

UG Ffiseg - Uned 1

Adran 1.1 - Ffiseg Sylfaenol

Unedau'r Systeme Internationale neu 'SI'

Mae gan bob mesur mewn ffiseg uned y cytunwyd arni'n rhyngwladol. Er enghraifft:

gwefr - coulomb, C

grym - newton, N

egni - joule, J

Hefyd, mae yna tua 6 mesur sylfaenol arall, a gallwn ni ddefnyddio'r rhain i ddiffinio neu ddeillio unrhyw fesur arall. Gan fod y rhain yn **fesurau sylfaenol**, mae eu hunedau'n **unedau SI sylfaenol**. Dyma 6 mesur sylfaenol:

màs (kg)

hyd (m)

amser (s)

tymheredd (K)

cerrynt (A)

swm (mol)

Gan fod pob mesur wedi'i ddeillio, fel 'grym' neu 'egni', yn seiliedig ar fesurau sylfaenol, mae'n rhaid ei bod hi'n bosibl mynegi eu hunedau yn nhermau unedau mesurau sylfaenol (kg , m , s , K , A neu mol).

I newid unedau SI yn unedau SI sylfaenol, mae angen i chi feddwl am hafaliad sy'n cynnwys mesurau sylfaenol, e.e. newid y 'newton, N' yn unedau SI sylfaenol:

$$\begin{aligned} \text{Hafaliad syml 'grym'} &\rightarrow \Sigma F = m \times a \\ \text{Felly 'unedau grym',} & \quad [F] = \underset{\downarrow}{\text{kg}} \times \underset{\downarrow}{\text{ms}^{-2}} \end{aligned}$$

Yn y rhan hon, rydym ni'n defnyddio'r cromfachau sgwâr o gwmpas mesur i ddynodi "yr unedau o" y mesur hwnnw, e.e. mae [m] yn dynodi "unedau màs".

∴ Os mai uned SI grym yw'r newton, yr uned gyfwerth yn nhermau unedau SI sylfaenol yw **kgms⁻²**

Enghraifft

Rydym ni'n diffinio cerrynt trydanol, I â'r hafaliad, $I = \frac{Q}{t}$ lle Q = gwefr, t = amser.

Uned SI grym yw'r coulomb, C. Mynegwch yr uned hon yn nhermau unedau SI sylfaenol.

Aildrefnu'r hafaliad i wneud 'Q' yn destun:

$$Q = I \times t \quad \therefore [Q] = [I] \times [t] = A \times s \quad \therefore \text{Ateb} = \text{As (Amperau eiliadau)}$$

| Mesur | Unedau SI | Unedau SI SYLFAENOL |
|--|-------------------------|---|
| Cysonyn sbring, $k = F / x$ | Nm ⁻¹ | kg s ⁻² |
| Gwasgedd (= Grym/Arwynebedd) | Pa neu N/m ² | kg m ⁻¹ s ⁻² |
| Egni neu Gwaith sy'n cael ei wneud (Gwaith = Grym x pellter) | J | kg m ² s ⁻² |
| Foltedd (V=Egni/gwefr) | V | kg m ² A ⁻¹ s ⁻³ |

Does DIM disgwyl i chi gofio'r unedau SI SYLFAENOL hyn, ond efallai y bydd disgwyl i chi eu deillio nhw fel mae'r blwch enghraifft uchod yn ei ddangos. Beth am geisio defnyddio'r hafaliadau sydd wedi'u rhoi yn y golofn gyntaf i weld a allwch chi ddeillio'r unedau SI SYLFAENOL sydd wedi'u dangos yn y golofn olaf ?

Gallwn ni ddefnyddio'r wybodaeth hon i wirio **homogenedd** hafaliadau. Rydym ni'n dweud bod **hafaliad yn homogenaidd** os yw unedau SI sylfaenol y ddwy ochr yn unfath.
 (Noder : Dydy hyn ddim yn gwirio bod gwerth unrhyw gysonion yn yr hafaliad yn gywir).

Enghraifft

Dangoswch fod yr hafaliad canlynol yn homogenaidd :
$$E = \frac{Y A e^2}{2 L}$$

*lle , E = egni sydd wedi'i storio mewn gwifren wedi'i hymestyn (uned = joule = kg m² s⁻²)
 Y = modwlws elastigedd (Pascal = uned gwasgedd, P = F/A)
 A = Arwynebedd
 e = estyniad
 L = hyd gwreiddiol y wifren*

Ateb

Yn gyntaf, rhaid i ni ddod o hyd i unedau SI pob mynegiad yn yr hafaliad :

Chwith

[E] = kg m²s⁻² (wedi'i roi)

Dde

[Y] = [Gwasgedd] = [F / A] = [m a / A] = kg ms⁻² / m² = kg m⁻¹s⁻²
 [A] = m²
 [e] = m
 ∴ [e²] = m²
 [L] = m
 [2] = Dim uned

∴
$$\left[\frac{Y A e^2}{2 L} \right] = \frac{\text{kg s}^{-2}}{\text{m}} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m}^2 = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$$

Gan fod yr unedau'n unfath ar y ddwy ochr i'r hafaliad, mae'r hafaliad hwn yn **homogenaidd**.

Mesurau Sgalar a Fector

Sgalar = Mae gan fesur sgalar faint yn unig.

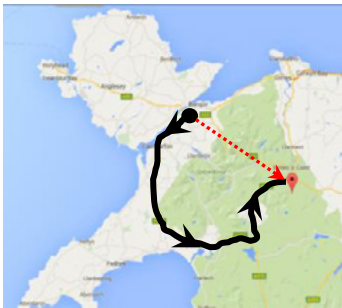
Fector = Mae gan fesur fector faint a chyfeiriad.

Dyma enghreifftiau o fesurau sgalar : màs , pellter , cyfaint , dwysedd , amser , buanedd , gwasgedd

Dyma enghreifftiau o fesurau fector : dadleoliad , cyflymder , cyflymiad , momentwm , grym , cerrynt

Dadleoliad

Dadleoliad yw'r mesur fector sy'n cyfateb â phellter. Fodd bynnag, rydym ni'n mesur dadleoliad yn wahanol i bellter - mae dadleoliad yn debyg i'r 'pellter fel yr hed y frân'. Gweler yr nghraifft isod:



Mae beiciwr yn teithio o Fangor (Gogledd Cymru) i Fetws-y-Coed. Mae dyfais ar yr olwyn yn mesur y pellter mae'n ei deithio wrth i'r olwyn droi. Roedd y darlenniad ar ddiwedd y daith yn 80km.

Fodd bynnag, mae'r llinell doredig (coch) yn dangos y dadleoliad. Roedd y dadleoliad yn 27km a'r cyfeiriant yn D 50° Dn (S 50° E).

Sylwer : Gan fod dadleoliad yn fector, mae angen cyfeiriad hefyd.

Buanedd a Chyflymder

Cyflymder yw'r mesur fector sy'n cyfateb â buanedd. Fodd bynnag, rhaid i ni fod yn ofalus! Rydym ni'n diffinio cyflymder fel 'dadleoliad bob uned amser', felly rhaid defnyddio gwerthoedd dadleoliad i gyfrifo cyflymder, a gwerthoedd pellter i gyfrifo buanedd.

Adio fectorau

Wrth adio fectorau, rhaid i ni ystyried eu cyfeiriad. Os yw'r fectorau mewn 'llinell', mae'n gyfrifiad syml (fel sydd i'w gael ar lefel TGAU). Gweler yr enghraifft isod.

Enghraifft

Mae dynes yn rhwyfo yn erbyn y llif mewn afon sy'n llifo'n araf, ac mae hi am amcangyfrif pa mor hir fydd y daith yn ei gymryd. I wneud hyn, mae angen iddi gael syniad o'i buanedd o gymharu â glan yr afon. Mae hi'n gwybod mai ei buanedd rhwyfo arferol yw 3.2 m/s. Mae buanedd y dŵr yn yr afon tua 0.8 m/s i'r cyfeiriad dirgroes. Cyfrifwch ei chyflymder cydeffaith (o'i gymharu â glan yr afon).

Ateb :

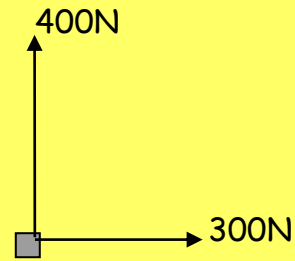
$$3.2\text{m/s} + 0.8\text{m/s} \quad \text{Cyflymder cydeffaith, } v = 3.2 - 0.8 = 2.4 \text{ m/s} \rightarrow$$



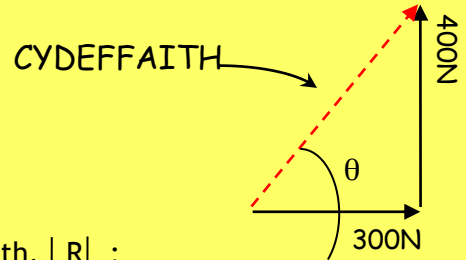
Gallwn ni hefyd adio fectorau sydd ddim ‘mewn llinell’, h.y. sydd ar ongl i’w gilydd. Gallwn ni wneud hyn drwy eu lluniadu nhw wrth raddfa, ond mae defnyddio trigonometreg yn ddull mwy manwl gywir. Dim ond â fectorau sydd ar 90° i’w gilydd y bydd disgwyl i chi wneud cyfrifiadau.

Enghraifft

Dychmygwch floc trwm yn cael ei dynnu gan ddau o bobl ar yr un pryd. Mae unigolyn A yn tynnu â grym o 300N yn union tua’r Dwyrain; mae unigolyn B yn tynnu â grym o 400N yn union tua’r Gogledd. Beth yw’r grym cydeffaith ar y bloc?



Rydym ni’n adio’r grymoedd drwy eu gosod nhw “ben at gynffon”, fel sydd wedi’i ddangos, neu fel arall drwy ddefnyddio’r rheol paralelogram.



Yna, y grym cydeffaith yw’r llinell sy’n uno cynffon un â phen y llall.

Gallwn ni ddefnyddio Pythagoras i ganfod maint y cydeffaith, $|R|$:

$$R^2 = 300^2 + 400^2 \quad \therefore R = \sqrt{300^2 + 400^2}$$

$$\therefore |R| = 500 \text{ N}$$

Rydym ni’n defnyddio “SohCahToa” i roi cyfeiriad y cydeffaith:

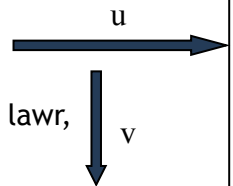
$$\tan \theta = 400 / 300 \quad \therefore \theta = \tan^{-1} (400 / 300)$$

$$\therefore \theta = 53.1^\circ$$

Tynnu fectorau

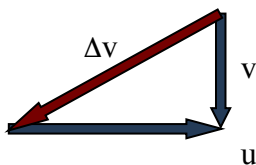
Weithiau, mae angen cyfrifo faint mae mesur penodol yn ‘newid’. Y newid mewn unrhyw fesur yw’r gwerth terfynol tynnu’r gwerth cychwynol, felly mae angen tynnu fectorau i ganfod hwn. Er enghraifft, wrth gyfrifo cyflymiad, mae angen i ni ganfod y newid cyflymder.

Os yw gronyn i ddechrau yn teithio i’r dde â chyflymder, u , o 25 m/s,



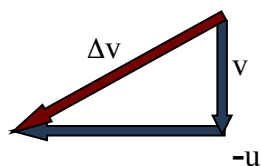
ond bod ganddo, rywfaint yn ddiweddarach, fuanedd terfynol, v , o 10m/s tuag i lawr,

byddem ni’n cyfrifo’r newid cyflymder fel hyn:



Mae hyn yn: $\Delta v = v - (+u) = v - u$

Fel arall:



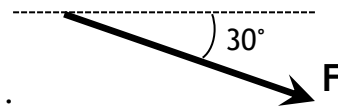
Mae hyn yn: $\Delta v = v + (-u) = v - u$

Y naill ffordd neu’r llall, y cydeffaith yw ‘ $v - u$ ’

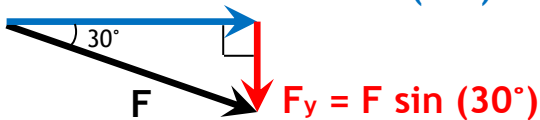
Cydrannu fectorau

Mae cydrannu fector yn golygu ei rannu'n fectorau â'r un effaith â'r gwreiddiol. Rydym gosod y ddau fector newydd, sef y cydrannau, ar 90° i'w gilydd er mwyn gallu trin y ni'n ddwy gydran yn annibynnol.

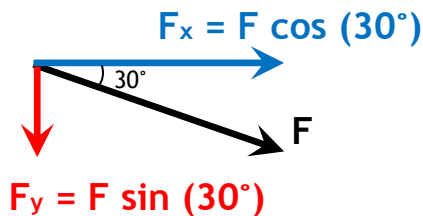
Meddylwch am rym, F , yn gweithredu ar 30° i'r lloerwedd :



Gallwn ni gydrannu'r fector grym hwn yn ddwy gydran berpendicwlar: $F_x = F \cos(30^\circ)$



Gallwn ni ganfod y cydrannau yn syml drwy ddefnyddio 'Soh,Cah,Toa' !



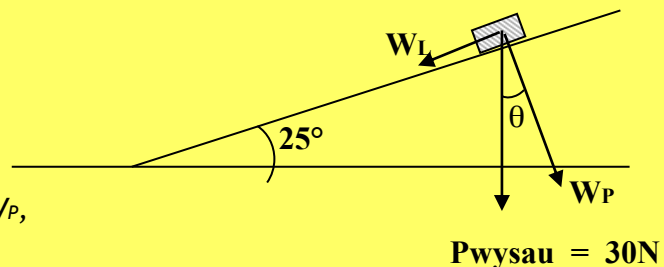
Fel arall, gallwn ni osod y 'cynffonnau' i gyd wrth ei gilydd, a chofio mai'r gydran mae'r ongl yn ei chysylltu â'r gwreiddiol yw'r gydran 'cos' bob amser.

Enghraifft

Mae blwch yn cael ei roi ar lethr (garw). Mae pwysau'r blwch yn 30N.

Cyfrifwch

- (i) y gydran sy'n berpendicwlar i'r llethr, W_P ,
- (ii) cydran y pwysau i lawr y llethr, W_L .



Yn gyntaf, rydym ni'n cyfrifo'r ongl, N , yn 25° . (Edrychwch ar unrhyw driongl ongl sgwâr yn y diagram). Rydym ni nawr yn gweld bod yr ongl yn cysylltu cydran ' W_P ' â'r gwreiddiol, a drwy hynny,

- (i) $W_P = W \cos(25^\circ) = 30 \times \cos(25^\circ) = 27.2 \text{ N}$
- (ii) $W_L = W \sin(25^\circ) = 30 \times \sin(25^\circ) = 12.7 \text{ N}$

Cofiwch : Mae'r fector gwreiddiol bob amser yn ffurfio hypotenws y triongl newydd sy'n cael ei ffurfio â'r 2 gydran.

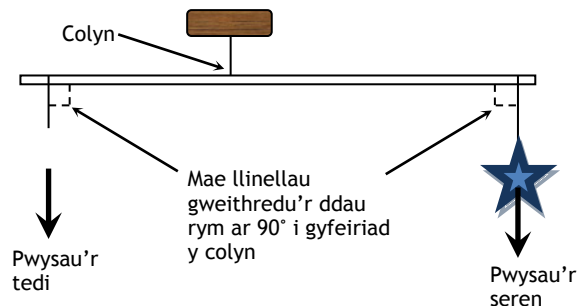
Moment (effaith troi)

Rydym ni'n diffinio moment fel lluoswm grym a'r pellter perpendicwlar rhwng llinell gweithredu'r grym a'r colyn. Dyma'r hafaliad:

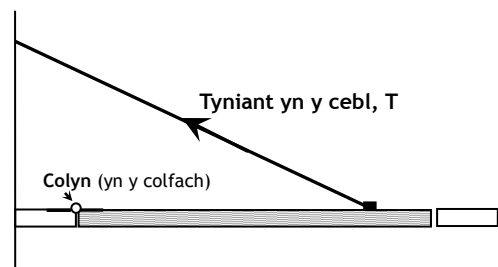
Moment = grym x pellter

$$M = F d$$

Mewn llawer o achosion, bydd y grymoedd yn gweithredu'n naturiol i gyfeiriad sy'n berpendicwlar i gyfeiriad y colyn, e.e. tegan symudyn.



Fodd bynnag, mewn rhai achosion, efallai y bydd angen i chi ddefnyddio trigonometreg i ganfod y pellter perpendicwlar cyn ceisio mesur momentau, e.e. trapddor yn yr atig

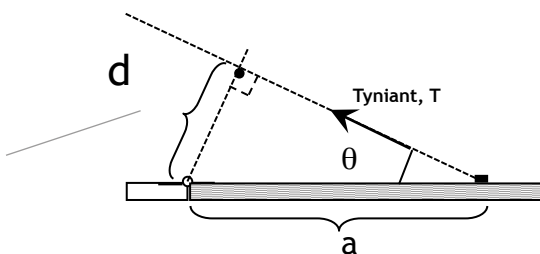


Mae dwy ffordd o wneud hyn:

- 1) Edrychwch ar hyd llinell gweithredu'r grym tyniant - rhwch ddot ar y pwynt ar y llinell hon sydd agosaf i'r colyn. Nawr, y llinell sy'n uno'r dot hwn â'r colyn (colfach) yw'r pellter perpendicwlar, d , a gallwn ni ganfod hwn gan ddefnyddio geometreg sylfaenol.

$$(\sin \theta = d / a, \therefore d = a \sin \theta)$$

felly, $M = T \times a \sin \theta$.

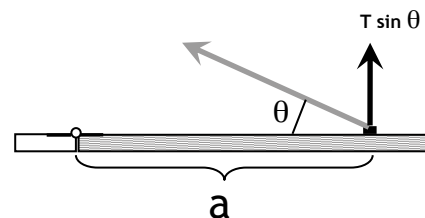


- 2) Cydrannu'r tyniant.

Mae'r gydran lorweddol yn gweithredu tuag at y colyn, ac felly nid yw'n creu moment.

Mae'r gydran fertigol ar 90° i gyfeiriad y colyn, ac felly, moment,

$$M = T \sin \theta \times a$$



Sylwch fod yr hafaliad terfynol sy'n cael ei ddefnyddio i gyfrifo'r moment yn unfath yn y ddau achos!

Yr Amodau sydd eu hangen ar gyfer cydbwysedd

Mae yna ddwy amod y mae'n rhaid eu bodloni er mwyn gallu dweud bod gwrthrych mewn cydbwysedd:

1. Mae'r grym cydeffaith (mewn unrhyw linell a roddir) yn sero.
2. Mae'r moment net (o gwmpas unrhyw golyn) yn sero.

Enw arall ar yr ail amod yw'r "Egwyddor momentau" :

Os yw gwrthrych mewn cydbwysedd, mae'r moment cydeffaith (neu 'net') o gwmpas unrhyw golyn yn sero.

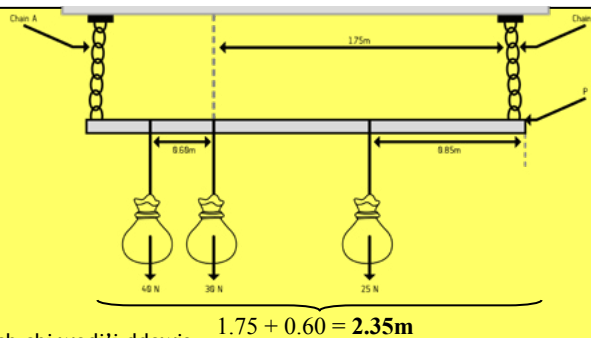
I bob diben, mae hyn fel dweud, os yw gwrthrych yn 'cydbwysu' ar golyn, bod rhaid i'r cyfanswm moment clocwedd fod yn hafal i'r cyfanswm moment gwrthglocwedd. Rydym ni'n defnyddio'r syniad hwn i gyfrifo pellteroedd neu rymoedd anhysbys.

Enghraifft

Drwy gymryd momentau o gwmpas colyn addas, darganfyddwch y tyniant yn y ddwy gadwyn, A a B. Hyd y bar llorweddol yw 3.0m; tybiwch fod ei bwysau'n ddibwys.

Strategaeth

1. Dewis colyn (Yn yr achos hwn rydym ni wedi dewis gwaelod cadwyn B, sy'n dileu'r tyniant yma, T_B , o'r hafaliad momentau).
2. Darganfod y pellter perpendicwlar o bob grym i'r colyn rydych chi wedi'i ddewis.
3. Cymryd momentau:



Gan gymryd mai T_A yw'r tyniant yng nghadwyn A, $T_A \times 3 = (40 \times 2.35) + (30 \times 1.75) + (25 \times 0.85)$

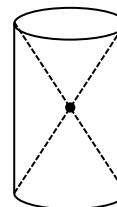
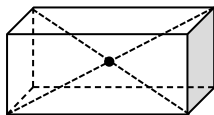
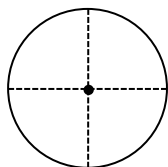
$$\begin{aligned} \therefore T_A \times 3 &= 167.75 \text{ Nm} \\ \therefore T_A &= 167.75 / 3 = 55.9 \text{ N} \end{aligned}$$

I ganfod y tyniant yng nghadwyn B, gallem ni ailadrodd yr uchod gan ddewis colyn yng ngwaelod cadwyn A, ond gallwn ni nawr ddefnyddio amod 1^{af} cydbwysedd (dim grym net):

$$\begin{aligned} T_A + T_B &= 40 + 30 + 25 \\ \therefore T_B &= 95 - T_A = 95 - 55.9 = 39.1 \text{ N} \end{aligned}$$

Craidd disgyrchiant

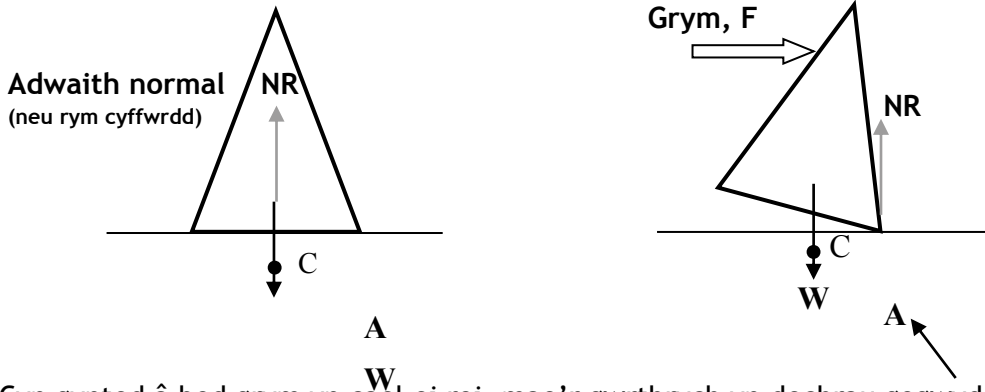
Hwn yw'r pwynt lle rydym ni'n ystyried bod holl bwysau'r gwrthrych yn gweithredu; mae'n gwneud cyfrifiadau fel y rhai uchod yn llawer haws. Dylech chi gofio'r 3 enghraifft ganlynol:



Craidd disgyrchiant ac onglau dymchwel

Un enghraifft o ba mor ddefnyddiol yw syniad craidd disgyrchiant yw wrth geisio gwerthuso pa mor sefydlog yw gwrthrych, h.y. ei ongl ddymchwel.

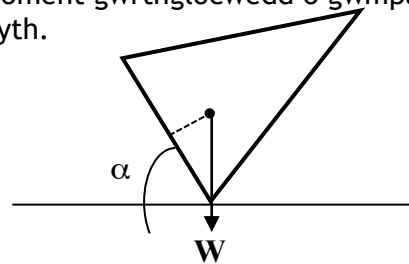
Bydd gwrthrych ar ogwydd yn dymchwel os yw ei bwysau (yn gweithredu o'r craidd disgyrchiant) yn gweithredu ychydig bach y tu allan i gornel y gwrthrych. Gallwn ni egluro hyn yn nhermau momentau.



Cyn gynted â bod grym yn cael ei roi, mae'r gwrthrych yn dechrau gogwyddo. Os yw'n cael ei ddal yn y safle sydd wedi'i ddangos, ac yna bod y grym yn cael ei dynnu, bydd y gwrthrych yn disgyn yn ôl i'w safle unionsyth. Pam?

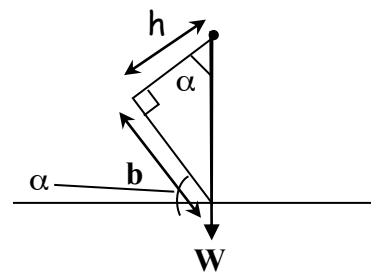
Cyn gynted ag y mae ar ogwydd, mae'r adwaith normal yna'n gweithredu o'r colyn (yn A), ac felly nid yw'n creu moment. Mae'r pwysau nawr yn creu moment gwrthglocwedd o gwmpas pwynt A, felly mae'r gwrthrych yn cylchdroi'n ôl yn unionsyth.

Mae'r ongl ddymchwel wedi'i dangos (→). Pe bai gwerth yr ongl, α , ychydig bach yn uwch, byddai'r pwysau'n gweithredu y tu allan i'r gornel, ac yn dechrau creu moment clocwedd, fyddai'n achosi i'r gwrthrych ddymchwel.



Wrth edrych yn agosach ar driongl bach y tu mewn i'r côn, rydym ni'n cael y diagram hwn:

$$\alpha = \tan^{-1} (b / h)$$



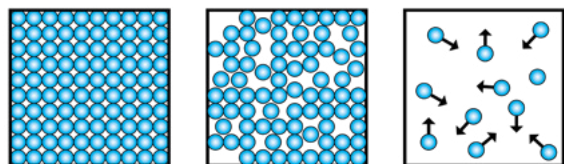
Dwysedd

Rydym ni'n diffinio dwysedd fel y màs i bob uned cyfaint:

$$\text{Dwysedd} = \frac{\text{Màs}}{\text{Cyfaint}}$$

Felly, os ydym ni'n mesur màs, m , mewn **kg**, ac yn mesur cyfaint, V , mewn m^3 , rydym ni'n mesur dwysedd, ρ , mewn kgm^{-3} .

Yn gyffredinol, mae gwerthoedd dwysedd solidau'n uchel ac mae gwerthoedd nwyon yn isel iawn:



Adran 1.2 - Cinemateg

Yn gyntaf, rhai diffiniadau sylfaenol y bydd angen i chi eu dysgu:

| Mesur | Diffiniad | Symbol | Uned | Hafaliad |
|------------|--|--------|------------------|--------------------|
| Dadleoliad | Rydym ni'n diffinio dadleoliad gronyn fel y pellter (llinell syth) mae'n ei deithio i gyfeiriad penodol. | x | m | |
| Cyflymder | Cyfradd newid dadleoliad. | v | ms ⁻¹ | $v = x / t$ |
| Buanedd | Pellter teithio fesul uned amser. | v | ms ⁻¹ | $v = x / t$ |
| Cyflymiad | Cyfradd newid cyflymder. | a | ms ⁻² | $a = \Delta v / t$ |

Hefyd, rydym ni'n defnyddio'r geiriau 'cymedrig' ac 'enydaidd' gyda buanedd a chyflymder.

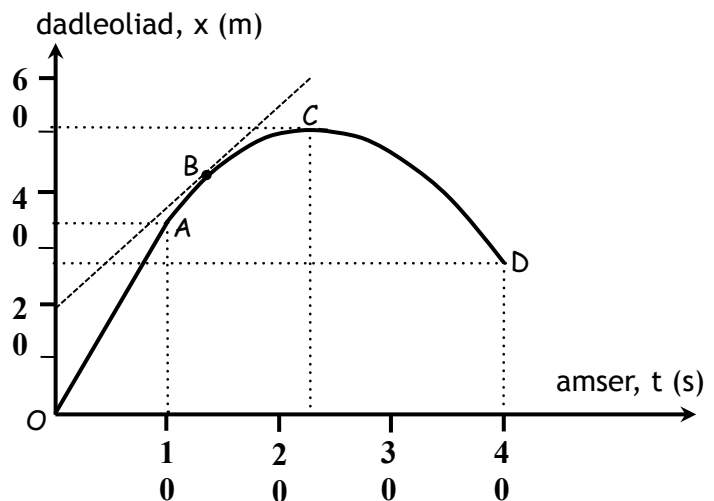
Yn amlwg, y cymedr yw'r cyfartaledd wedi'i fesur dros gyfnod amser arwyddocaol. Os yw wedi'i gyfrifo dros daith gyfan, cyflymder = cyfanswm dadleoliad / cyfanswm amser.

'Enydaidd' yw'r buanedd neu'r cyflymder ar unrhyw un ennyd, ac rydym ni'n ei gyfrifo drwy gymryd cyfwng amser bach iawn (neu drwy dynnu tangiad ar y gromlin ar graff dadleoliadamser - gweler yn nes ymlaen).

Graffiau dadleoliad-amser

Mae'r graff gyferbyn yn dangos sut mae dadleoliad gronyn sy'n teithio mewn llinell syth yn newid gydag amser.

Mae'r gromlin hon yn ddisgrifiad cyflawn o fudiant y gronyn.



Dim ond un 'rheol' sy'n berthnasol i'r math hwn o graff :

Mae graddiant y graff ar unrhyw bwynt yn rhoi gwerth y cyflymder ar y pwynt hwnnw.

Felly, i gyfrifo'r cyflymder enydaidd ar un pwynt mewn amser, mae angen i ni ganfod graddiant tangiad y graff ar y pwynt hwnnw.

I gyfrifo'r cyflymder cyfartalog rhwng dau bwynt, rydym ni'n rhannu'r newid dadleoliad y ddau bwynt hynny â'r amser rhyngddynt, e.e. rhwng

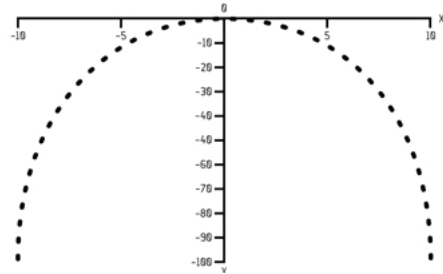
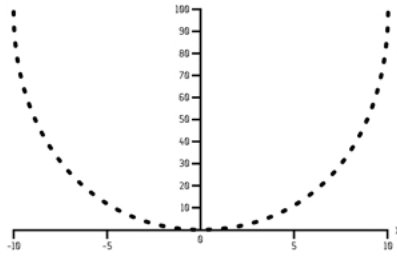
Y cyflymder cyfartalog rhwng pwyntiau A ac C yw $v_{AC} = \Delta x / t = 5.1 - 3.5 / 1.3 = 1.23 \text{ ms}^{-1}$

Y cyflymder enydaidd ym mhwynt B yw $v_B = \text{graddiant} = (6 - 2) / 2.3 = 1.74 \text{ ms}^{-1}$

Mewn sefyllfa lle mae'r cyflymder yn newid (h.y. cromlin), mae hi'n anodd iawn barnu drwy edrych ar y graff a ydy'r cyflymiad/arafiad yn gyson ai peidio.

Efallai y bydd cwestiwn arholiad yn gofyn i chi gyfrifo'r graddiant sawl gwaith er mwyn i chi allu barnu ydy'r cyflymder yn newid mewn cynyddiadau rheolaidd, h.y. cyflymiad cyson.

Gallai fod yn ddefnyddiol cofio, os yw'r cyflymiad yn gyson, y bydd cromlin graff dadleoliad-amser yn **barabolig**, h.y., bydd yn edrych fel graff $y = x^2$ (neu $y = -x^2$), fel a ganlyn:



Graffiau cyflymder-amser

Mae yna ddwy 'reol' yn berthnasol i'r math hwn o graff:

1) Mae graddiant y graff cyflymder-amser yn cynrychioli'r cyflymiad.

Os yw'r llinell yn grom, i ganfod y cyflymiad enydaidd mae angen canfod graddiant y tangiad i'r llinell ar y pwynt hwnnw.

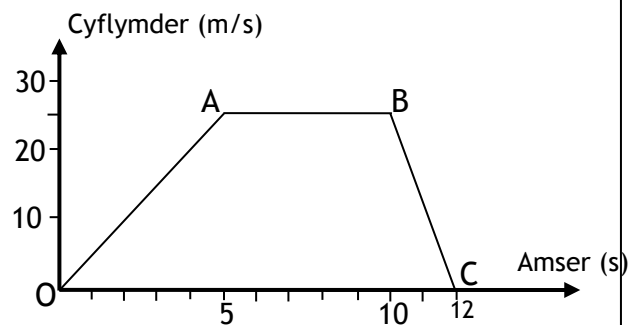
2) Mae'r ARWYNEBEDD dan y graff cyflymder-amser yn cynrychioli'r dadleoliad sydd wedi'i deithio.

Mae'r graff (→) yn dangos gwrthrych yn cyflymu o ddisymudedd.

Yn rhan OA, mae'n cyflymu hyd at gyflymder o 25 m/s. Gan fod y graddiant yn gyson, rhaid bod y cyflymiad hefyd yn gyson (rheol 1, uchod).

Mae'r graddiant yn adran AB yn sero, felly mae'r cyflymiad yn sero, h.y. cyflymder cyson.

O B i C mae'r gwrthrych yn arafu'n gyson (graddiant negatif cyson).



