

AN ROINN OIDEACHAIS AGUS EOLAÍOCHTA

AN FHSIC

Ardteistiméireacht An Gnáthleibhéal agus An tArdleibhéal

TREOIRLÍNTE DO MHÚINTEOIRÍ

NA TREOIRLÍNTE SEO

SIOLLABAS NA FISICE

- *béim*
- *ábhar*
- *straitéisí/acmhainní/tráthchlárú*
- *oideachas gairmiúil • inscne*
- *struchtúr agus formáid*
- *idirdhealú*

EOLAÍOCHT, TEICNEOLAÍOCHT, AGUS AN TSOCHAÍ

- *an fhisic agus an gnáthshaol*
- *an fhisic agus slite beatha • curaclam an timthrialla shinsearaigh*
- *idirghníomhaíocht le hábhair eile*

FISIC AN GHNÁTHLEIBHÉIL

FISIC AN ARDLEIBHÉIL

FISIC CHÁITHNÍNÍ

- *ábhair do dhaltáí/do mhúinteoirí*
- *grafaicí úsáideacha*

OBAIR PHRAITICIÚIL AGUS SÁBHÁILTEACHT

- *nótaí ar thurgnaimh roghnaithe*
- *eagraíocht agus caomhnú saotharlainne*

ACMHAINNÍ

- *TFC, irisí agus irisleabhair, leabhair, físeáin agus láithreáin ghréasáin*

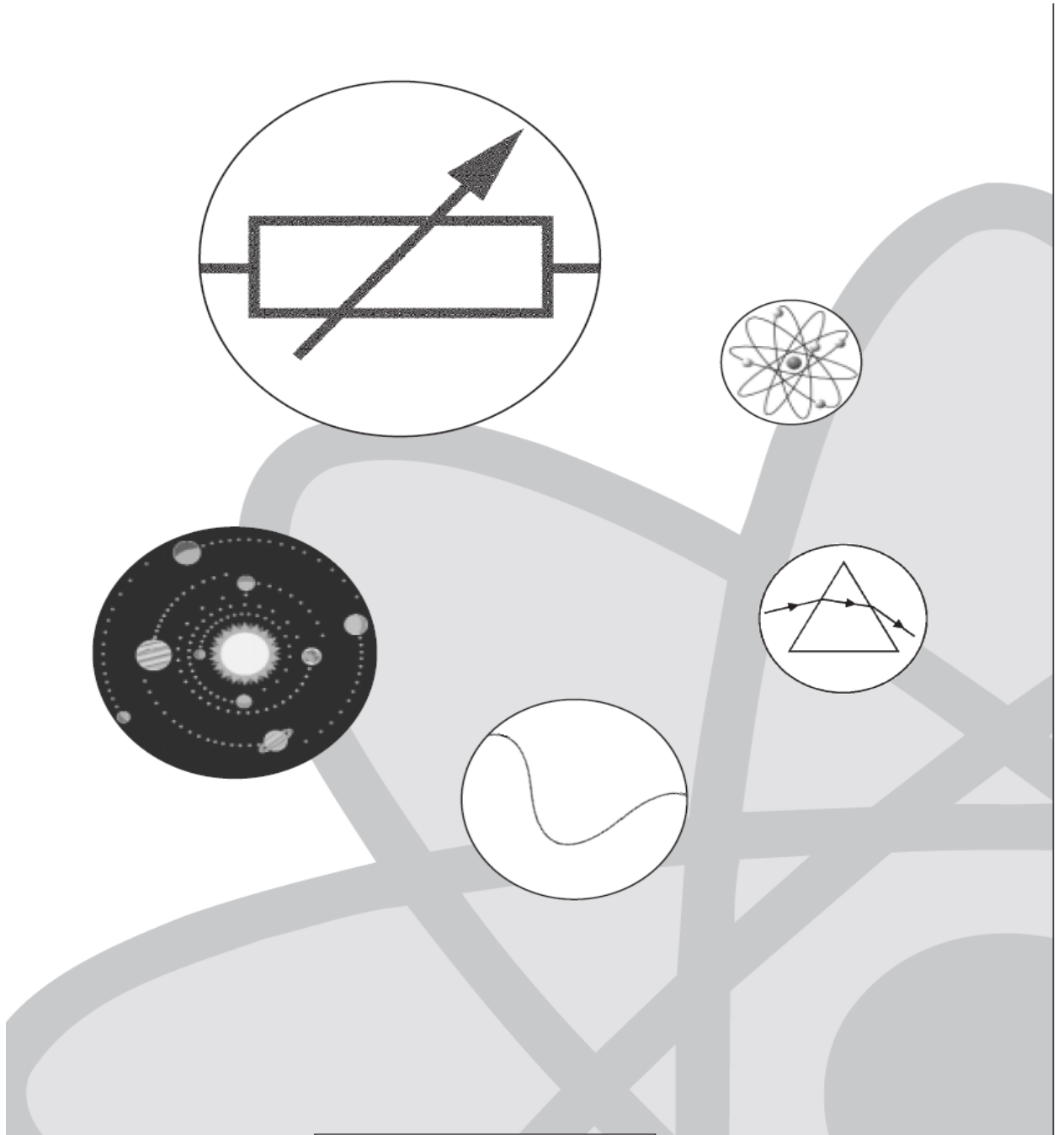
AGUS

straitéisí teagaisc,
fadhbanna oibrithe,
go leor, leor eile...

CLÁR AN ÁBHAIR

	RÉAMHRÁ	3
1	SIOLLABAS NA FISICE	5
2	EOLAÍOCHT, TEICNEOLAÍOCHT AGUS AN TSOCHAÍ	9
3	FISIC AN GHNÁTHLEIBHÉIL	16
4	FISIC AN ARDLEIBHÉIL	22
5	FISIC CHÁITHNÍNÍ	29
6	OBAIR PHRAITICIÚIL AGUS SÁBHÁILTEACHT	62
7	ACMHAINNÍ	69

RÉAMHRÁ



Réamhrá

Tá siollabas na fisice ina dhoiciméad iomlán. Is é an doiciméad críochnaitheach maidir le hábhar an tsiollabais agus le doimhne na hionramhála. Tacaíonn na treoirlínte seo do mhúinteoirí le cur i bhfeidhm an tsiollabais trí fhaisnéis chúlra faoi ghnéithe den siollabas a sholáthar.

I Rannán 1, tugtar siollabas na fisice isteach agus sainaitnítear a phríomhghnéithe. Folaítear i Rannán 2 plé ar eolaíocht, teicneolaíocht agus an tsochaí (ETS). Soláthraítear sa rannán seo réasúnaíocht do chuimsiú an ETS sa siollabas agus roinnt moltaí le haghaidh a theagaisc.

Cuirtear an siollabas i láthair ag dhá leibhéal, an Gnáthleibhéal agus an tArdleibhéal. Pléitear aidhmeanna, cuspóirí agus béim an Ghnáthleibhéil agus an Ardleibhéil i Rannáin 3 agus 4. Is rogha ag an Ardleibhéal í fisic cháithníní agus soláthraítear réamhrá ar an ábhar seo i rannán 5.

Leanann obair phraiticiúil de bheith riachtanach i dteagasc agus i bhfoghlaím na fisice. Cuimsíonn “obair phraiticiúil” gach taispeántas múinteora, gach turgnamh daltaí agus aon imscrúdú a fhéadfar a dhéanamh i saotharlann eolaíochta scoile. Tá sábháilteacht i saotharlanna scoile tábhachtach freisin. Pléitear an dá théama seo i rannán 6. Moltar acmhainní do theagasc na fisice i rannán 7.

Tá sé i gceist go mbeidh na treoirlínte seo úsáideach do mhúinteoirí. Beidh fáilte roimh aon tuairimí nó moltaí. Cuir iad, le do thoil, chuig Coiste Cúrsa na Fisice ag an CNCM.

Rannán a haon siollabas na fisice

1.1	Réamhrá	6
1.2	Béim	6
1.3	Struchtúr agus formáid an tsiollabais	6
1.4	Ábhar matamaitice	6
1.5	Ábhar	7
1.6	Idirdhealú idir an tArdleibhéal agus an Gnáthleibhéal	7
1.7	Straitéisí teagaisc	7
1.8	Trealamh	8
1.9	Tráthchlárú	8
1.10	Béim ar Oideachas Gairmiúil	8
1.11	Conclúid	8

1.1 RÉAMHRÁ

Tá na Treoirlínte seo do Mhúinteoirí ag gabháil le siollabas athbhreithnithe na fisice. Tugadh siollabas roimhe sin na fisice don Ardteistiméireacht isteach i scoileanna sa bhliain 1984 agus scrúdaíodh iad den chéad uair sa bhliain 1986. Sa siollabas athbhreithnithe tá athruithe ar bhéim, ar struchtúr, ar fhormaid, agus ar ábhar. San athbhreithniú, cuireadh san áireamh fad an tsiollabais sa bhliain 1984, na hathruithe ar Eolaíocht an Teastais Shóisearaigh a tugadh isteach sa bhliain 1989 agus an gá atá le béim ar oideachas gairmiúil san fhisic.

1.2 BÉIM

Soláthraítear sonrú soiléir ar éiteas an tsiollabais trí aidhmeanna agus cuspóirí an tsiollabais. Cuirtear béim sa siollabas ar nádúr turgnamhach na fisice agus a cuid feidhmeanna, rud a aibhsíonn gnéithe gairmiúla den ábhar. Tá na comhpháirteanna seo a leanas sa siollabas:

- an fhíoreolaíocht 70%
- feidhmeanna eolaíochta 22.5%
- eolaíocht do shaoránaigh 7.5%

Soláthraíonn siad seo comhthéacs a éascaíonn daltaí maidir le dlíthe fisiciúla agus teoiricí fisiciúla a thuiscint agus a chur i bhfeidhm. Folaítear eiseamláirí a bhaineann lena gcuid saolta féin nuair a fhéadtar. Cinntíonn an cur chuige seo go gcuireann an fhisic le hoideachas cothrom leathan.

1.3 STRUCHTÚR AGUS FORMÁID AN TSIOLLABAIS

Cuirtear an siollabas i láthair ag dhá leibhéal-an Gnáthleibhéal agus an tArdleibhéal. Folaítear dhá rogha san Ardleibhéal, agus ní mór ceann amháin acu a ghlacadh. Níl aon roghanna ag an nGnáthleibhéal.

Cuirtear an siollabas i láthair i gceithre cholún:

- ábhar
- doimhne na hionramhála
- gníomhaíochtaí
- eolaíocht, teicneolaíocht agus an tsochaí (ETS).

Folaítear i ndoiciméad an tsiollabais riachtanais mhatamaiticiúla an tsiollabais agus liosta de chainníochtaí fisiciúla, a gcuid aonad agus a gcuid comharthaí, atá ag teastáil. Folaítear ann freisin na foirmlí a úsáidtear sa siollabas agus léirítear ann na cothromóidí nach mór a dhíorthú ag an Ardleibhéal. Níl aon díorthuithe ag teastáil ag an nGnáthleibhéal.

1.4 ÁBHAR MATAMAITICE

Léirítear go soiléir riachtanais mhatamaitice an tsiollabais ag an Ardleibhéal agus ag an nGnáthleibhéal araon. Éilítear ar dhaltaí tuiscint ar choincheap na bhfigiúirí

bunúsacha a bheith acu agus iad a úsáid mar is cuí. *Níl* matamaitic an Ardleibhéil ag an Ardteistiméireacht ag teastáil don fhisic. Tá tuilleadh sonraí ar na naisc idir an fhisic agus an mhatamaitic ar fáil i rannáin 3 agus 4. Táthar ag súil le húsáid na n-áireamhán.

1.5 ÁBHAR

Tarraingítear an t-ábhar ó na réimsí móra san fhisic: meicnic, teas, tonnta (lena n-áirítear solas agus fuaim), leictreachas, agus fisic nua-aimseartha. Ag rogha 1 an Ardleibhéil, tá fisic cháithníní agus ag rogha 2, tá leictreachas feidhmeach.

1.6 IDIRDHEALÚ IDIR AN tARDLEIBHÉAL AGUS AN GNÁTHLEIBHÉAL

Tá difríochtaí soiléire idir an tArdleibhéal agus an Gnáthleibhéal i struchtúr, i ndoimhneacht na hionramhála agus i riachtanais mhatamaitice. Tá na difríochtaí seo léirithe ar fud an tsiollabais. Léireoidh measúnú an tsiollabais an dá leibhéal. Freastalaítear ar an dá leibhéal seo ar fud na dtreoirlínte seo do mhúinteoirí, ach amháin i rannán 5 (fisic cháithníní) ina bhfreastalaítear ar ábhar an Ardleibhéil amháin. Cuirtear síos i rannán 3 ar an gcur chuige atá ag teastáil ag an nGnáthleibhéal, agus cuirtear síos i rannán 4 ar an gcur chuige atá ag teastáil ag an Ardleibhéal. Táthar ag súil go mbeidh an chuid is mó de na ranganna fisice measctha, i.e. Daltaí an ardleibhéil agus daltaí an ghnáthleibhéil sa rang céanna.

1.7 STRAITÉISÍ TEAGAISC

Ní mór an siollabas a theagasc ar bhealach gníomhach a léiríonn an chothromaíocht idir an fhíorfhisic (thart ar 70%) agus feidhmeanna na heolaíochta agus eolaíocht do shaoránaigh (thart ar 30%). Spreagtar úsáid na n-áiseanna teagaisc amhail ríomhairí, físeáin, sleamhnáin srl. Moltar straitéisí gníomhacha teagaisc don ETS i rannán 2. Tá sé tábhachtach go léiríonn straitéisí teagaisc aidhmeanna agus cuspóirí an tsiollabais.

Leanann obair phraiticiúil de bheith ina príomhthosaíocht. Ní mór do dhaltaí cúrsa oibre praiticiúla a leanúint. Liostaítear na turgnaimh atá ag teastáil ag deireadh gach rannáin den siollabas; tá 22 turgnamh den sórt sin san iomlán ag an nGnáthleibhéal agus tá 24 turgnamh ag an Ardleibhéal. Ní mór na turgnaimh seo a dhéanamh agus taifead leordhóthanach d'obair den sórt sin a choinneáil ar feadh thréimhse an chúrsa. Ar fud an tsiollabais, liostaítear taispeántais do mhúinteoirí agus turgnaimh bhreise do dhaltaí. Tá siad seo tábhachtach, mar cuireann siad le tuiscint na ndaltaí ar an bhfisic.

Níl sé i gceist go dteagascfar an siollabas mar shraith de thopaicí neamhspleácha, ach gur cheart go gcuirfí béim ar na naisc agus na patrúin fhoriomlána a thagann chun cinn ar fud an tsiollabais. Ba cheart go dtabharfaí faoi deara nach ionann struchtúr agus ord an tsiollabais go bhfuil aon ord teagaisc ar leith.

1.8 TREALAMH

Tá an trealamh saotharlainne atá ag teastáil do thurgnaimh do dhaltáí agus do thaispeántais do mhúinteoirí an-chosúil leis an trealamh a bhí ag teastáil sa siollabas roimhe sin. Níl an oiread sin impleachtaí acmhainní breise sa siollabas athbhreithnithe maidir le cén áit a raibh an scoil feistithe chun an siollabas roimhe sin a theagasc. Tá rochtain ar shaotharlann riachtanach do chur i bhfeidhm iomlán an tsiollabais. Tá rochtain réidh ar theicneolaíochtaí faisnéise agus cumarsáide an-inmhianaithe.

Tugtar sonraí ar acmhainní, seachas trealamh saotharlainne, i rannán 7.

1.9 TRÁTHCHLÁRÚ

Éilíonn an siollabas 180 uair an chloig d'am teagaisc thar dhá bhliain. Folaíonn sé seo an t-am atá ag teastáil do thurgnaimh daltaí, ach ní fholáíonn sé am a chaitear mar gheall ar ghníomhaíochtaí eile scoile. D'fhéadfaí é seo a bhaint amach trí chúig thréimhse ranga de dhaichead nóiméad in aghaidh na seachtaine a bheith ag an scoil, agus ba cheart go dtráthchlárófaí dhá cheann díobh le chéile chun go leor ama a thabhairt do dhaltáí chun na turgnaimh atá ag teastáil a dhéanamh.

1.10 BÉIM AR OIDEACHAS GAIRMIÚIL

Cumasóidh cuimsiú fheidhmeanna na fisice daltaí chun a fheiceáil an dóigh a mbaineann an fhisic le saol na hoibre. Dóibh siúd atá i mbun chúrsa an Ardleibhéil, féadfaidh rogha 2 (Leictreachas Feidhmeach) bheith an-ábhartha maidir leis seo. Tá an fhisic folaithe anois i ngrúpaí na n-ábhar gairmiúil den GCAT. Féadfaidh daltaí atá ag glacadh na fisice mar ábhar sa GCAT trí na nascmhodúil, tuiscint níos doimhne ar na gnéithe gairmiúla den fhisic a fhorbairt anois.

1.11 CONCLÚID

Sa rannán seo, tugtar réamhrá gairid ar an siollabas agus tarraingítear amach roinnt impleachtaí do theagasc an tsiollabais. Tá sé mar aidhm ag an siollabas tuiscint ar phrionsabail bhunúsacha na fisice agus a gcuid feidhmeanna leis an ngnáthshaol agus leis an teicneolaíocht a thabhairt do dhaltáí. Tá sé mar aidhm aige freisin léirthuisicint ar an bhfisic mar ghníomhaíocht chruthaitheach a fhorbairt agus tuiscint ar áilleacht agus simplíocht an nádúir a fhorbairt.

Rannán a dó eolaíocht, teicneolaíocht agus an tsochaí

2.1	Réamhrá	10
2.2	Nádúr na fisice	10
2.3	An fhisic agus an gnáthshaol	10
2.4	An fhisic agus slite beatha	11
2.5	An fhisic agus curaclam an Timthrialla Shinsearaigh	12
2.6	Idirghníomhaíocht na fisice le hábhair eile	12
2.7	Eolaíocht, teicneolaíocht, agus an tsochaí	13
2.8	Ag teagasc an ETS	14
2.9	Ábhair do theagasc an ETS	15

2.1 RÉAMHRÁ

Tá na comhpháirteanna éagsúla den siollabas, a dtomhas agus a leithdháileadh molta ama léirithe:

• an fhíoreolaíocht	70%,	126.0 uair
• feidhmeanna na heolaíochta	22.5%	40.5 uair
• eolaíocht do shaoránaigh	7.5%	13.5 uair

Féadtar feidhmeanna na heolaíochta agus eolaíocht do shaoránaigh a mheas faoin gceannteideal eolaíocht, teicneolaíocht agus sochaí agus cuirtear i láthair i gcolún 4 den siollabas iad. Léireoidh cuid mhór de na gníomhaíochtaí i gcolún 3 feidhmeanna na fisice freisin. Is athrú tábhachtach é thabhairt isteach agus comhtháthú na heolaíochta, na teicneolaíochta agus na sochaí i siollabas na fisice. Tá iarmhairtí aige do theagasc agus measúnú fisice na hArdteistiméireachta ag an nGnáthleibhéal agus ag an Ardleibhéal araon.

Folaítear sa rannán seo de na treoirlínte do mhúinteoirí plé gairid ar nádúr na fisice, a háit sa ghnáthshaol, agus a háisiúlacht maidir le gairmeacha. Déantar athbhreithniú ar an bhfisic i gcuairt an timthrialla shinsearaigh, agus pléitear go hachomair an idirghníomhaíocht idir an fhisic agus ábhair eile sa timthriall sinsearach. Cuirtear i láthair an réasúnaíocht do thabhairt isteach na heolaíochta, na teicneolaíochta agus na sochaí. Pléitear samplaí de “feidhmeanna na heolaíochta” agus de “eolaíocht do shaoránaigh” araon agus na dóigheanna a bhféadtar iad a chomhtháthú le ranganna na fisice. Luaitear acmhainní a fhéadfaidh bheith úsáideach i dteagasc na heolaíochta, na teicneolaíochta agus na sochaí.

2.2 NÁDÚR NA FISICE

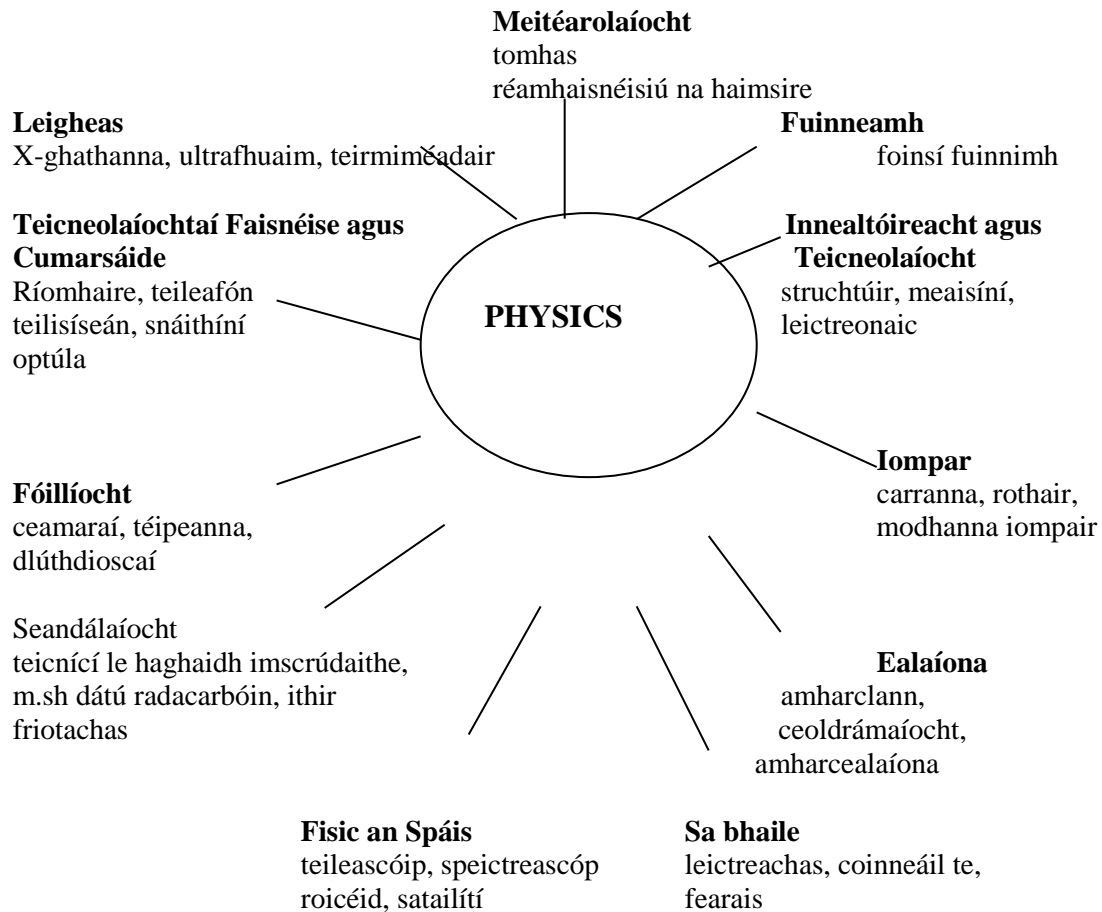
Is í an fhisic an brainse den eolaíocht ina ndéantar staidéar ar fhórsaí, ar ábhar, agus ar fhuinneamh. Tugadh fealsúnacht nádúrtha uirthi ag an tús. Tá eolas ar an bhfisic tábhachtach maidir le tuiscint ar an domhan thart orainn. Tá corp aitheanta eolais a fhéadtar a thástáil trí thurgnamh agus a fhíorú nó a bhréagnú. Tá na “fíricí” ina gcur i láthair comhaontaithe ar an tuiscint atá againn ar an gCruinne. Féadtar an tuiscint seo a cheistiú agus a oiriúnú más gá. Ní mór cur i láthair cuid de na fíricí a oiriúnú de réir leibhéal tuisceana na ndaltaí. Tá sé ró-éasca do dhaltaí a smaoineamh nach bhfuil ach freagra “ceart” amháin ar gach fadhb, agus nach mbaineann an fhisic le daoine. Is é an mhalairt atá fíor: is gníomhaíocht shóisialta é staidéar na fisice, agus ní mór firinne “na bhfíricí” a cheistiú. Féadann feasacht ar nádúr na fisice cuidiú le múinteoirí chun daoine a chur i lár na fisice agus, mar sin de, daltaí a chumasú chun a fheiceáil cé chomh hábhartha is atá an fhisic dóibh féin.

2.3 AN FHSIC AGUS AN GNÁTHSHAOL

Tá an fhisic ina cuid lárnach den ghnáthshaol. Is trí staidéar ar an bhfisic a nascadh leis an ngnáthshaol a éiríonn an fhisic ina cuid shuntasach den oideachas ginearálta. Léirítear roinnt de na naisc i bhFig. 2.1. thall. Tarraingíonn cuid mhaith ábhar ar na

teicnící a forbraíodh ag an bhfisic chun bheith ina gcúis le tuiscint nua ar a gcuid réimse. Bhí ionstraimí a bhí forbartha ag fisiceoirí ina gcúis le tuiscint nua ar chorp an duine agus le mórán cóireálacha nua leighis.

Fig. 2.1 An Fhísic agus an gnáthshaol



2.4 AN FHISIC AGUS SLITE BEATHA

Cuireann an fhísic le slí bheatha an dalta sa todhchaí ar go leor bealaí. Cuidíonn sí, i gcomhréir le hábhair eile na hArdteistiméireachta, le hoideachas cothrom leathan a sholáthar d'aon dalta. Tríd an bhfisic, teagasctar daltaí chun smaoinemh go loighciúil agus cumasaítear iad chun a gcuid smaointe a chur in iúl ar bhealach gonta. Féadann na scileanna agus an t-eolas a fhorbraítear trína gcuid staidéir ar an bhfisic bheith úsáideach i raon leathan suíomh.

Tá an fhísic ina hábhar úsáideach do chuid mhór cúrsaí agus slite beatha agus tá sí ina bonn maith le haghaidh réimse leathan slite beatha eolaíocha agus teicniúla. Baineann cuid mhór slite beatha as na scileanna loighciúla agus uimhríochta a fhorbraítear trí staidéar ar an bhfisic. Tá comhpháirteanna na fisice i gceist le mórán cúrsaí teicniúla.

Féadann daltaí bogadh isteach san fhostaíocht nó i staidéar breise tar éis dóibh dhá bhliain a chaitheamh ag déanamh staidéir ar an bhfisic. Féadann siad cúrsa iar-Ardteistiméireachta (CIAT) a roghnú nó bogadh ar aghaidh chuig oideachas tríú leibhéal. Féadfar an fhisic agus cúrsaí a bhaineann leis an bhfisic a ghlacadh ar leibhéal teastais, dioplóma nó céime in institiúidí tríú leibhéal.

