE-ASTÚ

Nuair a astaíonn núicléas béite-chaithnín, scoilteann neodrón sa núicléas agus déantar prótón agus leictreon de. Fanann an prótón sa núicléas agus díbrítear an leictreon ar treoluas ard (β -cháithnín).



Ó tá mais an-bheag sa bhéite-chaithnín, is ar éigean atá aon athrú ar mhais an mháthairnúicléis. Ó tá prótón breise sa núicléas anois, tá **uimhir adamhach an mhacnúicléis 1 níos mó ná uimhir adamhach an mháthairnúicléis** agus beidh an macnúicléas ionad amháin ar ghaidh ón máthairnúicléas ar an tábla periodach, e.g.



GÁMA-GHATHANNA

Radaíocht leictreamaighnéadach ar mhínicíocht an-ard is ea gáma-ghathanna – ar mhínicíocht níos airde ná gnáth-X-ghathanna. Nuair a astaítear gáma-ghathanna as an núicléas fanann struchtúr an núicléis mar a bhí. Beidh fuinneamh cailte ag an núicléas áfach, agus beidh sé níos cobhsaí dá réir. As núicléas a bhfuil α -cháithnín nó β -cháithnín astaithe aige cheana féin a astaítear gáma-ghathanna de ghnáth.

Tá achoimre ar phríomh-airíonna na dtrí chineál radaíochta núicléiche i bhFíor 30.15.

	Nádúr	Cumas lanaithe	Cumhacht Treáite	Raon	Lucht	Mais choibhneasta	Sraonadh i réimsí leictreacha agus maighnéadacha
α -cháithnín	núicléas héiliam	An cumas is mó	An chumhacht is lú	Cúpla cm d’aer nó bileog thanaí pháipéir	+2	4	Mar cháithnín ar a mbeadh lucht +
β -cháithnín	leictreon	Níos lú ná alfa	Níos mó ná alfa	Cupla mm d’alúmanam	-1	» 0	Mar cháithnín ar a mbeadh lucht –
γ -ghathanna	radaíocht leictreamaighnéadach	An cumas is lú	An chumhacht is mó	A lán cm luaidhe Cúpla troigh coíncreíte			Gan sraonadh

Fíor 30.15

Fadhb 1: Cé mhéad prótón, neodrón agus leictreon atá i ngach ceann díobh seo a leanas?
 $\begin{matrix} 1 & 4 & 235 \\ H; & He; & U \\ 1 & 2 & 92 \end{matrix}$

Réiteach: Seasann an uimhir íochtarach (an uimhir adamhach) do líon na bprótón. Ós rud é go mbíonn gach adamh neodrach a bheag nó a mhór, is ionann an uimhir íochtarach agus líon na leictreon freisin.

Líon na neodrón = Maisuimhir – Uimhir adamhach. Dá réir sin:

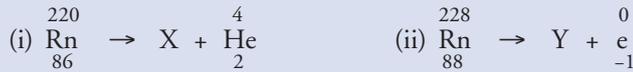
Maidir le Hidrigin: Líon na neodrón = 1 – 1 = 0 neodrón

Maidir le Héiliam: Líon na neodrón = 4 – 2 = 2 neodrón

Maidir le hÚráiniam: Líon na neodrón = 235 – 92 = 143 neodrón

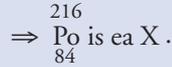
Fadhb 2:

Faigh X agus Y i ngach ceann de na cothromóidí núicléacha seo a leanas.

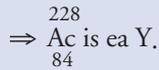


Réiteach:

(i) α -astúchán \Rightarrow baintear 4 den mhaisuimhir agus laghdaítear go dtí 216 í, agus baintear 2 den uimhir adamhach agus laghdaítear go dtí 84 í. Is é polóiniam (Po) an dúil darb uimhir adamhach 84 de réir thábla peiriadach na ndúl,

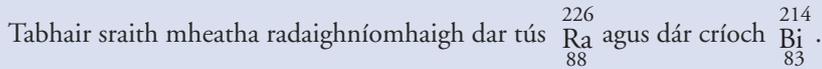


(ii) β -astúchán \Rightarrow fanann an mhaisuimhir mar a bhí agus cuirtear 1 leis an uimhir adamhach agus méadaítear go dtí 89 í, i.e. achainiam (Ac),



Fadhb 3:

Nuair a thagann meath radaighníomhach ar iseatóp is minic a bhíonn an macnúicléas radaighníomhach. Meathann sé sin freisin agus leanann an próiseas go dtí go gcruthaítear iseatóp cobhsaí. **Sraith mheatha radaighníomhaigh** a thugtar ar an tsraith iseatóp a bhíonn i gceist.



Cloígh le hiseatóip na ndúl a bhfuil na huimhreacha adamhacha 82, 84 agus 86 acu.

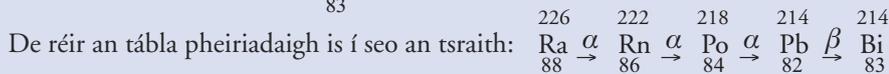
Réiteach:

Alfa-astú amháin a thugann laghdú ar an maisuimhir.

Laghdú ar an maisuimhir = $226 - 214 = 12 \Rightarrow$ astaítear 3 alfa-cháithnín

Astaítear 3 α -cháithnín \Rightarrow laghdú de 6 (i.e. 3×2) ar an uimhir adamhach, rud a thugann: $86 - 6 = 82$

Chun é sin a thiontú go dtí $\begin{matrix} 214 \\ 83 \end{matrix} \text{Bi}$ ní mór 1 a chur leis an uimhir adamhach, i.e. astaítear β -cháithnín amháin.



CLEACHTADH 30.1

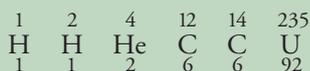
1. Cén t-ord méadaíochta a bheadh i dtrastomhas an adaimh thipiciúil? Cén t-ord méadaíochta a bheadh i dtrastomhas an núicléis thipiciúil?

Sainmhíneadh:

(i) uimhir adamhach (ii) maisuimhir.

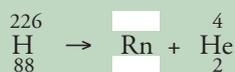
Cad is iseatóp ann?

2. Cé mhéad prótón, neodróin agus leictreón a bheadh in adamh neodrach de gach ceann díobh seo a leanas?

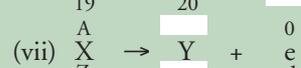
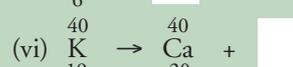
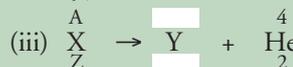
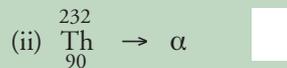
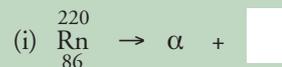


3. Más é Z an uimhir adamhach atá ag adamh agus más é A a mhaisuimhir, cé mhéad neodróin sa núicléas?

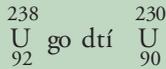
4. Meathann Raidiam go dtí Radón nuair a astaítear α -cháithnín. Comhlánaigh an t-imoibriú:



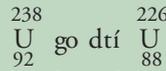
5. Comhlánaigh gach ceann de na cothromóidí núicléacha seo a leanas:



6. Ríomh an líon α -cháithníní agus an líon β -cháithníní a astaítear sa mheath seo a leanas:

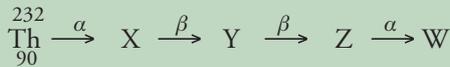


7. Ríomh an líon α -cháithníní agus an líon β -cháithníní a astaítear sa mheath seo a leanas:



8. Cum sraith mheatha radaighníomhaigh dar tús ${}_{92}^{238}\text{U}$ agus dar críoch ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ (cloígh le hadaimh an bhfuil na huimhreacha adamhacha 90, 91 agus 92 acu). (féach Foirmlí agus Táblaí, lch. 90).

9. Seo a leanas cuid den díscáoileadh radaighníomhach nádúrtha i gcás tóiriam (Th). Ainmnigh na dúile X, Y, Z agus W.



10. Fuarthas go raibh α -cháithníní á n-astú ag sampla de ghás radaighníomhach i gcoimeádán. Más radón-219 atá sna macnúicléis a chruthaítear, scríobh cothromóid a léiríonn an t-imoibriú atá ag tarlú sa choimeádán.

11. Is α -astaíre é Polóiniam-218. Scríobh cothromóid chun an meath sin a léiriú agus ainmnigh na táirgí a chruthaítear.

12. Astaíonn núicléas radaighníomhach 4 α -cháithnín agus 3 β -cháithnín. Cé na hathruithe a thagann ar a uimhir adamhach agus ar a mhaisuimhir?

13. Meathann raidiam-226 go dtí polóiniam-218 in dhá chéim, agus astaítear an cáithnín céanna i ngach céim. Ainmnigh an cáithnín sin agus breac cothromóid a léiríonn an próiseas.

AN tAONAD GNÍOMHAÍOCHTA
Is í an **bheicireil (Bq)** an t-aonad gníomhaíochta.
Is ionann 1 bheicireil agus 1 díscáoileadh radaighníomhach sa soicind.

GNÍOMHAÍOCHT NÚICLÉIS RADAIGHNÍOMHAIGH

An **ghníomhaíocht (A)**, sin an líon núicléas a mheathann sa soicind i sampla de shubstaint radaighníomhach. Is í an **bheicireil (Bq)** an t-aonad tomhais.

GNÍOMHAÍOCHT

Gníomhaíocht (A) substainte radaighníomhaí, sin an líon núicléas den tsubstaint sin a mheathann sa soicind.

DLÍ AN MHEATHA RADAIGHNÍOMHAIGH

Meathann núicléas ach ní féidir a thuar cé na núicléis is túisce a mheathfaidh i sampla d'ábhar radaighníomhach. Ní féidir a rá cathain a mheathfaidh núicléas ar leith ach oiread. **Próiseas randamach** atá sa mheath radaighníomhach. Toisc go meathann na núicléis go randamach, leanann uaidh sin go bhfuil líon na núicléas atá ag meath sa soicind ag meandar ar leith i gcomhréir dhíreach leis an líon díobh atá fós gan mheath ag an meandar sin. Samhlaigh sampla ina bhfuil 2 ghrám d'úrániam radaighníomhach gan mheath nuair is é 5×10^6 an líon núicléas atá ag meath sa soicind, dá mbeadh sampla 4 ghrám den ábhar céanna againn ansin bheadh 10×10^6 núicléas ag meath gach soicind.

DLÍ AN MHEATHA RADAIGHNÍOMHAIGH

Tá an líon núicléas atá ag meath sa soicind (i.e. an ghníomhaíocht) i gcomhréir dhíreach leis an líon núicléas gan mheath.

$$\text{i.e. Ráta Meatha} \propto N \Rightarrow \text{Ráta Meatha} = \lambda N$$

Nuair is é N an líon adamh atá gan mheath agus nuair is tairiseach é λ ar a dtugtar **tairiseach an mheatha radaighníomhach**, nó go simplí an **tairiseach meatha**, tabhair faoi deara:

- Go mbíonn luachanna difriúla ag λ d'iseatóip radaighníomhacha dhifriúla. Is tairiseach é λ d'iseatóip ar leith

- Ó tá $\lambda = \frac{\text{Ráta meatha}}{N}$, leanann uaidh sin gurb é an **t-aonad i gcás λ**

$$\frac{\text{An líon adamh sa soicind}}{\text{An líon adamh}} = \text{sa soicind} = \text{s}^{-1}$$

LEATHRÉ

Cuir i gcás go bhfuil 4 ghram d'iseatóp radaighníomhach againn ag meandar áirithe. Fan go meathann a leath. Cuir i gcás go dtógann sé am áirithe $T_{1/2}$ sula dtarlaíonn sé sin. 2 ghram atá fágtha gan mheath anois.

Fan arís go meathann leath an 2 ghram sin, i.e. go dtí nach mbeidh ach 1 ghram amháin fágtha gan mheath. Tógfaidh sé sin an fad ama céanna, $T_{1/2}$. Go ginearálta, is é an fad ama céanna a theastaíonn i gcónaí chun go meathfaidh leath na n-adamh atá fágtha gan mheath, agus é sin beag beann ar mhéid an tsampla. **Leathré** an iseatóip a thugtar ar an bhfad ama sin agus is é $T_{1/2}$ an tsiombail uirthi. Bíonn luach na leathré an-mhór ar leathréanna áirithe (5×10^5 bliain i gcás plútóiniam-242), luach beag ar leathréanna eile (54.5 soicind i gcás radóin-220), agus luach bídeach ar leathréanna eile fós (3×10^7 soicind i gcás polóiniam-212). Graf de líon na n-adamh gan mheath i gcoinne ama d'iseatóp radaighníomhach atá i bhFíor 30.16. Is é N_0 líon na n-adamh gan mheath ag am $t = 0$.

Ó tá an ráta meatha = λN , dá réir sin, má laghdaítear N faoi a leath in am ar leith laghdaíonn ar luach an ráta mheatha go dtí a leath san am céanna freisin.

Dá réir sin, laghdaíonn líon na n-adamh atá ag díscóileadh sa soicind faoi a leath in aon leathré amháin. Is é sin, laghdaíonn an ghníomhaíocht faoi a leath i leathré freisin.

Má bhreactar graf den ghníomhaíocht i gcoinne ama d'iseatóp radaighníomhach, breathnóidh sé an-chosuil leis an ngraf i bhFíor 30.16. Graf den chineál sin is ea Fíor 30.17.

AN COIBHNEAS IDIR LEATHRÉ AGUS AN TAIRISEACH MEATHA

Is féidir a chruthú go dtugtar an coibhneas idir leathré agus tairiseach meatha iseatóip radaighníomhaigh leis an gcothromóid seo a leanas:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad \text{i.e.} \quad T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$$

Ní gá a bheith in ann na foirmle seo a chruthú, ach meabhraigh iad agus bí in ann leas a bhaint astu. Tabhair faoi deara gur logartaim aiceanta a úsáidtear – **seachas logartaim ar bhonn 10**.

Is é sin: $\ln 2 = \log_e 2$

RADAÍOCHT NÚICLÉACH A BHRATH

Is féidir radaíocht núicléach a bhrath as a hiarmhairt ar dhamhna eile. Dhá chineál braiteoirí a bheidh faoi chaibidil anseo. Ceann díobh is ea **an feadán Geiger-Müller**, gaireas a bhraitheann an t-ianú a dhéanann an radaíocht. **Brathadóir soladstaide** a thugtar ar an gcineál eile, úsáideann sé na díseanna leictreon-poll a dhéantar nuair a bhuaileann radaíocht substaintí leathsheoltacha áirithe. Ní mór a bheith ar an eolas maidir le struchtúr agus feidhmiú brathadóira amháin díobh sin.

AN FEADÁN GEIGER-MÜLLER (GM)

Braitheann feadán GM go bhfuil radaighníomhacht i láthair as an ianú a dhéanann sí. Is féidir é a úsáid chun gníomhaíocht sampla radaighníomhaigh a thomhas freisin. Mar seo a leanas a fheidhmíonn an feadán GM (Fíor 30.18):

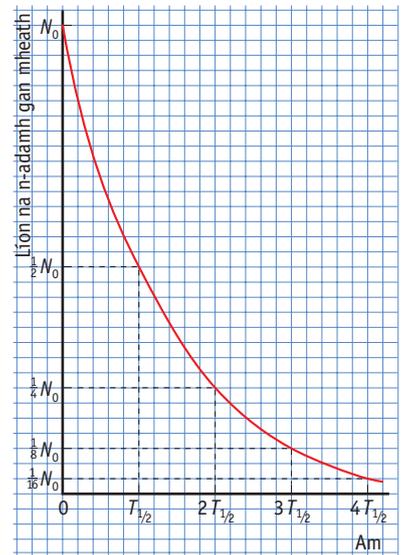
- Gabhann radaíocht tríd an bhfuinneog thanaí mhíoca agus isteach sa ghás argóin atá faoi lagbhrú.
- Ianaíonn sé roinnt de na hadaimh argóin ansin, rud a ghineann iain dheimhneacha argóin agus leictreoin a bhfuil lucht diúltach orthu.

LEATHRÉ

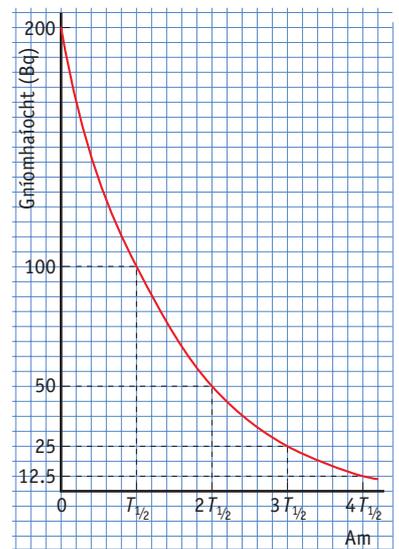
Leathré $T_{1/2}$ d'iseatóp radaighníomhach, sin an t-am a thógann sé go dtí go dtagann meath ar leath na n-adamh atá gan mheath.

LEATHRÉ

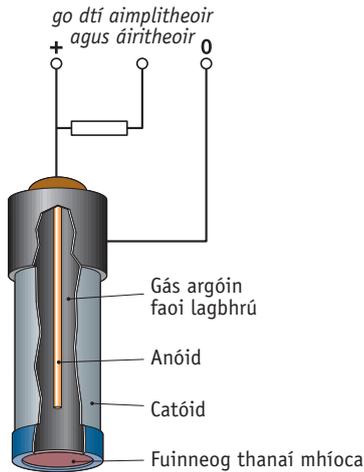
Leathré dúile radaighníomhaí, sin an t-am a thógann sé chun a gníomhaíocht a laghdú faoi a leath.



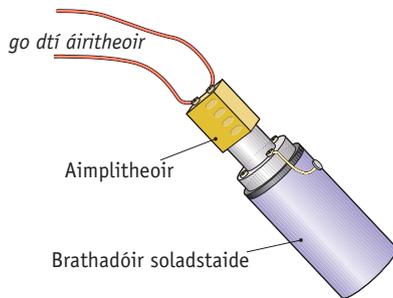
Fíor 30.16



Fíor 30.17



Fíor 30.18
Feadán GM.



Fíor 30.19
Brathadóir soladstaide.

- Cuirtear le luas na leictreon go mór sa réimse leictreach an-láidir atá gar don anóid sreinge. Gineann siad sin a thuilleadh ian agus leictreon trí imbhualladh faoi adaimh eile argóin. Gintear **maidhm leictreon** sa tslí sin.
- Sroicheadh na leictreoin an anóid agus sreabhann bíog shrutha sa chiorcad seachtrach.
- Is féidir líon na mbíog sin a chomhaireamh ar **áiritheoir leictreonach ar nós áiritheoir scálaithe** nó **rátamhéadar**.

AN BRATHADÓIR SOLADSTAIDE

Tá brathadóir soladstaide léirithe i bhFíor 30.19.

- Is é atá ann, cumar p-n cúl-laofa agus é nasctha le háiritheoir, ar nós scálóir nó rátamhéadar mar shampla.
- Nuair a bhuaileann radaíocht an ciseal ídithe, cruthaítear díseanna leictreon-poll ansin.
- Gluaiseann na hiompróirí lucht sin trasna an chisil ídithe faoi thionchar an voltais, ionas go gcruthaítear bíog shrutha.
- Aimplítear an bhíog shrutha sin sula seoltar go dtí an t-áiritheoir bíog í.

RADAÍOCHT SHAORGA

Is féidir formhór na n-iseatóp neamh-radaighníomhach (i.e. cobhsaí) a dhéanamh radaighníomhach ach iad a thuairgneáil le neodróin. Núicléis na n-adamh a ghabhann na neodróin. In imoibreoir núicléach a dhéantar é sin de ghnáth (lch. 360). **Iseatóip radaighníomhacha shaorga** a thugtar ar iseatóip dá leithéid. Sa tslí sin a chruthaítear an-chuid de na hiseatóip a úsáidtear i gcúrsaí leighis agus tionscail.

FEIDHMEANNA A BHAINTEAR AS RAIDISEATÓIP

ÍOMHÁU MÍOCHAIINE

Cuirtear cainníochtaí beaga d'iseatóip ghearrshaolacha i mball ar leith den cholainn. Is féidir íomhá den bhall a fheiceáil ón radaíocht a thugtar amach.

TEIRIPE LEIGHIS

Is túisce a mharafóinn an radaíocht cealla ailseacha ná cealla sláintiúla.

IONRADAÍOCHT AR BHIA

Is féidir gáma-ghathanna a úsáid chun bia a steiriliú.

RIANAIRÍ RADAIGHNÍOMHACHA

Úsáidtear raidiseatóip i gcúrsaí leighis agus talmhaíochta chun gluaiseacht substaintí éagsúla a rianú i ndamhna beo.

DÁTÚ CARBÓIN

Is féidir aois samplaí seandálaíochta a fháil amach ó ghníomhaíocht an iseatóip $^{14}_6\text{C}$ iontu.

SA TIONSCAL

Úsáidtear iad chun tiús réada a sheiceáil, chun féachaint cé chomh lán is atá soithí a sheiceáil agus chun sceitheadh a aimsiú agus chun é a fháil amach nuair atá comhpháirteanna caite.

BRATHADÓIRÍ DEATAIGH

I mbrathadóir ianúcháin deataigh ianaíonn foinse radaighníomhach an t-aer idir dhá leictreoid ionas gur féidir le sruth beag leictreach sreabhadh eatarthu. Má théann cáithníní deataigh isteach sa spás sin, greamaíonn siad de na móilíní ianaithe agus laghdaítear an sruth. Bíogann an laghdú srutha an t-aláram.

Fadhb 4: Is é 5 bliana an leathré atá ag iseatóp radaighníomhach. Cén codán den iseatóp a bheidh fágtha i gceann 20 bliain? Cén codán den sampla tosaigh a bheidh meata i gceann 20 bliain?

Réiteach: Tar éis 1 leathré i.e. 5 bliana tá $\frac{1}{2}$ an tsampla fágtha
 Tar éis 2 leathré i.e. 10 mbliana tá $\frac{1}{4}$ an tsampla fágtha
 Tar éis 3 leathré i.e. 15 bliana tá $\frac{1}{8}$ an tsampla fágtha
 Tar éis 4 leathré i.e. 20 bliain tá $\frac{1}{16}$ an tsampla fágtha
 \Rightarrow beidh $\frac{15}{16}$ den sampla tosaigh meata i gceann 20 bliain.

Fadhb 5: Is é 30 nóiméad an leathré atá ag iseatóp radaighníomhach áirithe.

- (i) Cé mhéad leathré in 4 uair an chloig?
- (ii) Cén codán a bheidh fágtha gan mheath tar éis 1.5 uair an chloig?
- (iii) Cén codán a bheidh meata in imeacht 3 uair an chloig?

Réiteach: (i) 4 uair an chloig = 8×30 nóiméad = 8 leathré.

An Líon leathréanna	Codán gan mheath	An líon leathré	Codán gan mheath
1	$\frac{1}{2}$	4	$\frac{1}{16}$
2	$\frac{1}{4}$	5	$\frac{1}{32}$
3	$\frac{1}{8}$	6	$\frac{1}{64}$

- (ii) 1.5 uair an chloig = 3 leathré $\Rightarrow \frac{1}{8}$ den sampla tosaigh fágtha
 - (iii) 3 uair an chloig = 6 leathré $\Rightarrow \frac{1}{64}$ den sampla fágtha $\Rightarrow \frac{63}{64}$ den sampla meata.
- Tabhair faoi deara: tar éis n leathré bíonn $\frac{1}{2^n}$ den sampla tosaigh fágtha.

Fadhb 6: Laghdaíonn gníomhaíocht sampla d'iseatóp radaighníomhach go dtí $\frac{1}{32}$ dá luach tosaigh i gceann 250 bliain. Cad í leathré an iseatóip?

Réiteach: $\frac{1}{2^n} = \frac{1}{32} \Rightarrow 2^n = 32$ i.e. $2^n = 2^5 \Rightarrow n = 5$
 i.e. 250 bliain = 5 leathré \Rightarrow leathré = 50 bliain.

Fadhb 7: Meathann an t-iseatóp $^{90}_{38}\text{Sr}$ trí bhéite-astú agus is é $8 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$ a thairiseach meatha. Ríomh líon na n-adamh atá i sampla den iseatóp sin a astaíonn 2.4×10^4 béite-cháithníní sa soicind.

Réiteach: Ráta meatha = $\lambda N \Rightarrow N = \frac{\text{Ráta meatha}}{\lambda}$
 i.e. An líon cáithníní atá i láthair = $\frac{(2.4 \times 10^4)}{8 \times 10^{-10}} = 3 \times 10^{13}$ béite-cháithníní.

Fadhb 8: Is é 10 n-uair an chloig an leathré atá ag iseatóp radaighníomhach. Cén tairiseach meatha atá aige?

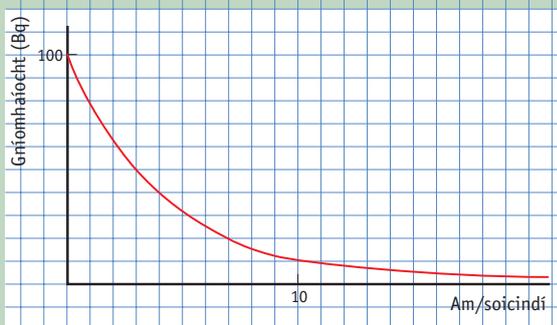
Réiteach: $T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{(0.693)}{(10)(60)(60)}$ i.e. $\lambda = 1.925 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$

Fadhb 9: Is é 8×10^8 bliain an leathré atá ag U 235, alfa-astaíre. Aimsigh líon na n-alfa-cháithníní a astaítear sa soicind as sampla ina bhfuil 2.6×10^{24} adamh.

Réiteach: 8×10^8 bliain = $(8 \times 10^8)(365)(24)(60)(60) \text{ s} = 2.5228 \times 10^{16} \text{ s}$
 $T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{(0.693)}{2.5228 \times 10^{16}} = 2.7469 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1}$
 (An líon cáithníní a astaítear sa soicind) = Ráta meatha = $\lambda N = (2.7469 \times 10^{-17})(2.6 \times 10^{24}) = 7.1 \times 10^7$

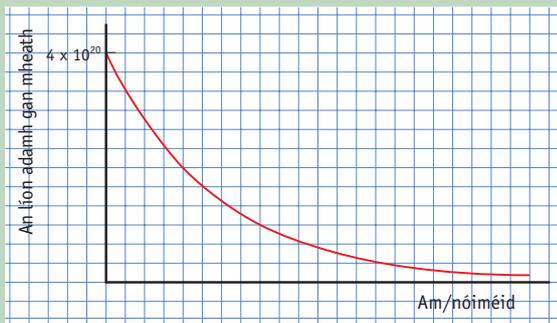
CLEACHTADH 30.2

- Graf de ghníomhaíocht iseatóip radaighníomhaigh agus é breactha i gcoinne ama atá i bhFíor 30.20. Aimsigh leathré an iseatóip ón ngraf.



Fíor 30.20

- Graf de líon na n-adamh gan mheath in iseatóp radaighníomhach breactha i gcoinne ama. Aimsigh leathré an iseatóip ón ngraf.



Fíor 30.21

- Is é 3 bliana an leathré atá ag iseatóp radaighníomhach áirithe. Cén codán den iseatóp atá fágtha gan mheath tar éis:
 - 3 bliana,
 - 6 bliana,
 - 9 mbliana?
- Is é 10 mbliana an leathré atá ag iseatóp radaighníomhach. Cén codán de a bheidh fágtha gan mheath i gceann 40 bliain? Cén codán de a mheathann sa tréimhse sin?
- Is é 20 nóiméad an leathré atá ag iseatóp áirithe.
 - Cé mhéad leathré atá in 5 uair an chloig?
 - Cén codán a bheidh fágtha gan mheath i gceann 3 uair an chloig?
 - Cén codán de a mheathann in imeacht 40 nóiméad?
 - Cén codán a bheidh fágtha gan mheath i gceann n leathré?

- Is é 120 s an leathré atá ag iseatóp radaighníomhach. Ríomh an tairiseach meatha atá aige.
- Is é 5.5 nóiméad an leathré atá ag iseatóp radaighníomhach. Ríomh an tairiseach meatha atá aige.
- Is é 2.4 bliain an leathré atá ag iseatóp radaighníomhach. Ríomh an tairiseach meatha atá aige.
- Is é $5 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$ an tairiseach meatha atá ag iseatóp radaighníomhach. Aimsigh an leathré atá aige.
- Is é $2 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ an tairiseach meatha atá ag iseatóp radaighníomhach. Aimsigh a leathré.
- Is é $9.627 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ an tairiseach meatha atá ag iseatóp radaighníomhach áirithe. Cén codán a bheidh fágtha gan mheath i gceann 6 uair an chloig?
- Is é $8 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$ an tairiseach meatha atá ag iseatóp radaighníomhach áirithe. Tarlaíonn 3×10^3 díscáoil sa soicind i sampla den iseatóp sin. Cad é an líon adamh gan mheath sa sampla?
- Tá 2×10^{15} adamh gan mheath ag alfa-astaíre ag meandar áirithe. Má tá $\lambda = 8 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, aimsigh an ghníomhaíocht (i.e. an líon adamh a mheathann sa soicind) ag an meandar sin.
- Tá 6×10^{20} adamh gan mheath i sampla de bhéite-astaíre ag meandar áirithe. Más é 4 nóiméad a leathré, aimsigh a ghníomhaíocht ag an meandar sin.
- Is é 8×10^{18} bliain an leathré atá ag U 235, alfa-astaíre. Aimsigh an líon alfa-cháithníní a astaítear sa soicind as sampla ina bhfuil 6.2×10^{16} adamh U 235.
- Má tá 2.6×10^{21} núicléas i sampla de raidiam-226 agus má astaíonn sé 3.5×10^{10} cáithnín sa soicind, ríomh:
 - an tairiseach meatha agus
 - leathré raidiam-226.