Gallwn ni ganfod y dadleoliad mewn unrhyw adran (neu'r daith gyfan) drwy ddefnyddio rheol 2:

| | | |
|---------------------------------|---|-------------------|
| Arwynebedd dan adran OA = 62.5m | } | Cyfanswm = 212.5m |
| Arwynebedd dan adran AB = 125m | | |
| Arwynebedd dan adran OA = 25m | | |

Mudiant â chyflymiad unffurf - hafaliadau cinematig

Mae'r holl adran hon yn dibynnu ar y ffaith ein bod ni'n gallu tybio bod y **cyflymiad yn gyson**. Felly, er enghraifft, wrth ystyried mudiant gwrthrych rhaid i ni dybio bod gwrthiant aer yn ddibwys. Mae'r brasamcan hwn yn gweithio gyda llawer o achosion ymarferol.

Meddyliwch am ronyn yn symud ar hyd llinell syth â chyflymiad cyson, **a**. Tybiwch fod ei gyflymder cychwynnol, ar amser $t = 0$, yn **u**. Ar ôl amser pellach t , mae ei gyflymder wedi cynyddu i **v**. O'r diffiniad o gyflymiad fel (newid cyflymder) / (amser a gymerwyd), mae gennym ni:

$$a = \frac{(v - u)}{t} \quad \text{neu, drwy aildrefnu} \quad \boxed{v = u + at} \quad \text{-----} \quad (1)$$

Gan fod y newid cyflymder yn **UNFFURF**, gallwn ni ddiffinio'r cyflymder cyfartalog fel, $v_{\text{cyf}} = \frac{v + u}{2}$

Y symbol dadleoliad cywir yw "x", a hafaliad dadleoliad yw $x = v_{\text{cyf}} t$ (aildrefnu cyflymder = dadleoliad / amser)

Felly, drwy amnewid am v_{cyf} rydym ni'n cael:

$$\boxed{x = \left(\frac{v + u}{2}\right) t} \quad \text{-----} \quad (2)$$

Gallwn ni gael trydydd hafaliad drwy amnewid am y "v" yn yr hafaliad hwn o hafaliad (1) fel hyn:

$$x = \left(\frac{v + u}{2}\right) t = \frac{(u + at + u) t}{2} = \frac{(2u + at) t}{2} = \frac{(2ut + at^2)}{2}$$

$$\boxed{x = ut + \frac{1}{2} at^2} \quad \text{-----} \quad (3)$$

Yn olaf, rydym ni'n cael y pedwerydd hafaliad drwy amnewid am "t" yn hafaliad (2) (o hafaliad 1)

$$x = \left(\frac{v + u}{2}\right) t = \left(\frac{v + u}{2}\right) \cdot \frac{v - u}{a} = \frac{(v^2 - u^2)}{2a}$$

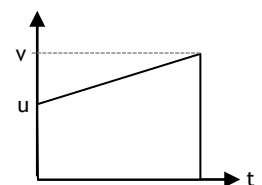
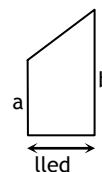
$$\therefore 2ax = v^2 - u^2 \quad \therefore \boxed{v^2 = u^2 + 2ax} \quad \text{-----} \quad (4)$$

Gallwn ni hefyd ddeillio hafaliadau 2 a 3 gan ddefnyddio graff cyflymder-amser, fel hyn:

Rydym ni'n cyfrifo'r dadleoliad o graff v-t yn ôl yr arwynebedd rhwng y llinell/y gromlin a'r echelin t, felly, gan ddefnyddio fformiwla arwynebedd trapesiwm,

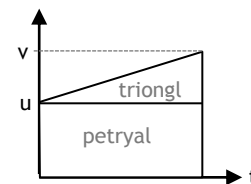
$$\text{Arwynebedd} = \frac{(a + b)}{2} \times \text{lled}$$

$$x = \frac{(v + u)}{2} \times t \quad (= \text{Hafaliad 2 !!})$$



Os ydym ni'n rhannu'r trapesiwm yn betryal a thriongl, mae'r dadleoliad nawr wedi'i roi gan gyfanswm arwynebedd y ddwy ran yma:

$$x = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Arwynebedd y petryal}}}{ut} + \left(\frac{v - u}{2}\right) \times t \quad \leftarrow \text{Arwynebedd y thriongl}$$



Yna, mae'r hafaliad hwn yr un fath â hafaliad 3 os ydym ni'n amnewid am "v - u" ag "at" (hafaliad 1).

Felly, pedwar hafaliad mudiant gronyn sydd â chyflymiad unffurf yw:

$$v = u + at$$

$$x = \left(\frac{v+u}{2} \right) t$$

$$x = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2ax$$

Enghraifft

Mae car sy'n ceisio torri record buanedd ar y tir yn gallu cynnal cyflymiad o 7.2 m/s^2 . Mae buanedd y car ar ddechrau'r rhediad yn 5 m/s . Os oes angen i'r buanedd targed ar ddiwedd y rhediad fod yn 340 m/s , faint o bellter sydd ei angen i gyrraedd y buanedd hwn?



Mae angen i ni ganfod 'x' ond dydy 't' ddim wedi ei roi, felly, mae angen i ni ddewis hafaliad sydd ddim yn cynnwys 't'. Felly, rhaid i ni ddefnyddio $v^2 = u^2 + 2ax$

$$\text{Aildrefnu} \rightarrow x = \frac{v^2 - u^2}{2a} = \frac{340^2 - 5^2}{(2 \times 7.2)} = 8026 \text{ m}$$

Mudiant dau ddimensiwn

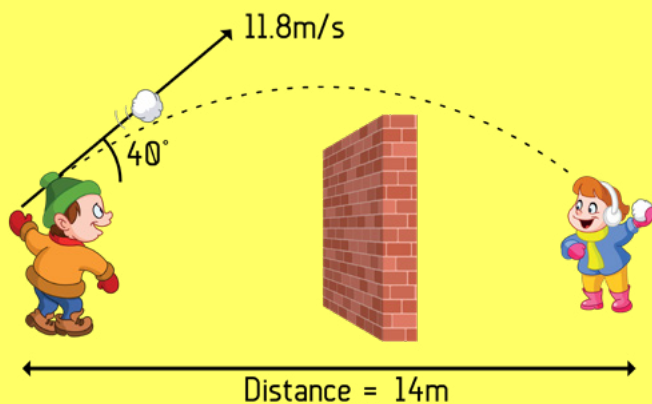
Yn y rhan fwyaf o achosion, bydd y sefyllfa'n rhoi gwrthrych yn symud mewn maes disgyrchiant, lle gallwn ni dybio bod gwrthiant aer yn ddibwys, neu lle nad oes dim aer, e.e. arwyneb y Lleuad.

Yn y sefyllfaoedd hyn, dim ond i'r cyfeiriad fertigol y mae grym cydeffaith, ac felly cyflymiad, er y gallai fod gan gyflymder y gwrthrych gydrannau fertigol a llorweddol. Gallwn ni ddefnyddio'r hafaliadau cinematig ar gyfer y gydran fertigol, ond does gan y gydran lorweddol ddim cyflymiad, felly dim ond $v = x / t$ sydd ar gael.

Enghraifft

Mae pelen eira'n cael ei lansio ar gyflymder o 11.8 ms^{-1} fel yn y diagram \rightarrow . Cyfrifwch,

- (a) faint o amser mae'n ei gymryd i daro ei tharged,
- (b) uchder uchaf y wal, os yw hi 7m oddi wrth y dyn (1/2 ffordd).



Strategaeth - cynllun da!

Gan ddefnyddio i fyny fel positif,

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| $x_x = 14\text{m}$ | $x_y =$ |
| $u_x = 9.04 \text{ ms}^{-1}$ | $u_y = 7.58 \text{ ms}^{-1}$ |
| $t =$ | $v_y =$ |
| | $a_y = -9.81 \text{ ms}^{-2}$ |
| | $t =$ |

(a) Defnyddio, $v = x / t$, $t = \frac{x_x}{u_x} = \frac{14}{9.04} = 1.55 \text{ s}$

(b) Nawr bod gennym ni hefyd yr amser i gyfeiriad 'y', mae gennym ni'r isafswm sydd ei angen o 3 mesur er mwyn cyfrifo'r lleill.

Rhaid i ni gofio y bydd yr amser i gyrraedd y wal yn hanner yr amser gafodd ei gyfrifo yn rhan (a), gan ein bod ni'n tybio nad oes dim gwrthiant aer, felly, $t = 0.775 \text{ s}$:

$$\therefore x_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2 = (7.58 \times 0.775) + (0.5 \times -9.81 \times 0.775^2) = 5.875 - 2.946$$

$\therefore x_y = 2.93 \text{ m}$ (yn uwch na'r uchder lle cafodd ei lansio!)

Sylwch, yn y llyfr data, symbol dadleoliad yw 'x' nid 's' !!

Sylwch nad yw rhai o'r mesurau a roddir yn amlwg yn syth. Dyma enghraifft.

Mae craig yn cael ei thafllu'n llorweddol o ben clogwyn ar fuanedd o 8 m/s. Mae hi'n cymryd 4.2 s i daro'r môr o dan y clogwyn. Pa mor uchel yw'r clogwyn uwchben lefel y môr?

Strategaeth - cynllun da !

Dewis i lawr fel positif.

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| $x_x =$ | $x_y =$ |
| $u_x = 8.0 \text{ ms}^{-1}$ | $u_y =$ |
| $t = 4.2 \text{ s}$ | $v_y =$ |
| | $a_y =$ |
| | $t = 4.2 \text{ s}$ |

I ddechrau, mae hi'n edrych fel mai dim ond x_x allwn ni ei gyfrifo, ond rydym ni hefyd yn gwybod mai'r cyflymiad yw 'g' = 9.81 ms^{-2} .

Hefyd, os yw'r garreg yn cael ei lansio'n llorweddol, rhaid bod y cyflymder fertigol cychwynnol yn sero, h.y. $u_y = 0$.

Felly, mewn gwirionedd, mae gennym ni 3 o'r 5 mesur i'r cyfeiriad fertigol, ac felly gallwn ni gyfrifo unrhyw un o'r mesurau sy'n weddill gan ddefnyddio un o'r hafaliadau perthnasol. (Gyda llaw : $x_y = 86.5\text{m}$)

Mesurau eraill tebyg:

Gwrthrych wedi'i 'ollwng o ddisymudedd' : $u_x = 0$ a/neu $u_y = 0$

Ar gyfer taflegrau sy'n dechrau ac yn diweddu ar yr un uchder, $x_y = 0$

Ar gyfer gwrthrych sy'n cael ei daflu i fyny, ac ar ei uchder mwyaf, $v_y = 0$

Fodd bynnag, ar gyfer gwrthrych sy'n diweddu'n llonydd ar y llawr, $v_y \neq 0$!!!!

Mae hyn oherwydd bod angen cyflymiad cyson er mwyn i'r hafaliadau cinematig weithio. Mae'r cyflymiad yn newid cyn gynted â bod gwrthrych sy'n disgyn yn dod i gysylltiad â'r llawr, felly dim ond hyd at y pwynt yn union cyn iddo daro'r llawr allwn ni ddefnyddio'r hafaliadau.

Cyflymder terfynol

Mae'r gwaith uchod ar hafaliadau cinematig i gyd yn seiliedig ar y dybiaeth bod y cyflymiad yn gyson. I fod yn fanwl gywir, dim ond pan nad oes dim gwrthiant aer mae hyn yn wir. Os ydym ni'n ystyried gwrthiant aer, dydy'r cyflymiad ddim yn unffurf, ac mae'n lleihau i sero wrth i'r gwrthrych ennill buanedd.

Ar gyfer gwrthrych sy'n symud yn fertigol tuag i lawr, dim ond dau rym sydd fel arfer, fel yn y diagram.

I ddechrau, mae buanedd fertigol y plymiwr awyr yn sero (neu'n agos iawn i sero), felly does dim gwrthiant aer.

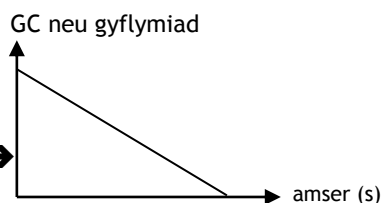
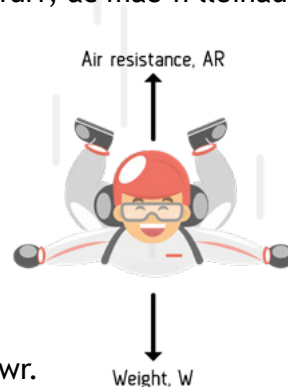
Felly, mae grym cydeffaith tuag i lawr yn cael ei greu gan y pwysau. Mae hyn yn achosi i'r plymiwr awyr gyflymu tuag i lawr.

Wrth i fuanedd y plymiwr awyr gynyddu, mae ef/hi yn gwthio tuag i lawr ar y moleciwlau aer â mwy o rym, gan fod momentwm yr aer yn newid ar gyfradd uwch.

Felly mae'r moleciwlau aer, yn ôl 3^{edd} ddeddf Newton, yn creu grym tuag i fyny ar y plymiwr awyr (gwrthiant aer) sy'n cynyddu gyda buanedd.

Yn y pen draw, bydd y gwrthiant aer yn hafal i'r pwysau, a bydd y plymiwr awyr wedi cyrraedd cyflymder terfynol.

Byddai graff grym cydeffaith neu gyflymiad yn edrych fel hyn →



Adran 1.3 - Dynameg

Tri 'Deddf Mudiant' Newton

Mae'r ddeddf gyntaf yn datgan, os yw'r grym cydeffaith ar wrthrych yn sero, bydd y gwrthrych naill ai'n aros yn llonydd, neu os oedd eisoes yn symud, bydd yn parhau i symud â mudiant unfurf.

Mae 2^{il} ddeddf Newton yn datgan bod cyfradd newid momentwm (= màs x cyflymder) mewn cyfrannedd union â'r grym (cydeffaith) sy'n cael ei roi ac yn digwydd i'r un cyfeiriad â'r grym :

$$F = \frac{\text{newid i (mv)}}{\text{newid i (t)}} = \frac{d(mv)}{d(t)}$$

Mae'r 3^{edd} ddeddf yn datgan, os yw corff A yn rhoi grym ar gorff B, bod corff B yn rhoi grym hafal ond dirgroes ar gorff A. (Mae adwaith hafal a dirgroes i bob arwaith).

Gallwn ni symleiddio 2^{il} Ddeddf Newton ar gyfer achos lle mae'r màs yn gyson:

$$F = m \frac{d(v)}{d(t)} = m \frac{(v-u)}{t} \quad \text{ond} \quad \frac{v-u}{t} = \text{cyflymiad}$$

∴

$$\Sigma F = m a$$

mae F wedi'i fesur mewn NEWTONAU , N.
mae m wedi'i fesur mewn cilogramau, kg.
mae a wedi'i fesur mewn m /s².

Sylwer : 'F' yn yr hafaliad hwn yw'r grym CYDEFFAITH BOB AMSER.

Gan mai math o rym yw pwysau, gallwn ni ddefnyddio'r hafaliad grym i'w gyfrifo:

$$F = m \times a \quad \text{felly} \rightarrow$$

$$W = m g$$

lle W = pwysau, m = màs, g = cyflymiad oherwydd disgyrchiant / cryfder maes disgyrchiant. Mae gwerth 'g' wedi'i roi yn y llyfr data fel: $g=9.81 \text{ ms}^{-2}$, sef y gwerth yn agos at arwyneb y Ddaear.

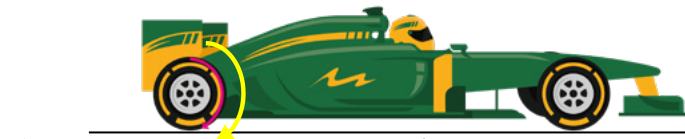
Mae hi'n bwysig cofio'r gwahaniaeth rhwng màs a phwysau.

Mae màs yn ffordd o fesur faint o 'fater' neu ddefnydd sydd mewn gwrthrych. Rydym ni'n ei fesur mewn kg.

Mae pwysau yn ffordd o fesur pa mor fawr yw grym disgyrchiant ar wrthrych. Rydym ni'n ei fesur mewn N.

3^{edd} ddeddf Newton

Er mwyn cyflymu ar ddechrau ras, rhaid i beiriant car Fformiwla Un greu grym mawr. Mae'r grym hwn yn cael ei drosglwyddo i'r olwynion ôl.



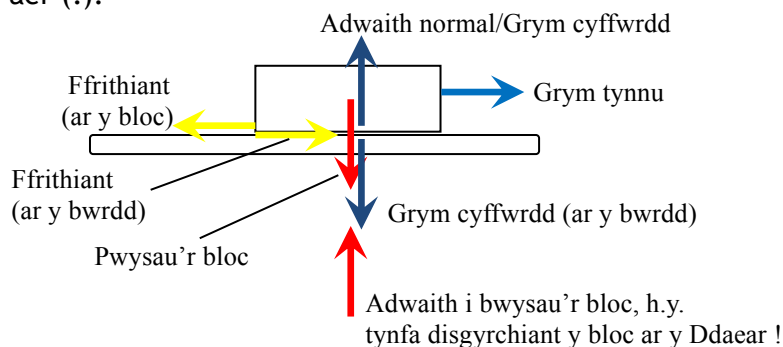
Mae'r olwyn yn gwthio'n ôl ar y ffordd.

Mae'r ffordd yn gwthio â grym hafal ond dirgroes ar yr olwyn.

Effaith grym y ffordd ar yr olwyn, wrth gwrs, yw cyflymu'r car tuag ymlaen. Effaith yr olwyn ar y ffordd yw cyflymu'r Ddaear tuag yn ôl!

Er bod y ddau rym bob amser yn hafal a bob amser yn ddirgroes, dydyn nhw byth yn 'canslo' oherwydd maen nhw bob amser yn gweithredu ar **WRTHRYCHAU GWAHANOL**.

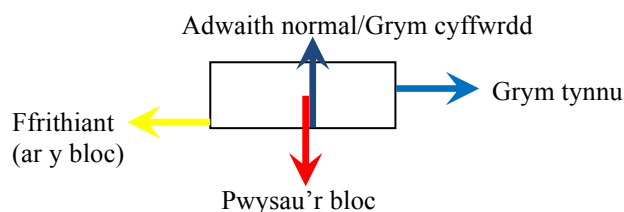
Felly, mae sefyllfaoedd mewn bywyd go iawn yn gallu mynd yn gymhleth iawn ! Edrychwch ar y sefyllfa gymharol syml hon lle mae bloc yn cael ei dynnu ar hyd arwyneb bwrdd, gan dybio nad oes dim gwrthiant aer (!):



Sylwer : Dydy'r adwaith (3^{edd} ddeddf Newton) i'r grym tynnu, yn gweithredu ar y gwrthrych sy'n gwneud y tynnu, ddim wedi'i dangos!

Mae rhai o'r grymoedd uchod yn gweithredu ar y bloc, rhai ar y Ddaear, a rhai ar y bwrdd. Er mwyn cyfrifo'r effaith ar fudiant y bloc, dim ond y grymoedd sy'n gweithredu ar y bloc ei hun mae'n rhaid i ni eu hystyried.

Felly, rydym ni'n lluniadu **diagram gwrthrych rhydd**, h.y. diagram sy'n dangos un gwrthrych yn unig, ac unrhyw rymoedd sy'n gweithredu arno. Dyma ddiagram gwrthrych rhydd y bloc:



Mae hyn yn gwneud y sefyllfa'n llawer symlach. Gallwn ni ei gwneud hi'n symlach fyth drwy grwpio'r grymoedd i'r chwith a'r dde gyda'i gilydd, y grymoedd i fyny ac i lawr gyda'i gilydd, ac yna ystyried y mudiant fertigol a llorwedol ar wahân.

Momentwm

Momentwm yw lluoswm màs a chyflymder. . . . $p = m v$

Unedau momentwm yw kg ms^{-1}

Wrth astudio rhyngweithiadau a gwrthdrawiadau rhwng 2 neu fwy o wrthrychau, rydym ni'n gweld bod cyfanswm y momentwm cyn ac ar ôl y rhyngweithiad/gwrthdrawiad yr un fath (hyd yn oed oes caiff rhywfaint o egni ei 'golli' o'r system o wrthrychau sy'n gwrthdaro). Cadwraeth momentwm yw'r enw ar hyn:

Egwyddor Cadwraeth Momentwm

“Bydd cyfanswm momentwm system o gyrff sy'n rhyngweithio'n aros yn gyson os nad oes grymoedd allanol yn gweithredu”.

Mae momentwm yn **vector**, ac felly rhaid i ni gofio nodi ei **gyfeiriad**, yn enwedig wrth sôn am gadwraeth momentwm fel mae'r enghraifft ganlynol yn ei ddangos.

Enghraifft

Mae car 'bympio' mewn ffair â màs o 95kg yn teithio ar fuanedd o 2.8 ms^{-1} ac yn gwrthdaro â char arall (sydd ddim yn symud i ddechrau) â màs o 140kg. Os yw buanedd y car 1^{af} ar ôl y gwrthdrawiad yn 0.4 ms^{-1} i'r cyfeiriad dirgroes, cyfrifwch gyflymder yr 2^{il} gar.

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

Ffordd dda o ddechrau bob amser !!

$$(95 \times 2.8) + 0 = (95 \times -0.4) + (140 \times v_2)$$

$$\therefore 266 + 38 = 140 v_2$$

$$\therefore v_2 = 2.17 \text{ ms}^{-1}$$

Sylwch ar yr arwydd negatif cyn y “0.4” - rydym ni'n cymryd bod cyfeiriad tuag ymlaen y car 1^{af} yn positif, felly mae'r mudiant tuag yn ôl yn negatif.

Gwrthdrawiadau elastig ac anelastig

Os ydych chi'n cyfrifo'r egni cinetig ($E_c = 0.5mv^2$) yn yr enghraifft uchod, byddwch chi'n gweld bod yr E_c cyn y gwrthdrawiad yn 372.4 J, ond ar ôl y gwrthdrawiad, mae cyfanswm E_c y ddau gar yn 337.7 J. Mae hyn yn enghraifft o **wrthdrawiad anelastig**, lle mae rhywfaint o egni cinetig y 'system' yn cael ei golli i'r amgylchoedd.

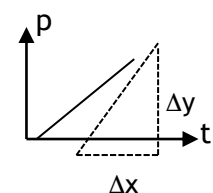
Os ydych chi'n ceisio cyfrifo'r egni cinetig, cofiwch fod 'egni' yn sgalâr, ac felly bod cyfeiriad y car yn amherthnasol!

Mewn **gwrthdrawiad elastig**, does dim egni cinetig yn cael ei golli.

Yr unig ffordd mae'n realistig i wrthdrawiadau elastig ddigwydd yw rhwng gronynnau unigol, e.e. gronyn alffa'n teithio tuag at ronyn alffa arall - mae'r rhan fwyaf o wrthdrawiadau mewn bywyd bob dydd yn cynnwys colled egni cinetig sylweddol, ond cofiwch y gallwn ni ddal i ddefnyddio cadwraeth **momentwm**!

Hefyd, cofiwch fod 2^{il} ddeddf Newton yn cyfeirio at fomentwm : $F = \text{Cyfradd newid momentwm}$
Mae hyn yn golygu, os ydym ni'n plotio graff o fomentwm yn erbyn amser,

Mae'r grym yn hafal i raddiant y graff momentwm-amser.



Adran 1.4 - Cysyniadau egni

Gwaith sy'n cael ei wneud

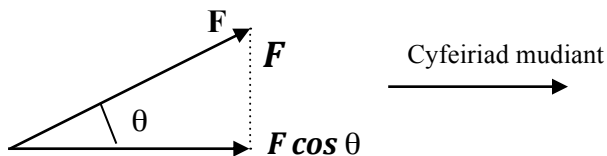
Os yw corff yn symud o ganlyniad i weithredu grym arno, rydym ni'n dweud bod y grym yn gwneud gwaith ar y corff. Cyfrifir gwaith gan yr hafaliad ar y dde (\rightarrow), lle mae 'x' = pellter symud i gyfeiriad y grym. Cofiwch :

$$W = F x$$

Mae'r gwaith sy'n cael ei wneud bob amser yn hafal i'r egni sy'n cael ei drosglwyddo.

Felly uned y gwaith sy'n cael ei wneud yw'r joule, J.

Os yw'r grym ar wrthrych, F, yn achosi iddo symud i gyfeiriad heblaw ei gyfeiriad ei hun, fel yr isod, dim ond cydran y grym sy'n gweithredu i gyfeiriad y symudiad rydym ni'n ei gymryd:



Felly, y gwaith sy'n cael ei wneud ,

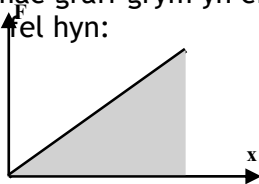
$$W = F \cdot \cos \theta \cdot x = F x \cos \theta$$

Graffiau grym-pellter (Hefyd yn yr adran nesaf)

Os caiff graff ei blotio o'r grym gosod yn erbyn pellter, mae'r arwynebedd dan y graff yn hafal i'r gwaith mae'r grym yn ei wneud ar y gwrthrych. Mae hyn yn wir os yw'r grym yn gyson ac os nad yw'r grym yn gyson.

Mae deddf Hooke yn datgan bod y grym sy'n cael ei roi ar ddefnydd mewn cyfrannedd union â'r estyniad. Felly, $F = k x$, lle k = y cysonyn sbring (mwy o fanylion yn yr adran nesaf).

Felly, mae graff grym yn erbyn estyniad ar gyfer defnydd sy'n ufuddhau i deddf Hooke yn edrych fel hyn:



A drwy hyn, yr egni sydd wedi'i storio yn y defnydd (ar ffurf egni potensial elastig, EPE) yw :

gan fod $F = kx$ (deddf Hooke),

$$\Delta EPE = \text{Gwaith} = \text{arwynebedd triongl} = \frac{1}{2} F x$$

$$\Delta EPE = \frac{1}{2} kx^2$$

Egni cinetig a photensial

Mae'r hafaliadau hyn wedi'u rhoi yn y llyfryn data yn yr arholiad:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\Delta E_p = m g \Delta h$$

$$E_{\text{elastig}} = \frac{1}{2} k x^2$$

lle E_c = egni cinetig, ΔE_p = newid egni potensial disgyrchol, ac E_{elastig} = egni potensial elastig

Theorem gwaith-egni

O dudalen 11, mae gennym ni'r hafaliad cinematig, $v^2 = u^2 + 2 ax$.

Os ydym ni'n amnewid am 'a' o $F = ma$, gallwn ni droi'r hafaliad cinematig uchod yn:

$$F x = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m u^2$$

Felly, mae grym sy'n gwrthrych yn llorweddol yn gwneud gwaith ar y gwrthrych sy'n hafal i " $F x$ ", ac yn absenoldeb ffrithiant ac ati, mae'r gwaith hwn yn troi'n gynnydd mewn egni cinetig. Mae hyn yn gysylltiedig yn uniongyrchol â'r 4^{edd} linell ar y dudalen flaenorol ("Gwaith = egni sy'n cael ei drosglwyddo").

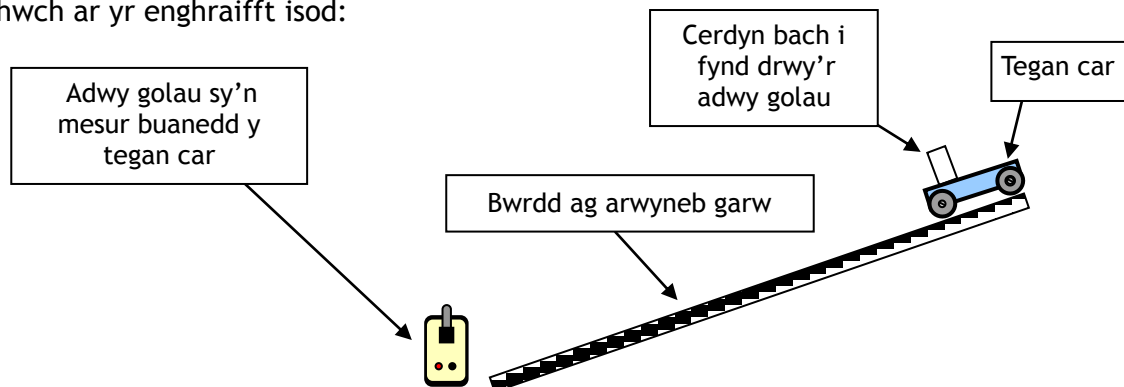
Cadwraeth egni

Mae'r theorem gwaith-egni uchod yn tybio nad oes dim grymoedd afradloni/gwrthiant, h.y. bod y gwaith sy'n cael ei wneud ar wrthrych yn trosglwyddo'n berffaith yn egni cinetig. Yn y rhan fwyaf o sefyllfaoedd go iawn yma ar y Ddaear, mae yna rywffaint o ffrithiant, ac fel rheol mae yna wrthiant aer hefyd. Mae'r grymoedd hyn yn trosglwyddo rhywfaint o'r egni i fathau o egni sy'n wastraff fel gwres a sain.

Hyd yn oed os yw rhywfaint o egni'n cael ei 'golli' o'r system o wrthrychau rydym ni'n edrych arni, mae cyfanswm yr egni'n cael ei gadw - cadwraeth egni yw hyn:

Ni all egni gael ei greu na'i ddiystro, dim ond ei drawsnewid o un ffurf i ffurf arall.

Edrychwch ar yr enghraifft isod:



Os ydym ni'n tybio nad oes dim ffrithiant na gwrthiant aer yn gweithredu ar y car tegan, byddai'r egni potensial disgrychol, E_p , yn trosglwyddo'n berffaith i egni cinetig, E_c . Y buanedd wedi'i gyfrifo fyddai'r 'uchafswm damcaniaethol'.

$$\Delta E_p = E_c \text{ cynnydd}$$

Fodd bynnag, wrth ystyried grymoedd ffrithiant hefyd, rydym ni'n ysgrifennu →

$$\Delta E_p = E_c \text{ cynnydd} + W$$

lle 'W' yw'r gwaith mae'r grymoedd ffrithiant yn ei wneud ($W = F x$).

Byddai'r buanedd a'i fesurir tipyn yn llai na'r 'uchafswm damcaniaethol' a'i gyfrifir heb ddim grymoedd ffrithiant.

Pŵer

Rydym ni'n diffinio pŵer fel cyfradd gwneud gwaith. Felly, pŵer hefyd yw cyfradd trosglwyddo

egni, sy'n golygu mai hafaliad pŵer yw naill ai

$$P = \frac{W}{t}$$

neu

$$P = \frac{E}{t}$$

Gallwn ni greu mynegiad defnyddiol arall drwy amnewid am 'W' fel 'grym x pellter' neu 'Fx':

$P = \frac{F x}{t}$ ond gan fod $x / t =$ buanedd, mae hyn yn

$$P = F v$$

Mae $P = F v$ yn berthnasol i sefyllfa lle mae grym ar wrthrych yn ceisio ei gyflymu, ond yn cael ei gydbwysu gan rym arall, e.e. ffrithiant, sy'n golygu bod y grym cydeffaith yn sero, ac felly bod y gwrthrych yn symud ar **fuanedd cyson**.

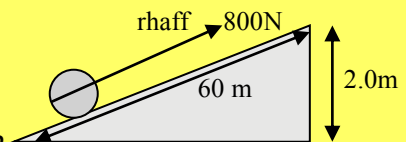
Effeithlonrwydd

Rydym ni'n defnyddio'r mesur effeithlonrwydd i ddisgrifio faint o engi defnyddiol mae dyfais neu beiriant yn ei gynhyrchu o gymharu â'r engi mewnbwn, ac yn ei fynegi fel canran fel rheol. Felly,

$$\text{Effeithlonrwydd (\%)} = \frac{\text{Engi defnyddiol sy'n cael ei drosglwyddo}}{\text{Cyfanswm engi mewnbwn}} \times 100 (\%)$$

Enghraifft

Mae craig â màs 150kg yn cael ei thynnu i fyny goledd garw ar **fuanedd cyson** o 0.8 m/s drwy roi grym cyson o 800N ar raff sydd wedi'i chlymu ati, fel yn y diagram →. Cyfrifwch,



- yr engi potensial disgrychol sydd gan y graig ar ben y goledd,
- effeithlonrwydd y system dynnu hon,
- y ffrithiant sy'n gweithredu ar y graig,
- y pŵer sy'n cael ei ddatblygu gan yr unigolyn sy'n tynnu'r raff.

(a) $\Delta E_p = mg \Delta h = 150 \times 9.81 \times 2 = 2943 \text{ J}$

(b) Cyfanswm engi mewnbwn = $W = F x = 800 \times 60 = 48\,000 \text{ J}$

$$\text{Effeithlonrwydd} = \frac{\text{Allbwn defnyddiol}}{\text{Cyfanswm mewnbwn}} \times 100 = \frac{2943}{48\,000} \times 100 = 6.1\%$$

(c) Gwaith sy'n cael ei wneud gan ffrithiant, $W_{\text{FFR}} = 48\,000 - 2943 = 45\,057 \text{ J}$

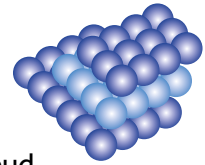
Felly, ffrithiant, $\text{FFR} = W_{\text{FFR}} / x = 45\,057 / 60 = 751 \text{ N}$

(ch) $P = F v = 800 \times 0.8 = 640 \text{ W}$

Adran 1.5 - Solidau dan ddiriant

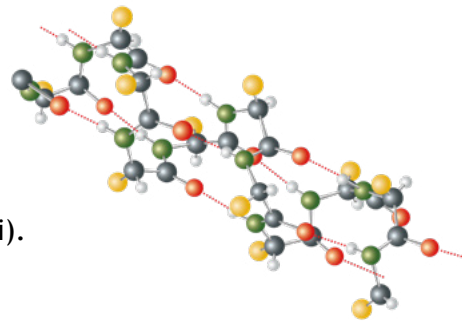
3 math o solid

1) **Grisiallog** : Mae gan y solidau hyn drefn dros bellteroedd byr a hir, h.y. mae patrwm rheolaidd o atomau (neu foleciwlau weithiau) dros bellter o leiaf 100 diamedr atomig. Mae bron bob metel yn enghraifft o solid amlgrisiallog, yn ogystal â llawer o fwynau, e.e. halen, sy'n cynnwys llawer o risialau bach o'r enw **graenau**. Mae gan bob graen gyfeiriadaeth gwahanol. Mae hyn yn gwneud yr adeiledd yn gryf iawn. Rydym ni'n galw'r llinell rhwng pob gronyn yn **ffin graen**.