Do dhaltaí a bhfuil spéis acu leanúint ar aghaidh níos faide de bheith ag déanamh staidéir ar an bhfisic, soláthraíonn Institiúid na Fisice faisnéis ar raon na slite beatha a fhéadann daltaí leanúint tar éis dóibh staidéar a dhéanamh ar an bhfisic ag an tríú leibhéal (feic rannán 7.9).

2.5 AN FHSIC AGUS CURACLAM AN TIMTHRIALLA SHINSEARAIGH

Cuidíonn an fhisic le daltaí chun tuiscint a bheith acu ar an domhan ina bhfuil cónaí orthu. Míníonn coincheapa na fisice cuid mhór de na hiontais inár gcuid saolta laethúla. Is é ról na fisice in oideachas ginearálta daltaí na hArdteistiméireachta ar a gcuirtear béim sa siollabas agus tacaítear é, go háirithe, ag comhpháirt na heolaíochta, na teicneolaíochta agus na sochaí den siollabas. Tá aidhm eile chun cabhrú leo chun an cumas chun tuiscint ar shaincheisteanna sóisialta ar leith a fhorbairt, rudaí a fhéadann siad, mar shaoránaigh, a spreagadh ina gcuid saolta. Tugtar eolas ar shaol na fisice do dhaltaí sa siollabas agus tá sé mar aidhm ag an siollabas tabhairt orthu spéis a chur i leanúint ar aghaidh le staidéar breise ar an bhfisic nó ar na réimsí teicniúla den innealtóireacht, rud a fhéadfar a mheas mar fhisic fheidhmeach. Cuireann an fhisic ar bhealach tábhachtach le hoideachas ginearálta leathan a sholáthar do dhaltaí, agus le hiad a ullmhú d'oideachas breise.

2.6 IDIRGHNÍOMHAÍOCHT NA FISICE LE HÁBHAIR EILE

Tá naisc idir an fhisic agus mórán ábhar, lena n-áirítear teangacha, ceol, agus ealaín. Léirítear i bhFig. 2.2 roinnt réimsí a fhéadfar a fhorluí. Folaítear an fhealsúnacht, mar is réimse tábhachtach d'eolas í atá mar bhonn ag an gcuraclam, cé nach bhfuil sí ina hábhar sa timthriall sinsearach.

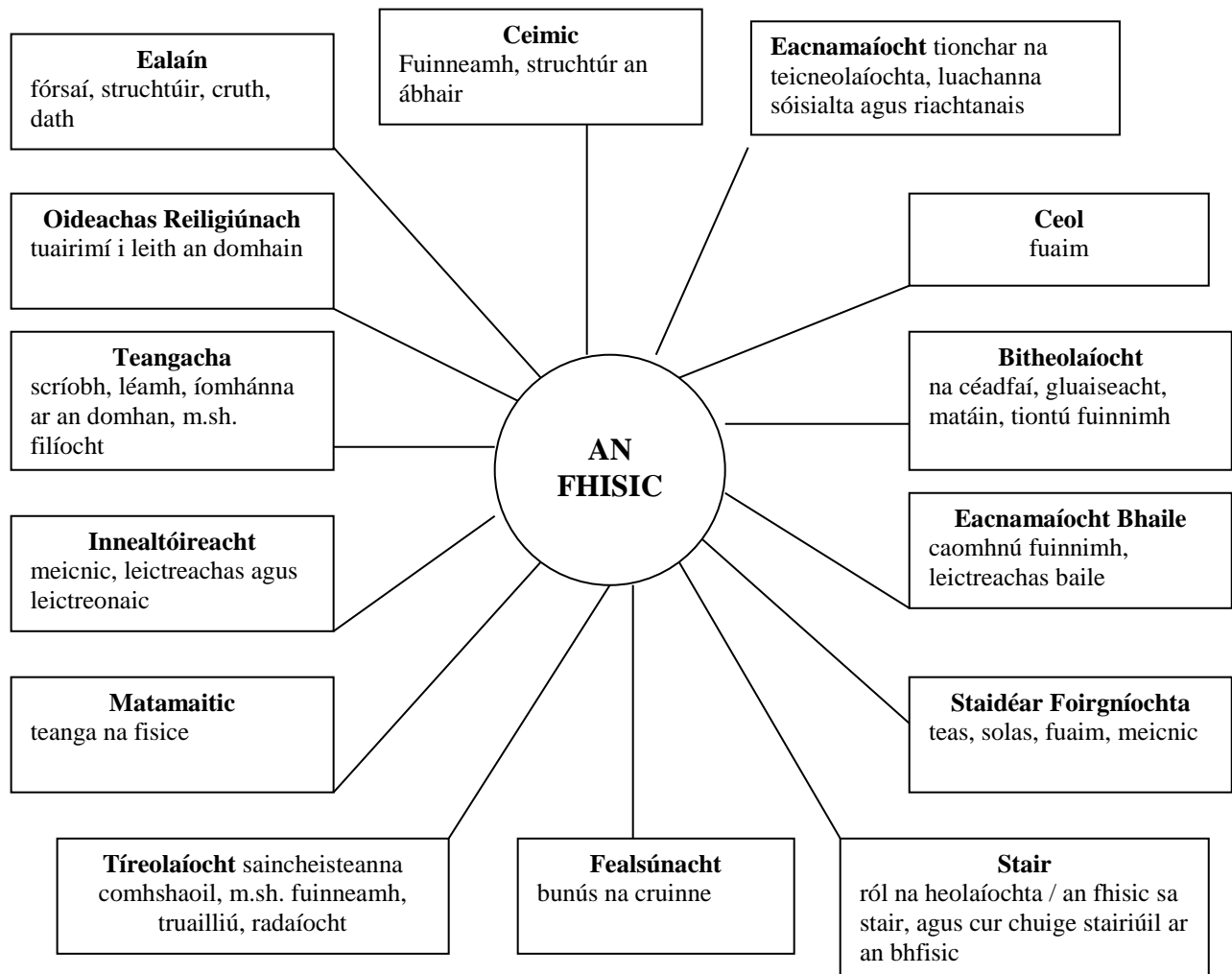
Seasann na Tionscadail Ghníomhaíochta in oideachas sibhialta, sóisialta agus polaitiúla (OSSP) sa Teastas Sóisearach do dheis nua le haghaidh nasc le hábhair eile. I gcásanna ina bhfuil Tionscadal Gníomhaíochta ina bhfuil gá le tuiscint ar an bhfisic bhunúsach (mar shampla, fadhb na leibhéal radóin i gceantar) roghnaithe ag daltaí an OSSP, d'fhéadfadh daltaí na fisice bheith ina n-acmhainn maidir le cuidiú leo na coincheapa bunúsacha a thuiscint.

Tá neart samplaí de naisc thraschuraclaim. Sa dán 'Among School Children', tagraíonn W.B. Yeats do Phótagáras, fear a mheasann Yeats a bheith ina ealaíontóir iontach cionn is gur aimsigh sé an gaol idir fad na dteaghrán creathach agus minicíocht na nótaí ceoil.

I measc filí eile a tharraing ar smaointe eolaíochta chun meafair nó samhla a sholáthar dá gcuid dánta, bhí Shakespeare agus Wordsworth. Os a choinne sin, thug

teanga airgtheach shaibhir Joyce ainm don chuart, rud a chreidtear a bheith ina cháithnín bunúsach i struchtúr an ábhair, don fhisic.

Fig. 2.2 Idirghníomhaíocht na fisice le hábhair eile



2.7 EOLAÍOCHT, TEICNEOLAÍOCHT, AGUS AN TSOCHAÍ

Tugadh isteach eolaíocht, teicneolaíocht agus sochaí mar chomhpháirt den siollabas chun an t-am a thabhairt do mhúinteoirí le haghaidh suim na ndaltaí i bhfeidhmeanna na fisice agus ina cuid ról i saol na ndaltaí a fhorbairt. Cuirtear fisic i gcomhthéacs agus neartaítear teoiric le samplaí praiticiúla agus le feidhmeanna ón ngnáthshaol trí eolaíocht, teicneolaíocht agus an tsochaí (ETS), agus ba cheart go gcabhródh an t-ábhar le dearthaí dearfacha i leith na fisice a fhorbairt.

Folaítear san ETS “feidhmeanna na fisice” agus “eolaíocht do shaoránaigh” araon. Folaítear i struchtúr an tsiollabais eolaíocht, teicneolaíocht agus sochaí mar chomhpháirt lárnach i gcolún 4. Is samplaí léirithe iad na samplaí atá tugtha sa siollabas, agus beidh feidhmeanna ábhartha breise inghlactha. Tá sé tábhachtach go

bhfoláítear samplaí pearsanta, leighis, bitheolaíochta, stairiúla agus sóisialta d'fheidhmeanna na fisice, chomh maith le samplaí teicniúla.

Is tríd an ETS a fhéadtar roinnt de chuspóirí an tsiollabais a chomhlíonadh. Ba cheart go gcuideodh an ETS le daltaí chun scríbhneoireacht cháiliúil eolaíochta a léirmhíniú agus chun an gaol idir coincheapa eolaíochta agus saincheisteanna ar an ngnáthshaol a áireamh. Cuideoidh sé leo chun an eolaíocht atá mar bhun le fíricí, le tuairimí agus feiniméin atá coitianta a mhíniú agus chun mínithe eolaíochta ar fhíricí neamhchoitianta a mholadh.

I measc na saincheisteanna sóisialta, eacnamaíochta agus comhshaoil a fhéadtar eascairt as teagasc na fisice, tá: éifeachtacht fuinnimh agus caomhnú fuinnimh, fuinneamh núicléach, leibhéil radóin i bhfoirgnimh agus raonta leictreamaighnéadacha i gcomharsanacht na línte cumhachta. Féadfaidh roinnt de na saincheisteanna seo bheith an-chonspóideach, ach is trí anailís chriticiúil ar shaincheisteanna den sórt sin a fhoghlaimíonn daltaí chun tuairimí cothroma agus ar an eolas a dhéanamh ar shaincheisteanna comhaimseartha a bhaineann leis an bhfisic. Éilíonn an gá atá le himeachtaí amhail timpiste Chernobyl agus leis an fhaisnéis a thugtar sna meáin a léirmhíniú ar bhealach cothrom go bhfuil múinteoirí iad féin suas chun dáta agus ar an eolas. Tá saincheisteanna conspóideacha agus saincheisteanna sóisialta eile le fáil in ailt nuachtáin agus irise, ar cláir theilifíse agus ar chláir raidió. Féadann fógraí saincheisteanna sóisialta a bhaineann leis an bhfisic a léiriú freisin. Ní mór do mhúinteoirí bheith in ann déileáil le réimse leathan tuairimí ar shaincheisteanna den sórt sin. Ba cheart go spreagfaí daltaí, trí phlé, chun aird a thabhairt ar thuairimí eile, chun measúnacht a dhéanamh ar thuairimí éagsúla agus chun a gcuid tuairimí a dhéanamh trí na fíricí ábhartha ar fad a úsáid.

Tugann nascadh choincheapa na fisice leis an ngnáthdhomhan cuidiú do dhaltaí chun fisic a thuiscint, chun a cuid ábharthachta a fheiceáil, agus chun cinneadh a dhéanamh ar cé acu is mian leo dul ar aghaidh le staidéar breise nó nach mian leo nó chun fostaíocht a lorg i réimse ina mbeadh an t-eolas atá acu ar an bhfisic tairbheach.

2.8 AG TEAGASC AN ETS

Ba cheart go mbeadh teagasc chomhpháirt an tsiollabais um eolaíocht, teicneolaíocht agus sochaí den ina chuid lárnach de theagasc na fisice agus éileoidh sé straitéisí nua teagaisc. Éileoidh sé ar mhúinteoirí go léireoidh siad oscailteacht, go mbeidh siad sásta a fhoghlaim, go gcoinneoidh siad cothrom le dáta agus go n-admhóidh siad teorainneacha maidir lena gcuid eolais féin. Caithfidh múinteoirí bheith compordach le comhpháirt an tsiollabais um an ETS chun déileáil léi sa seomra ranga.

In ábhar ar leith den siollabas, ba cheart go gcuirfí san áireamh feidhmeanna agus saincheisteanna féideartha sóisialta. Féadtar iad a úsáid i slite éagsúla: chun bheith ina dtús eolais ar choincheapa nua, chun coincheapa atá foghlamtha cheana féin a athneartú, nó chun prionsabail fhisiciúla a chur i bhfeidhm le fadhbanna a réiteach.

Féadtar an ETS a thabhairt isteach sa seomra ranga trí raon de straitéisí teagaisc, lena n-áirítear plé ranga; díospóireachtaí; tionscadail, ról-imirt; taighde trí nuachtáin

agus irisí a úsáid; anailís ar fhíseáin, cuairteanna ar thionscail áitiúla, ospidéal, iarsmalanna, srl.; agus léitheoireacht ghníomhach. D'fhéadfadh daltaí plé a dhéanamh ar ról na X-ghathanna sa leigheas agus ar an dóigh a dtéann a n-úsáid i bhfeidhm ar dhaoine trí leibhéal méadaithe nochta don radaíocht ianúcháin. Féadfar ról-imirt a úsáid chun staid a bhunú a chumasóidh daltaí chun an t-am ina ndearnadh cuid den obair eolaíochta a thuiscint; mar shampla, tá ról-imirt úsáideach maidir le triail Galileo sa SATIS 16—19 (feic rannán 7). D'fhéadfadh daltaí buaileadh le haonaid áitiúla Cosanta Sibhialta chun fáil amach conas a ullmhaíonn siad do radaíocht a bhrath i gcás éigeandáil núicléach.

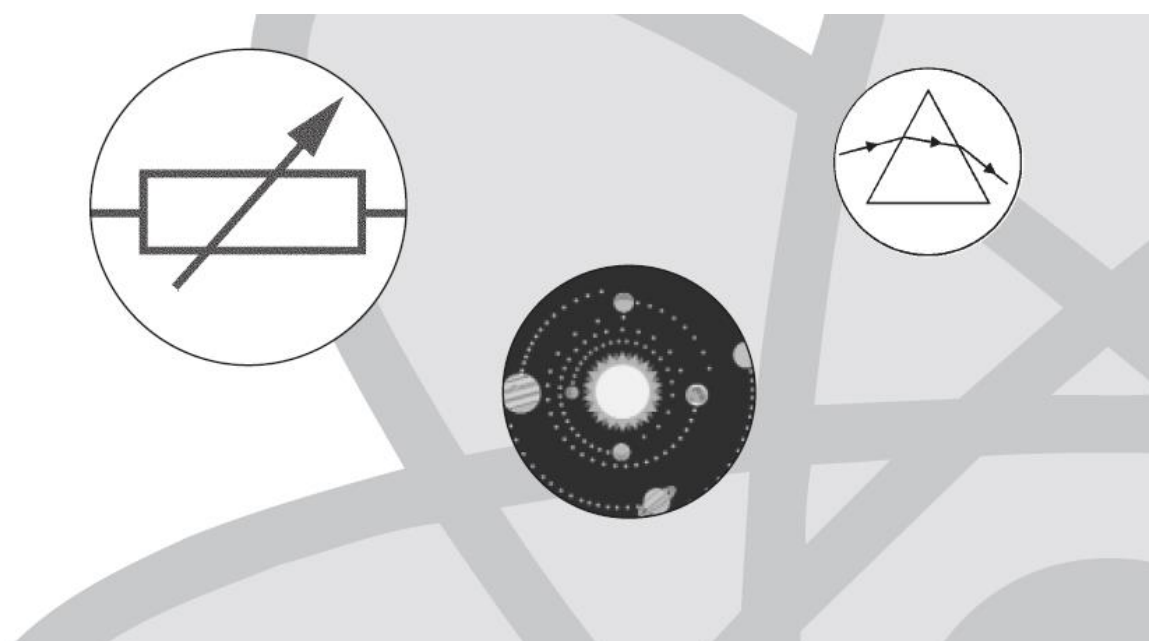
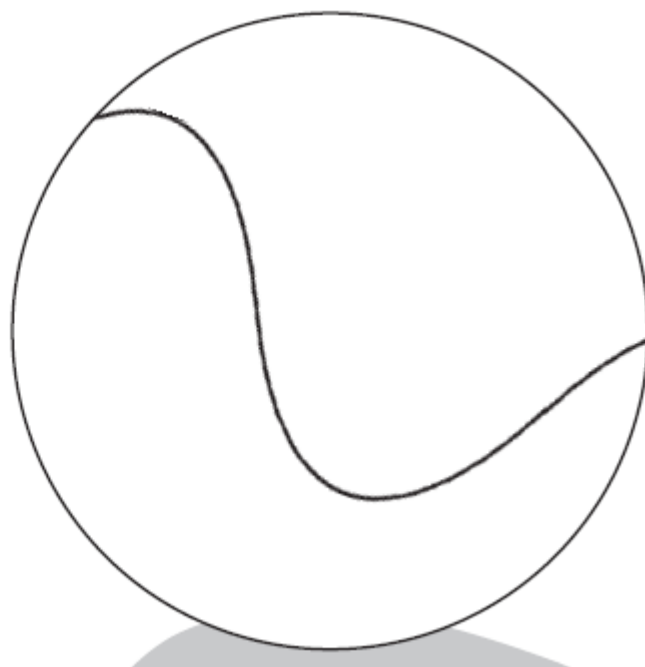
D'athraigh giniúint an leictreachais trí ionduchtú leictreamaighnéadach an dóigh ina maireann daoine agus d'fhéadfadh sé bheith ina thasc chun iarraidh ar dhaltaí athbhreithniú a dhéanamh ar an dóigh ar athraigh sí gné amháin dá shaol. D'fhéadfadh daltaí atá ag dul don stair, don cheol, don eacnamaíocht nó don innealtóireacht féachaint ar an dóigh a ndeachaigh forbairt an leictreachais i bhfeidhm ar na hábhair seo; agus chumasóidh athbhreithniú ranga gach dalta chun na héifeachtaí sóisialta agus comhshaoil a bhaineann le feidhm na fisice seo a thuiscint.

2.9 ÁBHAIR DO THEAGASC AN ETS

Forbraíodh cuid mhór de na hábhair do theagasc an ETS i dtíortha eile agus tá gá le hiad a oiriúnú d'úsáid in Éirinn. Tá nuachtáin, irisí, cláir theilifíse agus raidió ina n-acmhainní a fhéadfar a úsáid freisin. Féadfaidh clár fógraí a athraítear go rialta bheith úsáideach do shaincheisteanna sna meáin agus in ócáidí eolaíochta atá le teacht a aibhsiú, lena n-áirítear cláir theilifíse. Tugtar roinnt ábhar oiriúnach agus seoltaí ábhartha i rannán 7 den doiciméad seo.

Rannán a trí fisic an ghnáthleibhéil

3.1	Réamhrá	17
3.2	Fisic an ghnáthleibhéil	17
3.3	Cur chuige nua sa siollabas	17
3.4	Saincheisteanna i bhfisic an ghnáthleibhéil	19



3.1 RÉAMHRÁ

Soláthraíonn fisic an Ghnáthleibhéil tús eolais ar chuid mhór coincheap fisiciúil a chuirtear i bhfeidhm i dtionscal, sa leigheas, agus sa ghnáthshaol. Sainaithnítear agus pléitear cur chuige nua sa siollabas. Pléitear saincheisteanna amhail teanga, matamaitic agus teagasc na fisice ag an nGhnáthleibhéal freisin.

3.2 FISIC AN GHNÁTHLEIBHÉIL

Soláthraíonn fisic an Ghnáthleibhéil tús eolais, agus forbhreathnú, ar an bhfisic. Táthar ag súil go bhforbróidh daltaí tuiscint agus meas ar na dlíthe bunúsacha agus ar na prionsabail bhunúsacha agus a gcur i bhfeidhm leis an ngnáthshaol. Tá sé mar aidhm ag an siollabas spéis na ndaltaí a spreagadh agus dúshlán a thabhairt dóibh chun ceisteanna ar an ngnáthshaol a mheas.

Soláthraíonn fisic an ghnáthleibhéil deiseanna do dhaltaí chun a gcuid scileanna agus eolais a fhorbairt i raon leathan réimsí. Forbraíonn obair phraiticiúil a gcuid tuisceana ar choincheapa agus a gcuid scileanna ionramhála. Forbraíonn réiteach-faidhbe scileanna uimhríochta na ndaltaí agus an cumas atá acu chun smaoinemh go loighciúil araon. Cumasóidh gné an ETS den siollabas iad chun coincheapa bunúsacha fisiciúla a bhaint leis an ngnáthshaol. Cumasóidh sé seo iad chun an tábhacht a bhaineann leis an bhfisic mar eolaíocht bhunúsach a thuiscint. Cuireann staidéar na fisice le forbairt phearsanta na ndaltaí.

Cumasóidh an bhéim ar oideachas gairmiúil sa siollabas daltaí chun a thuiscint go mbaineann cuid mhór cúrsaí agus slite beatha tairbhe as eolas bunúsach ar an bhfisic. Baineann cúrsaí eolaíochta, innealtóireachta agus teicniúla agus mórán post i dtionscail teicneolaíochta nua, amhail leictreonaic, tairbhe as tuiscint ar na coincheapa fisiciúla a sholáthraítear trí fhisic an Ghnáthleibhéil.

3.3 CUR CHUIGE NUA SA SIOLLABAS

Tá an siollabas ina shiollabas athbhreithnithe, in ionad a bheith ina shiollabas iomlán nua. Mar sin féin, tá réimsí inar measadh athrú ar chur chuige a bheith riachtanach nó cuí. Sa rannán seo, leagtar amach an cur chuige nua seo. Tá athrú ar chur chuige ag an nGhnáthleibhéal sna hábhair seo a leanas:

coinníollacha cothromaíochta

teocht agus teirmiméadair

leibhéal fuaimdhéine

foinsí an flg

seoladh in ábhair

leictreonaic

radaíocht ianaíoch agus guaiseacha sláinte.

Déantar athbhreithniú ar gach ceann díobh seo.

3.3.1 COINNÍOLLACHA COTHROMAÍOCHTA

Folaítear sna coinníollacha cothromaíochta breithniú ar na fórsaí agus ar na móimintí araon. Iarrtar ar dhaltaí a thuiscint go gcothromaítear fórsaí, le haghaidh cothromaíochta, is é sin, gurb ionann suim na bhfórsaí in aon treo agus suim na bhfórsaí sa treo eile, agus gurb ionann suim na móimintí thart ar aon ais agus náid. Tá sé tábhachtach go dtuigeann daltaí go mbaineann na coinníollacha le staideanna statacha, mar shampla, ag crochadh méadarshlaite agus meáchain ó sheastán agus, le stadanna dinimiciúla, mar shampla, paraisiút atá ag titim tar éis dó luas teirminéalach a shroicheadh. Baineann ríomhaireachtaí cuí le fórsaí ar mhalairt treo agus móimintí thart ar ais amháin. Pléitear an turgnamh a bhaineann leis i rannán 6.3.

3.3.2 TEOCHT AGUS TEIRMIMÉADAIR

Rinneadh athbhreithniú ar an sainmhíniú ar kelvin sa bhliain 1990, agus tá an sainmhíniú beacht thar raon feidhme an tsiollabais. Sainmhínítear gurb ionann teocht agus tomhas ar cé chomh te nó cé chomh fuar agus atá corp. Is cosúil atá an cur chuige a nglactar leis i leith aonad na teochta leis an gcur chuige a nglactar leis i leith na n-aonad maise, faid agus ama i.e., níl an sainmhíniú ag teastáil. Is é an scála praiticiúil teochta é scála kelvin, agus sainmhínítear i dtéarmaí kelvin é.

Sainmhínítear an t-airí teirmiméadrach, agus sainaithnítear raon d'airíonna teirmiméadracha. I saotharlann scoile, tá sé iomchuí teirmiméadair mearcair i ngloine a úsáid mar ghnáth-theirmiméadair, ós rud é go bhfuil siad iniompartha, go bhfrithghníomhaíonn siad go tapa, go bhfuil raon oiriúnach acu, agus go bhféadtar iad a fheiceáil go soiléir. Cuirtear réimse teirmiméadar praiticiúil san áireamh freisin: mar shampla, tá sé cuí teocht linbh a thomhas le teirmiméadar cliniciúil nó le teirmiméadar datha. Ní thagann teirmiméadair le chéile i gcónaí. Nascann an ghníomhaíocht ar a bhfuil cur síos déanta sa siollabas an cur chuige seo le pointí traidisiúnta tagartha do scála Celsius. Pléitear an turgnamh a bhaineann leis i rannán 6.3.

3.3.3 LEIBHÉAL FUAIMDHÉINE

Tá feasacht ar leibhéil fuaimdhéine agus truailithe torainn tábhachtach do dhaltaí mar shaoránaigh. Tabharfar eolas ar thairseach na héisteachta agus ar fhreagra minicíochta na cluaise do dhaltaí. Féadtar é seo a thaispeáint go héasca trí ghineadóir comhartha agus callaire a úsáid. Tá gá le béim a chur ar dhifríochtaí idir daoine aonair agus ar fhreagraí minicíochta a athraíonn le haois. Féadann daltaí méadair leibhéil fuaimne a úsáid chun leibhéil fuaimdhéine a thomhas (sa Db(A)) i réimse timpeallachtaí áitiúla. Tríd an rannán seo, féadann daltaí tús a chur le tionchar ar leibhéil éagsúla fuaimdhéine ar an éisteacht agus leis an dóigh a gcosnóidís a gcuid éisteachta féin a thuiscint.

3.3.4 FOINSÍ AN FLG

Éilíonn an siollabas go dtuigfidh daltaí an sainmhíniú ar dhifríocht poitéinsil agus go mbeidh sé ar eolas acu go dtomhaistear i voltanna í. Caithfear a thuiscint go bhfuil

an dp agus voltas ina n-ainmneacha éagsúla ar an gcainníocht chéanna. Nuair a chuirtear voltas le ciorcad iomlán, tugtar flg air. Tomhaistear i voltanna é seo freisin. Tá athbhreithniú le déanamh ar fhoinsí an flg.

3.3.5 SEOLADH IN ÁBHAIR

Is é an cur chuige a nglactar leis ná imscrúdú a dhéanamh ar sheoladh i gcomhpháirteanna ciorcaid trí thomhas an tsrutha, *an I*, agus an dp, *an V*, i gcorcaid chúf. Tá graif éagsúla an I-V ina gcúis le tuiscint ar na hábhair agus ar na hiompróirí luchtá. Pléitear an turgnamh a bhaineann leis i rannán 6.3.

3.3.6 LEICTREONAIC

Níl aon rannán ar leith ar leictreonaic i siollabas an Ghnáthleibhéil. Tabharfar eolas do dhaltá ar leathsheoltóirí mar cheann de na hábhair ar a ndéantar staidéar i ndáil leis an seoladh. Leantar é seo ag forbheathnú ar sheoladh intreach agus eistreach agus ar an gcumar diúltach-deimhneach.