MAIS ADAMHACH

Is é an t-adamh hidrigine an t-adamh is simplí (níl ach prótón amháin ina núicléas), agus bhain eolaithe feidhm as mais adamh amháin hidrigine mar aonad maise dá bharr. Sloinneadh mais adamh eile i gcoibhneas le mais hidrigine. Ó tá ocht bprótón agus ocht neodrón ag adamh ocsaigine, tá a sé oiread déag níos mó maise aige ná mar atá ag adamh hidrigine dá réir sin. Ar an gcuma chéanna, is é 12 an neasmhais adamhach choibhneasta atá ag carbón-12 ($^{12}_6\text{C}$). Ó tá an mhais chéanna ag prótón is atá ag neodrón a bheag nó a mhór, bíonn mais adamhach choibhneasta dúile cothrom lena maisuimhir, a bheag nó a mhór.

AN tAONAD MAISE ADAMHAÍ AONTAITHE

Rinne na heolaithe athrú beag ar mhéid an aonaid mhaise adamhaí coibhneasta sa bhliain 1960. Ghlac siad le $\frac{1}{12}$ de mhais $^{12}_6\text{C}$ mar aonad nua don mhais adamhach. **An t-aonad maise adamhaí aontaithe (u)** a thugtar ar an aonad nua sin.

AN MÓL



AN MÓL

Mól substainte, sin an méid den tsubstaint sin ina bhfuil an uimhir chéanna cáithníní is atá d'adamh in 12 ghram go baileach de $^{12}_6\text{C}$. Is é 6.02×10^{23} an uimhir sin. **Uimhir Avogadro** a thugtar uirthi.

Dá réir sin: 6.02×10^{23} leictreon is ea mól leictreon,
 6.02×10^{23} adamh Iarainn is ea mól d'adamh iarainn.



Fíric Thábhachtach:

Is é 6.02×10^{23} adamh an mhais adamhach i ndúil ar bith agus í sloinnte ina gram.

Is féidir an líon adamh i mais dúile a aimsiú leis an bhfíric sin, nó an mhais, ina gram, de líon ar bith d'adamh dúile.

Fadhb 10:	Cé mhéad adamh atá in 10 kg de luaidhe-207, ($^{207}_{82}\text{Pb}$)?
Réiteach:	<p>Mais adamhach $^{207}_{82}\text{Pb} = 207 \Rightarrow$ tá 6.02×10^{23} adamh in 207 gram de $^{207}_{82}\text{Pb}$</p> <p>\Rightarrow tá $\frac{6.02 \times 10^{23}}{207}$ adamh in 1 ghram de $^{207}_{82}\text{Pb}$</p> <p>\Rightarrow tá $\frac{(10\ 000)(6.02 \times 10^{23})}{207} = 2.9 \times 10^{25}$ adamh in 10 kg de $^{207}_{82}\text{Pb}$</p>
Fadhb 11:	Is é $2.75 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1}$ an tairiseach meatha ag U-235, alfa-astaíre. Aimsigh an líon alfa-cháithníní a astaítear sa soicind as sampla 1 kg den tsubstaint sin.
Réiteach:	<p>Tá 6.02×10^{23} adamh in 235 ghram de $^{235}_{92}\text{U} \Rightarrow$ tá $\frac{(6.02 \times 10^{23})}{235}$ adamh in 1 ghram de $^{235}_{92}\text{U}$</p> <p>\Rightarrow tá $\frac{(1000)(6.02 \times 10^{23})}{235}$ adamh in 1 kg de $^{235}_{92}\text{U} = 2.56 \times 10^{24}$ adamh.</p> <p>An ráta meatha = $\lambda N \Rightarrow$ An líon α-cháithníní a astaítear sa soicind</p> <p>= $\lambda N = (2.75 \times 10^{-17})(2.56 \times 10^{24}) = 7 \times 10^7$</p>

CLEACHTADH 30.3

Glac leis go bhfuil tairiseach Avogadro = 6.02×10^{23} mól⁻¹

1. Cé mhéad adamh atá in 2 kg copair? Tá 1 mhól copair = 64 gram.
2. Cé mhéad adamh atá in 35 mg de Po-218? Tá 1 mhól Po-218 = 218 gram.
3. Tá mais 2.4 mg i sampla de Po-218, α -astaíre. Ríomh an líon α -cháithníní a astaítear as an sampla sa soicind más é 3.1 nóiméad a leathré.
4. Substaint radaighníomhach áirithe dar leathré 22 uair an chloig, is leis an α -astú a mheathann sí. Faightear ag am áirithe go bhfuil sampla den tsubstaint ag astú 150 α -cháithnín sa soicind. Má tá mais 228 gram i mól amháin den tsubstaint, ríomh mais iomlán na substainte.



LIOSTA SEICEÁLA NA CAIBIDLE

- **Tabhair:** Na trí chineál radaíochta núicléiche; Nadúr agus airíonna na α -radaíochta, na β -radaíochta, agus na γ -radaíochta; Aonad gníomhaíochta foinse radaighníomhaí, Dlí an Mheatha Radaighníomhaigh; An t-aonad ina dtomhaistear an tairiseach meatha.
- **Oibrigh amach** an macnúicléas a chruthaítear nuair a thagann α -mheath, β -mheath nó γ -mheath ar núicléas áirithe.
- **Sainmhínigh:** Speictream astúcháin; Leibhéal fuinnimh; Uimhir adamhach; Maisuimhir; An radaighníomhaíocht; Gníomhaíocht foinse radaighníomhaí; An bheicireil; Leathré; An tairiseach meatha.
- **Le Meabhrú:** Prionsabal Thurgnamh Rutherford agus an chonclúid a leanann uaidh; Solaid nó leachtanna gealbhruthacha a ghineann speictrim leanúnacha, agus ní bhaineann siad go sainiúil leis an ábhar a thugann iad; Táirgeann gás dúile línespeictream a bhaineann go sainiúil leis an dúil a ghineann é; Is féidir mionchainníochtaí substainte a aithint as speictrim.
- **Cuir síos** ar na nithe seo: Suíomh an phrótóin, an leictreoin agus an neodróin san adamh; An prionsabal ar a bhfeidhmíonn brathadóir radaíocht ianaíoch; Sraonadh α -ghathanna, β -ghathanna agus γ -ghathanna i réimsí leictreacha agus i réimsí maighnéadacha.
- **Mínigh:** línespeictrim i dtéarmaí leictreoin a bheith ag aistriú idir léibhéil dhifriúla fuinnimh.
- **Cuir síos ar thurgnamh:** Chun speictrim leanúnacha agus línespeictrim a léiriú; Chun an t-ianú a léiriú a tháirgeann α -radaíocht, β -radaíocht agus γ -radaíocht agus chun a gcumhacht treáite a léiriú; Chun an feadán G-M nó an brathadóir soladstaide a léiriú.
- **Meabhraigh** agus bain úsáid as na foirmlí:

$$\text{Líon na neodróin} = A - Z; \quad hf = E_2 - E_1$$

$$\text{Ráta Meatha} = \lambda N; \quad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$
- **Liostaigh** sé fheidhm a bhaintear as iseatóip radaighníomhacha.

Eamhnú, Comhleá agus Fuinneamh Núicléach

31

CAIBIDIL

EAMHNÚ NÚICLÉACH

Sa bhliain 1939, fuair na heolaithe Hahn agus Strassmann amach go dtarlaíonn imoibriú núicléach de chineál nua nuair a dhéantar úráiniam a thuairgneáil le neodróin. **Eamhnú núicléach** a thugadar ar imoibriú dá leithéid. Núicléas mór a scoilteadh ina dhá núicléas níos lú atá ar cóimhéid lena chéile, a bheag nó a mhór, sin **eamhnú núicléach**.

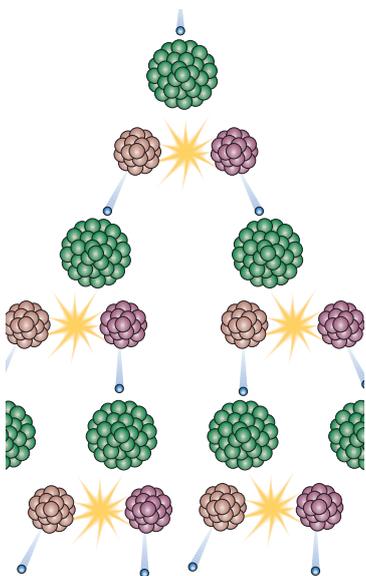
- Chun eamhnú a spreagadh i núicléas mór déantar é a **thuairgneáil le neodróin**. Is iad na neodróin a spreagann an t-imoibriú.
- **Tugtar amach cainníochtaí fuinnimh an-mhór** san eamhnú, tuairim is 200 MeV an núicléas.
- **Déantar breis neodrón** san imoibriú eamhnach. Féadfaidh eamhnú breise tarlú dá mbarr.

EAMHNÚ ÚRÁINIAM

Meascán de dhá phríomhiseatóp a bhíonn san úráiniam nádúrtha, sin ^{235}U (0.7%) agus ^{238}U (99.3%).

ÚRÁINIAM 235

Má dhéantar ^{235}U a thuairgneáil le mearneodrón nó le mallneodrón eamhnaíonn sé. Is túisce a tharlóidh eamhnú i gcás ^{235}U nuair is mallneodrón atá i gceist, i.e. neodróin a ghluaiseann le fuinnimh chinéiteacha atá cothrom le meánfhuinneamh cinéiteach na n-adamh mórthimpeall orthu (ar a dtugtar **neodrón theirmeacha**). Ní hionann go baileach an dá núicléas a chruthaítear san eamhnú ó eamhnú go chéile, ach bíonn na maiseanna céanna iontu a bheag nó a mhór. Tá imoibriú tipiciúil léirithe i bhFíor 31.1.

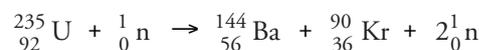
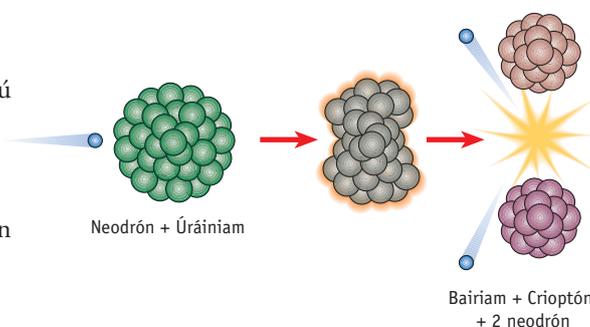


Fíor 31.2
Imoibriú slabhrúil eamhnach in ^{235}U .

Bloghanna eamhnaithe a thugtar ar na táirgí a chruthaítear san eamhnú. Is é an fuinneamh cinéiteach sna bloghanna eamhnaithe a fhaigheann an chuid is mó den fhuinneamh a scaoiltear san eamhnú. Bloghanna radaighníomhacha iad na bloghanna eamhnaithe go minic. Is mearneodrón iad na neodróin a scaoiltear agus féadfaidh siad sin eamhnú breise a spreagadh. Má éiríonn le neodrón amháin ar a laghad as gach adamh a ndéantar eamhnú air eamhnú breise a spreagadh, sin **imoibriú slabhrúil** (Fíor 31.2). Éalaíonn roinnt mhaith neodrón i sampla beag d'ábhar ineamhnaithe, agus ní bhíonn siad ar fáil don eamhnú a thuilleadh. Má mhéadaítear méid an tsampla, áfach, sroichte méid, ar a dtugtar **an méid criticiúil**, ag a dtarlóidh imoibriú slabhrúil. I gcás ^{235}U , bheadh méid liathróid leadóige i gceist, sin mais thart ar 10 kg. Spreagann mearneodrón agus mallneodrón araon eamhnú i gcas Phlútóiniam-239 (^{239}Pu) chomh maith. **Ábhar eamhnach** is ea ^{239}Pu agus ^{235}U .

EAMHNÚ NÚICLÉACH

Núicléas mór a scoilteadh ina dhá núicléas níos lú atá ar cóimhéid lena chéile a bheag nó a mhór, sin **eamhnú núicléach**.



Fíor 31.1
Eamhnú núicléach.



BUAMA ADAMHACH (BUAMA EAMHNACH)

Sa bhuama eamhnach tugtar le chéile go han-tobann ar a laghad dhá phíosa d'ábhar eamhnach ina bhfuil mais fhochriticiúil. Tarlaíonn imoibriú slabhrúil neamhrialaithe dá bharr agus scaoiltear amach méid ollmhór fuinnimh (Fig.31.1). Plútóiniam-239 nó úráiniam-235 an t-ábhar a úsáidtear.

Fíor 31.3

An léirscrios a rinneadh in Hiroshima.

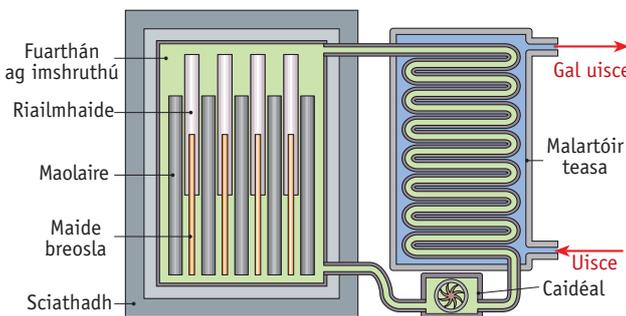
AN tIMOIBREOIR NÚICLÉACH (IMOIBREOIR EAMHNACH)

Scaoiltear an fuinneamh núicléach in imoibreoir núicléach ar ráta mall inrialaithe. Úsáidtear an fuinneamh sin chun tuirbín a thiomáint agus leictreachas a ghiniúint.

AN tIMOIBREOIR NÚICLÉACH TEIRMEACH

Is féidir a léiriú le turgnaimh go n-ionsúnn ^{238}U mearneodrón agus nach dtarlaíonn eamhnú dá bharr. Ní ionsúnn sé ach beagán mallneodrón. Má dhéantar eamhnú ar iseatóp ^{235}U i sampla d'úráiniam nádúrtha, is mearneodróin iad na neodróin a dhéantar. Ós rud é gurb é ^{238}U atá i bhformhór na n-adamh in úráiniam nádúrtha, éiríonn leis an ^{238}U na neodróin a ghabháil ionas nach ndéanann siad aon eamhnú breise san ^{235}U . Ní tharlóidh imoibriú slabhrúil in úráiniam íon dá réir sin. **Dá ndéanfaí na neodróin a mhoilliú, áfach, spreagfaidís eamhnú breise san ^{235}U seachas a bheith gafa ag an ^{238}U .**

Dá réir sin, is féidir imoibriú slabhrúil a chur ag tarlú i sampla d'úráiniam nádúrtha ach an sampla a bheith sách mór. Sin é a tharlaíonn san imoibreoir teirmeach (Fig.31.4). Mar seo a leanas a fheidhmíonn imoibreoir dá leithéid:



Fíor 31.4

Imoibreoir núicléach.

- Úráiniam nádúrtha nó úráiniam atá saibhrithe beagán le ^{235}U a úsáidtear mar **bhreosla**.
- Graifít nó uisce trom (D_2O) a úsáidtear mar **mhaolaire**. Moillíonn sé na neodróin ionas go spreagfaidís eamhnú breise san ^{235}U seachas iad a bheith á n-ionsú ag an ^{238}U . (Imbhuaileann na neodróin faoi núicléis na n-adamh sa mhaolaire, rud a mhoillíonn iad).
- As cruach ina bhfuil caidmiam nó bórón a dhéantar na **riailmhaidí** de ghnáth. Ionsúnn siad neodróin. Moillíonn siad an t-imoibriú nuair a chuirtear isteach i gcroíleacán an imoibreora iad. Stopann siad an t-imoibriú nuair a ionsáitear go hiomlán iad. Méadaíonn ar ráta an imoibrithe de réir mar a tharraingítear amach iad.

- Bíonn na bloghanna eamhnacha an-radaighníomhach ar fad ach ní ligfidh an **sciathadh** do radaíocht ar bith éalú amach.
- Iompraíonn an **fuarthán** teas ón gcroíleacán go dtí an malartóir teasa.
- Úsáideann an **malartóir teasa** an teas chun gal uisce a ghiniúint. Tiomáineann an ghal uisce tuirbín agus gintear leictreachas.

IARMAIRT NA NÍMOIBREOIRÍ EAMHNACHA AR AN TIMPEALLACHT

- **Mianodóireacht mian Úráiniam.** Scaoiltear gás radóin nuair a bhítear ag tochailt i gcomhair mian Úráiniam. Tugann an radón ailse scamhóg do na mianadóirí. D'fhéadfadh ábhar radaighníomhach a bheith sa limistéar timpeall an mhianaigh.
- **An t-ábhar radaighníomhach a choimeád laistigh den imoibreoír.** Tharla timpistí in imoibreoírí nuair a scaoileadh radaighníomhaíocht amach san atmaisféar nó nuair a sceith ábhar amach as an gcóras fuaraithe. Is annamh a tharlaíonn drochthimpiste, ach bheadh sé tubaisteach amach is amach dá scaoilfí cainníochtaí móra radaighníomhaíochta amach san atmaisféar, mar a tharla i Searnóbail in 1986.
- **Athphróiseáil núicléach: Na maidí breosla a bhaint amach agus a chóireáil.** Baintear na maidí breosla amach as an gcroileacán agus cuirtear i linn fuaraithe iad chun iad a fhuarú. Tugtar go dtí stáisiún athphróiseála ansin iad chun an t-úráiniam agus an plútóiniam a scaradh ó na heamhnáin. Bíonn sé achrannach an t-ábhar seo a iompar.
- **Dramhaíl radaighníomhach.** Ní mór na fuíolltáirgí a stóráil go slán sábháilte go ceann i bhfad, údar inní do na glúnta a thioctaidh inár ndiaidh.

COMHLEÁ NÚICLÉACH

Bíonn imoibriú núicléach de chineál eile i gceist nuair a nascar dhá núicléas bheaga le chéile chun núicléas níos mó a dhéanamh. **Comhleá núicléach** a thugtar ar imoibriú dá leithéid. Sampla tábhachtach, déantar Héiliam nuair a chomhleánn dhá adamh de hidrigin throm (Deoitéiriam):



Sampla eile is ea comhleá deoitéiriam agus tritiam:



- Ní tharlaíonn comhleá ach amháin nuair a bhrúitear an dá núicléas atá ag imoibriú le chéile le fórsa atá sách láidir chun an t-éradh coulomb eatarthu a shárú. Chun é sin a dhéanamh is gá na núicléas a théamh go dtí teochtaí rí-ard, níos airde ná 10^8 K de ghnáth.
- Scaoiltear fuinneamh nuair a thosaíonn an comhleá, rud a chuidíonn leis an imoibriú a choinneáil ar siúl.
- In ainneoin go bhfuil tréan-iarrachtaí á ndéanamh, níor éirigh le héinne fós imoibriú comhleá rialaithe marthanach a chur ar siúl.
- Ar an imoibriú comhleá neamhrialaithe atá an buama hidrigne bunaithe. Buama beag eamhnach a phléascann i ndeoitéiriam faoi deara na teochtaí arda tosaigh.
- Is é an comhleá núicléach a tharlaíonn laistigh den Ghrian an phríomhfhoinsé fuinnimh atá ag aici. Comhleánn hidrigin i sraith imoibrithe, gintear héiliam agus scaoiltear fuinneamh sa phróiseas.



COMHLEÁ NÚICLÉACH

Nuair a nascann dhá núicléas bheaga le chéile chun núicléas níos mó a dhéanamh, sin **comhleá núicléach**.

AN COMHLEÁ SEACHAS AN tEAMHNÚ MAR FHOINSE CUMHACHTA

- Táirgtear níos lú dramhaíola radaighníomhaí leis an gcomhleá.
- Ní fhéadfadh imoibriú éalaitheach neamhrialaithe tarlú.
- Tá deoitéiriam, an breosla, le fáil go flúirseach sna haigéin agus ní chosnaíonn sé mórán é a asbhaint.

AN CHOIBHÉIS MAISE AGUS FUINNIMH

I dTeoiric Speisialta na Coibhneasachta sa bhliain 1905, mhol Einstein gur cineál fuinnimh atá sa mhais, agus nach cainníochtaí neamhspleácha iad an mhais agus an fuinneamh ach go bhfuil siad gaolmhar le cheile. Ina theannta sin, dúirt Einstein gur féidir mais a thiontú ina fuinneamh, agus fuinneamh a thiontú ina mhais. Má chuirtear roinnt ocsaigine agus peitрил i gcoimeádán atá séalaithe go hiomlán agus má dhóitear iad, scaoilfear fuinneamh. Má ligtear don choimeádán fuarú, imeoidh an fuinneamh sin as an gcoimeádán. Dar le hEinstein, chaithfeadh laghdú teacht ar mhais an choimeádáin agus a raibh istigh ann chun an cailteanas fuinnimh sin a mhíniú. Is cailteanas maise an-bheag ar fad atá i gceist, áfach. Is féidir an cailteanas a ríomh leis an bhfoirmle cháiliúil:

$$E = mc^2$$

Athrú Fuinnimh = Athrú Maise × (Luas an tSolais)²

Ós rud go bhfuil luach c , luas an tsolais, chomh mór sin, scaoiltear cainníocht ollmhór fuinnimh le laghdú beag bídeach ar an mais. Bíonn na hathruithe maise a tharlaíonn sna gnáthimoibrithe fisiceacha agus ceimiceacha (peitreal a dhó, mar shampla) chomh beag sin nach féidir iad a bhrath. Ní hamhlaidh atá an scéal maidir le himoibrithe núicléacha: meastar nár tiontaíodh ach thart ar 1 gram de dhamhna ina fuinneamh sa bhuama adamhach a scaoileadh ar Hiroshima in 1945.

NÓTA

Ina cileagramaigh a thugtar an mhais agus an fhoirmle $E = mc^2$ in úsáid.

Fadhb 1:

Scaoiltear 350 000 000 J fuinnimh nuair a dhóitear 10 lítear peitрил go hiomlán in aer. Aimsigh an laghdú maise.

Réiteach:

$$E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{350\,000\,000}{(3 \times 10^8)^2} = 3.9 \times 10^{-9} \text{ kg}$$

Mais an-bheag í seo agus ní fhéadfaí í a thomhas ar aon mhéara atá ann faoi láthair.

Fadhb 2:

Cén mhais a scaipeann bolgán 100 vata in aon bhliain amháin?

Réiteach:

$$1 \text{ bhliain} = (365)(24)(60)(60) \text{ soicind} = 3.15 \times 10^7 \text{ s.}$$

$$\text{An fuinneamh a scaoiltear in 1 bhliain} = \text{cumhacht} \times \text{am} = (100)(3.15 \times 10^7) = 3.15 \times 10^9 \text{ giúl}$$

$$E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{3.15 \times 10^9}{(3 \times 10^8)^2} = 3.5 \times 10^{-8} \text{ kg}$$

Fadhb 3:

Tagann laghdú 4×10^6 kg ar mhais na Gréine gach soicind leis an radaíocht leictreamaighnéadach a bhíonn á hastú (solas na Gréine). Cén fuinneamh a astaíonn an Ghrian i bhfoirm radaíocht leictreamaighnéadach sa soicind?

Réiteach:

$$E = mc^2 = (4 \times 10^6)(3 \times 10^8)^2 = 3.6 \times 10^{23} \text{ giúl sa soicind.}$$

IMCHOIMEÁD MAISFUINNIMH IN IMOIBRITHE NÚICLÉACHA

Athruithe fuinnimh i bhfad níos mó a tharlaíonn in imoibrithe núicléacha agus is féidir iad a bhrath. Is minic difríocht shuntasach idir mais na dtáirgí agus mais na n-imoibreán in imoibriú núicléach. Tugtar amach, nó tógtar isteach fuinneamh san imoibriú arb ionann é agus an t-athrú maise.

Mais na dtáirgí > Mais na n-imoibreán \Rightarrow Ní mór fuinneamh a sholáthar
 Mais na n-imoibreán > Mais na dtáirgí \Rightarrow Tugtar fuinneamh amach.

I bhfoirm fuinneamh cinéiteach na dtáirgí, nó i bhfoirm gáma-ghathanna nó an dá rud, a bhíonn an fuinneamh a scaoiltear.

Fadhb 4: Is é 5×10^{-30} kg an difríocht mhaise idir na himoibreáin agus na táirgí in imoibriú núicléach. Is mó é mais na n-imoibreán. Ríomh an fuinneamh a scaoiltear san imoibriú sin.

Réiteach: $E = mc^2 = (5 \times 10^{-30})(3 \times 10^8)^2 = 4.5 \times 10^{-13}$ J

Fadhb 5: Déantar litiam a thuairgneáil le prótón agus táirgtear dhá alfa-cháithnín. Cén fuinneamh a scaoiltear san imoibriú sin? Tabhair do fhreagra i ngiúil agus in MeV. Mais $1.165\,007 \times 10^{-26}$ kg atá i núicléas litiam, mais $1.673\,493 \times 10^{-27}$ kg atá i bprótón agus mais $6.646\,322 \times 10^{-27}$ kg atá in alfa-cháithnín.

Réiteach: Seo a leanas an t-imoibriú: ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} + \text{Fuinneamh}$

Mais iomlán na n-imoibreán $= 1.165\,007 \times 10^{-26}$ kg + $1.673\,493 \times 10^{-27}$ kg
 $= 1.322\,356 \times 10^{-26}$ kg

Mais iomlán na dtáirgí $= 2 \times 6.646\,322 \times 10^{-27}$ kg $= 1.329\,264 \times 10^{-26}$ kg

Laghdú maise $= 1.322\,356 \times 10^{-26} - 1.329\,264 \times 10^{-26} = 3.092 \times 10^{-29}$ kg

An fuinneamh a scaoiltear $E = mc^2 = (3.092 \times 10^{-29})(3 \times 10^8)^2 = 2.7828 \times 10^{-12}$ J

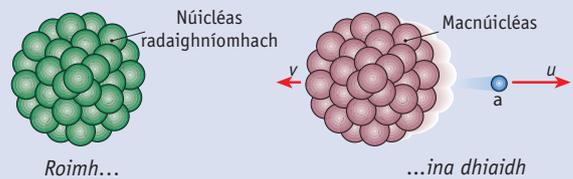
Meabhraigh go bhfuil $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J

\therefore An fuinneamh a scaoiltear $= \frac{2.7828 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 1.739 \times 10^7 \text{ eV} = 17.39 \text{ MeV}$

Fadhb 6: Núicléas radaighníomhach atá ar fos i dtosach, astaíonn sé alfa-cháithnín dar mais 6.68×10^{-27} kg agus cruthaítear núicléas nua dar mais 3.67×10^{-25} kg. Míniú cén bhaint atá ag prionsabal imchoimeád an mhóimintim agus an fhuinnimh leis an imoibriú sin.

Ríomh cóimheas luas an alfa-cháithnín le luas an núicléis nua. Má tá mais iomlán na gcáithníní agus iad ar fos 9.50×10^{-30} kg níos lú ná mais an núicléis tosaigh, ríomh an fuinneamh cinéiteach iomlán atá iontu, agus uaidh sin ríomh luas gach ceann díobh.

Réiteach: Léiríonn Fíor 31.5 an scéal. Gluaiseann na cáithníní ar mhalairt treonna. Dá réir sin tá an móiminteam iomlán roimh an astú = an móiminteam iomlán ina dhiaidh. Tá an caillteanas fosmhaise san astú = fuinneamh cinéiteach na gcáithníní ina dhiaidh.



Fíor 31.5

Imchoimeád móimintim: $0 = -3.67 \times 10^{-25} V + 6.68 \times 10^{-27} U \Rightarrow U/V = 54.94$

Caillteanas fosmhaise $= 9.5 \times 10^{-30}$ kg. Nochtar é sin mar fhuinneamh cinéiteach iomlán E na gcáithníní.

$E = mc^2 = (9.5 \times 10^{-30})(3 \times 10^8)^2 = 8.55 \times 10^{-13}$ J

$(\frac{1}{2})(3.67 \times 10^{-25})V^2 + (\frac{1}{2})(6.68 \times 10^{-27})U^2 = 8.55 \times 10^{-13}$

Ina theannta sin tá $U = 54.94 V$.

Ach an dá chomhchothromóid sin a réiteach le haghaidh U agus V faightear:

$U = 1.58 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ agus $V = 2.866 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$



Ernest Walton agus iníon leis.

Rinne Cockroft agus Walton (eoláí Éireannach) an t-imoibriú atá i gceist i bhfadhb 5 (lch. 363) in 1932. B'ín an chéad imoibriú núicléach a rinneadh riamh le cáithníní a luathaíodh go saorga, is é sin, **an chéad chlaochlú a rinneadh riamh le cáithníní a luathaíodh go saorga**. Ina theannta sin ba é an chéad uair a fíoraíodh $E = mc^2$, cothromóid Einstein, le turgnamh, mar bhíothas in ann maiseanna agus luasanna na gcáithníní go léir a thomhas. Ghnóthaigh Cockroft agus Walton Duais Nobel in 1951. (Féach Caibidil 32 freisin.)