2) **Amorfffaidd** : Rydym ni'n defnyddio'r term amorfffaidd (sy'n golygu 'heb siâp na ffurf') i ddisgrifio sylweddau solid lle nad yw'r gronynnau wedi'u trefnu o gwbl, neu brin ddim, dros bellter hir. Gallwn ni ei gymharu â darlun enydaidd neu 'wedi'i rewi' o adeiledd mewmol hylif. Yn ymarferol, ychydig iawn o enghreifftiau sydd o solidau ag adeileddau cwbl ar hap fel hyn, ond mae gwydr neu frics yn enghreifftiau lle gallai fod clystyrau trefnus o atomau (llawer llai na'r grisialau 'bach' mewn defnyddiau amlgrisiallog fel metelau).

3) **Polymeraidd** : Mae polymerau'n cynnwys cadwynau hir iawn o atomau carbon (yn aml dros 1000 o atomau !) wedi'u bondio â hydrogen ac atomau eraill. Mae polymerau'n gallu bod yn naturiol (e.e. cellwlos, protein, rwber, ac ati) neu'n synthetig (e.e. polyethan [wedi'i ddangos →] , polythen, polystyren, neilon, ac ati).



Effeithiau grymoedd allanol ar solidau

Bydd llawer o ddefnyddiau grisiallog neu amorfffaidd yn ymestyn dan dyniant mewn modd llinol, o leiaf ar gyfer rhywfaint o amrediad grym. Rydym ni'n dweud eu bod nhw'n ufuddhau i **deddf Hooke**:

Mae estyniad corff mewn cyfrannedd â'r llwyth gosod, cyn belled ag nad yw'n mynd dros y terfyn elastig.

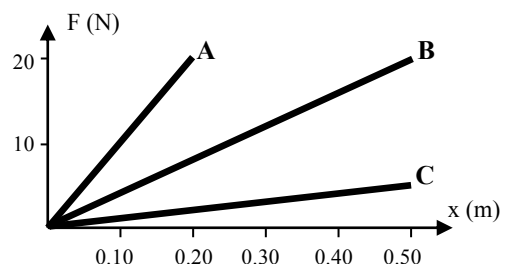
$$F = kx$$

Lle, F = grym (N) ; k = cysonyn sbring (Nm^{-1}) ; x = estyniad (m)

Mae hyn yn arwain at graffiau grym-estyniad fel hwn →.

Byddai defnydd 'A' yn teimlo'n fwy 'stiff' na defnydd 'C', oherwydd gyda'r un grym, mae 'A' yn ymestyn llawer llai. Byddai gan 'A' werth 'k' uwch yn yr hafaliad sy'n cynrychioli deddf Hooke, uchod.

Yn wir, mae 'k' yn hafal i raddiant y graff hwn.



Cofiwch !!! Mae'r arwynebedd dan y graff yn hafal i'r gwaith mae'r grym yn ei wneud ar y gwrthrych. Drwy hyn, yr egni sydd wedi'i storio yn y defnydd (ar ffurf egni potensial elastig, EPE) yw :

$$\Delta EPE = \text{Gwaith sy'n cael ei wneud} = \text{arwynebedd triongl} = \frac{1}{2} Fx$$

gan fod $F = kx$ (deddf Hooke), $\Delta EPE = \frac{1}{2} kx^2$

Diriant a Straen

Y broblem â defnyddio'r cysonyn elastig yw bod ei werth yn wahanol ar gyfer pob sbesimen o ddefnydd sydd â gwahanol siâp neu faint. Mae **Modwlws Young**, sy'n annibynnol o hyd a lled y defnydd, yn fesur mwy defnyddiol. Mae'n galluogi cymhariaeth deg o anhyblygrwydd ("stiffness") gwahanol ddefnyddiau. Rydym ni'n diffinio **Modwlws Young** fel a ganlyn:

$$\text{Modwlws Young, } E = \frac{\text{Diriant}}{\text{Straen}}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

diriant, σ = Grym / Arwynebedd

unedau : N / m^2 neu Pascal, Pa

straen, ϵ = estyniad / hyd gwreiddiol

unedau : Dim!

Felly, uned Modwlws Young yw N / m^2 (neu Pascal, Pa) - yr un fath ag uned diriant.

Felly, drwy amnewid y ddau ddiffiniad diriant a straen hyn yn hafaliad modwlws Young (ddim yn cael ei dangos yn y llyfryn data):

$$E = \frac{F / A}{\Delta L / L}$$

neu, os yw'n well gennych chi

$$E = \frac{F L}{\Delta L A}$$

Graffiau Diriant a Straen gwahanol ddefnyddiau

1) Grisialog

Dadansoddi

OP - estyniad mewn cyfrannedd â'r llwyth, h.y. ufuddhau i ddeddf Hooke.

Pwynt P - terfyn cyfrannedd.

Pwynt E - terfyn elastig; hyd at y pwynt hwn bydd y defnydd yn mynd yn ôl i'w siâp a'i faint gwreiddiol ar ôl tynnu'r grym.

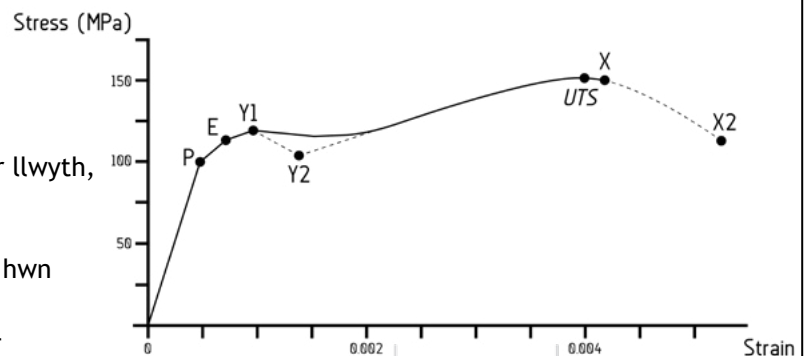
Y_1 - pwynt ildio; estyniad mawr yn digwydd heb lawer neu ddim straen ychwanegol wrth i blantau o atomau ddechrau lithro heibio i'w gilydd.

Y_2 - mae rhai defnyddiau'n ymestyn gymaint, e.e. copr, nes bod y diriant yn lleihau am gyfnod.

EX - rhan blastig; wnaiff y defnydd ddim mynd yn ôl i'w faint gwreiddiol ar ôl cyrraedd y rhan hon.

X - defnydd yn torri; dynodi CTE (cryfder tynol eithaf) y rhan fwyaf o ddefnyddiau.

X_2 - Mae rhai metelau hydwyth iawn fel copr yn culhau ac yn ymestyn yn gyflym ar y pwynt olaf cyn torri (gyddfu yw'r enw ar hyn).



Egluro ymddygiad y defnydd yng ngwahanol rannau'r graff

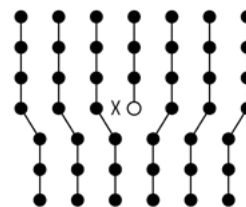
Mae gan fetelau (a mwynau fel halen) batrwm atomig rheolaidd. Felly, bydd unrhyw rym sy'n cael ei roi ar ddefnydd grisialog yn cael ei drosglwyddo'n gyfartal i bob bond oherwydd y drefn dros bellter hir. Felly, ar gyfer estyniadau bach, mae ymddygiad y defnydd cyfan yn debyg iawn i ymddygiad un bond, lle, $F \propto x$, ac felly mae'r graff yn syth o O i P.

Mae ymddygiad plastig yn digwydd wrth i solid gael ei ymestyn y tu hwnt i'w derfyn elastig. Mae'r atomau mewn un plân yn gallu llithro dros yr atomau yn y plân arall, os yw'r grymoedd yn ddigon mawr.

Mae golwg fanylach ar 'lithro' planau'n cyflwyno syniad **afleoliadau** i egluro pam mae defnydd hydwyth yn ymestyn yn gymharol hawdd yn y rhan blastig.

Weithiau, wrth i fetel tawdd oeri wrth gael ei fwyndoddi, mae camgymeriadau'n digwydd wrth i'r ionau metel uno â'r grisial. Un camgymeriad cyffredin – un bob tua miliwn o blânau atomig – yw bod hanner plân o atomau'n cael ei fethu. Rydym ni'n galw hyn yn afleoliad ymyl.

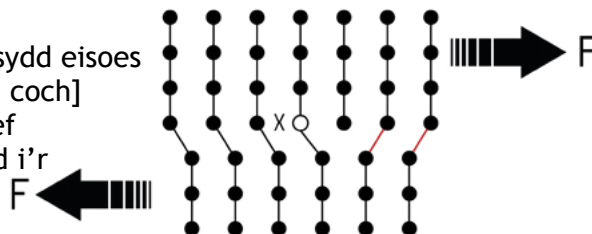
Mae afleoliadau ymyl yn allweddol i anffurfiad plastig. Y gyfrinach yw'r bondiau o gwmpas yr ion X. Mae'r bondiau hyn i gyd dan straen (maen nhw'n hirach nag arfer), felly maen nhw'n fannau gwan.



Tybiwch ein bod ni'n rhoi tyniant ar yr adeiledd ar y dde.

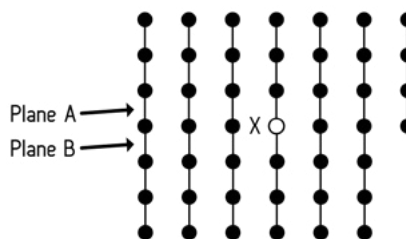
Os yw'r grymoedd, F, yn fach, mae'r bondiau llorweddol yn cael eu hymestyn mewn modd cildroadwy (os yw'r grym yn cael ei dynnu, maen nhw'n cyfangu eto) ac mae'r defnydd yn ymddwyn yn elastig.

Os yw'r grymoedd yn mynd yn fwy, mae'r bondiau sydd eisoes dan straen o dan X ac i'r dde [wedi'u dangos mewn coch] yn cael eu hymestyn yn bellach ac ar ryw bwynt, sef Pwynt Ildio y defnydd, maen nhw'n torri gan wneud i'r afleoliad symud i'r dde.



Os yw'r un grym a achosodd y symudiad hwn yn dal i gael ei roi, mae'r afleoliad yn dal i symud, drwy dorri ac ailffurfio bondiau, nes ei fod yn cyrraedd ymyl y grisial.

Fel hyn, mae'r afleoliad wedi symud o'r chwith i'r dde drwy'r grisial. Mae'n edrych fel bod plân A a phlân B wedi llithro dros ei gilydd. Fodd bynnag, mae wedi'i gyflawni'n haws oherwydd dim ond un linell (fer) o fondiau, yn hytrach na phlân cyfan, sydd wedi'i thorri ar y tro.



Felly, gallwn ni gryfhau metelau (drwy wneud anffurfiad plastig yn llai tebygol) drwy :

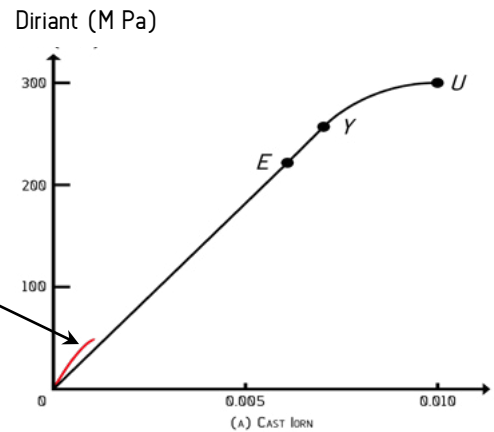
- 1) Gwneud y 'graenau' yn llai - mae hyn yn cyfyngu ar symudiad afleoliadau.
- 2) Cyflwyno atomau estron. Effaith hyn yw creu afleoliad pwynt sy'n cyfyngu ar symudiad afleoliadau fel sydd wedi'i ddisgrifio uchod.

2) Amorfffaidd

Rydym ni'n categoreiddio gwydr fel defnydd amorfffaidd, ac mae'n frau iawn. Mae Haearn Bwrw hefyd yn ddefnydd brau. Ar y dde, mae cromlin diriant-straen haearn bwrw, ac wedi'i hychwanegu mewn coch, cromlin gwydr.

Does gan y naill gromlin na'r llall ran 'blastig' gan fod y ddau ddefnydd yn frau.

Sylwch, er bod gwerth Modwlws Young gwydr yn debyg i werth haearn bwrw (graddiant tebyg), h.y. **anhyblygrwydd** tebyg, bod ganddo werth llawer is ar gyfer ei ddiriant torri eithaf o gwmpas 70 M Pa, sy'n golygu ei fod yn llai cryf na haearn.



Dadansoddi ac egluro

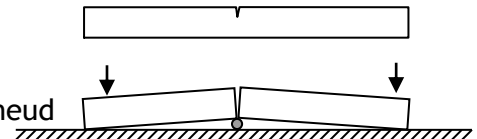
Mae gan wydrau stiffwrwydd a breuder grisialau heb yr adeiledd rheolaidd ar raddfa fawr na'r planau gwendid. Mae ganddynt adeiledd **amorfffaidd**, heb ddim rheoleidd-dra yn y ffordd mae eu moleciwlau wedi'u cloi gyda'i gilydd yn y solid.

Mae'r diffyg adeiledd grisialog yn gwneud llithriad afleoliad yn amhosibl - does dim digon o drefn dros bellter byr na hir i afleoliadau symud. Mae hyn yn golygu nad yw diriant sy'n cronni ar grac ar yr arwyneb yn cael ei 'ryddhau' gan symudiad afleoliadau, fel fyddai'n digwydd mewn defnydd hydwyth. Mae hyn yn golygu na fydd gan y defnydd ran blastig. Felly, efallai fod gwydr yn anhyblyg ("stiff"), ond yn sicr nid yw'n gryf.

Craciau

Mae gwydrau'n frau oherwydd mae craciau'n gallu teithio drwyddynt yn hawdd. Mae diriant cymharol fach yn gallu gwneud i grac microsgopig ar yr arwyneb dyfu'n ddi-reolaeth drwy'r solid nes iddo dorri'n ddau.

Rydym ni'n defnyddio hyn i siapiao llenni gwydr, ac i dorri teils, fel mae'r diagram uchod yn ei ddangos.



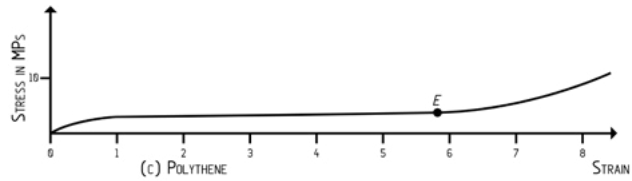
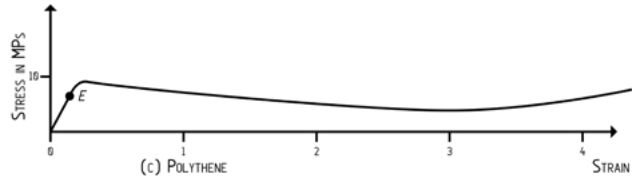
Yn gyntaf, mae crac bach yn cael ei ricio ar arwyneb y gwydr ag offeryn miniog. Yna, caiff diriant cymedrol ei roi ar y gwydr mewn ffordd sy'n gorfodi'r crac i agor. Y canlyniad (fel arfer) yw toriad glân ar hyd y llinell gwendid gafodd ei diffinio gan y crac gwreiddiol.

Does dim rhaid i'r crac gwreiddiol fod yn ddwfn iawn, dim ond yn llym. Mae crac byr ond cul yn gallu achosi cynnydd mawr lleol yn y diriant. Felly bydd y defnydd ar flaen y crac yn cyrraedd ei ddiriant tynnol eithaf ymhell cyn gweddill y defnydd. Felly, bydd y crac yn gallu tyfu er bod y diriant cyfartalog ar y sampl yn llawer is na chryfder tynnol y defnydd. Wrth gwrs, cyn gynted ag mae'r crac wedi dechrau tyfu, mae'r crac yn mynd yn fwy llym : mae'r diriant yn cynyddu wrth i'r blaen fynd yn fwy, ac ati. Mae blaen y crac yn lledaenu drwy'r sampl ar tua buanedd sain nes iddo gyrraedd yr ochr arall!

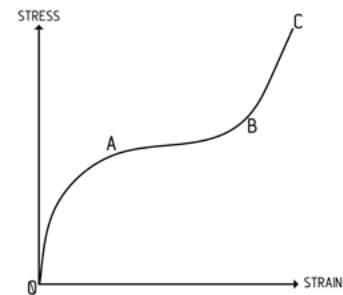
3) Polymeraidd

Dadansoddi ac egluro

Y prif ffactor sy'n pennu ymddygiad polymer yw'r **trawsgysylltiadau**. Mae'r rhain yn fondiau (cofalent) cryf sy'n ffurfio rhwng moleciwlau sy'n gyfagos neu'n gorgyffwrdd, neu hyd yn oed rhwng gwahanol rannau o'r un moleciwl. Os nad oes gan y moleciwlau lawer o drawsgysylltiadau, maen nhw'n gallu llithro dros ei gilydd yn eithaf rhwydd, h.y. gallwn ni ymestyn y polymer, fel rwber (latecs). Os ydych chi'n cynyddu nifer y trawsgysylltiadau drwy ychwanegu amhureddau fel sylffwr at y latecs, mae'r polymer yn mynd yn fwy anhyblyg. Yna, mae'r 'latecs' yn cael enw gwahanol - 'fwlcanit'.

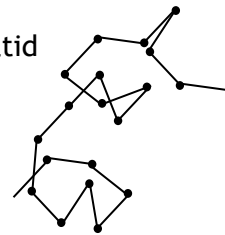


Mae angen i ni edrych yn agosach ar gromlin diriant-straen nodweddiadol rwber. Rhaid i chi allu egluro, ar **lefel foleciwlaidd**, pam mae ganddi dair rhan wahanol:



Mae hi'n hawdd cymharu'r gromlin â balwnau parti : yn gyntaf chwythu'n galed (OA), yna'n llawer ysgafnach (AB), yna'n galetach eto (BC) - yn y pen draw BANG (C).

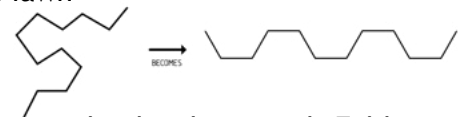
Mae moleciwlau rwber yn hir a thenau, yn debyg i rodenni â chymalau bwylltid rheolaidd (mae un moleciwl wedi'i ddangos →).



Mae'r trawsgysylltiadau'n fondiau cofalent cryf (yn ogystal â'r bondiau cofalent cryf rhwng pob moleciwl) ond fel rydym ni wedi'i nodi, does dim llawer o'r rhain mewn rwber naturiol (latecs). Felly, does dim digon o drawsgysylltiadau i gadw'r moleciwlau mewn drysni clymog.

Mae bondiau gwannach yn ffurfio yn y drysni clymog o foleciwlau, sef grymoedd **van der Waals**. Bob tro mae un darn o foleciwl yn dod yn agos iawn at foleciwl arall (neu at ran wahanol o'r un moleciwl) mae grym van der Waals yn gallu digwydd - meddylwch amdano fel bond gwan sydd ddim ond yn gweithredu dros bellteroedd byr iawn. Mae llawer o'r rhain yn cael eu cynhyrchu rhwng y moleciwlau rwber, ac yn tueddu i gadw'r moleciwlau'n sownd at ei gilydd. Mae hyn yn egluro adran **OA** y graff h.y. 'stiffwrwydd' cychwynnol y defnydd rwber.

Mae cryfder y grymoedd van der Waals hyn yn lleihau'n gyflym iawn gyda phellter, ac felly yn gyflym, ym mhwynt **A**, mae'r moleciwlau'n dechrau datod oddi wrthynt eu hunain a'i gilydd. Dyma pam mae adran **AB** y graff yn eithaf 'fflat' h.y. mae'r defnydd rwber yn ymestyn yn fawr heb lawer o ymdrech ychwanegol. Fel hyn, mae diriannau eithaf cymedrol yn gallu cyflawni straen hyd at 5.

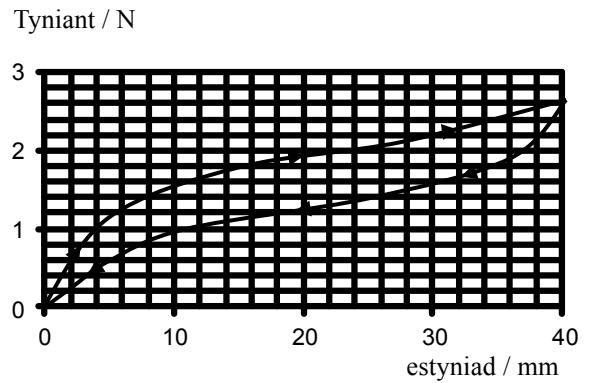


Cyn gynted ag mae'r moleciwl wedi'i sythu (pwynt **B**), mae ymestyn y rwber yn bellach yn golygu bod rhaid ehangu'r bondiau cofalent cryf rhwng pob **moleciwl**, yn ogystal ag ehangu neu dorri'r **trawsgysylltiadau** cofalent cryf. Mae hyn yn llawer anoddach na dim ond datod y moleciwlau, felly mae'r graff yn mynd yn llawer mwy serth o'r pwynt hwn ymlaen. Mae'r rwber yn **ymddwyn** yn debyg iawn i unrhyw solid arall â bondiau cofalent yn rhan **B** i **C**, h.y. mae'n anhyblyg ac yn gryf.

Hysteresis

Mae cromlin ymestyn defnydd yn aml yn wahanol i'r gromlin cyfangu. Mae hyn yn arbennig o wir am ddefnydd polymerig, eto oherwydd y trawsgysylltiadau.

Wrth edrych ar graff grym-estyniad (→) band rwber, mae estyniad y gromlin estyniad yn fach i ddechrau. Mae hyn oherwydd bod yr holl drawsgysylltiadau rhwng y moleciwlau'n ei gwneud hi'n anodd ei ymestyn.



Cyn gynted ag y mae wedi'i ymestyn yn llawn, mae'r trawsgysylltiadau hyn wedi glynu eto mewn safleoedd newydd, ac nawr, wrth leihau'r tyniant yn araf, maent eto'n ei gwneud hi'n anoddach i'r moleciwlau (i ddechrau) basio dros ei gilydd, h.y. dydy'r band rwber ddim yn cyfangu mor hawdd â'r disgwyl.

Yr effaith net yw bod gwaith yn cael ei wneud yn fewnol, yn debyg i ffrithiant. Mae'r gwaith hwn sy'n cael ei wneud dros un cylchred o ymestyn a chyfangu'n cael ei ryddhau fel gwres, ac mae ei werth yn hafal i'r arwynebedd rhwng y ddwy gromlin.

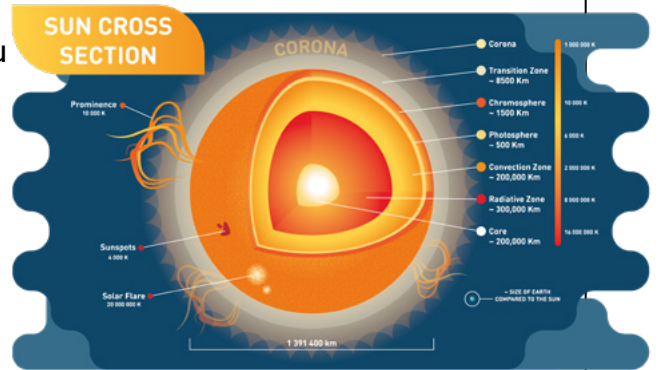
Mae hyn yn enghraifft o hysteresis, a dyma pam mae band elastig yn poethi pan gaiff ei ymestyn a'i ryddhau lawer gwaith yn gyflym.

Adran 1.6 - Defnyddio ymbelydredd i ymchwilio i'r sêr

Sbectra serol

Does gan sêr ddim arwyneb pendant; mae'r golau rydym ni'n ei weld o seren yn dod o haen o nwy sydd gannoedd o km o drwch, sef y **ffotosffer**.

Pan mae gwrthrych poeth fel seren yn allyrru golau, rydym ni'n disgwyl i'r golau gynnwys ystod eang o donfeddi yn debyg i sbectrwm pelydrydd cyflawn! Rydym ni'n diffinio pelydrydd cyflawn fel hyn:



Pelydrydd cyflawn yw gwrthrych (neu arwyneb) sy'n amsugno'r holl belydriad electromagnetig sy'n ei daro. Does dim byd yn well allyrrydd pelydriad ar unrhyw donfedd na phelydrydd cyflawn ar yr un tymheredd.

Er ei bod hi'n amlwg nad yw sêr yn ddu, maen nhw'n 'allyrwyr' perffaith bron, felly wrth edrych ar olau wedi'i allyrru gan seren, dylem ni gael sbectrwm di-dor fel yr un gyferbyn (h.y. pob lliw, pob tonfedd).



Fodd bynnag, mae rhai lliwiau/tonfeddi penodol yn gallu cael eu hamsugno gan yr atomau yn atmosffer seren (ac yn rhan ucha'r ffotosffer!), ac felly mae'r golau sy'n cyrraedd ein telesgopau ni'n sbectrwm amsugno, fel yr un sydd wedi'i ddangos →.



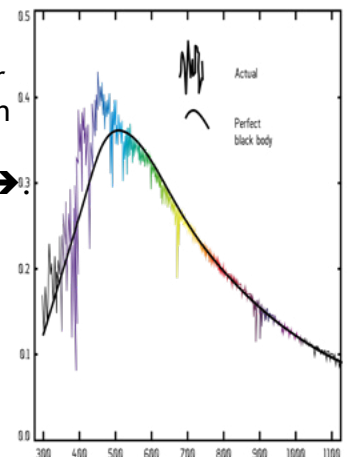
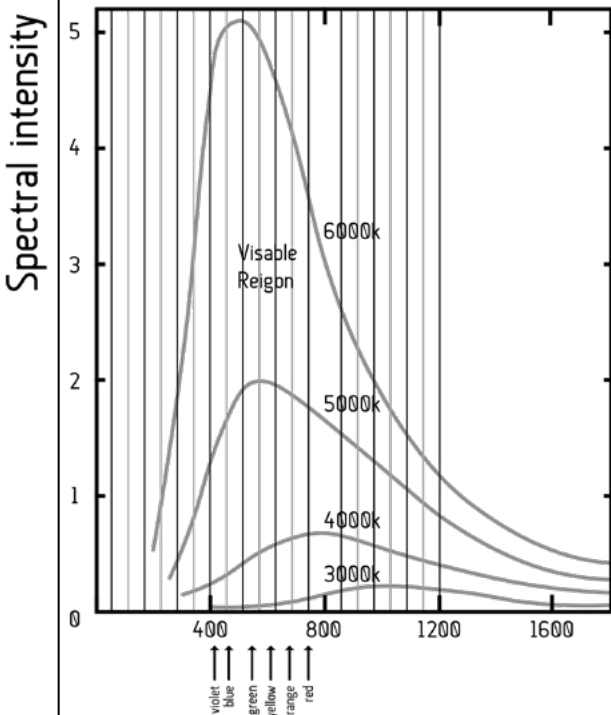
Wrth astudio arddwysedd pob rhan fach o hwn yn ofalus, rydym ni'n gweld ei fod yn ufuddhau i ddeddf Wien:

$$\lambda_{\text{brig}} = \frac{W}{T}$$

lle, λ_{brig} = y donfedd frig (m)
 W = cysonyn Wien = 2.90×10^{-3} mK
 T = tymheredd arwyneb y seren (K)

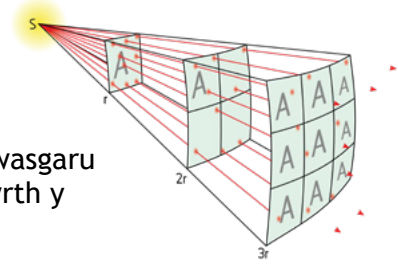
Sylwch pa mor agos mae'r gromlin pelydrydd cyflawn yn cytuno â sbectrwm gwirioneddol ein haul ni →

Y 'dipiau' am i lawr yw'r llinellau amsugno.



Deddf sgwâr gwrthdro golau a deddf Stefan

Wrth i chi fynd yn bellach oddi wrth ffynhonnell golau, mae swm yr egni golau sy'n taro pob metr sgwâr bob eiliad yn lleihau. Mae hyn oherwydd bod y golau sy'n cael ei allyrru i ddechrau'n gwasgaru dros 'arwynebedd arwyneb' mwy a mwy wrth iddo deithio oddi wrth y ffynhonnell.



Rydym ni'n galw 'swm yr egni golau sy'n taro pob metr sgwâr bob eiliad' yn arddwysedd sbectrol, I , neu weithiau'n 'ddwysedd fflwcs' neu jyst 'fflwcs'. Fe'i rhoddir gan y fformiwla gyferbyn →.

$$I = \frac{P}{4\pi x^2}$$

lle, I = arddwysedd (Wm^{-2}),
 P = cyfanswm pŵer (goleuedd) wedi'i gynhyrchu gan y seren (W),
 x = pellter o'r ffynhonnell (m).

Sylwch mai $4\pi x^2$ yw arwynebedd arwyneb sffêr 'dychmygol' â radiws ' x '; unedau = m^2 .

Rydym ni'n gweld bod arddwysedd y golau (hynny yw, y pŵer i bob metr sgwâr), **ar arwyneb seren**, mewn cyfrannedd union â phedwerydd pŵer tymheredd yr arwyneb. Rydym ni'n galw hyn yn **Ddeddf Stefan**:

$$P = \sigma A T^4$$

Pe byddem yn rhannu'r ddwy ochr gyda'r arwynebedd, A , byddai'r ochr chwith yn " P/A " sydd eto'n arddwysedd ($I=P/A$), ond y tro hwn

A = arwynebedd arwyneb y seren = $4\pi R^2$, lle R = radiws y seren.

σ = cysonyn Stefan = $5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$

T = tymheredd arwyneb y seren (K)

Felly, mae deddf Stefan yn defnyddio'r hafaliad arddwysedd ar bellter penodol (radiws y seren), lle $x = R$.

Seryddiaeth aml-donfedd

Gallwn ni ddysgu gwahanol bethau am wrthrych yn y gofod, e.e. galaeth neu nifwl, drwy ei astudio â gwahanol deilegopau (sy'n sensitif i wahanol donfeddi ar y sbectrwm EM). Dyma enghraifft:

Y ddelwedd golau gweladwy (c) yw'r ddelwedd gyfarwydd o alaeth o'r enw M81, ac mae'n dangos llawer o fanylder, e.e. mae'r breichiau sbirol i'w gweld yn glir.



(a) X-ray



(b) UV



(c) Visible



(d) IR

Ar y llaw arall, mae'r ddelwedd uwchfioled yn nodi rhannau poethach ac yn dangos clymau o sêr

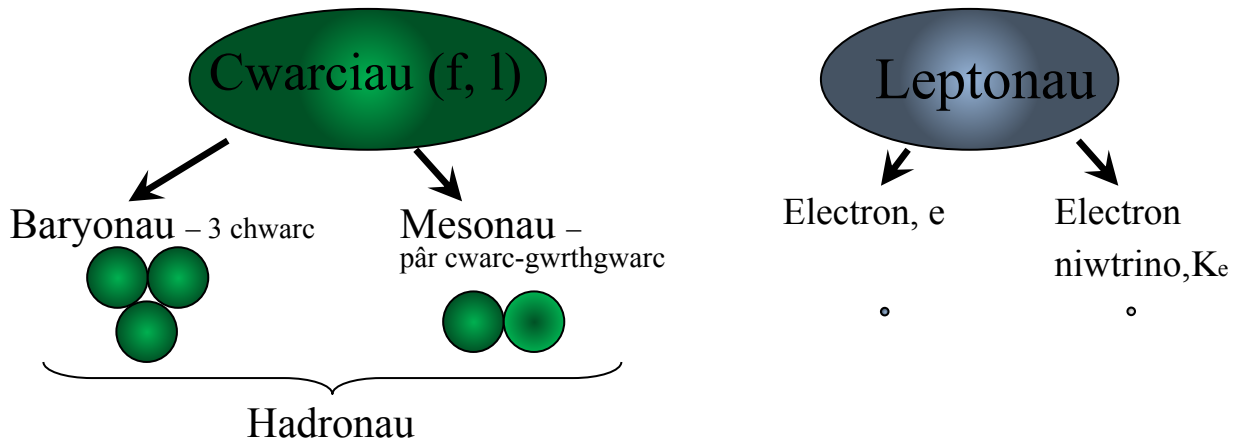
Dim ond rhannau â thymheredd uchel iawn sydd i'w gweld yn y ddelwedd pelydr-x. Mater wedi'i wresogi yw'r smotyn llachar yn y canol, wrth iddo droelli i mewn tuag at y twll du yng nghanol yr alaeth.