3.3.7 RADAÍOCHT IANÚCHÁIN AGUS GUAISEACHA SLÁINTE

Leathnaíonn an cur chuige seo sa siollabas an tuiscint ar ghuaiseacha sláinte a bhaineann le radaíocht ianúcháin, lena n-áirítear an cineál foinse, gníomhaíocht na foinse, am an nochtá, agus an cineál fíocháin a ionradaítear. Is é is aidhm leis daltaí a chumasú chun tuiscint a bheith acu ar an dóigh a bhféadann radaíocht ianúcháin dochar a dhéanamh do shláinte agus, go fóill féin, ar an dóigh a bhféadtar radaíocht ianúcháin a úsáid i gcóireáil an ghalair.

3.4 SAINCHEISTEANNA I BHFISIC AN GHNÁTHLEIBHÉIL

Pléitear trí ghné d'fhisic an Ghnáthleibhéil sa rannán seo. Is iad na gnéithe seo teanga, matamaitic agus teagasc na fisice ag an leibhéal seo.

3.4.1 TEANGA

Éilíonn foghlaim na fisice scileanna cuí teanga ar thaobh an dalta. Ar an gcéad dul síos, tá tuiscint réasúnta ar chéadteanga an dalta ag teastáil: ní mór do dhaltá bheith in ann focail amhail *meas*, *feiniméan*, *léirigh*, *tosaigh* agus *cruinn* nó a gcuid coibhéisí i dteangacha eile a thuiscint agus a úsáid. Féadfaidh na focail neamhtheicniúla seo bheith ina mbac ar thuiscint na ndaltaí. Ar an dara dul síos, ní mór do dhaltá focail theicniúla a thuiscint agus bheith in ann iad a úsáid. Tá focail amhail *caomhnú*, *aimplitiúid* agus *fórsa* riachtanach do bheith ag obair leis an ábhar. Ag an leibhéal seo, ní mór do dhaltá bheith in ann idirdhealú a dhéanamh idir brí laethúil na bhfocal amhail *obair*, *fuinneamh*, *brú*, agus *cumhacht*, agus a gcuid bríonna teicniúla. Agus ní mór do dhaltá an teanga a úsáidtear i scrúduithe a thuiscint agus ansin an tuiscint atá acu ar an bhfisic a chur in iúl i scríbhinn.

Mar phrionsabal ginearálta, tá sé comhaontaithe go ndéanfar measúnú ar dhaltá ar an eolas, ar an tuiscint agus ar na scileanna san fhisic atá acu, ní ar a gcuid teanga

dhúchais. Mar sin féin, tá sé tábhachtach go bhféadann siad an teanga atá ag teastáil a úsáid chun a gcuid eolais, tuisceana, agus scileanna a thaispeáint.

Is riachtanach atá straitéisí le haghaidh mhuintín teanga na ndaltaí agus inniúlacht teanga na ndaltaí a fhorbairt má tá daltaí an Ghnáthleibhéil le mothú go bhféadfaidh siad an fhisic ‘a dhéanamh’. Tá roinnt cur chuige indéanta. Féadtar cuidiú le tuiscint na ndaltaí ar fhocail theicniúla agus ar fhocail neamhtheicniúla araon trí straitéisí cuí teagaise a fhorbairt. I measc na rudaí a d’fhéadfadh siad seo a fholú, tá úsáid pictiúr agus léaráidí chun an focal labhartha a chomhlánú, tiomsú gluaise de théarmaí teicniúla mar chuid den obair achoimre nó athbhreithnithe ar ábhar, agus soláthar deiseanna do dhaltaí chun labhairt nó scríobh trí na focail a úsáid i raon comhthéacsanna. Seans gur cosúil go nglacfaidh sé seo am luachmhar sa seomra ranga, ach mura dtuigeann daltaí na focail a úsáidtear sa rang, ní fhéadfaidh siad ciall a bhaint as an obair.

3.4.2 MATAMAITIC

Is í an mhatamaitic teanga eile na fisice. Mionsonraítear sa siollabas an mhatamaitic atá ag teastáil d’fhisic an Ghnáthleibhéil, seachas an pointe deireanach faoin ngeoiméadracht agus faoin triantánacht ar leathanach 45 den siollabas. Tá scileanna san uimhríocht, san ailgéabar, sa gheoiméadracht, sa triantánacht, agus i líníocht agus i léirmhíniú graf ag teastáil. Tá an mhatamaitic atá ag teastáil go maith laistigh d’éilimh Mhatamaitice an Ghnáthleibhéil san Ardeistiméireacht.

Ní mór do dhaltaí bheith muintíneach maidir le nodaireacht eolaíochta agus le cumhachtaí 10 a úsáid, bheith soiléir faoi choincheap na bhfigiúirí bunúsacha, agus bheith in ann fadhbanna uimhriúla a réiteach. Níl díorthuithe cothromóidí ag teastáil ag an nGhnáthleibhéil. Is scil riachtanach do dhaltaí í úsáid na n-áireamhán chun ríomhaireachtaí a dhéanamh i nodaireacht eolaíochta.

Ní hionann na héilimh mhatamaitice atá san fhisic agus iad siúd atá sa mhatamaitic. Níl úsáid figiúirí bunúsacha chomh tábhachtach sa mhatamaitic mar atá san fhisic; agus ní mór do dhaltaí cad chuige go n-úsáidtear an córas seo agus an dóigh a n-oibríonn siad le figiúirí bunúsacha a thuiscint. Cé go n-úsáideann daltaí áireamhán sa mhatamaitic, seans nach bhféadfar é seo a aistriú chuig ranganna fisice. Is riachtanach atá cleachtadh le bheith ag obair le cothromóidí ábhartha agus le bheith ag réiteach fadhbanna uimhriúla má tá daltaí le bheith inniúil. Féadfar grafaicí, áireamhán agus ionsamhlúcháin ríomhaireachta cuidiú le múinteoirí agus le daltaí chun an dóigh a soláthraíonn matamaitic samhlacha den domhan fisiciúil a thuiscint.

Is tábhachtach atá dearcadh dearfach i leith na matamaitice i ranganna fisice freisin. Tá mínochthromaíocht idir go leor oibre matamaitice a dhéanamh le go n-éireoidh daltaí inniúil agus iad a dhíspreagadh mar gheall ar an iomarca matamaitice. Seans go mbeidh gá le riachtanais mhatamaitice shiollabas na fisice a threisiú sa rang fisice.

3.4.3 AG TEAGASC FHSIC AN GHNÁTHLEIBHÉIL

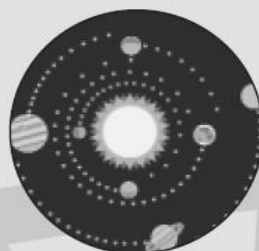
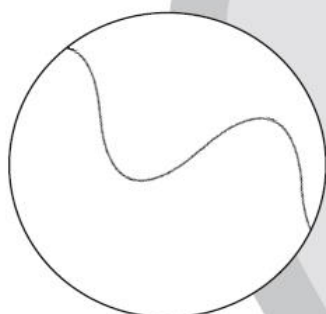
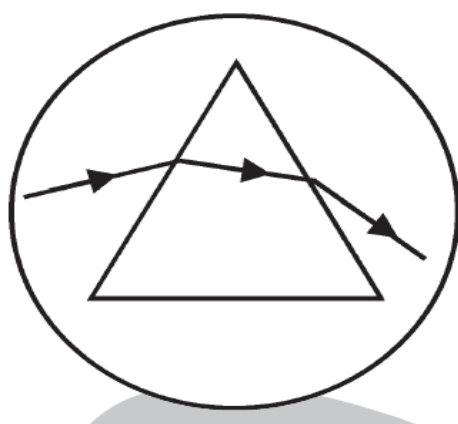
Tá an siollabas athbhreithnithe deartha le go bhféadfar siollabas an Ghnáthleibhéil a theagasc go comhthreomhar le siollabas an Ardleibhéil. Féachtar ar an nGhnáthleibhéal mar thús eolais ghinearálta leathain ar choincheapa bunúsacha san fhisic. Tá siollabas an Ghnáthleibhéil leagtha amach le sraith shoiléir de chuspóirí. Tá doimhneacht na hionramhála soiléir, agus tá éilimh mhatamaitice an tsiollabais luaite.

Is dúshlán é teagasc na fisice ag an nGhnáthleibhéal. Is minic a bhíonn an t-eolas, an tuiscint agus na scileanna atá le forbairt éilitheach do dhaltaí. Ní mór obair phraiticiúil a dhéanamh. I gcleachtas, déantar an chuid is mó de theagasc na fisice i ranganna measctha de dhaltaí an Ghnáthleibhéil agus de dhaltaí an Ardleibhéil. Mar gheall air seo, féadfaidh an Ghnáthleibhéal bheith dofheicthe mar chúrsa, toisc go bhfuil an bhéim ar an Ardleibhéal ón tús. Seans go mbeidh beagán ama chun coincheapa a mhíniú agus tuiscint a fhorbairt ag an leibhéal cuí, toisc go bhféadfar an luas a chinneadh de réir éilimh an Ardleibhéil. Comhuaineach leis seo, féadfar tionchar a bheith ag nochtadh don Ardleibhéal ar fhéinmheas daltaí: seans go mothóidh siad uireasach i gcásanna nach dtuigeann siad an méid atá ar siúl sa seomra ranga iontu. Tá sé i gceist gur cheart go mbeadh cur i láthair scartha an Ghnáthleibhéil agus an Ardleibhéil cabhrach do mhúinteoirí sa chás seo.

Ba cheart go gcumasódh an siollabas athbhreithnithe múinteoirí chun gníomhaíochtaí oiriúnacha do dhaltaí an Ghnáthleibhéil a shainaithint chun cabhrú leo an t-eolas, an tuiscint agus na scileanna atá ag teastáil a fhorbairt. Go háirithe, soláthraíonn an ETS comhthéacs ina mbaineann an fhisic leis an ngnáthshaol.

Rannán a ceathair físic an ardleibhéil

4.1	Réamhrá	23
4.2	Físic an Ardleibhéil	23
4.3	Cur chuige nua sa siollabas	23
4.4	Saincheisteanna i bhfísic an Ardleibhéil	26



4.1 RÉAMHRÁ

Soláthraíonn fisic an Ardleibhéil bonn do chuid mhór coincheap fisiciúil a fhorbraítear agus ar a ndéantar staidéar i dtionscal, sa leigheas, agus sa ghnáthshaol. Sainaithnítear agus pléitear cur chuige nua sa siollabas. Pléitear saincheisteanna amhail teanga, matamaitic agus teagasc na fisice ag an Ardleibhéal freisin.

4.2 FISIC AN ARDLEIBHÉIL

Soláthraíonn fisic an Ardleibhéil ionramháil níos doimhne níos cainníochtúla na fisice. Táthar ag súil go bhforbróidh daltaí tuiscint agus meas ar na dlíthe bunúsacha agus ar na prionsabail bhunúsacha agus a gcur i bhfeidhm leis an ngnáthshaol. Tá sé mar aidhm ag an siollabas spéis na ndaltaí a spreagadh agus dúshlán a thabhairt dóibh chun ceisteanna ar an ngnáthshaol a mheas.

Soláthraíonn fisic an Ardleibhéil deiseanna do dhaltaí chun a gcuid scileanna agus eolais a fhorbairt i raon leathan réimsí. Forbraíonn obair phraiticiúil a gcuid tuisciana ar choincheapa agus a gcuid scileanna ionramhála. Forbraíonn réiteach faidhbe scileanna uimhríochta na ndaltaí agus an cumas atá acu chun smaoineamh go loighciúil araon. Cumasóidh gné an ETS den siollabas iad chun coincheapa bunúsacha fisiciúla a bhaint leis an ngnáthshaol. Cumasóidh sé seo iad chun an tábhacht a bhaineann leis an bhfisic mar eolaíocht bhunúsach a thuiscint. Cuireann staidéar na fisice le forbairt phearsanta na ndaltaí.

Cumasóidh an bhéim ar oideachas gairmiúil sa siollabas daltaí chun a thuiscint go mbaineann cuid mhór cúrsaí agus slite beatha tairbhe as eolas bunúsach ar an bhfisic. Leagtar amach roinnt díobh i rannán 2. Éilíonn cúrsaí eolaíochta agus innealtóireachta agus cúrsaí teicniúla eile agus cúrsaí leighis agus slite beatha tuiscint ar an bhfisic, rud a bhfuil an tArdleibhéal ina bhonn maith dó. Soláthraítear i Rogha 2, leictreachas feidhmeach, deis ar leith do dhaltaí chun an ghné ghairmiúil de chúrsa an Ardleibhéil a fhorbairt.

4.3 CUR CHUIGE NUA SA SIOLLABAS

Tá an siollabas ina shiollabas athbhreithnithe, in ionad a bheith ina shiollabas iomlán nua. Mar sin féin, tá réimsí inar measadh athrú ar chur chuige a bheith riachtanach nó cuí. Sa rannán seo, leagtar amach an cur chuige nua seo. Tá athrú ar chur chuige ag an Ardleibhéal sna hábhair seo a leanas:

suímiú veicteoirí

coinníollacha cothromaíochta

gluaisne armónach shimplí

teocht agus teirmiméadair

leibhéal fuaimdhéine

foinsí an flg

seoladh in ábhair

leictreonaic

radaíocht ianaíoch agus guaiseacha sláinte.

Déantar athbhreithniú ar gach ceann díobh seo.

4.3.1 SUIMIÚ VEICTEOIRÍ

Tá suimiú veicteoirí srianta do veicteoirí ingearacha. Ciallaíonn sé seo go bhféadtar suimiú veicteora a dhéanamh trí léaráidí scála nó teoirim Phíotágaráis a úsáid. Tá béim le cur ar nádúr veicteora na gcainníochtaí fisiciúla cosúil le fórsa. Féadtar comhthoradh na veicteoirí ingearacha a fháil trí mheátáin niútain nó ulóga agus meáchain a úsáid. Ba cheart go dtiocfadh tomhas praiticiúil an chomhthoraidh leis na torthaí a fhaightear trí cheachtar den dá mhodh seo.

4.3.2 COINNÍOLLACHA COTHROMAÍOCHTA

Folaítear sna coinníollacha cothromaíochta breithniú ar na fórsaí agus ar na móimintí araon. Iarrtar ar dhaltaí a thuiscint go gcothromaítear fórsaí, le haghaidh cothromaíochta, is é sin, gurb ionann suim veicteora na bhfórsaí in aon treo agus suim na bhfórsaí sa treo eile, agus gurb ionann suim na móimintí thart ar aon ais agus náid. Tá sé tábhachtach go dtuigeann daltaí go mbaineann na coinníollacha le staideanna statacha, mar shampla, ag crochadh méadarshlaite agus meáchain ó sheastán agus, le stadanna dinimiciúla, mar shampla, paraisiút atá ag titim tar éis dó luas teirminéalach a shroicheadh. Baineann ríomhaireachtaí cuí le fórsaí ar mhalairt treo agus móimintí thart ar ais amháin. Tá na coincheapa anseo an-chosúil leo siúd ag an nGnáthleibhéal, ach is níos foirmiúla atá an teanga a úsáidtear. Pléitear an turgnamh a bhaineann leis i rannán 6.3.

4.3.3 GLUAISNE ARMÓNACH SHIMPLÍ

Féadann daltaí breathnú ar raon de chórais ascalacha, mar shampla lingeán ascalach, luascadán atá ag luascadh, maighnéad ascalach, liathróid atá ag bogadh ar rian cuartha, srl. Féadtar iad siúd a ascalaíonn le gluaisne armónach shimplí a shainnaint. D'fhéadfaí an tábhacht a bhaineann le gluaisne den sórt sin ar an ngnáthshaol a athbhreithniú, mar shampla, aistríonn cáithníní ascalacha aeir fuinneamh fuaimne, aistríonn cáithníní ascalacha i solad fuinneamh teasa. Féadtar an tábhacht a bhaineann le bheith ar an eolas faoi aon ghluaisne den sórt sin in aon chóras a chur in iúl trí bheith ag amharc ar fhíseán *Tacoma Narrows Bridge*. Cuirtear chuig teoiric an GAS trí dhlí Hooke. Toisc nach bhfuil sé seo ar shiollabas na heolaíochta ag an Teastas Sóisearach, seans go mbeidh sé riachtanach do dhaltaí taithí a fháil trí thurgnamh go bhfuil síneadh an lingeáin bhísigh i gcomhréir leis an bhfórsa a gcuirtear i bhfeidhm air. Bealach eile chun é seo a chur in iúl ná go bhfuil an fórsa atá ag teacht ar ais i gcomhréir leis an dláithriú ó fhos. Ós rud é go bhfuil siad seo i malairt treo,

$$F x \square - s$$

$$F = - ks$$

$$Ma = -ks$$

$$a = - (k/m) s = - w^2s$$

Tá an cur chuige seo ina chúis leis an ngnáthshainmhíniú ar an GAS. Féadtar é a dhéaduchtú ansin go gcomhlíonann córais a chloíonn le dlí Hooke gluaisne armónach shimplí le ham tréimhsiúil de $T = 2\pi/w$. Braitheann luach an w tairiseach ar an gcóras.

4.3.4 TEOCHT AGUS TEIRMIMÉADAIR

Rinneadh athbhreithniú ar an sainmhíniú ar kelvin sa bhliain 1990, agus tá an sainmhíniú beacht thar raon feidhme an tsiollabais. Sainmhínítear gurb ionann teocht agus tomhas ar cé chomh te nó cé chomh fuar agus atá corp. Is cosúil atá an cur chuige a nglactar leis i leith aonad na teochta leis an gcur chuige a nglactar leis i leith na n-aonad maise, faid agus ama i.e., níl an sainmhíniú ag teastáil. Is é an scála praiticiúil teochta é scála kelvin, agus sainmhínítear i dtéarmaí kelvin é.

Sainmhínítear an t-airí teirmiméadrach, agus sainaithnítear raon d'airíonna teirmiméadracha. I saotharlann scoile, tá sé iomchuí teirmiméadair mearcair i ngloine a úsáid mar ghnáth-theirmiméadair, ós rud é go bhfuil siad iniompartha, go bhfrithghníomhaíonn siad go tapa, go bhfuil raon oiriúnach acu, agus go bhféadtar iad a fheiceáil go soiléir. Cuirtear réimse teirmiméadar praiticiúil san áireamh freisin: mar shampla, tá sé cuí teocht linbh a thomhas le teirmiméadar cliniciúil nó le teirmiméadar datha. Ní thagann teirmiméadair le chéile i gcónaí. Nascann an ghníomhaíocht ar a bhfuil cur síos déanta sa siollabas an cur chuige seo le pointí traidisiúnta tagartha do scála Celsius. Pléitear an turgnamh a bhaineann leis i rannán 6.3.

4.3.5 LEIBHÉAL FUAIMDHÉINE

Sainmhínítear fuaimdhéine mar chainníocht fhisiciúil agus sainítear a haonad. Tabharfar eolas ar thairseach na héisteachta agus ar fhreagra minicíochta na cluaise do dhaltaí. Féadtar é seo a thaispeáint go héasca trí ghineadóir comhartha agus callaire a úsáid. Tá gá le béim a chur ar dhifríochtaí idir daoine aonair agus ar fhreagraí minicíochta a athraíonn le haois. Tá an deicibeil mar aonad leibhéil fuaimdhéine le tabhairt isteach, chomh maith le samplaí de leibhéil fuaimdhéine agus tá siad le taispeáint, má fhéadtar é. Féadann daltaí méadair leibhéil fuaimde a úsáid chun leibhéil fuaimdhéine a thomhas (sa Db(A)) i réimse timpeallachtaí áitiúla. Tríd an rannán seo, féadann daltaí tús a chur le tionchar ar leibhéil éagsúla fuaimdhéine ar an éisteacht agus leis an dóigh a gcosnóidís a gcuid éisteachta féin a thuiscint. Go háirithe, ba cheart go dtarraingeofaí aird ar an bhfíric go bhfuil méadú de 3 dB ar leibhéil fuaimdhéine mar thoradh ar dhúbláil fuaimdhéine. Tá feasacht ar leibhéil fuaimdhéine agus truaillithe torainn tábhachtach do dhaltaí mar shaoránaigh.

4.3.6 FOINSÍ AN FLG

Éilíonn an siollabas go dtuigfidh daltaí an sainmhíniú ar dhifríocht poitéinsil agus go mbeidh sé ar eolas acu go dtomhaistear i voltanna í. Caithfear a thuiscint go bhfuil an dp agus voltas ina n-ainmneacha éagsúla ar an gcainníocht chéanna. Nuair a

chuirtear voltas le ciorcad iomlán, tugtar flg air. Tomhaistear i voltanna é seo freisin. Tá athbhreithniú le déanamh ar fhoinsí an flg.

4.3.7 SEOLADH IN ÁBHAIR

Is é an cur chuige a nglactar leis ná imscrúdú a dhéanamh ar sheoladh i gcomhpháirteanna ciorcaid trí thomhas an tsrutha, *an I*, agus an dp, *an V*, i gcorcaid chúí. Tá graif éagsúla an I-V ina gcúis le tuiscint ar na hábhair agus ar na hiompróirí luchtá. Pléitear an turgnamh a bhaineann leis i rannán 6.3.

4.3.8 LEICTREONAIC

Tabharfar eolas do dhaltá ar leathsheoltóirí mar cheann de na hábhair ar a ndéantar staidéar i ndáil leis an seoladh. Leantar é seo ag forbheathnú ar sheoladh intreach agus eistreach agus ar an gcumar diúltach-deimhneach. Déantar imscrúdú i Rogha 2, leictreachas feidhmeach, ar fheidhmeanna na ndé-oidí, an trasraitheora, agus cuid de chiorcaid bhunúsacha, lena n-áirítear geataí loighce.

4.3.9 RADAÍOCHT IANÚCHÁIN AGUS GUAISEACHA SLÁINTE

Leathnaíonn an cur chuige seo sa siollabas an tuiscint ar ghuaiseacha sláinte a bhaineann le radaíocht ianúcháin, lena n-áirítear an cineál foinse, gníomhaíocht na foinse, am an nochta, agus an cineál fíocháin a ionradaítear. Is é is aidhm leis daltaí a chumasú chun tuiscint a bheith acu ar an dóigh a bhféadann radaíocht ianúcháin dochar a dhéanamh do shláinte agus, go fóill féin, ar an dóigh a bhféadtar radaíocht ianúcháin a úsáid i gcóireáil an ghalair.

4.4 SAINCHEISTEANNA I BHFISIC AN ARDLEIBHÉIL

Pléitear trí ghné d'fhisic an Ardleibhéil sa rannán seo. Is iad na gnéithe seo teanga, matamaitic agus teagasc na fisice ag an leibhéal seo.

4.4.1 TEANGA

Éilíonn foghlaim na fisice scileanna cuí teanga ar thaobh an dalta. Ar an gcéad dul síos, tá tuiscint réasúnta ar chéadteanga an dalta ag teastáil: ní mór do dhaltá bheith in ann focail amhail *meas*, *feiniméan*, *léirigh*, *tosaigh* agus *cruinn* nó a gcuid coibhéisí i dteangacha eile a thuiscint agus a úsáid. Féadfaidh na focail neamhtheicniúla seo bheith ina mbac ar thuiscint na ndaltaí. Ar an dara dul síos, ní mór do dhaltá focail theicniúla a thuiscint agus bheith in ann iad a úsáid. Tá focail amhail *caomhnú*, *aimplitiúid* agus *fórsa* riachtanach do bheith ag obair leis an ábhar. Ag an leibhéal seo, ní mór do dhaltá bheith in ann idirdhealú a dhéanamh idir brí laethúil na bhfocal amhail *obair*, *fuinneamh*, *brú*, agus *cumhacht*, agus a gcuid bríonna teicniúla. Agus ní mór do dhaltá an teanga a úsáidtear i scrúduithe a thuiscint agus ansin an tuiscint atá acu ar an bhfisic a chur in iúl i scríbhinn.

Mar phrionsabal ginearálta, tá sé comhaontaithe go ndéanfar measúnú ar dhaltá ar an eolas, ar an tuiscint agus ar na scileanna san fhisic atá acu, ní ar a gcuid teanga dhúchais. Mar sin féin, tá sé tábhachtach go bhféadann siad an teanga atá ag teastáil a úsáid chun a gcuid eolais, tuisceana, agus scileanna a thaispeáint.

Is riachtanach atá straitéisí le haghaidh mhuinín teanga na ndaltaí agus inniúlacht teanga na ndaltaí a fhorbairt má tá daltaí an Ghnáthleibhéil le mothú go bhféadfaidh siad an fhisic ‘a dhéanamh’. Tá roinnt cur chuige indéanta. Féadtar cuidiú le tuiscint na ndaltaí ar fhocail theicniúla agus ar fhocail neamhtheicniúla araon trí straitéisí cuí teagaisc a fhorbairt. I measc na rudaí a d’fhéadfadh siad seo a fholú, tá úsáid pictiúr agus léaráidí chun an focal labhartha a chomhlánú, tiomsú gluaise de théarmaí teicniúla mar chuid den obair achoimre nó athbhreithnithe ar ábhar, agus soláthar deiseanna do dhaltaí chun labhairt nó scríobh trí na focail a úsáid i raon comhthéacsanna. Seans gur cosúil go nglacfaidh sé seo am luachmhar sa seomra ranga, ach mura dtuigeann daltaí na focail a úsáidtear sa rang, ní fhéadfaidh siad ciall a bhaint as an obair.

4.4.2 MATAMAITIC

Is í an mhatamaitic teanga eile na fisice. Mionsonraítear sa siollabas an mhatamaitic atá ag teastáil d’fhisic an Ghnáthleibhéil, seachas an pointe deireanach faoin ngeoiméadracht agus faoin triantánacht ar leathanach 45 den siollabas. Tá scileanna san uimhríocht, san ailgéabar, sa gheoiméadracht, sa triantánacht, sna veicteoirí, agus i líníocht agus i léirmhíniú graf ag teastáil. Níl matamaitic an ardleibhéil san Ardteistiméireacht ag teastáil, ach tá gá le leibhéal inniúlachta agus muiníne le go mbeidh daltaí in ann déileáil le héilimh Mhatamaitice an Ardleibhéil san fhisic.

Ní mór do dhaltaí bheith muiníneach maidir le nodaireacht eolaíochta agus le cumhachtaí 10 a úsáid, bheith soiléir faoi choincheap na bhfigiúirí bunúsacha, agus bheith in ann fadhbanna uimhriúla a réiteach. Tá roinnt díorthuithe cothromóidí ag teastáil ag an Ardleibhéal; agus tá na cothromóidí siúd nach mór a dhíorthú léirithe go soiléir sa siollabas. Is tábhachtach atá díorthú cothromóide má tá daltaí le tuiscint conas a fhorbraítear dlíthe agus prionsabail.