CLEACHTADH 31.1

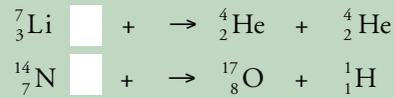
Lucht ar leictreon $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ Luas an tsolais $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

- Nuair a dhóitear 40 lítear peitрил (tanc iomlán peitрил i ngluaisteán de ghnáth) go hiomlán in aer, scaoiltear $1.4 \times 10^9 \text{ J}$ fuinnimh. Aimsigh an méid maise a thiontaítear ina fhuinneamh.
- Tágann laghdú $4 \times 10^6 \text{ kg}$ ar mhais na Gréine gach soicind de bharr astú radaíocht leictreamaighnéadach (solas na Gréine). Aimsigh an fuinneamh a astaíonn an Ghrian i bhfoirm radaíocht leictreamaighnéadach in imeacht uair an chloig.
- Astaíonn an Ghrian 3.6×10^{23} giúl fuinnimh sa soicind. Ríomh an laghdú a thagann ar mhais na Gréine in imeacht bliana.
- Is é $8 \times 10^{-27} \text{ kg}$ an difríocht idir mais na n-imoibreán agus mais na dtáirgí in imoibriú núicléach. Is mó í mais na n-imoibreán. Ríomh an fuinneamh a scaoiltear san imoibriú sin.
- Rinne Rutherford turgnamh in 1919 chun Nitrigin a thuairgneáil le α -cháithníní agus tharla an t-imoibriú seo a leanas:

$${}^1_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$$
 B'ín **an chéad chlaochlú saorga dúile** a rinneadh riamh, is é sin, dúil amháin a thiontú ina dúil eile. Léirigh an turgnamh sin **go mbíonn prótóin i núicléas na ndúl** chomh maith.
 Mais $2.325\,210 \times 10^{-26} \text{ kg}$ atá in ${}^{14}\text{N}$,
 Mais $6.646\,322 \times 10^{-27} \text{ kg}$ atá in ${}^4\text{He}$,
 Mais $2.822\,706 \times 10^{-26} \text{ kg}$ atá in ${}^{17}\text{O}$,
 agus mais $1.672\,623 \times 10^{-27} \text{ kg}$ atá in ${}^1\text{H}$.
 Más é 7.68 MeV fuinneamh an α -cháithnín ionsaithigh ríomh fuinneamh cinéiteach an phrótóin má fhaigheann sé sin ${}^{17}_{18}$ den fhuinneamh cinéiteach atá ar fáil.
- Cén fuinneamh a scaoiltear san imoibriú comhleá seo a leanas?

$${}^2_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$$
 Mais $3.344 \times 10^{-27} \text{ kg}$ atá i núicléas deoitéiriam agus is í mais $6.646 \times 10^{-27} \text{ kg}$ a bhíonn i núicléas héiliam.

- Comhlánaigh na himoibrithe núicléacha seo a leanas agus scríobh nóta ar a dtábhacht stairiúil.



- Nuair a ionradaítear cóbalt-59 le neodróin cruthaítear iseatóp radaighníomhach cóbailt agus astaítear fótón gáma-ghathach. Scríobh cothromóid chun an t-imoibriú sin a léiriú.
 Mais $9.7859 \times 10^{-26} \text{ kg}$ atá sa núicléas cóbailt-59 agus mais $9.9520 \times 10^{-26} \text{ kg}$ atá sa núicléas a tháirgtear san imoibriú. Más é $1.6749 \times 10^{-27} \text{ kg}$ mais an neodróin, aimsigh fuinneamh an fhótóin a ghintear san imoibriú. (Tabhair neamhaird ar fhuinnimh chinéiteacha na gcáithníní atá i gceist, agus glac leis gurb é $3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ luas an tsolais.)
- Scaoiltear 200 MeV fuinnimh nuair a eamhnaíonn núicléas amháin úráiniam-235. Ríomh an laghdú maise a tharlaíonn san imoibriú.
- Núicléas radaighníomhach atá ar fos ar dtús, astaíonn sé alfa-cháithnín dar mais $6.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$ agus cruthaítear núicléas nua dar mais $4.24 \times 10^{-25} \text{ kg}$. Bain úsáid as prionsabal imchoimeád an mhóimintim agus ríomh luas an alfa-cháithnín i gcóimheas le luas an núicléis nua. Má tá mais iomlán an núicléis agus an alfa-cháithnín le chéile, agus iad ar fos, $1.20 \times 10^{-29} \text{ kg}$ níos lú ná mais an bhun-núicléis, ríomh a bhfuinneamh cinéiteach tosaigh iomlán, agus uaidh sin ríomh luas gach ceann díobh.
- Bíonn neodróin sna núicléis uile ach amháin an núicléas ${}^1_1\text{H}$. Ní cáithnín cobhsaí é neodrón aonraithe, meathann sé ina phrótón. Is é 10.6 nóiméad a leathré. Scríobh cothromóid chun an t-imoibriú a léiriú.
 Mais neodróin = $1.674\,929 \times 10^{-27} \text{ kg}$
 Mais phrótóin = $1.672\,623 \times 10^{-27} \text{ kg}$
 Mais leictreoin = $9.109\,390 \times 10^{-31} \text{ kg}$

AN RADAÍOCHT IANAITHE INA BAOL DON tSLÁINTE

Úsáidtear an téarma ginearálta **radaíocht ianaithe** ar aon chineál radaíochta a bhainfidh na leictreoin seachtracha d'adaimh chun iain a chruthú. Bíonn ianú ann nuair a ionsúitear radaíochtaí dá leithéid isteach i bhfíochán daonna.

Samplaí de radaíocht ianaithe iad α -radaíocht, β -radaíocht, γ -radaíocht, X-ghathanna agus neodróin.

Tá gach cineál radaíochta ianaithe díobhálach do cholainn an duine. Braitheann an méid damáiste a dhéantar:

- ar an gcineál radaíochta atá i gceist,
- ar ghníomhaíocht na foinsé a tháirgeann í,
- ar an bhfad ama a mhaireann an nochtadh,
- ar an gcineál fíocháin a ionradaítear (i.e. cén chuid den cholainn).

Iarmhairtí na radaíochta ianaithe

- Dó craicinn, ar nós griandó an-dona,
- Fionna (súile), leicéime agus cineálacha eile ailse,
- Máchailí géiniteacha i bpáistí ar nochtadh a dtuismitheoirí don radaíocht,
- an bás.

Táirgeann an radaíocht iain atá an-imoibríoch, ar a dtugtar radacaigh, laistigh de na cealla. Cuireann siad sin isteach ar ghnáthfheidhmiú na cille. Tarlaíonn imoibríthe ceimiceacha uaireanta a bhriseann na naisc i bpróitéiní agus i móilíní beatha eile. D'fhéadfadh an radaíocht na móilíní beatha a ianú freisin. I gcás dáileoga móra radaíochta d'fhéadfaí damáiste a dhéanamh don oiread sin móilíní sa chill chun an chill féin a mharú. Má mharáítear go leor ceall d'fhéadfaí damáiste doleigheasta a dhéanamh don orgánach. Na cealla sin nach maraíonn an radaíocht iad, fágfar máchail orthu uaireanta, agus má tháirgeann siad sin cealla máchaileacha nuair a scoilteann siad d'fhéadfaí ailse a thabhairt. Nuair is iad na cealla atáirgthe atá i gceist, is dochar géiniteach atá déanta. Má dhéantar dochar dá leithéid do na géinte tá an baol ann go bhfágfaidh na géinte lochtacha sin máchail ar shliocht an duine.

Tá a fhios ag an saol céard a tharlaíonn de bharr nochtadh gearrthéarmach d'ardleibhéil radaíochta. Mar shampla tháinig tinneas, ar a dtugtar tinneas radaíochta, orthu siúd nár maraíodh nuair a thit na buamaí adamhacha ar Hiroshima agus Nagasaki tar éis dóibh a bheith nochtadh don radaíocht ar feadh cúpla uair an chloig. Is iad urlacan, buinneach, fiabhras agus díhiodráitiú na comharthaí a bhaineann leis sin. Is féidir teacht as an tinneas mura raibh dáileog an-mhór i gceist. Mharódh dáileoga móra radaíochta duine taobh istigh de chúpla lá, nó cúpla seachtain. Daoine a thagann as an tinneas radaíochta, bíonn córas imdhíonachta lagaithe acu ar ghalair eile, agus is minic a thagann leicéime agus cineálacha eile ailse orthu tar éis roinnt blianta. Níl sé chomh furasta céanna an dochar a mheas i gcás nochtadh fadtéarmach do léibhéil ísle radaíochta, ach má dhéantar damáiste don DNA sna cealla, tarlóidh athruithe ginéiteacha dá bharr agus is cúis ailse é sin chomh maith, leicéime go háirithe. **Dá réir sin, is den ríthábhacht go gcaithfeadh daoine a laghad ama agus is féidir faoi lé radaíochta de chineál ar bith.**

Bímid ar fad nochtadh do radaíocht éigin an t-am ar fad, radaíocht chúlra. Tagann radaíocht chúlra ó na foinsí seo a leanas:

- **An spás amuigh.** Radaíocht ar a dtugtar **gathanna cosmacha** a thagann ón spás amuigh.
- **Carraigeacha i screamh an Domhain.** Bíonn rian d'úrániam agus dá tháirgí meatha, gás radóin mar shampla, sna carraigeacha i screamh an Domhain, ceann amháin díobh sin is ea **gás radóin**. Scaoiltear gás radóin i réigiúin in Éirinn ina bhfuil carraig eibhir. Bailíonn an gás i dtithe uaireanta agus bíonn léibhéil a chuireann le baol ailse scamhóg (Fíor 31.6).
- **Ábhair radaighníomhacha shaorga.**

Foinsí nádúrtha faoi deara thart ar 87% den radaíocht chúlra.

radón

RADAÍOCHT SA TEACH

Cad is radón ann?

Cén dochar a dhéanann sé?

Cad is féidir a dhéanamh faoi?

Fíor 31.6

Is féidir bileog eolais faoi ghás radóin a fháil ón Institiúid Éireannach um Chosaint Raideolaíoch.

RÉAMHCHÚRAIMÍ NUAIR ATÁ RADAÍOCHT IANAITHE IN ÚSÁID

- An ráta dáileoige a mheas sula dtosaítear ar aon fhoinse radaíochta a úsáid, agus an ráta dáileoige a thomhas le linn na húsáide.
- An t-am a chaitear le foinsí radaíochta a íoslaghdú.
- Éadach cosantach ceart a úsáid, e.g. lámhainní, spéaclaí, cóta etc.
- A chinntiú go bhfuil sciathadh ceart idir na foinsí agus tú féin.
- Fanacht chomh fada siar ó na foinsí agus is féidir.
- Gan ithe, gan ól agus gan tobac a chaitheamh, i.e. a chinntiú nach n-ionghabhann tú foinsí neamhshéalaíthe.
- Na foinsí a láimhseáil le tlú.
- Foinsí a choimeád faoi ghlas agus i bhfad ó dhaoine nuair nach bhfuil siad in úsáid.

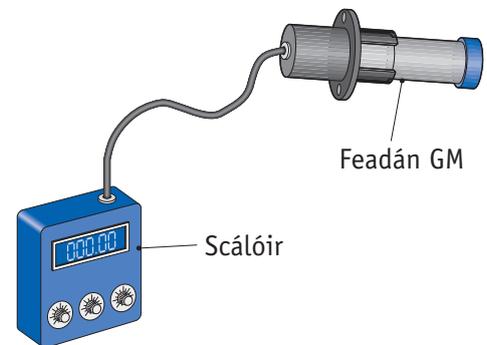


TURGNAMH

CHUN AN RADAÍOCHT CHÚLRA A THOMHAS

An Modh

1. Socraigh an gaireas mar atá léirithe i bhFíor 31.7.
2. Cuir an scálóir nó an rátamhéadar ar siúl.
3. Socraigh an soláthar ardvoltais ag a íosluach agus lig don fheadán téamh ar feadh cúpla nóiméad.
4. Socraigh an feadán ag a voltas oibriúcháin.
5. Tomhais an comhaireamh cúlra. Má tá scálóir in úsáid agat, comhairigh an líon comhaireamh a chláraítear in imeacht 100 s. Má tá rátamhéadar in úsáid, tóg am suimeála 25 s.
6. Tabhair faoi deara conas mar a athraíonn an ráta comhairimh le ham, rud a léiríonn nádúr randamach na radaíochta cúlra.



Fíor 31.7



LIOSTA SEICEÁLA NA CAIBIDLE

- **Tabhair:** Dhá phríomhiseatóp úráiniam; Na buntáistí a bhaineann le comhleá seachas eamhnú mar fhoinse chumhachta; Na fachtóirí ar a mbraitheann an méid damáiste a dhéanann radaíocht ianaithe d'fhóichán an duine.
- **Sainmhínigh:** Eamhnú núicléach, Comhleá núicléach.
- **Mínigh:** Na prionsabail ar a bhfuil eamhnú núicléach agus comhleá núicléach bunaithe; Imoibriú slabhrúil; Maolaire; Riailmhaidí; Cad is ciall le himchoimeád mais agus fuinnimh in imoibrithe núicléacha?
- **Le meabhrú:** Is féidir fuinneamh a thiontú ina mhais agus mais ina fuinneamh; Comhleá núicléach an fhoinse fuinnimh sa Ghrian.
- **Cuir síos** ar fheidhmiú imoibreoir núicléach.
- **Liostaigh:** Trí ghné dhiúltacha d'imoibreoirí eamhnacha ó thaobh na timpeallachta de; Trí bhaol sláinte le radaíocht ianaithe; Cúig réamhchúram le glacadh agus foinsí radaíochta ianaithe in úsáid.
- **Cuir síos:** ar thurgnamh chun an radaíocht chúlra a thomhas.
- **Bain úsáid as an bhfoirmle:** $E = mc^2$ i bhfadhbanna faoi imchoimeád maisfuinnimh in imoibriú núicléach.

Rogha 1 (Onóracha amháin) Fisic Cháithníní

32

CAIBIDIL

IMCHOIMEÁD FUINNIMH AGUS MÓIMINTIM IN IMOIBRITHE NÚICLÉACHA

Mar a chonacthas i gCaibidil 30, tá a lán dúl ann atá radaighníomhach ó nádúr agus a n-athraíonn a gcuid núicléas nuair a thagann meath radaighníomhach orthu. San α -astú agus sa β -astú, meathann an máthairnúicléas ina mhacnúicléas agus astaítear α -cháithnín nó β -cháithnín.

Bíonn prionsabal imchoimeád an fhuinnimh (i.e. maisfhuinneamh) agus an mhóimintim i bhfeidhm in imoibrithe dá leithéid agus i ngach imoibriú núicléach eile. Ina theannta sin bíonn an glanlucht leictreach roimh an imoibriú cothrom leis an nglanlucht ina dhiaidh, is é sin, imchoimeádtar an lucht leictreach. Scaoiltear fuinneamh nuair a tharlaíonn díscailteadh radaighníomhach go spontáineach. **Fuinneamh díscailteach** a thugtar ar an bhfuinneamh sin. Is é Q an tsiombail air.



IN IMOIBRIÚ NÚICLÉACH:

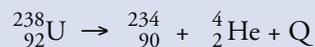
Imchoimeádtar **maisfhuinneamh**;

Imchoimeádtar **móiminteam**;

Imchoimeádtar **lucht leictreach**.

Fadhb 1:

Sna fadhbanna seo a leanas bíodh: $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Alfa-astaíre is ea é ${}^{238}_{92}\text{U}$, meathann sé go spontáineach mar seo a leanas:



Roinntear an fuinneamh Q a scaoiltear mar fhuinneamh cinéiteach idir an macnúicléas (${}^{234}_{90}\text{Th}$) agus an α -cháithnín ${}^4_2\text{He}$. Aimsigh an fuinneamh a scaoiltear más iad seo na maiseanna atá i gceist:

$${}^{238}\text{U}: 3.952833 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$${}^{234}\text{Th}: 3.886294 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$${}^4\text{He}: 6.646322 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Tabhair an freagra ina ghiúil agus ina MeV.

Réiteach:

Tá na maiseanna atá tugtha ceart go dtí an séú hionad de dheachúlacha. Ní mór gach ceann díobh sin a úsáid go dtí go mbíonn an t-athrú maise ríofa agat.

$$\begin{aligned} \text{An cailteanas maise} &= \text{mais na n-imoibreán} - \text{mais na dtáirgí} \\ &= (3.952833 \times 10^{-25}) - (3.886294 \times 10^{-25} + 6.646322 \times 10^{-27}) \\ &= 7.578 \times 10^{-30} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Fuinneamh a scaoiltear } E = mc^2 = (7.578 \times 10^{-30})(3.00 \times 10^8)^2 = 6.8202 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ eV} &= 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}, \Rightarrow \text{fuinneamh a scaoiltear} = \frac{6.8202 \times 10^{-13}}{1.60 \times 10^{-19}} \text{ eV} \\ &= 4.26 \times 10^6 \text{ eV} \\ &= 4.26 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Fadhb 2:

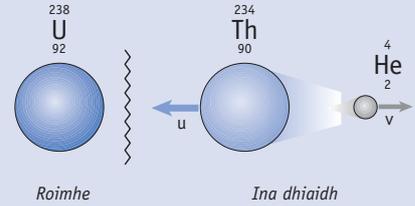
San imoibriú ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$, scaoiltear 6.8×10^{-13} J fuinnimh mar fhuinnimh chinéiteacha na dtáirgí. Más é 234:4 an cóimheas idir mhais ${}^{234}_{90}\text{Th}$ agus mais ${}^4_2\text{He}$, aimsigh fuinneamh cinéiteach an α -cháithnín.

Reiteach:

Tá an fhadhb léirithe i bhFíor 32.1. Abair gurb é M_T mais an adaimh Thóiriam agus gurb é M_H mais an alfa-cháithnín.

Imchoimeád an mhóimintim

$$M_T u = M_H v \Rightarrow \frac{v}{u} = \frac{M_T}{M_H} = \frac{234}{4} = 58.5$$



Fíor 32.1

$$\text{Cóimheas na bhfuinneamh cinéiteach} = \frac{\frac{1}{2}M_T u^2}{\frac{1}{2}M_H v^2} = \left(\frac{M_T}{M_H}\right)\left(\frac{u^2}{v^2}\right) = \left(\frac{v}{u}\right)\left(\frac{u^2}{v^2}\right) = \frac{u}{v} = \frac{1}{58.5}$$

\Rightarrow Tá fuinneamh cinéiteach an α -cháithnín 58.5 oiread níos mó ná fuinneamh cinéiteach an núicléis Thóiriam

$$\Rightarrow \text{Tá fuinneamh cinéiteach an } \alpha\text{-cháithnín} = \left(\frac{58.5}{58.5} + 1\right) (6.8 \times 10^{-13}) = 6.69 \times 10^{-13} \text{ J}$$

Mar is gnách in imoibrithe dá leithéid sin, is é an cáithnín éadrom, an α -cháithnín, a fhaigheann an chuid is mó den fhuinneamh cinéiteach.

AN NEOIDRÍONÓ

Faoi mar a léiríodh i bhFadhb 1 thuas, is é an t-athrú maise sa chóras a rialaíonn fuinneamh na dtáirgí i bpróiseas meatha núicléach ar bith. Bhí fadhb ann nuair a rinneadh anailís den chineál sin ar an β -mheath, áfach. Ní raibh na luachanna a ríomhadh d'fhuinnimh an β -cháithnín ag teacht leis na luachanna a fuarthas sna turgnaimh i gcónaí. Bhí an chuma ar an scéal nach raibh an fuinneamh ná an móiminteam á n-imchoimeád. Sa bhliain 1931, mhol Wolfgang Pauli, fisiceoir Ostarach, go raibh an triú cáithnín á astú chomh maith, agus gurb é an cáithnín sin a thug leis an fuinneamh agus an móiminteam a bhí ar iarraidh. **Neoidrionó** a tugadh ar an gcáithnín sin. Ní mó ná go n-imoibríonn an neoidrionó (ν) leis an damhna agus níor braitheadh i dturgnamh é go dtí gur bhraith Cowan agus Reines é in 1956.

CLEACHTADH 32.1

Sna cleachtaí seo a leanas tá $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; agus $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

1. α -mheathann ${}^{226}\text{Ra}$ de réir na cothromóide:



Más iad seo maiseanna Ra, Rn agus He faoi seach:

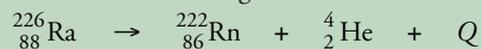
$${}^{226}\text{Ra}: 3.753152 \times 10^{-25} \text{ kg,}$$

$${}^{222}\text{Rn}: 3.686602 \times 10^{-25} \text{ kg,}$$

$${}^4\text{He}: 6.646322 \times 10^{-27} \text{ kg,}$$

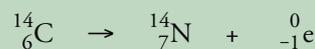
ríomh an fuinneamh díscailteach Q ina ghiúil agus ina MeV.

2. Scaoiltear 7.8×10^{-13} J fuinnimh mar fhuinnimh chinéiteacha na dtáirgí san imoibriú seo a leanas:



Más é 222:4 an cóimheas idir mhais ${}^{222}_{90}\text{Rn}$ agus mais ${}^4_2\text{He}$, aimsigh fuinneamh cinéiteach an α -cháithnín.

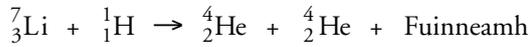
3. Más mar seo a leanas a thagann β -mheath ar ${}^{14}\text{C}$:



agus más í $2.77 \times 10^{-31} \text{ kg}$ an mhais a chailltear, ríomh fuinneamh cinéiteach an β -cháithnín.

CÉADSCOILTEADH NÚICLÉIS LE CÁITHNÍNÍ A LUATHÁIODH GO SAORGA

Sa bhliain 1932 d'éirigh le John Cockroft, fisiceoir Sasanach, agus le hErnest Walton, fisiceoir Éireannach, núicléas a scoilteadh nuair a rinne siad litiam a thuairgneáil le prótóin a luathaíodh go saorga. Tharla an t-imoibriú seo a leanas:



B'in an chéad uair a scoilteadh núicléas go saorga. Ba é an chéad chlaochlú a rinneadh riamh le cáithníní a luathaíodh go saorga chomh maith.

Bhí ré na n-imoibrithe núicléacha saorga ar an bhfód. Táimid fós sa ré sin, agus bíimid i gcónaí ag fáil léargas níos doimhne ar bhunstruchtúr an damhna agus na cruinne.

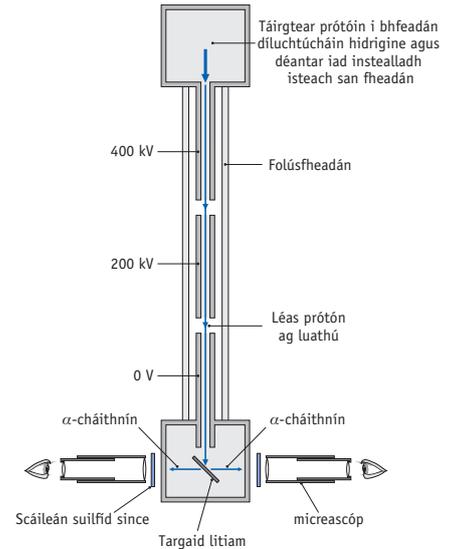
Tá leagan amach simplí den ghairias a d'úsáid Cockroft agus Walton i bhFíor 32.2.

Claochlú, sin nuair a thiontaítear núicléas de chuid adamh áirithe ina núicléas de chuid adamh ag a bhfuil uimhir adamhach eile. Is é sin, nuair a thiontaítear adamh de chuid dúil áirithe ina adamh de chuid dúil eile. In 1919, rinne Rutherford adaimh nítrigine a thuairgneáil le halfa-cháithníní chun ocsaigin a chruthú, de réir na cothromóide seo a leanas:

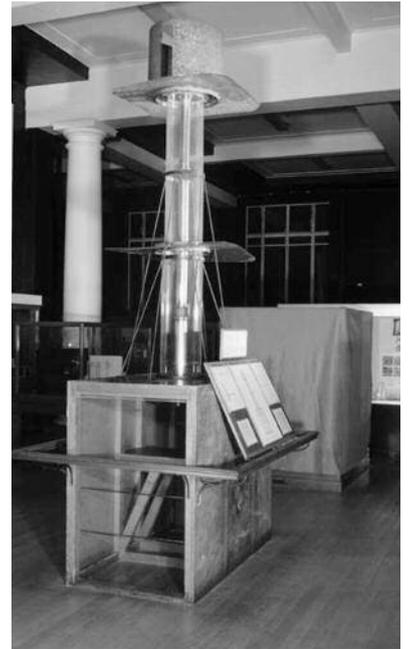


B'in é an chéad chlaochlú saorga.

- D'úsáid siad claochladáin, coigeartóirí agus toilleoirí chun **na hardvoltais SD** a tháirgeadh a bhí ag teastáil chun na prótóin a luathú.
- Táirgeadh prótóin i bhfeadán díluchtúcháin hidrigine agus instealladh isteach san fheadán luathaithe iad. Luathaíodh ansin iad leis an ardvoltas.
- Bhuail na prótóin targaid litiam a bhí suite ar uillinn 45° leis an léas.
- Astaíodh táirgí an imoibrithe ingearach leis an léas prótón agus bhuail siad sin scáileáin suilfid since, rud a chruthaigh splancacha beaga solais, drithlithe.
- Bhíothas in ann a thaispeáint le trialacha éagsúla gur núicléis Héiliam, i.e. α -cháithníní, a bhí sna táirgí sin. Dá mbeadh an móiminteam á imchoimeád ba cheart go n-astófaí dhá núicléas Héiliam ar an luas céanna agus ar mhalairt treo. Fuarthas gurbh amhlaidh a tharla.



Fíor 32.2



Fíor 32.3
Luathaire Cockroft agus Walton.

AN MHAIS A THIONTÚ INA FUINNEAMH

Bhí thart ar 1 MeV fuinnimh ag an bprótón ionsaitheach i dturgnamh Cockroft agus Walton. Ba é 17.3 MeV an fuinneamh cinéiteach a bhí ag na núicléis Héiliam ar fad a táirgeadh sa turgnamh. Dá réir sin, gnóthaíodh fuinneamh sa turgnamh. Tháinig an fuinneamh sin a gnóthaíodh ón gcaillteanas maise a tharla i rith an turgnaimh. Bainfear úsáid as $E = mc^2$ i bhFadhb 3 thíos chun an fuinneamh a mbeadh súil lena scaoileadh san imoibriú a ríomh. Nuair a rinneadh an turgnamh in 1932 bhí na luachanna a fuarthas sa turgnamh ag teacht leis na luachanna a ríomhadh. B'in é **an chéad uair a fíoraíodh cothromóid Einstein $E = mc^2$ le turgnamh sa tsaotharlann**. Ghnóthaigh Cockroft agus Walton Duais Nobel san fhísic in 1951.

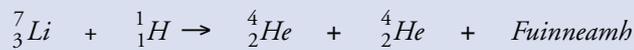
Fadhb 3:

Táirgtear dhá alfa-cháithnín nuair a dhéantar Litiam a thuairgneáil le prótón. Cén fuinneamh a scaoiltear san imoibriú sin?

Tabhair do fhreagra i ngiúil agus in MeV. Tá mais 1.165007×10^{-26} kg i núicléas Litiam, tá mais 1.673493×10^{-27} kg i bprótón agus tá mais 6.646322×10^{-27} kg in alfa-cháithnín.

Réiteach:

Seo a leanas an t-imoibriú:



$$\begin{aligned} \text{Mais iomlán na n-imoibreán} &= 1.165007 \times 10^{-26} \text{ kg} + 1.673493 \times 10^{-27} \text{ kg} \\ &= 1.332356 \times 10^{-26} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Mais iomlán na dtáirgí} = 2 \times 6.646322 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1.329264 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

$$\text{Laghdú maise} = 1.332356 \times 10^{-26} - 1.329264 \times 10^{-26} = 3.092 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

$$E = mc^2 = (3.092 \times 10^{-29})(3 \times 10^8)^2 = 2.7828 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$$\text{i.e. An fuinneamh a scaoiltear } 2.7828 \times 10^{-12} \text{ J} = \frac{2.7828 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 17.39 \text{ MeV}$$

Tá an luach sin ag teacht leis na luachanna a ríomhadh sa turgnamh.

AN tAONAD MAISE ADAMHAÍ AONTAITHE (u)

San fhisic cháithníní is gnáthaí maiseanna na gcáithníní a shloinneadh ina n-aonaid mhaise adamhaí aontaithe seachas ina gcileagraim. Mar chonaic tú ar leathanach 357, is é u an tsiombail ar an aonad maise adamhaí aontaithe.

Is féidir a léiriú go bhfuil $1 u = 1.660 \times 10^{-27} \text{ kg}$

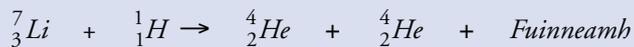
Má fhaigheann tú fadhb ina bhfuil na maiseanna sloinnte i dtéarmaí aonad maise adamhaí, ríomh an t-athrú maise ina u ar dtús, tiontaigh ina kg ansin é agus ina dhiaidh sin bain úsáid as $E = mc^2$. Mar shampla:

Fadhb 4:

Táirgtear dhá alfa-cháithnín nuair a dhéantar Litiam a thuairgneáil le prótón. Cén fuinneamh a scaoiltear más iad 7.01600 u, 1.00783 u agus 4.00260 u na maiseanna adamhacha atá i Litiam, i bprótón agus in α -cháithnín faoi seach ($1 u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$).

Réiteach:

Seo a leanas an t-imoibriú:



$$\text{Mais iomlán na n-imoibreán} = 1.00783 + 7.01600 = 8.02383 \text{ u}$$

$$\text{Mais iomlán na dtáirgí} = 4.00260 + 4.00260 = 8.00520 \text{ u}$$

$$\text{Laghdú maise} = 8.02383 - 8.00520 = 0.1863 \text{ u}$$

$$= (0.18363)(1.66 \times 10^{-27} \text{ kg})$$

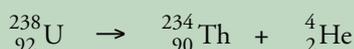
$$= 3.0925 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

$$\text{Fuinneamh a scaoiltear } E = mc^2 = (3.0925 \times 10^{-29})(3 \times 10^8)^2$$

$$= 2.78 \times 10^{-12} \text{ J}$$

CLEACHTADH 32.2

- Ríomh cothrom $1 u$ fuinnimh ina eV.
- Más iad 238.050784 u, 234.043593 u agus 4.002603 u na maiseanna adamhacha atá in Úráiniam, i dTóiriam agus in Héiliam faoi seach, Ríomh an fuinneamh (ina ghiúil agus ina MeV) a scaoiltear san imoibriú seo a leanas:



AN FUINNEAMH A THIONTÚ INA MHAIS

FRITHDHAMHNA

An Posatrón

Sa bhliain 1932 bhí Carl David Anderson, fisiceoir Meiriceánach, ag breathnú ar na loirg a rinne gathanna cosmacha i néalsoitheach (is é is néalsoitheach ann, soitheach ina dtáirgeann cáithníní luchtaithe loirg infheicthe nuair a ghluaiseann siad). Bhí roinnt de na loirg a táirgeadh cosúil leis na loirg a tháirgeadh leictreoin, ach nuair a cuireadh réimse maighnéadach sa soitheach rinne na cáithníní sraonadh faoi mar a dhéanfadh caithnín a mbeadh lucht deimhneach air. Ba léir go raibh an mhais agus an lucht céanna ag na cáithníní sin is a bheadh ag leictreon ach iad ar mhalairt luchta. **Posatrón** a tugadh ar an gcáithnín sin. Ghnóthaigh Anderson duais Nobel in 1936. Is é **frithcháithnín** an leictreoin é an posatrón.