Adran 1.7 - Gronynnau ac Adeiledd Niwclear

Mae gwyddonwyr wedi darganfod dau grŵp o ronynnau elfennol : **cwarciau** a **leptonau**. Caiff y rhain eu rhannu'n ddau grŵp yn seiliedig ar y grym (cryf neu wan) maen nhw'n rhyngweithio ag ef. **NODER** : Dim ond gronynnau cenhedlaeth 1^{af} sy'n cael sylw yma.

Mae cwarciau'n ronynnau â màs cymharol uchel, maen nhw naill ai o'r math 'i fyny' neu 'i lawr', a dydyn ni erioed wedi eu gweld nhw'n uniongyrchol ar eu pennau eu hunain. Mae'r grym cryf yn effeithio ar y gronynnau hyn. (Mae protonau a niwtronau wedi'u gwneud o dri chwarc yr un).

Mae leptonau'n ronynnau ysgafn, ac mae dau fath ohonynt - yr 'electron' a'r 'electron niwtrino'. Mae'r grym gwan yn effeithio ar y rhain.



Hefyd, rydym ni wedi canfod bod 'gwrthronyn' yn bodoli i bob gronyn. Mae gan wrthronynnau yr un màs a'u gronyn cyfatebol, ond y wefr ddirgroes.

'Rheolau' cwarciau!

Dim ond mewn grŵp mae cwarciau wedi'u canfod. O ystyried y wefr ar ronynnau fel protonau a niwtronau, rydym ni'n credu bod gwerthoedd gwefrau cwarciau fel a ganlyn:

| Cwarc | fyny | lawr | gwrth-fyny | gwrth-lawr |
|-----------|------|------|------------|------------|
| Gwefr / e | +2/3 | -1/3 | -2/3 | +1/3 |

Grwpiau o 3 o gwarciuau yw **Baryonau**.

Dim ond pedair ffordd bosibl sydd o gyfuno cwarciau i fyny a chwarciau i lawr i ffurfio grŵp o 3:

| | | | |
|-----|-----------------|---------------|---------------------------------|
| ffl | proton | p | gwefr = $+2/3 + 2/3 - 1/3 = +1$ |
| fll | niwtron | n | gwefr = $+2/3 - 1/3 - 1/3 = 0$ |
| fff | delta plws plws | Δ^{++} | gwefr = $+2/3 + 2/3 + 2/3 = +2$ |
| lll | delta minws | Δ^{-} | gwefr = $-1/3 - 1/3 - 1/3 = -1$ |

Hefyd, mae yna fersiynau 'cynhyrfol' o'r baryonau ffl a fll (protonau a niwtronau) sydd hefyd yn cael eu galw'n ronynnau 'delta': y proton cynhyrfol (ffl) yw Δ^+ a'r niwtron cynhyrfol (fll) yw Δ^0 . Hefyd, mae yna wrthronynnau i'r baryonau hyn, e.e. y gwrthbroton, \bar{p} sydd wedi'i wneud o'r gwrthgwarciau canlynol: ffl. (Nid yw'n ymddangos bod unrhyw faryonau â chymysgedd o ronynnau a gwrthronynnau).

Mae gwrthronynnau wedi'u cynrychioli â bar bach uwchben y symbol.

Mae cwarciau hefyd yn gallu ffurfio mewn parau. Mae mesonau yn gorfod bod yn gwarc a gwrthgwarc. Ar gyfer gronynnau cenhedlaeth 1^{af}, rydym ni'n eu galw nhw'n fesonau pi, neu pionau. Eto, dim ond 4 cyfuniad sy'n gallu bodoli:

| | | | |
|------------|----------|---------|---------------------------|
| $\bar{f}l$ | pi plws | π^0 | gwefr = $+2/3 + 1/3 = +1$ |
| $\bar{f}l$ | pi minws | π^2 | gwefr = $-2/3 - 1/3 = -1$ |
| $f\bar{f}$ | pi sero | π^0 | gwefr = $+2/3 - 2/3 = 0$ |
| $l\bar{l}$ | pi sero | π^0 | gwefr = $-1/3 + 1/3 = 0$ |

'Rheolau' leptonau!

Gan fod leptonau'n gallu bodoli ar eu pennau eu hunain, does dim o'r rheolau ar gyfer cyfuno baryonau. Fodd bynnag, mae pob lepton yn cael 'rhif lepton':

| | electron | electron niwtrino | gwrth-electron (positron) | electron gwrth niwtrino |
|---------------|----------|-------------------|---------------------------|-------------------------|
| symbol → | e^- | ν_e | e^+ | $\bar{\nu}_e$ |
| rhif lepton → | 1 | 1 | -1 | -1 |
| gwefr / e → | -1 | 0 | +1 | 0 |

Sylwer : Mae gan y gwrth-electron neu'r 'positron' ei symbol ei hun, e^+ , h.y. dim bar uwchben y symbol
Sero yw rhif lepton unrhyw ronynnau sydd ddim yn leptonau!

Rheolau cadwraeth

Mae'r rheolau cadwraeth canlynol yn berthnasol i unrhyw adweithiau dadfeiliad neu ryngweithiadau gwrthdaro:

- (1) **Cadwraeth momentwm** : Mewn unrhyw ryngweithiad rhwng gronynnau mewn system, rhaid i gyfanswm y momentwm aros yn gyson.
- (2) **Cadwraeth màs-egni** : Mewn unrhyw ryngweithiad rhwng gronynnau mewn system, all màs-egni ddim cael ei greu na'i ddiystro.
- (3) **Cadwraeth gwefr** : Mewn unrhyw ryngweithiad rhwng gronynnau mewn system, all cyfanswm gwefr y system ddim newid.

Rydych chi wedi gweld y tri hyn sawl gwaith o'r blaen wrth astudio Ffiseg TGAU!

Rydych chi'n defnyddio cadwraeth gwefr i gyfrifo'r cerrynt mewn cylchedau cyfres a pharalel.

(4) Cadwraeth rhif baryon :

Mewn unrhyw rhyngweithiad rhwng gronynnau mewn system, all cyfanswm rhif baryon y system ddim newid.

Enghraifft

Mae'r rhyngweithiad canlynol wedi cael ei arsylwi :

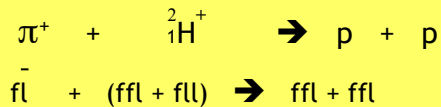


Pa ddeddfau cadwraeth mae'r adwaith hwn yn eu dangos?

Yn gyntaf, gallwn ni weld cadwraeth gwefr - mae gwefr o 2+ ar y chwith, a gan fod gan bob proton wefr 1+, mae gwefr o 2+ ar y dde hefyd.

Yn ail, mae cadwraeth rhif baryon yn digwydd. Mae dau faryon ar y chwith (mae'r niwclews dewteriwm yn cynnwys un proton ac un niwtron), ac yn amlwg y ddau broton yw'r ddau faryon ar y dde.

Fodd bynnag, gallwn ni fynd â hyn gam ymhellach, i lawr i lefel cwarciau:



Felly, mae pedwar cwarac 'fyny' ar y chwith, a phedwar ar y dde. Mae tri cwarac 'lawr' ac un cwarac 'gwrth-lawr' ar y chwith, sy'n golygu, ar y cyfan, dim ond 2 gwarc 'lawr'. Hefyd, mae 2 gwarc 'lawr' ar y dde.

Sylwer : Os yw'r grym gwan yn ymwneud â'r rhyngweithiad (gweler y dudalen nesaf), mae un cwarac i fyny'n gallu troi'n un cwarac i lawr, neu i'r gwrthwyneb. (Dydy'r rhif baryon ddim yn newid).

(5) Cadwraeth rhif lepton

Mewn unrhyw rhyngweithiad rhwng gronynnau mewn system, all cyfanswm rhif lepton y system ddim newid.

Enghraifft

Mewn labordy arbennig yng Nghanada, mae niwtrinios o'r Haul yn cael eu canfod drwy chwilio am electronau sy'n cael eu rhyddhau yn y rhyngweithiad:



Eglurwch ydy cadwraeth rhif lepton yn digwydd yn y rhyngweithiad hwn.

Mae gan yr electron niwtrino (chwith) a'r electron (dde) rif lepton o +1; baryonau yw'r gronynnau eraill i gyd, felly mae eu rhif lepton yn sero. Felly, mae cadwraeth rhif lepton yn digwydd.

Mae'r rhyngweithiad canlynol yn cael ei awgrymu : $\nu_e + {}^2_1\text{H} \rightarrow \text{p} + \text{p} + \pi^-$
Ydy hyn yn bosibl?

Nac ydy ! Er bod cadwraeth gwefr yn digwydd (fel o'r blaen), dydy cadwraeth rhif lepton ddim yn digwydd nawr, oherwydd mae gan y pion ar y dde rif lepton o sero (meson ydyw). Felly, fyddai'r adwaith hwn ddim yn bosibl.

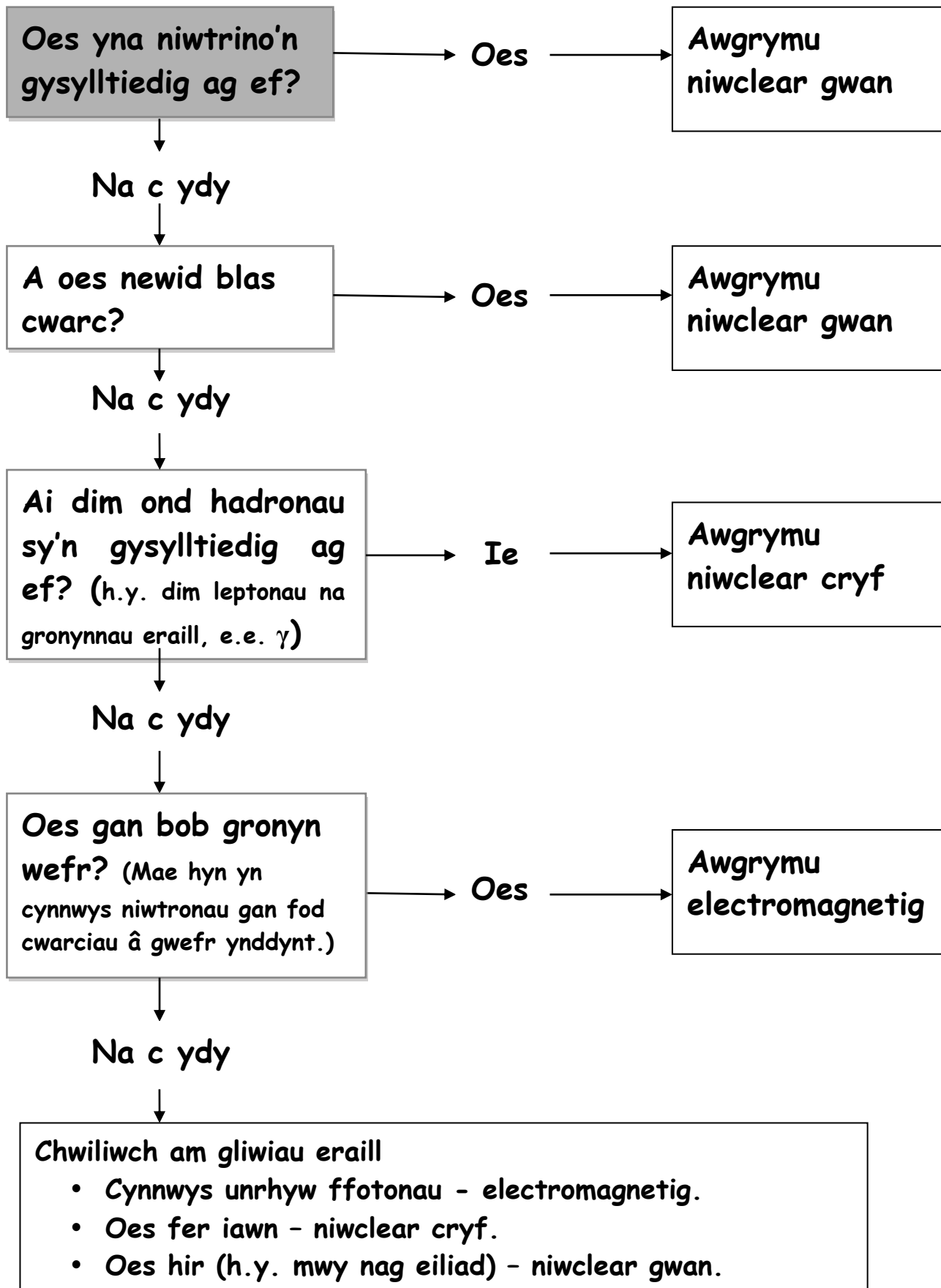
Pa rymoedd sy'n ymwneud â rhyngweithiadau?

Mae pob grym yn y Bydysawd a phob rhyngweithiad rhwng gronynnau'n bodoli o ganlyniad i ddim ond 4 grym sylfaenol. Un peth sy'n allweddol i ganfod y gwahaniaethau rhwng gronynnau yw'r ffordd mae gwahanol rymoedd yn effeithio arnynt.

Mae grym disgyrchiant yn gweithredu rhwng unrhyw ddau fàs, waeth pa mor fach ydynt, na pha mor bell oddi wrth ei gilydd (!), ond dim ond ar gyfer masau mawr fel planedau a sêr mae'n arwyddocaol, felly dydy hyn ddim yn berthnasol i rhyngweithiadau rhwng gronynnau is-atomig. Mae crynodeb o'r 3 grym arall isod:

| Rhyngweithiad | Cyrhaeddiad | Cael ei brofi gan ... | Nodiadau |
|------------------------|----------------------|-----------------------|--|
| Y grym cryf | Cyrhaeddiad byr | Cwarciau | Dim ond cwarciau a gronynnau sydd wedi'u gwneud o gwarciau sy'n ei brofi. (h.y. hadronau). Ddim yn gweithredu ar leptonau. Cysylltiedig ag ailgrwpio cwarciau. |
| Y grym electromagnetig | Anfeidraidd | Gronynnau â gwefr | Llawer cryfach (ac felly mwy tebygol/oes fyrrach) na'r grym gwan. Rheoli rhyngweithiadau sy'n cynnwys gronynnau â gwefr a ffotonau yn unig. Mae hadronau niwtral hefyd yn ei brofi oherwydd eu bod wedi eu gwneud o gwarciau. |
| Y grym gwan | Cyrhaeddiad byr iawn | Pob gronyn | Dim ond yn arwyddocaol mewn achosion lle nad yw'r rhyngweithiadau electromagnetig a chryf yn gweithredu. Mae rhyngweithiadau wedi'u rheoli gan hwn yn annhebygol (yn achos gwrthdrawiadau), neu mae ganddynt oes hir (yn achos dadfeiliadau). Rheoli unrhyw rhyngweithiadau sy'n cynnwys hadronau a leptonau, e.e. dadfeiliad β . Mae niwtrino'n gysylltiedig ag ef fel arfer. |

Pa ryngweithiad (grym sylfaenol)?



UNED 2

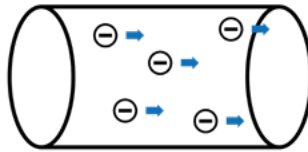
1. Dargludo trydan

Gwefr ar electron: Uned gwefr yw'r Coulomb (C). Mae'n ein galluogi ni i fesur faint o wefr drydanol sydd gan wrthrych (e.e. electron).

1 C Coulomb = gwefr ar 6,240,000,000,000,000,000 (6.24 biliwn-biliwn) electron.

Gwefr ar bob electron 'e' = $-1.6 \times 10^{-19}\text{C}$

'Cerrynt Trydanol' yw llif electronau mewn cylched drydanol. Mae dŵr yn llifo'n gymhariaeth dda â thrydan. Pan mae dŵr yn llifo drwy bibell, neu i lawr nant, mae yna gerrynt.



Cerrynt Confensiynol: Rydym ni'n dweud bod y cerrynt yn llifo o positif i negatif (+ → -). Mae hyn oherwydd confensiynau gafodd eu sefydlu amser maith yn ôl.

Llif Electronau: mae hyn yn digwydd i'r cyfeiriad dirgroes. 0 - i +

Diffiniad CERRYNT TRYDANOL: Cyfradd llif gwefr

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Unedau cerrynt trydanol - Amper - A sy'n gywerth â Cs^{-1} .

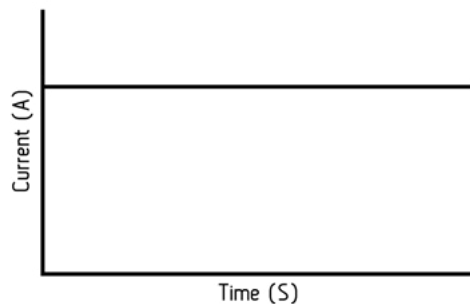
Graffiau cerrynt-amser. - Os yw'r cerrynt yn gyson fel mewn bwlb mewn cylched CU, mae'r graff cerrynt-amser yn edrych fel y graff isod.

Mae'r arwynebedd dan y graff yn rhoi cyfanswm y wefr - Q.

Mae hyn oherwydd bod $Q = It$.

e.e. Felly os yw cerrynt 3A yn llifo am amser o 30s, cyfanswm y wefr sydd wedi llifo yn yr amser hwn.

$$Q = It = 3 \times 30 = 90 \text{ C}$$



Mecanwaith dargludiad - Cyflymder drifft

Mae atomau pob metel wedi'u trefnu mewn adeiledd dellten. Dydy rhai o'r electronau allanol ddim yn sownd iawn at yr atomau, a does dim eu hangen nhw ar gyfer bondio. Ar gyfartaledd, mae tuag un electron ym mhob atom yn ddiangen o ran bondio. Mae'r electron hwn yn rhydd i symud o gwmpas y ddellten ac rydym ni'n ei alw'n 'ELECTRON RHYDD'.

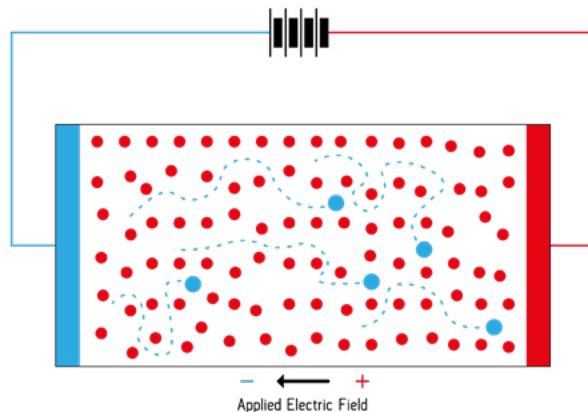
Os nad oes cerrynt yn llifo, bydd yr electronau rhydd hyn yn symud ar hap drwy'r adeiledd ($1 \times 10^6 \text{ms}^{-1}$). Rydym ni'n galw hwn yn 'GYFLYMDER THERMOL' yr electronau rhydd. Mae maint y cyflymder thermol yn dibynnu ar dymheredd y metel.

Pan mae gwahaniaeth potensial (foltedd) ar draws dau ben darn o fetel, caiff maes trydanol ei gynhyrchu yn y metel. Mae'r maes trydanol yn rhoi grym ar yr electronau rhydd, gan achosi iddynt gyflymu tuag at y potensial (foltedd) uchaf. Fodd bynnag, cyn iddynt fynd yn bell iawn maent yn gwrthdaro ag atom ac yn colli rhywfaint o'u hegni cinetig. O ganlyniad, maent yn tueddu i 'ddriffio' tuag at y pen positif, gan fownsio o gwmpas o atom i atom ar y ffordd.

Mae'r 'CYFLYMDER DRIFFT' cyfartalog mewn cyfrannedd â'r maes trydanol. Felly, mae'r cerrynt rydym ni'n ei gael mewn cyfrannedd â'r foltedd. Mae hyn hefyd yn egluro pam mae'n rhaid i ni gyflenwi egni i gynnal y cerrynt.

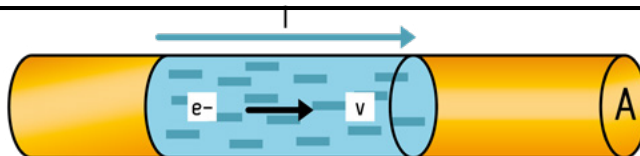
Rhaid i ni roi egni cinetig i'r electronau er mwyn eu symud nhw ymlaen. Mae'r egni hwn yn cael ei 'golli' bob tro mae'r electronau'n gwrthdaro â'r ïonau metel. Mae'r egni'n mynd i'r atomau, gan wneud iddynt ddirgrynu'n gyflymach – h.y. mae'n cynhesu'r gwrthydd. O ganlyniad, mae egni trydanol yn cael ei droi'n egni mewnlol (egni thermol) yr ïonau.

Er enghraifft, mewn dargludydd copr â radiws 1 mm, sy'n cludo 1 Amp, cyflymder drifft electronau yw 0.0001ms^{-1} . Mae'r gwrthwynebiad hwn i symudiad electronau'n creu gwrthiant a gwres.



Deillio $I = nAve$

Mae angen i ni allu cyfrifo gwerth cyflymder drifft yr electronau mewn perthynas â'r cerrynt sy'n llifo.



Mae gan y wifren;

Arwynebedd trawstoriadol = A , Hyd = l , Nifer yr electronau rhydd ym mhob $\text{m}^3 = n$

Mae'r electronau'n symud drwy'r wifren â chyflymder drifft ' v '. Os ydynt yn teithio'r hyd l mewn amser, t gallwn ni ysgrifennu:

Cyfaint y darn o wifren = $A l$ (Cyfaint silindr)

Nifer yr electronau rhydd (yn y silindr) = nAl

Cyfanswm y wefr ar yr electronau yn y wifren - $Q = nAle$

Pellter mae electronau rhydd yn ei symud - $l = vt$ felly, $Q = nAvte$

$$\text{Cerrynt } I = \frac{Q}{t}$$

$$\text{amnewid } I = \frac{nAve}{t} \quad \text{mae'r ddau } t \text{ yn canslo i roi } I = nAve$$

Defnyddio $I = nAve$

Enghraifft wedi'i chyfrifo.

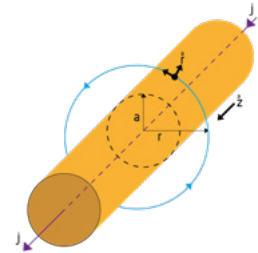
Mae gwifren â radiws 2 mm yn gallu cludo cerrynt hyd at 20 A. O wybod bod $n = 4.8 \times 10^{29} \text{ m}^{-3}$, beth yw uchafswm y cyflymder drifft yn y wifren hon?

Yn gyntaf, rhaid i chi gyfrifo'r arwynebedd trawstoriadol ' A ' = $\pi r^2 = \pi \times (2 \times 10^{-3})^2$
 $= 1.26 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

$$\text{aildrefnu i roi; } v = \frac{I}{nAe} = \frac{20}{4.81 \times 10^{29} \times 1.26 \times 10^{-5} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 2.07 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$$

Sut mae dyblu'r cyflymder drifft yn effeithio ar y cerrynt?

Os yw'r cyflymder drifft yn dyblu, mae'r cerrynt hefyd yn dyblu.



Beth allwn ni ei ddweud am werth ' n ' ac ' e ' mewn metel/defnydd penodol?

Mae'r rhain yn gysonion a dydyn nhw ddim yn newid (ar gyfer defnydd penodol)

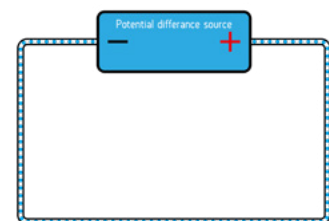
Os yw radiws y wifren yn dyblu, beth yw effaith hyn ar y cerrynt?

Gan ein bod ni'n defnyddio ' A ' = πr^2 i gyfrifo'r arwynebedd, mae dyblu'r radiws yn golygu bod yr arwynebedd yn cynyddu o ffactor o 4 (pedwaru). Felly mae'r cyflymder drifft yn cynyddu o ffactor o 4.

Gwahaniaeth potensial

Diffiniad

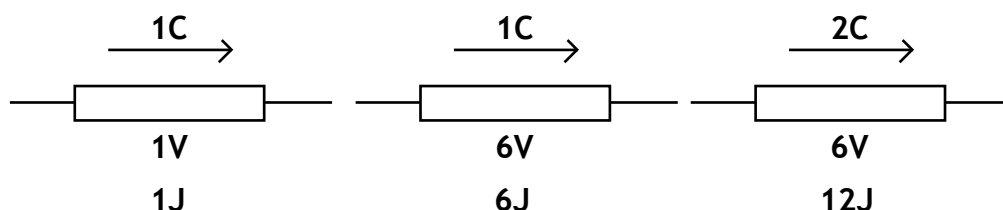
Y g.p. rhwng dau bwynt yw swm yr egni trydanol sy'n cael ei drosglwyddo i ffurfiau egni eraill wrth i 1 Coulomb o wefr lifo rhwng y pwyntiau.



Uned g.p. yw'r Folt, V.

Mae'r g.p. rhwng 2 bwynt yn 6V, beth mae hyn yn ei olygu? Mae 6J o egni trydanol yn cael ei drosglwyddo i ffurfiau egni eraill wrth i 1 Coulomb o wefr lifo rhwng y ddau bwynt.

Faint o egni trydanol sy'n cael ei drosglwyddo i ffurfiau egni eraill ym mhob achos?



Atebion =

Y Folt

Felly 1 Folt yw 1 Joule i bob coulomb o wefr. Ar ffurf hafaliad:

Cofiwch
(ddim wedi'i roi
yn yr arholiad)

Egni sy'n cael ei drosglwyddo W neu $\Delta E = V Q$

$$V = \frac{W}{Q}$$

V = Folt (V) neu JC^{-1} W = egni trydanol (gwaith a'i wneir) (J) Q = gwefr sy'n pasio (C)

Rydym ni'n gwybod bod $Q = It$.

Felly gallwn ni amnewid hyn i mewn i'r hafaliad i roi

Egni trydanol sy'n cael ei drosglwyddo $W = VIt$

Gwrthiant

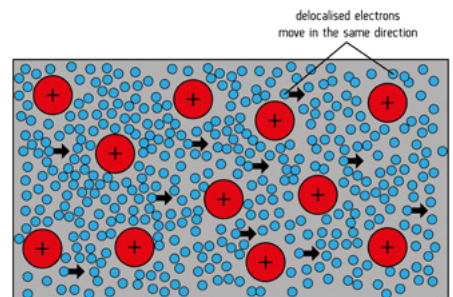
Gwrthiant dargludydd yw'r g.p. (V) sydd wedi'i osod ar ei draws, rhannu â'r cerrynt (I) sy'n llifo drwyddo o ganlyniad.

$$\text{Gwrthiant} = \frac{\text{gwahaniaeth potensial}}{\text{Cerrynt}} \quad R = \frac{V}{I}$$

Unedau gwrthiant yw : Ohmau, Ω neu VA^{-1}

Beth sy'n achosi gwrthiant trydanol?

Mae gwrthdrawiadau rhwng electronau rhydd sy'n symud drwy ddargludydd metel ac ïonau positif y ddellten (adeiledd) fetel yn achosi gwrthiant trydanol. Yn y gwrthdrawiad, caiff egni ei drosglwyddo o'r electronau i'r ïonau. Mae hyn yn cynyddu egni dirgrynu ar hap yr ïonau gan arwain at gynnydd yn nymheredd y metel.



I Grynhoi

- Electronau rhydd
- yn gwrthdaro ag atomau / ïonau metel
- yn y dargludydd / dellten

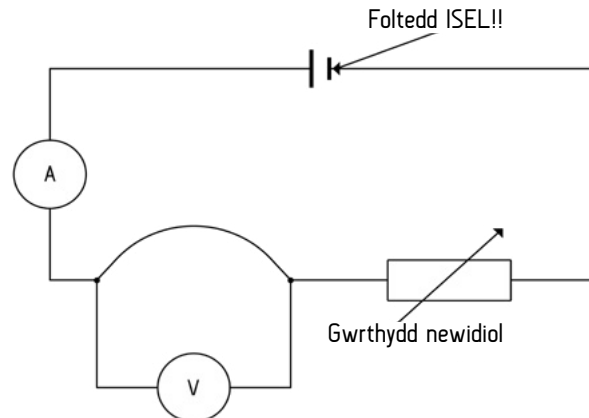
Os yw'r cerrynt yn gyson, bydd y cyflymder drifft yn gyson hefyd oherwydd $I = nAve$
Felly bydd y cyflymder drifft yn aros yn gyson dan g.p. penodol.

Cofiwch, os yw'r gwrthiant yn cynyddu, mae cyflymder drifft yr electronau'n lleihau.

Ymchwiliadau I-V, Foltedd a Cherrynt

1. Gwrthiant/gwifren ar dymheredd cyson.

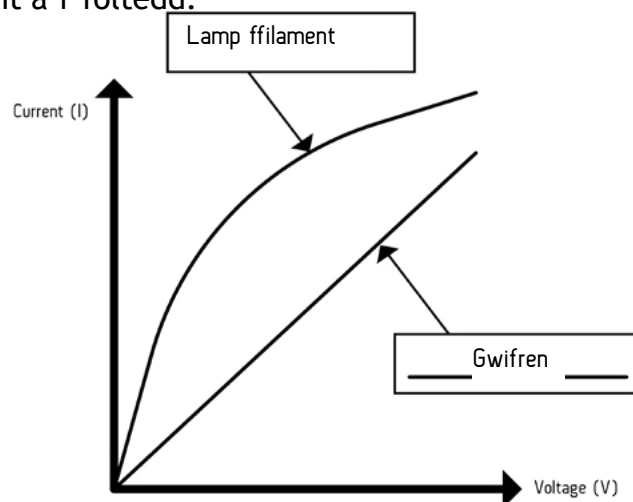
Gallwn ni ddefnyddio'r gylched isod i weld sut mae g.p. a cherrynt gwifren yn newid ar dymheredd cyson.



Mae hi'n bwysig cadw gwerth y cerrynt yn isel er mwyn lleihau unrhyw effaith wresogi yn y wifren. Cofnodwch y foltedd a'r cerrynt yn rheolaidd.

2. Lamp/bwlb ffilament. Gallwch chi gynnal yr un arbrawf â lamp ffilament. Rhwch lamp ffilament yn lle'r wifren.

Plotiwch graff o'r cerrynt a'r foltedd.



| Gwifren fetel ar dymheredd cyson | Ffilament y lamp |
|---|---|
| <p>Mewn cyfrannedd union</p> <p>Mae'r llinell syth yn dangos bod <i>gwrthiant</i> yn gyson bob amser [neu V/I yn gyson] oherwydd bod y tymheredd yn gyson bob amser.</p> | <p>Llinell grom.</p> <p>I ddechrau, mae'r <i>gwrthiant</i> yn gyson [neu V/I yn gyson] oherwydd mae'r llinell yn syth. Yna, mae'r <i>tymheredd</i> yn cynyddu felly mae'r <i>gwrthiant</i> yn cynyddu.</p> <p>Mae gwrthdrawiadau rhwng electronau rhydd ac ïonau mewn metelau'n cynyddu hap-egni dirgrynu yr ïonau, felly mae tymheredd y metel yn cynyddu.</p> |

DEDDF OHM

Diffiniad. Mae'r cerrynt sy'n llifo drwy wifren fetel ar dymheredd cyson mewn cyfrannedd â'r g.p. ar draws y wifren.

$$I \propto V$$

$$\frac{V}{I} = \text{cysonyn}$$

Felly, mae'r bwlb ffilament yn ddyfais aflinol ("non-linear") neu ANOHMIG. Y rheswm am hyn yw bod y cynnydd g.p. yn poethi'r ffilament ac felly bydd y gwrthiant yn cynyddu h.y. dydy'r tymheredd ddim yn aros yn gyson. Felly, rydym ni'n galw dargludydd metal yn ddyfais linol neu'n ddyfais OHMIG.

Gwrthedd - ρ

Mae gwrthiant gwifren yn dibynnu ar 3 ffactor

- yr hyd - l ; dyblu'r hyd, mae'r gwrthiant yn dyblu.
- yr arwynebedd - A ; dyblu'r arwynebedd, mae'r gwrthiant yn haneru.
- y defnydd mae'r wifren wedi'i gwneud ohono.

Mae gwrthedd yn un o briodweddau'r defnydd. Rydym ni'n ei ddiffinio fel gwrthiant gwifren o'r defnydd i bob uned o hyd.

Dydy'r gwrthedd ddim yn newid (cyson) mewn defnydd penodol beth bynnag yw ei hyd neu ei arwynebedd. e.e. mae'n gyson mewn copr ar dymheredd penodol.

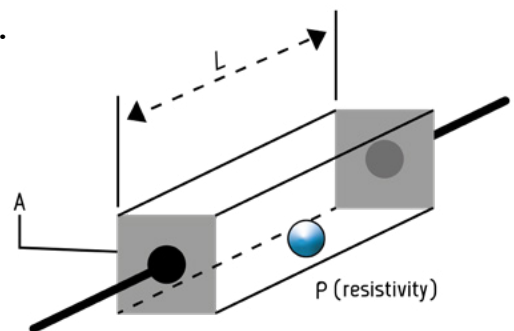
Mae gwrthedd yn cael ei ddiffinio gan yr hafaliad.

$$R = \frac{\rho l}{A} \quad \text{neu} \quad \rho = \frac{RA}{l}$$

Unedau R- Ohmau, (Ω), A - (m^2), l - (m), ρ - (Ωm)

Sut mae dyblu'r radiws neu'r diamedr yn effeithio ar wrthiant y defnydd os yw'r hyd a'r defnydd yn aros yn gyson?