Ní hionann na héilimh mhatamaitice atá san fhisic agus iad siúd atá sa mhatamaitic. Níl úsáid figiúirí bunúsacha chomh tábhachtach sa mhatamaitic mar atá san fhisic; agus ní mór do dhaltaí cad chuige go n-úsáidtear an córas seo agus an dóigh a n-oibríonn siad le figiúirí bunúsacha a thuiscint. Cé go n-úsáideann daltaí áireamhain sa mhatamaitic, seans nach bhféadfar é seo a aistriú chuig ranganna fisice. Is riachtanach atá cleachtadh le bheith ag obair le cothromóidí ábhartha agus le bheith ag réiteach fadhbanna uimhriúla má tá daltaí le bheith inniúil. Féadfar grafaicí, áireamhain agus ionsamhlúcháin ríomhaireachta cuidiú le múinteoirí agus le daltaí chun an dóigh a soláthraíonn matamaitic samhlacha den domhan fisiciúil a thuiscint.

Is tábhachtach atá dearcadh dearfach i leith na matamaitice i ranganna fisice freisin. Má tá daltaí in ann ábharthacht na matamaitice a thuiscint, seans go mbeidh sé níos éasca dóibh chun an obair atá ag teastáil a dhéanamh le go sáróidh siad na scileanna riachtanacha. Is scil thábhachtach í úsáid chuí na matamaitice i gcomhthéacs fisiciúil.

4.4.3 AG TEAGASC FHSIC AN ARDLEIBHÉIL

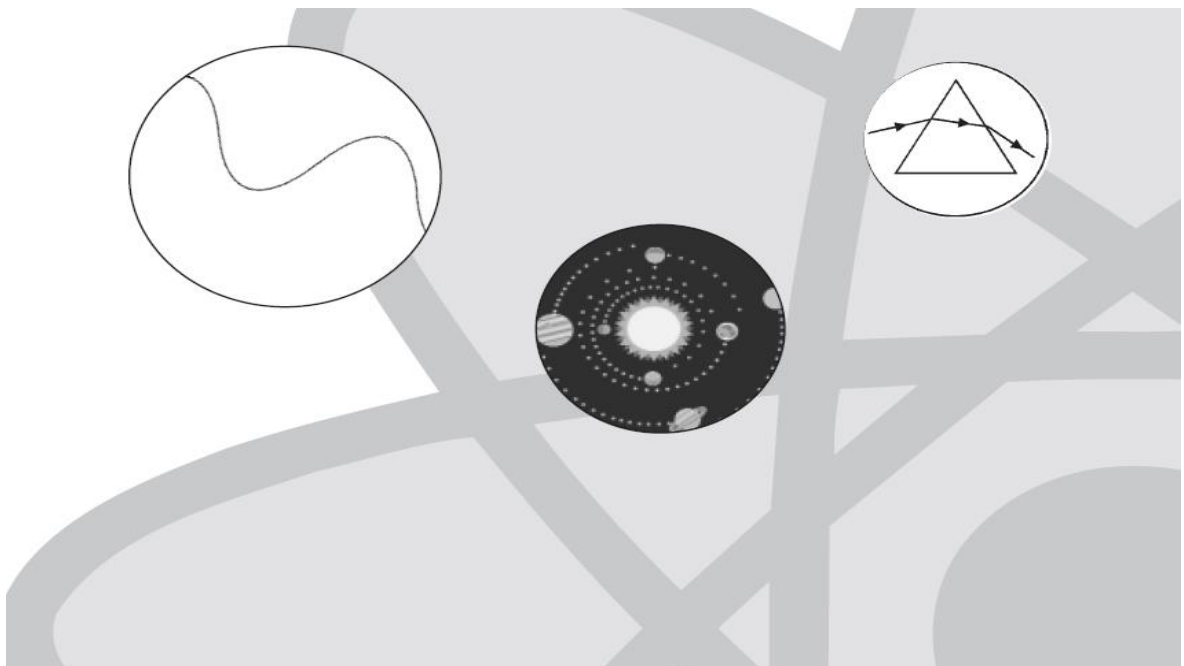
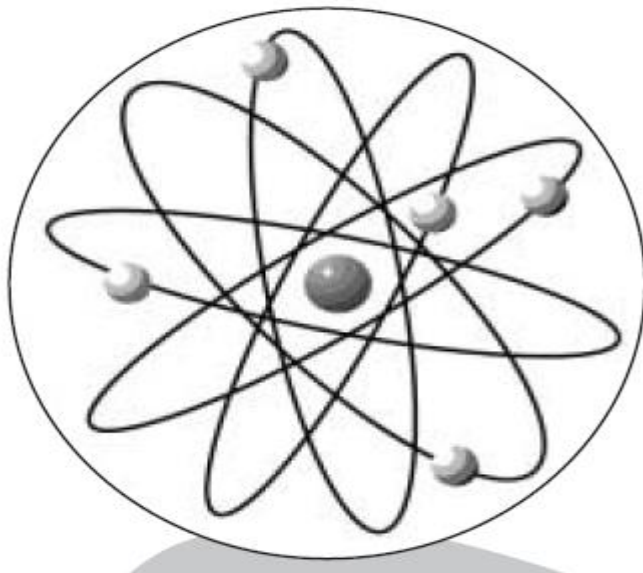
Tá fisic an Ardleibhéil éilitheach ó thaobh na hintleachta de. Ní mór do dhaltáí na coincheapa a thuiscint agus iad a chur i bhfeidhm i gcomhthéacsanna éagsúla. Tá siollabas an Ardleibhéil leagtha amach le sraith shoiléir de chuspóirí. Tá doimhneacht na hionramhála soiléir, agus tá éilimh mhatamaitice an tsiollabais luaite.

Is dúshlánach atá teagasc na fisice ag an Ardleibhéil. Is minic a bhíonn an t-eolas, an tuiscint agus na scileanna atá le forbairt éilitheach do dhaltáí. Ní mór obair phraiticiúil a dhéanamh. Tá siollabas an Ardleibhéil ina fhairsingiú agus ina dhoimhniú ar shiollabas an Ghnáthleibhéil. I gcleachtas, déantar an chuid is mó de theagasc na fisice i ranganna measctha de dhaltáí an Ghnáthleibhéil agus de dhaltáí an Ardleibhéil. Tá sé i gceist gur cheart go mbeadh cur i láthair scartha an Ghnáthleibhéil agus an Ardleibhéil cabhrach do mhúinteoirí sa chás seo.

Ba cheart go gcumasódh an siollabas athbhreithnithe múinteoirí chun gníomhaíochtaí oiriúnacha do dhaltáí an Ardleibhéil a shainaithint chun cabhrú leo an t-eolas, an tuiscint agus na scileanna atá ag teastáil a fhorbairt. Go háirithe, soláthraíonn an ETS comhthéacs ina mbaineann an fhisic leis an ngnáthshaol.

**Rannán a cúig fisic cháithníní
rogha 1: an t-ardleibhéal**

5.1	Réamhrá	30
5.2	Ábhair do dhaltáí	31
5.3	Ábhair do mhúinteoirí	47
5.4	Fadhbanna oibrithe	48
5.5	Grafaicí	54



5.1 RÉAMHRÁ

Tá fisic cháithníní ar cheann de na réimsí is dinimiciúla de thaighde san fhisic le blianta beaga anuas. Tá sé mar aidhm ag an rogha seo smaointe reatha i bhfisic na gcáithníní a léiriú, ag leibhéal iomchuí, agus tá an rogha seo go hiomlán nua sa siollabas. Folaítear sa rannán seo ábhair do dhaltaí, ábhair do mhúinteoirí, fadhbanna oibrithe agus grafaicí chun tacú le tabhairt isteach fisic na gcáithníní sa seomra ranga.

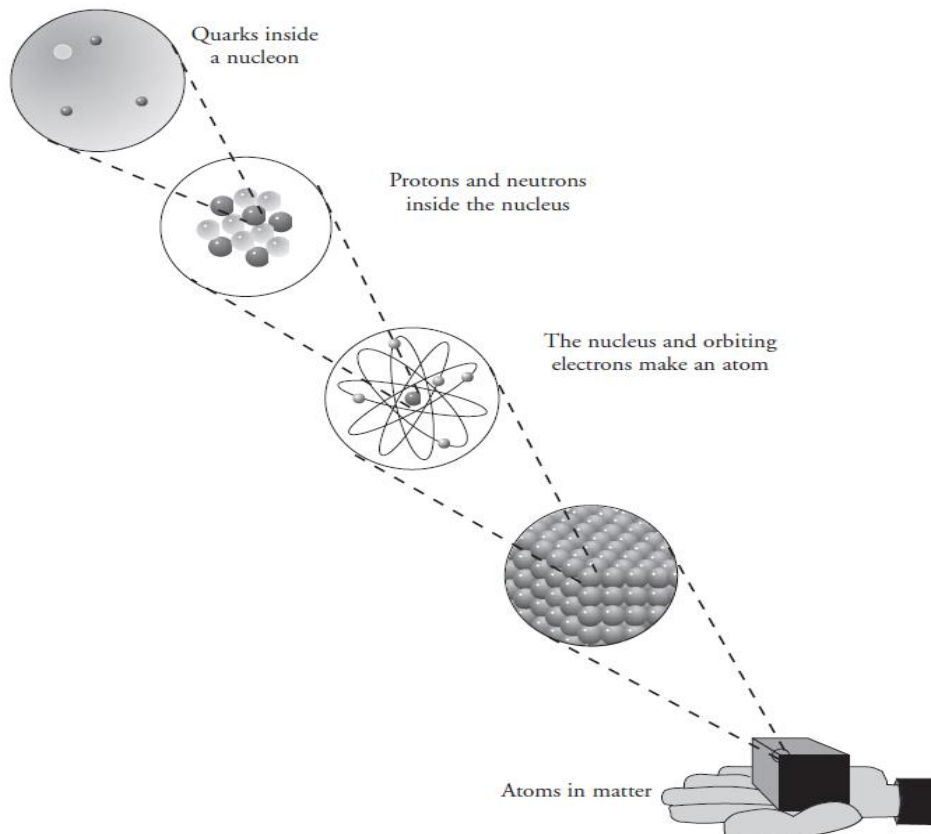
Soláthraíonn na hábhair do dhaltaí na sonraí do theagasc fisic na gcáithníní, alt úsáideach nuachtáin, agus bileog faidhbe atá le tabhairt do dhaltaí. Ag deireadh na n-ábhar do dhaltaí tá achoimre ar na príomhphointí i bhfisic cháithníní agus gluais téarmaí. Tá ábhair do mhúinteoirí, lena n-áirítear réitigh ar fhadhbanna agus grafaicí, ag gabháil leis na hábhair do dhaltaí.

Cuairc taobh istigh de núicléón

Prótóin agus neodróin taobh istigh den núicléas

Is éard atá in adamh a núicléas agus leictreoin fithise

Adaimh in ábhar



5.2 ÁBHAIR DO DHALTAÍ

Tá an domhan thart orainn déanta as dúile ceimiceacha agus comhdhúile ceimiceacha, rudaí a bhfuil ina gcumaisc de mhóilíní agus d'adaimh. Tá na hadaimh iad féin déanta as prótóin, as neodróin, agus as leictreoin. Dúirt Empedocles go bhfuil gach rud déanta as ithir, as aer, as dóiteán, agus as uisce. Tá níos mó eolais againn sa lá atá inniu ann ar bhloic dheiridh thógála an damhna ná mar a bhí ag na Gréagaigh sa bhliain 400 RC, ach leantar ar aghaidh leis an gcuardach le haghaidh cáithníní bunúsacha, i.e. cáithníní nach bhfuil aon chomhábhair acu.

Ag tús na 1930í, chonacthas gur réitíodh an fhadhb. Chonacthas nach raibh ach trí bhloc deiridh thógála: an prótón, an neodrón, agus an leictreon. Tá siad seo déanta as dúile éagsúla; agus bhí comhcheangail déanta as móilíní de chomhdhúile ceimiceacha. Chonacthas gur cuireadh faoi bhuanréim pictiúr an-simplí de nádúr gach damhna.

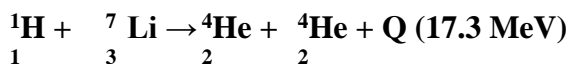
CAOMHNÚ FUINNIMH AGUS MÓIMINTEAN IN IMOIBRITHE NÚICLÉACHA

In alfa-mheath de chineál áirithe núicléis radaighníomhaigh, tugtar faoi deara go n-astaítear na halfa-cháithníní ar fad leis an bhfuinneamh céanna toisc go n-eascraíonn dhá cháithnín as an díscáileadh, agus bogann an t-alfacháithnín bealach amháin agus bogann an núicléas athchasta sa treo eile. Tá an cás seo cosúil le cásanna ina scaoiltear piléar ó ghunna, rud a fhrithbhuaileann sa treo eile. Is seasta atá an méid fuinnimh atá ar fáil, agus cinneann prionsabal imchoimeád an mhóimintim cén dóigh a roinntear an fuinneamh.

I gcás béitea-mheatha, dailtear fuinneamh na leictreon astaithe thar raon ar leith. Bhí sé seo ina chúis leis an tairngreacht go bhfuil tríú cháithnín i láthair, rud a úsáideann cuid den fuinneamh agus a chinntíonn go gcaomhnaítear fuinneamh agus móiminteam, mar is gá. Tugadh “neoidrionó” ar an gcáithnín seo. Níl aon lucht aige agus tá sé deacair a bhrath go díreach. Sa bhliain 1932, dhéaduchtaigh Wolfgang Pauli go raibh sé ann ó phrionsabal imchoimeád an mhóimintim. Tugadh an neoidrionó faoi deara den chéad uair sa bhliain 1956.

LUASGHÉARÚ NA BPRÓTÓN

Tugadh an staidéar turgnamhach ar an núicléas adamhach céim mhór chun tosaigh sa bhliain 1932, nuair a d'fhorbair Cockcroft agus Walton luasaire líneach ina bhféadfaí prótóin a luasghéarú trí dhifríocht poitéinsil de 700 000 V. (Rud a thug fuinneamh de 0.7 MeV dóibh.) Nuair a úsáideadh na prótóin seo chun sprioc litiaim a bhombardú, tharla rud an-íontach. Tugadh alfa-cháithníní faoi deara ar scáileán fluaraiseach. Rinneadh an chéad chlaochlú núicléach ar úsáideadh cáithníní a luasghéaraítear go saorga dó. D'imbhuail an prótón faoi núicléas an litiam, chun *imoibriú núicléach* a tháirgeadh:



Roinneadh an fuinneamh Q go cothrom idir an dá alfa-cháithnín a tháinig chun cinn i malairt treo, agus bhí raon de 8.3 cm san aer acu araon, rud a d'fhreagair d'fhuinneamh de 8.65 MeV.

AG TIONTÚ MAISE GO FOIRMEACHA EILE FUINNIMH

Tharla dhá rud iontach deacair iontach bunúsach i dturgnamh Cockroft-Walton. Ar an gcéad dul síos, scoilteadh *núicléas* adamh an litiam, rud a tháinig eilimint éagsúil ar fad — héiliam. Ar an dara dul síos, fuarthas amach gur tháinig níos mó fuinnimh amach ná mar a cuireadh isteach. Scaoileadh fuinneamh núicléach. Cá as a dtagann an fuinneamh seo?

Sa bhliain 1905, mhaígh Albert Einstein, sa *Special Theory of Relativity*, gur foirm fuinnimh í mais agus féadtar mais a thiontú go foirmeacha eile fuinnimh. Tugadh an ráta malartaithe a dhéaduchtaigh Einstein tríd an gcothromóid $E = mc^2$. Ós rud é go bhfuil luach an c an-mhór, tairngríonn an chothromóid go bhfaighfí méid an-mhór fuinnimh dá bhféadfaí méid beag maise a dhíothú. Ní raibh Einstein in ann a chuid cothromóide a thástáil go turgnamhach, ach tá an t-imoibriú núicléach thuas ina shampla de mhais a bheith á tiontú go foirm eile fuinnimh, ar scála beag. Féadann muid a fheiceáil conas a “chothromaítear na cuntais” san imoibriú seo trí thábla na maiseanna núicléacha thíos a úsáid.

TÁBLA 1. MAISEANNA NÚICLÉACHA

${}^1_1\text{H}$	1.0073 u
${}^4_2\text{He}$	4.0015 u
${}^7_3\text{Li}$	7.0143 u

Ós rud é gur foirm fuinnimh í mais, féadtar na haonaid chéanna a úsáid dóibh araon. Is é an fachtóir tiontaithe ná 1 aonad maise adamhaí (u) = 931.5 MeV.

Tabhair faoi deara: $1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

CUNTAIS NÚICLÉACHA

proton	1.0073 u	$2 \times {}^4_2\text{He} = 8.0030 \text{ u}$
${}^7_3\text{Li}$	<u>7.0143 u</u>	
	8.0216 u	

Mais “a chailltear” = 0.0186 u = 17.3 MeV

Tabhair faoi deara: Ní ach 0.23% an céatadán de mhais a thiontaítear go foirmeacha eile fuinnimh san imoibriú seo.

AG TIONTÚ FOIRMEACHA EILE FUINNIMH GO MAIS

Is léir go bhfuil a lán tábhacht phraiticiúil a bhaineann le mais a thiontú go foirmeacha eile fuinnimh, a fhad is go bhféadtar é seo a bhaint amach ar bhealach rialaithe agus le cosaintí cuí. Tá an próiseas malartaithe—tiontú foirmeacha eile fuinnimh go mais— indéanta mar gheall ar theacht na luasairí cruinne móra (*sinceatróin*), rudaí atá in ann prótóin a ghéarluasú go fuinneamh atá mílte uair níos mó ná iad siúd a bhain inneall Cockcroft agus Walton amach.

Is é an smaoineamh atá laistiar de dhearadh na sinceatrón ná go gcuirtear baisc de cháithníní atá luchtaithe (prótóin de ghnáth) ag taisteal a lán uaireanta i raon ciorclach, i bhfeadán atá ardfolmhaithe. Ag pointí éagsúla, soláthraíonn feistí speisialta ar a dtugtar “cuais” raonta ailtéarnacha leictreacha chun na prótóin a ghéarluasú. Ní mór ascaluithe na bhfórsaí leictreacha i ngach cuas a chur i gcomhthráth le teacht na baise de cháithníní, le go bhfaigheann siad fuinneamh gach uair a ritheann siad tríothu—sin an fáth go dtugtar an t-ainm seo ar an inneall. Soláthraíonn maighnéid chumhachta atá curtha thart ar an raon an fórsa a choinníonn na cáithníní ag taisteal.

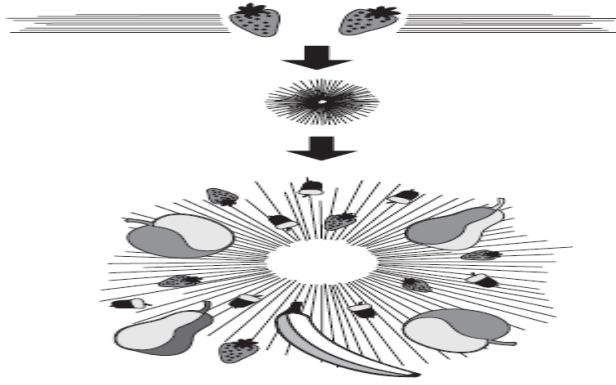
Tá an fuinneamh a fhaightear i luasairí nua-aimseartha chomh hard sin go gcuirtear in iúl iad i gigeileictreonvoltanna (GeV) seachas i meigileictreonvoltanna (MeV).

$$1 \text{ GeV} = 1000 \text{ MeV} = 10^9 \text{ eV}$$

I measc na luasairí nua-aimseartha tá an Sinceatrón Sár-Phrótón (SSP) agus an t-imbhuailteoir Mór Leictreon-Posatrón (MLP), agus tá an dá cheann acu suite ag an *Eagraíocht Eorpach um Thaighde Núicléach* (EETN), suite gar don Ghinéiv. Táthar ag súil go bhforbrófar an t-imbhuailteoir Mór Hadróin LMH ag an EETN sna deich mbliana atá romhainn.

IMBHUALADH NA N-OIBIACHTAÍ DOBHRISTE

Sa Sinceatrón Sár-Phrótón ag an EETN, a tógadh sa bhliain 1980, imbhuailteann prótóin fuinnimh le prótóin ina stad i spríoc. Tá an toradh an-éagsúil ón méid a tharlaíonn in imbhuilteadh dhá liathróid snúcair, nó fiú agus i dturgnamh Cockcroft-Walton, ina n-idirghníomhaíonn prótón le núicléas casta litiam. Is cuspóirí atá a bheag nó a mhór dohriste iad dhá phrótón: ní fhéadann ceachtar acu a scoilt i rud ar bith níos lú. Tiontaítear cuid d’fhuinneamh ollmhór an imbhuilte go mais, cruthaítear cáithníní bunúsacha, agus leanann na cáithníní bunúsacha seo ag luasanna atá gar do luas an tsolais. Seans go mbeidh roinnt de na cáithníní seo ar eolas cheana féin, tá roinnt díobh go hiomlán nua. Níl aon smacht againn ar cé na cineálacha cáithníní a chruthaítear in aon idirghníomhaíocht ar leith.



(EETN)

FÓRSAÍ BUNÚSACHA AN NÁDÚIR

Is iad na ceithre fhórsa bhunúsacha den nádúr ná imtharraingt, leictreamaighnéadas, an fórsa láidir núicléach, agus an fórsa lag núicléach. Is “gníomhaíochtaí ar fad” iad ar fad. Tá imtharraingt agus fórsaí idir luchtanna faoi rialú ag dlí an chearnfhaid inbhéartaigh, rud atá de raon gan teorainn. Titeann fórsaí núicléacha amach i bhfad níos gaiste le hachar agus tá siad diomaibhseach taobh amuigh d’achair núicléacha (10^{-15} go 10^{-14} m).

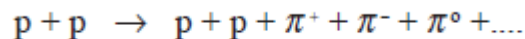
<i>Fórsaí bunúsacha</i>	<i>Neart Coibhneasta</i>
Fórsa imtharraingthe	1
Fórsa lag núicléach	10^{25}
Fórsa leictreamaighnéadach	10^{35}
Fórsa láidir núicléach	10^{38}

Tá an idirghníomhaíocht imtharraingteach idir na cáithníní ag faid núicléacha chomh lag go bhféadtar faillí a dhéanamh inti.

FINTE NA GCÁITHNÍNÍ

Is trí imbhuailtí cáithníní i luasairí a aimsíodh líon ard de cháithníní bunúsacha nua. Tugtar “Zú na gCáithníní” air seo uaireanta. Tá siad siombalaithe trí litreacha na Gréige agus na Róimhe. Tá roinnt cáithníní atá luchtaithe go dearfach, tá roinnt acu atá luchtaithe go diúltach, agus tá roinnt acu neodrach. I gcásanna ina luchtáítear iad, is ionann an lucht agus aonad amháin, is é sin $\pm e$.

Is sampla de ghnáthphrótón ardfuinnimh é:

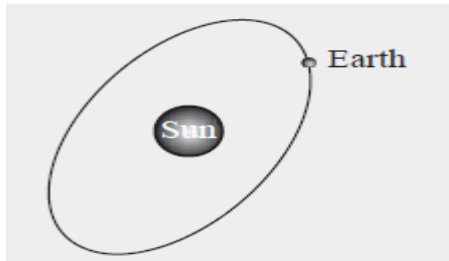


Cruthaítear líon ard de mhéasóin an π san imoibriú seo. Is cáithnín ag a bhfuil idirmheánach maise idir mais an leictreoin agus mais an phrótóin é an méasón. Thángthas ar mhéasóin an π den chéad uair sa bhliain 1947 in idirghníomhaíocht lena raibh prótón ga chosmaigh ag barr an atmaisféir ina chúis.

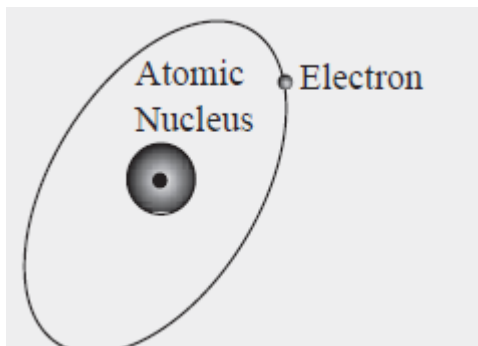
Sna 1950í agus go luath sna 1960í thángthas ar na céadta cáithníní bunúsacha agus rinneadh staidéar orthu. Tá beagnach gach ceann acu éagobhsaí, agus meathann siad uathu féin le cáithníní eile, rud a fhágann go bhfuil saolréanna chomh gearr agus 10^{-23} s. Tá siad faoi réir na ceithre fhórsa bhunúsacha den nádúr.

FÓRSAÍ BUNÚSACHA AN NÁDÚIR

Imtharraingt: Rud a choinníonn an Domhan agus pláinéid i bhfithis. Ina cúis le meáchan.



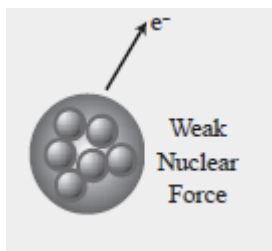
Leictreamaighnéadas: Fórsaí idir luchtanna. Rud a nascann adaimh le chéile. Ina chúis le himoibrithe ceimiceacha idir adaimh agus móilíní.



Fórsa láidir núicléach: Fórsa bunúsach idir cuairc. Rud a nascann prótóin agus neodróin le chéile.



Fórsa lag núicléach: Bainteach le meath radaighníomhach.



TÁBLA 2. BAILL IS CÁILIÚLA DE ZÚ NA GCÁITHNÍNÍ

Rangaítear na cáithníní i ngrúpaí de réir a n-airíonna. Braitheann gach cáithnín an fórsa imtharraingthe, cé go bhfuil sé chomh lag sin go bhféadtar neamhaird a dhéanamh de. Tá gach rang de cháithníní ag a bhfuil lucht leictreach faoi réir an fhórsa leictreamaighnéadaigh agus an fhórsa núicléigh.

Is é ceann de na hairíonna is tábhachtaí atá ag *leaptóin* ná go mbraitheann siad an fórsa lag núicléach agus nach nglacann siad páirt in idirghníomhaíochtaí láidre núicléacha.

Ní bhraitheann *neoidrionónna* ach an fórsa lag. Tá a gcuid idirghníomhaíochta chomh lag sin go dtéann an chuid is mó de neoidrionna ga chosmaigh díreach tríd an ithir. Is ionann a gcuid meán-saorchonairí agus thart ar 10^6 km.

Braitheann *méasóin* agus *baróin* an fórsa láidir núicléach. I gcás ina luchtáítear iad, braitheann siad an fórsa lag agus an fórsa leictreamaighnéadach freisin. Féadtar méasóin agus baróin a ghrúpáil le chéile mar hadróin.