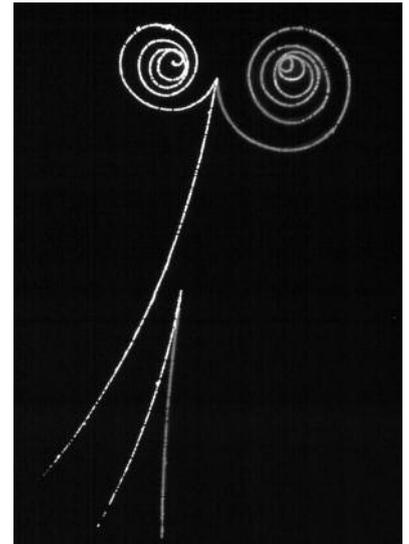
Dísiú

Ó tháinig Anderson ar an bposatrón den chéad uair rinneadh go leor turgnamh eile inar breathnaíodh é. Má chuirtear pláta luaidhe i néalsoitheach agus má dhéantar é a thuairgneáil le gáma-ghathanna ardfhuinnimh, táirgtear dhá chonair chosúla a thosaíonn ag an bpointe céanna. Cuarann na conairí sin ar mhalairt treo i réimse maighnéadach (Fíor 32.4). Tá an mhais chéanna agus an lucht céanna ag na cáithníní a tháirgtear, ach iad ar mhalairt luchta. Posatrón agus leictreon atá iontu (Fíor 32.5).

Dísiú a thugtar air nuair a tháirgtear leictreon agus posatrón sa tslí sin. Sampla is ea é d'fhuinneamh á thiontú ina dhamhna. Tarlaíonn dísiú nuair a chailleann fótón gáma-ghathach ardfhuinnimh a chuid fuinneamh ardmhínicíochta (nó fuinneamh hf) tar éis dó imbhuiladh faoi núicléas. Tiontaítear cuid den fhuinneamh ina mhais sa leictreon agus sa phosatrón. Fágtagar an chuid eile den fhuinneamh mar fhuinneamh cinéiteach sa leictreon agus sa phosatrón.

$$\text{i.e. } hf = 2mc^2 + F_{c1} + F_{c2}$$

Imchoimeádtar lucht san imoibriú. Ní bhíonn aon lucht ag an γ -gha, dá réir sin táirgtear méideanna cothroma de lucht + agus de lucht -, i.e. ní bhíonn aon ghlanlucht ann tar éis an imoibríthe. Imchoimeádtar móiminteam san imoibriú chomh maith. (Bíonn móiminteam áirithe ag an γ -gha ionsaitheach sa chomhthéacs seo i gcónaí. Sin an fáth nach ngluaiseann an díis leictreoin is posatróin ar mhalairt treonna).

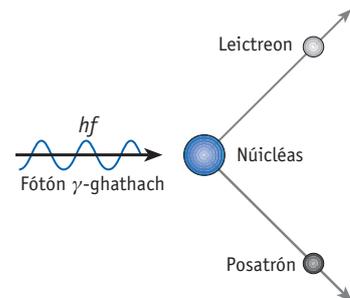


Fíor 32.4

Dís leictreoin is posatróin a tháirgtear nuair a idirghníomhaíonn gáma-gha ardfhuinnimh le damhna.

DÍSIÚ

Nuair a chruthaítear dhá cháithnín as fuinneamh, sin **dísiú**. Táirgtear cáithnín agus a fhrithcháithnín sa phróiseas. Imchoimeádtar móiminteam agus lucht leictreach.



Fíor 32.5

Fadhb 5:

Más é 9.109×10^{-31} kg mais leictreoin, aimsigh íosluch an fhuinnimh is gá a bheith ag fóton γ -ghathach má tá sé chun dísiú a thabhairt.

Réiteach:

Caithfidh fuinneamh an posatróin agus an leictreoin le chéile a bheith cothrom le fuinneamh an fhótóin.

$$\begin{aligned} E &= mc^2 = (2)(9.109 \times 10^{-31})(3 \times 10^8)^2 = 1.64 \times 10^{-13} \text{ J} \\ &= \frac{1.64 \times 10^{-13}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 1.02 \times 10^6 \text{ eV} \\ &= 1.02 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Má bhíonn fuinneamh an fhótóin γ -ghathaigh níos lú ná $2 mc^2$, ní tharlóidh dísiú. Is féidir díseanna eile cáithníní, ar nós prótóin agus frithphrótóin, a tháirgeadh má bhíonn dóthain fuinnimh ag an bhfótón ionsaitheach.

Damhna → Fuinneamh	
	<p>Fótón hf</p> <p>Fótón hf</p>
roimhe	ina dhiaidh

Fíor 32.6
Díothú díse ag táirgeadh dhá fhótón.

CERN
Is ionad taighde é **CERN** nó **An tIonad Eorpach um Thaighde ar an bhFisic Cháithníní**. Déanann CERN taighde ar an bhfisic cháithníní chun a fháil amach cad as ar tháinig an chruinne agus conas mar fheidhmíonn sí.

Tá a fhios againn anois go mbíonn frithcháithnín ag gach cáithnín. Bíonn an mhais chéanna ag na **frithcháithníní** is a bhíonn ag a gcuid cáithníní comhfhreagracha. Má bhíonn lucht ar cháithnín, bíonn an méid céanna lucht ar an bhfrithcháithnín ach é ar mhalairt síne. Úsáidtear an tsiombail chéanna ar an gcáithnín agus ar an bhfrithcháithnín ach go mbíonn barra os cionn shiombail an fhrithcháithnín. Seo an tsiombail ar fhrithneodrónó $\bar{\nu}$, agus seo an tsiombail ar fhrithphrótón \bar{p} . Seo an tsiombail ar phosatrón \bar{e} , ach is minic a scríobhtar mar seo é e^+ .

Ag deireadh na 1920idí, thuar fisiceoir Sasanach Paul Dirac, le cabhair na matamaitice, gurbh ann do na posatróin agus do fhrithcháithníní. Fíoraíodh gurbh ann do na frithphrótóin agus do na frithneodróin dáiríre i dturgnamh in 1955. Ó shin i leith tá fíoraíthe gurbh ann do raon iomlán na bhfrithcháithníní. Sa bhliain 1955 d'éirigh le fisiceoirí ag CERN naoi n-adamh frith-hidrigine a chruthú. Níor mhair siad ach ar feadh an daichead billiúnú cuid de shoicind nó gur bhuail siad le gnáthadaimh agus gur tiontaíodh ina bhfuinneamh arís iad.

Díothú Díse

Má bhíonn leictreon agus posatrón gar dá chéile agus iad ar fos nach mór, nascfaidh siad le chéile agus déanfar iad a dhíothú. Téann an damhna ar ceal agus táirgtear fuinneamh. Ós rud é gurb é nialas móiminteam tosaigh an chórais, caithfidh sé gurb é nialas an móiminteam deiridh. Ní féidir fótón amháin a tháirgeadh dá réir sin, táirgtear dhá fhótón agus bíonn an fuinneamh céanna ag gach fótón díobh ach iad ag gluaiseacht ar mhalairt treo (Fíor 32.6). Is é nialas an lucht iomlán roimh an idirghníomhú, agus is é nialas an lucht iomlán ina dhiaidh.

Díothú díse: $e^+ + e^- \rightarrow 2 hf$

Ar an gcuma chéanna, má bhuaileann cáithnín ar bith lena fhrithcháithnín díothóidh siad a chéile (agus táirgtear fuinneamh).

LUATHAIRÍ CÁITHNÍNÍ



Fíor 32.7

Sna luathairí cáithníní ar nós an luathaire a bhí ag Cockroft agus Walton bíonn fuinneamh réasúnta beag sna prótóin ionsaitheacha, tuairim is 1 MeV. Déanann sé an núicléas lena n-imbhuaileann sé a shuaitheadh agus tiontaítear roinnt maise ina fuinneamh mar fhuinneamh cinéiteach na dtáirgí.

Nuair a imbhuaileann cáithníní a mbíonn i bhfad níos mó fuinnimh ná sin iontu, faightear go dtiontaítear roinnt den fhuinneamh breise sin ina dhamhna i bhfoirm **cáithníní nua, is é sin, tiontaítear fuinneamh ina dhamhna**.

Theastaigh luathairí cáithníní i bhfad níos fearr, áfach, chun cáithníní a luathú go dtí na fuinnimh arda a bhí ag teastáil. D'fhorbair Ernest O. Lawrence an cioglatrón sna Stáit Aontaithe idir 1929 agus 1939. Ba é an chéad luathaire ciorclach cáithníní é. Sa chioglatrón úsáidtear réimsí maighnéadacha chun suíomhanna na léasanna cáithníní a theorannú agus a rialú. Úsáidtear réimsí leictreacha arís agus arís eile chun na cáithníní a luathú. Is é atá i bhFíor 32.7, aerfótagraf den ionad luathairí in CERN san Eilbhéis. Is é 7 km an imlíne atá ag an luathaire is lú agus is é 27 km an imlíne atá ag an gceann is mó. Tá na tolláin a bhaineann leis an dá luathaire faoin tálamh.

Thosaigh feabhas ag teacht ar na luathairí ciorclacha cáithníní thart ar an mbliain 1945. Fuair na heolaithe amach go gcruthófaí a lán cáithníní nua ach cáithníní a bhí ar eolas, prótóin mar shampla, a luathú agus a chur ag imbhuailtí faoi phrótóin eile. Bhí na cáithníní sin an-éagobhsaí beagnach i gcónaí, agus bhíodh leathréanna idir 10^{-6} agus 10^{-23} s acu. Táthar tar éis os cionn 400 cáithnín éagobhsaí sealadacha a aimsiú go dtí seo.

e.g. $p + p + \text{fuinneamh} \rightarrow p + p + \text{cáithníní breise}$

Dá mhéad an fuinneamh a chuireann na luathairí cáithníní feabhsaithe ar fáil is ea is mó mais agus éagsúlacht na gcáithníní breise a tháirgtear.

AR THÓIR BHUNMHIANACH AN NÁDÚIR

AN tSEAN-GHRÉIG

Shíl muintir na sean-Ghréige go raibh gach rud sa dúlra déanta as ithir, tine, aer agus uisce. Bhí bealaí casta acu chun a mhíniú mar a bhí feiniméin éagsúla déanta as cumaisc díobh sin. Téann coincheap an adaimh siar go dtí ré na sean-Ghréige, is é sin, gur as cáithníní beaga doroinnte atá an damhna déanta.

AN NAÓU hAOIS DÉAG

Faoin naoú haois déag bhí tuiscint réasúnta maith ag na heolaithe ar na hadaimh agus na fórsaí eatarthu. As cumaisc de thart ar nócha cineál d'adaimh éagsúla atá an damhna go léir déanta. Ceapadh, áfach, go raibh na hadaimh doroinnte (focal Gréigise a chiallaíonn doroinnte is ea *atomos*). Faoi dheireadh an naoú haois déag, bhí na heolaithe den tuairim go raibh na hadaimh inroinnte agus go raibh struchtúr inmheánach acu, i.e. bhí cáithníní níos lú taobh istigh den adamh féin.

AN FICHÍU hAOIS

I dturgnamh a rinne sé in 1911, léirigh Rutherford gurb é atá san adamh ná núicléas, a mbíonn lucht deimhneach air, agus néal de cháithníní timpeall air a mbíonn lucht diúltach orthu, leictreoin. Bhí cáithníní ar a dtugtar prótóin laistigh den núicléas agus iad 1800 uair níos mó ná na leictreoin. Bíonn a chothrom féin de lucht ag an bprótón is a bhíonn ag an leictreon, ach iad ar mhalairt luchta. Aomann fórsaí leictreastatacha na leictreoin go dtí an núicléas. Spás folamh is ea an chuid is mó den adamh.

Fionnadh an neodróin in 1932. Bíonn dhá chineál cáithníní sa núicléas dá réir sin, prótóin, a mbíonn lucht deimhneach orthu, agus neodróin nach mbíonn aon lucht orthu. Bíonn an mhais chéanna sna neodróin agus sna prótóin a bheag nó a mhór.

D'éirigh ceist ansin: Cén fórsa a choinníonn na prótóin, a mbíonn lucht deimhneach orthu, le chéile sa núicléas? Cheapfá go n-éarfadh a gcuid luchtanna deimhneacha óna chéile iad le fórsa, agus iad i mullach a chéile mar sin. Caithfidh sé go bhfuil **fórsa núicléach an-láidir** a cheanglaíonn na prótóin agus na neodróin le chéile sa núicléas. Caithfidh sé go bhfuil **raon an-ghearr** ag an bhfórsa sin chomh maith. Is lú é raon an fhórsa sin ná trasthomhas an núicléis. Má ghabhann dhá phrótón thar a chéile agus iad níos faide óna chéile ná an raon sin ní idirghníomhaíonn siad lena chéile.

FÓRSAÍ BUNÚSACHA AN NÁDÚIR

Chun gníomhú na gcáithníní a thuiscint, ní mór a bheith in ann cur síos a dhéanamh ar na fórsaí a bhíonn ag feidhmiú orthu. Bíonn cáithníní sa nádúr faoi réir ag ceann amháin nó níos mó, de na ceithre fhórsa bhunúsacha thíos.

I. FÓRSA NA HIMTHARRAINGTHE

Ba cheart go mbeadh cur amach agat **ar fhórsa na himtharraingthe** faoi seo, bíonn sé ag feidhmiú idir cháithníní a bhfuil mais acu (Caibidil 10). Is fórsa aomtha é i gcónaí agus bíonn sé an-lag mura mbíonn maiseanna an-mhór i gceist. Is féidir leis gníomhú thar fhad éigríochta. Bíonn méid an fhórsa i gcomhréir inbhéartach le cearnóg an fhaid idir na cáithníní ar a mbíonn sé ag feidhmiú. Bíonn fórsa na himtharraingthe an-tábhachtach i ngnáthshaol an duine, is é a choinníonn na pláinéid, na réaltaí agus na réaltraí le chéile, d'ainneoin sin is beag an tionchar a bhíonn aige ar na buncháithníní agus ar struchtúr an núicléis.

2. AN FÓRSA LEICTREAMAIGHNÉADACH

Is é an fórsa leictreamaighnéadach a nascann na leictreoin agus na prótóin le chéile sna hadaimh agus is é a nascann na hadaimh agus na móilíní le chéile sa ghnáthdhamhna. Má ritheann tú i gcoinne balla is é an fórsa leictreamaighnéadach a chuireann stop leat. Bíonn an teicneolaíocht nua-aoiseach go léir, idir leictreach agus leictreonach, bunaithe ar an bhfórsa leictreamaighnéadach. Tá an fórsa leictreamaighnéadach feicthe agat in áiteanna eile freisin, cuir i gcás an fórsa leictreastatach a bhíonn ag feidhmiú idir cáithníní luchtaithe, nó na fórsaí maighnéadacha a bhíonn ag feidhmiú idir cáithníní luchtaithe nuair a bhíonn siad ag gluaiseacht (Caibidlí 19 agus 26). Féadfaidh an fórsa sin a bheith ina fhórsa aomtha nó ina fhórsa éartha. Bíonn an fórsa leictreamaighnéadach idir dhá cháithnín thart ar 10^{40} uair níos láidre ná an fórsa imtharraingthe idir na cáithníní céanna. Bíonn sé in ann feidhmiú thar fhad éigríochta. Bíonn méid an fhórsa i gcomhréir inbhéartach le cearnóg an fhaid idir na cáithníní ar a mbíonn sé ag feidhmiú.

3. AN FÓRSA NÚICLÉACH LÁIDIR

Is é an fórsa núicléach láidir an fórsa is láidre de na ceithre fhórsa. Ní bhraithimidne sa ghnáthshaol é, áfach, ó tá raon an-ghearr aige. Bíonn sé diomaibhseach mar fhórsa ag fad níos mó ná 10^{-15} m ó cháithnín bunúsach ar bith, ach bíonn sé thar a bheith cumhachtach ag fad níos lú ná sin. Is é an fórsa sin a nascann an núicléas le chéile. Coinníonn sé an núicléas le chéile ainneoin an fhórsa éartha leictreastataigh idir na prótóin. Tá roinnt cáithníní ann nach bhfeidhmíonn an fórsa láidir orthu in aon chor, e.g. leictreoin.

Is é an fórsa sin a nascann cuairc le chéile go dlúth chun prótóin, neodróin agus cáithníní eile, ar a dtugtar hadróin, a dhéanamh. Is iarmhairt de chuid an fhórsa sin a cheanglaíonn na prótóin agus na neodróin le chéile sa núicléas, ar an gcuma chéanna is iarmhairt de chuid an fhórsa leictreamaighnéadaigh idir na cáithníní luchtaithe sna móilíní é an fórsa idir móilíní sa damhna.

CEITHRE FHÓRSA BHUNÚSACHA AN NÁDÚIR				
Fórsa	Neart Coibhneasta (Bunaithe ar an bhfórsa idir 2 phrótón ag teagmháil lena chéile)	Na cáithníní a bhíonn faoi réir aige	Feidhm	Raon
An Fórsa Núicléach Láidir	1	Prótóin, neodróin	An núicléas a nascadh le chéile	Gearr (10^{-15} m)
An Fórsa Leictreamaighnéadach	10^{-2}	Cáithníní luchtaithe	Adaimh agus móilíní a nascadh le chéile	Éigríochta ($\propto 1/r^2$)
An Fórsa Núicléach Lag	10^{-7}	Gach cáithnín	β -mheath	Raon gearr (10^{-18} m)
Fórsa na hImtharraingthe	10^{-38}	Gach cáithnín	An chruinne a choinneáil le chéile	Éigríochta ($\propto 1/r^2$)

4. AN FÓRSA NÚICLÉACH LAG

Feidhmíonn an fórsa núicléach lag ar na cáithníní uile, agus nuair a bhíonn siad an-chóngarach dá chéile is é an fórsa núicléach lag a bhíonn ag feidhmiú idir cáithníní nach mbíonn faoi réir ag an bhfórsa núicléach láidir. Feidhmíonn an fórsa núicléach lag thar fhad an-ghairid ar fad, 10^{-18} m. Tá sé i bhfad níos laige ná an fórsa núicléach láidir. Is tríd an bhfórsa lag sin a thagann β -mheath ar núicléis agus a mheathann neodrón ina phrótón.

AICMÍ NA gCÁITHNÍNÍ

Nuair a imbhuailéann cáithníní ardfhuinnimh faoina chéile tiontaítear roinnt dá gcuid fuinnimh ina mhais. Dá airde é an fuinneamh E , is ea is mó iad maiscanna m na gcáithníní a tháirgtear, mar fheicimid ón gcothromóid $m = \frac{E}{c^2}$. Ina theannta sin dá mhéad an mhais a tháirgtear is ea is mó an éagsúlacht a bhaineann leis na cáithníní a chruthaítear. Go dtí na 1960idí chuirtil ilghnéitheacht mhearbhloch na gcáithníní a bhí á dtáirgeadh de bharr

NÓTA

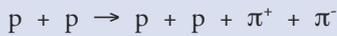
Dá airde é fuinneamh na gcáithníní atá ag imbhuailéadh

- is ea is mó an éagsúlacht a bhaineann leis na cáithníní nua a tháirgtear
- is ea is mó mais na gcáithníní.

imbhuailtí ardfhuinnimh i gcomparáid leis na hainmhithe sa zú. Ní raibh aon ghaol le dealramh eatarthu, ná ní raibh aon bhealach chun iad a rangú. ‘Zú na gCáithníní’ a tugadh ar na cáithníní sin.

Fadhb 6:

Dhá phrótón a bhfuil an fuinneamh céanna iontu, imbhuailteann siad in aghaidh a chéile agus táirgtear dhá cháithnín bhreise (pión π^+ agus frithphíon π^-) de réir na cothromóide seo a leanas:



Aimsigh an fuinneamh íosta (ina MeV) atá i ngach prótón ionsaitheach díobh más é 2.5×10^{-28} kg mais gach pióin a tháirgtear.

Réiteach:

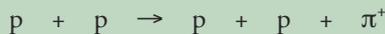
Mais ‘a chruthaítear’ = $(2)(2.5 \times 10^{-28})$ kg

$$\begin{aligned} \text{An fuinneamh a theastaíonn (ó } E = mc^2) &= (2)(2.5 \times 10^{-28})(3 \times 10^8)^2 \text{ J} \\ &= \frac{(2)(2.5 \times 10^{-28})(3 \times 10^8)}{1.6 \times 10^{-19}} = 281 \text{ MeV} \end{aligned}$$

$$\text{Fuinneamh gach prótóin} = \frac{281}{2} = 140 \text{ MeV}$$

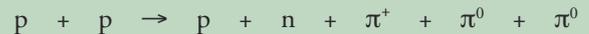
CLEACHTADH 32.3

1. Dhá phrótón a bhfuil an fuinneamh céanna acu, imbhuailteann siad in aghaidh a chéile agus táirgtear cáithnín breise, pión, de réir na cothromóide seo a leanas:



Aimsigh an fuinneamh íosta (ina MeV) a bheadh i ngach prótón ionsaitheach díobh más é 2.5×10^{-28} kg mais gach pióin a tháirgtear.

2. Dhá phrótón a bhfuil an fuinneamh céanna acu, imbhuailteann siad díreach in aghaidh a chéile agus táirgtear cáithníní breise (neodrón agus trí phión) de réir na cothromóide seo a leanas:



Aimsigh an fuinneamh íosta (ina MeV) a bheadh ag gach prótón ionsaitheach díobh más é 2.5×10^{-28} kg mais gach pióin a tháirgtear agus má tá an mhais chéanna sa neodrón agus sa phrótón.

RANGÚ NA gCÁITHNÍNÍ – LEAPTÓIN AGUS HADRÓIN

De réir a chéile thug na fisiceoirí faoi deara go raibh eagar éigin ar an anord a shíl siad a bheith ann. Rinneadh na cáithníní a rangú ina gcáithníní a bhfeidhmíonn an fórsa núicléach láidir orthu, agus ina gcáithníní nach bhfeidhmíonn sé orthu. D’eascair dhá aicme cáithníní as sin: cáithníní a bhfeidhmíonn an fórsa núicléach lag orthu ach nach bhfeidhmíonn an fórsa láidir orthu (**na leaptóin**) agus cáithníní a bhfeidhmíonn an fórsa láidir orthu agus nach bhfeidhmíonn an fórsa lag orthu (**na hadróin**).

NA LEAPTÓIN

Leaptóin a thugtar ar na cáithníní a bhfeidhmíonn an fórsa lag ach nach bhfeidhmíonn an fórsa láidir orthu. Feidhmíonn an fórsa imtharraingthe agus an fórsa leictreamaighnéadach ar na leaptóin chomh maith (má bhíonn siad luchtaithe). Dealraíonn sé nach bhfuil aon struchtúr inmheánach sna leaptóin agus rangaítear ina mbuncháithníní anois iad. Níl siad déanta as cáithníní atá níos lú fós ná iad féin. Is ponc-cháithníní gan toisí críochna iad na leaptóin.

Tá sé cinn de leaptóin agus a gcuid frithcháithníní ar eolas faoi láthair: an leictreon, an muón, an tó agus na neoidrionónna a bhaineann leo sin: an leictreon-neoidrionó, an muón-neoidrionó agus an tó-neoidrionó, agus na frithcháithníní a bhaineann le gach ceann díobh sin chomh maith (Fíor 32.8).

Buncháithnín, sin cáithnín nach bhfuil aon cháithníní eile taobh istigh de agus nach bhfuil aon fho-chodanna ann.

LEAPTÓIN

Leaptóin, sin cáithníní nach bhfeidhmíonn an fórsa láidir air.

FINE NA LEAPTÓN					
Ainm an Cháithnín	Siombail	Mais Choibhneasta	Lucht	Meánré	Siombail ar an bhFrithcháithnín
Leictreon (Leictreon) neoidrionó	e^- ν_e	1 ≈ 0	-1 0	cobhsaí cobhsaí	e^+ $\bar{\nu}_e$
Muón (Muón) neoidrionó	μ^- ν_μ	207 ≈ 0	-1 0	$2.2 \leftrightarrow 10^{-6}$ s cobhsaí	μ^+ $\bar{\nu}_\mu$
Tó (Tó) neoidrionó	τ^- ν_τ	3 500 ≈ 0	-1 0	$< 4 \leftrightarrow 10^{-13}$ s cobhsaí	τ^+ $\bar{\nu}_\tau$

Fíor 32.8

NA HADRÓIN

Hadróin a thugtar ar cháithníní a bhfeidhmíonn idir an fórsa láidir agus an fórsa lag orthu. Feidhmíonn fórsa na himtharraingthe agus an fórsa leictreamaighnéadach ar na hadróin freisin. Tá níos mó ná céad cineál hadróin ar eolas. Is féidir iad a roinnt ina dhá ngrúpa, na baróin agus na méasóin.

NA BARÓIN

Bíonn mais na **mbarón** níos mó ná, nó cothrom le mais phrótóin (Focal Gréigise é *baryon*, ‘trom’ an chiall atá leis). Baróin is ea prótóin, neodróin agus cáithníní níos troime.

NA MÉASÓIN

Bíonn mais an mhéasóin idir mais an leictreoin agus mais an phrótóin. Tá roinnt samplaí den dá chineál cáithnín i bhFíor 32.9:

ROINNT BALL D’FHINE NA HADRÓN					
Ainm an Cháithnín	Siombail	Mais Choibhneasta	Lucht	Meánré	Frithcháithnín
Baróin					
Prótón	p	1	1	cobhsaí	p
Neodrón	n	1	0	9×10^2 s	n
Lambda	Λ^0	1.2	0	2.6×10^{-10} s	Λ^0
Sigme	Σ^+	1.3	1	0.8×10^{-10} s	Σ^+
Méasóin					
PiÓN	π^+	≈ 0.1	1	2.6×10^{-8} s	π^-
Céon	κ^+	≈ 0.5	1	1.24×10^{-8} s	κ^-

Fíor 32.9

AN CHUARC SHAMHAIL

Dealraíonn sé nach bhfuil aon struchtúr inmheánach ag na **leaptóin**, i.e. is buncháithníní cearta iad. Níl aon mhéid intomhaiste acu ná níl aon struchtúr inmheánach acu. Níl ach méid teoranta díobh ann agus ní féidir iad a bhriseadh síos ina gcodanna níos simplí. Os a choinne sin, is cáithníní coimpléascacha iad na **baróin** agus na **méasóin**. Bíonn méid agus struchtúr inmheánach acu. Tá níos mó ná céad baróin agus méasón éagsúla ann. Sa bhliain 1963 chuir na fisiceoirí Meiriceánacha Gell-Mann agus Zweig an moladh chun cinn, go neamhspleách ar a chéile, go bhfuil na baróin agus na méasóin féin déanta de cháithníní níos lú, ar a dtugtar **cuairc**, agus a gcuid frithcháithníní sin, **frithchuairc**. Ní buncháithníní iad na baróin agus na méasóin. Le cabhair na cuarcshamhla bhíothas in ann a thuar gurb ann do cháithníní eile. Ó shin i leith táthar tar éis cuid mhaith de na cáithníní sin a bhreathnú i dturgnaimh.

HADRÓN

Hadrón, sin cáithnín a bhfeidhmíonn an fórsa láidir air.

NA CUAIRC

Buncháithníní is ea na **cuairc**, astu sin a dhéantar na baróin agus na méasóin. Is é $\pm \frac{1}{3}e$ nó $\pm \frac{2}{3}e$ an lucht bhíonn orthu.

Tá sé chineál éagsúla cuarc ann, agus cuimsíonn siad sin na baróin agus na méasóin uile atá ar eolas (agus a gcuid frithcháithníní, na frithchuaire). Seo a leanas na cuairc: Uaschuarc (u), íoschuarc (d), cuarc coimhthíoch (s), briochtchuarc (c), bunchuarc (b) agus barrchuarc (t). Creidtear gur cáithníní gan aon struchtúr bunúsach iontu iad na cuairc – poncréada gan aon chodanna inmhéanacha iontu. Tá siad cosúil leis na leaptóin dá réir sin. Bíonn lucht nialasach nó aonad amháin lucht ar na leaptóin, áfach. Bíonn $\frac{1}{3}$ nó $\frac{2}{3}$ d'aonad lucht ar na cuairc. Bíonn an méid céanna lucht ag na frithchuaire is a bhíonn ag a gcuid cuarc comhfhreagrach ach iad ar mhalairt síne. Bíonn mais an chuairc cothrom le mais a fhrithchuaire chomhfhreagraigh. Tá liosta de na sé cuarc, na sé fhrithchuarc agus na luchtanna a bhíonn orthu i bhFíor 32.10.

Ba é Gell-Mann a chéadmhol an t-ainm ‘cuarc’. Shíl sé nach raibh ann ach trí chuarc ar dtús. Tagann an focal féin as sliocht in *Finnegan’s Wake* le James Joyce, ‘Three quarks for Muster Mark!’