Gan ein bod ni'n defnyddio ' A ' = πr^2 i gyfrifo'r arwynebedd, mae dyblu'r radiws yn golygu bod yr arwynebedd yn cynyddu o ffactor o 4 (pedwaru). Felly mae'r gwrthiant yn lleihau o ffactor o 4.



Gwrthedd - ρ

Gwerthoedd gwrthedd rhai defnyddiau cyffredin.

| Defnydd | Gwrthedd ar 20 °C |
|------------|-------------------------------------|
| Copr | $1.7 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ |
| Alwminiwm | $2.8 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ |
| Constantan | $4.9 \times 10^{-7} \Omega\text{m}$ |
| Germaniwm | $4.2 \times 10^{-1} \Omega\text{m}$ |
| Silicon | $2.6 \times 10^3 \Omega\text{m}$ |
| Polythen | $2.0 \times 10^{11} \Omega\text{m}$ |
| Gwydr | $10 \times 10^{11} \Omega\text{m}$ |

Mae gan ddargludyddion da iawn fel copr ac alwminiwm werthoedd gwrthedd bach iawn, ac mae gan ynysydd da iawn fel polythen werth uchel iawn. Mae gwerthoedd lledddargludyddion fel germaniwm rywle yn y canol.

Enghraifft wedi'i chyfrifo

Cyfrifwch hyd y wifren gonstantan â radiws $5.0 \times 10^{-2}\text{cm}$ sydd ei hangen i wneud gwrthydd 3 ohm.

$$\text{Cam 1}^{\text{af}}: \rho = \frac{RA}{l} \quad \text{aildrefnu} \quad l = \frac{RA}{\rho}$$

Newid o cm i m.

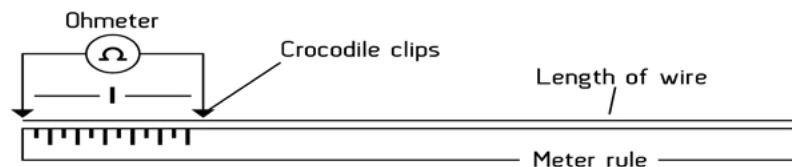
$$2^{\text{il}} \text{ gam: Cyfrifo'r arwynebedd trawstoriadol } A = \pi r^2 = \pi \times (5.0 \times 10^{-4})^2 = 7.85 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$3^{\text{ydd}} \text{ cam: } l = \frac{3 \times 7.85 \times 10^{-7}}{4.9 \times 10^{-7}}$$

$$\text{Ateb} = 4.81\text{m}$$

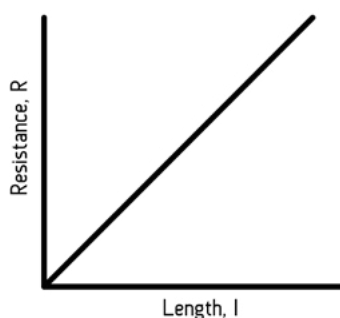
Ymchwiliad - Cyfrifo Gwrthedd

Diagram o'r cyfarpar.



- Gan ddefnyddio medrydd sgrïw micromedr, mesurwch ddiamedr y wifren mewn 3 gwahanol le ar hyd y wifren. Darganfyddwch ddiamedr cyfartalog y wifren. Rhaid i chi sicrhau nad oes dim cinciau yn y wifren. Defnyddiwch y fformiwla ($A = \pi r^2$) i gyfrifo'r arwynebedd trawstoriadol.
- Yna, dylech chi gysylltu'r llithrydd â llawer o bwyntiau ar hyd y wifren. Ar bob pwynt, dylech chi ddefnyddio'r pren mesur i fesur y pellter o A i'r llithrydd (l) a defnyddio'r ohmedr i fesur y gwrthiant R (mae gwrthiant y gwifrau'n cael ei dynnu). Ailadroddwch hyn i fesur y gwrthiant wrth i'r hyd leihau.

Plotiwch graff o'ch canlyniadau (hyd ar yr echelin-x) (Gwrthiant ar yr echelin-y)



Cyfrifwch raddiant y graff = R/l

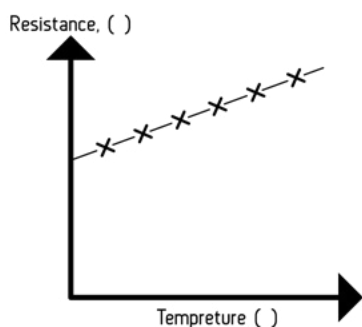
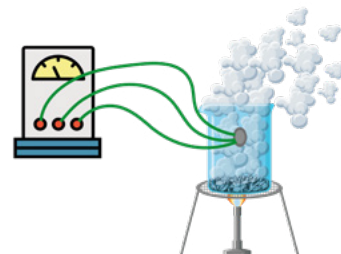
$$\text{Gwrthedd, } \rho = \frac{RA}{l} = \text{graddiant y graff} \times A$$

Amrywiad gwrthiant metel â thymheredd

Yr uchaf yw'r tymheredd, y mwyaf o egni dirgrynu sydd gan ïonau'r ddellten / metel, sy'n cynyddu'r cyfradd o wrthdrawiadau rhwng electronau rhydd ac ïonau metel.

Ymchwiliad i ganfod amrywiad gwrthiant gyda thymheredd gwifren fetel.

Byddwch chi'n defnyddio'r ohmedr i fesur gwrthiant y coil. Byddwch chi'n defnyddio'r thermomedr i fesur tymheredd yr hylif o gwmpas y coil. Mae'r gwifrau'n gallu bod yn drwchus iawn fel bod eu gwrthiant yn fach iawn o'i gymharu â gwrthiant y wifren gopr. Mesurwch wrthiant y wifren gopr bob 10°C o 20°C i 100°C. Gallwch chi hefyd fesur gwerth y gwrthiant wrth oeri'r hylif.



Mae gwrthiant metelau'n amrywio bron yn llinol â'r tymheredd dros amrediad eang o dymheredd.

Pan mae tymheredd y metel yn cynyddu, mae osgled dirgryniadau'r ïonau positif yn cynyddu. Mae hyn yn golygu bod yr electronau'n gwrthdaro'n amlach, gan arwain at ostyngiad yn y cyflymder drifft sy'n achosi gostyngiad yn y cerrynt ar yr un g.p.

Gan fod gwrthiant = g.p./cerrynt, bydd y gwrthiant yn ynyddu.

Uwchddargludedd

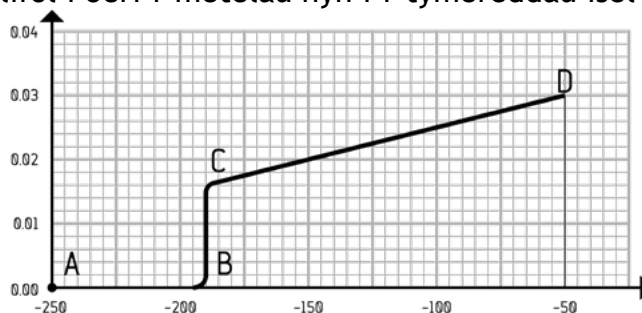
Pan gaiff metelau eu hoeri i dymheredd eithriadol o isel - yn agos at sero absoliwt 0 K (-273.15°C) mae eu gwrthiant yn diflannu. Y tymheredd lle mae gwrthiant yn diflannu yw'r tymheredd critigol - T_c .

Tymheredd trawsnewid (tymheredd critigol): Y tymheredd, wrth oeri, pan fo sylwedd yn colli ei holl wrthiant trydanol ac yn troi'n *uwch-ddargludydd*.

Rydym ni'n defnyddio Nitrogen neu Heliwm hylifol i oeri'r metelau hyn i'r tymhereddau isel hyn.

Mewn cylched uwchddargludol, mae angen g.p. i ddechrau llif y cerrynt ond yna does dim angen g.p. i gadw'r cerrynt yn llifo oherwydd does dim gwrthiant. Dyma ran A→B y graff.

Tymheredd trawsnewid = -190°C



Defnyddio Uwchddargludedd

Mae llawer o fetelau/defnyddiau yn dangos uwchddargludedd e.e. Sinc $T_c = 0.87$ K, Plwm $T_c = 7.19$ K, Mercwri $T_c = 4.15$ K

Uwchddargludyddion tymheredd uchel

Mae gan rai defnyddiau (uwchddargludyddion tymheredd uchel) dymheredd trawsnewid sy'n uwch na berwbwynt nitrogen (-196 °C) (yn amlwg mae hyn yn dal i fod yn oer iawn). Mae gwyddonwyr yn datblygu mwy a mwy o uwchddargludyddion tymheredd uchel e.e. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ sydd â thymheredd trawsnewid o 92K neu -181 °C.

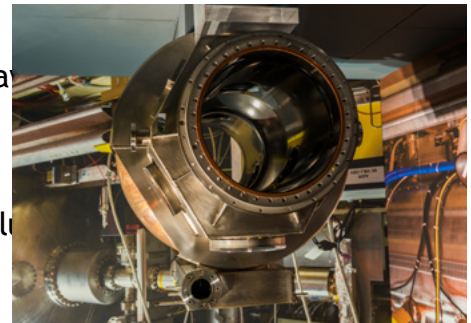


Mantais uwchddargludedd yw nad oes dim gwrthiant, felly dim colled gwres, sy'n golygu y gellir cynnal ceryntau mawr â g.p. o sero. (dim afradloni egni)

Ffyrdd o'i ddefnyddio:

Ymasiad niwclear / tocamacau, Gwrthdrawydd Hadronau Mawr CERN/ Cyflymyddion gronynnau, sganwyr MRI (delweddu cyseiniant magnetig), moduron mawr neu eneraduron.

Mae generaduron trydan wedi'u gwneud â gwifrau uwchddargludedd yn llawer mwy effeithlon na generaduron confensiynol wedi'u gwneud â gwifrau copr, a tua hanner y maint.



Anfanteision: Mae cyfyngiadau uwchddargludyddion yn cynnwys anawsterau technegol cyrraedd y tymheredd isel iawn sydd ei angen i gyflawni uwchddargludedd, a chynnal y tymheredd hwnnw'n ddibynadwy. Maen nhw'n aml wedi'u gwneud o ddefnyddiau brau, ac mae hi'n anodd eu cynhyrchu nhw a gwneud gwifrau ohonynt.

Pŵer Trydanol

Rydym ni'n diffinio pŵer fel yr egni sy'n cael ei drosglwyddo bob eiliad. Mae angen mynegiad ar gyfer swm yr egni trydanol sy'n cael ei drosglwyddo i ffurfiau egni eraill mewn amser penodol.

$$\text{Pŵer} = \frac{\text{Egni sy'n cael ei drosglwyddo}}{\text{Amser}} \quad P = \frac{W}{t}$$

Uned pŵer - Wat, W neu Js^{-1}

Y g.p. (V) rhwng 2 bwynt yw'r gwaith sy'n cael ei wneud drwy symud gwefr o 1C rhwng y 2 bwynt, felly os yw gwefr Q yn symud rhwng y 2 bwynt, y gwaith sy'n cael ei wneud neu'r egni sy'n cael ei drosglwyddo yw VQ

$$W = VQ \quad \text{a gallwn ni gyfuno hyn â'r hafaliad uchod i}$$

roi

$$P = \frac{VQ}{t}$$

Fodd bynnag, $Q = It$ felly gallwn amnewid am Q yn yr hafaliad hwn i roi

$$P = \frac{VIt}{t} \quad \text{mae'r ddau } t \text{ yn canslo i roi } P = VI$$

parhad...

Os yw'r gydran yn ohmig, mae'n gallu bod yn ddefnyddiol amnewid am y foltedd fel $V = IR$ i ro

$$P = VI \quad \text{felly,} \quad P = IRI \quad \text{sef} \quad P = I^2R$$

Defnyddiwch hwn i ateb unrhyw gwestiynau sy'n gofyn i chi gyfrifo'r egni neu'r pŵer sy'n cael ei afradloni fel gwres mewn gwrthydd.

Neu/

$$P = VI, \text{ a gan fod } I = V/R \text{ gallwn ni ysgrifennu, } P = \frac{VV}{R} \text{ sef } P = \frac{V^2}{R}$$

Mae angen i chi wybod sut i ddeillio'r 2 hafaliad uchod.

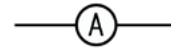
3. Cylchedau C.U.

| Dyfais | Symbol | Dyfais | Symbol |
|--------------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| Gwifren | | Cell / Batri | |
| Cyflenwad Pŵer | | Bwlb | |
| Switsh ar agor (Diffodd) | | Switsh wedi'i gau (Ymlaen) | |
| Deuod | | Gwrthydd | |
| Gwrthydd newidiol | | Modur | |

Cerrynt

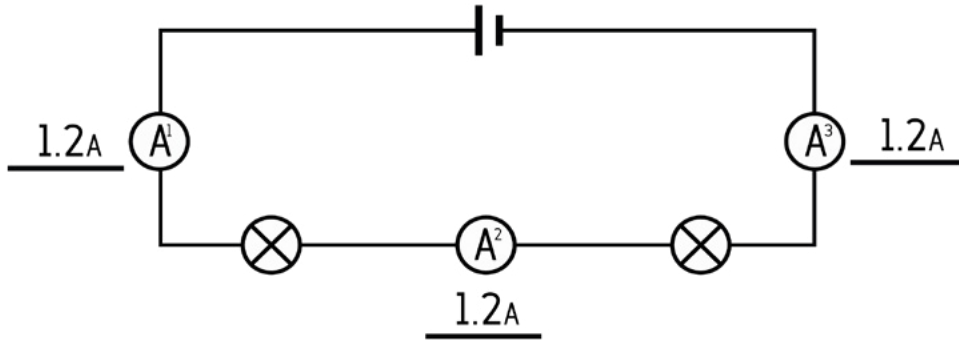
Rydym ni'n mesur cerrynt mewn **Amperau, A**

Rydym ni'n ei fesur drwy ddefnyddio **Amedr mewn cyfres**.



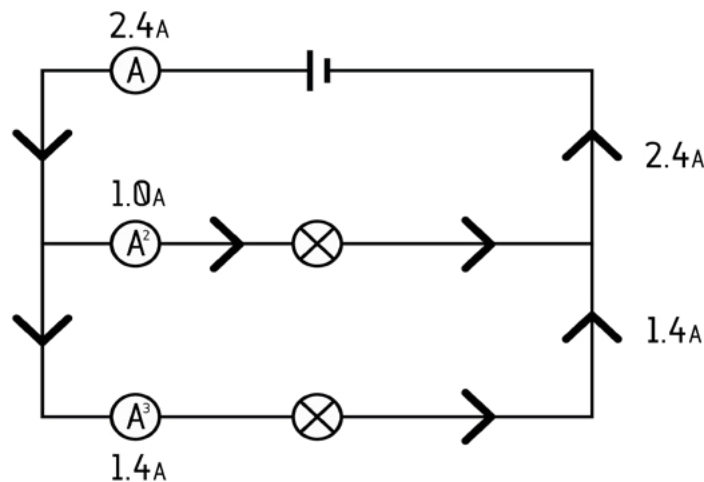
I sicrhau nad yw'r amedr yn effeithio ar y cerrynt, rhaid ei gysylltu mewn cyfres a rhaid i'w wrthiant fod yn ddibwys (bron yn sero).

Cerrynt mewn cylchedau cyfres: rhaid cysylltu amedrau mewn cyfres h.y. yn y gylched.



Mae gwerth y cerrynt yr un fath ym mhob pwynt ($I_1 = I_2 = I_3$) yn y gylched oherwydd dim ond un llwybr sydd i'r cerrynt lifo.

Cerrynt mewn cylchedau paralel: Mae'r amedr yn y gylched paralel hon wedi'i gysylltu mewn cyfres.



Mae gwerth y cerrynt yn y ddwy gangen yn adio i gyfanswm y cerrynt sy'n llifo, h.y. ($I_1 = I_2 + I_3$) neu ($2.4 = 1.0 + 1.4$).

Mae swm yr electronau/gwefr sy'n gadael y batri ac yn mynd i mewn i'r batri yn y derfynell positif yn hafal. Mae hyn oherwydd y ffaith nad ydych chi'n dinistrio'r electronau, ac felly mae'n arwain at gadwraeth gwefr.

Mae cyfanswm y cerryntau sy'n mynd i mewn i gysylltle ("junction") yn hafal i'r cerryntau sy'n gadael y cysylltle. Mae hyn oherwydd cadwraeth gwefr.

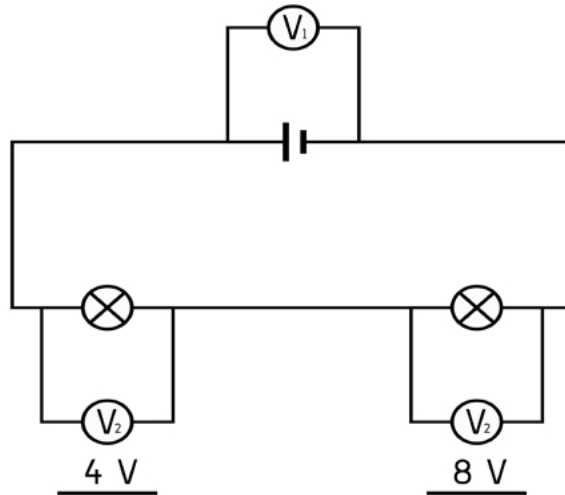
Gwahaniaeth potensial g.p.

Rydym ni'n mesur gwahaniaeth potensial mewn Foltiau, V.

Rydym ni'n ei fesur drwy ddefnyddio Foltmedr wedi'i gysylltu'n baralel. . . .



Gwahaniaeth potensial mewn cylched gyfres: rydym ni'n cysylltu'r foltmedrau ar draws y gydran e.e. bwlb neu fatri.

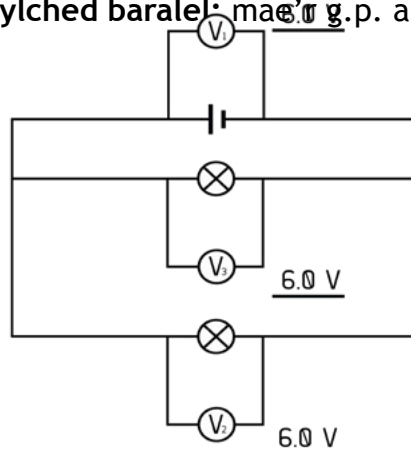


Mae'r g.p. ar draws y ddwy gydran/y ddau fwlb yma'n adio i roi'r g.p. ar draws y cyflenwad/batri h.y. ($V_1 = V_2 + V_3$) neu ($12 = 4 + 8$). Gan nad yw egni'n gallu cael ei greu na'i ddinistrio, gallwn ni ddefnyddio'r un resymeg ar gyfer gwahaniaeth potensial sydd wedi'i ddiffinio yn nhermau gwaith neu egni.

Mae cyfanswm y g.p.au ar draws cydrannau mewn cylched gyfres yn hafal i'r g.p. ar draws y cyflenwad. Mae hyn yn digwydd o ganlyniad i gadwraeth egni.

Gwahaniaeth potensial mewn cylched baralel: mae'r g.p. ar draws pob cydran baralel yr un fath.

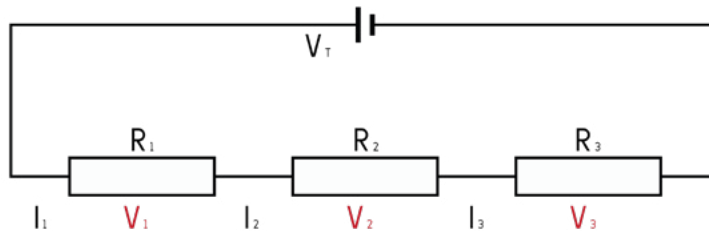
h.y. ($V_1 = V_2 = V_3$)



Mae'r g.p.au ar draws cydrannau mewn cylched baralel yn hafal.

Gwrthyddion mewn cyfres a pharalel.

Cyfres. Gan fod y gwrthyddion wedi'u cysylltu mewn cyfres, rhaid bod yr un cerrynt yn llifo drwy bob un 'I' (cadwraeth gwefr). Rhaid i gyfanswm y g.p. ar draws y gwrthyddion unigol fod yn hafal i gyfanswm y g.p. ar draws pob gwrthydd.



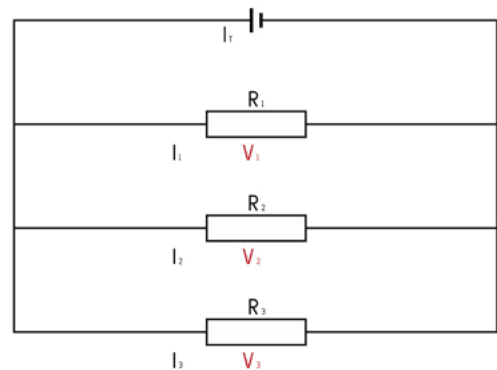
Cyfanswm gwrthiant,

$$R_c = R_1 + R_2 + R_3 \quad (\text{Rhaid Cofio})$$

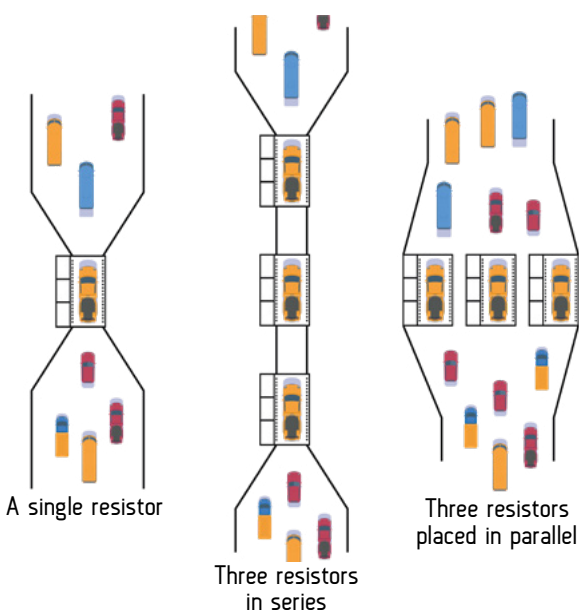
Paralel. Yn yr achos hwn, mae pob gwrthydd yn baralel a rhaid bod yr un gwahaniaeth potensial 'V' ar draws pob un. Oherwydd cadwraeth gwefr, mae'r prif gerrynt 'I' yn hafal i gyfanswm y cerryntau ym mhob gwrthydd. Mae cyfanswm gwrthiant pob cydran baralel yn gorfod bod yn llai na gwrthiant y gydran unigol â'r gwrthiant lleiaf. Pam? Mae ychwanegu mwy o gydrannau'n tynnu mwy o gerrynt, felly mae'r gwrthiant yn llai.

Cyfanswm gwrthiant,

$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (\text{Rhaid Cofio})$$



Influencing the flow rate on a tollway



e.e. Mae gwrthyddion 5Ω , 3Ω a 10Ω wedi'u cysylltu'n baralel. Cyfrifwch gyfanswm y gwrthiant.

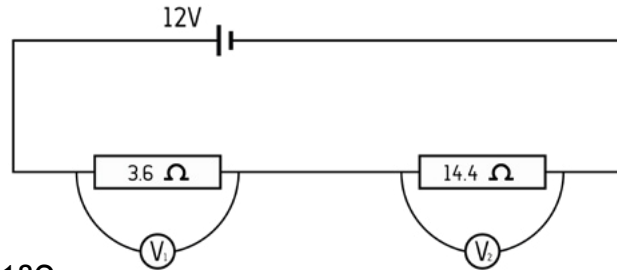
$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{5} + \frac{1}{3} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{5} + \frac{1}{3} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{R_c} = \frac{19}{30} \quad \text{felly} \quad R_c = \frac{30}{19} = 1.58 \Omega$$

Rhannwr Potensial

Mae hi'n aml yn ddefnyddiol gallu rheoli'r g.p. yn fanwl gywir. Er enghraifft, efallai fod angen 9.6V C.U. yn union mewn radio car. Fodd bynnag, yr unig ffynhonnell sydd ar gael yw batri'r car ei hun, $V = 12\text{ V}$. Y ffordd hawddaf o reoli'r foltedd yw drwy ddefnyddio dau wrthydd mewn cyfres. Mae'r ddau wrthydd yn cymryd rhyw ffracsiwn o gyfanswm y foltedd. Os yw'r gwrthydd cyntaf yn ddwywaith maint yr ail, bydd y foltedd ar draws y gwrthydd cyntaf yn ddwywaith y foltedd ar draws yr ail.



Beth yw cyfanswm y gwrthiant, R_c ? 18Ω

Beth yw'r cerrynt i mewn/allan o'r batri, I_c ? $I = V/R = 12/18 = 0.67\text{A}$

Gallwn ni ddefnyddio $V=IR$ i gyfrifo, $V_1 = 0.67 \times 3.6 = 2.4\text{V}$ Beth yw'r gwerth ar $V_2 = 0.67 \times 14.4 = 9.6\text{V}$

Felly, gallwn ni rannu'r foltedd yn unrhyw werthoedd o'n dewis ni drwy newid cymhareb R_1 i R_2 .

Bydd ychwanegu unrhyw gydrannau'n baralel â gwrthydd yn newid y cyfanswm gwrthiant. Hafaliad rhannwr potensial yw:

$$\frac{V}{V_{\text{cyfanswm}}} = \frac{R}{R_{\text{cyfanswm}}} \quad \text{neu} \quad \frac{V_{\text{ALLAN}}}{V_{\text{MEWN}}} = \frac{R}{R_{\text{cyfanswm}}}$$

Enghraifft wedi'i Chyfrifo

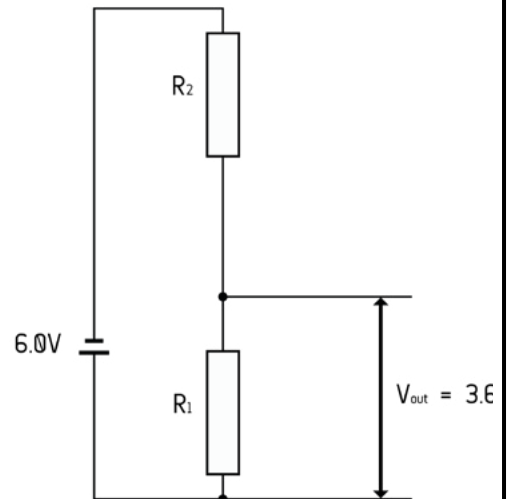
Mae gwerth R_1 wedi'i roi fel 225Ω .

Dylech chi allu gweld bod y g.p. ar draws R_2 yn 2.4V gan fod y g.p. ar draws y ddau yn gorfod adio i 6V . I gyfrifo gwerth R_2 gan ddefnyddio'r hafaliad rhannwr potensial. Mae hi'n haws ystyried R_1

$$\frac{V}{V_{\text{cyfanswm}}} = \frac{R}{R_{\text{cyfanswm}}}$$

$$\frac{3.6}{6} = \frac{225}{225+R_2} \quad \rightarrow \quad 3.6(225+R_2) = 225 \times 6$$

$$225+R_2 = \frac{1350}{3.6} \quad \rightarrow \quad 225+R_2 = 375 \quad \rightarrow \quad R_2 = 375-225 = 150\Omega$$



Mae yna ffordd haws gan ddefnyddio $V = IR!!!$ $I = V/R = 3.6/225 = 0.016\text{A}$

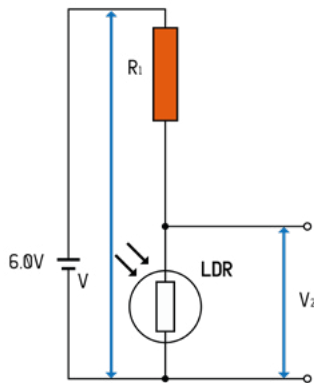
Gan mai cylched gyfres yw hon, mae'r cerrynt yr un fath, ac rydym ni'n gwybod y g.p. ar draws R_2 , felly $R=V/I = 2.4/0.016 = 150\Omega$

Rhannwr Potensial gydag LDR a Thermistor.

Gwrthydd goleuni-ddibynnol, neu LDR

Cydran yw'r LDR, ac mae ei wrthiant yn newid wrth i olau ei daro. Wrth i arddwysedd y golau gynyddu, mae gwrthiant yr LDR yn gostwng.

Os yw'r LDR wedi'i gysylltu fel rhan o rannwr potensial fel yn y diagram, wrth i'r golau gynyddu, bydd ei wrthiant yn gostwng a bydd cyfran y foltedd mewnbwn ar ei draws hefyd yn gostwng.



Felly yn y goleuni mae V_2 yn isel ac yn y tywyllwch mae V_2 yn uchel.

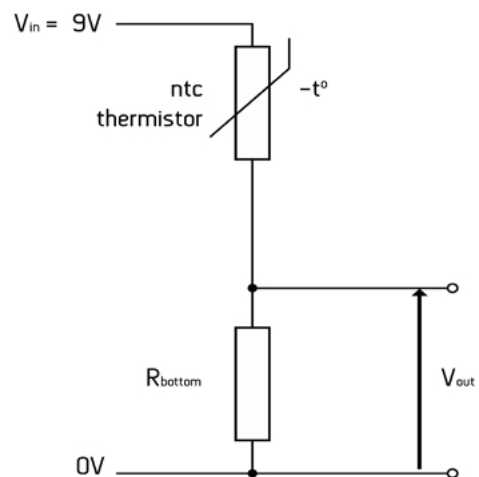
Synwryddion tymheredd

Rydym ni'n galw gwrthydd sy'n sensitif i dymheredd yn **thermistor**. Mae llawer o wahanol fathau ar gael:



Mae gwrthiant y math mwyaf cyffredin o thermistor yn *gostwng* wrth i'r tymheredd godi. Wrth i'r tymheredd godi, mae mwy o gludyddion gwefr ar gael ac mae'r gwrthiant yn gostwng.

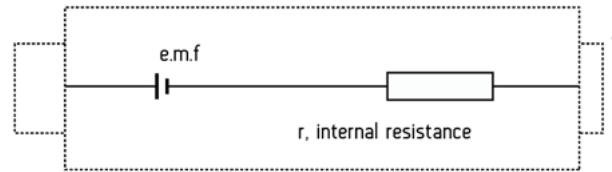
Sut gallech chi wneud cylched synhwyrdd i'w defnyddio mewn larwm tân? Mae eisiau cylched fydd yn rhoi foltedd UCHEL mewn amodau poeth. Mae angen rhannwr foltedd â'r thermistor ntc yn safle R_{top} :



Bydd disgwyl i chi ddefnyddio'r hafaliad rhannwr potensial i gyfrifo V_{ALLAN} .

Grym Electromotif - g.e.m.

Mae'n rhaid i'r gell ddefnyddio rhywfaint o'i hegri i yrru'r cerrynt drwy ei gwrthiant mewnol ei hun, gan fod rhywfaint yn cael ei droi'n ffurfiau anefnyddiol e.e. gwres. Y gwrthiant hwn yw **gwrthiant mewnol** (isel iawn ond fel rheol tua 0.01Ω) y gell. Rydym ni'n galw hyn yn foltiau coll.



$$\text{Foltiau Coll} = I r$$

Gallwn ni feddwl am gell fel ffynhonnell g.e.m. a gwrthydd wedi'u cysylltu mewn cyfres.

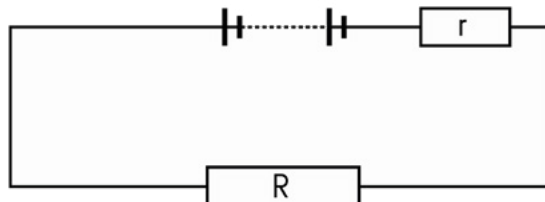
Diffiniad o G.E.M. - g.e.m. ffynhonnell yw'r egni sy'n cael ei drawsnewid o ryw ffurf arall (e.e. cemegol) i egni potensial trydanol am bob coulomb o wefr sy'n llifo drwy'r ffynhonnell.

$$\text{g.e.m y ffynhonnell} = \frac{\text{Egni sy'n cael ei drosglwyddo gan y cyflenwad gwefr}}{\text{gwefr}}$$

$$\text{g.e.m.} = W/Q$$

unedau g.e.m. - Folt, V

Y g.e.m. yw cyfanswm yr egni sy'n cael ei gyflenwi i'r gylched am bob uned gwefr, a'r g.p. yw'r egni trydanol i bob uned gwefr sy'n cael ei drawsnewid yn egnion eraill gan y cydrannau.



Yn unol â chadwraeth egni

$$V = E - I r$$

neu $E = V + I r$

neu $E = I R + I r$ gan fod $V = I R$

neu $E = I (R + r)$

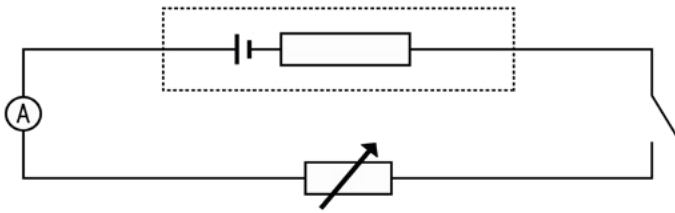
E yw g.e.m. - Unedau (V) V yw'r g.p. ar draws y derfynell. - Unedau (V)

$I r$ yw'r foltiau coll - Unedau (V)

Y mwyaf yw'r gwahaniaeth rhwng y g.e.m. a'r g.p. ar draws y derfynell, y mwyaf yw'r foltiau coll.

Ymchwiliad i ganfod y gwrthiant mewnol

Mae'r gylched ganlynol yn cael ei chydosod i fesur g.e.m. a gwrthiant mewnol mewn cell. Mae'n cofnodi'r darlenniadau canlynol.