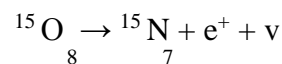
FRITHDHAMHNA

Nuair a rinne Paul Dirac iarracht ar theoiric choibhneasachta Einstein a chuingriú le teoiric an chandaim sa bhliain 1927, fuair sé toradh neamhghnách: thug na cothromóidí dhá réiteach, le luachanna dearfacha agus luachanna diúltacha le haghaidh fhuinneamh leictreoin shaor. Bheadh sé cathaitheach an réiteach diúltach a dhíbhe mar cheann “neamhfhisiciúil”, ach ní raibh Dirac sásta glacadh leis seo. Chreid sé go raibh na cothromóidí ag iarraidh rud éigin a insint dúinn.

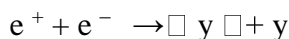
Ba é an míniú ba shoiléire ar an toradh ar leith sin a tháinig ón matamaitic ná go raibh cáithníní ag a raibh “airíonna contrártha” agus a bhí ag an leictreon, an cáithnín a bhí faoi bhreathnú i gcothromóidí Dirac. Ní raibh Dirac sásta a phostaláidiú go raibh a leithéid de cháithnín ann, toisc go raibh aeráid iomlán na dtuairimí in aghaidh aonáin nua a chur leis an liosta de “bhloic bhunúsacha thógála an damhna”. Faoi dheireadh, bhí sé soiléir go raibh réaltacht fhisiciúil a thagann leis na torthaí a thugann an mhatamaitic. Thuar Dirac go raibh “frithcháithnín” chun an leictreoin. Bheadh a chuid airíonna, amhail lucht leictreach, cothrom le méid an leictreoin, ach bheadh na hairíonna siúd contrártha leo freisin.

Roinnt blianta ian dhiaidh sin thug Carl C. Anderson cáithnín den sórt sin faoi deara nuair a shainithin sé rianta den dís “leictreon-posatrón” a cruthaíodh ó fhuinneamh trí radaíocht chosmach. Tá a fhios againn anois go bhfuil macasamhail atá comhdhéanta d’fhrithdhamhna ní amháin ag gach leictreon, ach ag gach cáithnín. Tá ár gcuid den chruinne comhdhéanta de rud ar a dtugann muid “damhna”, ach tá samplaí d’fhrithdhamhna ar ár bpláinéad i láthair ar scála an-bheag, mar a phléitear thíos.

Meathann roinnt gnéithe de mheath radaighníomhach trí bhéitea-astúchán posatrón. Mar shampla:



In íomháu leighis (tomagrafaíocht astúchán posatrón, TAP), úsáidtear eilimintí den sórt sin mar rianairí chun monatóireacht a dhéanamh, mar shampla, ar ídiú an druga i gcorp an duine. Nuair a astaítear an posatrón buaileann sé leictreon go han-tapa, chun an t-imoibriú díothaithe a tháirgeadh.

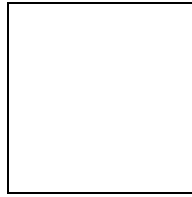


Téann an dá gháma-gha i dtreoracha thall agus féadtar iad a bhraith chun suíomh cruinn ar staid an rianaire a thabhairt.

I luasairí ardfuinnimh, féadtar díseanna prótón agus frithphrótón a tháirgeadh in oibrithe, mar shampla

—

$$p + p \rightarrow \square p + p + p + p + \pi^+ + \pi^-$$



Tá luas atá diúltach ag an bhfrithphrótón agus tá mais aige atá comhionann le mais an phrótóin.

Tá seans maith go bhfuil roinnt de na réaltraí imigéiniúla comhdhéanta d'fhrithdhamhna. Níl aon chúis mhaith nach bhféadfadh orgánaigh bheo maireachtáil sna réaltraí seo. Féadfar a thuairimiú gur cruthaíodh damhna agus frithdhamhna ar cóimhéid le chéile ag 'ollphléasc' an chruthaithe agus scaipeadh ar fud na cruinne iad. Dá mbuailfeadh damhna agus frithdhamhna, tharlódh comhdhíothú, rud a mbeadh ina chúis le scaoileadh na méideanna móra fuinnimh.

SAMHAIL NA DTRÍ CHUARC

An dóigh a gcuirtear ord ar Zú na gCáithníní

Sa bhliain 1964 thug Murray Gell-Mann agus George Zweig an smaoineamh isteach go bhféadfaí na *méasóin* agus na *baróin* ar fad a chur in iúl i dtéarmaí trí chomhábhair bhunúsacha, rudaí ar a dtugtar *cuairc*.

TÁBLA 3. AIRÍONNA NA GCUARC				
Cuarc		Lucht	Frithchuarc	Lucht
Uaschuarc	u	$\frac{+2}{3}$	\bar{u}	$-\frac{2}{3}$
Íoschuarc	d	$-\frac{1}{3}$		$+\frac{1}{3}$
Coimhthíoch	s	$-\frac{1}{3}$	- s	$+\frac{1}{3}$

Trí na cuairc a chuingriú ar bhealaí éagsúla, féadtar na méasóin agus na baróin ar fad i Zú na gCáithníní a thógáil. Níl na leaptóin comhdhéanta de chuairc agus tá siad go bunúsach doroinnte.

TÁBLA 4. COMHÁBHAIR DE ROINNT BARÓN AGUS MÉASÓN, DE RÉIR NA CUARCSHAMHLA

Particle		Constituents
pi-meson	π^+	$u\bar{d}$
	π^-	$\bar{u}d$
K-meson	K^+	$u\bar{s}$
proton	p	uud
anti-proton	\bar{p}	$\bar{u}\bar{u}\bar{d}$
neutron	n	udd
lambda	Λ^0	uds
omega	Ω^-	sss

Trí luchtanna leictreonacha na gcuarca a shuimiú féadtar a fhíorú go dtugann na comhcheangail i dtábla 4 lucht ceart na máthaircháithníní. Ní ach airí amháin de chuid na gcuarca sa tsamhail é an lucht leictreonach: tá cuid mhór airíonna nach mór dóibh teacht le chéile chun na luachanna cearta a thabhairt. Bhí an tsamhail an-rathúil agus thuar sé eiseadh an cháithnín dheireanaigh i dtábla 2, an óimige, rud nár aimsíodh riamh. Sa bhliain 1969 bronnadh Duais Nobel ar Murray Gell-Mann mar gheall ar a gcuid ranníocaíochtaí agus fionnachtana maidir le haicmiú na gcáithníní bunúsacha agus a gcuid idirghníomhaíochtaí”.

SAMHAIL NA SÉ CHUARC

Cé gur thug samhail na dtrí chuarc pictiúr an-mhaith de struchtúr na gcáithníní ar fad is eol dúinn a bheith ann sna 1960í, tháinig fianaise le haghaidh cineál nua cáithnín chun cinn sa bhliain 1974, rud a thug le tuiscint go raibh cuarc amháin eile ar a laghad. Tá a fhios againn anois go bhfuil trí chuarc eile (rud a fhágann go bhfuil sé chuarc san iomlán). Tugadh ainmneacha bunaidh ar na cuairc nua seo, rudaí atá le fáil i roinnt cáithníní an-annamh: **briochtchuarca**, **íoschuarca** (nó áilleacht), agus **uaschuarca** (nó fírinne). Arís, níl aon tábhacht a bhaineann leis na hainmneacha seo agus ní ach táirgí ó shamhlaíocht bheoga na bhfisiceoirí iad. Sa bhliain 1976 rinneadh an chéad bhreathnú díreach ar raon a léirigh cruthú agus meath an cháithnín ina raibh “briochtchuarca” ag luasaire Fermilab, atá suite gar do Chicago, i dturgnamh a rinne grúpa foireann taighde ó ollscoileanna na hEorpa, lena n-áirítear an Coláiste Ollscoile Baile Átha Cliath. Tugadh an t-íoschuarca faoi deara in idirghníomhaíocht na gcáithníní in Fermilab sa bhliain 1977. Tugadh an t-uaschuarca sa bhliain 1994, arís in Fermilab.

CONCLUÍD

I láthair na huaire is ionann samhail sé chuarc na gcáithníní bunúsacha agus fine chomhthreomhar na leaptón agus rud ar a dtugtar an Bundéanamh. Tá mórán

ceisteanna neamhfhreagartha. Bhí costas ollmhór ar an taighde, agus is ag fás atá an gá le luasairí níos mó. I Meiriceá, stadadh obair, a tosaíodh sa bhliain 1989, ar Sár-Imbhualteoir Sársheolta sa bhliain 1994. I mí na Nollag sa bhliain 1994, tugadh faomhadh don Imbhualteoir Mór Hadróin (LMH) ag an EETN, sa Ghinéiv, agus tá turgnaimh le tosú sa bhliain 2004.

Ní chuimsíonn an siollabas ach léargas ar dhomhan fhisic na gcáithníní. Tá an scéal fós gan chríoch.

Irish Times, 24 Aibreán 1994

DISCOVERY OF TOP QUARK CONFIRMS KEY ATOMIC THEORY

William J. Broad

New York

The quest begun by philosophers in ancient Greece to understand the nature of matter may have ended in Batavia, Illinois, with the discovery of evidence for the top quark, the last of 12 subatomic building blocks now believed to constitute all of the material world.

An international team of 439 scientists working at the Fermi National Accelerator Laboratory announce the finding yesterday bringing nearly two decades of searching to a dramatic conclusion.

The Fermilab discovery, if confirmed would be a major milestone for modern physics because it would complete the experimental roof of the grand theoretical edifice known as the Standard Model, which defines the modern understanding of the atom.

The discovery, in all likelihood, will never make a difference to everyday life, but it is a high intellectual achievement because the Standard Model, which it appears to validate, is central to understanding the nature of time, matter and the universe.

If the top quark could not be found, the Standard Model of theoretical physicists would collapse, touching off an intellectual crisis that would force scientists to rethink three decades of work in which governments around the globe had invested billions.

All matter is made of atoms, but nearly a century ago physicists discovered that atoms, long considered to be the smallest units of matter, were themselves composed of smaller, subatomic particles like protons and neutrons. These particles later showed signs of being made of yet smaller building blocks.

The field was plunged into confusion for many years until a grand unifying theory pioneered by Dr Murray Gell-Mann, a physicist at the California Institute of Technology, sought to explain the structure of particles like protons and neutrons in terms of new units that he named quarks.

His theory called for the existence of six different kinds of quarks, named up and down, charm and strange, top and bottom. The quark family parallels a six-member family of lighter particles, known as leptons, that includes the electron. Various combinations of these 12 particles are thought to make up everything in the material world.

Five of the six quarks: were eventually found but the sixth remained painfully absent. For nearly two decades rival teams of scientists around the world have sought the top quark by performing ever-more costly experiments on increasingly large machines that accelerate tiny particles almost to the speed of light and then smash them together in a burst of energy. The resulting fireball can yield clues to nature's most elementary building blocks.

The experiment was run on Fermilab's Tevatron, a four-mile, circular accelerator in an underground tunnel that hurls counter rotating beams of protons and antiprotons at each other with a combined energy of 1.8 trillion electron-volts. It is currently the highest-energy accelerator in the world.

Dr Melvyn J. Shochet, the team spokesman, said the mass of the top quark, its most important attribute, was calculated to be 174 billion electron-volts, plus or minus 17 billion electron-volts. "That's quite heavy," he said. "It's almost as heavy as an entire gold atom. It's by far heavier than any other elementary particle that's been observed, which is why it's taken so long to find." Dr Gell-Mann took the word quark from a line in "Finnegans Wake" by James Joyce: "Three quarks for Muster Mark". So too, Dr Gell-Mann predicted that quarks in normal matter came in groups of three.

Protons would be made of two up quarks and one down quark; neutrons of two down quarks and one up quark. Dr Gell-Mann's ideas were radical and strongly resisted, partly because the fractional charges of his quarks seemed implausible. But his theories explained much, and were soon partly confirmed by particle discoveries. In 1969 he won the Nobel Prize in Physics.

Low-mass quarks, the up and down, are the only ones thought to ordinarily exist in this world. Physicists believe that the higher mass ones, charm and strange, top and bottom, were present naturally only for a tiny fraction of a second at the beginning of time during the Big Bang – the primordial explosion thought to have given rise to the universe.

Top quarks, having the highest mass of all, are believed to have vanished from the universe after existing for less than a billionth of a second.

Thus, a time machine is needed to see most quarks. Particle accelerators slam together tiny bits of matter to create intense fireballs almost as hot as those that existed at the beginning of time, creating streams of nature's most rudimentary particles.

- (*New York Times Service*)

FISIC CHÁITHNÍNÍ: BILEOG FAIDHBE

- 1 Samhlaigh go bhfuil toirt ag móilín uisce a fhéadtar a chomhfhogasú do sféar ag a bhfuil trastomhas de 2×10^{-10} m

(a) Cé mhéad sféar atá leagtha amach deireadh go deireadh a bheadh ag teastáil chun slabhra de 1 cm ar fhad a dhéanamh?

(b) Cé mhéad sféar a dhéanfadh toirt de 1 cm³ suas

2 Is mian leat samhail scála den adamh hidrigine a dhearadh. Tá marmar ag a bhfuil trastomhas de 1 cm le seasamh don núicléas. Ríomh ga fhithis an leictreoin.

ga an phrótóin, $r = 0.85 \times 10^{-15}$ m

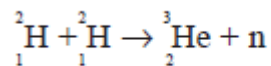
ga fhithis is lú an leictreoin, $R = 5.29 \times 10^{-11}$ m

3 Is í foshmhais an leictreoin ná 9.1×10^{-31} kg

(a) Ríomh an foshmhais i ngiúil.

(b) Ríomh an foshmhais i meigileictreonvoltanna.

4 Cruthaítear héiliam sa ghrian tríd an imoibriú comhleá.



Cé mhéad fuinnimh a scaoiltear?

Cén dóigh a roinntear an fuinneamh idir na táirgí den imoibriú?

Fosfuinnimh 1 u = 931.5 MeV

n: 1.00899 u

d: 2.01474 u

He: 3.01698 u

5 Is é fuinneamh an phrótóin i luasaire mór ná 400 GeV.

(a) Ríomh an fuinneamh i ngiúil.

(b) Cuir i gcomparáid é le fuinneamh cinéiteach na feithide ag a bhfuil

mais de 0.01 g agus atá ag taisteal ag luas de 0.1 m s⁻¹.

6 Imbhuaileann dhá phrótón ag a bhfuil fuinneamh cinéiteach de 1 GeV araon agus atá ag taisteal i dtreoracha thall le chéile chun an t-imoibriú seo a leanas a thabhairt

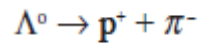


(a) Ríomh fuinneamh cinéiteach iomlán atá ag méasóin π .

(Maisfhuinneamh mhéasón an $\pi = 139.6$ MeV)

(b) Cad é an t-uaslíon de mhéasóin π a d'fhéadfaí a chruthú in imbhualladh den sórt sin?

7 Tagann lambda-hyperon chun sosa agus meathann sé mar gheall ar an imoibriú



Cad é an fuinneamh iomlán atá ag na táirgí meatha?

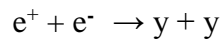
Maisfuinnimh

$$\Lambda^0: 1115.6 \text{ MeV}$$

$$p: 938.2 \text{ MeV}$$

$$\pi^-: 139.6 \text{ MeV}$$

8. Tagann posatrón (a astaítear i mbéite-mheath) chun sosa agus idirghníomhaíonn sé le leictreon. Díothaítear san imoibriú seo a leanas iad



(a) Ríomh an fuinneamh iomlán a scaoiltear, i ngiúil.

(b) Ríomh tonnfhad na ngáma-ghathanna.

(Mais an leictreoin = 0.511 MeV,

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s})$$

9. Tá léas de mhéasóin luchtaithe π^- ag taisteal ag luas de $v = \frac{1}{3}c$ (i gcásanna inarb ionann c agus luas solais vacuo).

Cad é an meánfhad atá taistealta roimh mheath?

(Meánsaol na méasón $\pi = 2.6 \times 10^{-8} \text{ s}$,

luas an tsolais: $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$)

10 Cuingríonn cuarc agus frithchuarc chun méasón a dhéanamh. Tá fine mhéasón an π déanta suas de chuairc u agus de chuairc d amháin. Scríobh síos na cuingreacha féideartha, agus déaduchtaigh lucht na gcáithníní a thagann astu.

FISIC NA GCÁITHNÍNÍ: PRÍOMHPHOINTÍ

Tá an creideamh go bhfuil gach *damhna* comhdhéanta de cháithníní bunúsach mar bhun leis an taighde i bhfisic na gcáithníní.

I *luasaire cáithníní*, úsáidtear raonta leictreacha chun fuinneamh cinéiteach na gcáithníní a mhéadú, agus úsáidtear raonta maighnéadacha chun léasacha na gcáithníní a threorú

Níl tionchair ag raonta leictreacha agus maighnéadacha ar *cháithníní atá luchtaithe* amháin.

Tá *ceithre fhórsa bhunúsacha*: fórsaí imtharraingteacha, fórsaí leictreamaighnéadacha, fórsaí láidre núicléacha agus fórsaí laga núicléacha.

Ní bhraitheann *leaptóin* fórsa láidir núicléach, ach braitheann siad fórsaí laga núicléacha agus fórsaí imtharraingteacha, ní bhraitheann ach leaptóin atá luchtaithe an fórsa leictreamaighnéadach.

Braitheann *baróin* agus *méasóin* an fórsa láidir núicléach.

Is ag gach *cáithnín bunúsach* atá frithcháithnín comhfhreagrach ag a bhfuil an mhais chéanna, ach tá siad éagsúil ar fad le chéile maidir lena gcuid airíonna eile.

Tá *cuairc* ina gcomhábhair bhunúsacha de bharóin agus de mhéasóin agus braitheann siad na fórsaí bunúsacha ar fad.

Tá *baróin* comhdhéanta de thrí chuarc.

Tá *méasóin* comhdhéanta de chuarc agus d'fhrithchuarc.

FISIC CHÁITHNÍNÍ: GLUAIS TÉARMAÍ

FRITHCHÁITHNÍN

Cáithnín é seo ag a bhfuil an mhais chéanna agus atá ag an gcáithnín comhfhreagrach, ach tá luachanna urchomhaireacha aige maidir leis na hairíonna eile ar fad, mar shampla, lucht. Is bunúsach freisin atá an frithcháithnín a chomhfhreagraíonn do cháithnín bunúsach.

BARÓIN

Cáithníní iad seo a bhraitheann fórsa láidir núicléach. Dé réir na cuarcshamhla, tá gach barón comhdhéanta de thrí chuarc.

OLLPHLÉASC

Tosaíodh an chruinne ar fad, an spás ar fad, damhna, fuinneamh agus am tar éis pléasc mhór ó mhéid an-bheag, rud ar a dtugtar an Ollphléasc, de réir na samhla teoiriciúla.

GATHANNA COSMACHA

Cáithníní ardfuinnimh (prótóin, den chuid is mó) iad a thagann ó chianchodanna den Chruinne, seans go dtagann siad ó phléascanna na réaltaí. Meathann siad go hard in atmaisféar an Domhain de ghnáth.

LEICTREON

Cáithnín bunúsach é agus tá sé mar chuid de gach adamh. Is é an lucht atá ar an leictreon 1.602×10^{-19} C. Tá an leictreon ina bhall d'fhine na leaptón.

HADRÓN

Cáithnín é a bhraitheann an fórsa láidir núicléach.

LEAPTÓN

Cáithnín é nach mbraitheann an fórsa láidir núicléach ach braitheann sé an fórsa lag núicléach agus an fórsa imtharraingteacha. Braitheann leaptóin atá luchtaithe an fórsa leictreamaighnéadach. Creidtear go bhfuil trí chineál adaimh (an leictreon, an muón, agus an tó, agus tá neodrionó gaolmhar ag gach ceann acu.) Creidtear gur cáithníní bunúsacha iad leaptóin.

LUASAIRE LÍNEACH

Gléas é a luasghéaraíonn cáithníní atá luchtaithe i línte díreacha.

MÉASÓN

Cáithnín é a bhraitheann an fórsa láidir núicléach agus, de réir na cuarcshamhla, tá sé comhdhéanta de chuarc agus d'fhrithchuarc.

NEOIDRÍONÓ

Leaptón é ag a bhfuil lucht nialais agus beagnach fosmhais nialais. Baintear cineál éagsúil neodrionó le gach cineál leictreoin.

FISIC CHÁITHNÍNÍ

Brainse na fisice ag a bhfuil baint le cáithníní bunúsacha agus lena gcuid idirghníomhaíochtaí.

CUARC

Cineál cáithnín é a bhfuil ina chomhábhair de hadróin. Creidtear gur cáithníní bunúsacha iad.

FÓRSA LÁIDIR NÚICLÉACH

An fórsa a nascann prótóin agus neodróin le chéile i núicléis. Braitheann gach hadrón an fórsa láidir.

SINCEATRÓN

Luasaire ciorclach de cháithníní atá luchtaithe é.

FÓRSA LAG NÚICLÉACH

Is é seo an fórsa atá freagrach as béite-mheath radaighníomhach.

5.3 ÁBHAIR DO MHÚINTEOIRÍ

Ba cheart go mairfeadh an rogha um fhisic cháithníní thart ar 12 uair. Soláthraítear tacaíocht do mhúinteoirí atá ag teagasc an rogha seo sa rannán seo.

Beidh réamhobair ag teastáil sa mheicnic agus san fhisic adamhach agus san fhisic núicléach. Is gá go mbeidh coincheap an fhuinnimh agus coincheap an mhóimintim agus prionsabal imchoimeád an fhuinnimh agus prionsabal imchoimeád an mhóimintim ar eolas ag na daltaí agus go dtuigfeadh siad iad. Is gá go mbeidh struchtúr an adaimh agus struchtúr an núicléis ar eolas acu. Tá fórsaí na himtharraingthe agus an leictreamaighnéadais, a gcuid gníomhaíochtaí ar fhad agus a gcuid gaoil um dhlí an chearnfhaid inbhéartaigh

Baineann roinnt de phrionsabail ghinearálta le hobair i bhfisic cháithníní. Ba cheart go dtabharfaí léargas do dhaltaí ar mhéid an adaimh i ndáil le rudaí laethúla agus méid an núicléis i gcomparáid le méid an adaimh. Is é trastomhas an adaimh thart ar 10^{-10} m agus is é trastomhas an núicléis thart ar 10^{-15} m. De réir analaí amháin, tá thart ar an líon céanna de lán taespúnóige uisce san Aigéan Atlantach agus atá móilíní i lán taespúnóg uisce.

$$\text{An tAigéan Atlantach} \quad \rightarrow \quad \text{taespúnóg} \quad \rightarrow \quad 1 \text{ móilín} \\ 10^{23} \quad \quad \quad 10^{23}$$

Dé réir analach eile, dá sheasfadh marmar i lár na páirce peile don núicléas, bheadh na leictreoin ag fithisiú na n-ardán. Tá grafaicí don dá hanalach seo le fáil sna hábhair do dhaltaí.

Baineann dlíthe imchoimeád an fhuinnimh agus an mhóimintim le rudaí chomh beag sin.

Ag an leibhéal seo, is an-mhór atá an giúl, aonad caighdeánach an fhuinnimh: tá an leictreonvolta (eV), agus iolraithe an mheigileictreonvolta agus an ghigileictreonvolta (GeV), níos úsáidí.

$$\begin{aligned} 1 \text{ eV} &= 1.60 \times 10^{-19} \text{ J} \\ 1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV} &= 1.60 \times 10^{-13} \text{ J} \\ 1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV} &= 1.60 \times 10^{-10} \text{ J} \end{aligned}$$

Is an-mhór freisin atá an cileagram, aonad na maise, agus, dá bhrí sin, féadfar an t-aonad maise adamhaí (u) a úsáid. Ós rud é go bhfuil mais agus an fuinneamh cothrom le chéile, féadtar na haonaid chéanna a úsáid don dá cheann acu.

$$1 \text{ aonad maise adamhaí (u)} = 931.5 \text{ MeV.}$$

Ní mór na prionsabail ghinearálta, in ionad sonraí beachta, a bheith ar eolas ag daltaí. De réir mar a mhéadaíonn an tuiscint atá againn ar dhomhan fhisic na gcáithníní, seans go mbeidh athbhreithniú ar an rannán seo den siollabas ag teastáil. Is cothrom le dáta atá an chuarcsamhail: fuarthas an cuarc bairr sa bhliain 1994.

Tá fisic cháithníní fós ina réimse nua ina ndearnadh cuid mhór fionnachtana. Ba cheart go spreagfaí daltaí chun smaoineamh ar scála ollmhór na meaisíní amhail imbhuailteoir an MLP (an t-imbhuailteoir Mór Leictreon-Posatrón) agus an IMH atá molta (Imbhuailteoir Mór Hadróin) agus chun costas na dtionscadal sin a mheas. Fágann costas agus méid na dtionscadal nach mór do dhaltaí teacht le chéile chun iad a mhaoiniú. Is é an sampla is fearr de sin ná an EETN, an *Eagraíocht Eorpach um Thaighde Núicléach*, atá suite sa Ghinéiv. Tá seacht dtír déag ina mball den EETN, agus déantar turgnaimh ar fhisic cháithníní ansin ag cuid mhór foireann eolaithe ó gach cearn den domhan. Ní Éire ina ball den EETN, cé go n-oibríonn eolaithe Éireannacha ansin.

Is acmhainn úsáideach le haghaidh na rogha seo é pacáiste *Particle Physics* de chuid Institiúid na Fisice (má tá sé ar fáil). Tá S102 A Science Foundation Course unit 32, *The search for fundamental particles* de chuid na hOllscoile Oscailte ag gabháil leis an bpacáiste.

5.4 FADHBANNA OIBRITHE

Tá fadhbanna oibrithe soláthraithe sna hábhair do dhaltaí. Tá na fadhbanna agus a gcuid réiteach soláthraithe sa rannán seo. Baineann na fadhbanna oibrithe seo le rannáin an tsiollabais ar fhisic cháithníní, mar seo a leanas:

ríomhaireachtaí cúlra ar mhéideanna agus ar ollmhéideanna
ceisteanna 1, 2, agus 3

caomhnú fuinnimh agus móiminteam in imoibrithe núicléacha
ceist 4

luasghéarú na bprótón
ceist 5

ag tiontú maise go foirmeacha eile fuinnimh
ceist 6, 7, agus 8 (agus ceist 4)

finte na gcáithníní
ceist 9 (agus ceist 7)

cuarcsamhail
ceist 10

1 Samhlaigh go bhfuil toirt ag móilín uisce a fhéadtar a chomhfhogasú do sféar ag a bhfuil trastomhas de 2×10^{-10} m

(a) Cé mhéad sféar atá leagtha amach deireadh go deireadh a bheadh ag teastáil chun slabhra de 1 cm ar fhad a dhéanamh?