CUAIRC			FRITHCHUAIRC		
Ainm	Siombail	Lucht	Ainm	Siombail	Lucht
Uaschuarc	u	$+\frac{2}{3}e$	Frith-uaschuarc	\bar{u}	$-\frac{2}{3}e$
Íoschuarc	d	$-\frac{1}{3}e$	Frith-íoschuarc	\bar{d}	$+\frac{1}{3}e$
Cuarc coimhthíoch	s	$-\frac{1}{3}e$	Cuarc frithchoimhthíoch	\bar{s}	$+\frac{1}{3}e$
Briochtchuarc	c	$+\frac{2}{3}e$	Frith-bhriochtchuarc	\bar{c}	$-\frac{2}{3}e$
Bunchuarc	b	$-\frac{1}{3}e$	Frith-bhunchuarc	\bar{b}	$+\frac{1}{3}e$
Barrchuarc	t	$+\frac{2}{3}e$	Frith-bharrchuarc	\bar{t}	$-\frac{2}{3}e$

Fíor 32.10

NA MÉASÓIN

Bíonn aon chuarc amháin agus aon fhrithchuarc amháin sa mhéasón:

- e.g. uaschuarc agus frith-íoschuarc a bhíonn sa phióin π^+ (Fíor 32.11) i.e. \bar{d} .
Dá réir sin is é $+\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$ an lucht atá air.
- uaschuarc agus cuarc frithchoimhthíoch a bhíonn sa chéon K^+ i.e.
Dá réir sin is é $+\frac{2}{3} + \frac{1}{3} + 1$ an lucht atá air.

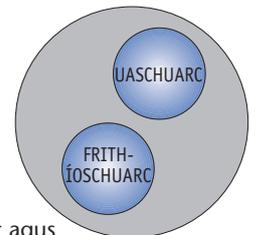
NA BARÓIN

Bíonn trí chuarc sa bharón agus trí fhrithchuarc sa fhrithbharón:

- e.g. Tá an prótón $p = uud$ (Fíor 32.12). $+\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = 1$ an lucht atá air.
Tá an neodrón $n = udd$. $+\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3} = 0$ an lucht atá air.
- Tá an fhrithphrótón $\bar{p} = \bar{u} \bar{u} \bar{d} - \frac{2}{3} - \frac{2}{3} + \frac{1}{3} = -1$ an lucht atá air.
- Tá an frithneodrón $\bar{n} = \bar{u} \bar{d} \bar{d} - \frac{2}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 0$ an lucht atá air.

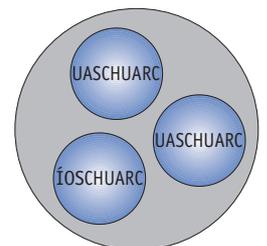
Comhdhéanamh an Chuairc, Roinnt Samplaí			
Ainm an Cháithnín	Siombail	Lucht	Comhdhéanamh an Chuairc
Baróin			
Prótón	p	$+1 (= +\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3})$	uud
Neodrón	n	$0 (= +\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3})$	udd
Lambda	Λ^0	$0 (= +\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3})$	uds
Sigme	Σ^+	$+1 (= +\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3})$	uus
Méasóin			
Píon	π^+	$+1 (= +\frac{2}{3} + \frac{1}{3})$	\bar{d}
Céon	K^+	$+1 (= +\frac{2}{3} + \frac{1}{3})$	\bar{s}

Bíonn aon chuarc amháin agus aon fhrithchuarc amháin sa **mhéasón**.



Fíor 32.11 As uaschuarc agus frith-íoschuarc a bhíonn píon (π^+) déanta

Bíonn aon trí chuarc ar bith sa **bharón**.
Bíonn aon trí fhrithchuarc ar bith sa **fhrithbharón**.

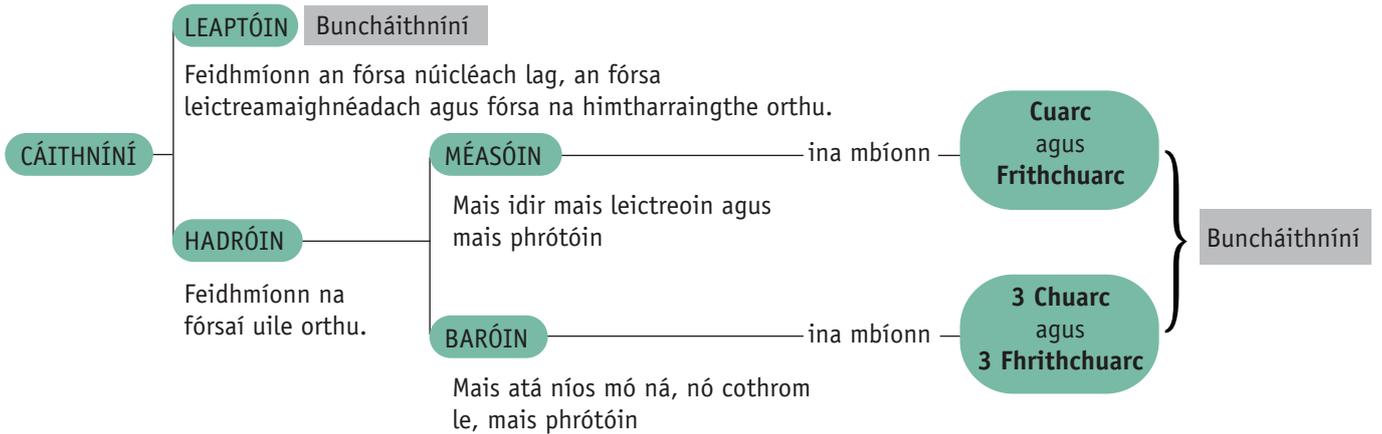


Fíor 32.12 As dhá uaschuarc agus íoschuarc amháin a bhíonn prótón déanta

CLEACHTADH 32.4

1. Maidir le gach cáithnín díobh seo a leanas ar teaglamaí cuarc iad, abair cé acu méasón nó barón é agus abair cén lucht atá air:
 (i) $u\bar{d}$ (ii) $\bar{u}d$ (iii) uud (iv) udd (v) $u\bar{s}$ (vi) $\bar{u}s$ (vii) uds (viii) uus (ix) dds (x) dss (xi) sss

Feidhmíonn gach ceann de na ceithre fhórsa ar na cuairc. Is tríd an bhfórsa láidir a idirghníomhaíonn siad go príomha, áfach. De bhrí go bhfuil an fórsa láidir chomh láidir sin, bheadh sé rí-dheacair cuarc a aonrú. Mar sin féin, maíonn daoine áirithe go bhfuil cuarc aonraithe feicthe acu i dturgnamh.



Fíor 32.13
 Tábla achoimre.



LIOSTA SEICEÁLA NA CAIBIDLE

- **Sainmhínigh:** Frithcháithnín; Posatrón; Frithdhamhna; Dísiú; Díothú díse; Leaptón; Hadrón; Barón; Méasón; Cuarc.
- **Tabhair:** An duine a chéadrinne an núicléas a scoilteadh le cáithníní a luathaíodh go saorga; Ceithre fhórsa bhunúsacha an nádúir; Ainmneacha na sé cuarc agus na luchtanna a bhíonn orthu; Cad é ‘Zú na gCáithníní?’; Neart coibhneasta agus raon gach ceann de na ceithre fhórsa bhunúsacha.
- **Cuir síos ar** an turgnamh a rinne Cockroft agus Walton agus meabhraigh an chothromóid.
- **Le meabhrú:** Imchoimeádar maisfhuinneamh, móiminteam agus lucht leictreach in imoibriú núicléach; Tuaradh gurbh ann don neodrónó nuair a feidhmíodh imchoimeád móimintim agus fuinnimh ar β -mheath; Nuair a imbhuailéann cáithníní i luathairí ardhuinnimh, dá mhéad fuinneamh a bhíonn ag na cáithníní atá ag imbhuiladh is ea is mó mais na gcáithníní a tháirgtear agus an éagsúlacht a bhaineann leo; Ag deireadh na 1920idí, le cabhair na matamaitice thuar Paul Dirac gurbh ann don fhrithdhamhna; As sliocht san úrscéal *Finnegan’s Wake* le James Joyce a thagann an focal ‘Quark’.
- **Meabhraigh** agus bain úsáid as an bhfoirmle: $E = mc^2$ chun fadhbanna a réiteach.
- **Bí in ann:** Imchoimeád maisfhuinnimh agus imchoimeád móimintim a úsáid chun fadhbanna uimhriúla a réiteach; Nádúr agus lucht cáithnín a shainaithint ó na cuairc ina chomhdhéanamh.

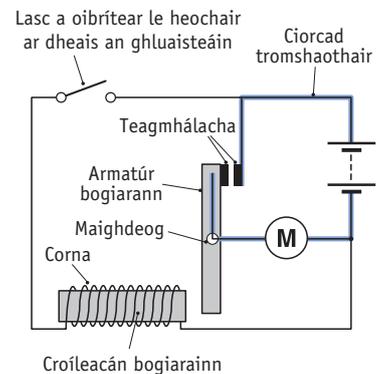
Rogha 2 (Onóracha Amháin) An Leictreachas Feidhmeach

1. SRUTH I SOLANÓIDEACH

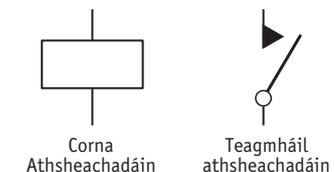
ATHSHEACHADÁN LEICTREAMAIGHNÉADACH

Nuair a thosaíonn tú gluasteán maidin fhuar, seans go mbeadh sruth 100 A ag teastáil ón mótár dúisithe chun an t-inneall a thosú. Is sruth an-mhór é sin agus bíonn sreang thiubh chopair ag teastáil chun é a sheoladh. Seans go mbeadh spréachadh mór leictreach ag an lasc a chuireann an sruth sin ag sreabhadh chomh maith. Casaimid eochair ar an deais chun an gluasteán a thosú de ghnáth. Bheadh sé dainséarach sreanga tiubha a bheith ag teacht chomh fada leis an deais mar bheadh baol spréachtha ann. Is féidir na fadhbanna sin a sháru mar seo a leanas:

Dúntar lasc nuair a chasann tú an eochair, rud a shlánaíonn ciorcad ina bhfuil **corna** le croileacán bogiarainn, **leictreamaighnéad** (Fíor 33.1). Aomann an leictreamaighnéad sin armatúr bogiarainn chuige féin atá saor chun casadh. Nuair a bhogann foirceann amháin den armatúr i dtreo an leictreamaighnéid dúnann na **teagmhálacha** ag an bhfoirceann eile de, rud a shlánaíonn an ciorcad tromshaothair agus a nascann an ceallra leis an mótár dúisithe. Sreabhann an sruth mór agus dúisítear inneall an ghluasteáin. **Athsheachadán leictreamaighnéadach** a thugtar ar an leictreamaighnéad, an t-armatúr maighdeogach agus na teagmhálacha le chéile. Tá an tsiombail chiorcaid ar athsheachadán leictreamaighnéadach tugtha i bhFíor 33.2 (A) agus tugtar an tsiombail chiorcaid ar chineál ar leith eile d'athsheachadán i bhFíor 33.2 (B). Lasc a oibrítear le leictreamaighnéad is ea athsheachadán.



Fíor 33.1
Athsheachadán leictreamaighnéadach i gciorcad.



Fíor 33.2(A)
Siombailí chiorcaid ar athsheachadán leictreamaighnéadach.

ATHSHEACHADÁN LEICTREAMAIGHNÉADACH

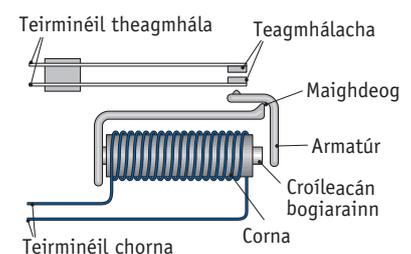
Is é atá in **athsheachadán leictreamaighnéadach**, lasc i gciorcad leictreach a úsáideann leictreamaighnéad chun é a chasadh air nó as.

ÚSÁIDÍ A BHAINTEAR AS ATHSHEACHADÁIN

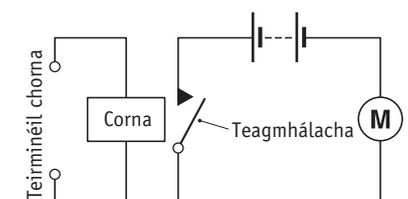
Baintear úsáid as athsheachadáin:

- I ngluasteáin, sna ciorcaid don mhótár dúisithe, do ghaothrán an téitheora, don bhonnán agus don chúlphuinneog théite,
- Chun formhór na mótár mór leictreach a chasadh air agus as,
- I scoradán chiorcaid shrutha iarmharaigh (feistí srutha iarmharaigh lch. 282). Is í an difríocht idir méid an tsrutha bheo agus méid an tsrutha neodraigh faoi deara an sruth a oibríonn an t-athsheachadán a bhriseann an ciorcad.

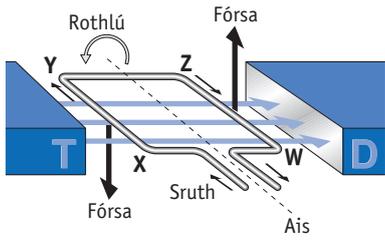
Is féidir gníomhú athsheachadáin a léiriú go héasca sa tsaotharlann leis an trealamh atá léirithe i bhFíor 33.3. Oibríonn an mótár nuair a cheanglaítear teirminéil an chorna le ceallra nó le soláthar cumhachta.



Fíor 33.2(B)



Fíor 33.3
Gníomhú athsheachadáin á léiriú.



Fíor 33.4

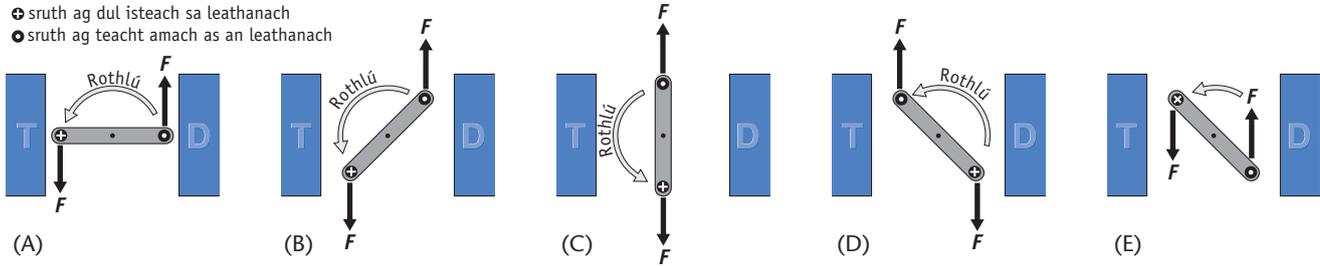
Na fórsaí ar chorna sruthiompártha i réimse maighnéadach aonfhoirmeach.

2. SRUTH I RÉIMSE MAIGHNÉADACH

AN FÓRSA AR CHORNA SRUTHIOMPÁRTHA I RÉIMSE MAIGHNÉADACH

Corna i réimse maighnéadach aonfhoirmeach atá i bhFíor 33.4. Tá an corna saor chun rothlú timpeall ar an ais. Iompraíonn an corna sruth (gnáthshruth) sa treo atá léirithe. Dé réir rial chiotóige Fleming, braitheann na sleasa XY agus WZ fórsaí sa treo atá léirithe. Cuireann na fórsaí sin an corna ag rothlú. Aghaidh-amharc ar Fhíor 33.4 is ea Fíor 33.5(A). Sreabhann an sruth isteach ar thaobh na láimhe clé agus amach ar thaobh na láimhe deise. Léiríonn Fíor 33.5 (B) na fórsaí ar an gcorna tar éis dó rothlú beagán. Léiríonn Fíor 33.5 (C) na fórsaí ar an gcorna nuair a shroicheann sé an t-ionad ceartingearach. Ag an bpointe sin ní bhíonn na fórsaí ag tabhairt ar an gcorna rothlú níos mó. Má tá an corna saor a dhóthain iompróidh an móiminteam thar an ionad ceartingearach é go dtí an suíomh atá léirithe i bhFíor 33.5 (D). Bíonn na fórsaí atá ag feidhmiú ar an gcorna anois ag tabhairt air rothlú ar ais go dtí an t-ionad ceartingearach. Dá réir sin, tiocfaidh sé chun fois ag an ionad ceartingearach – tar éis dó a bheith ag ascalú ar feadh tamaill, b'fhéidir.

- ⊕ sruth ag dul isteach sa leathanach
- ⊙ sruth ag teacht amach as an leathanach



Fíor 33.5

Dá bhféadfaí treo an tsrutha sa chorna a aisiompú agus é ag gabháil tríd an ionad ceartingearach, bheadh claonadh ag na fórsaí a bhí ag feidhmiú ar an gcorna lena choinneáil ag rothlú sa treo céanna (Fíor 33.5 (E)). Má dhéantar é sin gach uair a ghabhann an corna tríd an ionad ceartingearach, rothlóidh an corna gan stad. **Mótar simplí SD** a thugtar ar chorna a ghluaiseann mar sin.

MÓTAR SIMPLÍ SD

Tá bealach simplí chun an corna a chur ag casadh gan stad léirithe i bhFíor 33.6. Tá teirminéil an chorna ceangailte le fáinne scoilte ciorclach atá déanta as ábhar seoltach agus a rothlaíonn in éineacht leis an gcorna. **Cómhalartóir fáinne scoilte** a thugtar air. Bíonn dhá ghiota charbóin - ar a dtugtar **scaibíní carbóin** - ag teagmháil le sleasa an fháinne, rud a ligeann don sruth sreabhadh ón gceallra trí leath amháin den fháinne isteach sa chorna agus amach tríd an leath eile den fháinne arís, fad is atá an fáinne ag casadh. Glac leis go gcuireann an cóiríú sin an sruth ag sreabhadh isteach sa chorna ar thaobh na láimhe clé agus amach ar thaobh na láimhe deise i gcónaí, faoi mar atá léirithe i bhFíor 33.6. Is é atá ann, más ea, mótar leictreach simplí a oibríonn ar shruth díreach, **mótar simplí SD**. Tabhair faoi deara **go bhfuil an mótar simplí SD bunaithe ar an bprionsabal go mbraitheann seoltóir sruthiompártha i réimse maighnéadach fórsa i gcónaí**. Ba cheart go mbeifeá in ann deich n-úsáid choitianta a bhaintear as mótaí leictreacha a thabhairt gan aon stró.

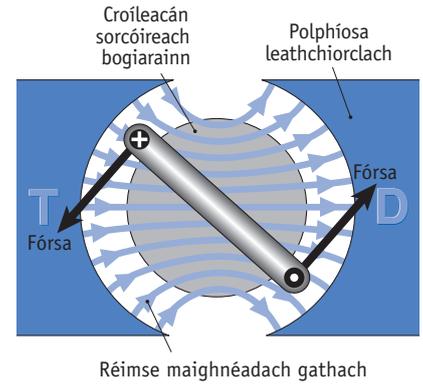
Fíor 33.6

Mótar simplí SD.

Is féidir gníomhú an mhótaí shimplí SD a léiriú go héasca sa tsaotharlann le trealamh atá deartha go speisialta don chúram sin. Ba chóir go mbeadh sé soiléir ó Fhíor 33.5 go mbíonn an chasmhóimint (an torc) ag an uasluch nuair a bhíonn an corna san ionad cothrománach.

Léiríonn Fíor 33.7 bealach amháin chun luach na casmhóiminte ar an gcorna a choinneáil mar a chéile de réir mar a rothlaíonn an corna. Tá polphíosáil leathchiorclacha ag an maighnéad agus tá an corna tochraiste ar croileacán sorcóireach bogiarainn.

Feadh gha an tsorcóra a bhíonn treo an réimse mhaighnéadaigh sa bhearna aeir. **Réimse maighnéadach gathach** a thugtar air. Mar is léir ón léaráid, bíonn an chasmhóimint ar an gcorna sin mar an gcéanna i gcónaí (ach amháin nuair a bhíonn sé san ionad ceartingearach), mar bíonn an fad ingearach idir na fórsaí mar an gcéanna. Rothlaíonn sé níos réidhe dá réir. Ní mór an cómhálartóir fáinne scoilte a úsáid fós.

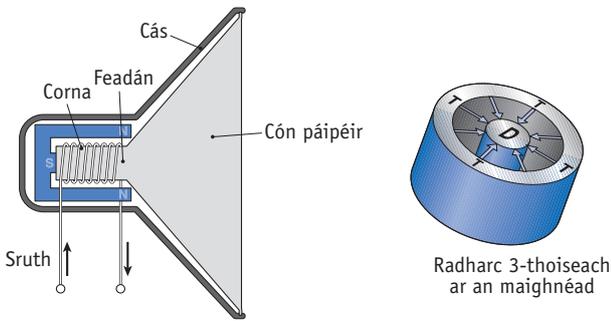


Fíor 33.7

Fanann an torc ar chorna sruthiompartha i réimse maighnéadach gathach mar an gcéanna de réir mar a rothlaíonn an corna.

AN CALLAIRE LUAILCHORNA

Léaráid shimplithe den challaire luailchorna is ea Fíor 33.8. Tá sé bunaithe ar an bprionsabal go bhfeidhmítear fórsa ar sheoltóir sruthiompartha i réimse maighnéadach. Is é atá ann, corna sreinge agus é tochraiste ar fheadán cairtchláir a bhíonn saor le gluaiseacht feadh lárphíosáil maighnéid an-láidir. Bíonn an corna agus an feadán ceangailte le **cón mór páipéir** a ghluaiseann in éineacht leo.



Fíor 33.8

Callaire luailchorna.



Fíor 33.9

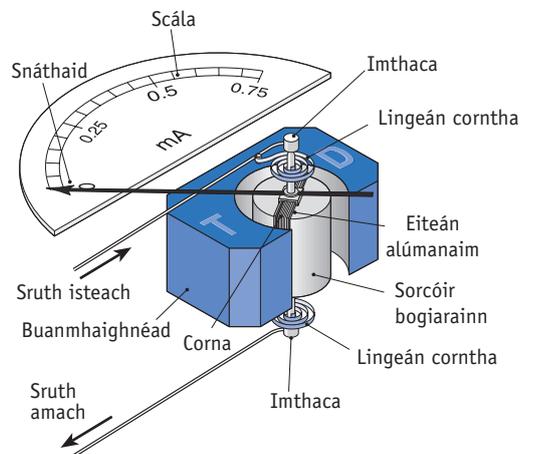
Ach rialai chiotóige Fleming a chur i bhfeidhm, feictear go mbíonn fórsa ar an gcorna á bhrú ar chlé nuair a shreabhann sruth sa chorna sa treo atá léirithe. Bogann sé beagán agus tarraingíonn sé an cón leis. Má aisiompaítear treo an tsrutha bíonn fórsa deisil ar an gcorna agus bogann an cón ar dheis. Má chuirtear sruth ailtéarnach (SA) tríd an gcorna, bogann an cón isteach is amach ar an minicíocht chéanna leis an SA. Má bhíonn an mhinicíocht sin laistigh de theorainneacha minicíochta na hinchloisteachta, táirgeann an cón creathach fuaimthonn den mhinicíocht chéanna san aer mórtimpeall air. Is é atá i bhFíor 33.9, callaire agus é bainte as a chéile chun na comhpháirteanna a thaispeáint.

AN GALBHÁNAIMÉADAR LUAILCHORNA

Ionstraim is ea an galbhánaiméadar a úsáidtear chun méid sruth beag leictreach a thomhas. Tá struchtúr an ghalbhánaiméadair luailchorna léirithe i bhFíor 33.10. **Oibríonn sé ar an bprionsabal céanna go bhfeidhmítear fórsa ar sheoltóir sruthiompartha i réimse maighnéadach.**

Comhdhéanamh an Ghalbhánaiméadair

- Bíonn an corna tochraiste ar eiteán alúmanaim.
- Suitear an corna agus an t-eiteán ar imthacaí.
- Is féidir leis an gcorna rothlú sa bhearna idir poil shorcóireacha an mhaighnéid agus croileacán bogiarainn.



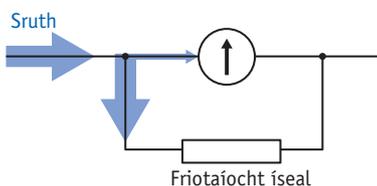
Fíor 33.10

Galbhánaiméadar luailchorna.

- Bíonn snáthaid greamaithe den chorna a léiríonn an uillinn trína rothlaíonn sé.
- Bíonn dhá lingeán chorntha ceangailte leis an ais ar a rothlaíonn an corna. Cuireann siad sin i gcoinne rothlú an chorna.

Feidhmiú

- Nuair a ghabhann sruth tríd an gcorna bíonn fórsaí ag feidhmiú ar a shleasa, rud a chuireann ag rothlú é.
- Bíonn réimse maighnéadach **gathach** sa bhearna aeir idir na poil agus an croíleacán. Dá réir sin, bíonn an fad ingearach céanna ann idir na fórsaí ar shleasa an chorna i gcónaí (Fíor 33.7 lch. 381). Is tairiseach é **móimint an chúpla** (i.e. an torc) ar an gcorna de bharr an tsrutha nuair a bhíonn an corna ag casadh. Is féidir a léiriú go mbíonn an torc ar an gcorna i gcomhréir dhíreach leis an sruth ($T_1 = kI$).
- De réir mar a rothlaíonn an corna faoi ghníomhú an tsrutha, déantar na lingeáin a thochras agus feidhmíonn siad cúpla eile ar an gcorna. Cuireann an cúpla sin i gcoinne an chúpla de bharr an tsrutha.
- Bíonn an torc a fheidhmíonn na lingeáin i gcomhréir leis an uillinn trína rothlaíonn an corna ($T_2 = c\theta$).
- Tagann an tsnáthaid chun fois nuair a bhíonn an torc de bharr na lingeán cothrom leis an torc de bharr an tsrutha.
Dá réir sin tá $T_2 = T_1 \Rightarrow c\theta = kI \Rightarrow \theta \propto I$, i.e. bíonn an uillinn trína rothlaíonn an corna i gcomhréir dhíreach leis an sruth.
- Is féidir an uillinn rothlaithe a léamh ón tsnáthaid atá greamaithe den chorna. Déantar an scála thar a ritheann an tsnáthaid a chalabhrú chun an sruth a léamh. Is scála líneach é dá réir sin.



Fíor 33.11

Galbhánaiméadar a thiontú ina aimpmhéadar.

Nuair a shreabhann sruth sa chorna gluaiseann an tsnáthaid go dtí pointe ar leith ar an scála. Mura mbeadh an t-eiteán alúmanaim ann áfach, rachadh an tsnáthaid thar an bpointe sin, dhéanfadh sí ascalú timpeall air ansin, agus bheadh tamall ann sula dtiocfadh sí chun fois. Cuireann an t-eiteán alúmanaim stop leis sin trí phróiseas ar a dtugtar **maolú srutha guairneáin**. Gearann an t-eiteán alúmanaim na línte flosca maighnéadaigh de réir mar a rothlaíonn an corna agus ionductaítear sruthanna ann, **sruthanna guairneáin**. De réir Dhlí Lenz, cuireann treo na sruthanna sin i gcoinne ghluaisne an eiteáin. Dá réir sin, feidhmíonn siad iarmhairt mhaolaithe ar ghluaisne an chorna. Gaireas an-íogair is ea an galbhánaiméadar luailchorna sa mhéid is gur féidir leis μA nó mA a thomhas. Dá mbeadh sruth mór i gceist bhrisfí an corna nó an córas crochta.

GALBHÁNAIMÉADAR A THIONTÚ INA AIMPMHÉADAR

Is féidir galbhánaiméadar a thiontú ina aimpmhéadar ach friotaíocht íseal, ar a dtugtar seachród, a chur i dtreocheangal leis (Fíor 33.11). Roghnaítear luach an fhriotóra sin i dtreo is go sreabhfaidh formhór an tsrutha tríd an bhfriotáir agus nach sreabhfaidh ach codán de atá ar eolas tríd an ngalbhánaiméadar. Ó tá an codán sin ar eolas, tá an codán tríd an seachród ar eolas freisin. Tá an sruth iomlán ar eolas dá réir sin. Féach go cúramach ar Fhadhb 1 ar an gcéad leathanach eile.

NÓTA

Is féidir **galbhánaiméadar** a thiontú ina **aimpmhéadar** ach **friotaíocht íseal**, ar a dtugtar seachród, a chur i dtreocheangal leis.

Fadhb 1: Galbhánaiméadar dar sraonadh lánscála 4 mA agus dar friotaíocht inmheánach 50Ω , is gá é a thiontú ina aimpmhéadar a léifidh suas le 6 A. Aimsigh friotaíocht an tseachróid is gá a chur i dtreocheangal leis.

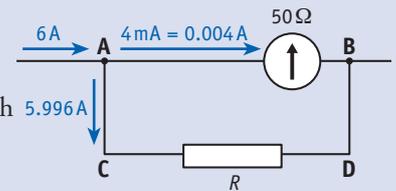
Réiteach: Leagan amach cosúil leis sin i bhFíor 33.12 a theastaíonn chun sraonadh lánscála a thabhairt.

Ó tá AB agus CD i dtreocheangal, tá an DP chéanna trasna ar an dá cheann díobh. De réir Dhlí Ohm ($V = IR$) faighimid:

$$V_{CD} = V_{AD} \Rightarrow 5.996 = (0.004)(50) \Rightarrow R = 0.0334 \Omega$$

Dá bhrí sin, má chuirtear friotaíocht den luach sin i dtreocheangal leis

an méadar, déanfaidh an méadar sraonadh lánscála nuair a shreabhann 6 A sa chiorcad iomlán. Ba cheart a sheiceáil go ndéanann an méadar sraonadh leathscála nuair a shreabhann sruth 3 A sa chiorcad. De ghnáth is é a bhíonn san aimpmhéadar sa tsaotharlann scoile, galbhánaiméadar ina bhfuil seachróid agus iad i gcás plaisteach.