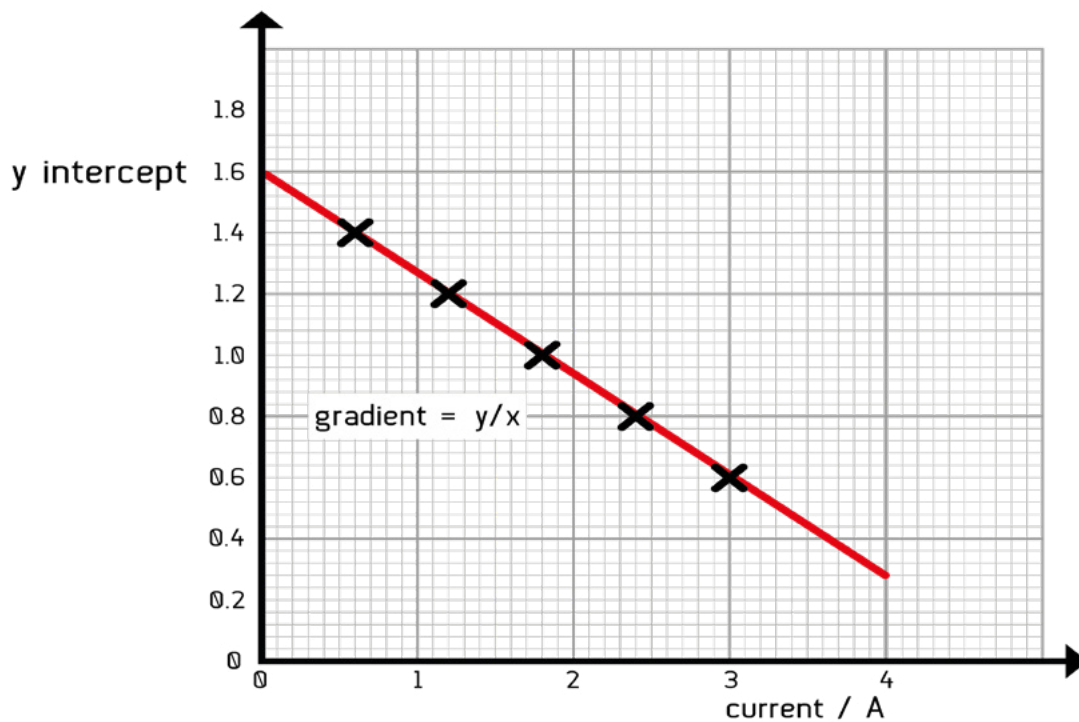


| p.d. across cell terminals /V | Current /A |
|-------------------------------|------------|
| 1.4 | 0.6 |
| 1.2 | 1.2 |
| 1.0 | 1.8 |
| 0.8 | 2.4 |
| 0.6 | 3.0 |

Mae graff o'r canlyniadau'n cael ei blotio. Mae'r g.p. ar yr echelin-y a'r cerrynt ar yr echelin-x. Gan ddefnyddio'r hafaliad:

$$V = E - Ir \text{ a chymharu ag } y = mx + c,$$

y yw V, I yw x, m (graddiant) yw r (gwrthiant mewnol), ac c (rhyngdoriad) yw'r g.e.m.



Felly y rhyngdoriad yw 1.6V, sef y g.e.m.

Gwnewch driongl mor fawr â phosibl. Graddiant y graff yw $y/x = 1.2/3.6 = 0.33\Omega$, sef y gwrthiant mewnol (r).

4. Natur tonnau.

Ton gynyddol: Patrwm cynnwrf sy'n teithio drwy gyfrwng gan gludo egni. Mae gronynnau'r cyfrwng yn osgiliadu o amgylch eu pwynt ecwilibriwm. Nid yw'n cynnwys trosglwyddo mater.

Mae dau brif grŵp o donnau. Y rhain yw tonnau ardraws a thonnau cynyddol arhydol.

Ardraws

Mae osgiliadau'r gronynnau ar ongl sgwâr i gyfeiriad teithio'r don.

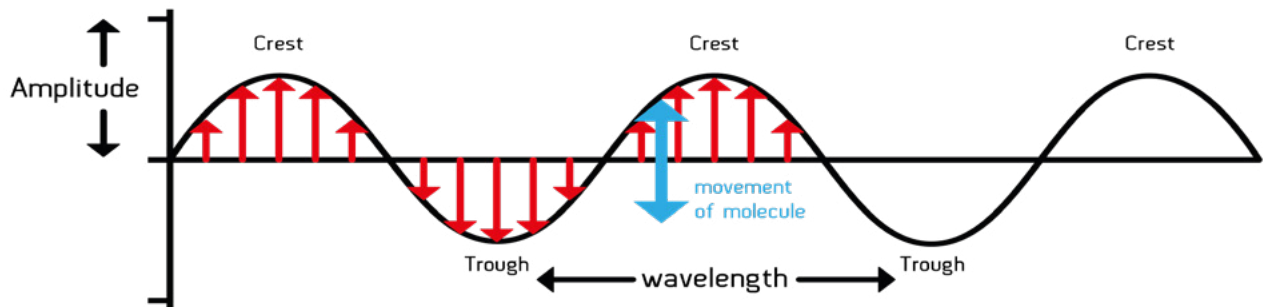
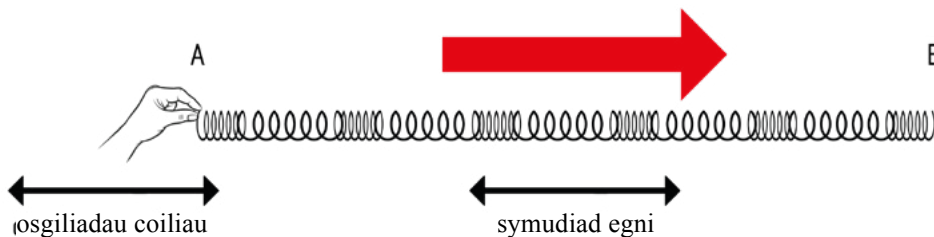


Diagram o don ardraws.

Enghreifftiau o donnau ardraws: Golau (pob ton e-m, tonnau seismig-s)

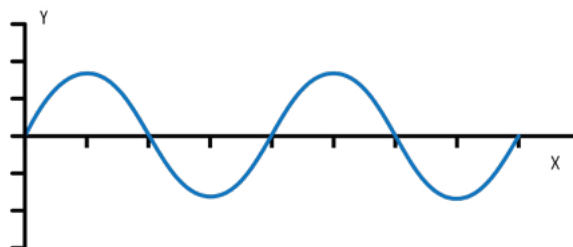
Tonnau arhydol

Mae osgiliadau'r gronynnau'n gyflin (neu'n baralel) i gyfeiriad teithio'r don.



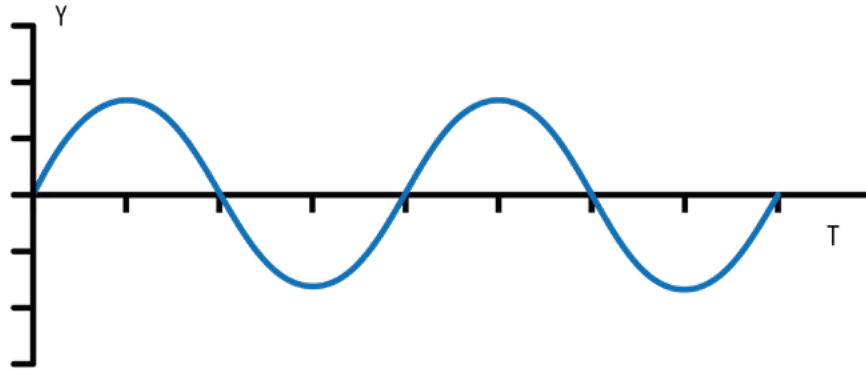
Enghreifftiau o donnau arhydol: tonnau sain a thonnau seismig-p.

Cynrychioli tonnau ar graffiau. Mesur fector yw dadleoliad, ac mae'n gallu bod yn bositif neu'n negatiff. Gallwn ni gynrychioli ton ardraws drwy blotio dadleoliad y ar yr echelin- y yn erbyn pellter x ar hyd y don, ar yr echelin- x . Mae'r diagram isod yn dangos bod y graff yn giplun (yn y bôn, llun neu giplun o'r don ar adeg benodol) o'r hyn sy'n cael ei arsylwi mewn gwirionedd fel ton ardraws.

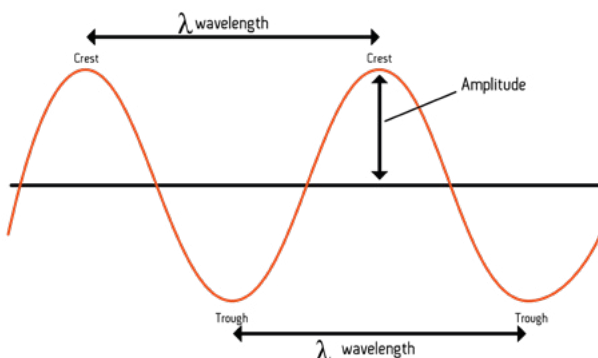


Nodweddion tonnau.

Ffordd arall o gynrychioli'r ddwy don yw plotio graff o ddadleoliad y unrhyw un gronyn neu ran o'r don, yn erbyn amser t . Mae'r diagram isod yn dangos hyn.



| Nodweddion | Beth ydyw? | Unedau |
|-----------------------------|---|-----------------------------|
| 1. Tonfedd λ | Tonfedd ton gynyddol yw'r pellter lleiaf rhwng dau bwynt ar y don sy'n osgiliadu'n gydweidd (mesurir y pellter i gyfeiriad y lledaeniad). Os oes 10 ton mewn 5 metr, mae'r donfedd yn 0.5m | Metrau, m |
| 2. Amledd f | Amledd ton yw nifer cylchredau'r don sy'n pasio pwynt penodol mewn eiliad. 1 Hz yw 1 don yr eiliad. Os oes 40 ton mewn 10 eiliad, mae'r amledd yn 4 Hz. | Hertz, Hz neu s^{-1} |
| 3. Osgled | Y pellter o ganol y don i'r brig/top. Y mwyaf yw'r osgled, y mwyaf o egni sydd gan y don. | Metrau, m |
| 4. Buanedd c | Y pellter mae ton yn ei deithio mewn 1 eiliad. Neu/ Cyflymder ton yw'r pellter mae proffil y don yn symud bob uned amser. | Metrau yr eiliad, ms^{-1} |



Perthynas rhwng cyfnod amser ac amledd.

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

e.e. 10 ton mewn 50 eiliad. Cyfrifwch f a drwy hynny T .

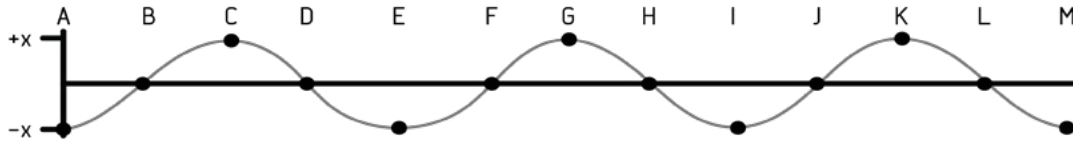
$$f = 10/50 = 0.2 \text{ Hz felly } T = 1/0.2 = 5s$$

Gwedd

Gwedd yw'r term sy'n disgrifio *y berthynas rhwng patrwm dirgrynu dau bwynt ar don*. Gwahaniaeth gwedd yw'r gwahaniad rhwng 2 bwynt o fewn cylchred osgiliadu. Caiff ei fesur fel ffracsiwn o'r gylchred neu fel ongl, lle mae un gylchred gyfan yn 2π neu'n 360° , ynghyd â datganiad o ba bwynt sydd ar y blaen yn y gylchred.

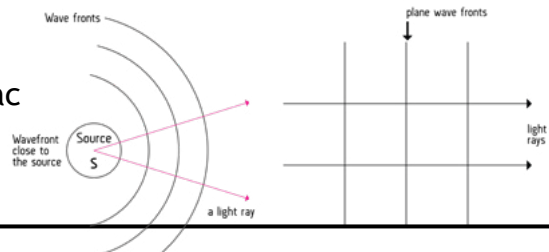
Bydd pwyntiau sy'n osgiliadu yn **gydwedd** yn lluosymiau o 360° neu 2π radian e.e. A ac E

Bydd pwyntiau sy'n osgiliadu yn **wrthwedd** 180° neu π radian oddi wrth bod yn gydwedd e.e. A ac C



| | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|-----------------------------------|-----------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| Phase Difference From A (radians) | $1/2 \pi$ | 1π | $1 1/2 \pi$ | 2π | $2 1/2 \pi$ | 3π | $3 1/2 \pi$ | 4π | $4 1/2 \pi$ | 5π | $5 1/2 \pi$ | 6π |
| Phase Difference From A (degrees) | 90 | 180 | 270 | 360 | 450 | 540 | 630 | 720 | 810 | 900 | 990 | 1080 |

Mae pob pwynt ar flaendon yn osgiliadu'n gydwedd, ac mae cyfeiriadau lledaenu'r don honno (pelydrau) ar ongl sgwâr i'r blaendonnau.



Hafaliad tonnau

Os yw ton yn symud pellter, x , mewn amser, t ,

$$\text{Buanedd} = \text{pellter} / \text{amser}$$

Fodd bynnag os ydym yn ystyried yr achos penodol lle mae'r don yn symud pellter sy'n union hafal i un donfedd, λ , rhaid bod yr amser sydd wedi mynd heibio yn hafal i'r cyfnod, T .

$$\text{Buanedd} = \text{tonfedd} / \text{Cyfnod amser} \quad \text{ond rydym ni'n gwybod bod } T = 1/f$$

Felly gallwn ni amnewid

$$\boxed{c = f \lambda}$$

Lle, c - buanedd ton (ms^{-1}) f - amledd (Hz) a λ - tonfedd (m)

Os ydym ni'n sôn am belydriad e-m o unrhyw fath, mae $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ mewn gwactod.

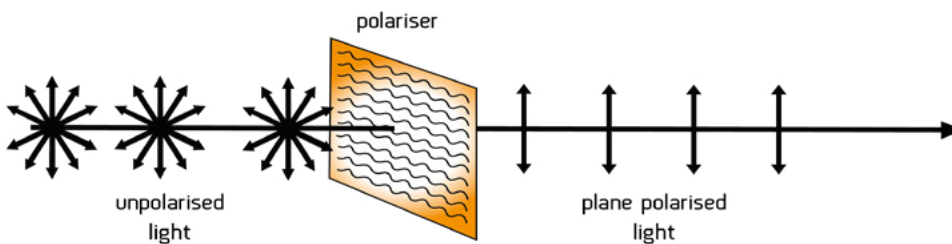
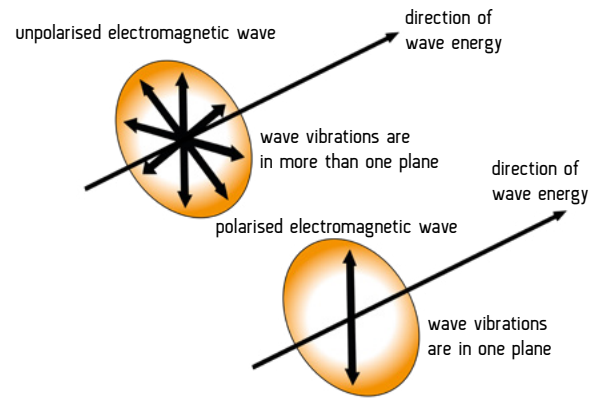
Buanedd golau yw $3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Cyfrifwch amledd golau coch os yw ei donfedd yn $6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$.

$$f = c / \lambda \quad 3.0 \times 10^8 / 6.5 \times 10^{-7} = 4.61 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

Polareiddiad

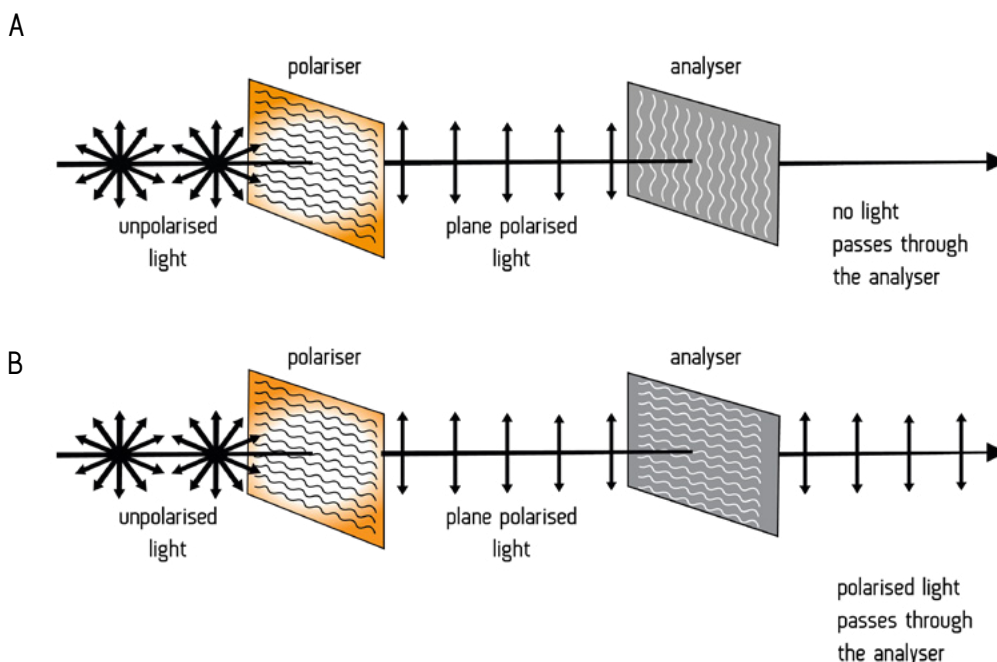
Mae ton bolar yn don ardraws lle mae gronynnau'n osgiliadu i un cyfeiriad yn unig ar ongl sgwâr i gyfeiriad lledaenu'r don.

Nid yw'n bosibl polareiddio tonnau arhydol. Mae'r Haul a bylbiau golau domestig yn allyrru golau heb ei bolareiddio, hynny yw, mae'r dirgryniadau'n digwydd i lawer o wahanol gyfeiriadau ar unwaith, yn hytrach na'r un plân sy'n gysylltiedig â phelydriad plân polar.



Mae'r ddalen Polaroid yn gweithredu fel polarydd; mae'n cynhyrchu golau plân polar o olau oedd heb ei bolareiddio yn wreiddiol.

Os ceisiwch chi edrych ar olau plân polar drwy ail ddalen Polaroid sydd wedi'i gosod fel bod ei chyfeiriad polareiddio ar ongl sgwâr i gyfeiriad polareiddio'r ddalen gyntaf, byddwch chi'n gweld nad oes dim golau'n cael ei drawsyrnu. Yn y trefniant hwn, rydym ni'n dweud bod y Polaroidau wedi'u croesi. Mae'r ail ddalen Polaroid yn gweithredu fel **dadansoddydd**. Os yw cyfeiriadau polareiddio'r ddwy ddalen Polaroid yn baralel, bydd golau plân polar o'r Polaroid cyntaf yn gallu mynd drwy'r ail. Felly drwy gylchdroi'r dadansoddydd drwy 180° , rydym ni'n symud o olau (0°) i dywyll (90°), i olau eto (180°)

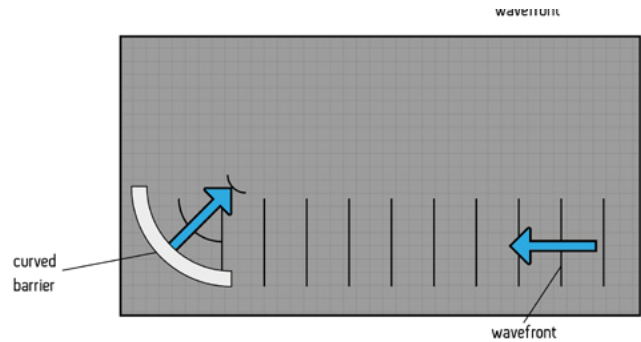
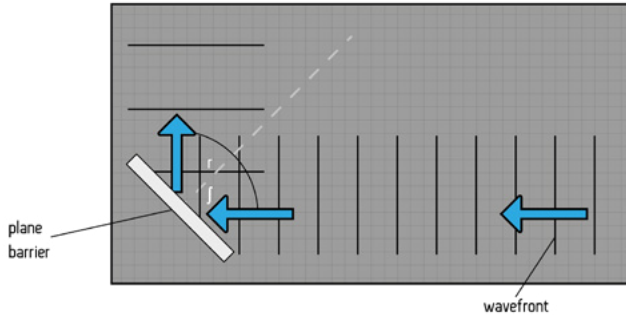


Priodweddau tonnau

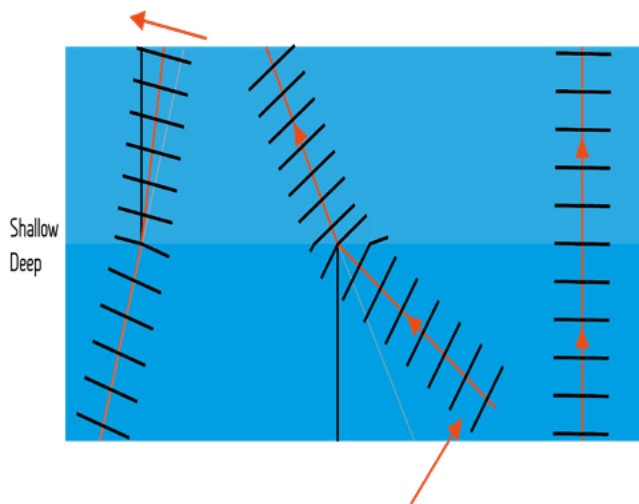
Adlewyrchiad. Wrth i'r tonnau daro rhwystr plân (fflat) maen nhw'n cael eu hadlewyrchu. Mae hyn yn debyg iawn i baladr golau sy'n adlewyrchu ar ddrych plân. Os ydym ni'n defnyddio rhwystr crwm (ceugrwm) fel dysgl lloeren, gallwn ni wneud i'r tonnau gydgyfeirio (ffocysu) ar un pwynt. Bydd yr onglau trawiad ac adlewyrchiad yn hafal.

Adlewyrchiad ar ddysgl

lloeren.



Plygiant: Plygiant yw'r ffordd mae ton yn newid cyfeiriad ar y ffin rhwng dau ddefnydd. Newid buanedd sy'n achosi hyn.

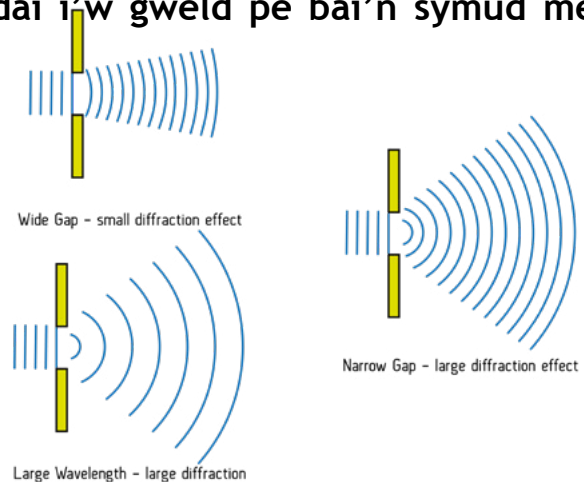


Dŵr. Mae hyn yn digwydd wrth i donnau dŵr basio rhwng dŵr dwfn a dŵr bas. Mae'r tonnau'n symud yn arafach mewn dŵr bas. Mae **amledd y tonnau'n aros yn gyson** ac felly mae'r donfedd yn lleihau. Wrth i'r tonnau symud o ddŵr bas i ddŵr dyfnach, mae eu buanedd yn cynyddu ac maen nhw'n newid cyfeiriad oddi wrth y normal

Diffreithiant

Rydym ni'n diffinio diffreithiant fel lledaeniad ton pan mae'n cyrraedd gwrthrych i mewn i fannau lle na fyddai i'w gweld pe bai'n symud mewn llinellau syth yn unig.

Does dim llawer o ddiffreithiant os yw λ yn llawer llai na dimensiynau'r rhwystr neu'r hollt. Os yw λ yn hafal i led hollt neu'n fwy, mae tonnau'n lledaenu fel blaendonnau â siâp bras hanner cylch, ond os yw λ yn llai na lled yr hollt, mae'r prif baladr yn lledaenu. Dydy'r donfedd ddim yn newid.

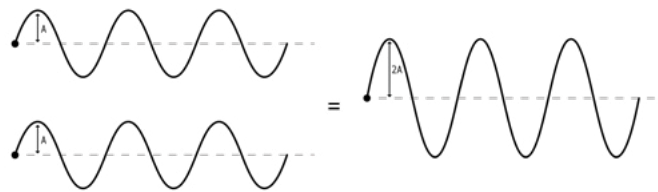


Mae egwyddor arosodiad yn datgan, os yw'r tonnau o ddwy ffynhonnell yn yr un man, mai'r cyfanswm dadleoliad ar bwynt yw swm fector dadleoliadau'r tonnau unigol ar y pwynt hwnnw.

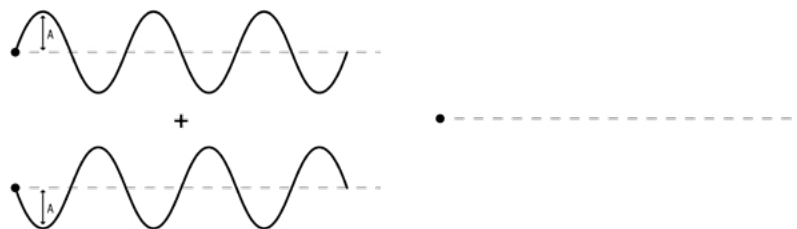
Ymyriant

Mae dau fath o ymyriant. **Adeiladol a dinistriol.**

Mae'r diagram isod yn dangos dwy don yn cyrraedd gyda'i gilydd. Os ydynt yn cyrraedd pwynt yn gydwedd, hynny yw os yw eu brigau'n cyrraedd yn union yr un pryd, byddant yn ymyrryd yn **adeiladol**. Os oes gan y ddwy don yr un amledd a'r un osgled A , mae osgled y don gydeffaith sy'n cael ei chynhyrchu gan ymyriant **adeiladol** yn $2A$. Mae amledd y don gydeffaith yr un fath ag amledd y tonnau sy'n cyrraedd.



Os yw'r ddwy don yn wrthwedd, hynny yw os yw brigau un don yn cyrraedd ar yr un pryd â chafnau'r don arall, byddant yn ymyrryd yn **ddinistriol**. Bydd osgled y don gydeffaith yn llai. Mae'r diagram isod yn dangos hyn; mae osgled y ddwy don sy'n cyrraedd yn hafal, ac mae osgled y don gydeffaith yn sero.



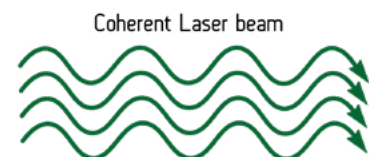
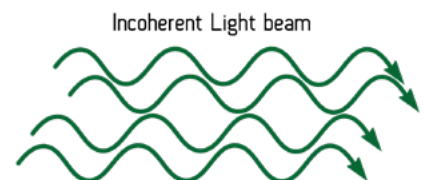
Cydlyniad

Er mwyn gweld ymyriant, rhaid i'r ddwy ffynhonnell tonnau fod yn gydlynol a chreu ton gydeffaith ystyrllon gan ddefnyddio egwyddor arosodiad.

Cydlynol: mae hyn yn golygu bod y gwahaniaeth gwedd yn gyson. (Felly rhaid iddynt fod â'r un amledd)

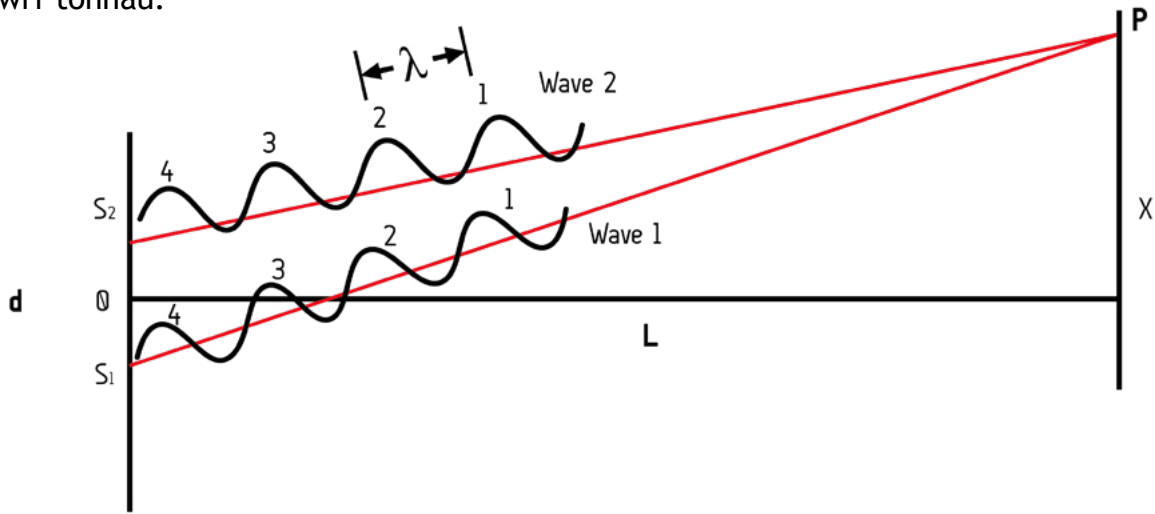
Mae laser yn enghraifft o ffynhonnell olau gydlynol. Mae goleuadau car a bwlb golau arferol yn enghreifftiau o ffynhonnell olau anghydlynol.

Mae ffynonellau cydlynol yn fonocromatig ac mae eu blaendonnau'n barhaus ar draws holl led y paladr ac (wrth gymharu mwy nag un ffynhonnell) mae'r berthynas gwedd yn gyson.



Gwahaniaeth llwybr ac arbrawf holtt dwbl Young.

Mae'r gwahaniaeth llwybr yn ffordd o fesur y pellter rhwng dwy don sy'n cyrraedd pwynt yn nhermau eu tonfedd. Os ydym ni'n ystyried effaith arosodiad mewn nifer o fannau mewn gofod, gallwn ni greu patrwm ymyriant - patrwm yn dangos rhai manau ag ymyriant adeiladol, ac felly llawer o gynnwrf tonnau, a manau eraill ag ymyriant dinistriol, a dim llawer neu ddim cynnwrf tonnau.



Os yw hyd y llwybr S1P yn hafal i'r llwybr S2P (yn y canol), mae hyn yn golygu bod y ddwy don yn cyrraedd P yn gydweidd. Felly rydym ni'n cael ymyriant adeiladol.

Os yw'r gwahaniaeth llwybr $S_2P - S_1P = n\lambda$

Bydd y tonnau'n cyrraedd P yn gydweidd, sy'n golygu ymyriant adeiladol.

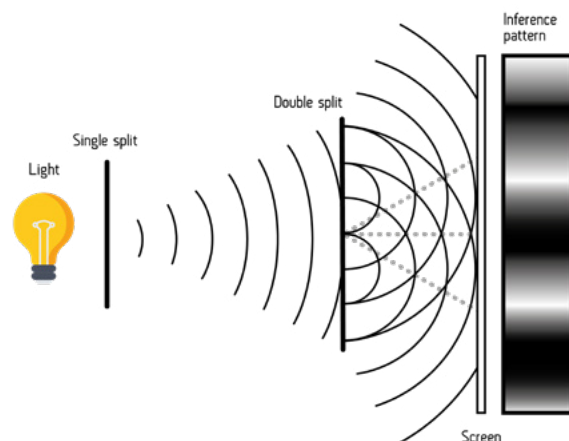
Os yw'r gwahaniaeth llwybr $S_2P - S_1P = \lambda/2$ neu luosymiau o hyn.

Bydd y tonnau'n cyrraedd P yn wrthweidd, sef ymyriant dinistriol.

Gallwn ni ddefnyddio tonnau sain, microdonnau neu laser i ddangos yr ymyriant hwn rhwng dwy ffynhonnell. Rhaid i'r ffynonellau fod â **gwahaniaeth gwedd sero neu gyson** ac **osgiliadau i'r un cyfeiriad**.

Arbrawf holtt dwbl Young.

Mae dwy ffynhonnell olau'n cael eu cynhyrchu yn yr holttau dwbl. Gan fod y ffynonellau golau hyn yn deillio o'r un ffynhonnell wreiddiol, maent yn gydweidd ac yn creu patrwm ymyriant cyson y gellir ei arsylwi fel yn y ffotograff o'r eddiau ymyriant tywyll a golau. Does dim angen yr holtt sengl wrth ddefnyddio laser.



Eddiau golau = ymyriant adeiladol.

Eddiau tywyll = ymyriant dinistriol.

Arbrawf hollt dwbl Young.

Gallwn ni ddefnyddio'r arbrawf hollt dwbl i ganfod tonfedd golau.

λ - Tonfedd (m)
 Δy - gwahaniad eddiau (m)
 a - pellter rhwng canol yr holltau (m)
 D - pellter o'r hollt dwbl i'r sgrin

$$\lambda \propto \frac{\Delta y}{D}$$

Er bod arbrawf hollt dwbl gwreiddiol Young wedi'i wneud â golau, mae'r amodau ymyriant adeiladol a dinistriol yn berthnasol i unrhyw sefyllfa â dwy ffynhonnell. Mae'r un fformiwla'n berthnasol i bob math o don, e.e. microdonnau, cyn belled â bod yr eddiau'n cael eu canfod ar bellter o lawer o donfeddi oddi wrth y ddwy ffynhonnell.