(b) Cé mhéad sféar, go neasach, a dhéanfadh toirt de 1 cm^3 suas?

Freagra

$$(a) \quad 2 \times 10^{-10} \text{ m} = 2 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$1 \div (2 \times 10^{-8}) = 0.5 \times 10^8 = 5 \times 10^7$$

Cuimsíonn 1 cm 5×10^7 móilín

$$(b) \quad \text{Cuimsíonn } 1 \text{ cm}^3 (5 \times 10^7)^3 = 125 \times 10^{21}$$

$$= 1.25 \times 10^{23} \text{ móilín.}$$

Tabhair faoi deara: Léiríonn sé seo go gcuimsíonn spúnóg tae (5 cm^3) 6.25×10^{23} móilín, i.e. thart ar líon Avogadro de mhóilíní.

2 Is mian leat samhail scála den adamh hidrigine a dhearadh. Tá marmar ag a bhfuil trastomhas de 1 cm le seasamh don núicléas. Ríomh ga fhithis an leictreoin.

$$\text{ga an phrótóin, } r = 0.85 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$\text{ga fhithis is lú an leictreoin, } R = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$$

Freagra

$$\frac{R}{r} = \frac{\text{trastomhas na samhla}}{\text{trastomhas an mharmair}}$$

$$\frac{R}{r} = \frac{5.29 \times 10^{-11}}{0.85 \times 10^{-15}} = 6.22 \times 10^4$$

$$\text{Trastomhas na samhla} = 6.22 \times 10^4 \text{ cm} = 622 \text{ m}$$

3 Is í foshmhais an leictreoin ná $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

(a) Ríomh an foshmhais i ngiúil.

(b) Ríomh an foshmhais i meigileictreonvoltanna.

Freagra

$$(a) \quad \text{Fosfuinneamh: } mc^2 = 9.1 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 81.9 \times 10^{-15} \text{ J}$$

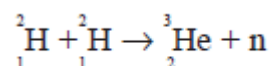
$$(b) \quad 1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ MeV} = 1.60 \times 10^{-19} \times 10^6 = 1.60 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$m_e = 8.19 \times 10^{-14} / 1.60 \times 10^{-13}$$

$$= 0.511 \text{ MeV}$$

4 Cruthaítear héiliam sa ghrian tríd an imoibriú comhleá



Cé mhéad fuinnimh a scaoiltear?

Cén dóigh a roinntear an fuinneamh idir na táirgí den imoibriú?

Fosfuinnimh 1 u = 931.5 MeV
 n: 1.00899 u
 d: 2.01474 u
 He: 3.01698 u

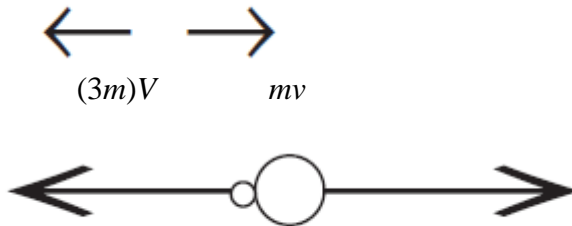
Freagra

$$2 \times 2.01474 = 4.02948$$

$$1.00899 + 3.01698 = \underline{4.02597}$$

$$\text{Fuinneamh a scaoiltear} = 0.00351 \text{ u} = 3.27 \text{ MeV}$$

Cén dóigh a roinntear an fuinneamh idir na táirgí den imoibriú?



$$\Rightarrow 3V = v$$

$$V = v/3$$

$$\begin{aligned} \text{Fuinneamh cinéiteach iomlán} &= \frac{1}{2}(3m)V^2 + mv^2 \\ &= \frac{1}{2}(3m)v^2/9 + mv^2 \end{aligned}$$

Cóimheas an fhuinnimh chinéitigh atá ag núicléas héiliam leis an bhfuinneamh cinéiteach atá ag neodróin

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2}(3m)v^2/9 \div \frac{1}{2}mv^2 \\ &= \frac{1}{3} / 1 \end{aligned}$$

Roinntear fuinneamh mar 1:3

Faigheann Hé	$\frac{1}{4}$	$\times 3.27$	=	0.82	MeV
Faigheann n	$\frac{3}{4}$	$\times 3.27$	=	2.45	MeV

5 Is é fuinneamh an phrótóin i luasaire mór ná 400 GeV.

(a) Ríomh an fuinneamh i ngiúil.

(b) Cuir i gcomparáid é le fuinneamh cinéiteach na feithide ag a bhfuil mais de 0.01 g agus atá ag taisteal ag luas de 0.1 m s^{-1} .

Freagra

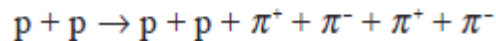
(a) $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$\begin{aligned} 400 \text{ GeV} &= 400 \times 10^9 \text{ eV} \\ &= 400 \times 10^9 \times 1.60 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 6.4 \times 10^{-8} \text{ J} \end{aligned}$$

(b) Feithid

Conclúid: Tá an dá fhuinneamh beagnach mar an gcéanna.
(Fuinneamh an phrótóin = 1.28 x fuinneamh cinéiteach na feithide.)

6 Imbhuailteann dhá phrótón ag a bhfuil fuinneamh cinéiteach de 1 GeV araon agus atá ag taisteal i dtreoracha thall le chéile chun an t-imoibriú seo a leanas a thabhairt



(a) Ríomh fuinneamh cinéiteach iomlán atá ag méasóin π .

(Maisfhuinneamh mhéasón an $\pi = 139.6 \text{ MeV}$)

(b) Cad é an t-uaslíon de mhéasóin π a d'fhéadfaí a chruthú in imbhuailteadh den sórt sin?

Freagra

(a) Fuinneamh cinéiteach iomlán atá ar fáil
 $= 2 \text{ GeV} = 2000 \text{ MeV}$

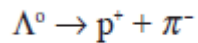
$$\begin{aligned} \text{Maisfhuinneamh mhéasón an } \pi &= 4 \times 139.6 \\ &= 558.4 \text{ MeV} \end{aligned}$$

$$\text{Fuinneamh cinéiteach mhéasón an } \pi: 2000 - 558.4 = 1441.6 \text{ MeV}$$

(b) An t-uaslíon de mhéasóin π atá féideartha
 $2000/139.6 = 14.33$

\Rightarrow 14 é an t-uaslíon

7 Tagann lambda-hyperon chun sosa agus meathann sé mar gheall ar an imoibriú



Cad é an fuinneamh iomlán atá ag na táirgí meatha?

Maisfuinnimh

$$\Lambda^0: 1115.6 \text{ MeV}$$

$$p: 938.2 \text{ MeV}$$

$$\pi^-: 139.6 \text{ MeV}$$

Freagra

Fosfuinneamh iomlán:

LHS

RHS

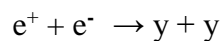
$$1115.6$$

$$938.2 + 139.6 = 1077.8$$

Fuinneamh cinéiteach na dtáirgí meatha

$$= 1115.6 - 1077.8 = 37.8 \text{ MeV}$$

8. Tagann posatrón (a astaítear i mbéite-mheath) chun sosa agus idirghníomhaíonn sé le leictreon. Díothaítear san imoibriú seo a leanas iad



(a) Ríomh an fuinneamh iomlán a scaoiltear, i ngiúil.

(b) Ríomh tonnfhad na ngáma-ghathanna.

(Mais an leictreoin = 0.511 MeV,

$$h = 6.60 \times 10^{-34} \text{ J s})$$

Freagra

(a) $2 \times 0.511 \text{ MeV} = 1.022 \text{ MeV}$

$$= 1.022 \times 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$= 1.64 \times 10^{-13} \text{ J}$$

(b) téann gathanna γ amach le fuinnimh chothroma i dtreoracha thall.

$$\begin{aligned} \text{Fuinneamh} &= 2hf = 1.64 \times 10^{-13} \\ \Rightarrow f &= 1.64 \times 10^{-13} / 2 \times 6.60 \times 10^{-34} \\ &= 0.123 \times 10^{21} \text{ Hz} \\ \Rightarrow \lambda &= c/f = 3.0 \times 10^8 / 0.123 \times 10^{21} \\ &= 2.43 \times 10^{-12} \text{ m} = 2.4 \text{ pm} \end{aligned}$$

10. Tá léas de mhéasóin luchtaithe π^- ag taisteal ag luas de $v = \frac{1}{3}c$ (i gcásanna inarb ionann c agus luas solais vacuo).

Cad é an meánfhad atá taistealta roimh mheath?

(Meánsaol mhéasón an $\pi = 2.6 \times 10^{-8}$ s,

luas an tsolais: $c = 3 \times 10^8$ m s⁻¹)

Freagra

$$\text{Meánfhad} = 2.6 \times 10^{-8} \times 3.0 \times 10^8 \times 1/3 = 2.6 \text{ m}$$

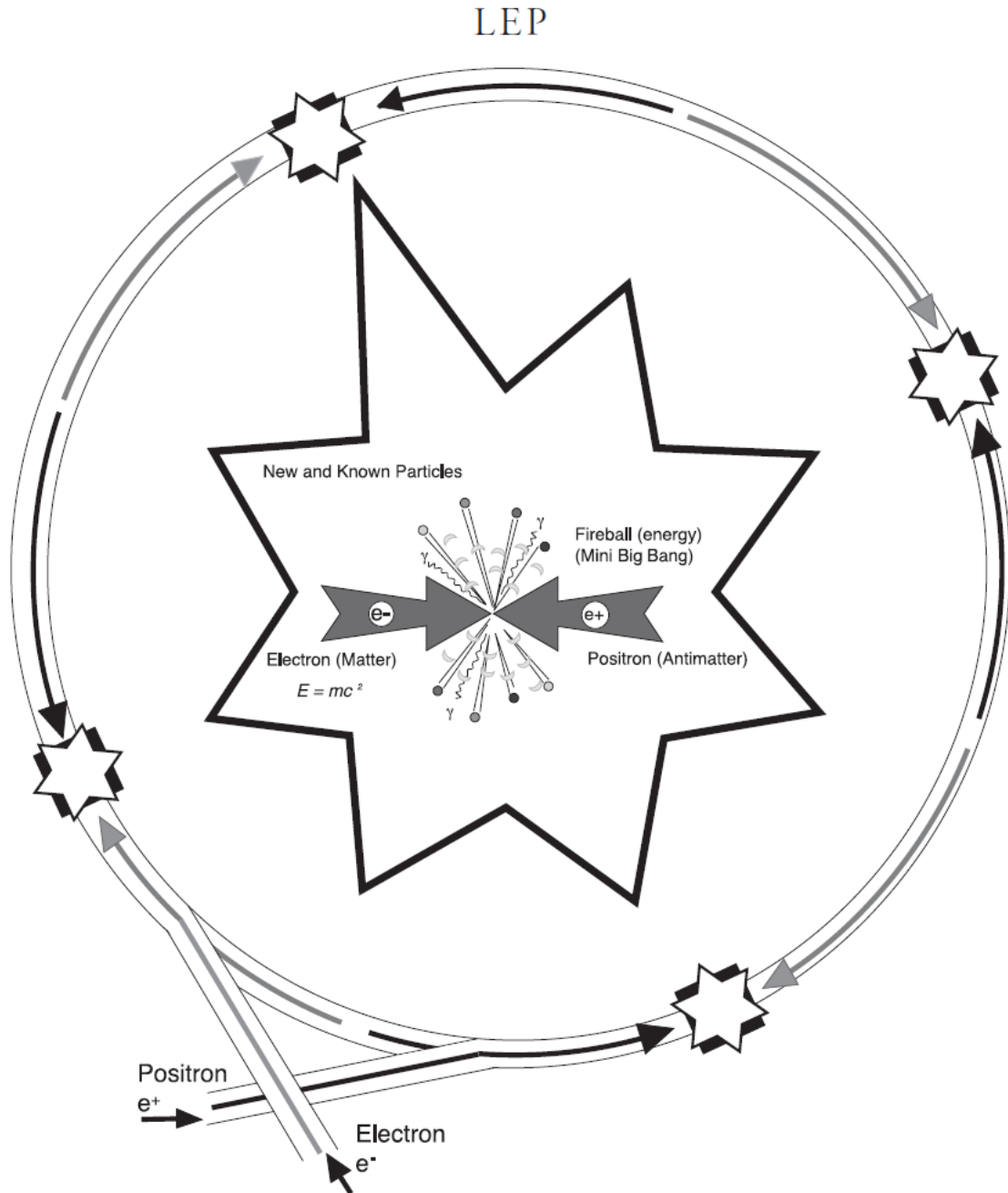
- 10 Cuingríonn cuarc agus frithchuarc chun méasón a dhéanamh. Tá fine mhéasón an π déanta suas de chuairc u agus de chuairc d amháin. Scríobh síos na cuingreacha féideartha, agus déaduchtaigh lucht na gcáithníní a thagann astu.

Freagra

	$\bar{u}d$	$\bar{u}d$	$\bar{u}d$	$\bar{u}d$
Lucht	$\underline{+2 +1}$	$\underline{-2 -1}$	$\underline{+2 -2}$	$\underline{-1}$
$\underline{+1}$	3 3	3 3	3 3	3
3				
Iomlán	+ 1	-1	0	
0				
π^0	π^+	π^-	π^0	

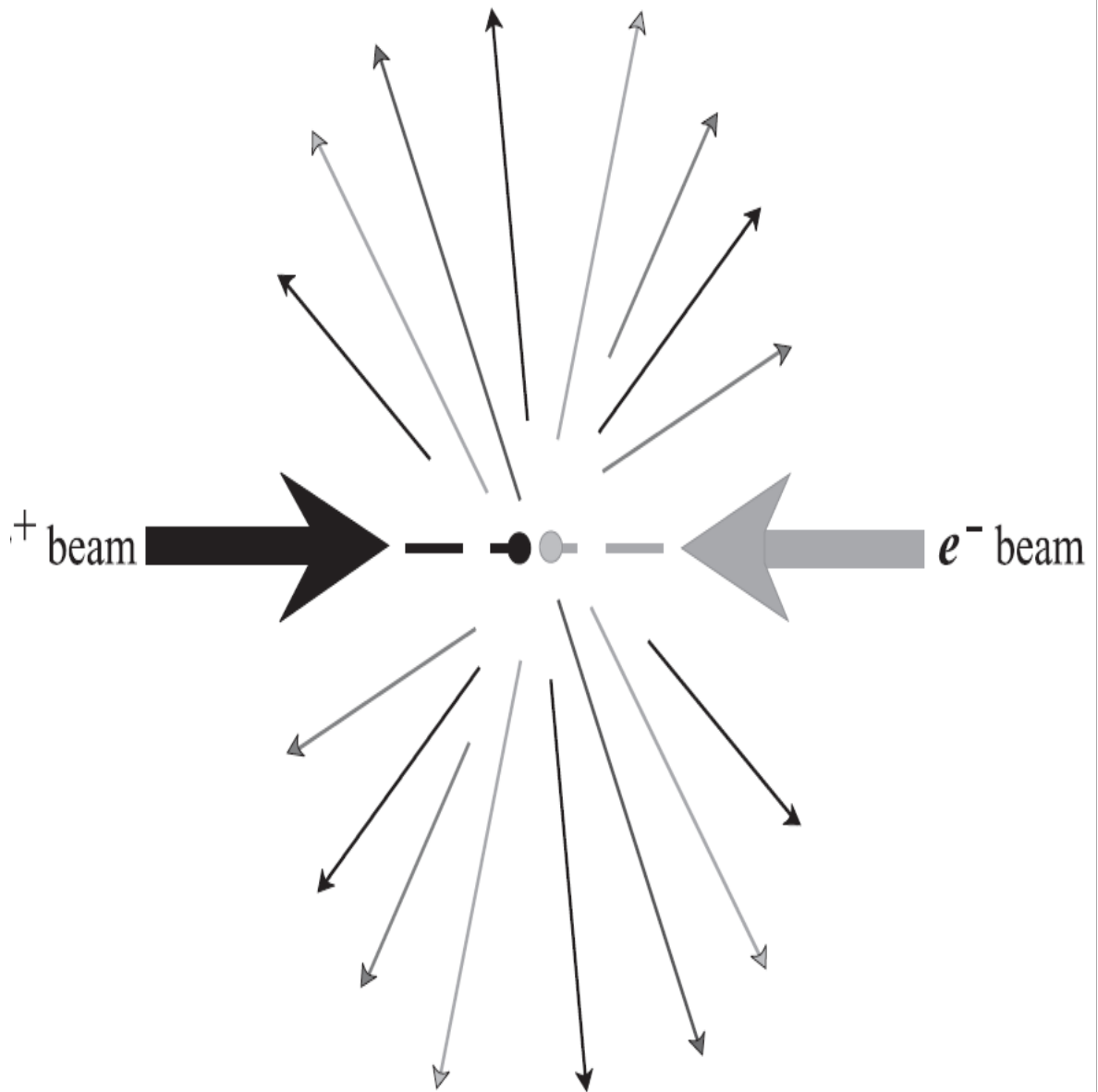
5.5 GRAFAICÍ

Tá ciorcal de thart ar 27 km ar imlíne sa **MLP**, an luasaire imbhualte léis is mó ar domhan. Athfhilleann léasacha na leictreon agus na bposatrón i bhfithisí ar leith taobh istigh d'fholúsfheadán agus tugtar chuig imbhualadh iad ag ceithre bhrathadóir cáithníní timpeall an chiorcail.



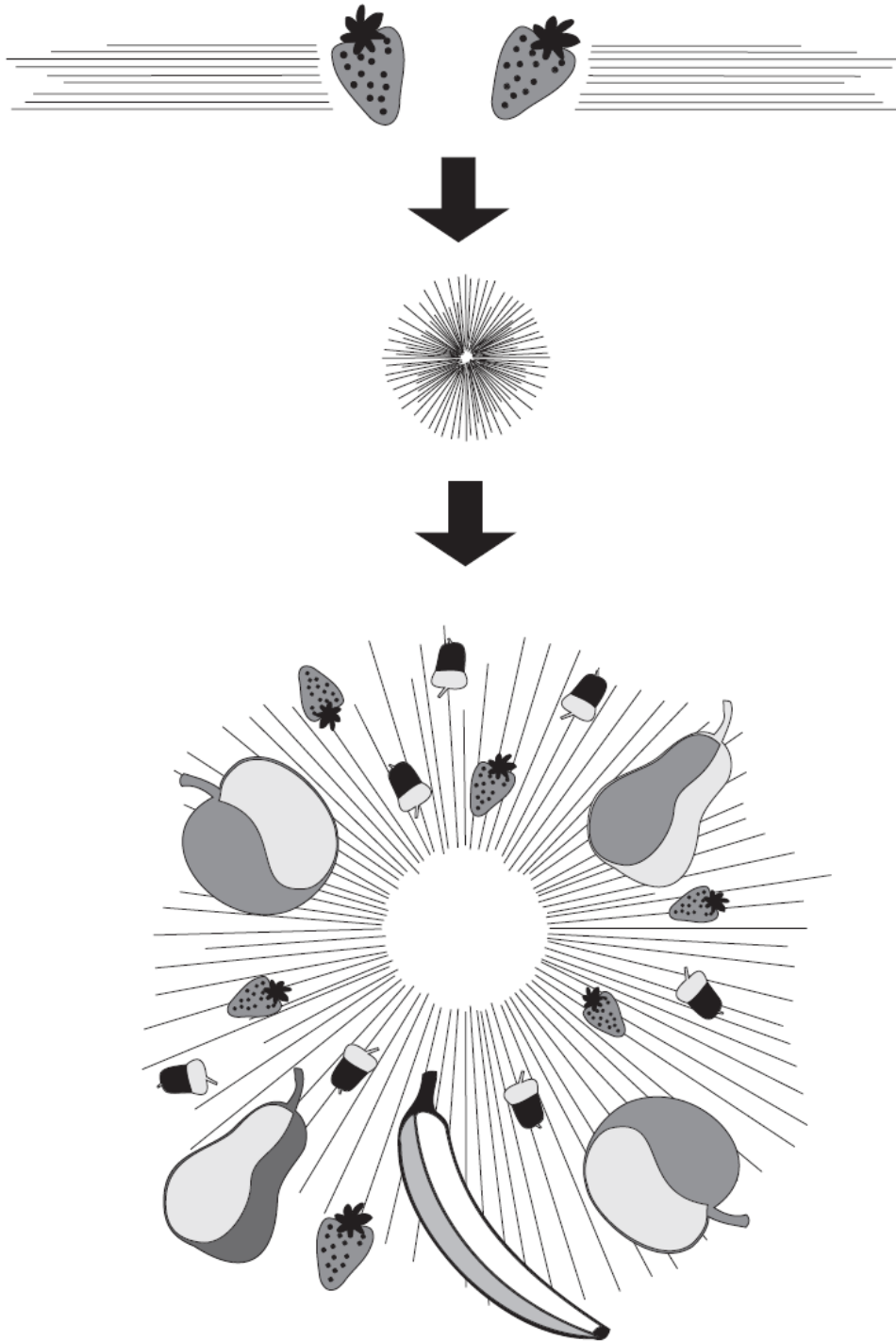
Tá *brathadóirí cáithníní* ceaptha chun staidéar a dhéanamh ar nádúr agus minicíocht na bpróiseas éagsúil a tharlaíonn in imbhualtí idir léasacha na leictreon agus na bposatrón a athfhillteann i raon ciorclach.

IMBHUAILTÍ



(CERN)

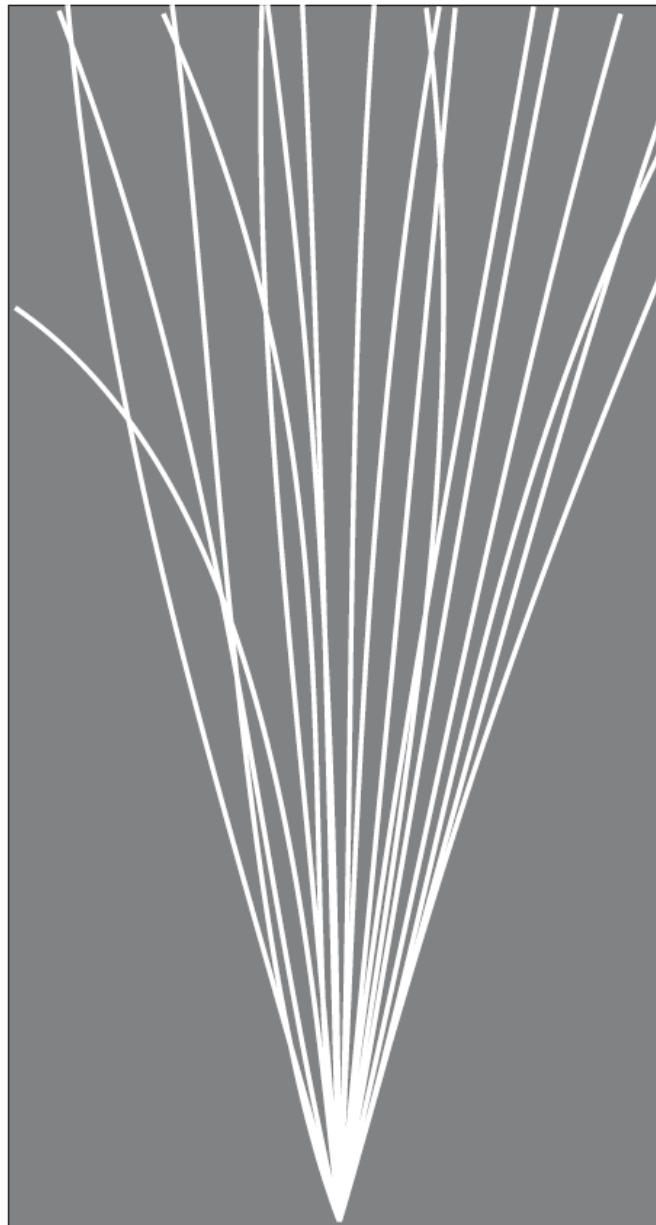
IMBHUALADH NA GCUSPÓIRÍ DOBHRISTE



(CERN)

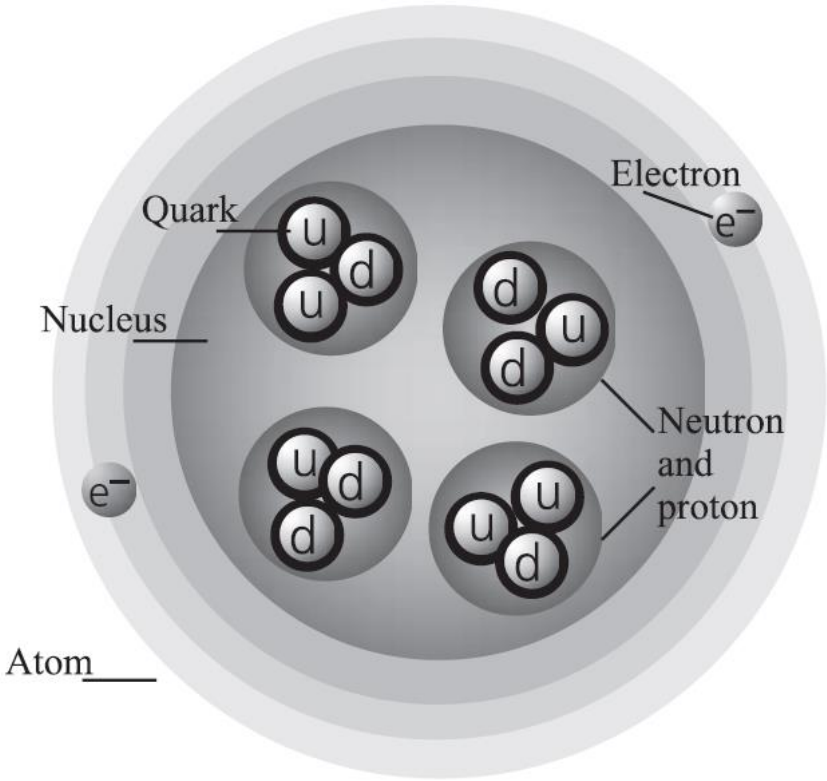
CRUTHÚ AN DAMHNA

Aistríodh fuinneamh an cháithnín aonair a théann isteach ag bun an tsoithigh go hocht gcáithnín déag eile. Léirítear sa léaráid ruthaig (raonta) na gcáithníní agus iad ag dul trí leacht atá suite i mbrathadóir ar a dtugtar soitheach boilgeog.