Fíor 33.12

GALBHÁNAIMÉADAIR A THIONTÚ INA VOLTHÉADAR

Is féidir galbhánaiméadar a thiontú ina voltmhéadar ach ardfhriotaíocht, ar a dtugtar iolraitheoir, a chur i sraithcheangal leis. Féach ar Fhadhb 2 thíos chun a fháil amach conas luach na friotaíochta a aimsiú.

NÓTA

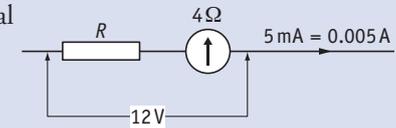
Is féidir **galbhánaiméadar** a thiontú ina **voltmhéadar** ach **ardfhriotaíocht**, ar a dtugtar **iolraitheoir**, a chur i sraithcheangal leis.

Fadhb 2: Galbhánaiméadar dar sraonadh lánscála 5 mA agus dar friotaíocht inmheánach 4Ω , aimsigh luach an fhriotóra is gá a chur i sraithcheangal leis chun é a thiontú ina voltmhéadar dar sraonadh lánscála 12 volta.

Réiteach: Sa chiorcad i bhFíor 33.13, is gá go dtabharfadh an galbhánaiméadar sraonadh lánscála nuair a chuirtear 12 volta trasna ar an gcóras, i.e. caithfidh 5 mA (0.005 A) sreabhadh tríd an ngalbhánaiméadar nuair a chuirtear 12 volta trasna ar an gcóras.

Tá an DP trasna ar $R + DP$ trasna ar an $4 \Omega = 12 \text{ V}$

$$\text{i.e. } 0.005 \times R + 0.005 \times 4 = 12 \Rightarrow R = 2396 \Omega$$

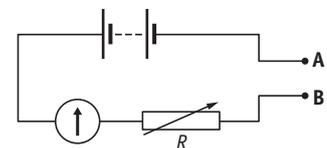


Fíor 33.13

Galbhánaiméadar a thiontú ina voltmhéadar.

GALBHÁNAIMÉADAR A THIONTÚ INA ÓM-MHÉADAR

Meabhraigh an chiorcad i bhFíor 33.14. Má cheanglaítear A le B is é nialas an fhriotaíocht idir A agus B. Tá luach R ionann is go ndéanann an galbhánaiméadar sraonadh lánscála faoi na coinníollacha sin. Má cheanglaítear seoltóir ar bith eile idir A agus B méadaíonn an fhriotaíocht idir A agus B. Laghdaítear méid an tsrutha atá ag sreabhadh sa chiorcad dá réir sin. Léiríonn an t-ionad ina bhfuil snáthaid an ghalbhánaiméadair ar an scála an sruth laghdaithe sin. Dá mhéad an fhriotaíocht is ea is lú an sraonadh ar scála an ghalbhánaiméadair. Dá réir sin, léiríonn suíomh na snáthaid luach na friotaíochta. Déantar iad a chalabrá sa mhonarcha chun an fhriotaíocht a léamh go díreach. Tabhair faoi deara go ritheann scála na friotaíochta ar mhalairt treo le scála an tsrutha. Tabhair faoi deara leis, gur scála an-neamhlíneach é scála na friotaíochta, ó ghabhann sé ó nialas go dtí an éigríoch laistigh d'fhad an scála.



Fíor 33.14

Galbhánaiméadar a thiontú ina óm-mhéadar.

NÓTA

Is féidir **galbhánaiméadar** a thiontú ina **óm-mhéadar** ach **ceallra** agus **friotóir inathraithe** a chur i sraithcheangal leis.

CLEACHTADH 33.1

- Aimsigh luach an fhriotóra a chaithfí a chur i dtreocheangal le galbhánaiméadar dar friotaíocht inmheánach 5Ω agus dar sraonadh lánsála 15 mA chun é a thiontú ina aimpmhéadar dar sraonadh lánsála 1 A .
- Aimsigh luach an fhriotóra a chaithfí a chur i sraithcheangal le galbhánaiméadar dar friotaíocht 5Ω agus dar sraonadh lánsála 10 mA chun é a thiontú ina voltmhéadar dar sraonadh lánsála 12 volta .
- Baineann sraonadh lánsála 6 mA agus friotaíocht 10Ω le galbhánaiméadar.
 - Cén chaoi ar cheart friotóir a cheangal leis chun go mbeidh sé in ann sruthanna suas le 12 A a léamh. Cén luach a bheadh ag an bhfriotóir?
 - Cén chaoi ar cheart friotóir a cheangal leis chun go mbeidh sé in ann voltais suas le 20 volta a léamh. Cén luach a bheadh ag an bhfriotóir?
- Aimpmhéadar ina bhfuil galbhánaiméadar dar friotaíocht 4Ω agus seachród dar friotaíocht 0.02Ω i dtreocheangal leis. Cén sruth a shreabhann tríd an ngalbhánaiméadar nuair is é 20 A an sruth tríd an aimpmhéadar?
- Voltmhéadar ina bhfuil galbhánaiméadar dar friotaíocht 5Ω agus friotóir 3000Ω i sraithcheangal leis. Más é 40 V an léamh ar an voltmhéadar, cad é an difríocht poitéinsil trasna ar an ngalbhánaiméadar?
- Baineann sraonadh lánsála 20 V agus friotaíocht 20 kW le voltmhéadar. Cén coigeartú a dhéanfaí air chun go mbeadh sé in ann suas le 100 V a léamh?
- Fad 18 m de shreang chopair atá i gcora galbhánaiméadair éigin. Tá trasghearradh ciorclach aonfhoirmeach ag an tsreang agus is é 0.085 mm an trastomhas atá aici. Is é $1.7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ friotachas an chopair. Ríomh friotaíocht an chorna. Más é 2 mA sraonadh lánsála an ghalbhánaiméadair, ríomh:
 - an voltas ba chóir a fheidhmiú idir na teirminéil,
 - friotaíocht an fhriotóra a theastaíonn chun an galbhánaiméadar a thiontú ina voltmhéadar dar sraonadh lánsála 10 V .

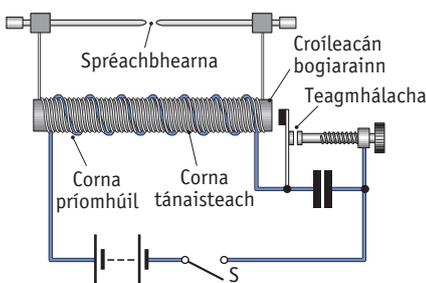
3. AN tIONDUCHTÚ LEICTREAMAIGHNÉADACH

AN CORNA IONDUCHTAITHE

Ba é an Dr. Nicolas Callan a cheap an **cora ionductaithe** i Maigh Nuad sa bhliain 1936. Is feiste é a tháirgeann voltas an-ard ó fhoinsé ísealvoltais, ceallra mar shampla. Bhain sé úsáid as cora ionductaithe chun a léiriú go bhféadfaí spréacha móra leictreacha a tháirgeadh san aer le ceallra ísealvoltais. Tá cora ionductaithe léirithe i bhFíor 33.15. Is é atá ann, cora de shreang thiubh ina bhfuil líon beag lúb agus í tochraiste timpeall ar chroileacán bogiarainn. **An cora príomhúil** a thugtar ar an gcora sin. Bíonn sé ceangailte leis an gceallra le fearas ceangail is gearrtha, cosúil leis an gcloigín leictreach. Bíonn cora eile agus líon mór lúb ann (na mílte díobh) tochraiste timpeall ar an gcora príomhúil. **An cora tánaisteach** a thugtar ar an gcora sin.

Mar seo a leanas a oibríonn an cora ionductaithe:

- Nuair a dhúntar an lasc S, sreabhann sruth sa chorna príomhúil agus déantar an croileacán bogiarainn a mhaighnéadú.
- Aomtar an scoradán teagmhála go dtí an croileacán, bristear an ciorcad príomhúil agus ní shreabhann an sruth príomhúil a thuilleadh.
- Athraíonn an réimse leictreach de bharr an tsrutha sa chorna príomhúil go tapa, i.e. téann sé ar ceal. Preabann an scoradán teagmhála ar ais agus sreabhann an sruth sa chiorcad príomhúil arís.
- Leanann an próiseas ar aghaidh.



Fíor 33.15

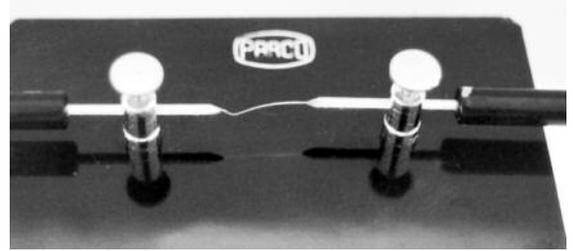
Cora ionductaithe.



AN CORNA IONDUCHTAITHE

Cora ionductaithe, sin gaireas a úsáidtear chun voltas an-ard a bhaint as ísealvoltas SD, ceallra mar shampla.

- Gach uair a bhrítear an ciorcad príomhúil, téann an réimse maighnéadach ar ceal go han-tapa. Gabhann an réimse maighnéadach mearaithraitheach sin tríd an gcorna tánaisteach agus ionductaítear FLG an-mhór ann toisc go bhfuil líon mór lúb ann.
- Is leor an FLG ionductaithe an-mhór sin chun insliú an aeir sa spréachbhearna a bhriseadh síos agus spréacha móra a thabhairt ann.
- Ina theannta sin, ionductaítear FLG sa chorna tánaisteach gach uair a dhúnann teagmhálacha an scoradáin teagmhála. Bíonn an FLG a ionductaítear sa chorna tánaisteach i bhfad níos lú áfach, de bharr go nglacann sé níos mó ama ar an réimse maighnéadach neart a bhailiú fad atá an sruth ag cruinniú sa chorna príomhúil.



Fíor 33.16

An corna ionductaithe á léiriú sa tsaotharlann scoile.

Nuair a osclaíonn an scoradán, ionductaítear FLG sa chorna príomhúil freisin. Bíonn an FLG sin mór go leor chun spréachadh a thabhairt ag na teagmhálacha, rud a dhófaidh amach iad ar deireadh. Ceanglaítear toilleoir faoi mar atá léirithe chun é sin a mhaolú. Luchtaítear an toilleoir, agus ionsúnn sé an fuinneamh a thabharfaidh na spréacha ina éagmais.

Úsáidí a bhaintear as an gcorna ionductaithe

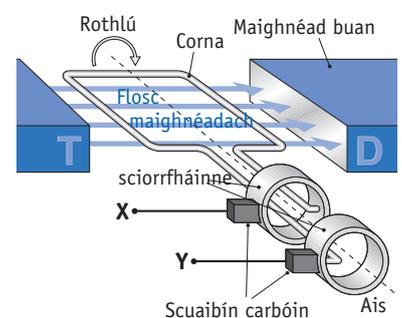
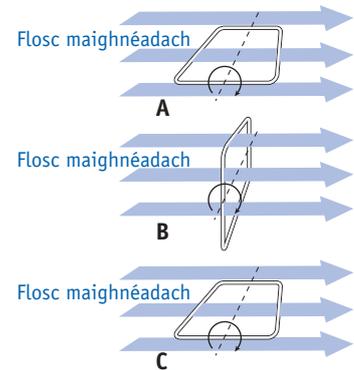
- Úsáidtear san inneall peitрил i ngluaisteaín é chun an t-ardvoltage a theastaíonn do na spréachphlocóidí a tháirgeadh.
- Úsáidtear é i bhfálta leictreacha chun an t-ardvoltage (4 – 10 kV) is gá a bhaint as ceallra 12V a thabhairt.
- D'úsáidtear é chun an t-ardvoltage a tháirgeadh chun feadán gás-díluchtúcháin a oibriú, d'fhéadfaí é a úsáid chuige sin fós.

4. SRUTH AILTÉARNACH

AN GINEADÓIR SIMPLÍ SA

Corna i réimse maighnéadach aonfhoirmeach atá i bhFíor 33.17 (A) agus (B).

- Má chuirtear an corna ag rothlú timpeall ar ais athraíonn an floc maighnéadach a ghabhann tríd an gcorna.
- De réir mar a ghluaiseann an corna ó A go dtí B méadaíonn ar an bhfloc a ghabhann tríd. Tagann laghdú ar an bhfloc de réir mar a ghluaiseann sé ó B go dtí C.
- Ionductaítear FLG sa chorna dá réir sin.
- Gabhann an FLG i dtreo amháin nuair a bhíonn an floc ag méadú agus gabhann sé ar mhalairt treo nuair a bhíonn an floc ag laghdú. Dá réir sin, **ionductaítear FLG ailtéarnach i gcorna má rothlaítear é i réimse maighnéadach aonfhoirmeach.**
- Má chuirtear an corna i gceangal le ciorcad comhlán, sreabhfaidh sruth ann. Deirtear go ngintear sruth sa chorna agus is **gineadóir** a thugtar ar an gcóras.
- Is iad na sciortháiníní a cheanglaíonn an corna leis an gciordach seachtrach i bhFíor 33.17. Casann na fáiníní de réir mar a chasann an corna. Ní bhogann na scauibíní carbóin. Ar an gcuma sin, bíonn an taobh céanna den chorna ceangailte le X i gcónaí agus bíonn an taobh eile ceangailte le Y. Sreabhann **sruth ailtéarnach** sa chiorcad seachtrach dá bharr sin. **Gineadóir simplí SA** a thugtar ar an maighnéad, ar an gcorna agus ar na sciortháiníní le chéile.

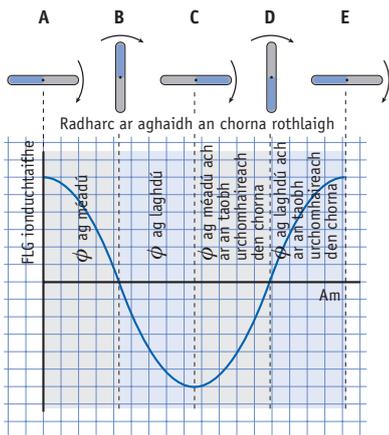


Fíor 33.17

Gineadóir simplí SA.

GINEADÓIR

Gineadóir leictreach, sin gaireas a thiontaíonn fuinneamh cinéiteach ina fhuinneamh leictreach i bhfoirm sruth leictreach.



Fíor 33.18

Mar a athraíonn an FLG ionductaithe in imeacht ama agus le suíomh an chorna i ngineadóir SA.

Más réimse aonfhoirmeach é agus má rothlaíonn an corna ar ráta tairiseach, athraíonn an SA a tháirgtear faoi mar a athraíonn graf de $y = \text{Sin } x$. SA síneasóideach a thugtar air. Graf de FLG (nó sruth) i gcoinne ama atá i bhFíor 33.19. Tá suíomh an chorna ag roinnt meandar léirithe ann chomh maith. Is mó é an FLG nuair a bhíonn an corna ag A, C agus E, mar is mó é an ráta athraithe flosca ag na suíomhanna sin. Tiontaíonn an FLG go dtí nialas ar an toirt ag B agus D mar ní bhíonn an flosc ag athrú ag na meandáir sin.

Is féidir oibriú gineadóir simplí SA a léiriú go furasta sa tsaotharlann. Má cheanglaítear voltmhéadar nialais láir leis an aschur, feicfead go mbogann an tsnáthaid anonn is anall, rud a léiríonn an SA atá á ghiniúint. Dhá shampla choitianta de gineadóirí SA is ea iad an t-ailtéarnóir i ngluaisteán agus an dineamó ar rothar.

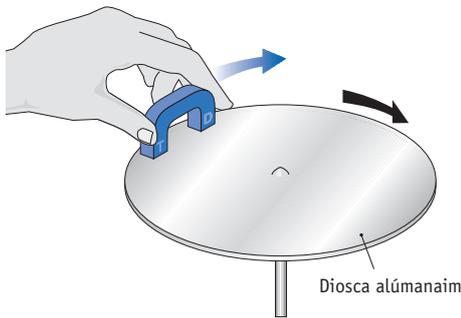
NÓTA

Gintear **sruth ailtéarnach (SA)** i gcornea atá ag casadh i réimse maighnéadach aonfhoirmeach.

Má úsáidtear sciortháinín chun an corna a cheangal leis an gcoircad seachtrach is gineadóir simplí SA atá ann.

AN MÓTAR IONDUCTAITHE

Diosca éadrom alúmanaim atá saor chun rothlú timpeall ar ais, sin é atá i bhFíor 33.19. Má rothlaítear maighnéad láidir go tapa timpeall an diosca faoi mar atá léirithe, feicfead go leanfaidh an diosca gluaisne an mhaighnéid. Sin é **an prionsabal ar a bhfuil an mótar ionductaithe bunaithe**. Seo a leanas an míniú air:



Fíor 33.19

- Cruthaíonn an **réimse maighnéadach rothlach** réimse maighnéadach athraitheach sa diosca alúmanaim.
- Ós seoltóir é an t-alúmanam sreabhann **sruthanna ionductaithe** ann.
- De réir Dhlí Lenz, sreabhann na sruthanna sin i dtreo a chuireann i gcoinne an athraithe faoi deara iad, is é sin, i gcoinne ghluaisne an mhaighnéid. Dá réir sin, feidhmíonn na sruthanna **fórsa ar an maighnéad**, rud a dhéanann iarracht stop a chur lena ghluaisne.
- De réir Thríú Dlí Newton, **gníomhaíonn fórsa ar an diosca alúmanaim atá ar cóimhéid ach ar mhalairt treo leis**.
- **Cuireann an fórsa sin an diosca ag rothlú** in aon treo leis an maighnéad.

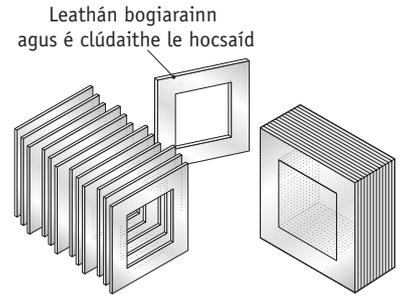
Cornaí atá naschta le SA a tháirgeann an réimse maighnéadach rothlach i mótar ionductaithe ceart. Cuireann an réimse maighnéadach rothlach sin sorcóir miotail ag rothlú. Ní bhíonn scauibíní carbóin, atá so-ídithe, sna mótaí ionductaithe mar a bhíonn sa mhótar SD. Bíonn an mótar ionductaithe téagartha, éifeachtach agus réasúnta saor. Is mótaí ionductaithe iad formhór na mótaí leictreach a úsáidtear sa tionscal. Úsáidtear iad i gcaidéil, i ngaothráin agus i gcomhbhrúiteoirí, áit ar gá a bheith in ann brath orthu.

TOSCA A MBÍONN TIONCHAR ACU AR ÉIFEACTÚLACHT CHLAOCHLADÁIN

Dá mbeadh claochladán lánéifeachtúil, bheadh an fuinneamh infheidhme aschuir cothrom leis an bhfuinneamh ionchuir. Cailltear fuinneamh ar bhealaí éagsúla sa chlaochladán, áfach, rud a laghdaíonn ar a éifeachtúlacht. Nochtann formhór an fhuinnimh a chailltear mar theas sa chlaochladán. Déantar claochladáin an-mhór a fhuarú le hola chun an caillteanas sin a mhaolú. Ach é a bheith deartha go maith, d'fhéadfadh claochladán a bheith 90% éifeachtúil, nó níos mó.

Na príomhchúiseanna le cailteanais fuinnimh sna claochladáin:

- **Cailteanais teasa I^2R sna cornaí.** Is féidir é sin a laghdú ach sreang thiubh a úsáid sa chorna ísealvoltais.
- **Cailteanais de bharr srutha guairneáin sa croíleacán,** i.e. sruthanna leictreacha ionductaithe sa croíleacán féin. Is féidir iad sin a laghdú ach an croíleacán a lannú.
- **Cailteanais histéiréiseacha.** Bíonn fuinneamh ag teastáil chun an croíleacán a mhaighnéadú a dhímhaighnéadú agus a athmhaighnéadú ar mhalairt treo arís is arís eile. Nochtann na cailteanais sin mar theas sa croíleacán, cailteanais histéiréiseacha a thugtar orthu.
- **Flosc maighnéadach á ligean.** Seans nach mbeadh an flosc iomlán ón gcorna príomhúil ag teacht le flosc an chorna thánaistigh.



Fíor 33.20

Is é atá i gcroíleacán lannach, cisil thanaí de bhogiarann agus cisil thanaí d'ocsáid (inslitheoir) á scaradh ó chéile, rud a laghdaíonn ar na sruthanna guairneáin.

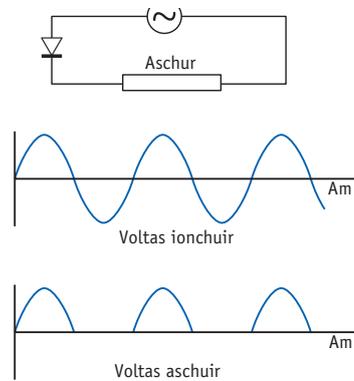
5. FEIDHMEANNA DÉ-ÓIDE

COIGEARTÚ SA

Sruth SA atá sa leictreachas príomhlíonra. Bíonn an-chuid fearas leictreach agus leictreonach ag feidhmiú ar shruth SD áfach. SA a choigeartú, sin SA a thiontú ina SD. D'fhéadfadh dé-óid leathsheoltóra é sin a dhéanamh.

Coigeartóir Leath-thonnach

Tá foinse voltais SA agus dé-óid sa chiorcad i bhFíor 33.21. Seolann an dé-óid sruth nuair a bhíonn sí tul-laofa agus sreabhann sruth dá réir. Ní shreabhann aon sruth nuair a bhíonn an dé-óid cúl-laofa. Ní shreabhann an sruth tríd an lód ach in aon treo amháin (is friotóir é an lód sa léaráid), i.e. SD atá ann. Ní sruth foisteanach é, áfach, SD bíogach atá ann. Tá an voltas ionchuir agus an voltas aschuir mar atá léirithe. **Coigeartóir leath-thonnach** a thugtar ar an dé-óid ós rud é nach seolann sí ach ar feadh leath gach ciogail.



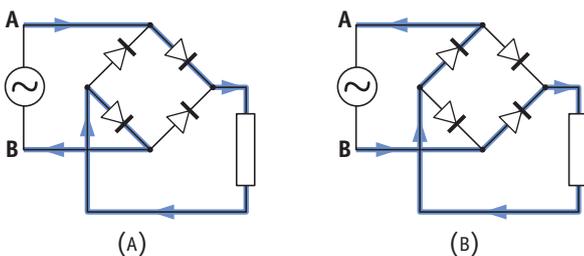
Fíor 33.21

Coigeartú leath-thonnach.

Coigeartú Lántonnach – An Coigeartóir Droichid

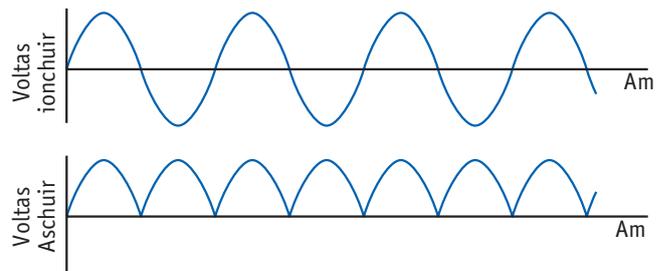
Foinse SA agus é ceangailte le ceithre dhé-óid i líonra droichid sin é atá i bhFíor 33.22. **Coigeartóir droichid** a thugtar ar an gcóiriú sin. Táirgeann sé SD mar seo a leanas:

- Nuair a bhíonn A+ i gcoibhneas le B, leanann an sruth an chonair atá léirithe i bhFíor 33.22 (A).
- Nuair a iompaíonn an SA ar mhalairt treo, i.e. nuair a bhíonn B+ i gcoibhneas le A, leanann an sruth an chonair atá léirithe i bhFíor 33.22 (B).
- I gceachtar den dá chás sreabhann an sruth sa treo céanna tríd an bhfriotóir R i gcónaí, agus táirgtear SD dá réir.
- **Coigeartú lántonnach** a thugtar air ós rud é go mbíonn SD ag sreabhadh sa dá leath den chiogal SA. Léiríonn Fíor 33.23 mar a athraíonn na voltais ionchuir agus aschuir in imeacht ama.



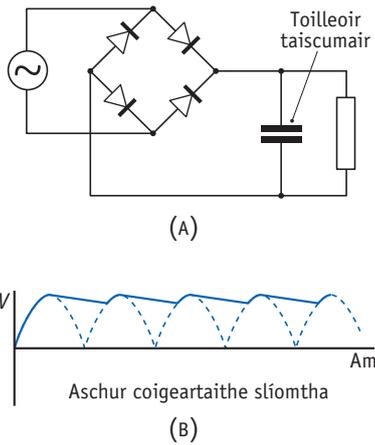
Fíor 33.22

Coigeartú lántonnach agus coigeartóir droichid in úsáid.

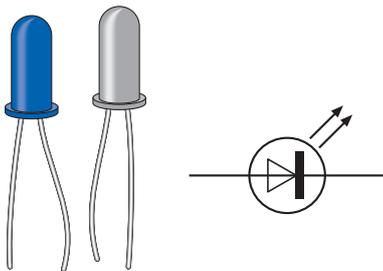


Fíor 33.23

SD neamhréidh tar éis coigeartú lántonnach.



Fíor 33.24
Slíomadh SD tar éis coigeartú lántonnach a dhéanamh air.



Fíor 33.25
Dé-óidí astaithe solais agus na siombailí ciorcaid orthu.

Is féidir SD níos réidhe a tháirgeadh ach coigeartú beag a dhéanamh ar an gciocard agus toilleoir mór (e20 mF) a chur i gceangal leis, mar atá déanta i bhFíor 33.24(A). **Toilleoir taiscumair** a thugtar ar an toilleoir. Nuair a ardaíonn an DP ar an gcéad leathchlogal, sreabhann sruth agus luchtáitear an toilleoir. Nuair a thosaíonn an DP ag titim, tosaíonn an toilleoir ag díluchtú. Ní féidir leis sruth a chur ar ais trí na dé-óidí, díluchtaíonn sé tríd an lód dá réir sin, rud choimeádann an sruth gar dá uasluch. Nuair a mhéadaíonn an DP arís, ardaíonn an lucht sa toilleoir arís agus leanann an próiseas ar aghaidh. Tá an voltas aschuir comhthoraidh léirithe i bhFíor 33.24 (B). Ní bhíonn sé iomlán réidh. Is féidir iarmhairt an choigeartaithe leath-thonnaigh agus lántonnaigh agus gníomhú an toilleora slíomacháin a léiriú sa tsaotharlann leis na ciorcaid i bhFíor 33.24 (A). Is féidir úsáid a bhaint as ascalascóp ga-chatóideach chun breathnú ar an aschur.

AN DÉ-ÓID ASTAITHE SOLAIS (LED)

Dé-óid p-n is ea an dé-óid astaithe solais (LED), seolann sruth ann nuair a bhíonn sí i dtul-laofacht agus tugann sí solas amach (Fíor 33.25).

Déantar na dé-óidí astaithe solais as an leathsheoltóir foisfid arsainíd ghailiam de ghnáth agus bíonn a chumar an-ghar dá dhromchla. Athchuingrionn na leictreoin agus na poill ag an gcumar nuair a shreabhann sruth tríthi. Nuair a thiteann leictreon isteach i bpoll cailleann sé fuinneamh, tugtar an fuinneamh sin amach mar sholas.

DÉ-ÓID ASTAITHE SOLAIS
Dé-óid astaithe solais, sin cumar p-n a thugann solas amach nuair a bhíonn sé i dtul-laofacht.

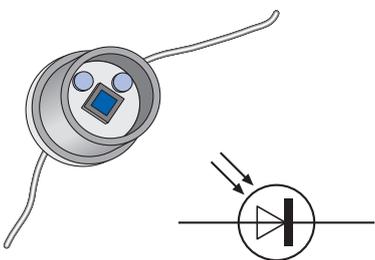
Is minic a úsáidtear LEDanna mar thásclampaí ar threalamh leictreach chun a léiriú cé acu atá sé ar siúl nó nach bhfuil. Úsáidtear iad freisin ar na scáileáin taispeána ar áireamháin mhóra, teilifíseáin, físeáin, cloig dhigiteacha etc. Bíonn LEDanna níos cumhachtaí fós in úsáid mar shoilse ard-déine coscáin ar ghluaisteáin agus mar ghnáthshoilse rothair.

Is féidir oibriú na LEDanna a léiriú go furasta sa tsaotharlann. Bíonn an friotóir i sraithcheangal leis an LED de ghnáth chun cosc a chur le sruthanna móra, rud a dhéanfadh damáiste don dé-óid.

FÓTAIDHÉ-ÓID

Is é atá i bhfótaidhé-óid, cumar p-n cúl-laofa a dhéanann díseanna leictreoin is poill sa chiseal ídithe, seolann sruth sa dé-óid nuair a scaltar solas uirthi (Fíor 33.26).

Bíonn méid an tsrutha a shreabhann i bhfótaidhé-óid i gcomhréir le déine an tsolais a scaltar uirthi. Úsáidtear fótaidhé-óidí i solasmhéadair agus i roinnt aláirim bhuirgléireachta. Sa teileachumarsáid úsáidtear iad mar ghlacadóirí snáthoptaice. Seoltar comharthaí teileachumarsáide ina mbíoga solais feadh snáithíní optúla agus tiontaíonn an fhótaidhé-óid ar ais ina mbíoga leictreacha iad nuair a shroicheann siad an glacadóir.



Fíor 33.26
Fótaidhé-óid agus an tsiombail chiorcaid uirthi.

FÓTAIDHÉ-ÓID
Fótaidhé-óid, sin cumar p-n cúl-laofa a sheolann leictreachas nuair a scaltar solas air.
Bíonn an **sruth** a shreabhann sa dé-óid i **gcomhréir dhíreach** le **déine an tsolais** a scaltar uirthi.