Enghraifft wedi'i chyfrifo.

Cyfrifwch donfedd y golau sy'n cynhyrchu eddiau â lled 0.50 mm ar sgrin sydd 60 cm oddi wrth ddwy hollt sydd 0.75 mm ar wahân.

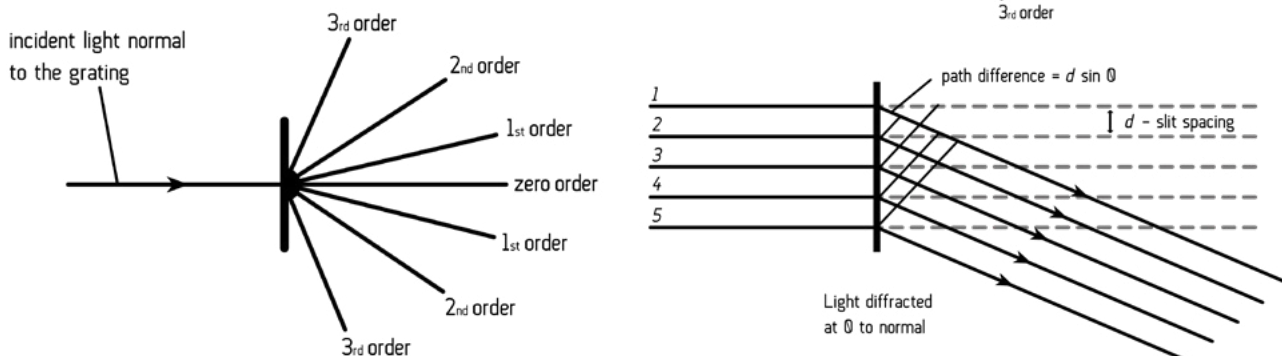
$$\lambda = \frac{0.75 \times 10^{-3} \times 0.50 \times 10^{-3}}{0.60} = 6.25 \times 10^{-7} \text{ m}$$

Pwysigrwydd hanesyddol arbrawf hollt dwbl Young (1801).

Roedd Newton yn credu bod golau'n bodoli ar ffurf debyg i ronynnau, ond roedd yr arbrawf hwn yn dangos bod gan olau briodweddau fel tonnau.

Y gratin diffreithiant

Mae gratin diffreithiant yn blât sy'n cynnwys nifer mawr iawn o holltau paralel, unfath yn agos iawn at ei gilydd. Os yw golau monocromatig yn taro'r plât hwn, mae'n cynhyrchu patrwm o eddiau llachar cul, fel yn y diagram isod. Mae'n gweithio ar yr un egwyddor â'r arbrawf hollt dwbl.



Gan fod cynifer o holltau, mae'r eddiau llachar (neu'r bandiau) yn gul iawn, ac fel arfer yn llawer pellach ar wahân ('y' mawr gan fod y gwahaniad holltau, 'd' yn fach iawn).

$$d \sin \theta = n\lambda$$

d - lled hollt (m)

n - rhif trefn

λ - tonfedd (m)

θ - ongl ($^{\circ}$)

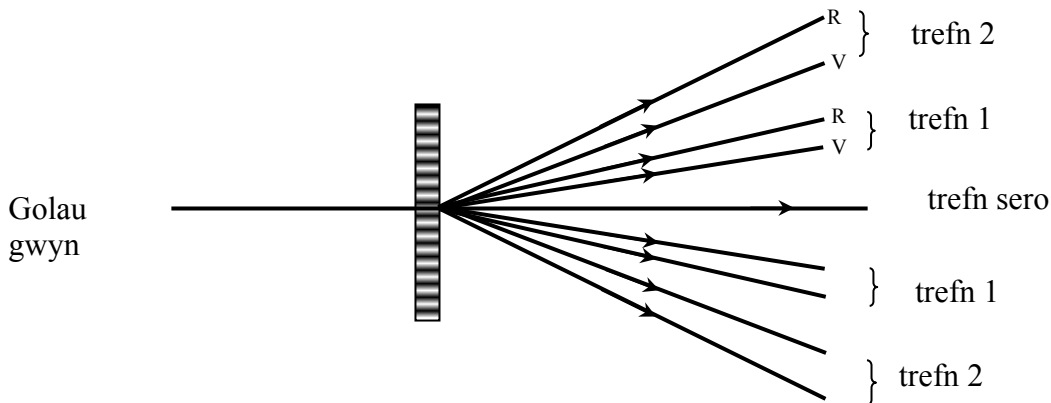
Uchafswm gwerth $\theta < 90^{\circ}$

Mewn gratin diffreithiant, mae d bach iawn yn gwneud pelydr ("trefnau") sy'n llawer pellach ar wahân nag yn arbrawf Young, ac mae'r nifer mawr o holltau'n gwneud y pelydr llachar yn llawer cliriach.

Y gratin diffreithiant gyda golau gwyn

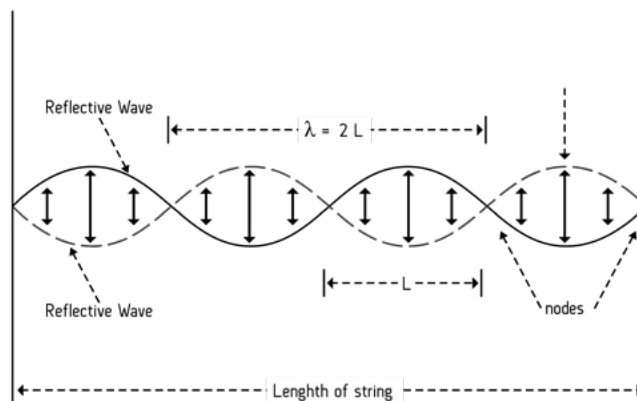
Os yw golau gwyn yn taro gratin diffreithiant, bydd pob tonfedd λ sydd yn y golau gwyn yn cael ei ddiffreithio drwy swm gwahanol. Golau coch, sydd â'r donfedd hiraf yn y sbectrwm, sy'n cael ei ddiffreithio drwy'r ongl fwyaf. Golau uwchfioled sydd â'r donfedd fyrraf, a hwn sy'n cael ei ddiffreithio leiaf.

Gan ddibynnu ar y bylchau yn y gratin, efallai y bydd rhywfaint o orgyffwrdd rhwng gwahanol drefnau. Er enghraifft, efallai y bydd cydran goch y ddelwedd trefn un yn gorgyffwrdd â phen glas y sbectrwm trefn dau.



Tonnau unfan

Patrwm cynnwrf mewn cyfrwng lle nad oes egni'n lledaenu yw ton unfan. Mae osgled osgiliadau'r gronynnau'n sero yn y *nodau* sydd â gwahaniad cyson, ac yn codi i facsima yn yr *antinodau*, hanner ffordd rhwng y nodau.



$$\text{Pellter rhyngnodol (pellter rhwng nodau)} = \lambda/2$$

Mae tonnau unfan yn cael eu cynhyrchu drwy arosod dwy don gynyddol â'r un osgled ac amledd, yn teithio i gyfeiriadau dirgroes.

Mae osgled ton gynyddol yn aros yn gyson. Mae osgled ton unfan yn amrywio o sero yn y nodau i uchafswm yn yr antinodau. Rhwng nodau cyfagos, mae pob pwynt ar y don unfan yn dirgrynu'n gydweidd. Hynny yw, mae pob gronyn yn y llinyn ar ei ddadleoliad mwyaf ar yr un ennyd, mewn ton gynyddol, mae'r wedd yn amrywio'n gyson ar hyd y don.

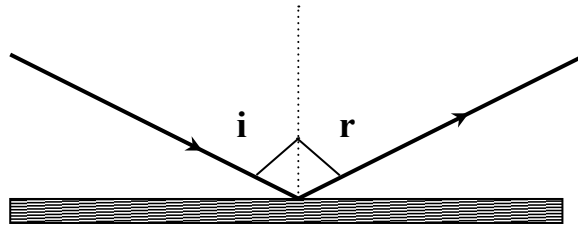
Plygiant golau - deddf Snell.

Adlewyrchiad

Pan fydd unrhyw fath o don yn cyrraedd rhwystr y mae'n adlewyrchu oddi arno, mae bob amser yn dilyn y rheol syml hon :

ongl drawiad, i = ongl adlewyrchiad, r

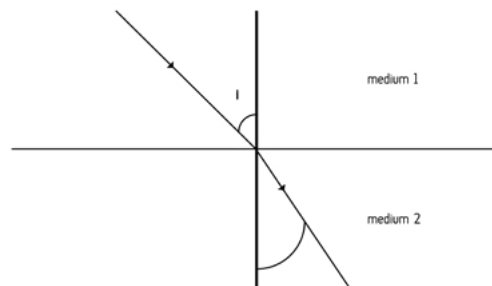
Adlewyrchu oddi ar ddrych plân :



Deddf Snell.

Mae arbrofion wedi dangos i ni bod yna gysylltiad uniongyrchol rhwng ongl drawiad ac ongl blygiant unrhyw un defnydd neu gyfrwng penodol. Y berthynas hon yw:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{gwerth cyson}$$



Deddf Snell: Ar y ffin rhwng unrhyw ddau sylwedd penodol, mae cymhareb sin yr ongl drawiad i sin yr ongl blygiant yn gysonyn.

Mae gan bob cyfrwng mae golau'n teithio drwyddo INDECS PLYGIANT ac rydym ni'n dynodi hwn ag n .

Diffiniad

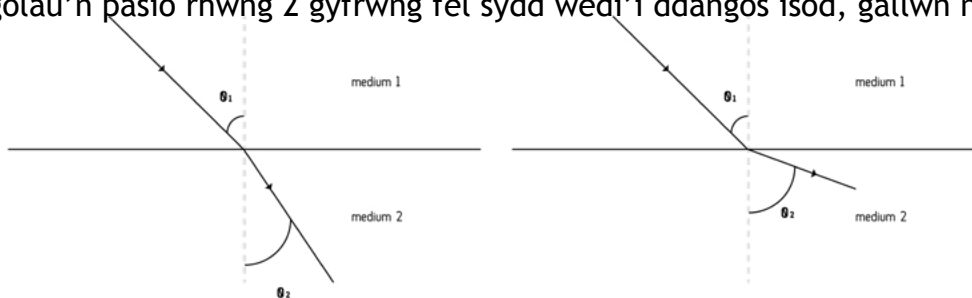
$$n = \frac{\text{buanedd golau mewn gwactod (gofod rhydd)}}{\text{buanedd golau yn y cyfrwng}} = \frac{c}{v}$$

n - indecs plygiant y cyfrwng

c - buanedd golau $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

e.e. ar gyfer gwydr $n_g = \frac{\text{buanedd golau mewn gwactod}}{\text{buanedd golau yn y gwydr}} = \frac{c}{v_g} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8} = 1.5$

Pan mae golau'n pasio rhwng 2 gyfrwng fel sydd wedi'i ddangos isod, gallwn ni ddefnyddio dau hafaliad.



$$n_1 v_1 = n_2 v_2 \quad \text{neu} \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

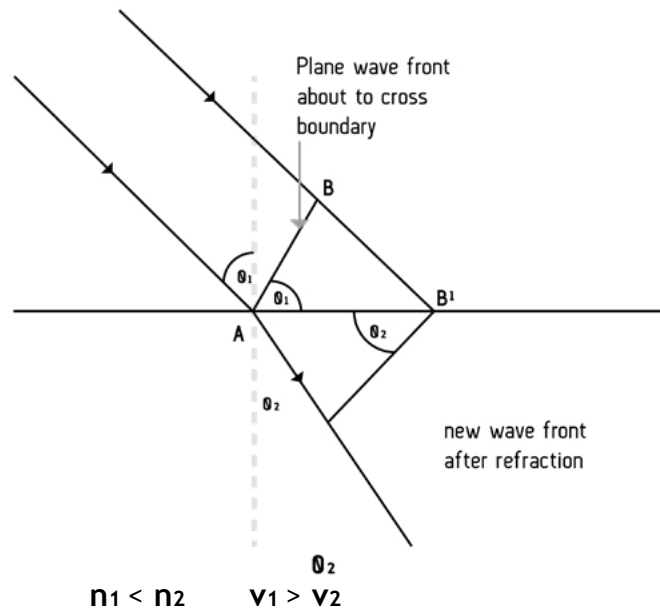
Plygiant golau - deddf Snell.

Dyma indecs plygiant gwahanol gyfryngau.

| | |
|---------|-------|
| Gwactod | 1.000 |
| Aer | 1.003 |
| Dŵr | 1.33 |
| Gwydr | 1.50 |
| Diemwnt | 2.42 |

Mae gan ddiemwnt indecs plygiant uchel, a dyna pam mae'n disgleirio.

Y berthynas rhwng deddf Snell a model tonnau lledaeniad golau.



Mae tonnau'n symud pellter BB' mewn amser -
Felly, pellter $BB' = v_1 \times t$

Yn ystod yr amser hwn, mae'r golau'n teithio pellter AA' yng nghyfrwng 2
Felly, pellter $AA' = v_2 \times t$

Yn y triongl ABB' $\sin \theta_1 = BB' / AB'$

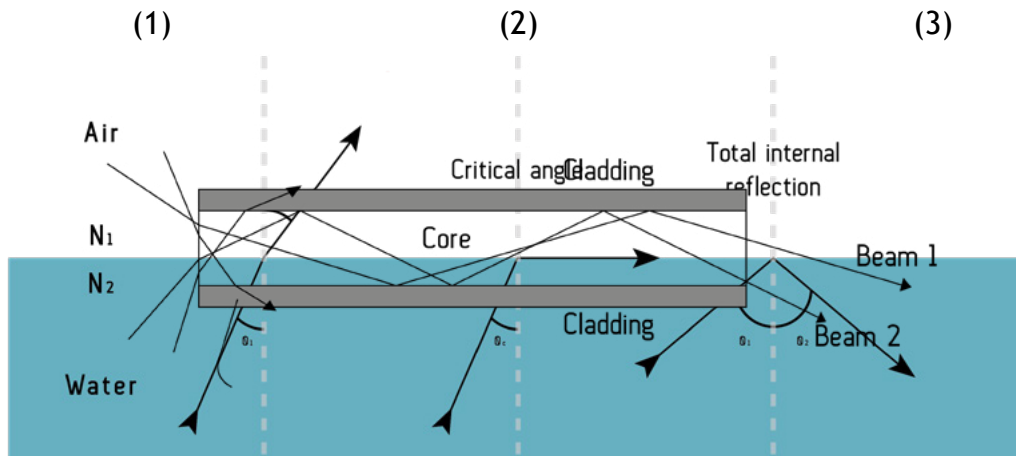
Yn y triongl $AA'B'$ $\sin \theta_2 = AA' / AB'$

$$\text{Felly, } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{BB' / AB'}{AA' / AB'} = \frac{BB'}{AA'} = \frac{v_1 \times t}{v_2 \times t}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

rydym ni'n gwybod bod $v_1 n_1 = v_2 n_2 \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow$ amnewid $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

Adlewyrchiad mewnol cyflawn



Mae'r ffenomen hon yn digwydd wrth i olau symud o ddefnydd mwy optegol ddwys (e.e. dŵr) i ddefnydd llai optegol ddwys (e.e. aer) gan achosi newid buanedd.

1. Mae'r ongl drawiad θ_1 yn **llai na** yr ongl gritigol felly mae'r pelydr golau'n plygu oddi wrth y normal wrth ddod allan o'r dŵr. θ_2 yw'r ongl blygiant.

2. Mae'r ongl drawiad θ_1 yn **hafal** i'r ongl gritigol felly mae'r pelydr golau'n mynd ar hyd arwyneb y ffin.

3. Mae'r ongl drawiad yn **fwy na** yr ongl gritigol felly mae'r pelydr golau'n cael ei adlewyrchu'n ôl i'r dŵr. Enw'r ffenomen hon yw **adlewyrchiad mewnol cyflawn**.

$$\theta_1 = \theta_2$$

Defnyddio deddf Snell i ganfod yr ongl gritigol

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

gan fod $\theta_2 = 90^\circ$ a $\sin 90^\circ = 1$

felly gallwn ni ysgrifennu:

$$n_1 \sin \theta_c = n_2$$

Ystyriwch ffin rhwng gwydr ac aer

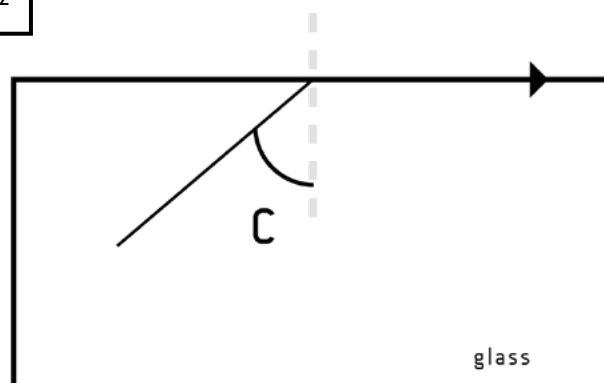
$$n_1 \sin \theta_c = n_2$$

$$\sin \theta_c = n_2 / n_1$$

$$\theta_c = \sin^{-1} (n_2 / n_1)$$

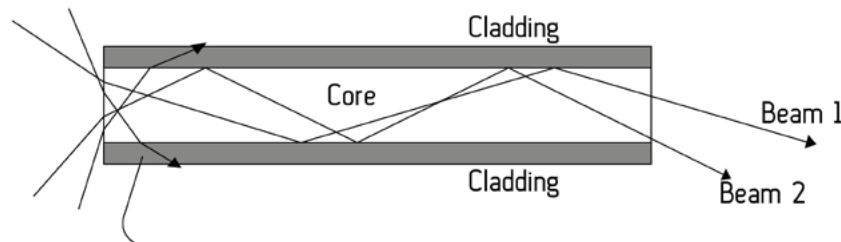
$$\theta_c = \sin^{-1} (1 / 1.5)$$

$$\theta_c = 41.8^\circ$$



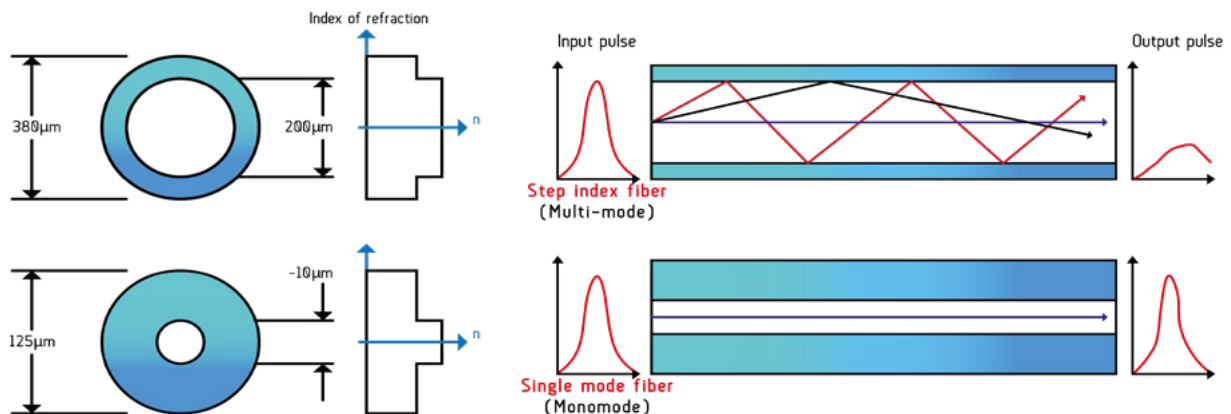
Ffibrau optegol

Mae ffibrau optegol yn defnyddio adlewyrchiad mewnol cyflawn i weithio. Mae indecs plygiant y cladin yn llai na'r craidd felly mae pelydrau'r golau isgoch yn cael eu hadlewyrchu'n ôl i'r craidd cyn belled â bod yr ongl yn fwy na'r ongl gritigol.



Ffibrau Unfodd (modd sengl). Ffibrau lle mae diamedr y craidd mor fach nes mai'r unig lwybr posibl ar hyd y ffibr yw ar hyd ei echelin h.y. yn baralel i'r echelin.

Ffibrau amlfodd. Gan ddefnyddio'r ffibrau hyn, ychydig iawn o afluniad sy'n digwydd i'r signal sy'n cael ei drawsyrro, hyd yn oed ar ôl iddo ledaenu am gannoedd o km. Mae'r ffaith bod siâp y signal yn cael ei gadw fel hyn yn golygu y gallwn ni anfon tonnau 'cymhleth' sy'n newid yn gyflym iawn ac yn cludo llawer o ddata, a'u derbyn nhw'n gywir. Felly, mae ffibrau unfodd yn fwy addas i gyfathrebu dros bellter hir na ffibrau amlfodd (tua 50 gwaith yn bellach). Mae'r golau isgoch mewn ffibrau amlfodd yn teithio ar **lwybrau igam ogam** ac mae rhai llwybrau'n cynnwys adlewyrchiadau.



Manteision ffibrau optegol unfodd dros ffibrau optegol amlfodd.

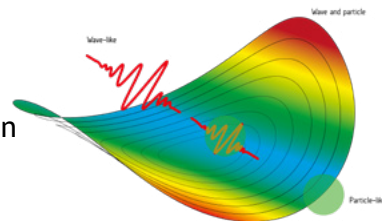
- Mae gan lwybrau sydd ar wahanol onglau i'r echelin hyd gwahanol, felly dydy data ddim yn teithio ar wahanol lwybrau ac yn cyrraedd ar wahanol adegau, felly dydy'r data ddim yn cael ei gymysgu nac yn gorgyffwrdd.

Mae defnyddio onglau sy'n agos at yr ongl gritigol yn lleihau gwasgariad amlfodd drwy:

- lleihau amrediad hydroedd llwybrau
- llai o ledu pylsiau neu llai o siawns o orgyffwrdd neu dilyniant data cyflymach yn bosibl

Ffotonau

Rydym ni wedi trafod ac arsylwi priodweddau golau ar ffurf ton. Mae golau hefyd yn gallu ymddwyn fel ffrwd o ronynnau. Gallwn ni weld hyn drwy ddefnyddio ffynhonnell golau gwan i astudio'r patrwm ymyriant. Mae'r patrwm rydym ni'n ei arsylwi'n cronni neu'n ymddangos dros gyfnod wrth i gyfres o smotiau gynyddu'n raddol.



Mae'r ymddygiad hwn yn awgrymu nad yw'r egni mewn ton olau'n ffrwd barhaus, ond ei fod wedi'i gwanteiddio mewn bwndeli bach o egni o'r enw **CWANTA** neu **FFOTONAU**.

Max Planck: Cyflwynodd gysyniad cwanteiddio egni yn 1900. Mae hyn yn golygu bod gan ffoton swm/mesur penodol o egni.

Einstein: Yn 1905, sylwodd Einstein fod cwanteiddio egni fel hyn yn un o briodweddau sylfaenol golau. Daeth Einstein i'r casgliad o waith arbrol bod egni ffoton mewn cyfrannedd ag amledd y pelydiad.

$$\text{Egni ffoton, } E = hf \text{ neu } E = \frac{hc}{\lambda}$$

COFIWCH, DDIM WEDI'I ROI ar y DDALEN DDATA

E- egni ffoton (J), h - cysonyn Planck 6.63×10^{-34} Js, f- amledd (Hz),
c - buanedd golau mewn gwactod (3.0×10^8 ms⁻¹)

Mae ffoton yn becyn arwahanol o egni

Enghraifft wedi'i chyfrifo.

Mae LED yn allyrru golau coch â thonfedd 620nm.

(a) cyfrifwch egni pob ffoton yn y golau sy'n cael ei allyrru, mewn J.

(b) Mae'r LED yn pelydru pŵer o 0.5mW. Faint o ffotonau sy'n cael eu hallyrru bob eiliad?

$$(a) E = hc/\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{620 \times 10^{-9}} = 3.21 \times 10^{-19} \text{ J}$$

(b) 0.5mW yw 0.5×10^{-3} W, sy'n gywerth â 0.5×10^{-3} Joule yr eiliad

Drwy rannu cyfanswm yr egni bob eiliad ag egni 1 ffoton (a) byddwn ni'n cael cyfanswm nifer y ffotonau = $0.5 \times 10^{-3} / 3.21 \times 10^{-19} = 1.56 \times 10^{15}$ ffoton

Yr electronfolt

Mae'r joule yn fesur egni mawr iawn i'w ddefnyddio i ddisgrifio egni un ffoton. Felly, mae angen mesur egni llawer llai.

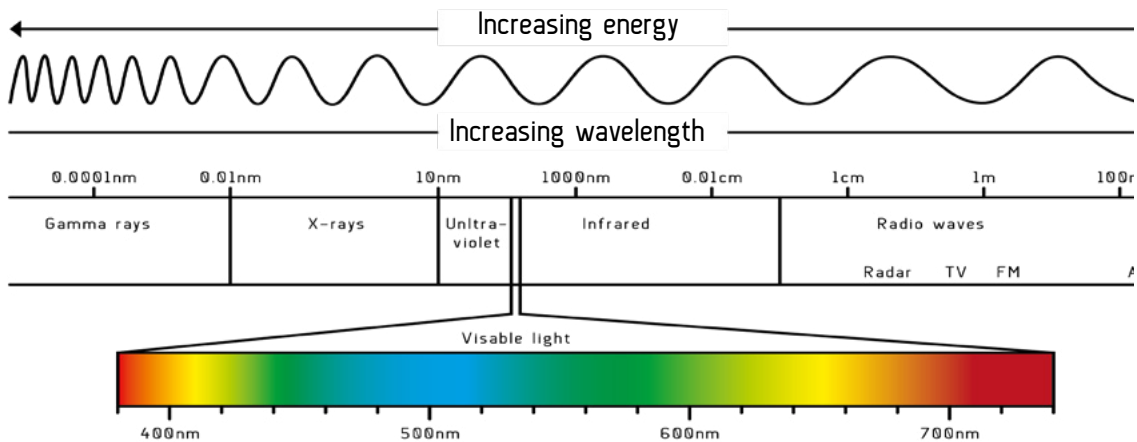
Diffiniad: *Un electronfolt (eV) yw egni electron sydd wedi'i gyflymu â gwahaniaeth potensial o 1 folt.*

Trawsnewid rhwng

$$\begin{aligned} & \text{eV a J.} & 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \\ & \swarrow \quad \searrow \\ 50 \text{ eV} \times 1.6 \times 10^{-19} & \rightarrow & 8.0 \times 10^{-18} \text{ J} \\ & \swarrow \quad \searrow \\ 900,000 \text{ eV} & \leftarrow & \frac{1.44 \times 10^{-13} \text{ J}}{1.6 \times 10^{-19}} \end{aligned}$$

Y sbectrwm electromagnetig.

Teulu o donnau sy'n teithio ar yr un buanedd mewn gwactod ac sydd â phriodweddau tebyg.



Mae angen i chi gofio tonfeddi nodweddiadol gwahanol rannau o'r sbectrwm ac yna allu cyfrifo egni nodweddiadol ffoton gan ddefnyddio $E=hc/\lambda$.

| Rhan o'r sbectrwm | Tonfedd Nodweddiadol (m) | Egni Ffoton nodweddiadol (eV) |
|-------------------|---|-------------------------------|
| Gama | 10^{-12} | 10^6 |
| Pelydr-X | 10^{-10} | 10^4 |
| Uwchfioled | 10^{-7} neu 10^{-8} | 10^1 |
| Gweladwy | $4 \times 10^{-7} \rightarrow 7 \times 10^{-7}$ | $3.1 \rightarrow 1.8$ |
| Isgoch | 10^{-5} | 10^{-1} |
| Microdon | 10^{-2} | 10^{-4} |
| Radio | 10^2 | 10^{-8} |

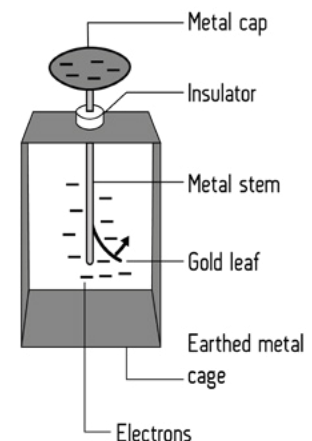
Yr effaith ffotodrydanol

Defnyddio plât sinc gydag electrosGOP deilen aur

- Glanhewch blât sinc â phapur emeri mân neu wllân dur.
- Rhowch y plât yn sOWN wrth ddisg uchaf electrosGOP deilen aur, fel bod yna gysylltiad trydanol da.
- Gwefrwch y plât sinc a chydosodiad mewNOL yr electrosGOP yn negatîf, e.e. drwy rwbio'r plât sinc â rhoden bolythen sydd wedi'i rhwbio â chlwtyn. Nawr, dylai'r ddeilen aur godi, gan fod y ddeilen a'r plât ôl wedi'u gwefru'n negatîf a'u bod nhw'n gwrthyrru ei gilydd.
- Rhowch lamp uwchfioled yn agos at y plât sinc. Rhowch y lamp ymlaen. Dylech chi weld y ddeilen yn disgyn. Yn amlwg, mae'r plât yn colli gwefr.
- Ailadroddwch y broses, ond gan wefru'r plât sinc a chydosodiad mewNOL yr electrosGOP yn positif, e.e. drwy rwbio'r plât â rhoden bersbecs wedi'i gwefru.

Y tro hwn, dydy'r uwchfioled ddim yn effeithio ar y ddeilen. Dydy'r wefr ddim yn cael ei cholli.

Eglurhad: Mae'r uwchfioled yn achosi i'r plât sinc allyrru electronau. Os yw'r plât wedi'w wefru'n positif, caiff yr electronau eu hatynnu'n ôl eto. Os yw'r plât wedi'i wefru'n negatîf, caiff yr electronau sydd wedi'u hallyrru eu gwrthyrru a'u colli o'r plât am byth.



Yr effaith ffotodrydanol - Ffotogell mewn gwactod

Yr effaith ffotodrydanol: pan mae golau neu belydriad uwchfioled â thonfedd ddigon byr yn taro arwyneb, caiff electronau eu hallyrru o'r arwyneb.

Mae angen swm penodol o egni ar yr electronau ym mhob metel gwahanol i adael yr arwyneb. Y ffwythiant gwaith yw hwn.

Ffwythiant gwaith arwyneb - (Φ) yw'r egni lleiaf sydd ei angen er mwyn tynnu electron allan o'r arwyneb. Uned: J neu eV.

Bydd unrhyw egni sydd dros ben/ar ôl yn cael ei weld fel egni cinetig y ffotoelectron sydd wedi'i fwrw allan. Rydym ni'n galw hwn yn E_k mwyaf.

Mae angen i'r ffotonau golau roi digon o egni er mwyn iddo adael arwyneb y metel.

Amledd trothwy - (f_0) hwn yw amledd isaf ffoton fydd yn achosi allyriad electron oddi ar arwyneb metel penodol.

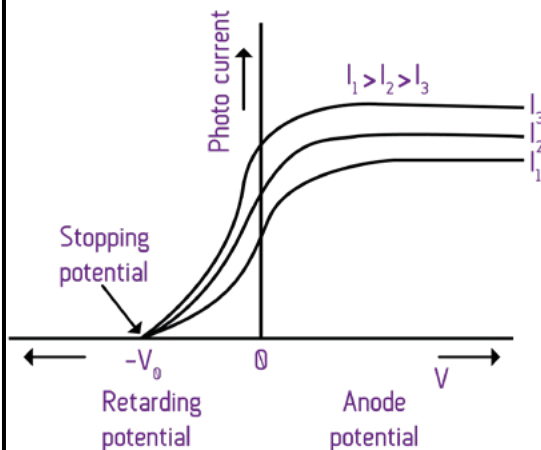
Yr arbrawf. [http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Photoelectric Effect](http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Photoelectric_Effect)

Pan mae pelydriad e-m â digon o egni (amledd digon uchel) yn taro'r catod, caiff electronau'r arwyneb eu bwrw allan. Mae'r ffotoelectronau (electronau wedi'u bwrw allan) yn teithio ar draws i'r anod ac mae cerrynt yn llifo yn y gylched. Mae'r amedr yn cofnodi cerrynt. Caiff y g.p. ei gynyddu nes bod y ffotoelectronau'n cael eu gwrthyrnu oddi wrth yr anod. Ar g.p. penodol, fydd gan yr electronau ddim digon o egni i gyrraedd yr anod. Rhaid i'r catod a'r anod fod mewn gwactod, neu gallai'r electronau sydd wedi'u bwrw allan wrthdaro â moleciwlau yn yr aer.

Camau:

1. Disgleirio golau ar y catod.
2. Cynyddu / addasu'r g.p. nes bod y microamedr yn dangos cerrynt o sero.
3. Darllen y foltmedr.
4. Plotio graff o'r cerrynt (I) ar yr echelin-y a'r g.p. (V) ar yr echelin-x.