(CERN)

AN STRUCHTÚR ATÁ LAISTIGH DEN ADAMH



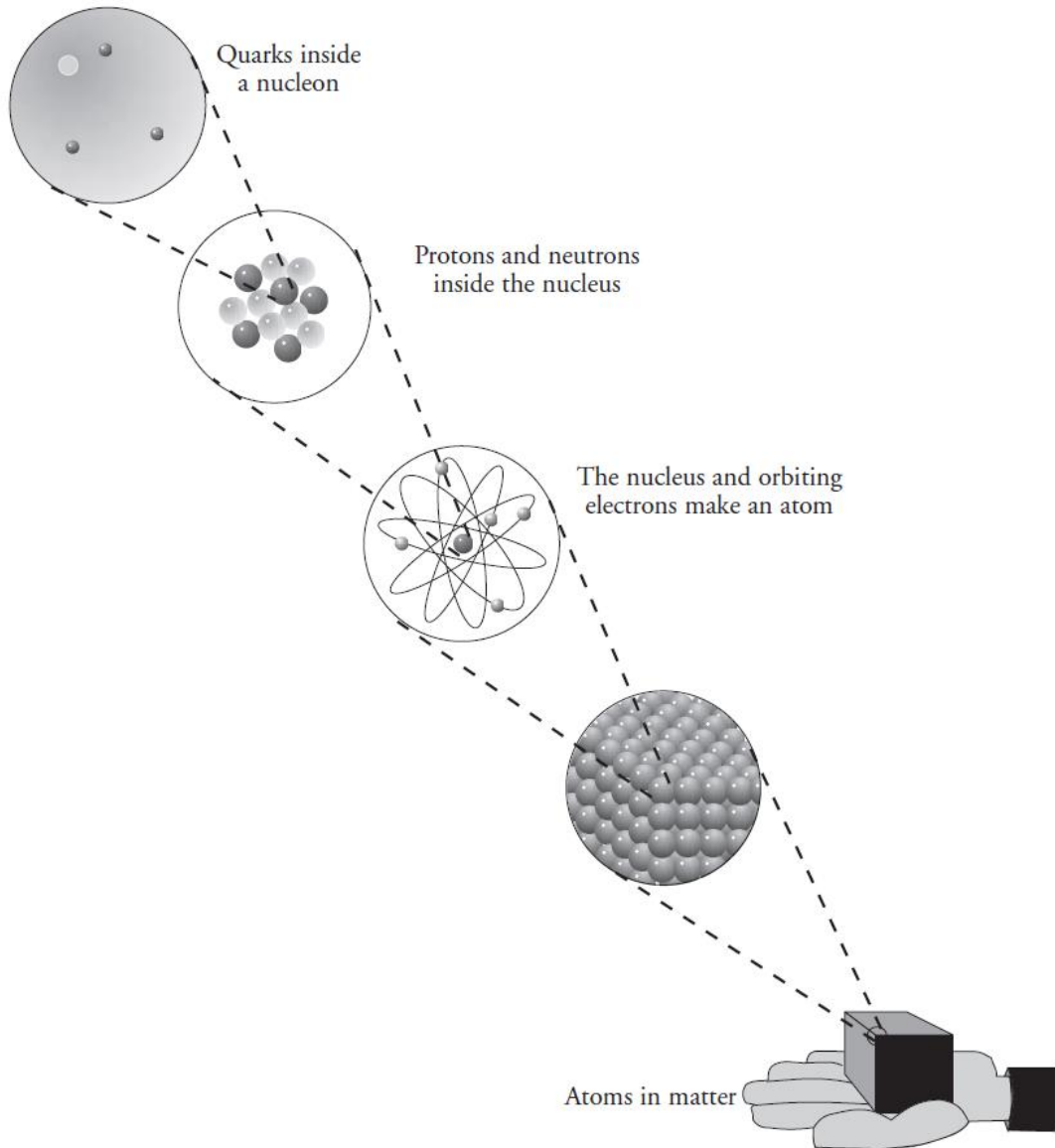
STRUCHTÚR AN DAMHNA

Cuair laistigh de núcléon

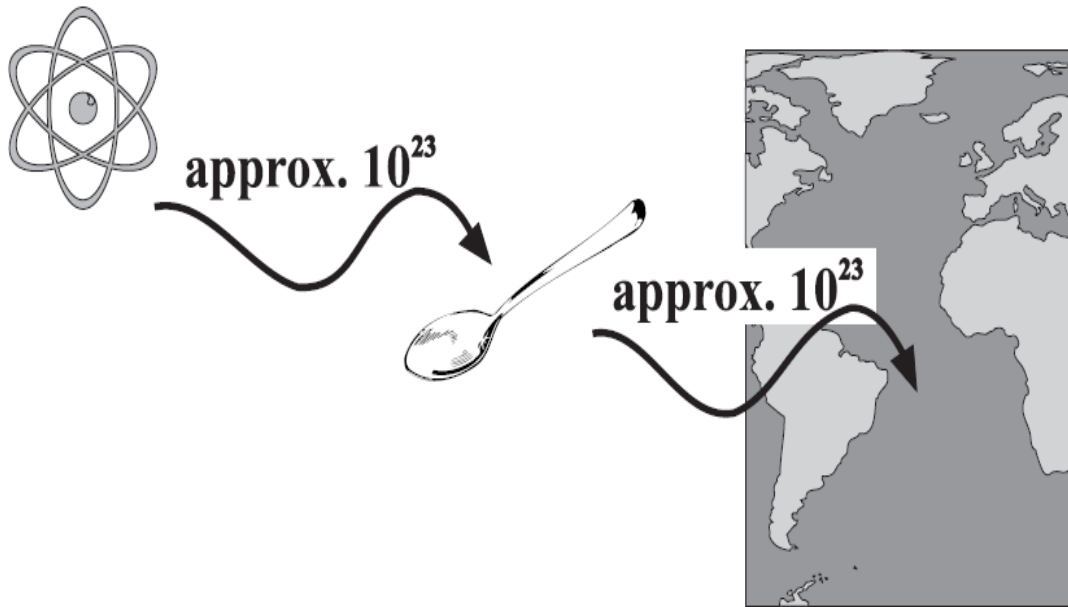
Prótóin agus neodróin laistigh den núcléas

Déanann an núcléas agus na leictreoin atá ag fithisiú adamh

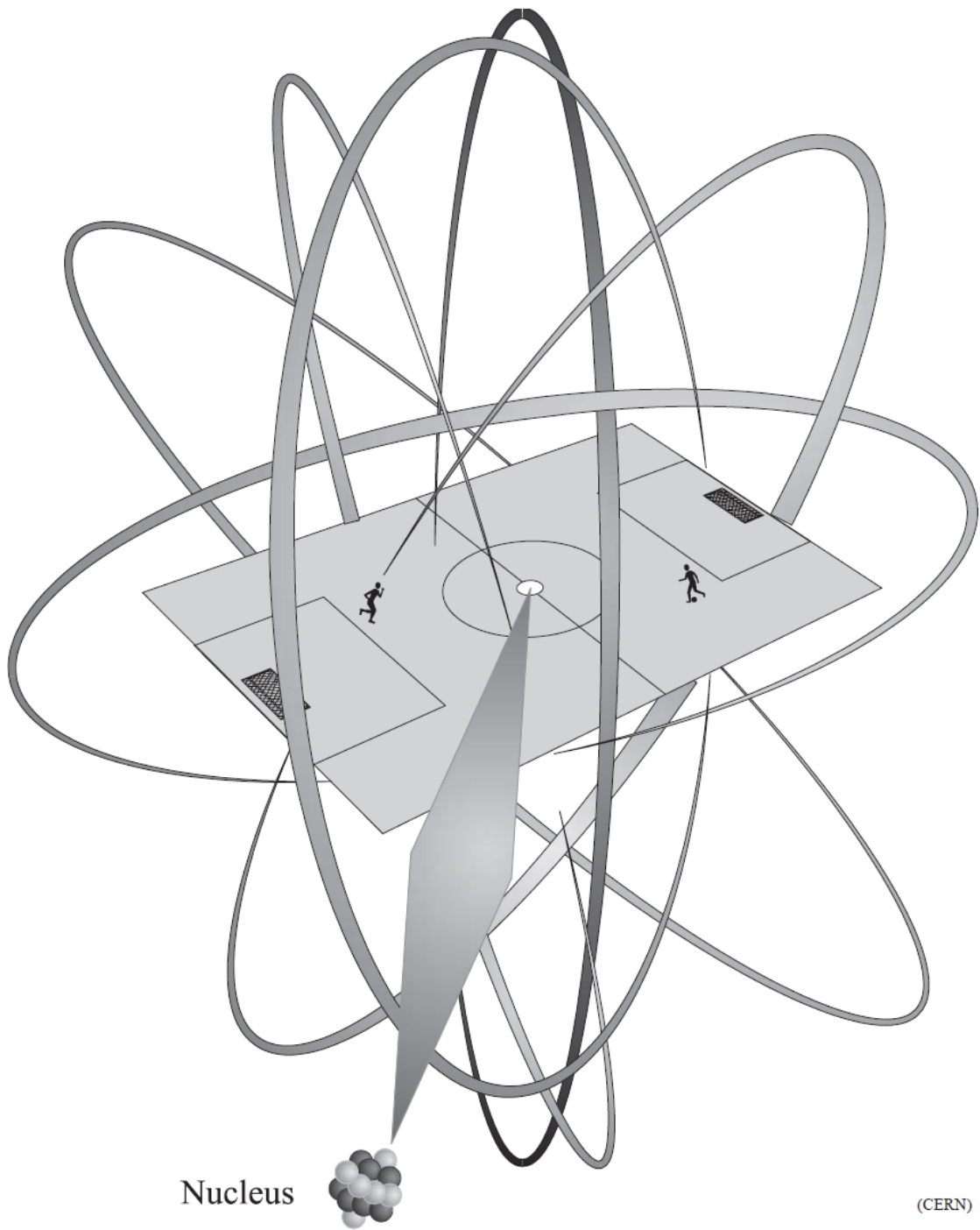
Adaimh i ndamhna



MÉID AN MHÓILÍN

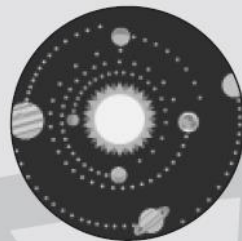
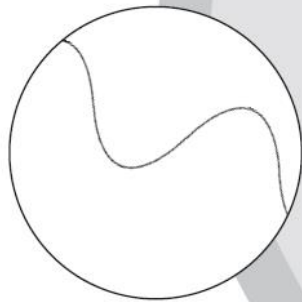
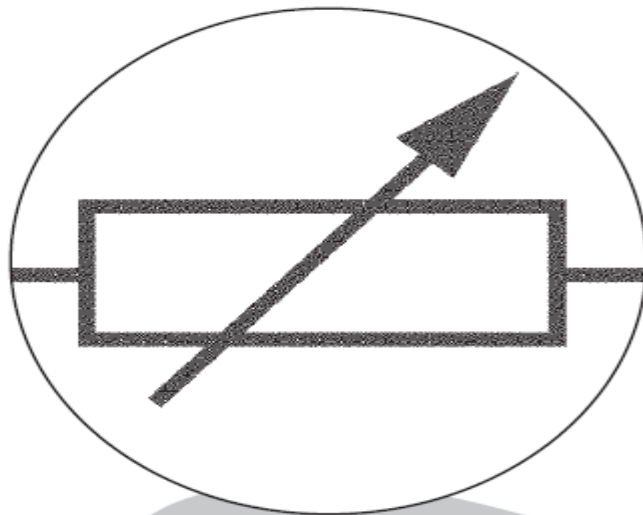


MÉID AN ADAIMH



Rannán a sé obair phraiticiúil agus sábháilteacht

6.1	Réamhrá	63
6.2	Obair phraiticiúil	63
6.3	Nótaí ar thurgnaimh roghnaithe	63
6.4	Earráidí agus a gcuid ionramhála in obair phraiticiúil na ndaltaí	65
6.5	Eagrúchán agus cothabháil na saotharlainne	65
6.6	Sábháilteacht	67



6.1 RÉAMHRÁ

Clúdaíonn an téarma “obair phraiticiúil” gach taispeántas múinteora, gach turgnamh daltaí, agus aon imscrúdú a fhéadfar a dhéanamh i saotharlann eolaíochta scoile. Ní fhéadtar é seo a tharlú ach amháin i saotharlann atá dea-eagraithe agus atá reáchtáilte go sábháilte. Déantar léirmheas ar an obair phraiticiúil a éilíonn an siollabas. Tugtar nótaí ar thurgnaimh roghnaithe. Pléitear ionramháil na n-earráidí. Agus ina dhiaidh sin tá léirmheas gearr ar eagrúchán agus cothabháil na saotharlainne. Faoi dheireadh, pléitear sábháilteacht.

6.2 OBAIR PHRAITICIÚIL

Sonraítear sa siollabas roinnt taispeántas múinteora agus turgnamh daltaí; ba cheart go ndéanfaí iad. Moltar sa siollabas freisin, cibé áit a bhféadtar, gur cheart go n-úsáidfí obair bhreise phraiticiúil i dteagasc na fisice. Is faoin múinteoir cinneadh a dhéanamh ar thairseach na dturgnamh den sórt sin. Féadann obair phraiticiúil daltaí a éascú maidir leis na coincheapa atá i gceist a fhorbairt agus a thuiscint. Is inghlactha atá aon mhodh oiriúnach agus sábháilte le haghaidh turgnaimh. Tá na hirisleabhair a luaitear i rannán 7 ina bhfoinse úsáideach smaointe le haghaidh turgnamh, taispeántas agus tionscadal.

6.2.1 OBAIR PHRAITICIÚIL NA NDALTAÍ

Tá na turgnaimh dhaltaí atá ag teastáil tábhachtach sa mhéid is go bhforbraíonn siad na scileanna praiticiúla a bhaineann le trealamh a bhunú agus a choigeartú agus le tomhais a ghlacadh. Tá na turgnaimh atá ag teastáil liostaithe ag deireadh an rannáin chuí den siollabas. Ní mór do na daltaí na turgnaimh seo a chomhlánú agus a thairseach. Is inghlactha atá aon mhodh oiriúnach agus sábháilte.

6.3 NÓTAÍ AR THURGNAIMH ROGHNAITHE

Seo a leanas na turgnaimh a leasaíodh.

Meicnic 2. Chun $a \times F$ a léiriú.

Meicnic 6. Imscrúdú ar dhlíthe na cothromaíochta maidir le sraith d’fhórsaí comhphlánacha.

Meicnic 7. Imscrúdú ar an ngaol idir tréimhse agus fad le haghaidh luascadán simplí agus, dá bhrí sin, ríomhaireacht an g . (an tArdleibhéal amháin.)

Teas 1. Cuar calabraithe an teirmiméadair trí theirmiméadar mearcair saotharlainne a úsáid mar chaighdeán.

Leictreachas 5. Chun imscrúdú a dhéanamh ar athrú an tsrutha (I) leis an dp (V) do

(a) seoltóir miotalach

(b) bolgán filiméid

- (c) tuaslagáin sulfáit chopair agus leictreoidí copair
- (d) dé-óid leathsheoltóra.

I roinnt cásanna is é an t-athrú atá i gceist ná líon na n-athróg atá le tomhas a laghdú. Do dhara dlí Newton (Meicnic 2), níl inscrúdú ar an dóigh a n-athraíonn an luasghéarú de réir maise fós ag teastáil. Is leor an gaol idir luasghéarú an cuhspora agus an fórsa atá i bhfeidhm a bhunú.

Do Mheicnic 6, tá an turgnamh leathnaithe ó phrionsabal na móimintí chuig na coinníollacha i gcomhair na cothromaíochta. Fágann sé seo go gcaithfear na fórsaí a théann i bhfeidhm ar aon chóras, chomh maith leis na móimintí timpeall aise a mheas. Féadtar na fórsaí seo a thomhas trí mheátáin niútain a úsáid.

I Meicnic 7, aistrítear an bhéim ó úsáid a bhaint as an luascadán simplí chun g a thomhas, chuig an ngaol idir an fad agus an t-am tréimhsiúil a bhunú. Fágann sé seo gur cheart go ndéanfadh daltaí anailís ar na sonraí a fhaightear ó fhad an luascadáin shimplí a athrú agus ón am tréimhsiúil a thomhas. D'fhéadfaí na sonraí seo a bhreacadh ar ghraf agus plé a dhéanamh ar an gcuar a fuarthas. D'fhéadfaí an graf um T^2 i gcoinne l a bhreacadh ina dhiaidh sin. Féadtar luach an g a fháil ón bhfána ar an ngraf.

I dTeas 1, breactar cuair calabraithe an teirmiméadair. Breactar an luach atá ar airí teirmiméadrach thar raon teochta, mar a thomhaistear é ar theirmiméadar mearcair saotharlainne, i gcoinne teochta. Féadtar é seo a dhéanamh do roinnt airíonna teirmiméadracha, mar atá leagtha amach sa siollabas.

I Leictreachas 5 is é an smaoineamh lárnach na pátrúin a léirítear sna graif $I - V$ do na heilimintí éagsúla ciorcaid. Tá na ciorcaid a úsáidtear den chineál céanna, ach go fóill féin, tá a ghraf shainiúil féin ag gach eilimint ciorcaid. Is suntasach ansin atá dlí Ohm, mar chás ar leith do sheoltóirí miotalacha ag teocht thairiseach.

NÓTAÍ BREISE

Sa turgnamh chun dlí Joule a fhíorú (Leictreachas 1), tá sé tábhachtach, go háirithe ag an Ardleibhéal, go dtuigfidh daltaí an dóigh a bhfíoraíonn an graf dronlíneach um $\Delta\theta$ i gcoinne I^2 an dlí. Féadtar an gaol idir an t-athrú ar theocht an uisce agus an fuinneamh teasa a sholáthraítear a léiriú mar a leanas:

fuinneamh teasa a fhaigheann uisce = fuinneamh teasa a sholáthraítear

$$mc\Delta\theta = I^2 Rt$$

Más rud é gur tairiseach atá mais an uisce, friotaíocht na heiliminte téimh agus an t-am dá dtéitear an t-uisce,

$$\Delta\theta \propto I^2$$

Sna turgnaimh a bhaineann le tomhas na friotaíochta (Leictreachas 2, 3, 4), táthar ag súil go n-úsáidfear óm-mhéadar ag an nGnáthleibhéal agus go n-úsáidfear óm-mhéadar agus droichead méadair ag an Ardleibhéal. Ní mór do dhaltaí an Ardleibhéil tuiscint a bheith acu ar leibhéil éagsúla an bheachtais a sholáthraíonn an dá ionstraim.

6.4 EARRÁIDÍ AGUS A GCUID IONRAMHÁLA IN OBAIR PHRAITICIÚIL NA NDALTAÍ

Éilítear ar na daltaí tuiscint a bheith acu ar na hearráidí atá de dhlúth agus d'inneach in obair phraiticiúil agus ar na réamhchúraimí ba cheart go nglacfaí chun earráidí den sórt sin a laghdú. Níl aon ionramháil chainníochtúil earráidí ag teastáil.

Tá cuid mhór cúiseanna earráide i dturgnaimh na fisice: earráidí uirlise, amhail earráid nialais ar scríúthomhsaire micriméadair nó méadair; earráidí coigeartaithe, amhail speictriméadar atá coigeartaithe go mícheart; agus earráid bhreathnaithe.

Ní mór do dhaltaí an difríocht agus na réamhchúraimí cuí atá le glacadh chun iad a laghdú a thuiscint. Ba cheart go dtuigfeadh daltaí go bhfuil leibhéal áirithe earráide ag tomhas, agus d'fhéadfaí coincheap na hearráide céatadáin a lua, cé nach bhfuil ríomhaireacht ag teastáil. Ba cheart go dtuigfeadh daltaí go bhféadfaidh an luach tomhaiste bheith éagsúil le luach glactha na cainníochta.

6.5 EAGRÚCHÁN AGUS COTHABHÁIL NA SAOTHARLAINNE

Ba cheart go bhféadtar na turgnaimh a éilíonn an siollabas agus aon obair eile phraiticiúil a dhéanamh ar bhealach sábháilte sa saotharlann. Tá sé tábhachtach a thabhairt faoi deara go bhfuil an trealamh saotharlainne atá ag teastáil sa siollabas athbhreithnithe cosúil leis an trealamh atá ag teastáil sa siollabas roimhe sin, seachas an gá atá ann anois le rochtain ar ríomhaire, le fístaifeadán agus le teilifíseán. Is cuid an-tábhachtach den saotharlann fisice í catalóg an trealaimh atá ar fáil. Tá sé tábhachtach go ndéantar cothabháil rialta ar an trealamh saotharlainne agus go bhfuil an trealamh stóráilte go sábháilte nuair nach bhfuil sé in úsáid.

Féadfar deisiúcháin shimplí a dhéanamh trí theacht ar bhunfoireann uirlisí. I measc na nithe a fhéadfaidh bheith le fáil i bhfoireann oiriúnach uirlisí, tá:

Scríúirí - éagsúla

Pastástálaí

Scamhairí sreinge

Iarann sádrála agus sádar

Gearrthóirí sreinge

Greamaire

Líomháin

6.5.1 TREALAMH

Tá cuid mhór bealaí chun na turgnaimh do dhaltaí agus na taispeántais do mhúinteoirí atá tugtha sa siollabas a dhéanamh. Seo a leanas liosta gearr de threalamh úsáideach.

Soláthar cumhachta, 0–20 V nó soláthar S.D. saotharlainne

Ascalascóp ga-chatóideach

Gineadóir comhartha

Amadóir teilitéipe agus tralaithe dinimice agus/nó aerchonair líneach

Tonnumar

Trealamh micreathonna

Boscaí gathanna

Trealamh taispeántais solais

Léasar

Sonaiméadar

Speictriméadar

Feadáin speictrim

Gineadóir Van de Graaff

Giúlmhéadar

Ilmhéadair

Droichead méadair

Trealamh leictreonaice

Méadair thaispeántais

Corna ionduchtúcháin

Trealamh claochladáin

Feadáin sraonta ga-chatóideacha

Soláthar an FAT

Áiritheoir Geiger

Féadfar liosta de threalamh atá molta do shiollabas fisice na hArdteistiméireachta a fháil ó Aonad Tógála Iar-bhunoideachas na Roinne Oideachais agus Eolaíochta ar an Tulach Mhór. Féadfar liosta de threalamh a fháil ó Chumann Múinteoirí Eolaíochta na hÉireann freisin.

6.6 SÁBHÁILTEACHT

Baineann prionsabail ghinearálta na hoibre sábháilte saotharlainne le fisic na hArdteistiméireachta. Ba cheart go leagfaí amach sa ráiteas sábháilteachta scoile, mar a éilítear faoin Acht um Shábháilteacht, Sláinte agus Leas ag an Obair (1989) na prionsabail atá i gceist. Ba cheart go dtarraingeofaí sraith rialacha sábháilteachta sa scoil, agus go dtaispeánfaí i ngach saotharlann iad, agus go dtabharfaí cóip do gach dalta gach bliain. Ba cheart go mbeadh éadaí cuí cosanta agus trealamh ar fáil agus go n-úsáidfí mar is gá iad.

Ba cheart go mbeadh an tsaotharlann fisice feistithe chun déileáil le guaiseacha féideartha amhail dóiteán, sceitheadh gáis agus turraing leictreach. Ba cheart go soláthrófaí lasca áisiúla leithlise le haghaidh gáis agus leictreachais. Ní mór go mbeidh trealamh garchabhrach ar fáil agus ní mór go mbeidh rochtain ar áiseanna níocháin. Ba cheart go mbeadh daltaí ar an eolas faoi na nósanna cuí imeachta a bheidh le leanúint i gcás dóiteán nó guais eile. Ba cheart go nglacfadh siad réamhchúraimí cuí agus iad ag baint úsáide as leictreachas, as radaíocht ianúcháin, agus as léasair. Is thar raon feidhme an doiciméid seo atá na réamhchúraimí mionsonraithe sábháilteachta atá ag teastáil le haghaidh úsáid an trealamh den sórt sin ach ba cheart go gcinnteodh múinteoirí go bhfuil tuiscint shoiléir acu ar na saincheistanna sábháilteachta lena mbaineann. Tá liosta tagairtí tugtha thíos.

6.6.1 ÚSÁID SHÁBHÁILTE NA RÁDAÍOCHTA IANÚCHÁIN

Tá gá le húsáid chúramach na bhfoinsí radaíochta ianúcháin. Tá gá freisin le bheith ar an eolas faoi cén uair a fhéadfaidh trealamh radaíocht ianúcháin a tháirgeadh. Tabhair aird ar na treoirlínte atá eisithe ag an Institiúid Éireannach um Chosaint Raideolaíoch.

6.6.2 SÁBHÁILTEACHT LÉASAR

Is acmhainní úsáideacha iad léasair i dteagasc na dtonnta agus an tsolais. Mar sin féin, tá guaiseacha a bhaineann lena n-úsáid. Go háirithe, tá gá le bheith cúramach le frithchaitheamh spéaclach.

6.6.3 TAGAIRTÍ

Everett, K. and Jenkins, E.W.

A Safety Handbook for Science Teachers, 4ú heagrán.
Londain: John Murray (Foilsitheoirí) Ltd., 1991.

Association for Science Education
Safety in the Lab. Hatfield: ASE, 1990.