6. AN TRASRAITHEOIR

Bíonn ar a laghad trasraitheoir amháin laistigh de nach mór gach píosa de threalamh leictreach nua-aimseartha. Is é gníomhú an trasraitheora dhépholaigh a bhíonn faoi chaibidil againn i bhfisic na hardteistiméireachta. Tá dhá chineál de thrasraitheoir dépholach ann: trasraitheoir n p n agus trasraitheoir p n p. An trasraitheoir n p n a bheidh faoi chaibidil anseo.

AN TRASRAITHEOIR DÉPHOLACH N P N

Is é atá i dtrasraitheoir n p n, giota de leathsheoltóir p-chineálach (**an bun**), a bhfuil dópáil éadrom déanta air, agus é teannta idir dhá ghiota n-chineálacha eile (**an tiomsaitheoir** agus **an t-astaire**), iad níos tibhe agus faoi dhópáil níos troime. Bíonn na trí cinn acu ar chriostal amháin d'ábhar leathsheoltóra. Bíonn trí chónasc ar thrasraitheoir, ceann amháin leis an tiomsaitheoir, ceann leis an mbun agus an ceann eile leis an astaire. Is é atá i bhFíor 33.27, trasraitheoir dépholach n p n, an tsiombail chiorcaid air agus léaráid shimplithe dá chomhdhéanamh.

TRASRAITHEOIR N P N I gCUMRAÍOCHT CHOMHASTAÍRE

Is é atá i bhFíor 33.28, trasraitheoir dépholach n p n agus é ceangailte i gcumraíocht chomhastaire. Is de bharr go mbíonn an t-astaire ceangailte leis an mbun agus leis an tiomsaitheoir tríd na ceallraí a thugtar an teideal sin air. Féadfaidh gnáthshruth sreabhadh feadh an dá chonair atá léirithe i bhFíor 33.28.

- **An sruth tiomsaitheora (I_t)** a thugtar ar an sruth a shreabhann tríd an tiomsaitheoir.
- **An sruth astaire (I_a)** a thugtar ar an sruth a shreabhann tríd an astaire.
- **An bunsruth (I_b)** a thugtar ar an sruth a shreabhann tríd an mbun.

Mar is léir:

$$\text{Tá } I_a = I_t + I_b$$

An Sruth astaire = An Sruth tiomsaitheora + An Bunsruth

GNÍOMHÚ TRASRAITHEORA

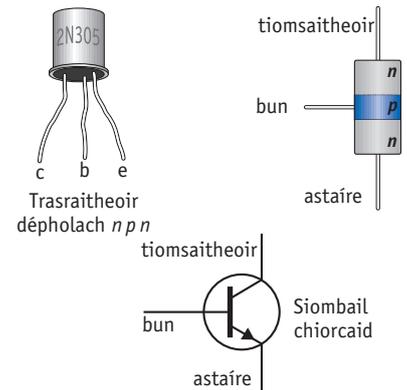
Cén fáth a bhfuil an trasraitheoir chomh tábhachtach agus chomh háisiúil sin?

Sruth beag atá ag sreabhadh sa bhun is féidir leis sruth i bhfad níos mó sa tiomsaitheoir a chasadh air nó as agus a mhéid a rialú. Tá an méid seo a leanas fíor maidir leis an gciocard i bhFíor 33.28:

- Ní shreabhann sruth ar bith feadh ceachtar den dá chonair nuair a bhíonn L_1 ar oscailt agus L_2 dúnta, i.e. más é nialas an bunsruth is é nialas an sruth tiomsaitheora, fiú má bhíonn voltas mór idir an tiomsaitheoir agus an t-astaire (ceallra 2).

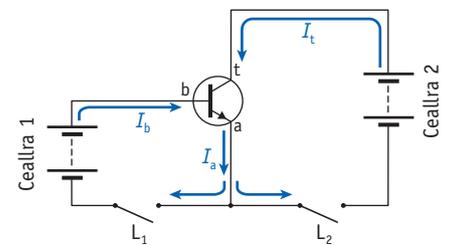
$$\text{i.e. } I_b = 0 \Rightarrow I_t = 0$$

- Nuair a bhíonn L_1 dúnta agus má bhíonn luach thart ar 0.6 volta ag an voltas idir an t-astaire agus an bun (i gcás trasraitheoir sileacain) sreabhfaidh sruth beag (I_b) isteach tríd an mbun. (Is cumar pn tul-laofa é an cumar bun-astaire).
- Nuair a shreabhann bunsruth, sreabhfaidh an sruth tiomsaitheora freisin ach L_2 a bheith dúnta.
- **Bíonn I_t i bhfad níos mó ná I_b .** Bíonn I_t idir 10 agus 1000 oiread níos mó ná I_b de ghnáth. Bíonn I_t i gcomhréir le I_b (Fíor 33.29).

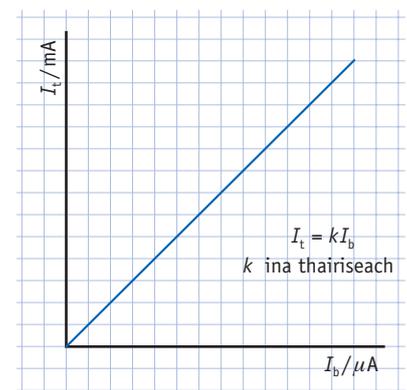


Fíor 33.27

An trasraitheoir dépholach n p n.



Fíor 33.28



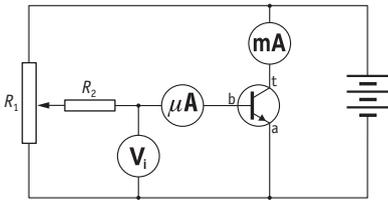
Fíor 33.29

Bíonn an sruth tiomsaitheora i bhfad níos mó ná an bunsruth agus bíonn sé i gcomhréir leis.

Glacfaimid leis na torthaí sin mar fhíríicí turgnamhacha is féidir a thaispeáint go furasta sa tsaotharlann. Má éiríonn an bunsruth thar luach áirithe déanfar damáiste doleigheasta don trasraitheoir. Ba cheart friotóir ardluach a cheangal sa seolán go dtí an bun chun an sruth a theorannú ar eagla go gcuirfí difríocht poitéinsil ró-árd idir an bun agus an t-astaíre de thaisme.

AN TRASRAITHEOIR INA LASC
 Ní shreabhann an sruth tiomsaitheora mura sreabhann an bunsruth; i.e. is é an bunsruth a chasann an sruth tiomsaitheora, atá níos mó, air (nó as). Feidhmíonn an trasraitheoir mar lasc dá réir sin.

AN TRASRAITHEOIR AG FEIDHMIÚ MAR LASC

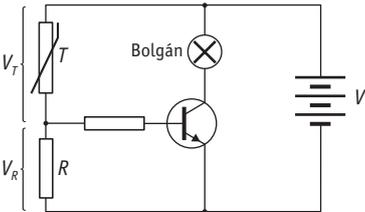


Fíor 33.30

Socraigh an gaireas mar atá léirithe i bhFíor 33.30. In ionad ceallra eile a úsáid chun an bunsruth a thabhairt, feidhmíonn an friotóir inathraithe R_1 mar roinnteoir poitéinsil trasna ar an gceallra. Braitheann an voltas bun-astaíre ar an difríocht poitéinsil trasna ar an gcuid íochtarach de R_1 agus is féidir é a athrú. Is é R_2 an friotóir cosanta a luadh thuas. Is féidir an voltas ionchuir V_i a mhéadú ach R_1 a athrú. Ní shreabhfaidh aon sruth sa bhun ag luachanna V_i níos lú ná thart ar 0.6 V agus feicfeadh nach sreabhfaidh aon sruth tiomsaitheora ann ach oiread (de bharr nach bhfuil an voltas cumair bun-astaíre á shárú). Nuair a ardaítear V_i thar 0.6 V cuirtear I_b ag sreabhadh. Nuair a mhéadaíonn I_b , méadaíonn I_c dá réir chomh maith. Tabhair faoi deara go bhfuil I_c i bhfad níos mó ná I_b . Ina mhiocraimpéir a thomhaistear I_b ach ina mhiollaimpéir a thomhaistear I_c . Má íslítear V_i faoi bhun 0.6 V, titeann I_b agus I_c go dtí nialas. Dá réir sin, **is é an bunsruth a chasann an sruth tiomsaitheora, atá níos mó, air nó as.**

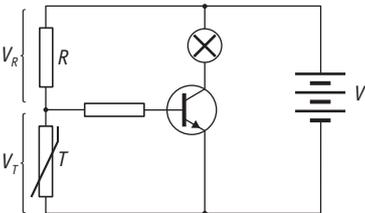
FEIDHMEANNA LASCTHA

Sna ciorcaid seo a leanas ligeann braiteoir don bhunsruth sreabhadh, rud a chuireann an sruth tiomsaitheora ag sreabhadh agus a lasann an bolgán sa chiorcad tiomsaitheora. D'fhéadfaí gairis eile a chur in áit an bholgáin, dé-óid astaithe solais, cloigín nó dordánaí mar shampla.



Fíor 33.31

Lasann an bolgán nuair a ardaíonn an teocht.



Fíor 33.32

Lasann an bolgán nuair a thiteann an teocht.

LASC TEOCHT-RIALAITHE

I bhFíor 33.31 feidhmíonn an teirmeastar T agus an friotóir R mar roinnteoir poitéinsil trasna ar an gceallra. Roghnaítear friotaíocht T agus R ionas go dtiteann an chuid is mó den voltas trasna ar an teirmeastar ag teochtaí ísle. Bíonn an voltas trasna ar R ró-bheag chun an bunsruth a chur ag sreabhadh.

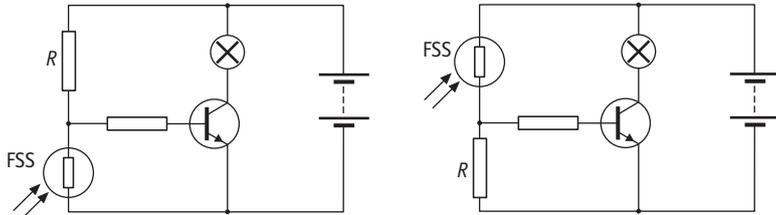
De réir mar a ardaítear an teocht, laghdaíonn friotaíocht an teirmeastair agus laghdaíonn an voltas (V_T) chomh maith. Méadaíonn an voltas trasna ar R (V_R) dá réir sin. Nuair a bhíonn V_R mór go leor, éiríonn an voltas idir an bun agus an t-astaíre sách mór chun I_b a chur ag sreabhadh. Castar air an trasraitheoir agus sreabhann I_c . **Lasann an bolgán, rud a léiríonn go bhfuil an teocht ardaithe.** Is é luach R a rialaíonn an teocht ag a lasann an bolgán.

I bhFíor 33.32 táthar tar éis suíomh R agus suíomh an teirmeastair a mhalartú (agus luach R a choigeartú dá réir). Is ciorcad é a bhraitheann titim teochta anois (e.g. braiteoir seaca i dteach gloine). Nuair a thiteann an teocht, méadaíonn friotaíocht an teirmeastair, rud a mhéadaíonn V_T go dtí luach a chuireann an bunsruth ag sreabhadh.

LASC SOLASRIALAITHE

Tá friotóir solas-spleách curtha isteach in áit an teirmeastair i bhFíor 33.33 (A). Lasfaidh an ciorcad sin solas go huathoibríoch nuair a bhíonn sé dorcha. Roghnaítear luach R ionas go mbíonn a fhriotaíocht i bhfad níos mó ná friotaíocht an fhriotóra

solas-spleách nuair a bhíonn sé geal. Dá réir sin, titeann formhór an voltais trasna ar R agus ní shreabhann aon bhunsruth ann. Nuair a éiríonn sé dorcha méadaíonn friotachas an fhriotóra solas-spleách agus an difríocht poitéinsil trasna air freisin, rud a mhéadaíonn an difríocht poitéinsil trasna an gcumar bun-astaíre. Nuair a bhíonn an luach sin ag 0.6 V , nó mar sin, sreabhann an bunsruth agus castar air an trasraitheoir, sreabhann an sruth tiomsaitheora agus lasann an bolgán. Má dhéantar suíomh an fhriotóra solas-spleách agus suíomh an fhriotóra R a mhalartú oibreoidh an ciorcad nuair a bhíonn sé geal (Fíor 33.33(B)).



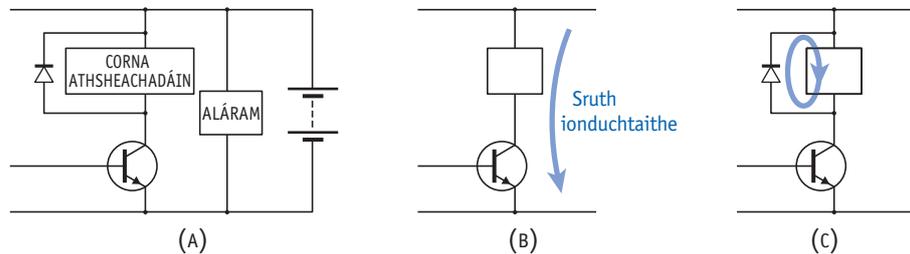
(A) Lasann an bolgán sa dorchadas. (B) Lasann an bolgán nuair a bhíonn sé geal.

Fíor 33.33

TRASRAITHEOIR A ÚSÁID CHUN LASC ATHSHEACHADÁIN A OIBRIÚ

Agus trasraitheoir in úsáid mar lasc, d’fhéadfadh an sruth tiomsaitheora a bheith ró-bheag chun pé gaireas is gá a oibriú a chasadh air nó as (cloigín nó solas mar shampla). Is féidir an sruth tiomsaitheora a úsáid chun lasc athsheachadán a oibriú áfach. Ceanglaíonn an t-athsheachadán an gaireas ábhartha leis an soláthar cumhachta go díreach. Socraítear an t-athsheachadán ionas a bhfuil an sruth tiomsaitheora mór go leor chun é a oibriú.

Tá ciorcad oiriúnach léirithe i bhFíor 33.34.



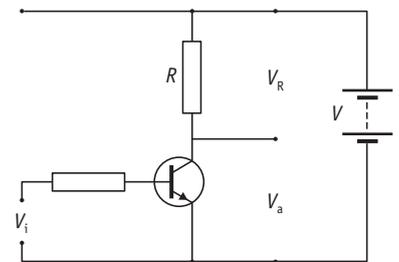
Fíor 33.34
Trasraitheoir agus athsheachadán á oibriú aige.

Feidhm na dé-óide i gcorcad athsheachadán

Sa chiorcad i bhFíor 33.34 titeann an sruth tiomsaitheora I_t go dtí nialas nuair a thiteann an bunsruth go dtí nialas, agus bíonn an sruth trí chorna an athsheachadán ag nialas dá réir sin chomh maith. Ó tá feidhm féin-ionductaithe ag an gcorna (lch. 323) nochtann FLG ann agus cuireann sé sruth ionductaithe ag sreabhadh. De réir Dhlí Lenz, sreabhann an sruth sin i dtreo a chuireann i gcoinne an laghdaithe srutha I_t , i.e. sreabhann sé in aon treo leis an sruth tiomsaitheora tosaigh. D’fhéadfadh FLG mór a bheith ann agus d’fhéadfadh an sruth a bheith mór go leor chun damáiste buan a dhéanamh don trasraitheoir. Bíonn an dé-óid i gcúl-laofacht nuair a bhíonn sí ceangailte faoi mar atá léirithe i bhFíor 33.34 (C), rud a thugann conair ísealfriotaíochta trína sreabhann an sruth gan aon dochar a dhéanamh.

AN TRASRAITHEOIR INA INBHÉARTÓIR VOLTAIS

Má bhíonn an voltas ionchuir V_i sách ard chun bunsruth a chur ag sreabhadh i bhFíor 33.35 sreabhfaidh an sruth tiomsaitheora. Sreabhann sé tríd an bhfriotóir R agus cruthaíonn sé difríocht poitéinsil idir a fhoircinn. Ós rud é go bhfeidhmíonn R agus an trasraitheoir le chéile mar roinntoir poitéinsil trasna ar an gceallra agus ó tá luach R i bhfad níos mó ná friotaíocht an trasraitheora, leanann uaidh sin go mbíonn an voltas trasna ar an trasraitheoir V_o ag nialas beagnach.



Fíor 33.35
An trasraitheoir mar inbhéartóir voltais.

Ina theannta sin, méadaíonn I_t de réir mar a mhéadaíonn V_i , agus laghdaíonn V_o dá réir i.e.:

laghdaíonn an voltas aschuir de réir mar a mhéadaíonn an voltas ionchuir (1)

Ar an gcuma chéanna, laghdaíonn I_b agus I_t de réir mar a laghdaíonn V_i , agus laghdaíonn V_R dá réir sin. Ach tá $V_R + V_o = V$ ar tairiseach é. Méadaíonn V_o dá réir. Is é sin:

méadaíonn an voltas aschuir de réir mar a laghdaíonn an voltas ionchuir (2)

Feicimid ó (1) agus (2) go mbíonn an voltas aschuir ag feidhmiú ar mhalairt treo leis an voltas ionchuir. Feidhmíonn an trasraitheoir mar inbhéartóir voltais. Is féidir an méid sin a léiriú go furasta sa tsaotharlann. Is féidir an voltas aschuir a thomhas le voltmhéadar ardfhriotaíochta (is fearr ceann digiteach a úsáid).

AIMPLITHEOIRÍ VOLTAIS

Ciorcad is ea **aimplitheoir voltais** ina ndéanann athrú beag ar an voltas trasna ar a ionchur athrú níos mó, atá comhfhreagrach leis, ar luach an voltais trasna ar a aschur. I gciorcad dá leithéid táirgtear voltas ailtéarnach trasna ar a aschur ar macasamhail fhorfhéadaithe é de voltas beag ailtéarnach trasna ar a ionchur.

AN TRASRAITHEOIR MAR AIMPLITHEOIR VOLTAIS

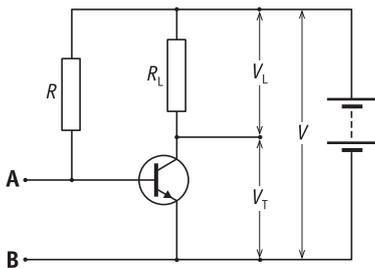
Léiríonn Fíor 33.36 trasraitheoir i gciorcad a fheidhmeoidh mar aimplitheoir voltais. Roghnaítear luach R i dtreo is go mbeidh an cumar bun-astaíre i gcúl-laofacht i gcónaí (fiú má bhíonn an voltas ionchuir diúltach) ionas go sreabhann bunsruth oiriúnach foisteanach chun an sruth tiomsaitheora a chur ag sreabhadh. An **friotóir bun-laofa** a thugtar ar R . Is é an voltas ionchuir an voltas a chuirtear trasna ar AB.

Cuir i gcás go gcuirtear voltas beag trasna ar AB, agus go bhfuil A deimhneach maidir le B. Tarlaíonn an méid seo a leanas:

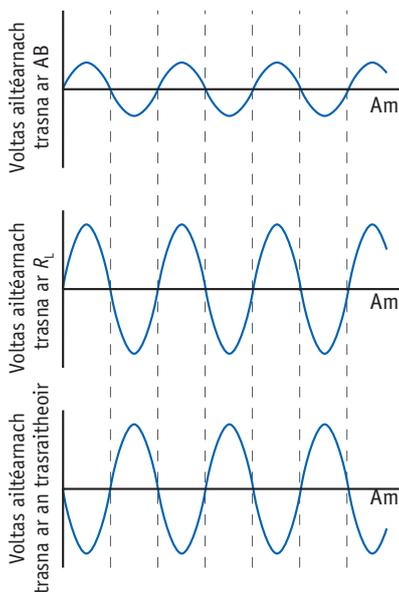
- Gineann an méadú voltais méadú beag sa bhunsruth I_b .
- Tugann an méadú beag sa bhunsruth méadú **níos mó** agus atá comhfhreagrach leis sa sruth tiomsaitheora I_t .
- Gabhann I_t tríd an bhfriotóir R_L agus tugann sé méadú ar an laghdú voltais trasna air. An **friotóir lóid** a thugtar ar R_L .
- Bíonn an méadú voltais trasna ar an bhfriotóir lóid i bhfad níos mó ná an méadú comhfhreagrach sa voltas ionchuir.
- Tá $V_L + V_T = V$ (voltas an cheallra) i bhFíor 33.36. Ó tá V fosaithe, leanann sé go laghdaíonn V_T de réir mar a mhéadaíonn V_L agus a mhalairt. Dá réir sin, tugann an **méadú beag sa voltas ionchuir laghdú comhfhreagrach agus atá níos mó sa voltas** trasna ar an trasraitheoir (agus a mhalairt).
- Is féidir V_L nó V_R a úsáid mar voltas aschuir.
- Sin é mar a tharlaíonn an t-aimplíú voltais.
- Tugann laghdú beag sa voltas ionchuir laghdú sa I_b , agus laghdú comhfhreagrach níos mó sa I_t , agus dá réir sin tugtar laghdú mór ar an voltas trasna ar R_L .

Tabhair faoi deara gurb iad an trasraitheoir agus an **friotóir lóid** R_L le chéile a dhéanann an t-aimplíú voltais. Ní tharlódh aon aimplíú voltais gan R_L .

Má chuirtear voltas ailtéarnach beag trasna ar an ionchur, leanann ón méid thuas go nochtóidh voltas ailtéarnach comhfhreagrach atá níos mó trasna ar R_L agus trasna ar an trasraitheoir freisin. Tabhair faoi deara gur voltas inbhéartaithe é an voltas ailtéarnach trasna ar an trasraitheoir maidir leis an ionchur (Fíor 33.37).



Fíor 33.36
Trasraitheoir mar aimplitheoir voltais.



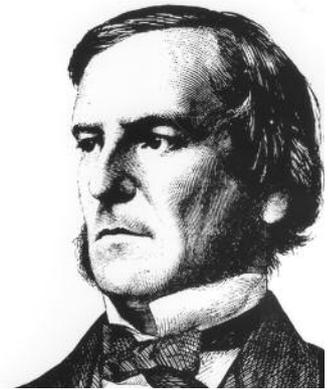
Fíor 33.37

Is féidir gníomhú an trasraitheora mar aimplitheoir voltais a léiriú sa tsaotharlann leis an gciorcad i bhFíor 33.36. Is féidir na voltais ionchuir agus aschuir a thomhas ar ascalascóp ga-chatóideach.

NÓTA

Cinntíonn **an friotóir bun-laofa R** go mbíonn an cumar bun-astaíre i dtul-laofacht i gcónaí agus go sreabhann an sruth tiomsaitheora dá réir (fiú má bhíonn an voltas ionchuir diúltach).

Tiontaíonn **an friotóir lóid R_L** athruithe móra sa sruth tiomsaitheora I_t ina n-athruithe móra sa voltas a ghabhann trasna air.



Fíor 33.38
George Boole (1815-64).

7. GEATAÍ LOIGHCE

Is é is geata loighce ann, ciorcad leictreonach ina bhfuil ionchur agus aschur agus ina mbíonn an voltas aschuir ag brath ar an voltas ionchuir ar bhealach cinnte. Bíonn trí gheata loighce dhrifiúla faoi chaibidil ar an gcúrsa seo, mar atá **geata AND**, **geata OR** agus **geata NOT**. Úsáidtear na trí gheata sin agus geataí loighce eile i ríomhairí. In 1854 dhíorthaigh George Boole (Fíor 33.38) na rialacha loighciúla maidir leis na slite ina gcomhcheanglaíonn na geataí loighce (ar a dtugtar Ailgéabar Boole). Bhí Boole ina ollamh le matamaitic sa choláiste ar a nglaohtar Coláiste na hOllscoile Corcaigh inniu.

GEATA AND

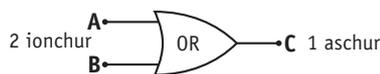
Tá an tsiombail chiorcaid ar gheata AND tugtha i bhFíor 33.39. Tá dhá chónasc ionchuir aige agus cónasc aschuir amháin. Nuair a bhíonn sé in úsáid:

- feidhmítear voltas nialasach nó voltas cinnte (ar a dtugtar an voltas soláthair) ar cheachtar den dá ionchur,
- má fheidhmítear an voltas soláthair ar ionchur, deirtear go bhfuil an t-ionchur sin **ard** (1 an tsiombail air),
- más é nialas an voltas soláthair a fheidhmítear ar ionchur deirtear go bhfuil an t-ionchur sin **íseal** (0 an tsiombail air),
- geata AND a thugtar ar an gciorcad mar **ní bhíonn an t-aschur ard ach amháin nuair a bhíonn na hionchuir A agus B ard**. Mura mbíonn an dá cheann acu ard, bíonn an t-aschur íseal.

Tábla fírinne a thugtar ar an tábla i bhFíor 33.40, tugann sé achoimre ar an tslí ina bhfeidhmíonn geata AND. I gciorcaid iomlánaithe is mó a bhaintear úsáid as na geataí loighce, i ríomhairí mar shampla.

GEATA OR

Tugann Fíor 33.41 an tsiombail chiorcaid agus an tábla fírinne le haghaidh **geata OR**. Tugtar geata OR ar an gciorcad mar **bíonn an t-aschur C ard nuair a bhíonn A nó B ard, nó nuair a bhíonn an dá cheann ard le chéile**. Má bhíonn an dá ionchur íseal bíonn an t-aschur íseal.



Fíor 33.39

Ionchur A	Ionchur B	Aschur C (A agus B)
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

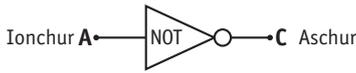
Fíor 33.40

Tábla fírinne le haghaidh geata AND.

Ionchur A	Ionchur B	Aschur C (A agus B)
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Fíor 33.41

Siombail chiorcaid agus tábla fírinne le haghaidh geata OR.

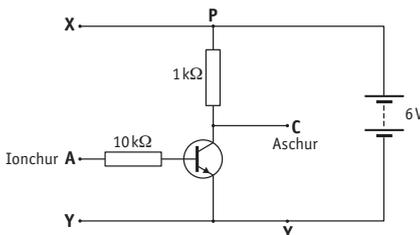


Fíor 33.42

Ionchur A	Ionchur B (Seachas A)
1	0
0	1

Fíor 33.43

An tábla fírinne le haghaidh Geata NOT.



Fíor 33.44

GEATA NOT

Tugann Fíor 33.42 an tsiombail chiorcaid ar **gheata NOT**. Ionchur amháin agus aschur amháin a bhíonn ann. Tugtar geata NOT ar an gciocard mar **má bhíonn an t-ionchur ard bíonn an t-aschur íseal** (seachas ard) agus **má bhíonn an t-ionchur íseal bíonn an t-aschur ard** (seachas íseal). Tugtar tábla fírinne an gheata NOT i bhFíor 33.43.

Feidhmeoidh ciorcad ina bhfuil trasraitheoir agus dhá fhriotóir mar gheata NOT (Fíor 33.44). Is í an difríocht poitéinsil idir A agus Y an voltas ionchuir agus is í an difríocht poitéinsil idir C agus Y an voltas aschuir.

Ionchur Ard

Má bhíonn A ceangailte le X bíonn an t-ionchur **ard**. Sa chás sin sreabhann bunsruth, cuirtear an trasraitheoir ag oibriú agus sreabhann an sruth tiomsaitheora I_t . Gabhann I_t tríd an bhfriotóir 1 kΩ agus tríd an trasraitheoir. Ós rud é gur beag é friotáocht an trasraitheora i gcomparáid le 1 kΩ, titeann an chuid is mó den voltas trasna an fhriotóra 1 kΩ. Is é +6 volta poitéinseal P, tá poitéinseal C beagnach ag nialas dá réir sin, i.e. aschur **íseal** atá ann.

Ionchur Íseal

Má bhíonn A ceangailte le Y, bíonn an t-ionchur **íseal**. Ní shreabhann aon bhunsruth agus dá bhrí sin ní shreabhann aon sruth tiomsaitheora. Ní bhíonn aon difríocht poitéinsil trasna ar an bhfriotóir 1 kΩ agus dá réir sin, bíonn an poitéinseal céanna ag gach foirceann de. Ach is é + 6 V poitéinseal P. Dá bhrí sin, is é + 6 V poitéinseal C, i.e. aschur **ard** atá ann.

NA TÁBLAÍ FÍRINNE A CHRUTHÚ Ó THURGNAIMH

Tá ciorcaid iomlánaithe (ICanna) ar fáil ina bhfuil roinnt geataí loighce ar aon slis amháin. Is féidir ICanna dá leithéid a fháil ar bhuin phlaisteacha agus gan ach ceann amháin de na geataí ceangailte leis na teirminéil ar an mbun. Is féidir iad sin a úsáid sa tsaotharlann chun na táblaí fírinne a chruthú.

TURGNAMH

CHUN NA TÁBLAÍ FÍRINNE MAIDIR LE GEATAÍ AND, OR AGUS NOT A CHRUTHÚ

Maidir le geata AND

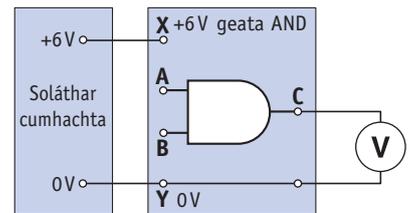
- Socraigh an ciorcad don gheata AND faoi mar atá léirithe i bhFíor 33.45.
- Lean na céimeanna seo a leanas nuair atá an voltmhéadar in úsáid:
 - Má bhíonn an léamh ag nialas, nó cóngarach dó, is aschur íseal atá ann. Cláraigh é mar 0.
 - Má bhíonn an léamh ag 6 V, nó cóngarach dó, is aschur ard atá ann. Cláraigh é mar 1.
- Ceangail an dá ionchur le X (tá an dá cheann acu ard), cláraigh an léamh ar an voltmhéadar.
- Ceangail A le X agus B le Y (tá A ard agus tá B íseal), cláraigh an léamh ar an voltmhéadar.
- Ceangail B le X agus A le Y (tá A íseal agus tá B ard), cláraigh an léamh ar an voltmhéadar.
- Ceangail an dá ionchur le Y (tá A agus B íseal), cláraigh an léamh ar an voltmhéadar.
- Comhlánaigh an tábla fírinne.