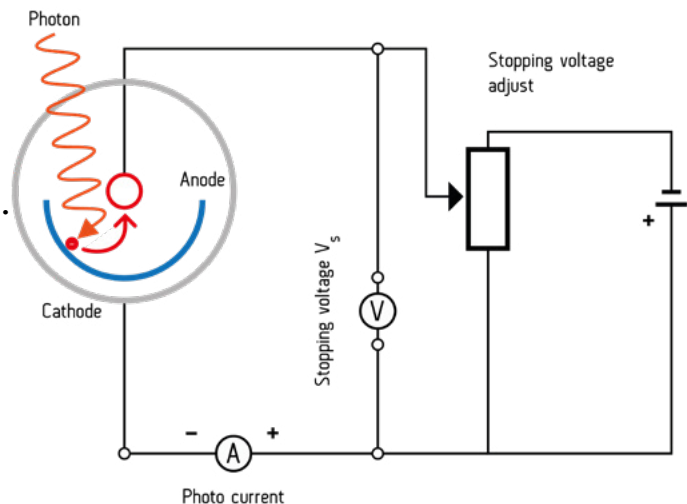
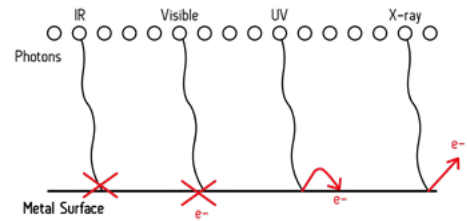
Mae'r graff wedi'i ddangos isod.



Os yw arddwysedd y golau'n cynyddu, nifer y ffotonau golau sy'n cynyddu. Mae hyn yn cynyddu nifer yr electronau sy'n cael eu bwrw allan ac felly mae cerrynt mwy'n llifo. Mae'r foltedd stopio'n aros yr un fath gan ei fod yn dibynnu ar E_k mwyaf y ffotoelectron wedi'i fwrw allan.

$$E_k \text{ mwyaf} = eV_s$$

Ile V_s yw'r foltedd stopio.



Hafaliad ffotodrydanol Einstein.

Mae'r hafaliad hwn yn seiliedig ar gadwraeth egni.

$E_{k \text{ mwyaf}}$ - uchafswm yr egni all fod gan ffotoelectron ar ôl iddo ddefnyddio rhywfaint o egni'r ffoton i adael arwyneb y metel.

$$E_{k \text{ mwyaf}} = hf - \Phi$$

hf - egni (J) y ffoton.

isafswm yr egni (J) sydd ei angen ar electron i adael yr arwyneb.

Os yw egni'r ffoton (amledd trothwy - f_0) yn union ddigon i achosi i electron gael ei fwrw allan, fydd gan y ffotoelectron ddim E_k felly gallwn ni ysgrifennu:

$$hf_0 = \Phi$$

Os nad yw amledd y golau'n ddigon uchel, does dim ots am ba mor hir gaiff y golau ei ddisgleirio ar yr arwyneb h.y. dydy ffotonau ddim yn gallu cyfuno i roi digon o egni i'r electron. Mae hyn yn dystiolaeth o blaid natur golau fel gronynnau.

Yn union fel yr arbrawf ar y dudalen flaenorol, ond gan blotio graff o $E_{k \text{ mwyaf}}$ ac amledd metel penodol (B). Rydym ni'n cyfrifo $E_{k \text{ mwyaf}}$ o'r foltedd stopio (V_s).

$$E_{k \text{ mwyaf}} = eV_s.$$

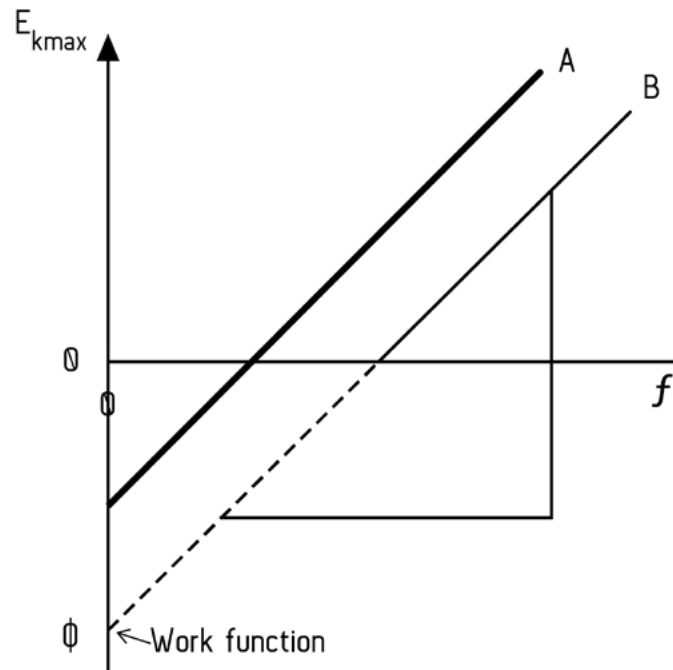
I'w gymharu â hafaliad graff llinell syth:

$$\begin{aligned} E_{k \text{ mwyaf}} &= hf - \Phi \\ y &= mx + c \end{aligned}$$

Mae'r rhyngdoriad yn rhoi ffwythiant gwaith y metel e.e. Magnesiwm 5.9×10^{-19} J.

Mae graddiant y graff yn rhoi cysonyn Planck. (6.63×10^{-34} Js).

Os caiff graff ei blotio ar gyfer metel gwahanol (A) â ffwythiant gwaith is (e.e. 3×10^{-19} J) bydd graddiant y llinell yr un fath, gan ei fod yn gysonyn.



Rydym ni'n defnyddio ffotogelloedd mewn synwryddion golau ar gamerâu a larymau lladron.

Lefelau egni atomig

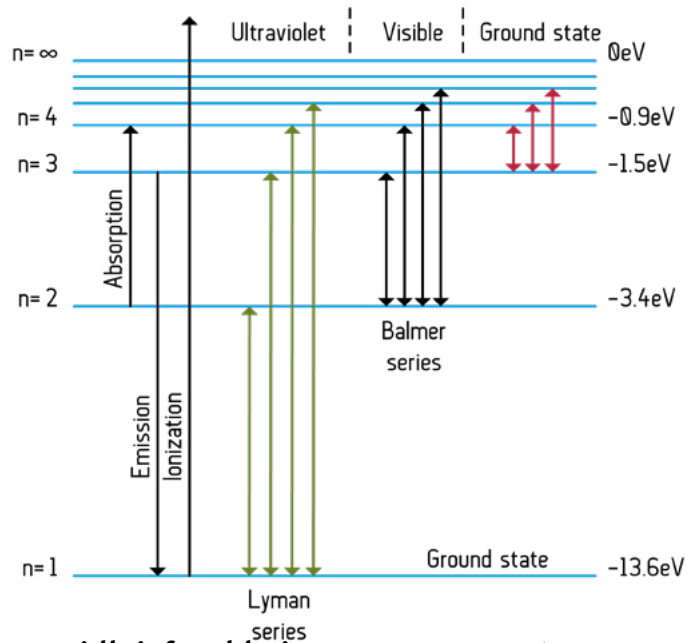
Niels Bohr yn 1913 (Daniad) ddatblygodd y syniad bod egni mewn atomau wedi'i gwanteiddio a bod electronau'n bodoli ar lefelau egni penodol. Mae'r electronau'n gallu symud rhwng y lefelau egni cyn belled â'u bod nhw'n cael y swm cywir/union o egni, fel rheol ar ffurf ffoton.

Gellir rhoi lefelau egni'r atom mewn eV neu mewn Jouleau.

Bydd yr electron mewn atom hydrogen yn y cyflwr isaf ($n=1$).

Os caiff yr atom ei gynhyrfu, mae hi'n bosibl dyrchafu'r electron i lefel egni uwch e.e. $n=2$.

Er mwyn i electron symud i fyny lefel egni, rhaid iddo amsugno ffoton. Er mwyn i electron symud i lawr lefel egni, rhaid iddo allyrru ffoton ag egni. Rhaid i egni'r ffoton fod yn hafal i'r bwlch egni.



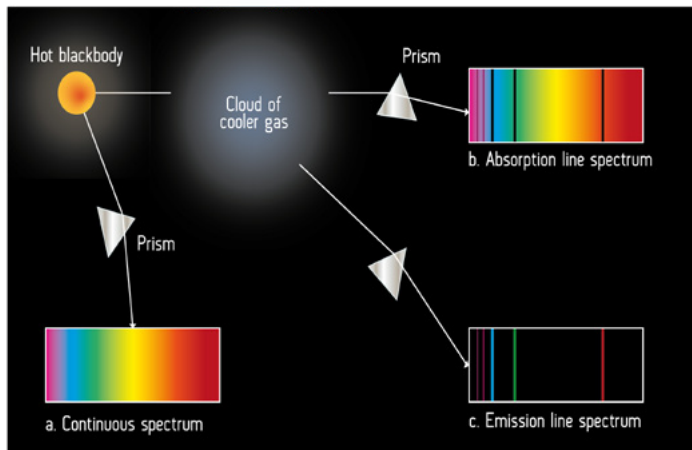
Egni ÷oneiddiad.

Egni ÷oneiddiad atom yw'r egni lleiaf sydd ei angen er mwyn tynnu electron allan o'r atom yn ei gyflwr isaf. I ÷oneiddio'r atom, rhaid i'r electron ddianc o'r cyflwr isaf ($n=1$) a gadael yr atom ($n=\infty$).

Y bwlch egni = $0 - (-13.6\text{ eV}) = 13.6\text{ eV}$.

Rhaid i ni drawsnewid yr egni hwn i J, ac yna gallwn ni gyfrifo tonfedd y golau.

$$13.6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 2.176 \times 10^{-18} \text{ J} \quad \rightarrow \quad \lambda = hc/E = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2.176 \times 10^{-18}} = 9.14 \times 10^{-8} \text{ m (UV)}$$



Sbectra amsugno.

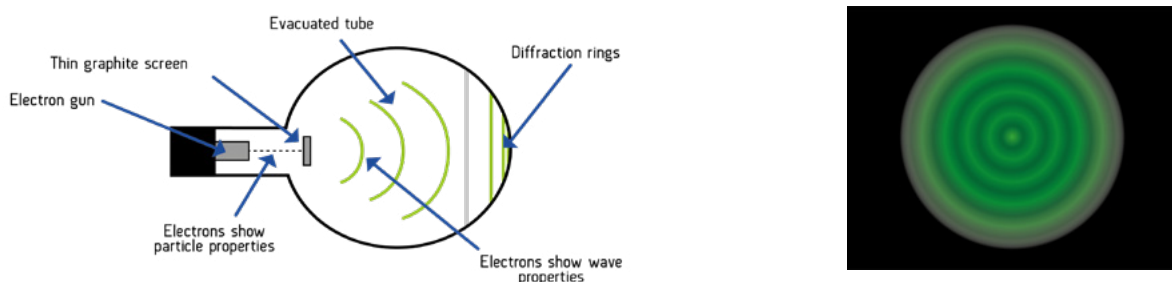
Mae'r golau sy'n cael ei allyrru o ffynhonnell fel seren neu fwlb gwynias yn rhoi sbectrwm parhaus. Pan mae'r golau hwn yn pasio cwmwl nwy (e.e. yn y gofod) caiff rhai tonfeddi golau eu hamsugno wrth i electronau gael eu dyrchafu i lefelau egni uwch. Bydd y tonfeddi hyn ar goll, felly rydym ni'n cael sbectrwm llinell amsugno. Mae'r golau'n cael ei allyrru eto'n ddiweddarach, ond i bob cyfeiriad. Rydym ni'n gweld sbectrwm parhaus â llinellau tywyll yn ei groesi (llinellau Fraunhofer).

Sbectrwm allyrru. Rydym ni'n gweld un o'r rhain â nwy ar wasgedd isel sydd wedi'i gynhyrfu. Mae electronau'n gwrthdaro â'r atomau yn y nwy ac yn achosi i electronau gael eu dyrchafu i lefelau egni uwch. Y tro hwn rydym ni'n cael llinellau llachar ond ar donfeddi (lliwiau) penodol sy'n nodweddiadol o'r elfennau sy'n bresennol yn y nwy. Bydd y llinellau tywyll yn ymddangos fel y lliwiau llachar os caiff yr un nwy ei ddefnyddio mewn sbectrwm allyrru.

Deuoliaeth gronyn-ton

Diffreithiant electronau: yn 1927, cynhaliodd Davisson a Germer arbrawf. Gwnaethant gyflymu paladr o electronau drwy ffilm graffit amlgrisiallog tenau mewn siambr wag a defnyddio sgrin fflwroleuol i weld ble roedd yr electronau'n dod allan ar yr ochr arall.
<https://www.youtube.com/watch?v=DfPeprQ7oGc>

Arbrawf i arddangos deuoliaeth gronyn-ton. Patrwm diffreithiant electronau.



Mae tonnau electromagnetig yn gallu ymddwyn fel tonnau (diffreithiant, adlewyrchiad, plygiant) ac fel gronynnau (effaith ffotodrydanol, sbectra allyrru ac amsugno). Mae gronynnau (electronau, protonau ac ati) hefyd yn gallu dangos priodweddau tebyg i donau fel mae'r arbrawf uchod yn ei ddangos. Gallwn ni gynnal yr arbrawf hollt dwbl gan ddefnyddio electronau i roi patrwm o eddiau golau a thywyll. Hyd yn oed os caiff yr electronau eu pasio drwydd un ar y tro, mae patrwm ymyriant i'w weld!!!

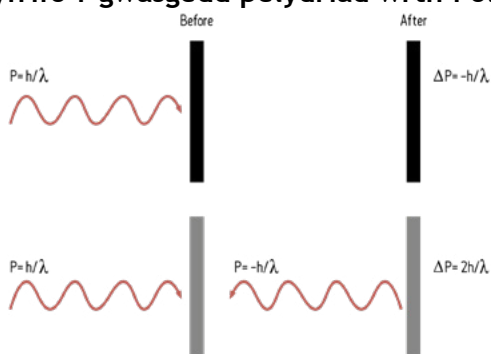
Momentwm golau. Gan nad oes gan donau golau ddim màs, a gan fod $p = m \cdot v$, mae'n ymddangos yn rhesymegol tybio bod $p_{\text{golau}} = 0 \times v = 0$!! Fodd bynnag, deilliodd deBroglie yr hafaliad, sy'n awgrymu bod gan bob gronyn briodweddau tebyg i don, ond hefyd bod gan bob ton briodweddau tebyg i ronyn.

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \text{neu} \quad p = \frac{hf}{c}$$

p - momentwm (kgms^{-1}) h - cysonyn Planck λ - tonfedd (m)

Os oes gan olau fomentwm, mae'n gallu rhoi Grym ar arwyneb, ac felly wasgedd. Os yw'r golau'n cael ei adlewyrchu neu ei amsugno, bydd momentwm y golau'n newid (2^{il} ddeddf Newton). Mae'r newid momentwm yn dyblu os yw'r ffotonau'n cael eu hadlewyrchu, felly mae'r grym yn fwy (mae momentwm yn fesur fector). Bydd yna rym hafal ond dirgroes ar yr arwyneb (3^{edd} ddeddf Newton).

Cyfrifo'r gwasgedd pelydriad wrth i olau daro arwyneb.



Momentwm ffoton $p = \frac{h}{\lambda}$
 Grym ar yr arwyneb $\rightarrow F = \frac{\Delta p}{t}$

Nifer y ffotonau = $\frac{\text{Pŵer y golau}}{\text{Egni ffoton}}$

Gwasgedd 1 ffoton $P = F/A$ (A yw'r arwynebedd arwyneb)

Cyfanswm gwasgedd = nifer y ffotonau x gwasgedd 1 ffoton

Deuoliaeth gronyn-ton

Tonfedd gronynnau - gallwn ni ddefnyddio'r un hafaliad i ganfod tonfedd gronynnau e.e. electronau, protonau ac ati.

hafailad de Broglie

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

lle $p = m \times v$, momentwm = màs x cyflymder

Roedd hyn yn eithaf radical a hyd yn oed heddiw mae'n swnio fel ffuglen wyddonol. Fodd bynnag, cafodd de Broglie ei brofi'n gywir gan yr arbrawf ar y dudalen flaenorol.

Enghraifft wedi'i chyfrifo.

Gallwn ni ddefnyddio niwtronau i ddadansoddi adeiledd atomig/grisialog gwahanol ddefnyddiau. Mae eu màs yn $1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$. Os yw eu cyflymder yn 3000ms^{-1} , canfyddwch eu tonfedd.

Cam 1^{af}, $p = mv = 1.67 \times 10^{-27} \times 3000 = 5.01 \times 10^{-24} \text{kgms}^{-1}$

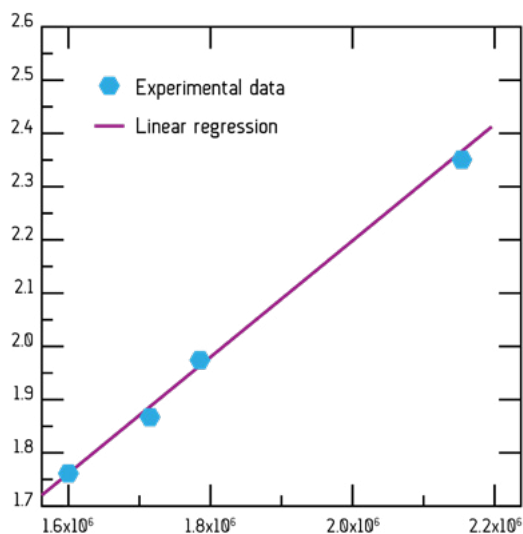
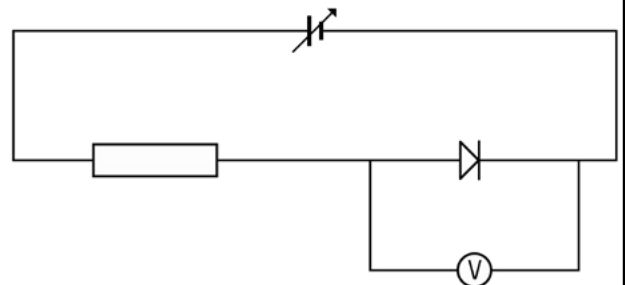
2^{il} gam $\lambda = h/p = 6.63 \times 10^{-34} \times 5.01 \times 10^{-24} = 1.32 \times 10^{-10} \text{m}$ (tonfedd yn agos i'r pellter rhwng atomau).

Defnyddio deuodau LED i fesur h

Gallwn ni fesur cysonyn Planck, h , gan ddefnyddio deuod allyrru golau (LED) a mesur y foltedd lleiaf, V_{lleiaf} , lle mae'r deuod prin yn allyrru golau. Yna, gallwn ni ganfod cysonyn Planck o'r hafaliad $V = hc/e\lambda$ lle c yw buanedd golau $3.00 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ ac e yw gwefr

electron, $1.60 \times 10^{-19} \text{C}$.

Dylai fod graff o V_{lleiaf} yn erbyn $1/\lambda$ yn llinell syth, a'r graddiant yn hafal i hc/e .



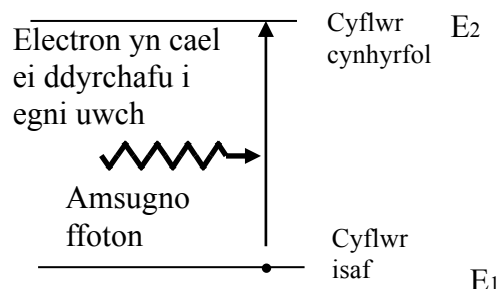
Dylai'r foltedd gael ei amrywio nes mae'r LED prin yn allyrru golau. Cofnodwch y foltedd; mae'n cyfateb i V_{min} . Dylech chi newid yr LED am un arall ac ailadrodd y dull ar gyfer deuodau â golau ar wahanol donfeddi. Plotiwch graff o V_{lleiaf} (echelin-x) yn erbyn $1/\lambda$ (echelin-y) a'i ddefnyddio i ganfod gwerth h .

Laserau

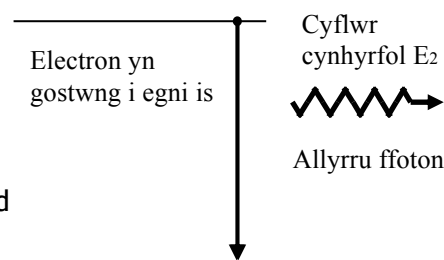
LASER - Mwyhau Golau drwy gyfrwng Allyriad Ysgogol Pelydriad

http://www.materials.ac.uk/elearning/matter/Electrons_in_Crystals/Lasers/index.html

Amsugno Ffoton: caiff electron ei gynhyrfu i lefel egni uwch drwy amsugno egni ffoton sy'n ei daro. Rhaid i egni'r ffoton sy'n ei daro fod yn hafal i'r gwahaniaeth rhwng y ddwy lefel egni er mwyn iddo gael ei amsugno. $hf = E_{\text{ffoton}} = E_2 - E_1$

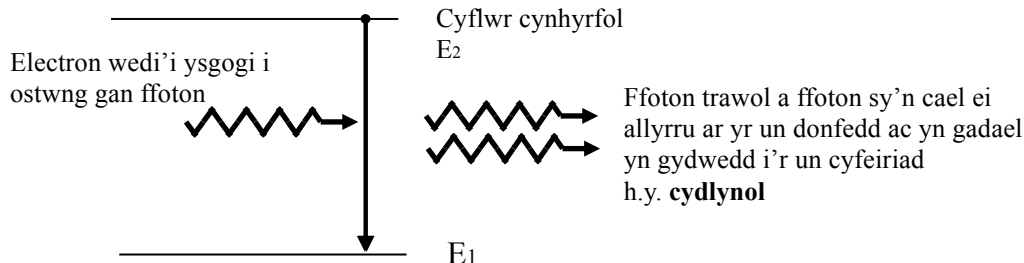


Allyrru Ffoton: Mae dadfeiliad electron o un cyflwr egni i gyflwr egni is yn creu ffoton.



Allyrru Digymell: Mae'r ffoton yn cael ei greu'n ddigymell. Ystyriwch y diagram sy'n dangos electron cynhyrfol ar lefel egni E_2 ; mae'n gallu colli rhywfaint o'i egni drwy allyrru ffoton. Bydd egni'r ffoton sy'n cael ei allyrru yn $E_{\text{ffoton}} = E_2 - E_1$. Mae amledd y golau sy'n cael ei allyrru hefyd yn dibynnu ar y gwahaniaeth rhwng y lefelau egni oherwydd $hf = E_{\text{ffoton}} = E_2 - E_1$.

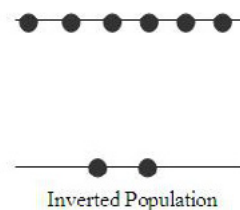
Allyriad Ysgogol: Allyriad ffoton o atom cynhyrfol wedi'i sbarduno gan ffoton trawol ag egni sy'n hafal i'r bwch egni rhwng y cyflwr cynhyrfol a chyflwr egni is yn yr atom. Mae gan y ffoton hwn yr un amledd, gwedd, cyfeiriad teithio/lledaeniad a chyfeiriad polareiddio â'r ffoton trawol h.y. mae'n gydlynol.



Gwrthdroad Poblogaeth: $N_2 > N_1$

Mae **gwrthdroad poblogaeth** wedi digwydd os yw cyflwr egni uwch mewn system atomig yn llawnach na chyflwr egni is (h.y. cyflwr llai cynhyrfol neu'r cyflwr isaf) yn yr un system.

Er mwyn cael cymaint o olau allan o system â phosibl, mae angen **mwy o electronau mewn cyflwr cynhyrfol** er mwyn i fwy ddisgyn ac allyrru ffotonau. Fodd bynnag, mae'n broblem ddifrifol yn codi wrth i ni gynhyrchu llawer o olau - yr union ffotonau rydym ni'n eu cynhyrchu yw'r ffotonau sy'n gallu cael eu hamsugno (mae ganddynt yr egni cywir i gynhyrchu'r ddwy effaith). Os oes ffotonau'n cael eu hamsugno drwy'r amser, dydy ein paladr laser ddim yn mynd yn ddim cryfach.



Mae angen i ni gyrraedd sefyllfa lle mae allyriad ysgogol yn fwy tebygol nag amsugniad er mwyn i arddwyseidd y paladr laser gynyddu. Rydym ni'n gwneud hyn drwy bwmpio. **Pwmpio** yw bwydo egni i gyfrwng mwyhau laser er mwyn cynhyrchu gwrthdroad poblogaeth. Gan fod allyriad ysgogol yn digwydd os yw'r electronau yn y lefel uwch ac amsugniad os yw'r electronau yn y lefel is, mae angen mwy o electronau yn y lefel uwch, gynhyrfol.

Laserau

Dydy gwrthdroad poblogaeth ddim yn bosibl fel rheol os mai dim ond dwy lefel egni sydd (os mai golau sy'n gwneud y pwmpio). Wrth i ni ddechrau pwmpio ein system, mae gennym ni'r sefyllfa ganlynol:



Golau pwmpio

● ● ● ● ● ● ● ●

Cyflwr cynhyrfol ($N_2 = 0$)

● ● ● ● ● ● ● ●

Cyflwr isaf ($N_1 = 8$)

Caiff llawer o electronau eu dyrchafu i'r egni uwch ac mae'n edrych fel bod popeth yn iawn. Yn anffodus, os ydym ni'n llwyddo i gynhyrfu hanner yr electronau, rydym ni yn y sefyllfa ganlynol:



Golau pwmpio

● ● ● ●

Cyflwr cynhyrfol ($N_2 = 4$)

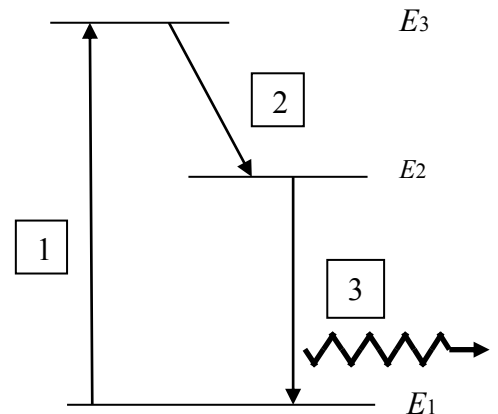
● ● ● ●

Cyflwr isaf ($N_1 = 4$)

Yn y sefyllfa hon, mae hi yr un mor debygol y bydd y ffotonau sy'n llifo i mewn yn achosi i electron ddisgyn (allyriad ysgogol) ag yn achosi i electron godi (amsugniad). Y gorau y gallwn ni ei gyflawni yma yw $N_2 = N_1$ ac mae angen i ni wneud ychydig bach yn well na hynny.

System Laser 3 Lefel Egni

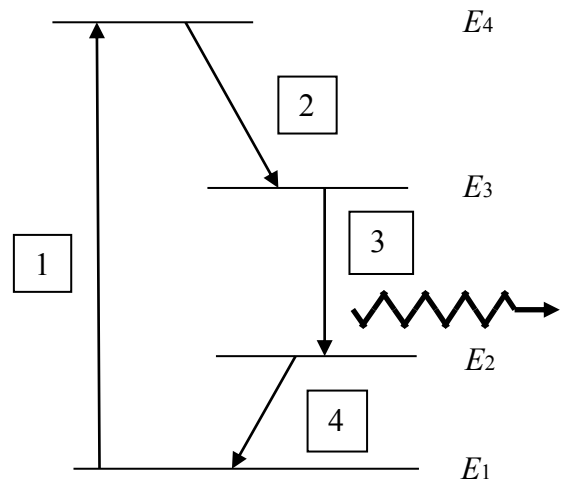
1. Pwmpio. Mae electronau'n cael eu dyrchafu o'r cyflwr isaf (E_1) i E_3 fel rheol drwy ddefnyddio ffynhonnell golau allanol neu gan wrthdrawiadau electronau.
2. Mae electronau'n disgyn yn gyflym (oherwydd rydym ni'n dewis E_3 ag oes fer trefn nanoeiliadau) i'r metasefydlog (E_2). Mae galw E_2 yn metasefydlog yn golygu bod ganddi oes hir a bod electronau'n aros yno am amser hir (ddim yn hir iawn mewn gwirionedd, tua milieiliad, ond mae hynny'n amser hir iawn i electron).
3. Hwn yw'r trawsnewidiad sy'n cynhyrchu'r ffotonau laser felly rhaid bod $N_2 > N_1$. Sylwch, er bod allyriad ysgogol yn dal i leihau ein gwrthdroad poblogaeth, fod y pwmpio ar donfedd wahanol. Rhaid i ni wneud yn siŵr bod y pwmpio [1] yn fwy na'r allyriad ysgogol [3] i gynnal gwrthdroad poblogaeth.



System Laser 4 Lefel Egni

1. Pwmpio eto.
2. Disgyn yn gyflym i'r cyflwr metasefydlog E_3 .
3. Hwn yw'r trawsnewidiad sy'n cynhyrchu golau'r laser felly y tro hwn mae $N_3 > N_2$. Fodd bynnag, oherwydd mai E_1 yw'r cyflwr isaf, mae E_2 bron yn wag i ddechrau felly mae hi'n llawer haws cyflawni gwrthdroad poblogaeth.
4. Trawsnewidiad cyflym arall felly mae gan E_2 oes fer. Y rheswm am hyn yw ei bod hi'n ddefnyddiol i E_2 fod yn wag er mwyn i ni gael gwrthdroad poblogaeth (os yw N_2 yn fach mae hi'n haws i N_3 fod yn fwy nag N_2).

Felly dyma lle mae laser 4 lefel yn well, gan fod E_2 mor wag â phosibl sy'n golygu bod angen llai o bwmpio a bod y laser yn fwy effeithlon.

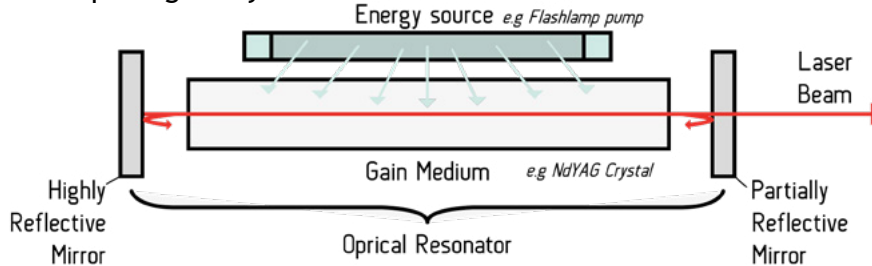


Adeiledd Laser

Mae golau laser yn wahanol i olau normal oherwydd mae ganddo'r priodweddau canlynol:

- Polareiddio
- Cydlynol
- Monocromatig (un donfedd)
- Paladr paralel

Mae'r ffotonau'n cael eu hadlewyrchu yn ôl ac ymlaen, gan symbylu mwy o ffotonau, ac yn y pen draw mae'r ffotonau'n gallu dianc drwy'r drych rhannol adlewyrchol. Wrth i fwy o ffotonau ddianc, caiff mwy o ffotonau eu cynhyrchu gan allyriad ysgogol, sy'n creu ecwilibriwm. Y cyfrwng mwyhau yw'r rhan lle mae'r gwrthdroad poblogaeth yn bodoli.



Dan yr amodau hyn, mae gan un ffoton y potensial i gynhyrchu dau ffoton ac mae'r rhain yn gallu cynhyrchu 4 ffoton, yna 8 ffoton ac ati. Fel adwaith cadwynol, bydd y broses hon yn arwain at gynnydd esbonyddol mewn egni allbwn. Gan mai dim ond 1% o'r golau sy'n gadael bob tro mae'n adlewyrchu yn ôl ac ymlaen rhwng y drychau, ar gyfartaledd, bydd y paladr yn mynd drwy'r cyfrwng mwyhau ganwaith cyn iddo adael.

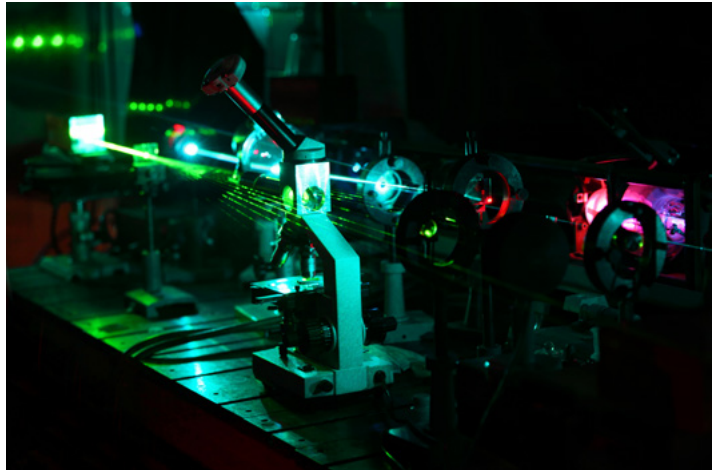
Mae pwmpio dwys ynghyd ag arddwysedd uchel y paladr laser yn golygu y bydd y cyfrwng mwyhau'n mynd yn boeth iawn. Bydd hyn yn golygu colledion gwres mawr. I wneud pethau'n waeth, fel arfer mae angen i ni oeri'r cyfrwng mwyhau fel nad yw'r cyfrwng, na'i gynhwysydd, yn toddi.

Laserau Lled-ddargludol.

Bach, rhad, effeithlon. Effeithlonrwydd tua 70%. Foltedd pwmpio = 3V. Mae adeiledd sylfaenol laser lled-ddargludol 'allyrru ymylol' safonol wedi'i ddangos.

Mae'r gwrthdroad poblogaeth yn llafnau'r lled-ddargludydd filiynau o weithiau'n uwch nag mewn laserau nwy.

Mae'r cynnydd esbonyddol yn arddwysedd y golau (h.y. 1 ffoton yn troi'n ddau, yn troi'n bedwar ac ati) yn digwydd yn llawer cyflymach oherwydd y gwrthdroad poblogaeth uwch.



| Manteision: | Rhai ffyrdd o'i ddefnyddio: |
|--|--|
| Rhatach Llai Mwy effeithlon Hawdd ei fasgynhyrchu | Mewn chwaraewyr DVD a CD Darllenyddion codau bar Telathrebu (drwy ffibrau optegol) Sganio delweddau Llawfeddygaeth laser |