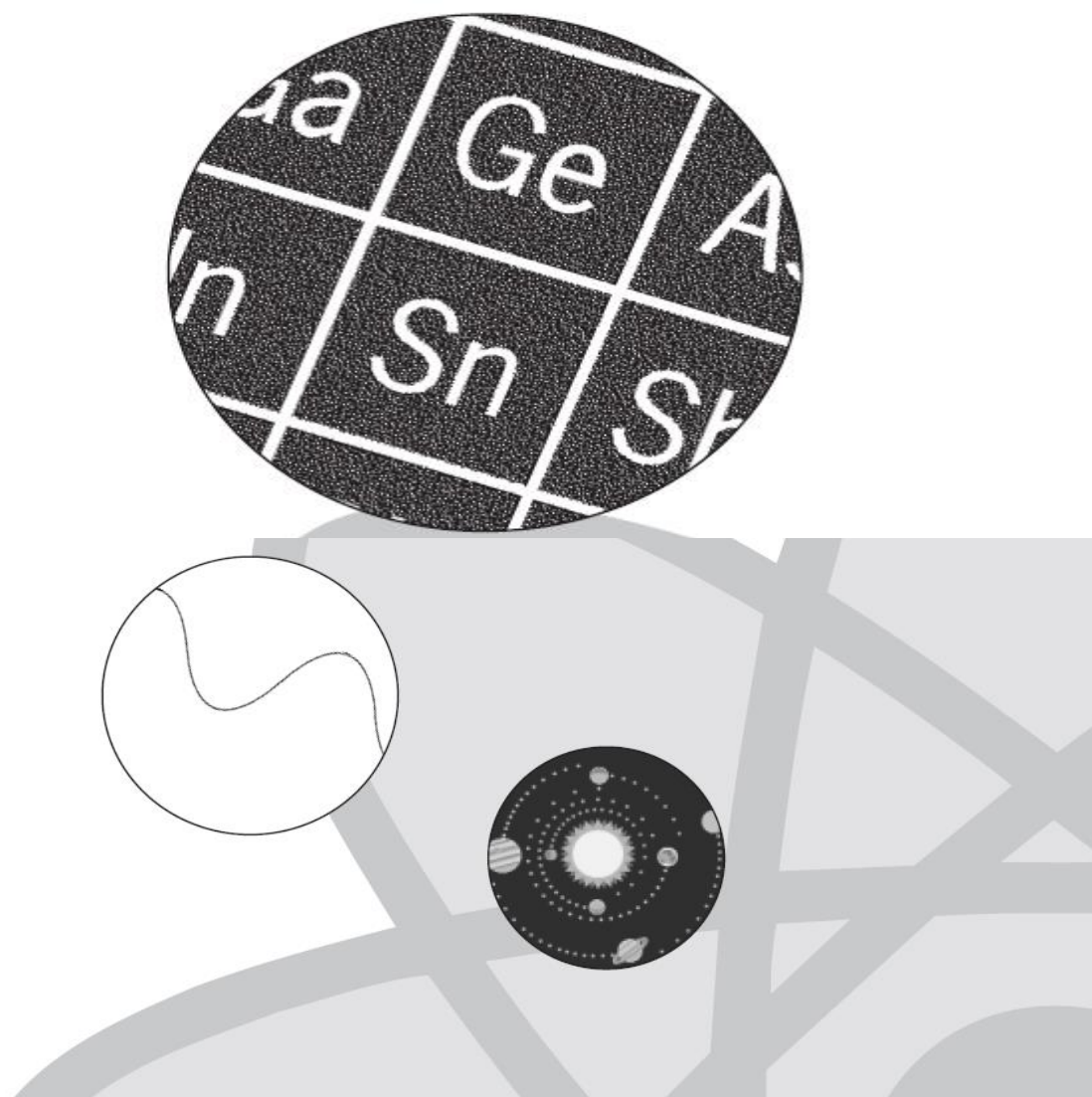
Association for Science Education
Safeguards in the School Laboratory.
Hatfield: ASE, 1996.

An Roinn Oideachais

Sábháilteacht san Eolaíocht Scoile.
Sábháilteacht sa tSaotharlann Scoile: Diúscairt Ceimiceán.
Baile Átha Cliath: An Roinn Oideachais, 1996.

Rannán a seacht acmhainní

7.1	Réamhrá	70
7.2	Ag fáil agus ag meas acmhainní	70
7.3	Teicneolaíocht faisnéise agus cumarsáide	70
7.4	Irisí agus irisleabhair	72
7.5	Leabhair	73
7.6	Téacsleabhair	76
7.7	Teagasc na fisice	77
7.8	Físeáin	78
7.9	Seoltaí úsáideacha	78
7.10	An tSeirbhís tacaíochta Fisice	81



7.1 RÉAMHRÁ

Úsáidtear an téarma “acmhainní” anseo chun gach rud a thacaíonn le teagasc na fisice, seachas trealamh saotharlainne, a chlúdach. Tá cuid mhór acmhainní ar fáil do theagasc na fisice ag leibhéal na hArdteistiméireachta. Moltar sa rannán seo an dóigh a bhféadfar teacht ar na hacmhainní seo agus a bhféadfar na hacmhainní a mheas. Meastar go hachomair úsáid na teicneolaíochta faisnéise agus cumarsáide i dteagasc na fisice. Ina dhiaidh sin, tugtar liosta d’irisí agus d’irisleabhair, d’fhíseáin, de bhogearraí agus de sheoltaí úsáideacha, rudaí a thacóidh le teagasc an tsíollabais. Ní uileghabhálach atá na liostaí seo. Beidh roinnt de na hábhair oiriúnach do mhúinteoirí; beidh na hábhair eile oiriúnach d’úsáid leis na daltaí.

7.2 AG FÁIL AGUS AG MEAS ACMHAINNÍ

Féadtar acmhainní a fháil ar roinnt bealaí trí irisleabhair Chumann Múinteoirí Eolaíochta na hÉireann, an Chumann um Oideachas Eolaíochta, agus Institiúid na Fisice. Déanann na hirisleabhair seo léirmheasanna ar leabhair, ar phóstaeir, ar fhíseáin, agus ar bhogearraí. Cuimsíonn siad ar fad ailt ábhartha ar ghnéithe éagsúla den fhisic nó den eolaíocht agus is foinse den scoth smaointe iad. Mar a bhí molta i rannán 2, is foinse luachmhar smaointe iad nuachtáin agus irisí. Tá laethanta speisialta le haghaidh oideachais, nó eolaíochta, ag nuachtáin ar nós an *Irish Times* agus an *Guardian*, agus féadfaidh siad ailt a bhaineann leis an síollabas a chuimsiú. Is foinsí oiriúnacha iad cláir theilifíse agus raidió, idir chláir scoileanna agus cláir shainspéise. Tá acmhainní oideachais ag mórán tionscadal mór agus comhlachtaí poiblí freisin. Tá seoltaí úsáideacha tugtha i rannán 7.9.

Caithfear gach acmhainn a mheas, agus seans go mbeidh gá le roinnt acu a oiriúnú le haghaidh úsáide i gcomhthéacs na hÉireann. Mar shampla, seans go ndéanfar tagairt do voltas na bpríomhlíonraí (luach an fmc) mar 240 V in ábhair ó Shasana, cé gurb é voltas an bpríomhlíonraí (luach an fmc) in Éirinn ná 230 V. Tá sé i gcónaí úsáideach aon acmhainn a athmheas tar éis tréimhse ama chun a chinntiú go bhfuil sí fós úsáideach.

7.3 TEICNEOLAÍOCHT FAISNÉISE AGUS CUMARSÁIDE

Rinneadh iniúchadh ar úsáid na teicneolaíochta faisnéise agus cumarsáide i dteagasc na fisice le blianta fada. Moltar sa síollabas go bhféadfaidh scarbhileoga, logáil sonraí, foghlaim ríomhchuidithe, samhaltú agus ionsamhlú bheith úsáideach i dteagasc na fisice. Féadtar na moltaí seo a ionchorprú de réir a chéile i stór an mhúinteora fisice. I measc úsáidí an TFC eile a fhéadtar a iniúchadh tá dlúthdhioscaí, ríomhphost, agus an t-idirlíon.

7.3.1 AN TEC AGUS AN SEOMRA RANGA FISICE

Is acmhainn luachmhar nua é trealamh logála sonraí sa tsaotharlann fisice. Féadann sé bailiú, taifeadadh agus anailís na sonraí ó réimse leathan turgnamh a éascú. Féadtar úsáid an trealaimh logáil sonraí a leathnú trí ríomhaire a úsáid chun cur i láthair na dtorthaí a fheabhsú. Féadfar próiseálaithe focal a úsáid i nótaí fisice nó i dturgnaimh, agus féadfar scarbhileoga a úsáid chun anailís a dhéanamh ar shonraí

agus chun an patrún a fheiceáil i sraith áirithe sonraí. Féadfar móideimí a úsáid chun cumarsáid a dhéanamh le scoileanna eile agus chun idirghníomhú leo. Féadfaidh samhaltú agus ionsamhluithe bheith úsáideach i gcásanna ina bhfuil na coincheapa atá pléite thar raon feidhme na saotharlainne scoile. Is minic a dhéantar léirmheas ar bhogearraí oideachais sna hirisleabhair atá luaite thíos.

7.3.2 TAGAIRTÍ DON TFC

Tá acmhainní agus láithreáin ghréasáin den scoth ina ndéantar iniúchadh níos mine ar úsáid an TFC i dteagasc na fisice. Tabhair faoi deara go bhfuil na seoltaí gréasáin atá tugtha ceart ag an am priontála, ach d'fhéadfaí iad a athrú gan fógra. Folaítear leabhair agus ailt sna tagairtí.

Cumann Oideachais Eolaíochta

School Science Review – Theme Issue on ICT and Science Education
Iml. 79, Uimh. 287, Nollaig 1997.

Frost, Roger

The IT in Secondary Science Book Londain: IT in Science, 1994.

Frost, Roger

The IT in Science of Datalogging and Control Londain: IT in Science, 1995.

The Chalkface Project

Applying IT to Science
Milton Keynes: The Chalkface Project, 1997.

7.3.3 LÁITHREÁIN GHRÉASÁIN

Eagraíocht	Seoladh	Tuairim
Cumann Oideachais Eolaíochta (COE)	www.ase.org.uk	Acmhainní den scoth d'oideachas eolaíochta
Eric Clearinghouse for Science, Maths and Environmental Education	www.ericse.org	Acmhainní den scoth do straitéisí teagaisc san eolaíocht
Institiúid na Fisice	www.iop.org www.tcd.ie/iop	Acmhainní fisice den scoth
Internet for Girls: Worldwide resources list	www.sdsc.edu/~woodk-a/resources.html	Acmhainní eolaíochta agus teicneolaíochta do dhaltaí, do thuismitheoirí agus do mhúinteoirí

Particle Physics	hepweb.rl.ac.uk/ppUK	Láithreán den scoth d'fhisic cháithníní
ScoilNet	www.scoilnet.ie	Láithreán do scoileanna na hÉireann
The Physics Guide	members.tripod.co.uk/Physics/index.html	Láithreán iontach do naisc fisice, curtha ar bun ag múinteoir fisice
American Association of Physics Teachers (AAPT) Physical Science Resource Centre	www.psrc-online.org	Láithreán atá dea-churtha i láthair agus ag a bhfuil cuid mhór acmhainní agus nasc do mhúinteoirí fisice
Science, Technology and Innovation Awareness Program	www.science.ie	Eolas ar naisc eolaíocht-ghaolmhara agus úsáideacha

7.4 IRISÍ AGUS IRISLEABHAIR

SCIENCE

Seo irisleabhar de chuid Mhúinteoirí Eolaíochta na hÉireann. Is éard atá ann ailt atá de spéis ghinearálta le haghaidh múinteoirí eolaíochta agus léirmheasanna ar leabhair, físeáin agus acmhainní eile do theagasc na heolaíochta i scoileanna. Foilsítear trí huairé in aghaidh na bliana é agus tá sé saor in aisce do bhaill.

SCHOOL SCIENCE REVIEW

Seo irisleabhar an Chumainn Oideachais Eolaíochta sa Ríocht Aontaithe. Tá sé cosúil le SCIENCE agus saor in aisce do bhaill den COE. Tá cóipeanna ar fáil i bhformhór na leabharlann ollscoile. Foilsítear ceithre huairé in aghaidh na bliana é.

PHYSICS EDUCATION

Seo irisleabhar oideachais Institiúid na Fisice agus tá sé saor in aisce do gach scoil atá cleamhnaithe. Foilsítear sé huairé in aghaidh na bliana é.

PHYSICS REVIEW

Foilsíonn Phillip Allan Publishers é seo agus tá sé dírithe ar dhaltaí an Ardleibhéil. Tá sé ar fáil ó na foilsitheoirí trí shíntiús amháin. Is minic a bhíonn na hailt an-úsáideach.

AN tEOLAÍ

Seo nuachtlitir eolaíochta atá ar fáil saor in aisce i ngach iar-bhunscoil. Aistriúcháin ar ailt ar an eolaíocht ó fhoinsí ar fud an domhain.

TECHNOLOGY IRELAND

Seo iris an phobail eolaíochta agus teicneolaíochta in Éirinn. Foilsíonn Enterprise Ireland sé huairde na bliana í agus tá ailt de spéis ghinearálta eolaíochta agus teicneolaíochta inti.

NEW SCIENTIST

Seo iris an phobail eolaíochta sa Ríocht Aontaithe agus is acmhainn den scoth í chun coinneáil cothrom le dáta san oideachas. Foilsítear ar bhonn seachtainiúil í.

7.5 LEABHAIR

Is éard atá sa liosta seo roinnt moltaí a d'fhéadfadh bheith úsáideach sna comhpháirteanna is úire den siollabas. Tá siad rangaithe de réir an ETS, fhisic na gcáithníní, agus léitheoireachta cúlra.

7.5.1 EOLAÍOCHT, TEICNEOLAÍOCHT AGUS AN tSOCHAÍ

Andrews, David

Science, Technology and Society

Cheltenham: Stanley Thornes (Foilsitheoirí) Ltd., 1992.

ASE

SATIS 16 – 19

Hatfield: Association for Science Education, 1992

ASE

Beyond the Visible: One hundred years of X-rays

Hatfield: Association for Science Education, 1995.

ASE

One hundred years of the electron

Hatfield: Association for Science Education, 1997.

Bloomfield, Louis A.

How Things Work: The Physics of Everyday Life

Nua Eabhrac: John Wiley & Sons, 1997.

Campbell, Peter (eag.)

Shaping the Future 1. Making Physics Connect

Bristol: Institute of Physics Publishing, 1999.

Jos Draijer agus John Lakey

Radiation and Radiation Protection. A Course for Primary and Secondary Schools

An Bhruiséal: Coimisiún na gComhphobal Eorpach, 1994.

Hussey, Matt

Nod don Eolach: Gasaitéar Eolaíochta

Baile Átha Cliath: An Gúm, 1999.

O'Dea, John

Exposure: Living with Radiation in Ireland
Baile Átha Cliath: Foilsitheoireacht thuairisceoirí na hÉireann, 1997.

Sang, David, Sutcliffe, Jill and Whitehouse, Mary
Henri Becquerel and radioactivity
Hatfield: Association for Science Education, 1997.

Walker, Jearl
The Flying Circus of Physics with Answers
Londain: John Wiley & Sons, 1977.

Williams, Susan
Advanced Questions on Everyday Physics
Walton-on Thames: Nelson Blackie, 1993.

7.5.2 FISIC CHÁITHNÍNÍ

Boixader, Georges agus Southworth, Brian
The World of Particles
An Ghinéiv: EETN, 1991.
How energy becomes matter—A first look at the world of particles
An Ghinéiv: EETN, 1986.

An Ollscoil Oscailte
S102: A Science Foundation Course, Unit 32 The search for fundamental particles
Milton Keynes: An Ollscoil Oscailte, 1989.

Institiúid na Fisice
Particle Physics Project
Londain: IF, 1992.

An Chomhairle um Thaighde Eolaíochta & Innealtóireachta
Big Bang Science, exploring the origins of the universe
Londain: CTEI, 1989.

7.5.3 SÁBHÁILTEACHT

Everett, K. agus Jenkins, E.W.
A Safety Handbook for Science Teachers (4ú heagrán).
Londain: John Murray (Foilsitheoirí) Ltd., 1991.

COE
Safety in the Lab
Hatfield: Association for Science Education, 1990.

COE
Safeguards in the School Laboratory.
Hatfield: Association for Science Education, 1996.

An Roinn Oideachais

Sábháilteacht san Eolaíocht Scoile

Sábháilteacht sa tSaotharlann Scoil: Diúscairt Ceimiceán

Baile Átha Cliath: An Roinn Oideachais, 1996.

7.5.4

LÉAMH CÚLRA

Bronowski, J.

The Common Sense of Science

Londain: Pelican Books, 1960.

Carey, John (eag.)

The Faber Book of Science

Londain: Faber and Faber, 1995.

Coleman, James A.

Relativity for the Layman.

Londain: Penguin, 1974.

Dixon, Bernard (eag.)

From Creation to Chaos

Londain: Basil Blackwell, 1989.

Feynmann, Richard

Surely You're Joking Mr. Feynmann

Londain: Unwin, 1986.

Feynmann, Richard

What do you care what other people think?

Londain: Unwin, 1988.

Feynmann, Richard

Six Easy Pieces

Wokingham: Addison Wesley, 1995.

Garvin, W. agus O'Rawe, D.

Northern Ireland Scientists and Inventors

Béal Feirste: The Blackstaff Press, 1993.

Lightman, Alan

Dance for two. Selected essays

Londain: Bloomsbury, 1996.

Maury, Jean-Paul

Newton. Understanding the Cosmos.

Londain: Thames and Hudson, 1992.

McWilliams, Brendan

Weather Eye

Baile Átha Cliath: The Lilliput Press, 1994.

Mollan, C., Davis, W. agus Finucane, B.
Some People and Places in Irish Science and Technology
Baile Átha Cliath: Acadamh Ríoga na hÉireann, 1985.

Stannard, Russell
Uncle Albert and the Quantum Quest
Londain: Faber and Faber, 1994.

7.6 TÉACSLEABHAIR

Seo a leanas roghnú téacsleabhar, seachas téacsleabhair ó Éirinn, go bhféadfaidh múinteoirí a mheas a bheith úsáideach. Níl sé i gceist go mbeidh sé uileghabhálach. Tá sraith téacsleabhar, mar shampla sraith 16-19 Bath, Learning in Physics Project atá tacaíte ag an SLIPP, Salters' Horners' Advanced Physics agus Advancing Physics ag Institute of Physics.

ASE
Signs, Symbols and Systematics
The ASE Companion to 5-16 Science
Hatfield: Association for Science Education, 1995.

Bush, Dave agus Drumgoole, Bob
Access to Advanced Level Physics Second Edition
Cheltenham: Stanley Thornes (Foilsitheoirí) Ltd., 1996.

Chapple, Michael
The Complete A-Z Physics Handbook
Londain: Hodder & Stoughton, 1997.

Duncan, Tom
Advanced Physics Fifth Edition
Londain: John Murray, 2000.

Fullick, Patrick
Physics
Oxford: Heinemann Educational Publishers, 1994.

Ireson, Gren
Physics through investigation
Londain: Hodder & Stoughton, 1998.

Johnson, K.
Physics for You National Curriculum Edition for GCSE
Cheltenham: Stanley Thornes(Foilsitheoirí) Ltd., 1991.

Lambert, Andrew.
Maths for Advanced Physics.
Walton-on-Thames: Nelson, 1993.

Nelkon, M. and Parker, P.

Advanced Level Physics
Londain: Heinemann Educational Books, 1977.

Jardine, Jim (eag.)
Physics through Applications
Oxford: Oxford University Press, 1989.

7.7 TEAGASC NA FISICE

Seo a leanas roghnú leabhar ar theagasc na fisice agus na heolaíochta. Tá sé ceaptha le bheith ina threoir do mhúinteoirí.

Centre for Science Education, Sheffield City Polytechnic.
Active Teaching and Learning Approaches in Science
Londain: Collins Educational, 1992.

Carson, Simon (ed.)
Shaping the Future 2. Physics in a Mathematical Mood
Bristol: Institute of Physics Publishing, 1999.

Fullick, Patrick agus Ratcliffe, Mary (eds.)
Teaching Ethical Aspects of Science
Southampton: The Bassett Press, 1996.

Gibbs, Keith
The Resourceful Physics Teacher
Bristol: Institute of Physics Publishing, 1999.

Institute of Physics Education
Girls and Science—A Better Deal
A Resource Pack for Science Teachers
Londain: Institute of Physics, 1986.

Jerram, Ann
Teaching Physics to KS4
Londain: Hodder & Stoughton, 1999.

Millar, R. agus Osborne J.
Beyond 2000: Science Education for the Future
Londain: Kings' College School of Education, 1998.

Osborne, Jonathan agus Freeman, John
Teaching Physics: a guide for the non-specialist
Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

Parkinson, John
The Effective Teaching of Secondary Science
Harlow: Longman Group Plc, 1994.

Ratcliffe, Mary (eag.)
ASE Guide to Secondary Science Education
Hatfield: Association for Science Education, 1998.

Sang, David (eag.)

Teaching Secondary Physics

Hatfield: Association for Science Education, 2000.

Solomon, Joan

Teaching Science, Technology and Society

Buckingham: Open University Press, 1993.

7.8 FÍSEÁIN

Tá físeáin a thacaíonn le teagasc fisice na hArdteistiméireachta. Ní mór athbhreithniú a dhéanamh orthu ar fad sula n-úsáidfear iad le rang. Tá nótaí do mhúinteoirí ag gabháil le roinnt acu. Tá cuid mhór acu ar fad tríd an tseirbhís iasachta físeán. Tá breis sonraí ar fáil ar láithreán gréasáin Institiúid na Fisice (brainse in Éirinn).

7.9 SEOLTAÍ ÚSÁIDEACHA

Cumann Múinteoirí Eolaíochta na hÉireann

Ionad Oideachais na Carraige Duibhe

Ascaill na Cille

Dún Laoghaire

Co. Bhaile Átha Cliath

Is é an CMEÉ an cumann gairmiúil do mhúinteoirí Eolaíochta in Éirinn. Foilsíonn sé SCIENCE, agus tá ionadaithe aige ar gach coiste cúrsa eolaíochta de chuid an CMCM ag leibhéal an timthrialla shóisearaigh agus shinsearaigh, agus tionólan sé cruinniú bliantúil in earrach na bliana gach bliain.

Fiontraíocht Éireann

Glas Naíon

Baile Átha Cliath 9

Fón: (01) 8370101

Is í Fiontraíocht Éireann an ghníomhaireacht stáit le haghaidh eolaíochta agus teicneolaíochta.

Understanding Electricity

Millbank

Londain SW1P 4RD

Sasana

Understanding Electricity

PO Box 44

Wetherby

West Yorkshire LS23 7ES

Sasana

Ag Tuiscint an Leictreachais an BSL

Oifigeach Caidrimh Phoiblí

An BSL

Sráid Mhic Liam Íochtarach

Baile Átha Cliath 2

Láithreán Gréasáin: www.esb.ie

Is é Ag Tuiscint an Leictreachais seirbhís oideachais thionscal an tsoláthair leictreachais. Tá cuid mhór póstaer maith, srl, a bhíonn saor in aisce go minic. Tá catalóg ar fáil i bhformhór na scoileanna.

Institiúid Éireannach um Chosaint Raideolaíoch

3 Cearnóg Chluain Sceach

Baile Átha Cliath 14

Láithreán Gréasáin: www.rpii.ie

Ionad Náisiúnta don Teicneolaíocht san Oideachas

Ollscoil Chathair Bhaile Átha Cliath

Glas Naíon

Baile Átha Cliath 9

Fón: (01) 7048200

Láithreán Gréasáin: www.ncte.ie

Bunaíodh an INTO sa bhliain 1998 mar chuid den tionscnamh IT 2000 chun úsáid an TF i scoileanna a fhorbairt. Mar chuid d'obair an INTO cuireadh an láithreán gréasáin ScoilNet ar bun. I measc tionscadal eile, tá iniúchadh ar úsáid na logála sonraí sa seomra ranga eolaíochta.

An tÚdarás Sláinte agus Sábháilteachta

10 Plás Uí Ógáin

Baile Átha Cliath 2

Láithreán Gréasáin: www.hsa.ie

Mná sa Teicneolaíocht agus san Eolaíocht (MTS)

Bosca Poist 3783

Baile Átha Cliath 4

Láithreán Gréasáin: www.witsireland.com

Cuireann an MTS rannpháirtíocht na mban san eolaíocht agus sa teicneolaíocht chun cinn. D'fhoilsigh sé leabhrán eiseamláire do chailíní agus leabhar dar teideal *Stars, Shells and Bluebells* ar bhan-cheannródaithe san eolaíocht agus sa teicneolaíocht

Institute of Physics

76 Portland Place,

Londain W1B 1NT

Sasana
Láithreán Gréasáin: www.iop.org.uk

Tá cuid mhór acmhainní ar fáil ón Institute of Physics, lena n-áirítear sraith den scoth póstaer. Reáchtálann an institiúid scéim chleamhnaithe do scoileanna.

Association for Science Education

College Lane
Hatfield
Herts AL10 9AA
Sasana

Fón: 00 44 1707 283000

Láithreán Gréasáin: www.ase.org.uk

Is é seo an cumann do mhúinteoirí eolaíochta sa Ríocht Aontaithe. Foilsíonn sé *School Science Review* agus tionóllann sé cruinniú bliantúil i mí Eanáir gach bliain.

BNFL Education Unit

Risley
Warrington WA 3 6AS
Sasana

Láithreán Gréasáin: www.bnfl.com

Is é seo an tAonad Oideachais de chuid Bhreoslaí Núicléacha na Breataine agus tá roinnt acmhainní aige atá ar fáil do scoileanna, agus tá cuid mhór acu saor in aisce.

NRPB

Chilton
Didcot
Oxfordshire OX11 0RQ
Láithreán Gréasáin: www.nrpb.org.uk

Is é seo an Bord um Chosaint Raideolaíoch don Ríocht Aontaithe. Tá pacáiste eolais do scoileanna aige, rud ina bhfuil cairt bhalla bileoga agus bileoga oibre ar an radaíocht agus ar chosaint radaíochta. Tá an pacáiste ar fáil ar chostas do scoileanna.

CLEAPSS School Science Service

Brunel University
Uxbridge UB8 3PH
Sasana
Láithreán Gréasáin: www.cleapss.org.uk

Reáchtálann an CLEAPSS seirbhís eolaíochta do scoileanna sa Ríocht Aontaithe agus déanann sé sainfeidhmiú ar fhaisnéis ar chothabháil, ar dheisiú agus ar úsáid sábháilte trealamh eolaíochta. Tá ballraíocht don CLEAPSS ar fáil do scoileanna na hÉireann.

PPARC

Particle Physics and Astronomy Research Council

Polaris House
North Star Avenue
Swindon
Wiltshire SN2 1SZ
Fón: 00 44 1793 442000
Láithreán Gréasáin: www.pparc.ac.uk

Foilsíonn an chomhairle ábhar ar fhisic cháithníní.

Classroom Video 1992

Láithreán Gréasáin: www.classroomvideo.com.uk

Philip Allan Publishers

Láithreán Gréasáin: www.philipallan.co.uk

AVP

Láithreán Gréasáin: www.avp.co.uk

Viewtech Film & Video

Láithreán Gréasáin: www.viewtech.co.uk

Tá catalóg eolaíochta ag an gcomhlacht seo, agus d'fhéadfadh roinnt de na físeáin bheith oiriúnach.

7.10 AN tSEIRBHÍS TACAÍOCHTA FISICE

Soláthraíonn an tSeirbhís Tacaíochta Fisice, a bunaíodh faoi thionscnamh na nEolaíochtaí Fisiciúla de chuid na Roinne Oideachais agus Eolaíochta, tacaíocht do chur i bhfeidhm shiollabas athleasaithe Fisice na hArdteistiméireachta. Tá riarachán agus eagrú na seirbhísí tacaíochta arna óstáil ag Ionad Oideachais Luimnigh. Soláthraíonn foireann oiliúnoirí, faoi Chomhordaitheoir Náisiúnta, oiliúint inseirbhíse agus tacaíocht do mhúinteoirí fisice trí chnuaschruinnithe, trí cheardlanna, trí chuartheanna ar scoileanna agus trí ullmhú na n-ábhar acmhainne.

Seoladh: Ionad Oideachais Luimnigh
Teach na Páirce
Lárionad Parkway
Bóthar Bhaile Átha Cliath
Luimneach
Teil. 061 419918
R-Phost: physchem@lec.ie
Láithreán Gréasáin: www.lec.ie