Maidir leis an ngeata OR

Lean céimeanna 1 go dtí 7 thuas arís agus geata OR in úsáid.

Maidir leis an ngeata NOT

Ceangail an t-ionchur le +6V agus ansin ceangail é le 0V. Cláraigh an léamh ar an voltmhéadar gach uair agus comhlánaigh an tábla fírinne.



Fíor 33.45

Na Táblaí Fírinne

Ionchur A	Ionchur B	Aschur C
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

Geata AND

Ionchur A	Ionchur B	Aschur C
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

Geata OR

Ionchur A	Aschur C
1	
0	

Geata NOT

Nótaí Turgnamhacha

Mura mbíonn voltmhéadar digiteach ar fáil, is féidir dé-óid astaithe solais agus friotóir a cheangal trasna ar an aschur i ngach geata díobh. Lasann an dé-óid nuair a bhíonn aschur ard ann, mura mbíonn aschur ard ann ní lasann sí in aon chor.



LIOSTA SEICEÁLA NA CAIBIDLE

- **Abair** cad iad na rudaí seo a leanas: Athsheachadán leictreamaighnéadach; Mótár leictreach; Callaire; Galbhánaiméadar; Corna ionduchtaithe; Gineadóir SA; Mótár ionduchtaithe; Coigeartóir leath-thonnach; Coigeartóir droichid; Dé-óid astaithe solais (LED); Fótaidhé-óid.
- **Le meabhrú:** Na fachtóirí a mbíonn tionchar acu ar éifeachtacht chlaohadáin; Mar is féidir galbhánaiméadar a thiontú ina aimpmhéadar, ina voltmhéadar agus ina óm-mhéadar; Conas luach an fhriotóra a theastaíonn chun galbhánaiméadar a thiontú ina voltmhéadar a ríomh; Tá an mótár simplí SD, an callaire luailchora agus an galbhánaiméadar luailchora bunaithe ar an bprionsabal go bhfeidhmítear fórsa ar sheoltóir sruthiompartha i réimse maighnéadach.
- **Bain úsáid** as léaráid lipéadaithe chun a mhíniú mar a oibríonn gach ceann díobh seo a leanas: Athsheachadán leictreamaighnéadach; Mótár simplí SD; Callaire luailchora; Galbhánaiméadar luailchora; Corna ionduchtaithe; Gineadóir simplí SA; Coigeartóir leath-thonnach; Coigeartóir droichid; Trasraitheoir mar lasc; Trasraitheoir mar inbhéartóir voltais; Trasraitheoir mar aimplitheoir voltais.
- **Cuir síos** ar thurgnamh chun na nithe seo a leanas léiriú: Gníomhú athsheachadán; Oibriú an mhótair SD; Oibriú chorna ionduchtaithe; Oibriú an ghineadóir shimplí SA; Prionsabal an mhótair ionduchtaithe; Mar a fheidhmíonn trasraitheoir mar lasc; Mar a oibríonn inbhéartóir voltais agus aimplitheoir voltais.
- **Cuir síos** ar thurgnamh chun na táblaí fírinne le haghaidh geata AND, OR agus NOT a chruthú.
- **Liostaigh:** Trí úsáid phraiticiúla a bhaintear as athsheachadán. Cúig úsáid a bhaintear as mótár leictreach; Dhá úsáid a bhaintear as corna ionduchtaithe; Ceithre úsáid a bhaintear as claohladán agus gineadóir; Ceithre úsáid phraiticiúla a bhaintear as LED.
- **Tarraing:** an tsiombail chiorcaid ar dhé-óid, ar LED, ar fhótaidhé-óid agus ar thrasraitheoir; An tsiombail chiorcaid agus an tábla fírinne le haghaidh geata AND, OR agus NOT.

An Chomhréireacht

AN CHOMHRÉIREACHT DHÍREACH

Abair go bhfuil gluaisteán ag taisteal ar luas seasta 27 m s^{-1} ar bhóthar díreach. Dá réir sin: cuireann an gluaisteán fad 27 m isteach in imeacht 1 s ; cuireann sé fad 54 m isteach in imeacht 2 s ; cuireann sé fad 270 m isteach in imeacht 10 s ; cuireann sé fad $27t \text{ m}$ isteach in imeacht $t \text{ s}$, i.e. tugtar an fad s a chuireann an gluaisteán isteach in imeacht am t leis an bhfoirmle: $s = 27t$. Léiríonn an sampla sin na nithe seo a leanas:

- má dhúbáítear an fad ama dúbáítear an fad slí a chuirtear isteach,
- má mhéadaítear an fad ama faoi thrí méadaítear an fad slí faoi thrí,
- má mhéadaítear an fad ama faoi cheathair méadaítear an fad slí faoi cheathair,
- má dhéantar a leath den fhad ama déantar a leath den fhad slí, etc.

Deirtear go bhfuil an fad **i gcomhréir dhíreach** leis an am.

Má bhíonn coibhneas dá leithéid idir dhá chainníocht P agus Q , bíonn an méid seo a leanas fíor fúthu:

- má dhúbáítear ceann amháin díobh dúbáítear an ceann eile,
- má mhéadaítear ceann amháin díobh faoi thrí déantar amhlaidh don ceann eile, etc,
- má dhéantar a leath de cheann amháin díobh déantar amhlaidh don ceann eile,
- má roinntear ceann amháin díobh ina cheathrúna déantar amhlaidh don ceann eile.

Deirtear go bhfuil na cainníochtaí sin i gcomhréir dhíreach lena chéile, i.e. tá P i gcomhréir dhíreach le Q (agus tá Q i gcomhréir dhíreach le P).

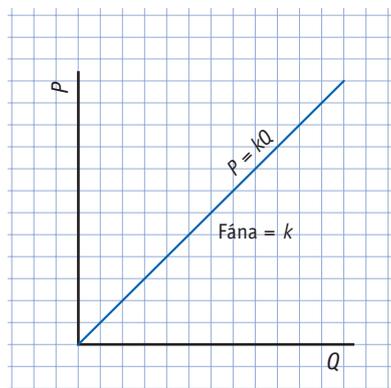


AN CHOMHRÉIREACHT DHÍREACH

Dhá chainníocht ghaolmhara P agus Q , deirtear go bhfuil siad **i gcomhréir dhíreach** lena chéile má mhéadaíonn ceann díobh faoi n nuair a mhéadaítear an ceann eile faoi n , nó má laghdaíonn ceann amháin díobh faoi n nuair a laghdaítear an ceann eile faoi n .

Má tá P i gcomhréir dhíreach le Q scríobhtar mar seo é: $P \propto Q$

Leanann uaidh sin má bhíonn $P \propto Q$ go mbíonn $P = kQ$ nuair is uimhir thairiseach é k a mbíonn a luach ag brath ar na haonaid ina dtomhaistear P agus Q . **Tairiseach na comhréire** a thugtar ar k .



Fíor A1.1

Tá P i gcomhréir dhíreach le Q .

NÓTA

TORADH TÁBHACHTACH:

Má bhíonn dhá chainníocht P agus Q **i gcomhréir dhíreach** lena chéile (i.e. má bhíonn $P \propto Q$) ansin:

Is líne dhíreach tríd an mbunphointe é an **graf** de P i gcoinne Q (Fíor A1.1.)

Tá **fána** an ghraif = **tairiseach na comhréire**

Cruthú: Má tá $P \propto Q$ ansin tá $P = kQ$ nuair is tairiseach é k

Mar a fheicfidh tú sa chéimseata chomhordanáideach ar an gcúrsa matamaitice, is líne dhíreach tríd an mbunphointe $(0, 0)$ dar fána m é an graf a fhreagraíonn don fhoirmle $y = mx$.

Ach $P = kQ$ a chur i gcomparáid le $y = mx$ feictear gur líne dhíreach tríd an mbunphointe $(0, 0)$ dar fána k é an graf de P i gcoinne Q .

Abair go bhfaighimid sraith luachanna don dá cháinníocht P agus Q ó **thurgnamh** áirithe. Tá dhá bhealach ann chun a fháil amach an bhfuil $P \propto Q$:

1. Ríomh luach P/Q maidir le gach péire luachanna. Má tá P i gcomhréir dhíreach le Q beidh luach P/Q mar an gcéanna i gcónaí. Caithfidh go bhfuil sé sin fíor, mar má tá $P/Q = k$ ansin tá $P = kQ \Rightarrow P \propto Q$.
2. Breac graf de P i gcoinne Q . Má bhíonn na pointí ina líne dhíreach, a bheag nó a mhór, a ghabhann tríd an mbunphointe, is féidir glacadh leis go bhfuil $P \propto Q$.

AN CHOMHRÉIREACTH INBHÉARTACH

Dhá cháinníocht ghaolmhara, má bhíonn coibhneas dá leithéid seo a leanas eatarthu deirtear go bhfuil siad **i gcomhréir inbhéartach** lena chéile:

- má dhúblaítear ceann amháin díobh déantar a leath den cheann eile,
- má mhéadaítear ceann díobh faoi thrí laghdaítear an ceann eile faoi thrí etc.
- má dhéantar a leath de cheann amháin díobh dúblaítear an ceann eile,
- má roinntear ceann amháin díobh ina cheathrúna méadaítear an ceann eile faoi cheathair etc.

AN CHOMHRÉIREACTH INBHÉARTACH

Dhá cháinníocht ghaolmhara P agus Q , deirtear go bhfuil siad **i gcomhréir inbhéartach** lena chéile má mhéadaíonn ceann díobh faoi n nuair a laghdaítear an ceann eile faoi n , nó má laghdaíonn ceann amháin díobh faoi n nuair a mhéadaítear an ceann eile faoi n .

Dá réir sin, má tá P i gcomhréir inbhéartach le Q leanann uaidh sin go bhfuil P i gcomhréir dhíreach le $1/Q$.

i.e. tá P i gcomhréir inbhéartach le $Q \Rightarrow P \propto \frac{1}{Q} \Rightarrow P = k \frac{1}{Q} \Rightarrow PQ = k$ nuair is tairiseach é k .

NÓTA

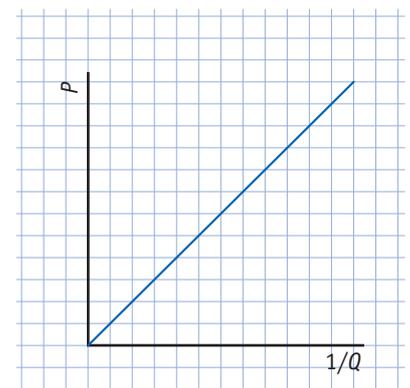
TORADH TÁBHACHTACH:

Má bhíonn dhá cháinníocht P agus Q **i gcomhréir inbhéartach** lena chéile, is líne dhíreach tríd an mbunphointe é an **graf** de P i gcoinne $1/Q$ (Fíor A1.2.)

Tabhair faoi deara nach líne dhíreach é an graf de P v Q .

Abair go bhfaighimid sraith luachanna don dá cháinníocht P agus Q ó **thurgnamh** áirithe. Tá dhá bhealach ann chun a fháil amach an bhfuil P i gcomhréir inbhéartach le Q :

1. Ríomh luach an toraidh PQ maidir le gach péire luachanna. Má bhíonn luach PQ mar an gcéanna gach uair, a bheag nó a mhór, tá P i gcomhréir inbhéartach le Q . Caithfidh sé go bhfuil sé sin fíor, mar má tá $PQ = k$ ansin tá $P = k(1/Q) \Rightarrow P \propto 1/Q$.
2. Breac graf de P i gcoinne $1/Q$. Má bhíonn na pointí ar an ngraf ina líne dhíreach tríd an mbunphointe, a bheag nó a mhór, is féidir a rá go bhfuil P i gcomhréir inbhéartach le Q .



Fíor A1.2

Tá P i gcomhréir inbhéartach le Q .

DHÁ THORADH THÁBHACHTACHA EILE:Trí chainníocht ghaolmhara P , Q agus R :

- (i) Má tá $P \propto Q$ nuair is tairiseach é R agus má tá $P \propto R$ nuair is tairiseach é Q , ansin tá $P = kQR$ nuair is tairiseach é k .
- (ii) Má tá $P \propto Q$ nuair is tairiseach é R agus má tá $P \propto \frac{1}{R}$ nuair is tairiseach é Q , ansin tá $P = \frac{kQ}{R}$ nuair is tairiseach é k .

CLEACHTADH A1.1

- Má tá dhá chainníocht P agus Q i gcomhréir dhíreach lena chéile, cé acu de na habairtí seo a leanas atá fíor?
 - méadaíonn Q nuair a lagdaíonn P ,
 - dúblaíonn P nuair a dhéantar a leath de Q ,
 - dúblaíonn P nuair a mhéadaítear Q faoi cheathair,
 - má chuirtear 2 le P cuirtear 2 le Q ,
 - má mhéadaítear Q faoi n méadaítear P faoi n ,
 - níl aon cheann díobh sin thuas fíor.
- Má tá $P \propto Q$ cé acu de na habairtí thíos atá fíor?
 - $P + Q = k$,
 - $PQ = k$,
 - $Q = P$,
 - $P/Q = k$,
 - níl aon cheann díobh fíor.
- Má tá treoluas tairiseach faoi ghluaisteán, cé acu de na habairtí thíos atá fíor?
 - bíonn an fad ama a theastaíonn chun achar áirithe a chur isteach i gcomhréir dhíreach leis an bhfad slí,
 - bíonn an treoluas i gcomhréir dhíreach leis an bhfad slí,
 - bíonn an luasghéarú i gcomhréir inbhéartach leis an treoluas,
 - bíonn an treoluas i gcomhréir dhíreach leis an am.
- Má tá dhá chainníocht ghaolmhara P agus Q i gcomhréir dhíreach lena chéile cé acu de na habairtí thíos atá fíor?
 - gabann graf de P i gcoinne Q tríd an mbunphointe,
 - is líne dhíreach nach ngabhann tríd an mbunphointe é graf de P i gcoinne Q ,
 - baineann fána thairiseach le graf de P i gcoinne Q ,
 - tá (a), (b) agus (c) fíor,
 - níl ach (a) agus (c) fíor.
- Má tá dhá chainníocht ghaolmhara P agus Q i gcomhréir inbhéartach lena chéile cé acu de na habairtí thíos atá fíor?
 - déantar a leath de Q nuair a dhúblaítear P ,
 - méadaítear Q faoi cheathair nuair a dhúblaítear P ,
 - nuair a chuirtear 2 le P cuirtear 2 le Q ,
 - nuair a mhéadaítear Q faoi n déantar amhlaidh do Q ,
 - níl aon cheann díobh sin fíor.
- Má tá P i gcomhréir inbhéartach le Q cé acu de na habairtí thíos atá fíor?
 - $P + Q = k$,
 - $PQ = k$,
 - $Q = P$,
 - $P/Q = k$,
 - níl aon cheann díobh sin thuas fíor.
- Má tá P i gcomhréir inbhéartach le Q cé acu de na habairtí thíos atá fíor?
 - $P \propto Q$,
 - $Q \propto P$,
 - $1/P \propto 1/Q$,
 - $P \propto 1/Q$,
 - níl aon cheann díobh sin thuas fíor.
- Má tá P i gcomhréir inbhéartach le Q cé acu de na habairtí thíos atá fíor?
 - is líne dhíreach tríd an mbunphointe é an graf de P i gcoinne Q ,
 - tá an graf de P i gcoinne $1/Q$ mar a chéile le graf de P i gcoinne Q ,
 - is graf cuar é an graf de P i gcoinne $1/Q$,
 - is líne dhíreach tríd an mbunphointe é an graf de P i gcoinne $1/Q$,
 - níl aon cheann díobh sin thuas fíor.
- Má tá $P \propto Q$ nuair is tairiseach é R agus má tá $P \propto R$ nuair is tairiseach é Q cé acu de na habairtí thíos atá fíor?
 - $P = kQR$,
 - $P = kQ/R$,
 - $R = kPQ$,
 - $P/Q = kR$,
 - níl aon cheann díobh sin thuas fíor.
- $P \propto Q$, méadaítear Q go dtí $9Q$, cad é luach nua P , $P \propto 1/Q$, méadaítear Q go dtí $9Q$, cad é luach nua P , $P \propto 1/Q$, lagdaítear P go dtí $P/4$, cad é luach nua Q .

An fad á thomhas

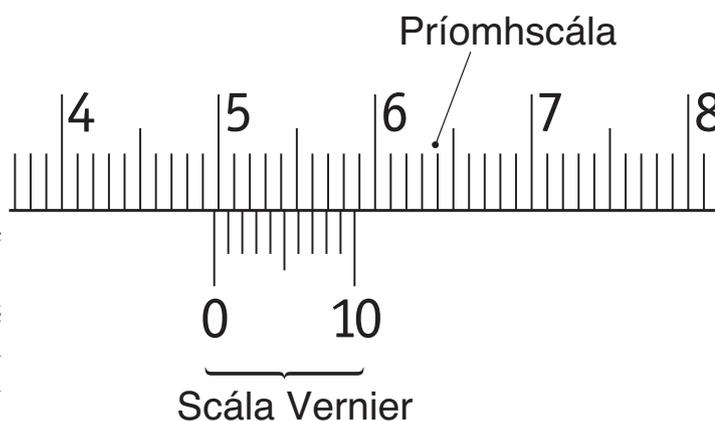
AN SCÁLA VERNIER

Scála a úsáidtear i dteannta le scála eile is ea an vernier, nuair a bhíonn fad nó uillinn á dtomhas cuireann sé ar do chumas tomhas cruinn a dhéanamh go dtí figiúr bunúsach amháin breise ná mar a d'fhéadfá a dhéanamh leis an scála eile leis féin. Mar shampla, nuair atá rialóir atá grádaithe ina mhilliméadair in úsáid is féidir líon na milliméadar iomlán a thomhas go cruinn agus meastachán a dhéanamh ar líon na ndeichithe de mhillimhéadar. Is féidir líon na milliméadar iomlán agus líon na ndeichithe de mhilliméadar a thomhas go cruinn ach scála vernier oiriúnach a úsáid in éineacht leis an scála milliméadair. Pierre Vernier, matamaiticeoir Francach, a cheap an scála vernier in 1631.

SCÁLA VERNIER A LÉAMH

Lean na céimeanna seo a leanas:

- Léigh an príomhscála chomh fada le nialas ar an scála vernier.
Is é 4.9 ? cm an léamh sin i bhFíor A2.1.
- Aimsigh líne ar an scála vernier atá ar aon líne le líne ar an bpríomhscála.
- Léigh an scála vernier ag an líne sin. Tugann sé sin an chéad fhigiúr bunúsach eile. Is é 7 atá ann i bhFíor A2.1. Dá réir sin, is é 4.97 cm an léamh iomlán.



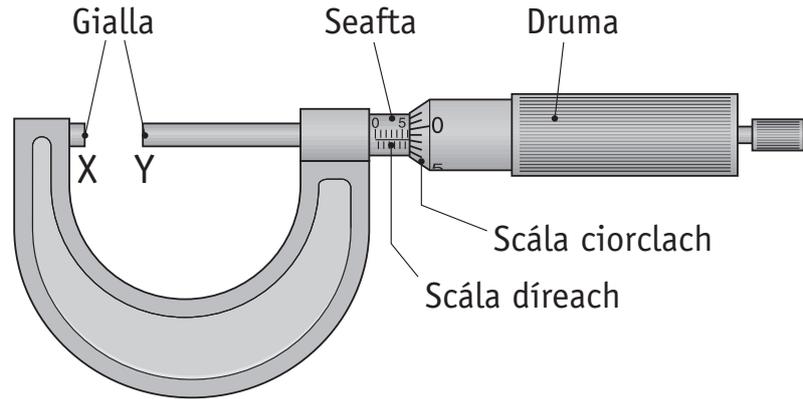
Fíor A2.1

CLEACHTADH A2.1

- Cad iad na léimh ar gach ceann de na scálaí i bhFíor A2.2?:



Fíor A2.2



Fíor A2.3
Micriméadar.

AN MICRIMÉADAR

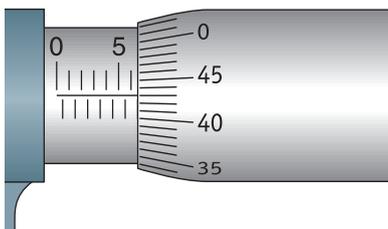
Úsáidtear an micriméadar chun fad bheaga a thomhas agus iad cruinn go dtí an $\frac{1}{100}$ mm (i.e. 0.01 mm). Tá micriméadar tipiciúil léirithe i bhFíor A2.3.

Bíonn dhá scála ar mhicriméadar, an **scála díreach** ar an seafta agus an **scála ciorclach** ar an drumma. I gcineál amháin micriméadair (mm) bíonn an scála díreach grádaithe ina mhilliméadair (mm) agus bíonn an scála ciorclach roinnte ina chaoga roinnt chothroma (iad uimhrithe ó 0 go dtí 50). Ar ionstraim dá leithéid méadaíonn an fad idir X agus Y faoi 0.5 mm nuair a thugtar casadh iomlán amháin tuathal don drumma. Ní mór a bheith an-chúramach nuair a bhíonn micriméadar in úsáid mar bíonn sé an-éasca botún a dhéanamh. Seo a leanas mar a dhéantar micriméadar a léamh (Fíor A2.4):

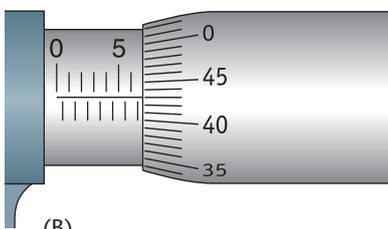
Léigh an scála díreach ar dtús. Tugann sé sin slánuimhir de mm nó slánuimhir de mm móide 0.5 mm, e.g. is é 6.0 mm an léamh i bhFíor A2.4 (A) agus is é 6.5 mm an léamh i bhFíor A2.4 (B).

Léigh an scála ciorclach ansin. Tugann sé sin dhá fhigiúir eile nach mór a chur leis an léamh ón scála díreach. I bhFíor A2.4 is iad 0.43 na figiúirí sin. Seo a leanas na léimh dheiridh:

Fíor A2.4(A)		Fíor A2.4(B)
$6.0 + 0.43 = 6.43$ mm		$6.5 + 0.43 = 6.93$ mm



(A)



(B)

Fíor A2.4

AN EARRÁID NIALASACH AR MHICRIMÉADAR

Nuair atá micriméadar dúnta go hiomlán agus gan aon rud idir na gialla, ba chóir go mbeadh an nialas ar an scála ciorclach comhlíneach leis an bpríomhlíne (an líne cothrománach) ar an scála díreach. Muna bhfuil sé sin amhlaidh **tá nialas-earráid ag an ionstraim**, agus ní mór é a chur san áireamh agus tomhas á dhéanamh. Mar shampla:

- Cuir i gcás gurb é 0.002 mm an léamh atá ar an scála ciorclach agus na gialla dúnta go hiomlán. Ciallaíonn sé sin go mbeidh aon léamh eile a dhéantar **ró-mhór** chomh maith. Chun é sin a cheartú ní mór 0.02 mm a dhealú ó gach léamh a dhéantar.
- Cuir i gcás gurb é 0.48 mm an léamh atá ar an scála ciorclach agus na gialla dúnta go hiomlán. Ciallaíonn sé sin go mbeidh aon léamh eile a dhéantar 0.02 mm **ró-bheag**. Chun é sin a cheartú ní mór 0.02 mm a shuimiú le gach léamh a dhéantar nuair a bhíonn an ionstraim in úsáid.

ROINNT SUÍOMHANNA GRÉASÁIN DO DHALTAÍ FISICE

Physics 2000	http://www.colorado.edu/physics/2000/index.pl
Scoilnet	http://www.scoilnet.ie
Contemporary Physics Education Project	http://www.cpepweb.org
Institute of Physics	http://physicsworld.com/
Physics of Everyday Life	http://www.howeverythingworks.org/home.html
CERN	http://public.web.cern.ch/public/
An Institiúid Éireannach um Chosaint Raideolaíoch (RPPI)	http://www.rpii.ie/

AIBÍTIR NA GRÉIGISE

Cás Uachtair	Cás Íochtair	Ainm i nGaeilge
A	α	Alfa
B	β	Béite
Γ	γ	Gáma
Δ	δ	Deilte
E	ϵ	Eipsealón
Z	ζ	Zéite
H	η	Éite
Θ	θ	Téite
I	ι	Ióta
K	κ	Capa
Λ	λ	Lambda
M	μ	Mú
N	ν	Nú
Ξ	ξ	Xí
O	\omicron	Oimicrón
Π	π	Pí
P	ρ	Ró
Σ	σ	Sigme
T	τ	Tó
Y	υ	Upsalón
Φ	ϕ	Fí
X	χ	Chí
Ψ	ψ	Sí
Ω	ω	Óimige

Fisic na hArdteistiméireachta: Ag ullmhú don scrúdú

ROGHNAIGH CAIBIDIL I DO LEABHAR:

1. *Cuir an buneolas fíorasach sa chaibidil sin de ghlanmbeabhair, nó bí in ann é a scríobh i d'fhocail féin, ionas go mbíonn ar do chumas:*

- Gach **sainmhíniú** a thabhairt chun cuimhne.
- Gach **Dlí** a thabhairt.
- **Aonad** gach cainníochta nua sa chaibidil sin a thabhairt chun cuimhne agus a rá cé acu scálach nó veicteoireach é an chainníocht sin.
- Aonad gach cainníochta a shainmhíniú (ach amháin an soicind, an méadar agus an cileagram).
- Gach **foirmle** a thabhairt chun cuimhne agus a rá cén chainníocht a seasann gach litir san fhoirmle di.
- An fheidhm a bhaintear as píosa trealamh ar leith a thabhairt.
- A rá cé a rinne fionnachtain agus cathain a rinneadh é.

2. *Bí in ann ríomhaireachtaí uimbríúla díreacha a dhéanamh leis na foirmlí, is é sin:*

- Meabhraigh an fhoirmle atá oiriúnach i gcásanna ar leith.
- Bí in ann na huimhreacha cearta a chur sna hionaid chearta san fhoirmle.
- Bí in ann an freagra a ríomh agus an t-aonad ceart a lua leis.

3. (a) *Bí in ann cur síos a dhéanamh ar aon turgnamh taispeántach mar seo a leanas:*

- Tarraing **léaráid lipéadaithe** den trealamh a úsáidtear.
- Tabhair **an modh** atá le leanúint.
- Bí in ann gach a mbreathnaítear sa turgnamh a thabhairt chun cuimhne mar aon leis an **gconclúid** a shroichte.

(b) *Bí in ann cur síos a dhéanamh ar cheann ar bith de na turgnaimh éigeantacha mar seo a leanas:*

- Tarraing **léaráid lipéadaithe** den trealamh a úsáidtear sa turgnamh.
- Cuir síos céim ar chéim ar an modh a leanfá.
- Abair go soiléir **cé na cainníochtaí a thomhaisfeá** agus an píosa trealamh lena dtomhaisfeá iad.
- Scríobh síos an **foirmle**, nó na foirmlí, a bhaineann leis an turgnamh.
- Tabhair trí réamhchúram a ghlacfa chun toradh níos cruinne a chinntiú.
- Nuair atá sé cuí, abair cén graf a bhreacfa agus cén cruth a bheadh ar an ngraf sin.
- Bí in ann an graf a úsáid chun luach na cainníochta atá le haimsiú a ríomh.

NÓTA

- Foirmle
- Ionadú
- Ríomhaireacht
- Freagra agus Aonad

4. *Bí in ann sonraí maidir le gach ceann de na turgnaimh éigeantacha a láimhseáil mar seo a leanas:*

- Bí in ann luach gach athróige atá le haimsiú a ríomh ó na sonraí a thugtar.
- Bí in ann na sonraí a choigeartú, nuair is gá, ionas go mbeidh tú in ann graf simplí a tharraingt.
- Bí in ann fána an ghraif a thomhas.
- Bí in ann luach cainníochta áirithe a ríomh ó fhána an ghraif.

5. *Bí in ann míniú a thabhairt ar na prionsabail fhisiceacha a bhaineann le feidhmiú na fisice sa ghnáthsbaol, nó le trealamh ar a bith a luaitear sa chaibidil.*

6. *Bí in ann na foirmlí a luaitear sa chaibidil a dhíorthú (a chruthú).*

NÓTA

Má tá tú in ann an méid sin thuas ar fad a dhéanamh ba chóir go mbeifeá in ann aon cheist ar an bpáipéar scrúdaithe faoin ábhar sin a fhreagairt, ach amháin na fadhbanna deacra uimhriúla.

7. *Bí in ann fadhbanna níos deacra a láimhseáil.*

Déan cleachtadh ar an oiread samplaí agus is féidir leat chun feabhas a chur ar an ngné sin den ábhar.

Déan **céimeanna 1 go dtí 7** den mhodh oibre seo arís le gach caibidil sa leabhar. Luigh isteach ar na caibidlí a thaithníonn leat nó a bhfuil tuiscint mhaith agat orthu i dtosach, fágfaidh sé sin go mbeidh níos mó ama agat do na caibidlí a bhfuil deacrachtaí iontu.

Dá mhínicí a théann tú siar ar chaibidil is ea is tapúla a bheidh tú in ann dul siar uirthi an chéad uair eile agus is mó di a thiocfaidh chun cuimhne. Is fada an cúrsa é Fisic na hArdteistiméireachta. Ní bheidh tú in ann t-iomlán a fhoghlaim an tseachtain roimh an scrúdú.